

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA  
INSTALACIÓN DE UN PROYECTO OFFSHORE DE CULTIVO DE  
SERIOLA Y CORVINA EN LA REGIÓN DE MURCIA  
OAM-MURCIA 1**



**07/06/2024**

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA INSTALACIÓN DE UN PROYECTO  
OFFSHORE DE CULTIVO DE SERIOLA Y CORVINA EN LA REGIÓN DE MURCIA  
OAM-MURCIA 1**

**Promotor:**

Información del promotor: OCEAN AQUACULTURE MURCIA SL

Dirección: C) Diego de León nº59, 2ºC

CIF: B56175524

Contacto: [jf.aldana@oac.blue](mailto:jf.aldana@oac.blue)

Teléfono: +34646475182



**Autor del documento ambiental:** ECOS, Estudios Ambientales y Oceanografía, SL, Paseo de San Antonio, nº 113, 35012, Las Palmas de Gran Canaria. CIF: B-35964337

Email: [info@ecosgroup.es](mailto:info@ecosgroup.es)

Web: [www.ecosgroup.es](http://www.ecosgroup.es)

Tf: 928-42-69-13

Redactado por:

Lcdo. Adrián Martínez Osuna

MSc. Teresa Carreira

MSc. Noelia Arto Cuesta

Lcda. Cristina Iniesta Nieto

Lcdo. Gregorio Louzara Fernández

Lcdo. José A. Pérez Peñalvo

Revisado por:

Dra. Sara García Sanz

Lcdo. Manuel A. Ruiz de la Rosa



**Fecha:** 07/06/2024

**Responsable del Documento:**

Departamento Offshore, ECOS Estudios Ambientales y Oceanografía

## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1 Promotor .....	12
1.2 Características principales del proyecto presentado.....	12
1.3 Acuicultura offshore .....	13
1.4 Justificación normativa.....	14
1.4.1 Procedimiento general de autorización de establecimientos de acuicultura marina en la Región de Murcia .....	16
1.5 Objetivo principal del presente documento .....	18
1.6 Alcance de los trabajos .....	19
1.7 Situación actual y perspectivas del sector acuícola .....	20
1.7.1 Perspectivas para la acuicultura marina en España .....	20
1.7.2 La acuicultura marina, alcance regional, Región de Murcia.....	21
<b>2. MEMORIA BIOLÓGICA .....</b>	<b>25</b>
2.1 Especie principal objeto de cultivo .....	25
2.2 Especies secundarias o alternativas objeto de cultivo .....	29
2.2.1 Corvina .....	29
2.3 Interés de la especie objetivo para la acuicultura.....	32
2.3.1 Análisis de la producción del género <i>Seriola</i> .....	33
2.4 Plan productivo .....	35
2.4.1 Suministro de alevines .....	35
2.5 Proceso de producción.....	36
2.5.1 Programa de producción OAM-MURCIA 1 .....	36
2.5.2 Etapas dentro del proceso de producción.....	38
2.5.2.1 Engorde .....	38
2.6 Alimentación.....	38
2.6.1 Etapas dentro del proceso de alimentación .....	38
2.6.1.1 Criadero y pre-engorde (producción de alevines).....	38
2.6.1.2 Engorde .....	40

---

2.7	Control de la biomasa .....	54
2.8	Transporte .....	54
2.9	Pesca y cosecha .....	56
<b>3.</b>	<b>MARCO LEGISLATIVO .....</b>	<b>57</b>
3.1	Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos .....	57
3.2	Protección territorial, Red Natura 2000 y Dominio Público Marítimo Terrestre .....	57
3.3	Biodiversidad, flora y fauna .....	58
3.4	Sector acuícola y pesquero.....	59
3.5	Cambio climático y Contaminación.....	60
3.6	Sanidad animal .....	61
3.7	Aguas y Vertidos al medio marino .....	61
3.8	Residuos .....	62
3.9	Comercialización .....	62
3.10	Higiénico-sanitaria.....	63
3.11	Patrimonio cultural subacuático .....	63
3.12	Puertos, Navegación marítima y Defensa Nacional .....	64
3.13	Ordenación del Espacio Marino .....	64
<b>4.</b>	<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>65</b>
4.1	Solicitud de balizamiento .....	74
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>77</b>
5.1	Instalaciones que constituyen el proyecto de cultivo .....	77
5.2	Elementos de las instalaciones situadas en el medio marino .....	77
5.2.1	Líneas de fondeo y sus componentes .....	85
5.3	Instalación de las jaulas flotantes de engorde .....	98
5.3.1	Fabricación y montaje .....	99
5.3.2	Transporte .....	100
5.3.3	Botadura en su posición de la jaula Offshore .....	100
5.4	Efectos sinérgicos .....	103
<b>6.</b>	<b>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>106</b>
6.1	Objetivos del estudio de alternativas y consideraciones previas.....	106

---

---

6.2	Descripción de las alternativas.....	107
6.2.1	Alternativa 0.....	107
6.2.2	Alternativa 1.....	107
6.2.3	Alternativa 2.....	111
6.2.4	Alternativa 3.....	114
6.2.5	Alternativa 4.....	118
6.3	Evaluación de las alternativas principales del proyecto .....	121
<b>7.</b>	<b>DIAGNOSTICO DEL MEDIO NATURAL AFECTADO POR EL PROYECTO .....</b>	<b>123</b>
7.1	Metodología utilizada en la descripción ambiental de la zona.....	123
7.1.1	Medio terrestre .....	123
7.1.2	Medio marino .....	123
7.2	Características medioambientales del medio terrestre afectado.....	125
7.2.1	Climatología .....	125
7.2.2	Geología y geomorfología .....	127
7.2.3	Flora y fauna .....	130
7.2.4	Estudios de Hidrografía y Geofísica .....	136
7.2.4.1	Prospección hidrográfica .....	137
7.2.4.2	Prospección geofísica .....	146
7.2.5	Calidad del agua .....	159
7.2.5.1	Análisis de las muestras de agua en laboratorio .....	161
7.2.6	Calidad del sedimento .....	189
7.2.6.1	Metodología empleada para el estudio de cada uno de los parámetros.....	190
7.2.6.2	Resultados .....	199
7.2.7	Estudio ecocartográfico .....	221
7.2.7.1	Metodología .....	221
7.2.7.2	Resultados .....	224
7.2.7.3	Hábitats de interés comunitario .....	234
7.3	Vegetación marina.....	239

---

---

7.3.1	Fanerógamas marinas.....	239
7.3.2	Algas .....	247
7.4	Fauna marina.....	247
7.4.1	Ictiofauna.....	248
7.4.1.1	Especies de peces óseos (osteíctios y agnatos) con presencia potencial en el área de estudio .....	249
7.4.1.2	Especies de elasmobranquios con presencia potencial en el área de estudio.....	255
7.4.2	Cetáceos potencialmente presentes en el área de estudio .....	258
7.4.2.1	Delfín mular ( <i>Tursiops truncatus</i> ) .....	258
7.4.2.2	Otras especies de cetáceos de interés:.....	261
7.4.3	Tortugas marinas .....	264
7.4.3.1	Tortuga boba, ( <i>Caretta caretta</i> ) .....	265
7.4.4	Aves marinas.....	268
7.4.5	Grupo de los invertebrados .....	270
7.4.5.1	Dátil de mar ( <i>Lithophaga lithophaga</i> (Linnaeus, 1758)) .....	270
7.4.5.2	Nacra ( <i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758).....	271
7.5	Resultados de los estudios y modelizaciones oceanográficas .....	271
7.5.1	Clima marítimo .....	272
7.5.1.1	Oleaje .....	272
7.5.1.2	Viento.....	298
7.5.2	Régimen medio y extremal .....	316
7.5.2.1	Oleaje .....	316
7.5.2.2	Viento.....	335
7.5.3	Corrientes.....	342
7.5.4	Mareas.....	356
7.5.5	Estudio Dinámica Litoral .....	360
7.5.5.1	Estudio hidrodinámico, (modelo numérico) .....	361
7.5.5.2	Metodología dispersión de material particulado.....	370

---

---

7.5.5.3	Resultados .....	372
7.5.5.4	Conclusiones de las modelizaciones .....	382
7.6	Paisaje marino.....	383
<b>8.</b>	<b>ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS .....</b>	<b>385</b>
8.1	Población .....	385
8.2	Aspectos económicos (empleo, PIB e i+d) .....	387
8.2.1	Empleo (población activa) .....	387
8.2.1.1	Empleo en acuicultura en la Región de Murcia .....	389
8.2.2	Producto interior bruto.....	390
8.2.3	I+D+i .....	391
8.3	Afección sobre otras actividades y usos en el medio marino .....	394
8.3.1	Zonas respecto a la defensa nacional .....	394
8.3.2	Acuicultura (otras instalaciones presentes en la zona) .....	398
8.3.3	Sector pesquero y marisquero .....	401
8.3.3.1	Agentes del sector pesquero .....	403
8.3.3.2	Reservas marinas .....	404
8.3.3.3	Arrecifes artificiales.....	406
8.3.3.4	Zona de protección pesquera del mediterráneo.....	407
8.3.4	Actividad marisquera .....	408
8.3.5	Navegación marítima .....	410
8.3.5.1	Tráfico marítimo .....	410
8.3.5.2	Densidad de buques .....	412
8.3.5.3	Actividad portuaria .....	418
8.3.6	Suministro, abastecimiento y desalación de aguas .....	421
8.3.7	Saneamiento, depuración y calidad de aguas de baño.....	424
8.3.8	Vigilancia y control .....	428
8.3.9	Seguridad marítima .....	430
8.3.10	Investigación científica y tecnológica.....	432
8.3.11	Patrimonio cultural subacuático.....	433

---

8.3.12	Hidrocarburos: petróleo y gas.....	434
8.3.13	Almacenamiento de CO <sub>2</sub> .....	437
8.3.14	Energías renovables.....	438
8.3.14.1	Energía eólica marina.....	439
8.3.14.2	Energía undimotriz.....	439
8.3.14.3	Energía de las corrientes .....	440
8.3.15	Transporte eléctrico y de telecomunicaciones.....	440
8.3.16	Turismo y actividades recreativas.....	441
8.3.16.1	Pernoctaciones.....	442
8.3.16.2	Playas y zonas de baño.....	442
8.3.16.3	Playas con zona de submarinismo.....	443
8.3.16.4	Zonas de surf .....	444
<b>9.</b>	<b>DESCRIPCIÓN TERRITORIAL.....</b>	<b>446</b>
9.1	¿Cómo se regula la ordenación del territorio en la región de Murcia? .....	446
9.2	Dominio público marítimo terrestre.....	447
9.3	Estrategias marinas.....	447
9.4	Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM).....	448
9.5	Polígonos acuícolas, Región de Murcia (Ley 2/2.007 de Pesca Marítima y Acuicultura).....	449
9.6	Zonas protegidas cercanas en el área de estudio .....	450
9.6.1	Áreas protegidas por instrumentos internacionales .....	452
9.6.1.1	Humedales Ramsar .....	452
9.6.1.2	Red OSPAR de Áreas Marinas Protegidas .....	453
9.6.1.3	Reserva de la Biosfera (MaB) .....	454
9.6.1.4	Zonas especialmente protegidas de importancia para el Mediterráneo (ZEPIM) .....	454
9.6.2	Espacios naturales protegidos (ENP).....	454
9.6.3	Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE).....	455
9.6.4	Red Natura 2000.....	455
9.6.5	Otros espacios de interés.....	463



9.6.5.1	Hábitats críticos para cetáceos definidos en el marco de ACCOBAMS.....	463
9.6.5.2	Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBA) .....	464
9.6.5.3	EBSA MED 7 bentónicos .....	464
9.6.5.4	EBSA MED 6 pelágicos .....	465
9.6.5.5	Zona para la conservación de praderas de fanerógamas marinas en aguas marinas del mediterráneo español. Proyecto de Real Decreto .....	465
9.7	Patrimonio de interés cultural y arqueológico .....	466
<b>10.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>470</b>
10.1	Identificación de las acciones susceptibles de producir impacto.....	470
10.1.1	Fase constructiva .....	470
10.1.2	Fase productiva .....	471
10.1.3	Fase de desmantelamiento .....	472
10.2	Descripción de los factores del medio receptor susceptibles de recibir impactos.....	472
10.3	Identificación de impactos.....	473
10.3.1	Fase constructiva .....	473
10.3.2	Fase productiva .....	476
10.3.3	Fase de desmantelamiento .....	480
10.4	Valoración de impactos.....	482
10.4.1	Metodología .....	482
10.4.2	Diferenciación de zonas del proyecto .....	485
10.4.3	Valoración de impactos, fase constructiva .....	486
10.4.4	Valoración de impactos, fase productiva .....	499
10.4.5	Valoración de impactos, fase de desmantelamiento .....	521
<b>11.</b>	<b>EFFECTOS DEL PROYECTO SOBRE MASAS DE AGUAS SUPERFICIAL O NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA .....</b>	<b>530</b>
<b>12.</b>	<b>EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ACUICULTURA .....</b>	<b>532</b>
12.1	Introducción.....	532

---

12.2	El cambio climático en la región de Murcia .....	532
12.2.1	Evidencias del cambio climático en la Región de Murcia .....	532
12.2.2	Estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático .....	537
12.3	Efectos del cambio climático sobre la acuicultura .....	539
12.4	Vulnerabilidad sobre el cultivo de especies (lubina, etc.) por posibles efectos del cambio climático .....	541
12.5	Huella de carbono .....	542
<b>13.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS ESPERADOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DERIVADOS DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES .....</b>	<b>544</b>
<b>14.</b>	<b>PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS O COMPENSATORIAS .....</b>	<b>545</b>
14.1	Medidas preventivas.....	545
14.1.1	Fase constructiva .....	545
14.1.2	Fase productiva .....	547
14.2	Medidas correctoras.....	548
14.2.1	Fase constructiva .....	548
14.2.2	Fase productiva .....	548
14.3	Medidas compensatorias.....	549
<b>15.</b>	<b>PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) .....</b>	<b>550</b>
15.1	Seguimiento en la fase constructiva.....	551
15.2	Seguimiento en la fase operativa .....	553
15.3	Seguimiento en la fase de desmantelamiento .....	558
15.4	Responsable del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) .....	558
<b>16.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>559</b>
<b>17.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>560</b>
<b>18.</b>	<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>570</b>
<b>19.</b>	<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>578</b>
<b>20.</b>	<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>594</b>
<b>21.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>597</b>

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe de Evaluación Ordinaria de Impacto Ambiental (EoIA) promovido por la empresa "Ocean Aquaculture Murcia", se referirá al proyecto de instalación de una concesión de cultivos marinos offshore de Seriola (*Seriola dumerili*) en mar abierto. El objetivo principal es el engorde de esta especie hasta el tamaño comercial final de 3 kilos, ciclo de producción de aproximadamente dos años, con un volumen anual máximo de 7.500 tn a desarrollar en la Región de Murcia. Como especie secundaria la empresa promotora contempla el cultivo de la Corvina (*Argyrosomus regius*) según las necesidades del mercado.

El proyecto consta de 2 jaulas flotantes de cultivo GM AQUA DESIGN 1.0 diseñadas por la empresa noruega MORELD AQUA.

Los tres pilares sobre los que se basa este proyecto innovador son:

- 1.) Tecnología offshore contrastada (plataforma GM AQUA DESIGN 1.0 de 100 x 100 m y 66,5 m de altura).
- 2.) Cultivo de Seriola y Corvina, especie de gran valor y con unos crecimientos excepcionales.
- 3.) Producto final de calidad que irá destinado básicamente a convertirse en un producto elaborado y congelado para abordar el mercado europeo, asiático y americano.

Por tanto, será un proyecto que no competirá con la acuicultura convencional ni en ubicaciones, ni en especie, ni en mercados. Además, supone alcanzar de forma innovadora el cultivo integral de la Seriola.

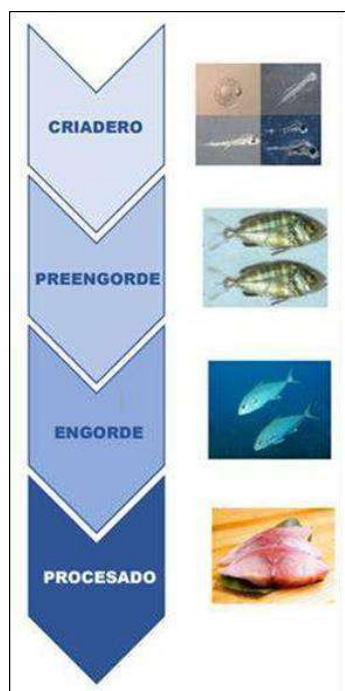


Figura 1. Etapas del cultivo integral de la Seriola

Con dicha EoIA se busca avanzar en la necesidad de cumplir los trámites ambientales que las distintas Administraciones competentes exigen para los nuevos proyectos de acuicultura marina.

## 1.1 Promotor

El grupo matriz es la empresa OCEAN AQUACULTURE GLOBAL<sup>1</sup> del que forma parte "Ocean Aquaculture Murcia" se dedica a la acuicultura, cultivando de manera responsable peces en alta mar, en aguas profundas y alejadas de la costa. Tiene experiencia en la realización de todo el ciclo productivo, desde la cría, pre-engorde y engorde, hasta el procesado, empaquetado y distribución del producto final. Además, cuenta con una tecnología offshore muy desarrollada aplicable a la acuicultura y dirigida a otro tipo de especies diferentes (Seriola y Corvina) a las cultivadas tradicionalmente (Dorada y Lubina).

A través de un enfoque integral e innovador, "OCEAN AQUACULTURE GLOBAL" tiene como objetivo principal crear una economía azul próspera, inclusiva y sostenible en beneficio de las generaciones presentes y futuras. Con sede central en Madrid, está comprometida con la producción de productos del mar de manera altamente sostenible mediante el establecimiento de múltiples granjas marinas offshore, ubicadas en el sur de España. El grupo está formado por profesionales experimentados especializados en tecnología offshore y acuicultura de especies marinas a nivel europeo y mundial.

## 1.2 Características principales del proyecto presentado

Como características principales de la infraestructura que plantea instalar el proyecto de cultivos marinos de Seriola y Corvina para tener en cuenta para el análisis del tipo de documento ambiental a presentar, destacan:

- Jaulas flotantes semisumergidas: GM Aqua Design 1.0 de 100 x 100 m entre columnas y 66,5 m de altura, con un calado de 60 metros en servicio, con un volumen útil aproximado de entre 288000:300000 m<sup>3</sup> dependiendo de la configuración (6 subunidades de cultivo independientes por plataforma, con un volumen de cultivo aproximado de 50.000 m<sup>3</sup> por subunidad).
  - Número: 2
  - Características: se trata de un modelo operativo del tipo "Columna Estabilizada" fabricadas en acero, con una altura total de 65 metros y una capacidad operacional de más de 200 metros de profundidad. Además, estará permanentemente en el lugar escogido para su ubicación.

Cabe destacar que todas las funciones productivas estarán integradas en la jaula flotante (alimentación, biomasa, vigilancia, etc.) y serán controladas desde tierra por control remoto y/o desde la misma plataforma por una tripulación de 3 a 5 miembros. Su diseño permite un mayor control del stock de peces y por el uso de redes especiales altamente resistentes evita roturas y pérdidas de animales.

- Especie objetivo del cultivo:
  - Nombre común: Seriola
  - Nombre científico: (*Seriola dumerili*)
  - Código FAO: AMB

---

<sup>1</sup> [www.oceanaquaculture.blue](http://www.oceanaquaculture.blue)

- o Nombre común: Corvina
- o Nombre científico: (*Argyrosomus regius*)
- o Código FAO: MGR
- Capacidad de producción total estimada: 7.500 tn por jaula. Ciclo de producción de aproximadamente dos años.
- Dimensiones: La concesión formará 1 rectángulo de 3.300 x 1.380 metros con el lado largo Rumbo 82° (A-B) y el lado corto Rumbo 172° (B-C).
- Superficie: La instalación ocupa una superficie total de 455,5 Ha (4.555.000 m<sup>2</sup>). La profundidad variará en un rango desde 161 a 205,5 metros aproximadamente.
- Emplazamiento: La concesión se sitúa en mar abierto, a 3,9 nm (millas náuticas) rumbo 162° desde el puerto de Mazarrón, provincia de Murcia y a 12,7nm rumbo 248° desde el puerto de Cartagena, provincia de Murcia.
- Cercanía a otras instalaciones acuícolas existentes: La distancia aproximada desde las futuras plataformas hasta el "Polígono El Gorguel" es de 30,68 kilómetros (16,56 millas náuticas) y a las instalaciones presentes frente a la costa de la localidad de Águilas denominada "granja marina frente a Cala Barrilla", estas se situarían a 28,46 kilómetros (15,37 millas náuticas).
- Volumen total: 300.000 metros cúbicos por plataforma (6 subunidades de cultivo independientes por plataforma, con un volumen de cultivo aproximado de 50.000 m<sup>3</sup> por subunidad).

### 1.3 Acuicultura offshore

La acuicultura offshore es el cultivo de especies acuícolas en áreas de mar abierto, alejadas de la costa y altamente expuestas a condiciones oceánicas adversas (viento, olas, corrientes...).

- Localizaciones totalmente expuestas en mar abierto (360°).
- Situadas a más de 100 metros de profundidad.
- Y distancia a costa de más de 5-8 km.
- Operativas bajo condiciones oceánicas adversas (altura de ola superior a 10 m...).

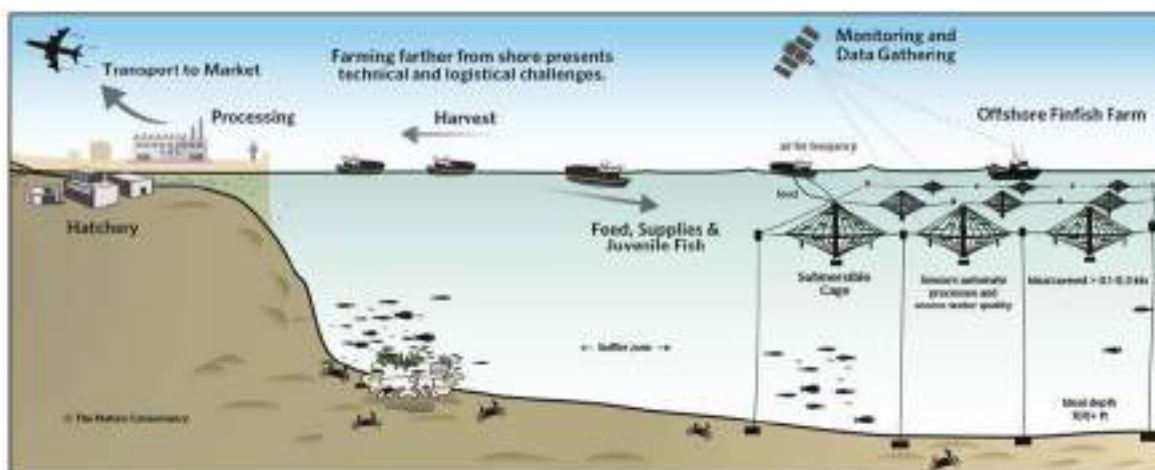


Figura 2. Esquema general de granja offshore (Fuente: The Nature Conservancy, 2019)

La acuicultura offshore exige un alto desafío tecnológico y en la actualidad se presenta como la mejor alternativa en la generación de alimentos marinos saludables para la población mundial de manera sostenible, integrándose además plenamente en las políticas de CRECIMIENTO AZUL.

Esta sostenibilidad de la acuicultura offshore se basa fundamentalmente en los siguientes puntos:

- Baja Competencia con otras actividades por el espacio marino: la acuicultura offshore se integra plenamente en las políticas de Crecimiento Azul. Por su localización a distancias de más de 5 km de la costa, las granjas offshore, generan una baja competencia frente a otras actividades (turismo, pesca, transporte marítimo, áreas protegidas, patrimonio, etc.) por el uso del espacio marino-costero.
- Bajo Impacto Ambiental: medioambientalmente las granjas offshore generan un bajo impacto ambiental como consecuencia de:
  - Su ubicación alejada de la costa, por lo que visualmente no interfieren con la línea del horizonte marino.
  - El mar abierto y las mayores profundidades favorecen la asimilación y dilución de los desechos originados por el cultivo de los peces.
  - El control en remoto de estas granjas reduce la operativa de transporte a las granjas y en consecuencia la huella de carbono de su proceso productivo.
  - Su alta resistencia a los temporales garantiza la ausencia de escapes de peces, preservando la biodiversidad de la zona.
- Favorece el Bienestar de los peces cultivado: se ve favorecido debido a la mayor renovación del agua y de sus niveles de oxígeno por estar emplazadas en mar abierto. Los grandes volúmenes de agua de cultivo disponible para los peces en las granjas (más de 200.000 m<sup>3</sup> por unidad de cultivo) aseguran un mejor estado sanitario de los peces.
- Resistencia frente al cambio Climático: La acuicultura offshore se ha diseñado para hacer frente al cambio climático y sus efectos en el mar (incrementos de la temperatura, eventos extremos y fuertes temporales, etc.) y su resiliencia y adaptación es máxima. Las granjas offshore están diseñadas para soportar condiciones oceánicas muy adversas, lo que reafirma su solidez frente a los temporales cada vez más frecuentes en el litoral español. Además, esta robustez de las granjas offshore, favorece la resiliencia del sector acuícola como fuente y garantía de alimento a futuro.
- Fuerte desarrollo económico-social: La implantación de granjas offshore en las regiones costeras genera riqueza a través de su intensa actividad económica (fuertes inversiones y altos volúmenes de producción asociados) en perfecta complementariedad (**Economía Azul**) con el resto del entramado socioeconómico regional costero, además de favorecer la dinamización y diversificación económica.

#### 1.4 Justificación normativa

El desarrollo de una concesión de cultivos en mar abierto se encuadra en el Grupo I del Anexo II de la Ley 21/2013, de Impacto Ambiental (estos anexos siguen vigentes en

la actualidad incluidas en las modificaciones que a posteriori ha sufrido la Ley de Impacto Ambiental, *Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*). Dicho anexo recoge lo siguiente:

e) *Instalaciones para la acuicultura intensiva que tenga una capacidad de producción superior a 500 t al año.*

Deben de someterse a **Evaluación de impacto ambiental simplificada (EIA)**.

Por otro lado, el proyecto objeto de estudio tiene la particularidad de que sus infraestructuras principales se encuentran dentro del Dominio público marítimo-terrestre por lo que se debe tener en cuenta lo dispuesto en el **Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas**. En dicho reglamento, en el Capítulo II: Proyectos y obras, en su artículo 84, se dispone lo siguiente:

*“Artículo 85. Proyecto para la ocupación o utilización del dominio público marítimo-terrestre.*

*2. Cuando las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo-terrestre, **se requerirá además una previa evaluación de sus efectos sobre el mismo, que comprenderá el estudio de la incidencia de las actividades proyectadas sobre el dominio público marítimo-terrestre, tanto durante su ejecución como durante su explotación, debiendo incluir, en su caso, las medidas correctoras necesarias.**”*

Este reglamento no especifica más el contenido mínimo requerido, así parece lógico que para concretar la información que debe presentar el estudio nos fijemos en las leyes de impacto ambiental anteriormente referidas. En la Sección 2ª del Título II capítulo II de la Ley 21/2013: Evaluación de impacto ambiental simplificada, y en concreto el artículo 45 (*modificado por el punto veinticuatro de la Ley 9/2018, de 5 de diciembre*) donde se expone el contenido mínimo del documento.

**Según Ley 9/2018: “Veinticuatro. El artículo 45 queda redactado de la siguiente manera:**

*Artículo 45. Solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental simplificada.*

*1. Dentro del procedimiento sustantivo de autorización del proyecto, el promotor presentará ante el órgano sustantivo, junto con la documentación exigida por la legislación sectorial, una solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental simplificada, acompañada del documento ambiental con el siguiente contenido:*

*a) La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.*

*b) La definición, características y ubicación del proyecto, en particular:*

*1.º una descripción de las características físicas del proyecto en sus tres fases: construcción, funcionamiento y cese;*

*2.º una descripción de la ubicación del proyecto, en particular por lo que respecta al carácter sensible medioambientalmente de las áreas geográficas que puedan verse afectadas.*

c) Una exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.

d) Una descripción de los aspectos medioambientales que puedan verse afectados de manera significativa por el proyecto.

e) Una descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente, que sean consecuencia de:

1.º las emisiones y los desechos previstos y la generación de residuos;

2.º el uso de los recursos naturales, en particular el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad.....

f) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

g) Las medidas que permitan prevenir, reducir y compensar y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la ejecución del proyecto.

h) La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el documento ambiental.....

#### **1.4.1 Procedimiento general de autorización de establecimientos de acuicultura marina en la Región de Murcia**

La información relativa a este apartado se puede consultar en la LEY 2/2007, de 12 de marzo, de Pesca Marítima y Acuicultura de la Región de Murcia y el documento denominado "Procedimiento General Autorización de establecimientos de acuicultura marina: Murcia (versión junio 2022). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Secretaría General de Pesca)."

Las autorizaciones y concesiones en materia de acuicultura se recogen en el Capítulo II, de la LEY 2/2007, de 12 de marzo, de Pesca Marítima y Acuicultura de la Región de Murcia. En cuanto "Ejercicio de la actividad" se regula por el artículo 84:

"... Artículo 84. Ejercicio de la actividad.

1. La instalación, explotación y funcionamiento de cualquier establecimiento de cultivos marinos precisará, según corresponda, de la preceptiva autorización o concesión administrativa por parte del órgano competente en materia de pesca y acuicultura, sin perjuicio de los informes, permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que sean exigibles de acuerdo con la normativa vigente.

2. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 75.3, será requisito necesario para obtener las autorizaciones y concesiones reguladas en el presente capítulo, la previa declaración de impacto ambiental.



3. Requerirá concesión administrativa el ejercicio de esta actividad cuando se desarrolle sobre el dominio público marítimo-terrestre, excepto en aquellos supuestos en los que se trate de instalaciones de carácter experimental, cuando se trate de nuevos cultivos, proyectos innovadores o de los que no existan experiencias en la Región de Murcia, en cuyo caso se podrá otorgar con carácter excepcional una autorización con carácter temporal.

4. Cuando las instalaciones se ubiquen en terrenos de propiedad privada, bastará una autorización administrativa....”

Es importante señalar que el “Órgano sustantivo es la Dirección General de Ganadería, Pesca y Acuicultura (Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca, Medio Ambiente y Emergencias. Servicio de Pesca y Acuicultura) mientras que el “Órgano ambiental es la Dirección General de Medio Ambiente (Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca, Medio Ambiente y Emergencias. Secretaría Sectorial de Agua y Medio Ambiente).



Figura 3. Esquema procedimiento para autorización de cultivos marinos en la Región de Murcia

### 1.5 **Objetivo principal del presente documento**

El objetivo principal del presente informe de Evaluación de Impacto Ambiental es aportar la mayor información ambiental posible del proyecto detallando las características técnicas del medio que lo alberga y las afecciones previsibles en sus diferentes fases.

Para el logro del objetivo principal se seguirá lo previsto en el artículo 35 de la Ley 21/2013: Procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada para la formulación de la declaración de impacto ambiental, y en concreto el artículo 35 (modificado por el punto catorce de la Ley 9/2018, de 5 de diciembre).

#### **Metodología desarrollada en el presente estudio de impacto:**

Dadas las características particulares del proyecto, con afección al medio marino, es preciso que se profundice en la metodología utilizada para la realización de un estudio que cumpla con el contenido mínimo que exige la ley.

La presente evaluación de impacto ambiental se ha realizado combinando trabajo de gabinete y de campo para obtener la información medioambiental necesaria para conocer los elementos que pueden verse afectados por las tareas previstas por el proyecto facilitado por el promotor.

A partir de los datos del proyecto que facilita el promotor se comienza una metodología que se divide en dos fases:

- Fase previa: Con la información facilitada por el promotor y el marco legal específico según el tipo de proyecto y el lugar donde se desarrolla se define el tipo de evaluación a presentar al órgano competente.
- Fase de redacción de la evaluación de impacto: Se entra en la redacción según contenido previsto en la fase previa. En el caso que nos ocupa, en una primera etapa, se precisa de un trabajo de gabinete y de campo exhaustivo dada la complejidad de las infraestructuras a instalar en el medio marino.

Una vez realizado el trabajo de campo, cuya metodología específica se desarrollará en el apartado correspondiente de este documento, dedicado al diagnóstico ambiental, se pasará a la redacción de la descripción medioambiental y sobre el sector socioeconómico de la región afectada, teniendo en cuenta la afección sobre otros usos de esta (tráfico marítimo, actividades desarrolladas en el mar, restricciones por normativa aeronáutica, zonas militares, etc.)

En una segunda etapa de esta fase se identificarán los impactos que, a priori, causarán las tareas previstas en el proyecto, las medidas correctoras para minimizarlos o evitarlos y el "Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)" propuesto para supervisar la correcta puesta en marcha de dichas medidas.

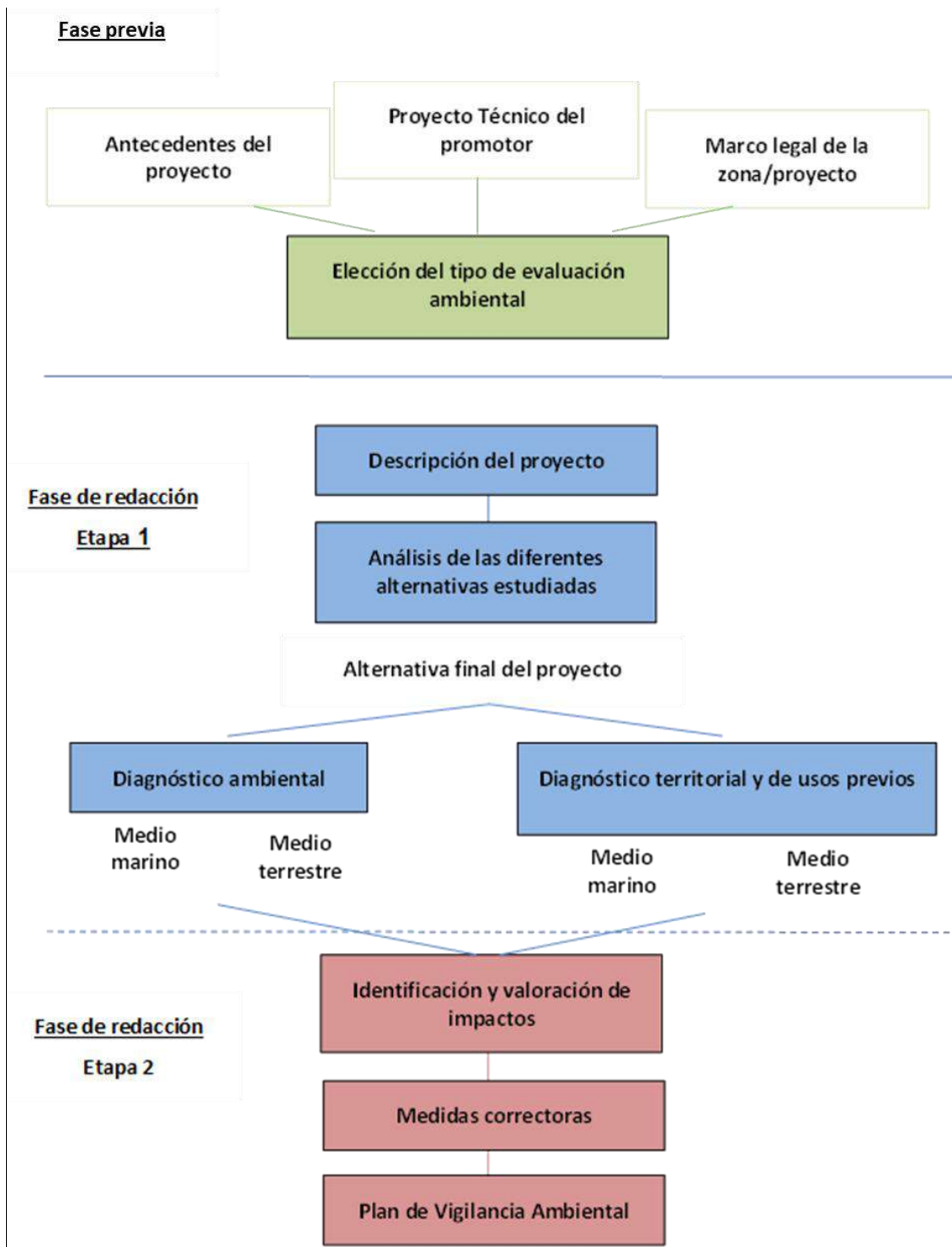


Figura 4. Metodología de trabajo

### 1.6 Alcance de los trabajos

Teniendo en cuenta estas disposiciones se ha elaborado un índice de contenidos que satisfagan la información requerida por estas leyes y se ha añadido otras informaciones de interés dadas las características del proyecto (zona marina).

- Introducción
- Memoria biológica

- Marco legislativo
- Ubicación del proyecto
- Descripción del proyecto
- Estudio de alternativas
- Diagnóstico del medio natural afectado por el proyecto
- Aspectos socioeconómicos
- Descripción territorial
- Identificación y valoración de impactos
- Efectos del proyecto sobre masas de aguas superficial o niveles de agua subterránea
- El cambio climático y la acuicultura
- Identificación de los efectos esperados sobre el medio ambiente derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o catástrofes
- Propuesta de medidas preventivas, correctoras o compensatorias
- Plan de vigilancia ambiental (PVA)
- Conclusiones
- Referencias bibliográficas
- Anexo I, Planos
- Anexo II, Fotográfico
- Anexo III, Estudio de compatibilidad con las Estrategias Marinas
- Anexo IV, Estudio de compatibilidad con el sector pesquero
- Anexo V, Estudio de vulnerabilidad ante riesgos de accidentes graves o catástrofes
- Anexo VI, Resultados de laboratorio

### **1.7 Situación actual y perspectivas del sector acuícola**

En este apartado se dará información respecto al sector de forma general para España y en particular para la Región de Murcia.

#### **1.7.1 Perspectivas para la acuicultura marina en España**

El “Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020”, pretendía aunar todo el conocimiento previo, analizar la situación del sector y orientarlo hacia un crecimiento sostenible en el horizonte del año 2030.

En este sentido, la Secretaría General de Pesca (MAPA), juntamente con las comunidades autónomas, ha iniciado un proceso de elaboración de una nueva “Estrategia de desarrollo para la Acuicultura Española (2021-2030)”.

Esta estrategia sustituirá el “Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española (2014-2020)” y permitirá favorecer la puesta marcha de nuevas iniciativas y consolidar la actividad existente, asegurar la competitividad y viabilidad del tejido productivo, fortalecer la sostenibilidad ambiental de la actividad, resolver los retos científico-

tecnológicos y asegurar la gestión y transferencia del conocimiento y mejorar la percepción de la sociedad sobre la actividad acuícola y sus productos. Esta estrategia estará además alineada con las Directrices Estratégicas de Desarrollo Sostenible de la Acuicultura que está elaborando la UE que, entre otros aspectos, recogen la necesidad de identificar áreas adecuadas para la actividad.

La acuicultura cuenta con diferentes instrumentos de coordinación interadministrativa a escala autonómica y con una Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) que tiene como fin, tal como se recoge en la Ley de Cultivos Marinos, asegurar la coordinación y cooperación entre la administración central y las CCAA. La Secretaría General de Pesca, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ejerce las funciones de coordinación de JACUMAR.

### **1.7.2 La acuicultura marina, alcance regional. Región de Murcia<sup>2</sup>**

La Región de Murcia es un referente en la acuicultura nacional y mediterránea, en el primer caso por la producción de especies como atún, dorada, lubina y corvina, y el segundo por la producción y por la investigación en la cría del atún rojo. Esta pequeña Región alberga el tejido empresarial acuícola más significativo del territorio nacional, y su crecimiento ha sido aritmético en los últimos años, a pesar de limitado espacio con que se ha contado para el desarrollo de la actividad.

La estructura del Estado atribuye como título competencial exclusivo a las Comunidades Autónomas la gestión y desarrollo de la acuicultura en todo el Mar Territorial. En el nuevo periodo de programación de Fondos Estructurales y de Inversión, a través del FEMPA (Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y Acuicultura) la Región de Murcia tiene la oportunidad de proponer actuaciones que se integren en el Plan Nacional de Acuicultura para el periodo 2021-2027.

En Murcia se llevó a cabo la primera experiencia de cultivo integral intensivo de dorada en España. Durante los años 1983 y 1984, dentro del Plan Regional de Acuicultura, se realizó un ensayo de cultivo de dorada para el cual los alevines fueron producidos artificialmente en el Centro Costero del Mar Menor (IEO) y posteriormente fueron engordados con en la Planta Experimental de Cultivos Marinos (Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia), hoy Estación de Acuicultura del IMIDA, consiguiendo una producción de 2 Tm, y que supuso la primera cantidad significativa producida controlando todo el ciclo de vida de la especie.

Aunque la acuicultura es una actividad empresarial relativamente reciente, Murcia es una región pionera en el cultivo de peces marinos en jaulas flotantes. La primera empresa para la producción de peces marinos en jaulas flotantes se localizó en Águilas, obteniendo su primera producción significativa en 1986 (5 Tm). Durante los primeros años esta empresa se dedicó a la producción de la lecha o seriola (*Seriola dumerilii*), realizando un semicultivo, en el que los alevines eran capturados en el mar y estabulados en jaulas flotantes donde eran alimentados con pescado de bajo valor comercial, dejando en años posteriores el cultivo de esta especie e iniciando el cultivo de dorada y lubina. A partir de esta experiencia surgen otras empresas en Murcia y en el litoral mediterráneo español y Canarias, con un sistema de jaulas en mar abierto de características muy concretas.

---

<sup>2</sup> Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027 (Fuente: Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería, Pesca y Acuicultura)

En 1996 surgen otras iniciativas dirigidas al engrase de atún rojo en jaulas flotantes. La actividad consiste básicamente en la captura de ejemplares durante los meses de mayo y junio, que es cuando esta especie siguiendo una migración reproductiva se concentra y penetra en el Mediterráneo dirigiéndose hacia las áreas de freza. Los ejemplares son transportados desde las zonas de captura mediante jaulas de transporte hasta las costas de Murcia donde son estabulados en jaulas flotantes y son alimentados con pescado de bajo valor comercial, con el objeto de que incremente fundamentalmente el contenido graso. El producto se comercializa en el mercado japonés donde tiene una gran demanda y se paga un precio muy elevado, lo cual es imprescindible para mantener los elevados costes de producción de esta especie.

Es importante recordar que en la Región de Murcia no hay producción acuícola de moluscos, crustáceos, algas ni anélidos, estando dedicadas todas las granjas a la producción de peces.

### **Marco administrativo**

El artículo 10 del Estatuto de Autonomía de la Región de Murcia aprobado por Ley Orgánica 4/1982, de 9 de junio, contiene entre las competencias exclusivas atribuidas a esta Comunidad Autónoma la acuicultura, alguicultura y otras formas de cultivo industrial, así como protección de los ecosistemas en los que se desarrollan dichas actividades; fomento de la investigación científica y técnica en coordinación con el Estado, especialmente en materias de interés para la Región.

La ordenación del sector acuícola carecía de un marco legal hasta la promulgación de la Ley 2/2.007, que en su título IV aborda por primera vez su regulación atendiendo a las especiales características en esta Comunidad Autónoma.

En cuanto a las competencias en acuicultura marítima corresponden al Servicio de Pesca y Acuicultura de la Dirección General de Ganadería, Pesca y Acuicultura de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente. Mientras que las de la acuicultura continental corresponden al Servicio de Bienestar, Caza y Pesca Fluvial de la Dirección General de Medio Natural de la citada Consejería.

### **La acuicultura en la zona de mar**

En la Región de Murcia hay 13 concesiones para desarrollo de acuicultura marina de las cuales 12 tienen actualmente producción de peces, y una de ellas es una hatchery.

De las 12 concesiones con actividad, 11 se dedican al engorde de dorada, lubina, corvina y atún en jaulas en mar abierto, mientras que la granja restante se dedica a reproducción de corvina y al preengorde de dorada y lubina. En Murcia no hay acuicultura de moluscos ni de crustáceos.

En temas de cultivo de microalgas y cianobacterias a nivel comercial existen en la actualidad cuatro explotaciones en Alhama de Murcia, en San Javier y otra en San Pedro del Pinatar, y Lorquí.

Existe una explotación privada de investigación de cría y alimentación de cefalópodos en tanques ubicada en el término municipal de Los Alcázares.

Geográficamente, las instalaciones de acuicultura marina se agrupan en tres enclaves:

- Polígono acuícola de San Pedro del Pinatar, con 7 instalaciones en funcionamiento (englobadas en 5 REGAS) y ninguna sin actividad.
- Polígono acuícola de El Gorguel, con 4 concesiones, todas con actividad.
- Zona de Águilas- Mazarrón con 2 concesiones.



Figura 5. Instalaciones de acuicultura marina de la Región de Murcia

La figura administrativa de los polígonos de cultivos marinos<sup>3</sup> a semejanza con los polígonos industriales terrestres, ha permitido ofertar a los empresarios acuícolas, áreas de mar, previamente declaradas zonas de interés para cultivos marinos, estructuradas en parcelas, y listas para que las empresas procediesen a instalarse en las mismas. De esta forma se ha facilitado el ahorro en los costes de explotación al compartir un plan de vigilancia ambiental único, así como costes ligados a la vigilancia o al balizamiento de las instalaciones. Actualmente la Región cuenta con 2 polígonos acuícolas, y está trabajando en la creación de un tercer polígono.

### **La acuicultura en la zona de tierra**

Respecto a la acuicultura continental, existen dos granjas, una en Moratalla, denominada como Piscifactoría del Cenajo, dedicada a la producción de trucha arco iris, donde los alevines se compran y crían para posterior liberación en cotos de pesca. Tradicionalmente esta granja ha sido gestionada por la Consejería competente en Medio Ambiente, pero en la actualidad la gestión la realiza la Federación de Pesca de la Región de Murcia. Una segunda granja ubicada en Lorquí se dedica al cultivo de peces mediante acuaponía.

Por último, cabe señalar que en la actualidad existen cuatro instalaciones dedicadas al cultivo de microalgas y existen buenas perspectivas de negocio, de forma que se espera un incremento significativo de este tipo de instalaciones, de gran interés para el autoempleo y la sostenibilidad social en ambiente rural.

<sup>3</sup> Ley 2/2.007 de Pesca Marítima y Acuicultura (artículo 75).

### Investigación

La Región cuenta con los siguientes centros:

- Estación de Acuicultura Marina del IMIDA: Dependiente de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente, este centro de investigación se sitúa en la entrada del Puerto de San Pedro del Pinatar. Participa en numerosos proyectos de investigación a nivel regional y nacional.
- Instituto Español de Oceanografía (IEO). Planta de Mazarrón: El IEO ha fomentado con su apoyo y asesoramiento el desarrollo de una industria creciente desde que en 1980 se obtenían los primeros resultados prometedores en el cultivo de peces. En la actualidad se continúa profundizando en ciertos aspectos cuyo conocimiento permitirá mejorar el rendimiento de los cultivos industriales, al tiempo que se consolidan nuevas líneas centradas en el estudio de nuevas especies con interés potencial para la acuicultura.
- Servicio de Pesca y Acuicultura. Dirección General de Ganadería, Pesca Acuicultura: además de su actividad de gestión, control e inspección de la actividad acuícola en la Región de Murcia, participa activamente en diversos proyectos de investigación.
- Universidad de Murcia:
- Escuela de Ingeniería Agronómica. UPCT:
- Centro Tecnológico Naval y del Mar (CTN):

**Plan estratégico de la Región de Murcia 2021-2027**: La Secretaría General de Pesca (MAPA), juntamente con las comunidades autónomas, ha iniciado un proceso de elaboración de una nueva "Estrategia de desarrollo para la Acuicultura Española (2021-2030)" que sustituirá el "Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española (2014-2020)". Las Comunidades Autónomas elaboraron planes estratégicos enmarcados en el nacional, En este sentido, desde la región de Murcia se ha elaborado el "**Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027**" (Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería, Pesca y Acuicultura).



## 2. MEMORIA BIOLÓGICA

Como se ha comentado en la introducción de este documento, la empresa promotora contempla como objetivo principal el cultivo integral de la Seriola (*Seriola dumerili*).

### 2.1 Especie principal objeto de cultivo<sup>4</sup>

Seriola, *Seriola dumerili*, (Risso 1810).

Código 3 alfa de la FAO (Lista ASFIS): "AMB".

Los nombres FAO de esta especie son:

- Español: Pez de limón
- Francés: Sériole couronnée
- Inglés: Greater amberjack

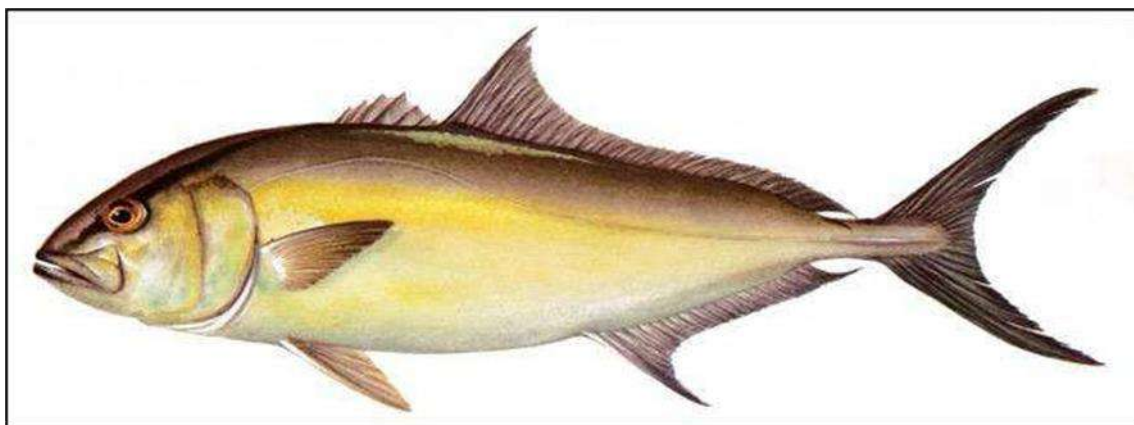


Figura 6. *Seriola dumerili*. Fuente: Scandinavian Fishing Year Book

### Clasificación<sup>5</sup>

Biota > Animalia (Reino) > Cordados (Filo) > Vertebrata (Subfilo) > Gnathostomata (Infraphylum) > Osteichthyes (Parvphylum) > Actinopterygii (Gigaclase) > Actinopteri (Clase) > Teleostei (Subclase) > Carangiformes (Orden) > Carangidae (Familia) > *Seriola* (Género) > *Seriola dumerili* (Especie).

Pertenece a la familia de los carángidos (Carangidae).

<sup>4</sup> Referencia principal: Paxton, J.R., D.F. Hoese, G.R. Allen and J.E. Hanley, 1989. Pisces. Petromyzontidae to Carangidae. Zoological Catalogue of Australia, Vol. 7. Australian Government Publishing Service, Canberra, 665 p.

<sup>5</sup> Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, por sus siglas en inglés) <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126816>

**Descripción** 6-7-8-9-10-11

Cuerpo alargado y ligeramente comprimido, escamas cicloideas. Boca grande, sin sobrepasar los ojos. El número total de branquiespinas disminuye con el tamaño, de 15 a 22 con 2 a 7 cm de longitud, a 11 a 19 con tamaños superiores a 20 cm de longitud. Dos aletas dorsales, la primera con siete espinas duras y la segunda con una espina dura y múltiples radios blandos (29–35). Pedúnculo caudal con una pequeña hendidura transversal arriba y abajo y una ligera quilla a cada lado. Radios duros delante de la aleta anal, separados de ella; espinas anales 3 y radios anales blandos entre 18 - 22. El color es muy variable de unos ejemplares a otros, de los jóvenes a los adultos y con el grado de frescura; en general, gris azulado u oliváceo por encima, blanco plateado por debajo; franja ámbar a lo largo del lado medio del cuerpo flancos y otra oscura oblicua por encima de los ojos, aletas oscuras. Los juveniles muestran 5 bandas verticales oscuras en el cuerpo y una sexta banda al final del pedúnculo caudal. La segunda aleta dorsal y anal con lóbulo anterior bajo, además, las especies del género *Seriola* carecen de escudos o escudetes.

Puede alcanzar hasta 2 metros de longitud total (LT), longitud común 100,0 cm LT el peso máximo publicado es de 80,6 kg y la edad máxima reportada de 15 años. Madurez: Lm 99.5 (rango 80 - 127 cm).

**Hábitat y biología** 12-13

Se trata de una especie marina pelágica y epibentónica, asociada tanto a arrecifes cercanos a la costa como en mar abierto; oceanódromo (se mueve dentro del océano, sin salirse de las aguas no oceánicas). Se encuentra en un rango de profundidad 1 a 360 m, generalmente entre 18 y 72 m. En primavera suele migrar hacia la costa, aguas menos profundas, para reproducirse y pasar el verano.

---

<sup>6</sup> Smith-Vaniz, WF, 1986. Carangidae. pag. 638-661. En M.M. Smith y P.C. Heemstra (eds.) Smiths' peces de mar. Springer-Verlag, Berlín.

<sup>7</sup> Smith, C.L., 1997. Guía de campo de la Sociedad Nacional Audubon sobre peces marinos tropicales del Caribe, el Golfo de México, Florida, las Bahamas y las Bermudas. Alfred A. Knopf, Inc., Nueva York. 720p.

<sup>8</sup> Myers, R.F., 1999. Peces de arrecife de Micronesia: una guía completa de los peces de arrecife de coral de Micronesia, tercera edición revisada y ampliada. Gráficos de coral, Barrigada, Guam. 330 p.

<sup>9</sup> Bauchot, M.-L., 1987. Poissons osseux. p. 891-1421. In W. Fischer, M.L. Bauchot and M. Schneider (eds.) Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche. (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Commission des Communautés Européennes and FAO, Rome.

<sup>10</sup> Smith-Vaniz, W.F., 1984. Carangidae. In W. Fischer and G. Bianchi (eds.) FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean fishing area 51. Vol. 1. [pag. var.]. FAO, Rome.

<sup>11</sup> Murie, D.J. and D.C. Parkyn, 2008. Age, growth and sex maturity of Greater Amberjack (*Seriola dumerilii*) in the Gulf of Mexico. SEDAR33-RD13. SEDAR, North Charleston, SC. 41pp.

<sup>12</sup> Smith-Vaniz, W.F., 1986. Carangidae. p. 815-844. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris. vol. 2.

<sup>13</sup> Fischer, W., I. Sousa, C. Silva, A. de Freitas, J.M. Poutiers, W. Schneider, T.C. Borges, J.P. Feral and A. Massinga, 1990. Fichas FAO de identificação de espécies para actividades de pesca. Guia de campo das espécies comerciais marinhas e de águas salobras de Moçambique. Publicação preparada em colaboração com o Instituto de Investigação Pesqueira de Moçambique, com financiamento do Projecto PNUD/FAO MOZ/86/030 e de NORAD. Roma, FAO. 1990. 424 p.

Los adultos se encuentran en arrecifes profundos hacia el mar; entrando ocasionalmente en bahías costeras. Se alimentan principalmente de peces, también de invertebrados. Los juveniles exhiben un fuerte comportamiento de agregación alrededor de objetos flotantes buscando refugio, donde permanece cierto tiempo, de 3 a 5 meses, hasta alcanzare el tamaño de unos 35 cm. Los dos primeros años suelen estar cerca de la costa, formando pequeños bancos, aunque también pueden presentar un comportamiento solitario pudiéndose mezclarse con otras especies como las salemas (*Salpa salpa*). Como buen carángido es un pez nadador que puede desarrollar grandes velocidades. Los huevos son pelágicos.

#### **Distribución** <sup>14-15-16</sup>

Circunglobal. Pacífico Indo-Occidental: Sudáfrica, Golfo Pérsico, sur de Japón y las islas de Hawái, al sur de Nueva Caledonia; Islas Marianas y Carolinas en Micronesia. Atlántico occidental: Bermudas, Nueva Escocia, Canadá a Brasil; también del Golfo de México y el Mar Caribe. Atlántico oriental: costa británica hasta Marruecos y el Mediterráneo. La distribución en el Atlántico central oriental a lo largo de la costa africana no está bien establecida debido a una confusión pasada con *Seriola carpenteri*.

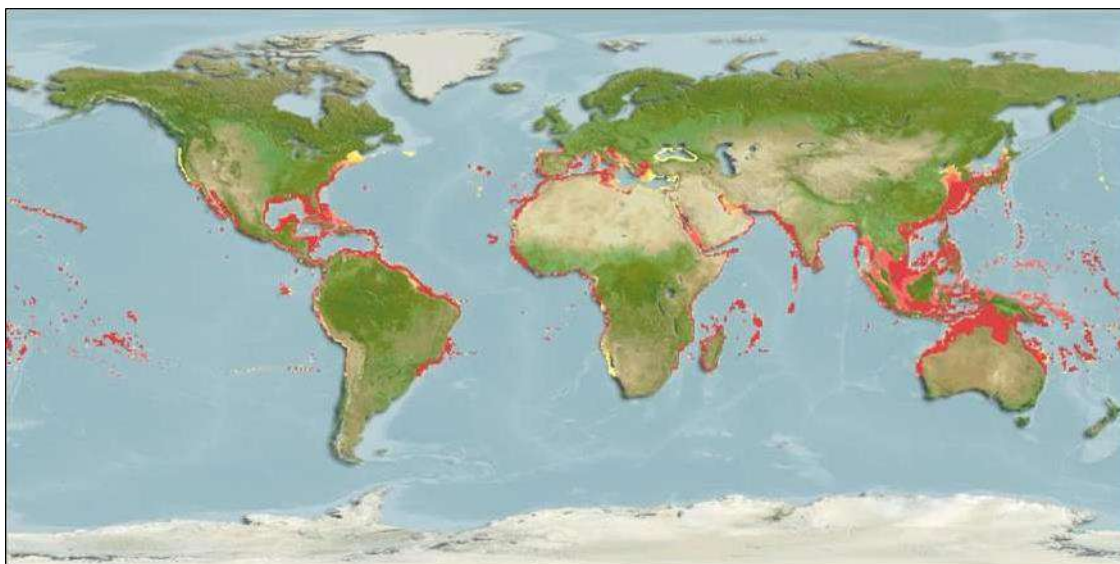


Figura 7. Distribución geográfica de la especie (rojo mayor presencia, amarillo menor). Fuente: Fishbase)

#### **Ciclo de vida y comportamiento de apareamiento**<sup>17</sup>

Esta especie es gonocórica, es decir, machos y hembras separadas, no hay dimorfismo sexual. La diferenciación sexual ocurre a los 24-26 cm de longitud (4-5 meses de edad)

<sup>14</sup> Smith, C.L., 1997. National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Alfred A. Knopf, Inc., New York. 720 p.

<sup>15</sup> Cervigón, F., 1993. Los peces marinos de Venezuela. Volume 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 497 p.

<sup>16</sup> Smith-Vaniz, W.F., J.-C. Quéro and M. Desoutter, 1990. Carangidae. p. 729-755. In J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2.

<sup>17</sup> Fishbase y otras fuentes

y alcanza la madurez sexual a los 4 y 5 años (alrededor de 109 y 113 cm de longitud) en machos y 11 en hembras, respectivamente, en el Mediterráneo. En la población del Atlántico occidental, los machos y las hembras maduran a los 3 y 4 años (80 y 83 cm de longitud), respectivamente. Siempre con un peso por encima de los 8 kg.

El período de desove varía entre las diferentes áreas. En el Mediterráneo, los adultos desovan de mayo a julio. En el Atlántico occidental desovan de marzo a mayo, en el Atlántico oriental de abril a septiembre y en el Pacífico de febrero a junio. Las hembras tienen un ovario sincrónico con al menos dos grupos de desarrollo de ovocitos. Es un reproductor múltiple, liberando huevos pelágicos varias veces durante el mismo período de desove. La proporción de hembras a machos es de 1: 1 en la población mediterránea y de 1,2: 1 en la atlántica.

El tamaño de los huevos es de alrededor de 1,1 – 1,3 mm. Tienen una alta fecundidad, aunque varía dependiendo de las poblaciones. El desarrollo embrionario dura unas 40 horas a 23° y el desarrollo larvario de 31 a 36 días.

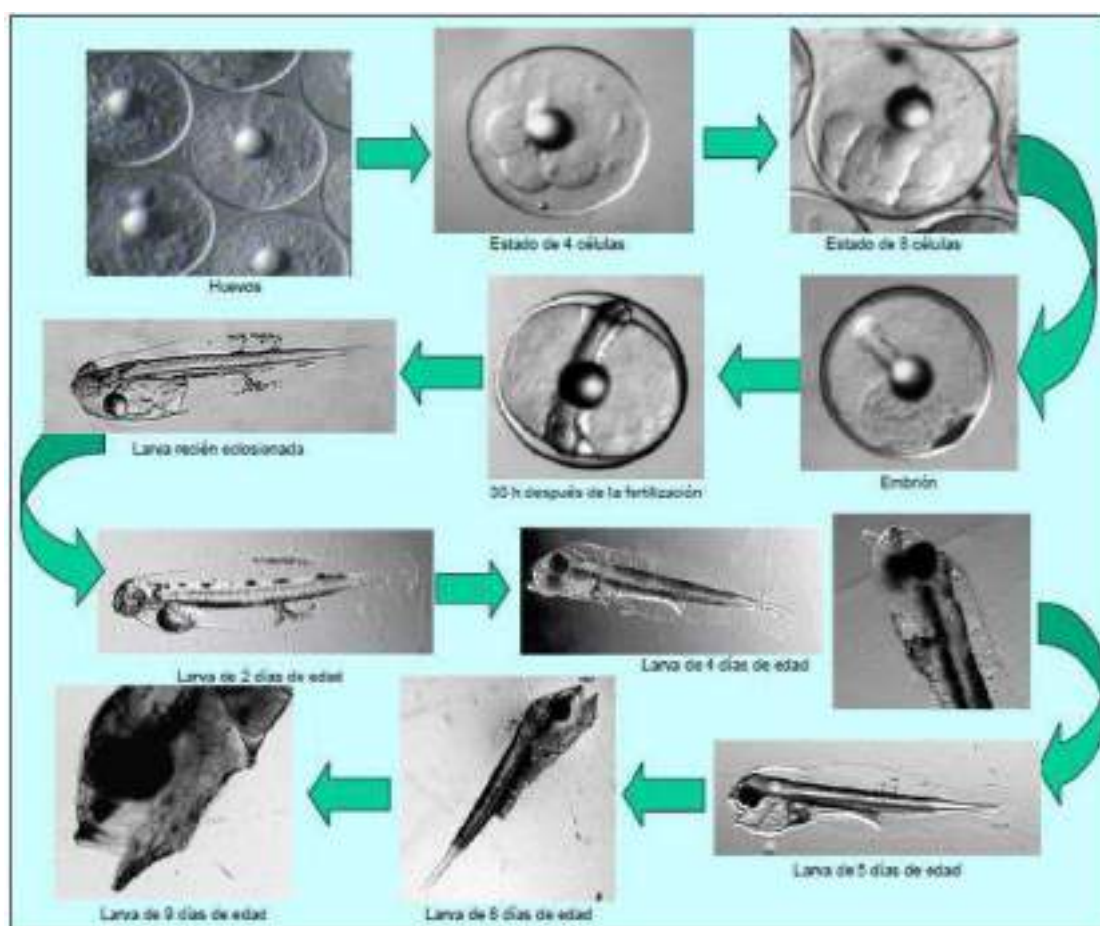


Figura 8. Desarrollo embrionario y larvario de *S. dumerili*, 10 primeros días (Fuente: IEO, Murcia)

### **Otros aspectos de interés de la especie**

Incluida en La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Versión 2021-1) bajo la categoría de “preocupación menor, (LC)” (Fecha de evaluación, 07/11/2013)<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> IUCN, 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. Downloaded 10 Jan 2023.

Entre los usos humanos destaca la pesca comercial menor, la acuicultura y la presencia en acuarios públicos. Utilizado fresco y congelado; se come frito, a la parrilla y al horno. Reportado como causante de ciguatera en algunas áreas<sup>19</sup>.

## 2.2 Especies secundarias o alternativas objeto de cultivo

Como se citó en la introducción de este documento, la empresa promotora contempla el cultivo de la Corvina (*Argyrosomus regius*) como especie secundaria o alternativa según las necesidades del mercado<sup>20</sup>.

### 2.2.1 Corvina

Corvina, *Argyrosomus regius* (Asso 1801).

Código 3 alfa de la FAO (Lista ASFIS): "MGR".

Los nombres FAO de esta especie son:

- Español: Corvina
- Francés: Maigre commun
- Inglés: Meagre

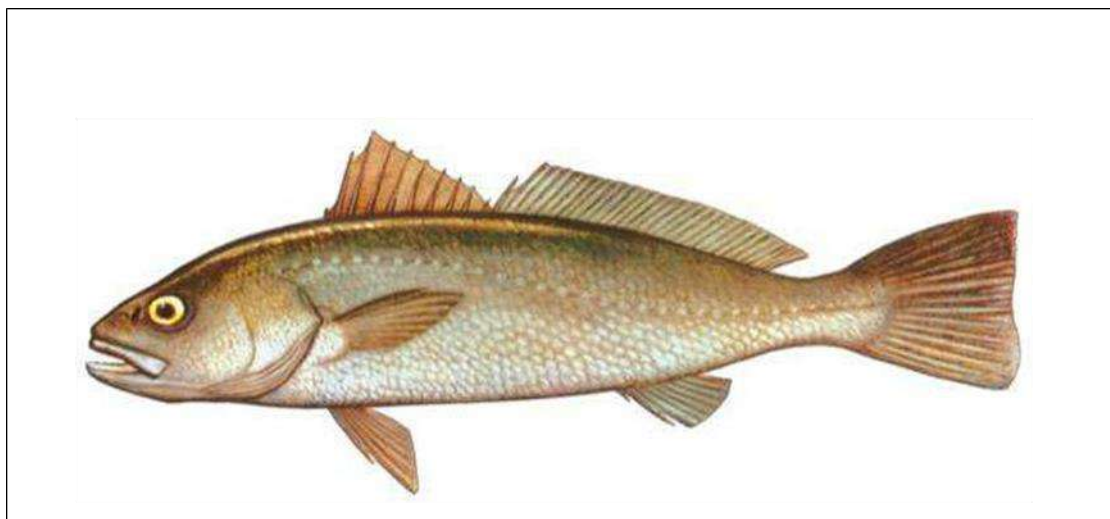


Figura 9. *Argyrosomus regius*. Fuente: Scandinavian Fishing Year Book

### Clasificación<sup>21</sup>

Biota > Animalia (Reino) > Cordados (Filo) > Vertebrata (Subfilo) > Gnathostomata (Infraphylum) > Osteichthyes (Parvphylum) > Actinopterygii (Gigaclase) > Actinopteri (Clase) > Teleostei (Subclase) > Eupercaria incertae sedis (Orden) > Sciaenidae (Familia) > *Argyrosomus* (Género) > *Argyrosomus regius* (Especie).

Pertenece a la familia de los esciénidos (Sciaenidae).

### Descripción<sup>22-23-24</sup>

<sup>19</sup> Fishbase

<sup>20</sup> Chao, L.N. y E. Trewavas, 1990. Sciaenidae. pag. 813-826. En J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post y L. Saldanha (eds.) Lista de verificación de los peces del Atlántico tropical oriental (CLOFETA). JNICT, Lisboa; SEI, París; y UNESCO, París. vol. 2

<sup>21</sup> Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, por sus siglas en inglés) <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=127007>

Cuerpo alargado, escamas ásperas. Boca en posición terminal sin barbillas. Ojos bastante pequeños. Línea lateral evidente, que se extiende hasta la aleta caudal. La segunda aleta dorsal mucho más larga que la primera. La aleta anal tiene un primer radio corto y espinoso y un segundo muy delgado. Espinas dorsales totales entre 10 y 11 y radios blandos dorsales totales entre 27 y 29. Varios apéndices ramificados están presentes en la vejiga de gas, que pueden vibrar produciendo un "gruñido" típico. Otolitos muy grandes. Color del cuerpo gris plateado, con rasgos bronceados en el dorso. Base de la aleta marrón rojizo y cavidad bucal amarillo dorado. Color marrón post-mortem. Alcanza hasta 2 m de longitud y 50 kg de peso.

Puede alcanzar hasta 2,30 metros de longitud total (LT), longitud común 150,0 cm LT el peso máximo publicado es de 103,0 kg.

#### **Hábitat y biología** <sup>25-26</sup>

Se trata de una especie marina bentopelágica; oceanódromo (se mueve dentro del océano, sin salirse de las aguas no oceánicas). Se encuentra en un rango de profundidad 15 a 360 m.

Los adultos se encuentran en aguas costeras y de plataforma, cerca del fondo, así como en aguas superficiales y medias, persiguiendo cardúmenes de clupeidos y mugílidos. Se congregan en la costa para desovar durante la primavera y el verano. Los juveniles y sub-adultos ingresan a estuarios y lagunas costeras. Tanto los adultos como los juveniles son migratorios y se desplazan a lo largo de la costa o mar adentro en respuesta al cambio de temperatura. Se alimenta de peces y crustáceos nadadores.

#### **Distribución** <sup>27</sup>

Subtropical; 0°C -; 65°N - 6°S, 23°O - 36°E. En el Atlántico oriental de Noruega a Gibraltar y Congo, incluidos el Mediterráneo y el Mar Negro. Emigró al Mar Rojo a través del Canal de Suez.

---

<sup>22</sup> Muus, B.J. y J.G. Nielsen, 1999. Pescado de mar. Anuario de pesca escandinavo, Hedehusene, Dinamarca. 340p.

<sup>23</sup> Maigret, J. y B. Ly, 1986. Les poissons de mer de Mauritanie. Science Nat., Compiègne. 213p.

<sup>24</sup> Quéro, J.-C. y J.-J. Vayne, 1987. Le maigre, *Argyrosomus regius* (Asso 1801) (Piscis, Perciformes, Sciaenidae) du Golfe de Gascogne et des eaux plus septentrionales. Rev. Trav. Peches Marit. 49(1-2):35-66.

<sup>25</sup> Chao, L.N. y E. Trewavas, 1990. Sciaenidae. pag. 813-826. En J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post y L. Saldanha (eds.) Lista de verificación de los peces del Atlántico tropical oriental (CLOFETA). JNICT, Lisboa; SEI, París; y UNESCO, París. vol. 2.

<sup>26</sup> Griffiths, M.H. y P.C. Heemstra, 1995. Una contribución a la taxonomía del género de peces marinos *Argyrosomus* (Perciformes: Sciaenidae), con descripciones de dos nuevas especies del sur de África. Ictiol. Bol., J.L.B. Instituto Smith. Ictiol. N° 65, 40 p.

<sup>27</sup> Fishbase

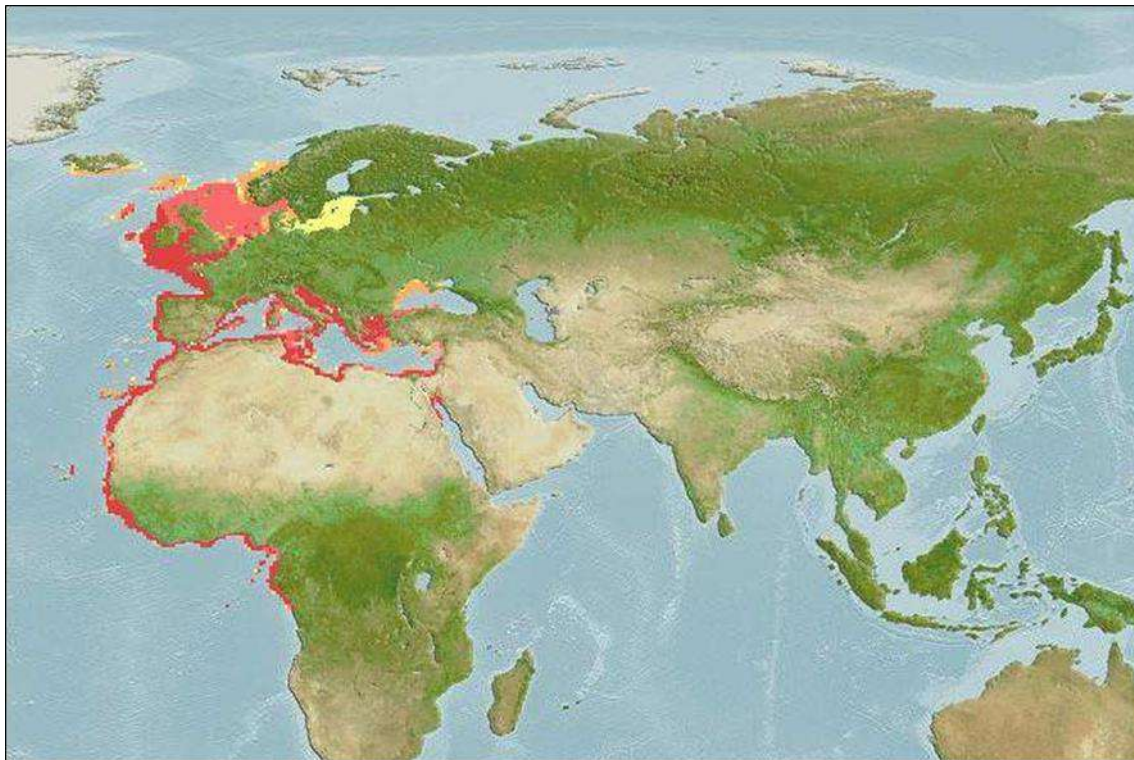


Figura 10. Distribución geográfica de la especie (rojo mayor presencia, amarillo menor. Fuente: Fishbase)

### **Ciclo de vida y comportamiento de apareamiento** <sup>28</sup>

Durante la migración reproductiva, las Corvinas adultas se acercan a la costa a mediados de abril. Penetran en los estuarios a fines de mayo para desovar (migración anádroma). Durante la temporada de desove, los machos producen un sonido profundo típico, empujando sus músculos abdominales contra la vejiga de gas. Desde mediados de junio hasta finales de julio salen de las rías para alimentarse a lo largo de la costa. Permanecen en aguas poco profundas hasta principios de otoño. Durante el invierno, los maigres regresan a aguas más profundas.

Los juveniles (0 años) abandonan las áreas de crianza (estuarios) a fines del verano y migran a aguas costeras (desde 20-40 m) para pasar el invierno. A partir de mediados de mayo regresan a sus áreas de alimentación estuarina.

Los huevos fertilizados miden 990  $\mu\text{m}$  de diámetro. Después de 30 horas, la gota de lípido se absorbe por completo. A las 96 horas el saco de vitelina está casi consumido y la boca está abierta. Se han capturado juveniles bentónicos de 3,7 cm, lo que indica que la vida pelágica es bastante corta. Las larvas necesitan temperaturas superiores a 20-21 °C para alimentarse.

Los juveniles (1 año) comen pequeños peces demersales y crustáceos (mísidos y camarones). Cuando alcanzan los 30-40 cm se alimentan de peces pelágicos y cefalópodos.

<sup>28</sup> Fuentes diversas

### Otros aspectos de interés de la especie

Incluida en La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Versión 2021-1) bajo la categoría de “preocupación menor, (LC)” (Fecha de evaluación, 19/02/2020)<sup>29</sup>.

Entre los usos humanos destaca la pesca comercial y la acuicultura<sup>30</sup>.

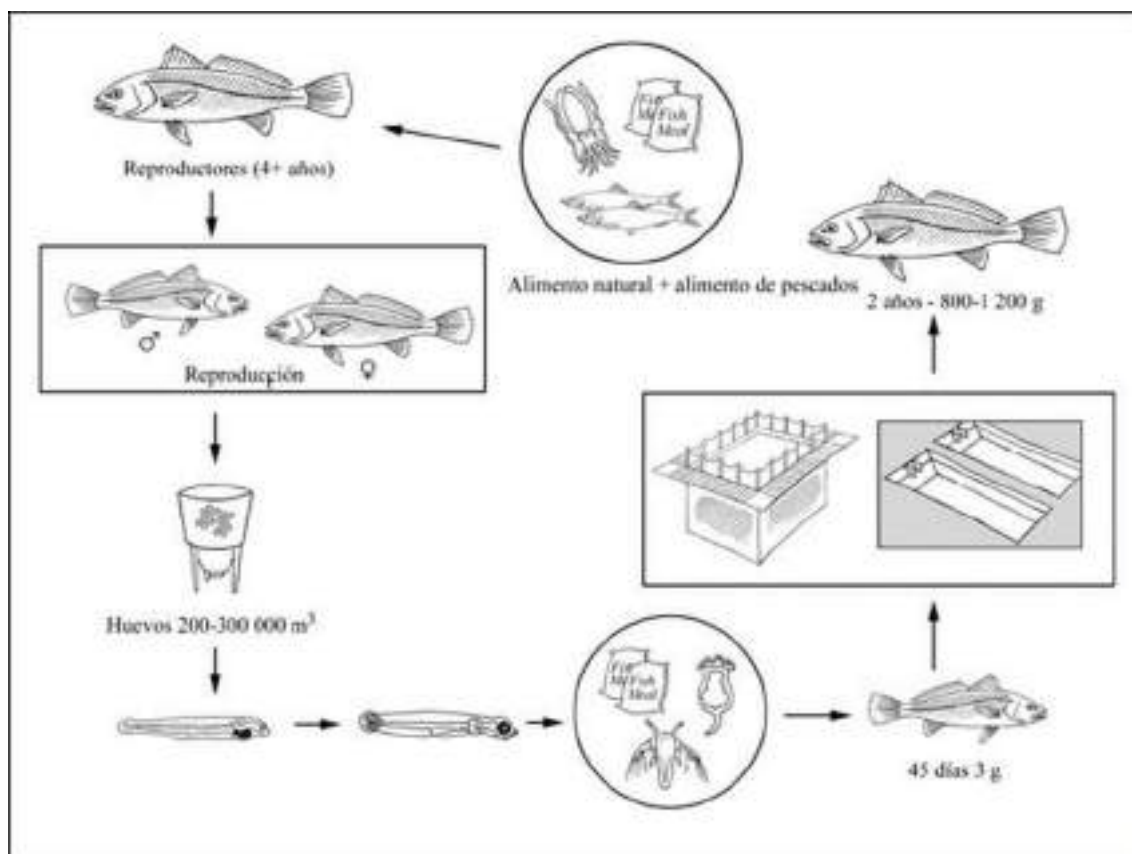


Figura 11. Ciclo de producción de la Corvina (Fuente: FAO)

### 2.3 Interés de la especie objetivo para la acuicultura

La Seriola es una especie que reúne una serie de características importantes que la hacen idónea para la acuicultura entre las que destacamos:

- Especie de gran valor, mundialmente conocida y apreciada debido a la calidad de su carne.
- Amplio mercado donde hay más demanda que oferta
- Crecimiento excepcional y muy rápido por lo que en poco tiempo se obtienen tallas grandes que permiten el fileteado y procesado con pocas pérdidas, además posee un índice de conversión bajo. Es importante señalar que, en comparación con otras especies como la lubina o dorada, la tasa de crecimiento es 10 veces superior, pudiendo llegar a alcanzar pesos cercanos a los 3,0 kg en dos años.

<sup>29</sup> UICN, 2022. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2022-2. Descargado el 10 de enero de 2023.

<sup>30</sup> Fishbase



- Actualmente existe la tecnología y los protocolos de cultivo que permiten la cría en cautividad de esta especie a nivel industrial ya que reúne todos los requisitos para desarrollar con éxito su cultivo.

En el mundo, existen otras especies del género *Seriola* criadas en cautividad, importantes para la acuicultura entre las que destacan:

- *Seriola japonesa (Seriola quinqueradiata Temminck & Schlegel, 1845)*: muy cultivada a nivel mundial similar a la *S. dumerili* en biología y métodos de producción y totalmente asentada en el mercado japonés siendo este país el principal productor. Su producción estimada es del orden de 150.000 t/año (World Wildlife Fund (WWF) en 2017).
- Jurel, jurel de Castilla, dorado o palometa chilenos (*Seriola lalandi Valenciennes, 1833*): cuyo cultivo se inició hace relativamente poco tiempo en Chile.
- Medregal limón (*Seriola rivoliana Valenciennes, 1833*).

### 2.3.1 Análisis de la producción del género *Seriola*

En este apartado se analiza la producción del género *Seriola*, ya que, por similitud entre la biología de las diferentes especies, los métodos de producción son muy similares y de base aplicables a todas ellas.

En el área Mediterránea y más concretamente en España, para la *S. dumerili*, el estado actual del arte supone la culminación de muchos años de investigación científica y desarrollo tecnológico. Con su cultivo se abren nuevas oportunidades de negocio y de creación de empleo, convirtiéndose en una de las especies con mayor potencial para la acuicultura española.

Japón es el mayor productor de *Seriola* del mundo, su producción ha aumentado rápidamente en las últimas décadas. Aunque hay una falta de datos sobre la producción acuícola de Japón, la especie más producida fue la *S. quinqueradiata*, que según estimaciones de World Wildlife Fund (WWF) en 2017 fue de 150.000 TM. Japón, igualmente, ha invertido en los últimos años recursos, económicos y humanos, en el cultivo de *S. dumerili* y existe una producción anual de esta especie (sin datos). Este incremento de la producción de *S. dumerili* ha sido resultado de la mayor aceptación de este pescado por la calidad de su carne lo que ha propiciado mayores precios de mercado y demanda en comparación con otras especies de *Seriola*.

Además, el crecimiento de esta especie es superior y tiene una mejor tasa de conversión alimenticia que la *Seriola* japonesa cuando se cultiva a temperaturas superiores a 18 - 19 °C.

El cultivo de *S. dumerili* tiene una larga trayectoria en el Mediterráneo. En la década de 1980, la acuicultura de esta especie comenzó con el engorde de juveniles capturados en el mar, aprovechando la tendencia de estos alevines a protegerse bajo objetos flotantes, una vez capturados fueron cultivados en depósitos y/o jaulas flotantes. La falta de alevines continuada provocó que no se continuara con estas experiencias. Actualmente existe tecnología, técnicas y protocolos de cultivo que permiten la producción de alevines de calidad de forma continuada.

La empresa ubicada en Países Bajos KingFish company lleva años produciendo alevines y engordando en sistemas RAS *S. lalandi* especie similar a la *S. dumerili*.

Esta nueva situación y los avances logrados con esta especie, tanto a nivel de reproducción como de producción de alevines y engorde ha provocado que se invierta en esta especie y se la considere como una de las más importantes para diversificar la producción comercial de pescado en países del Mediterráneo y en América.

En nuestro entorno, países como España, Grecia, Malta y Turquía, entre otros, tienen programas de investigación y desarrollo en curso para contribuir a la producción de la acuicultura de esta especie.

La Unión Europea ha llevado a cabo durante 5 años (2013- 2018) y dentro del 7º Programa marco de la Comisión Europea el proyecto DIVERSIFY dotado con una cantidad de 11,8 millones de euro con el objetivo de explorar el potencial biológico y socio económico de nuevas y emergentes especies candidatas para la diversificación y expansión de la industria de acuicultura europea, siendo una de estas especies la *S. dumerili*. En este proyecto han colaborado 20 Universidades y Centros de investigación, 9 PIMES y 3 grandes empresas de acuicultura de 10 países europeos junto con Israel y Noruega.

En concreto para el proyecto con *S. dumerili* han intervenido 8 Universidades- Centros de Investigación, 4 PIMES y una gran empresa que han obtenido excelentes resultados en sus investigaciones poniendo a punto diferentes fases del proceso productivo de esta especie.

En nuestro país uno de los centros de investigación que más ha investigado y experiencia tiene en el cultivo de *S. dumerili* es la Universidad de Las Palmas de Gran Canarias (ULPGC) que ha puesto a punto las técnicas de reproducción y producción de alevines. Con la ULPGC se tiene un acuerdo de colaboración para apoyar este proyecto.

A nivel industrial existen en Europa algunas empresas que están realizando el cultivo de esta especie con éxito, como por ejemplo la empresa griega de Galaxidi Marine Farm, en Malta la sociedad MFFLtd, en España la sociedad Futuna Blue lleva años trabajando con la *S. dumerili* a nivel de reproducción, producción de alevines y engorde con sistemas de recirculación (RAS) y en estos momentos tienen capacidad para producir más de 1 millón de alevines de esta especie. Con Futuna Blue se tiene, igualmente, un acuerdo de colaboración para apoyar este proyecto.

Como conclusión podemos afirmar que actualmente existe la tecnología y los protocolos de cultivo que permiten la cría en cautividad de esta especie a nivel industrial y que reúne todos los requisitos para desarrollar con éxito su cultivo.

- Es una especie autóctona, adaptada a las condiciones de la zona de cultivo.
- Con un rápido crecimiento y eficiente conversión.
- Poca o nula competencia con otras especies cultivadas y la pesca.
- Excelente calidad, muy apreciada.
- Precio de venta elevado.
- Posibilidad de nuevos mercados (exportación).
- Permite la transformación, productos elaborados de alto valor añadido.

## 2.4 Plan productivo

El plan productivo indicando las previsiones de producción y, por lo tanto, las cosechas esperadas de pescado en talla comercial, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Producción OAM-MURCIA 1, fase 1 a 6 años

AÑO	PLATAFORMA 1	PLATAFORMA 2	TOTAL Alevines	TOTAL PESCA
1	Siembra +/- 3 Millones de alevines		+/-3 Millones	
2		Siembra +/-3 M	+/-3Millones	
3	Pesca 6.000 tm		+/- 3 Millones	6.000 TM
	Siembra +/- 3 Millones de alevines			
4		Pesca 6.000 tm	+/-3 Millones	6.000 TM
		Siembra +/-3 M		
5	Pesca 7.500 tm		+/- 3Millones	7.500 TM
	Siembra +/-3M			
6		Pesca 7.500 tm	+/- 3Millones	7.500 TM
		Siembra +/-3M		

### 2.4.1 Suministro de alevines

Los alevines se suministrarán desde la empresa OCEAN AQUACULTURE HATCHERY, perteneciente al mismo grupo matriz OCEAN AQUACULTURE GLOBAL, cuya producción anual estimada será de 7 millones de alevines de 50 gr de las especies Seriola y/o Corvina.

Estos 7 millones de alevines, permitirán cubrir las necesidades de alevines de las fases del proyecto previstas en el proyecto OAM-MURCIA 1.

El proyecto OAC Hatchery está en fase de desarrollo y tiene su ubicación en la localidad de Carboneras (Almería), concretamente en parte de los terrenos pertenecientes a ENDESA GENERACION S.A. donde se ubica su central termoeléctrica de carbón, la cual y dentro de los objetivos medioambientales de descarbonización de la economía española y europea está en proceso de desmantelamiento. Este proceso lleva implícito un plan de reconversión de la zona denominado Futur-e Litoral de Almería, que debe impulsar la actividad económica y el empleo en el entorno de la Central, especialmente mediante el establecimiento de nuevas "industrias verdes".

El proyecto OCEAN AQUACULTURE HATCHERY ha sido identificado por la Comisión de Evaluación de la iniciativa Futur-e Litoral de Almería como una de las industrias prioritarias para que se pueda implantar en los citados terrenos.

Cada lote de alevines que salga del pre-engorde reunirá las siguientes características:

- Peso medio 50 g
- Coeficiente de dispersión inferior al 20%
- Deformaciones con repercusión comercial inferior 3%

- Control sanitario libres de parásitos, infecciones víricas y/o bacterianas. PCR (real time) nodavirus negativa.

## 2.5 Proceso de producción

El proyecto a nivel productivo consta de dos instalaciones bien definidas:

- Instalaciones ubicadas en tierra: se utilizarán para la reproducción y producción de alevines, centro de cría (hatchery) y pre-engorde.
- Instalaciones ubicadas en el mar: para la realización del engorde, jaulas flotantes semisumergidas.

El proyecto realizará el cultivo integral de la Seriola; es decir se desarrollarán todas las fases de este bajo su control permitiendo conocer en todo momento la trazabilidad del producto final.

Podremos distinguir las siguientes etapas dentro del proceso productivo:

- 1ª) Criadero, (reproducción y cría larvaria)
- 2ª) Pre-engorde
- 3ª) Engorde

### 2.5.1 Programa de producción OAM-MURCIA 1

Con la granja a plena producción, OAM-MURCIA 1, contará con 2 plataformas de cultivo. Cada plataforma, tal como se ha indicado, tendrá 6 subunidades de cultivo, así 6 lotes de alevines son sembrados cada año en cada plataforma (ciclo productivo de 2 años). El peso medio de inicio de esta fase de engorde de los alevines será de 50 gramos.


El programa inicial previsto de siembras en la plataforma de cultivo para los 6 lotes anuales, este programa se podrá ir adaptando en función de la logística de siembras y se harán coincidir con los ciclos de producción en el criadero más idóneos (puestas naturales de la especie...),

Inicialmente se tienen previstos realizar las siembras en los meses de abril a septiembre de cada año productivo, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 2. Programa de inicio del proceso productivo de engorde (6 lotes/año)

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Lote 1	■											
Lote 2		■										
Lote 3			■									
Lote 4				■								
Lote 5					■							
Lote 6						■						

Es importante señalar en cuanto a la Corvina, que a priori su impacto debería ser menor que el de la Seriola al tener mejor FCR (Factor de Conversión del Alimento, cuanto menor sea, mayor será la eficiencia del uso de alimento. FCR Seriola 1,75 y Corvina 1,20) y que la producción es exacta en cuanto a toneladas esperadas tal y como se muestra en la siguiente figura:

CUADRO COMPARATIVO PRODUCCION SERIOLA vs CORVINA								
 <p><b>Seriola</b></p>	Nº unidades cultivo/ Jaula	Nº inicial alevines/ unidad cultivo	Peso medio inicial (g)	Nº inicial alevines/ Jaula	Volumen cultivo Jaula (m3)	Nº final alevines/ unidad cultivo	Peso medio final (kg)	Nº final alevines/ Jaula
	6	490.196	50,0	2.941.176	500.000	416.667	3,0	2.500.000
	Biomasa final /unidad cultivo (TM)	Biomasa final /jaula (TM)	Densidad final / unidad cultivo - jaula (kg/m3)	Supervivencia final (%)	Total pienso /unidad cultivo (TM)	Total pienso /jaula (TM)	Conversión (FCR)	
1.250,0	7.500,0	15,0	85,0	1.608,3	9.650	1,75		
 <p><b>Corvina</b></p>	Nº unidades cultivo/ Jaula	Nº inicial alevines/ unidad cultivo	Peso medio inicial (g)	Nº inicial alevines/ Jaula	Volumen cultivo Jaula (m3)	Nº final alevines/ unidad cultivo	Peso medio final (kg)	Nº final alevines/ Jaula
	6	607.000	50,0	3.642.000	500.000	528.164	2,4	3.168.984
	Biomasa final /unidad cultivo (TM)	Biomasa final /jaula (TM)	Densidad final / unidad cultivo - jaula (kg/m3)	Supervivencia final (%)	Total pienso /unidad cultivo (TM)	Total pienso /jaula (TM)	Conversión (FCR)	
1.250,0	7.500,0	15,0	85,0	1.386,3	8.318	1,20		

**Diferencias significativas Seriola/Corvina:**

- Factor de conversión 1,75 / 1,20
- Numero inicial de alevines por unidad de cultivo 490.196 / 607.000
- Peso medio final 3,0/2,4 kg

**La densidad final de cultivo se mantiene igual 15,0 kg/m3**

Figura 12. Comparación producción de Seriola y Corvina

## **2.5.2 Etapas dentro del proceso de producción**

### **2.5.2.1 Engorde**

El engorde es la fase donde los animales ya pre engordados son criados hasta que alcanzan su talla comercial, esta depende de las preferencias del mercado al que vayan dirigidos y la presentación del producto, en nuestro caso se ha marcado como talla comercial el peso de 3 kg.

Una vez los alevines producidos en el criadero alcanzan entre 1,0 y 2,0 g, pasan por el pre- engorde alcanzando el peso medio de 50 g, estarán listos para pasar a la etapa de engorde. El paso de la etapa de pre-engorde a engorde implica que los ejemplares serán transportados a la jaula flotante de engorde para iniciar el ciclo de producción. El transporte se realizará por medio de una embarcación especial para transporte de peces vivos tipo wellboat que contará con los correspondientes tanques de transporte y estará equipado con un sistema de oxigenación.

Los animales transportados por el barco, una vez que llegan a la jaula flotante de cultivo, son descargados iniciándose así el proceso de engorde. Durante el tiempo que dura este los animales son alimentados teniendo en cuenta múltiples factores que van desde la temperatura del agua hasta el tamaño de los animales, para ir adaptando en cada momento el tipo de alimento y la cantidad adecuada para conseguir en el menos tiempo posible la talla de venta con el menor gasto de pienso, (FCR bajos), los animales periódicamente son controlados para cerciorarse de su correcto estado, en caso de detectarse alguna patología inmediatamente se procede a su tratamiento. En las instalaciones de engorde se ha de aplicar un programa de mantenimiento y revisiones constante ya que están sujetas a un continuo deterioro y desgaste producido por el mar.

## **2.6 Alimentación**

El control de la alimentación en cada una de las fases resulta esencial para poder alcanzar los objetivos productivos previamente previstos.

### **2.6.1 Etapas dentro del proceso de alimentación**

Podremos distinguir las siguientes etapas dentro del proceso de alimentación:

- 1ª) Criadero y pre-engorde (producción de alevines).
- 2ª) Engorde.

#### **2.6.1.1 Criadero y pre-engorde (producción de alevines)**

Durante la fase larvaria los animales son alimentados con presas vivas, (zooplancton), cultivadas en una zona especialmente diseñada para esta función, de esta forma durante los primeros días de vida de estos peces se imita las condiciones naturales, en cuanto a la alimentación.

Posteriormente las larvas son trasladadas a otra zona denominada nursery donde se procederá al cambio del alimento vivo a un alimento inerte.

Tras este "destete" los animales se irán clasificando y separando por tallas de forma periódica para conformar los lotes y evitar pedidas por canibalismo. En la siguiente tabla se muestra un resumen de la biomasa máxima por zona y de la cantidad estimada de alimento a suministrar.

Tabla 3. Biomasa máxima por zona y cantidad estimada de alimento a suministrar

	Larvario	Destete	Nursery	Pre-engorde 1	Pre-engorde 2	Reproductores
max. biomasa (kg)	17,6159	231,21	4.492,06	8.085,71	24.509,80	7.600,00
% proteína/alimento	65,00%	64,00%	62,00%	60,00%	56,00%	48,00%
% alimento/day	25,00%	17,00%	10,00%	6,00%	3,50%	0,50%
kg alimento/day	4,4	39,31	449,21	485,14	857,84	38
kg proteína/kg alimento	2,86	25,16	278,51	291,09	480,39	18,24

En total en las etapas de Criadero, (larvario, destete, nursery), Pre-engorde (1 y 2) y reproductores, la cantidad de alimento diario se estima en 1.627,44 kg/día. En las siguientes tablas de alimentación se especifica la composición pienso (% proteína / % grasa), tamaño del granulo y cantidad diaria estimada de alimento a suministrar en función de la temperatura del agua y tamaño de los peces.

Tabla 4. Tabla de alimentación (de 0,2 a 1,0 g de peso medio)

		TEMPERATURA AGUA (°C)										
		Peso medio (g)	Tamaño pienso (mm)	12	14	16	18	20	22	24	26	28
%Proteína/ %Grasa	64/8	0,2 - 0,5	0,2	4,7	6,5	8,4	10,2	12,1	14,9	17,7	18,6	15,8
	64/8	0,5 - 1,0	0,4	3,4	4,7	6	7,37	8,71	10,7	12,7	13,4	11,38

kg alimento / 100 kg biomasa / día

Tabla 5. Tabla de alimentación (de 1,0 a 10,0 g de peso medio)

		TEMPERATURA AGUA (°C)										
		Peso medio (g)	Tamaño o pienso (mm)	12	14	16	18	20	22	24	26	28
%Proteína/%Grasa	62/12	1,0 - 4,0	0,5 - 1,0	2,63	3,68	4,74	5,79	6,84	8,42	11	10,5	8,95
	62/12	4,0 - 7,0	0,9 - 1,6	2,16	3,02	3,88	4,75	5,61	6,9	8,2	8,63	7,33
	60/14	7,0 - 10,0	1,3 - 2,0	1,66	2,32	2,99	3,65	4,31	5,31	6,3	6,63	5,64

kg alimento / 100 kg biomasa / día

Tabla 6. Tabla de alimentación (de 10,0 a 50,0 g de peso medio)

		TEMPERATURA AGUA (°C)										
		Peso medio (g)	Tamaño pienso (mm)	12	14	16	18	20	22	24	26	28
%Proteína/%Grasa	56/18	10,0 - 15,0	2	1,23	1,72	2,21	2,70	3,19	3,93	4,70	4,91	4,17
	56/18	15,0 - 20,0	2	0,96	1,34	1,72	2,11	2,49	3,06	3,60	3,83	3,26
	56/8	20,0 - 50,0	3	0,83	1,16	1,49	1,82	2,15	2,64	3,10	3,30	2,81
<i>kg alimento / 100 kg biomasa / día</i>												

La evolución del incremento de biomasa previsto y consumo de pienso por ciclo se muestra en la siguiente figura:



Figura 13. Incremento de biomasa previsto y consumo de pienso por ciclo

En cuanto al incremento de biomasa y consumo de pienso por ciclo, a partir de la cuarta semana el consumo de pienso se aumenta hasta la séptima semana que desciende ligeramente hasta la octava semana para aumentar de nuevo a partir de esta.

### 2.6.1.2 Engorde

La fase productiva del engorde se realizará en las jaulas flotantes de cultivo GM Aqua Design 1.0 MORELD AQUA, unidades que tienen una planta de energía independiente, lastrado y equipamiento de alimentación con el fin de criar peces en una ubicación expuesta en alta mar (offshore).

la alimentación de los peces en cultivo, esta se realizará por medio de un sistema de distribución automática del pienso (automatic feeding system), ubicado en la estructura de la plataforma. Durante el suministro del pienso, el comportamiento de los



peces será controlado mediante cámaras submarinas lo que permite regular la cantidad, frecuencia e intervalos de las tomas para una mayor eficiencia del suministro del alimento, de una manera manual o automático por control remoto desde la misma instalación.

Las dietas utilizadas serán específicas para la Seriola y/o Corvina en cuanto a su composición y tamaño y su dosis se realizará según las tablas alimentación recomendadas por las empresas suministradoras de pienso, en función del peso semanal de los animales.

El transporte del pienso a las plataformas de cultivo se realizará a granel en cubas (o en grandes big-bags) mediante barcos plataforma. Existiendo un almacén regulador con silos en el Puerto de Carboneras y/o Almería.

**Seriola:** a continuación, se adjuntan las tablas de alimentación para Seriola, donde se especifica la composición pienso (%proteína / %grasa), tamaño del gránulo y cantidad diaria estimada de alimento a suministrar en función de la temperatura del agua y tamaño de los peces:

Tabla 7. Tabla de alimentación (de 50 a 1.000 g de peso medio)

		TEMPERATURA AGUA (°C)										
		Peso medio (g)	Tamaño pienso (mm)	12	14	16	18	20	22	24	26	28
%Proteína / %Grasa	56/8	50,0 - 100,0	3	0,64	0,90	1,16	1,42	1,67	2,06	2,45	2,58	2,19
	54/20	100,0 - 150,0	4,5	0,50	0,70	0,90	1,11	1,31	1,61	1,91	2,01	1,71
	54/20	150,0 - 300,0	4,5	0,39	0,55	0,71	0,86	1,02	1,25	1,49	1,57	1,33
	54/20	300,0 - 500,0	6	0,31	0,43	0,55	0,67	0,79	0,98	1,16	1,22	1,04
	54/208	500,0 - 1000,0	6	0,24	0,33	0,43	0,52	0,62	0,76	0,91	0,95	0,81
<b>kg alimento / 100 kg biomasa / día</b>												

Tabla 8. Tabla de alimentación (de 1.000 a > 1.500 g de peso medio)

		TEMPERATURA AGUA (°C)										
		Peso medio (g)	Tamaño o pienso (mm)	12	14	16	18	20	22	24	26	28
%Proteína / %Grasa	56/18	1000,0 - 1500,0	9	0,18	0,26	0,33	0,40	0,48	0,59	0,70	0,73	0,62
	56/18	> 1500,0	11	0,14	0,20	0,26	0,31	0,37	0,46	0,54	0,57	0,49
<b>kg alimento / 100 kg biomasa / día</b>												

Para un ciclo de engorde tipo (por ejemplo, el Lote 5) con inicio en el mes de agosto y llegada a la talla comercial (> 3,0 kg) en 24 meses, los datos esperados serían los siguientes:

- Supervivencia esperada 85%
- Talla final, 3,038 kg/unidad
- Biomasa talla comercial del ciclo 1.295.812,24 kg
- Total de pienso/ ciclo: 1.608.285,14 kg
- FCR esperado 1,75

El crecimiento de los peces durante el engorde se ha calculado en base a la "tasa específica de crecimiento (SGR)" en función del tamaño de estos y de la temperatura del agua del mar en cada periodo a lo largo del ciclo productivo y del coeficiente de crecimiento térmico (GF3). La alimentación en función de la tasa de ingesta de alimento (SFR).

$$SGR = \frac{(\ln(Wf) - \ln(Wi))}{t} \times 100$$

Donde:

- SGR: Tasa específica de crecimiento
- ln: logaritmo natural
- Wi: Peso inicial
- Wf: Peso final
- t: Tiempo expresado en días alimentados

$$GF3 = \left( \frac{(Wf)^{1/3} - (Wi)^{1/3}}{t \times T^{\circ}} \right) \times 1000$$

Donde:

- GF3: Coeficiente de crecimiento térmico
- Wi: Peso inicial
- Wf: Peso final
- t: Tiempo expresado en días
- T°: Temperatura en °C

El crecimiento esperado de *Seriola dumerili* en cautividad durante los 5 primeros años decultivo se muestra en la siguiente figura:

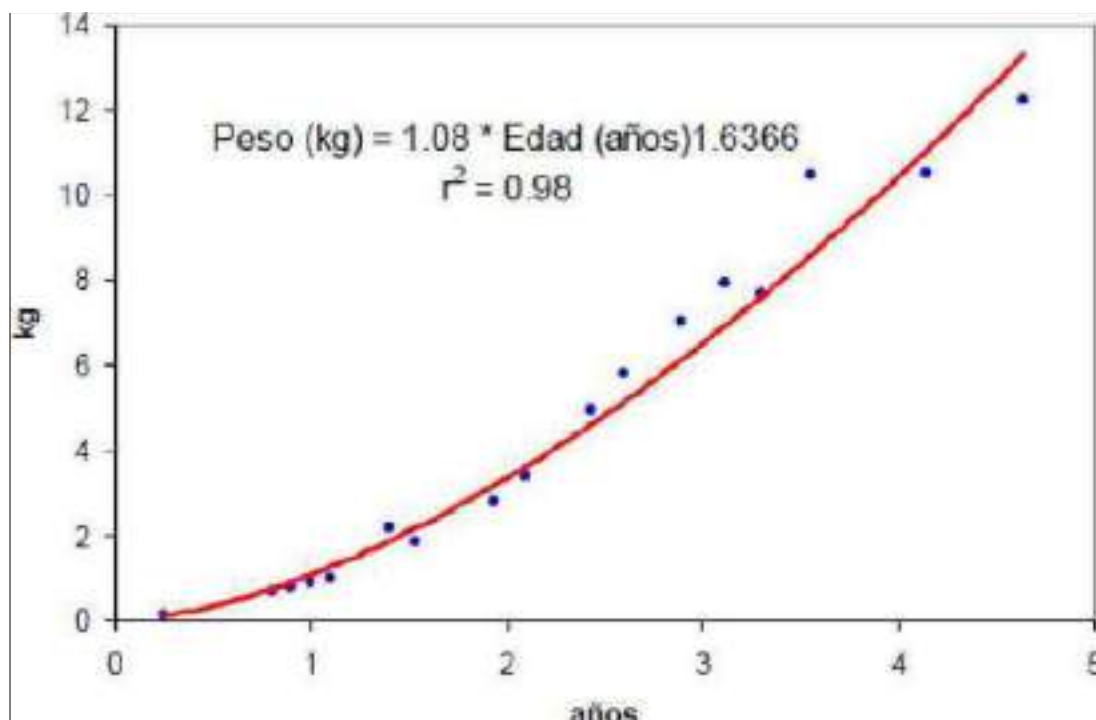


Figura 14. Crecimiento esperado, *S. dumerili* en cautividad durante los 5 primeros años de cultivo

Conocido el registro histórico de las temperaturas medias mensuales de los últimos 10 años en la zona de ubicación de la granja de engorde y en función de la SGR de la Seriola se obtiene el crecimiento de los 12 ciclos de engorde según su época de siembra, tal como se detalla en la siguiente figura:

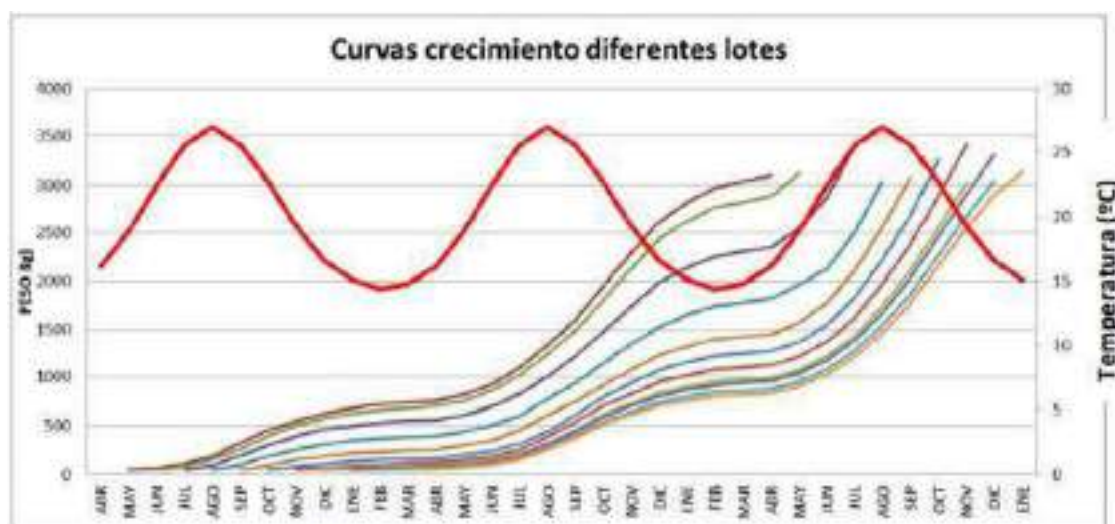


Figura 15. Crecimiento de 12 ciclos de engorde según época de siembra (en rojo Temperatura)

Existe una pequeña variación en el tiempo necesario para alcanzar la talla comercial propuesta de 3,0 kg, oscilando entre los 22 y 26 meses de engorde. De los 12 ciclos propuestos, el que se inicia en el mes de abril es el más largo, siendo los iniciados en febrero y marzo los más cortos tal y como se puede observar en las siguientes figuras:



Figura 16. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de febrero

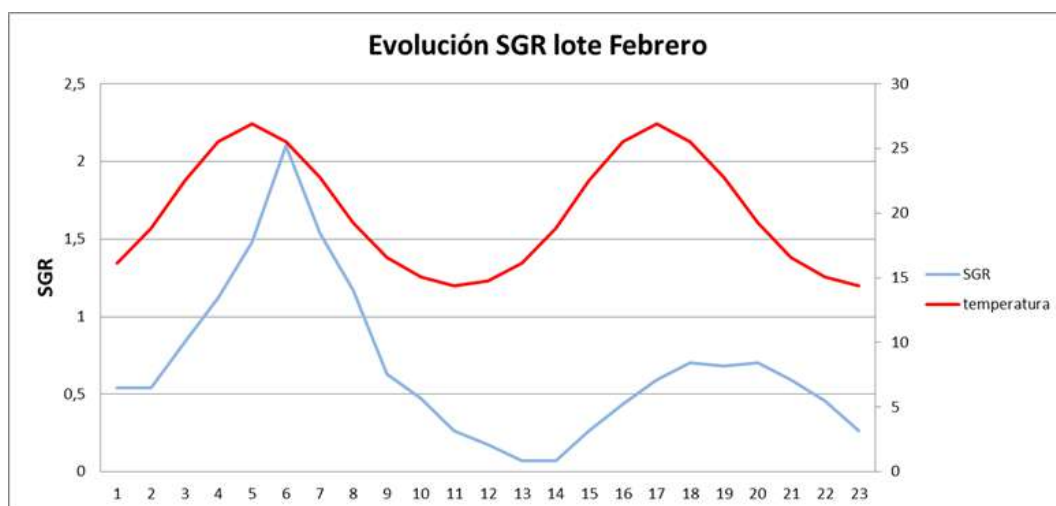


Figura 17. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de febrero



Figura 18. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de marzo

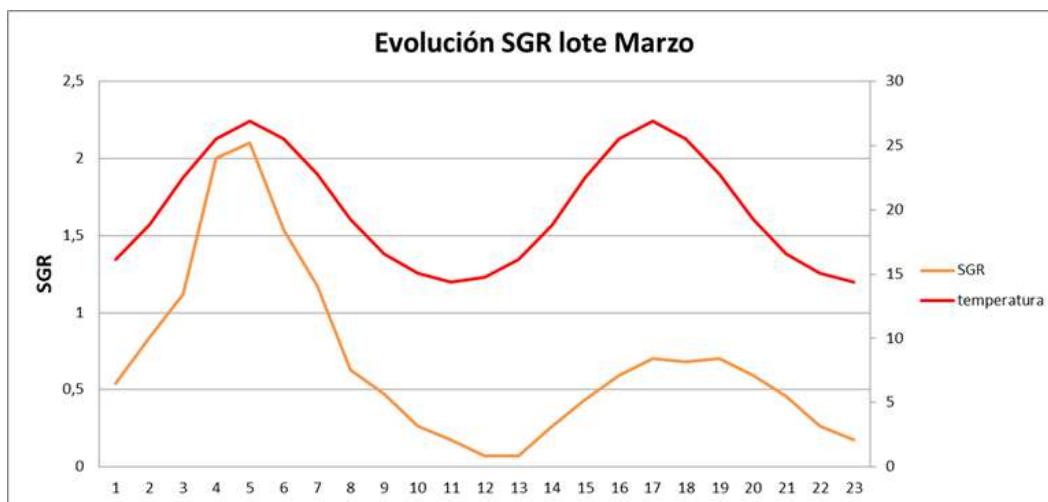


Figura 19. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de marzo



Figura 20. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de abril

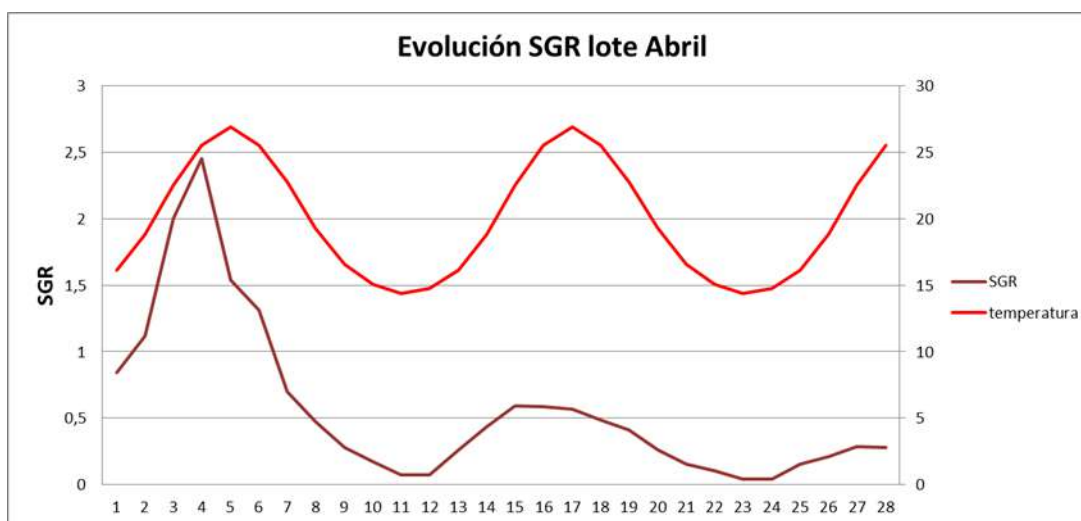


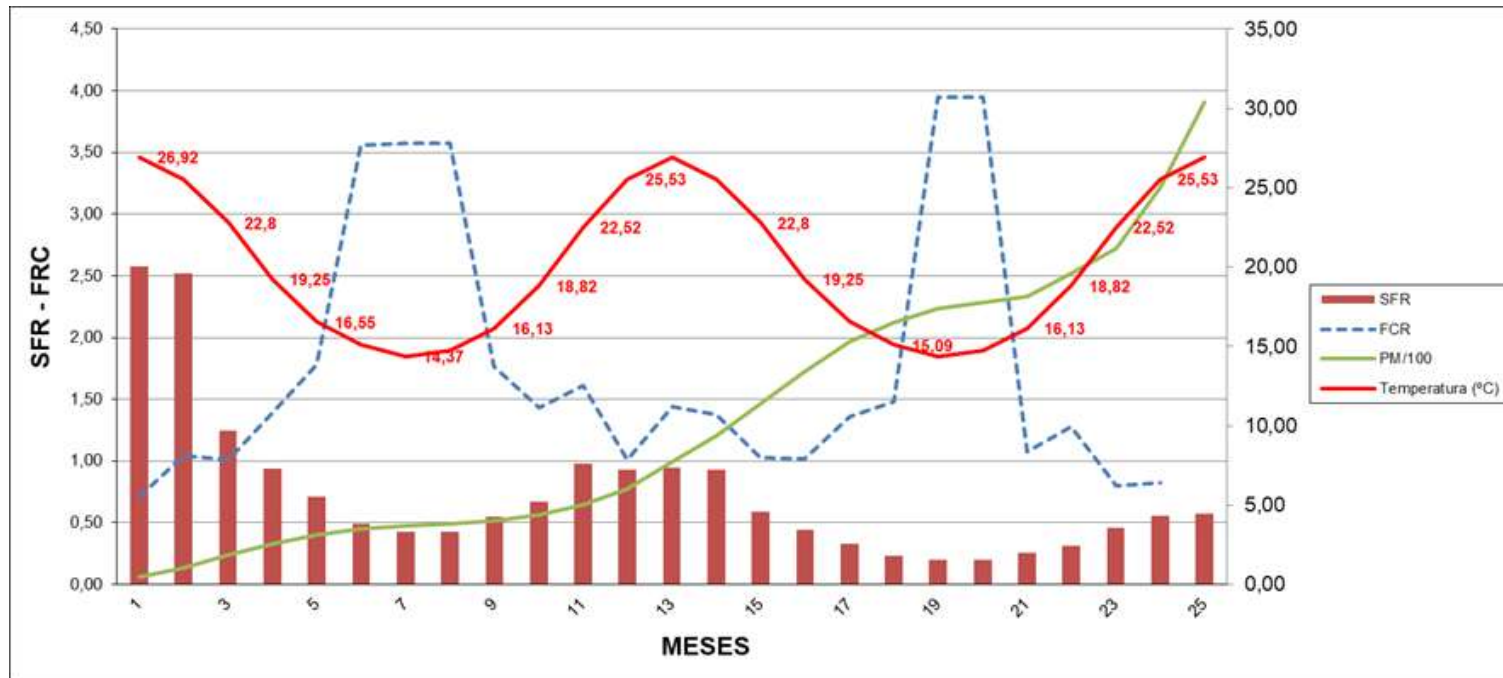
Figura 21. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de abril

---

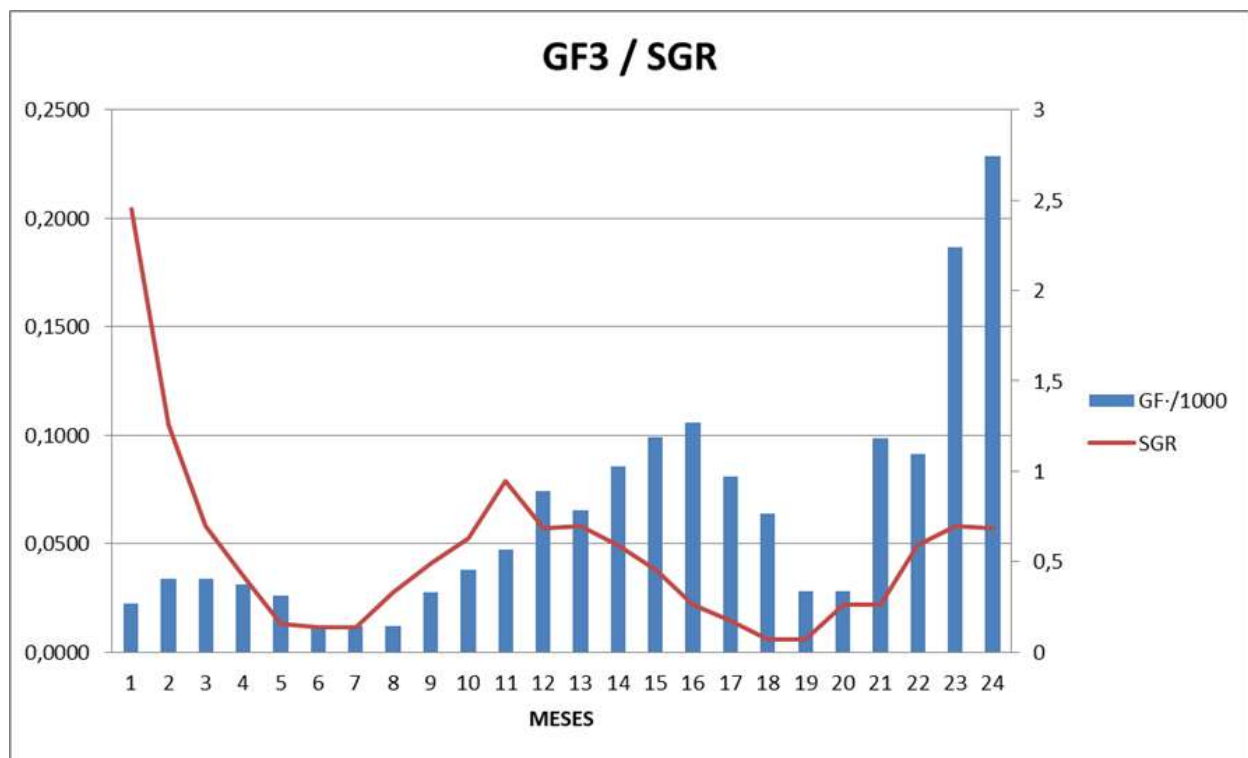
A continuación, se detallan en los gráficos y tablas para los parámetros productivos principales para un ciclo de engorde estándar con inicio en el mes de agosto y llegada a la talla comercial (>3,0 kg) en 24 meses teniendo en cuenta:

- Mortalidad mensual esperada
- Crecimiento mensual esperado
- Incremento de biomasa mensual
- Tipo de alimento suministrado (mm) en función del tamaño de los peces
- % de alimento a suministrar en función de la temperatura del agua, tipo de pienso – tamaño de los peces
- Kg de pienso diario
- Kg de pienso mensual

	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3													
	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	superv.	FCR											
Temp. (°C)	26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13	18,82	22,52	25,53	26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13	18,82	22,52	25,53	26,92													
Nº Alev.	490.196	487.363	484.546	481.745	478.961	476.192	473.440	470.703	467.983	465.278	462.588	459.915	457.256	454.613	451.986	449.373	446.776	444.193	441.626	439.073	436.536	434.012	431.504	429.010	426.530		85,0%											
PM(g)	50,00	105,78	184,82	255,84	310,47	350,24	367,06	382,74	399,08	439,55	505,24	602,32	775,93	937,45	1.137,59	1.344,04	1.530,56	1.653,10	1.741,33	1.778,51	1.816,48	1.961,91	2.118,99	2.503,53	3.038,03													
Biomasa (kg)	24.509,80	51.551,70	89.553,08	123.251,79	148.701,56	166.780,63	173.782,06	180.155,20	186.762,07	204.513,12	233.718,86	277.017,46	354.798,17	426.176,22	514.175,63	603.974,39	683.815,50	734.294,58	769.016,80	780.895,49	792.957,67	851.493,60	914.350,63	1.074.038,38	1.295.812,24		1,75											
Tipo pienso (mm)	3	3	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11													
%/día	2,58	2,52	1,25	0,94	0,71	0,49	0,43	0,43	0,55	0,67	0,98	0,93	0,95	0,93	0,59	0,44	0,33	0,23	0,20	0,20	0,26	0,31	0,46	0,56	0,57													
kg pienso/día	632,35	1.299,10	1.119,41	1.158,57	1.055,78	817,23	747,26	774,67	1.027,19	1.370,24	2.290,44	2.576,26	3.370,58	3.963,44	3.033,64	2.657,49	2.256,59	1.688,88	1.538,03	1.561,79	2.061,69	2.639,63	4.206,01	6.014,61	7.386,13													
kg pienso/mes	19.286,76	39.622,64	34.142,11	35.336,29	32.201,32	24.925,37	22.791,52	23.627,35	31.329,34	41.792,26	69.858,57	78.576,00	102.802,77	120.884,89	92.525,91	81.053,36	68.826,03	51.510,77	46.910,02	47.634,63	62.881,54	80.508,72	128.283,39	183.445,76	225.276,96	TOTAL	1.746.034,26 kg											



	LS	AÑO1					AÑO2												AÑO3							
		AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Temp. (°C)		26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13	18,82	22,52	25,53	26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13	18,82	22,52	25,53	26,92
PM(g)/100		0,50	1,06	1,85	2,56	3,10	3,50	3,67	3,83	3,99	4,40	5,05	6,02	7,76	9,37	11,38	13,44	15,31	16,53	17,41	17,79	18,16	19,62	21,19	25,04	30,38
SGR		2,58	2,52	1,25	0,94	0,71	0,49	0,43	0,43	0,55	0,67	0,98	0,93	0,95	0,93	0,59	0,44	0,33	0,23	0,20	0,20	0,26	0,31	0,46	0,56	0,57
FCR			0,71	1,04	1,01	1,39	1,78	3,56	3,58	3,58	1,76	1,43	1,61	1,01	1,44	1,37	1,03	1,02	1,36	1,48	3,95	3,95	1,07	1,28	0,80	0,83





**Corvina:** Las tablas de alimentación para esta especie que incluyen el porcentaje (%) recomendable y perfil nutricional son las siguientes:

Tabla 9. Tabla de alimentación, Corvina entre 50,0 y 3.000,0 gramos

		Temperatura (°C)											
		11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	
Tamaño pez (g)	mm pellet												
50,0-80,0	3	0,28	0,43	0,68	0,97	1,25	1,49	1,66	1,76	1,73	1,52	1,10	
80,0 - 100,0	3	0,24	0,37	0,60	0,85	1,10	1,31	1,46	1,55	1,52	1,34	0,97	
100,0 - 150,0	3	0,21	0,33	0,53	0,75	0,96	1,15	1,29	1,36	1,33	1,18	0,85	
150,0 - 250,0	4,5	0,18	0,27	0,44	0,62	0,80	0,95	1,07	1,13	1,11	0,98	0,71	
250,0 -350,0	0,15	0,15	0,23	0,37	0,53	0,68	0,81	0,91	0,96	0,95	0,84	0,60	
350,0 - 450,0	4,5	0,13	0,21	0,33	0,47	0,60	0,72	0,81	0,85	0,84	0,74	0,53	
450,0 - 600,0	6,5	0,12	0,13	0,30	0,42	0,54	0,65	0,73	0,77	0,75	0,66	0,48	
600,0 - 800,0	6,5	0,11	0,17	0,26	0,38	0,49	0,58	0,65	0,68	0,67	0,59	0,43	
800,0 - 1000,0	6,5	0,10	0,15	0,24	0,34	0,44	0,52	0,59	0,62	0,61	0,54	0,39	
1000,0 - 1200,0	9	0,09	0,14	0,22	0,31	0,41	0,48	0,54	0,57	0,56	0,50	0,36	
1200,0 - 1500,0	9	0,08	0,13	0,20	0,29	0,37	0,45	0,50	0,53	0,52	0,46	0,33	
1500,0 - 2000,0	9	0,08	0,12	0,18	0,26	0,34	0,40	0,45	0,48	0,47	0,41	0,30	
2000,0 - 3000,0	12	0,07	0,10	0,16	0,23	0,29	0,35	0,39	0,41	0,41	0,36	0,26	
		<b>kg alimento /100 kg biomasa/día</b>											

Tabla 10. Tabla de alimentación, Corvina entre 50,0 y 3.000,0 gramos (porcentajes %)

Peso medio (g)	Tamaño pienso (mm)	PROTEINA BRUTA %	LIPIDOS BRUTOS %	FOSFORO TOTAL %
50,0-80,0	3	50,0	15,0	2,0
80,0 - 100,0	3	50,0	15,0	2,0
100,0 - 150,0	3	50,0	15,0	2,0
150,0 - 250,0	4,5	48,0	16,0	1,8
250,0 -350,0	4,5	48,0	16,0	1,8
350,0 - 450,0	4,5	48,0	16,0	1,8
450,0 - 600,0	6,5	47,0	17,0	1,5
600,0 - 800,0	6,5	47,0	17,0	1,5
800,0 - 1000,0	6,5	47,0	17,0	1,5
1000,0 - 1200,0	9	46,0	18,0	1,3
1200,0 - 1500,0	9	46,0	18,0	1,3
1500,0 - 2000,0	9	46,0	18,0	1,3
2000,0 - 3000,0	12	46,0	18,0	1,3

El proceso productivo correspondiente a la producción de la Corvina, como especie complementaria del proyecto es igual al ya detallado para el caso de la Seriola, el inicio del proceso de engorde se realiza con la siembra en las plataformas de los alevines, que deberán ser producidos en el criadero propio. (OAC Hatchery).

Los datos productivos considerados en este informe son los siguientes:

- Nº de lotes por plataforma: 6
- Nº e alevines iniciales por lote: +/- 600.000 unidades
- Peso medio alevín de Corvina: 50 gr
- Supervivencia esperada 85 %
- Ciclo productivo: 24 meses
- Talla final, entre 2,3 a 2,8 kg/unidad
- FCR esperado 1,2

Cada lote de alevines reunirá las siguientes características:

- Coeficiente de dispersión inferior al 20%
- Deformaciones con repercusión comercial inferior 3%
- Control sanitario libres de parásitos, infecciones víricas y/o bacterianas
- PCR (real time) nodavirus negativa

Por lo tanto y al igual que en el cultivo previsto para la Seriola, en cada plataforma offshore se sembrarán 6 lotes distintos de alevines, la densidad máxima de cultivo al final del engorde será de 20 kg/m<sup>3</sup>, por lo tanto, se parte de una capacidad productiva por cada plataforma entre 6.000 Tm. a 7.500 por ciclo productivo.

Como ejemplo, en las siguientes figuras se incluyen los datos de los ciclos productivos de los meses de abril y mayo:

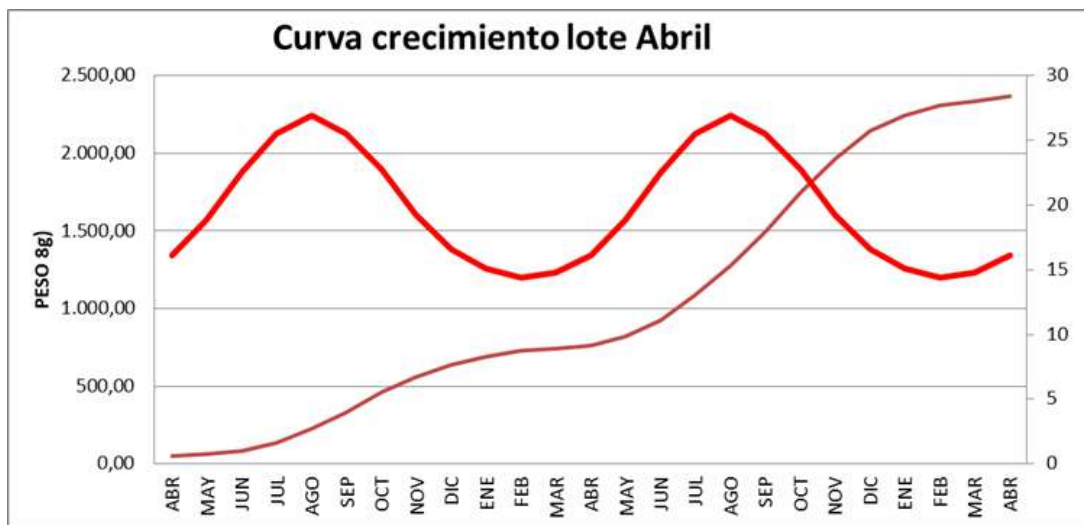


Figura 22. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de abril

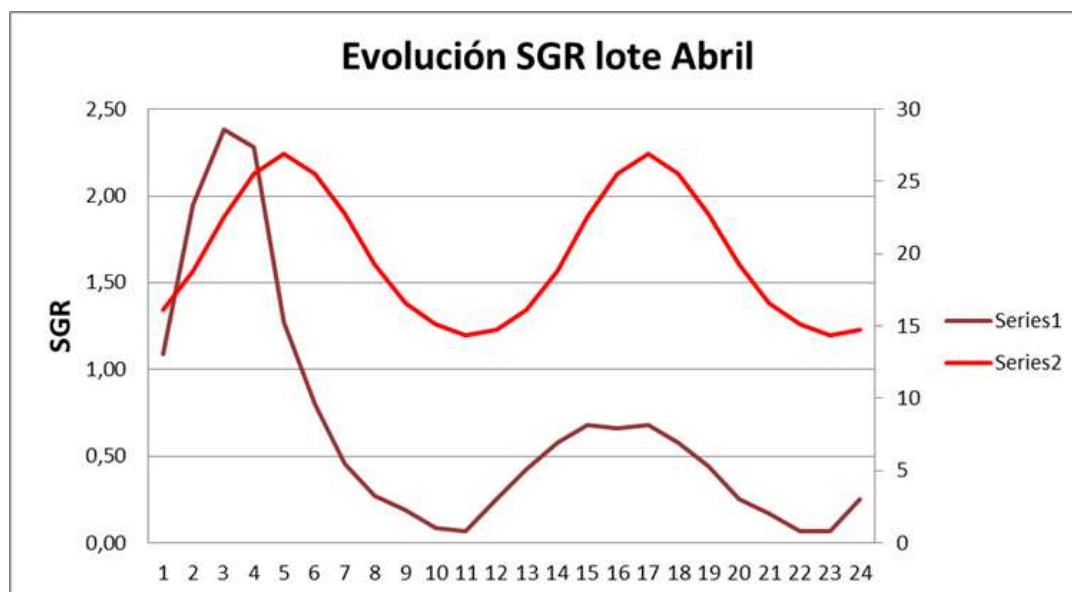


Figura 23. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de abril

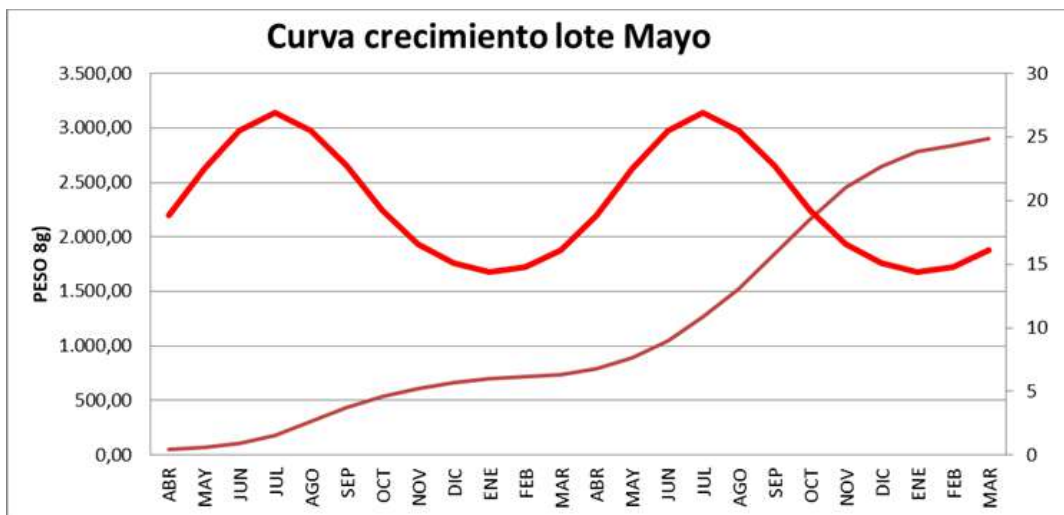


Figura 24. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de mayo

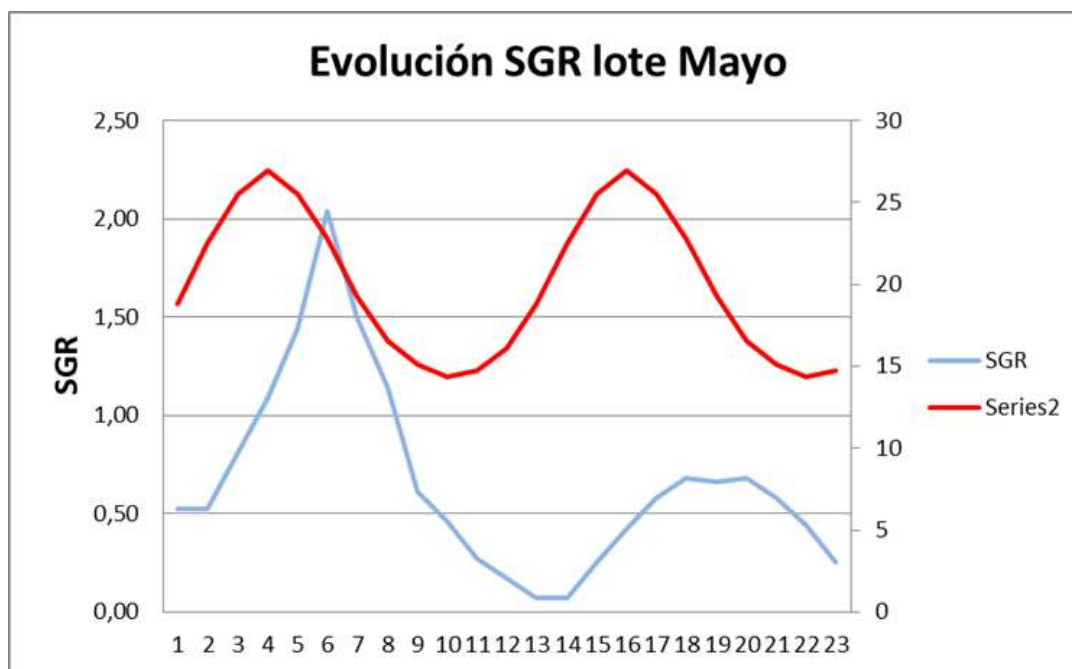
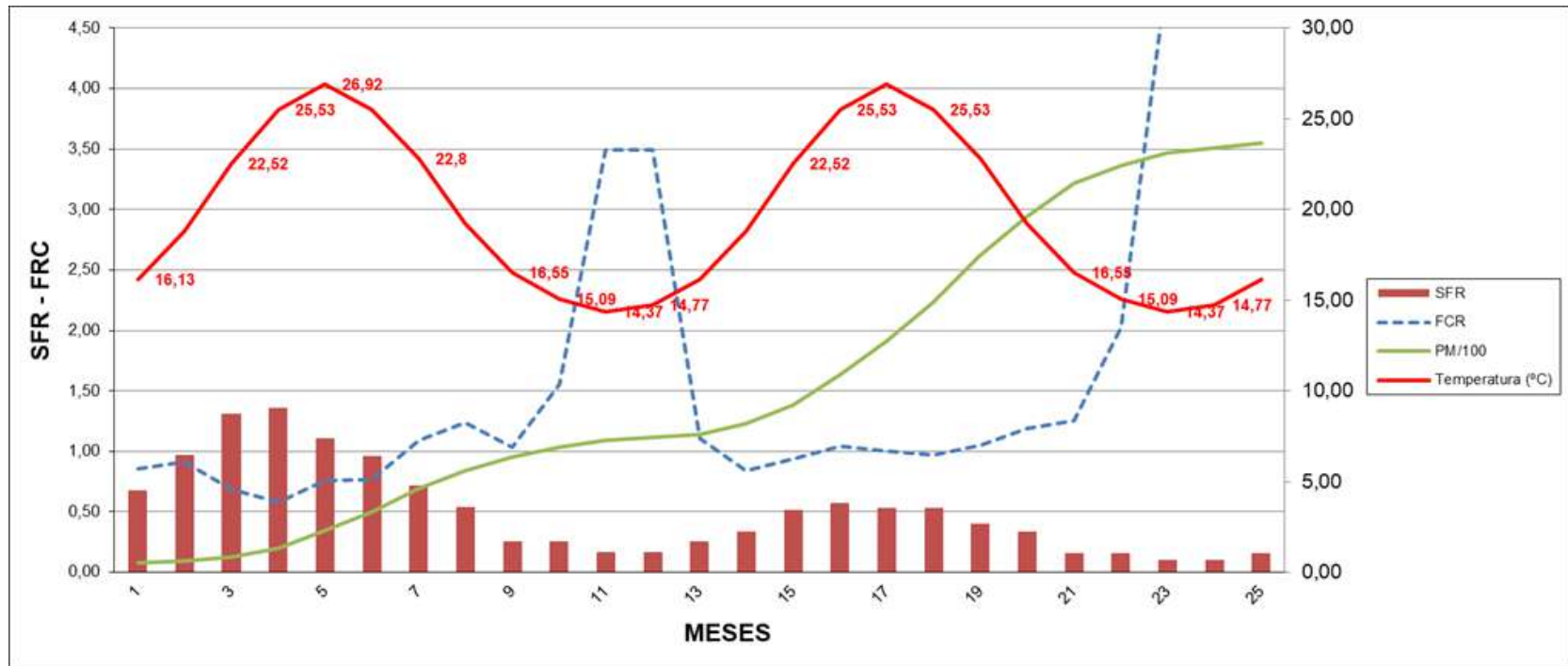


Figura 25. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de mayo

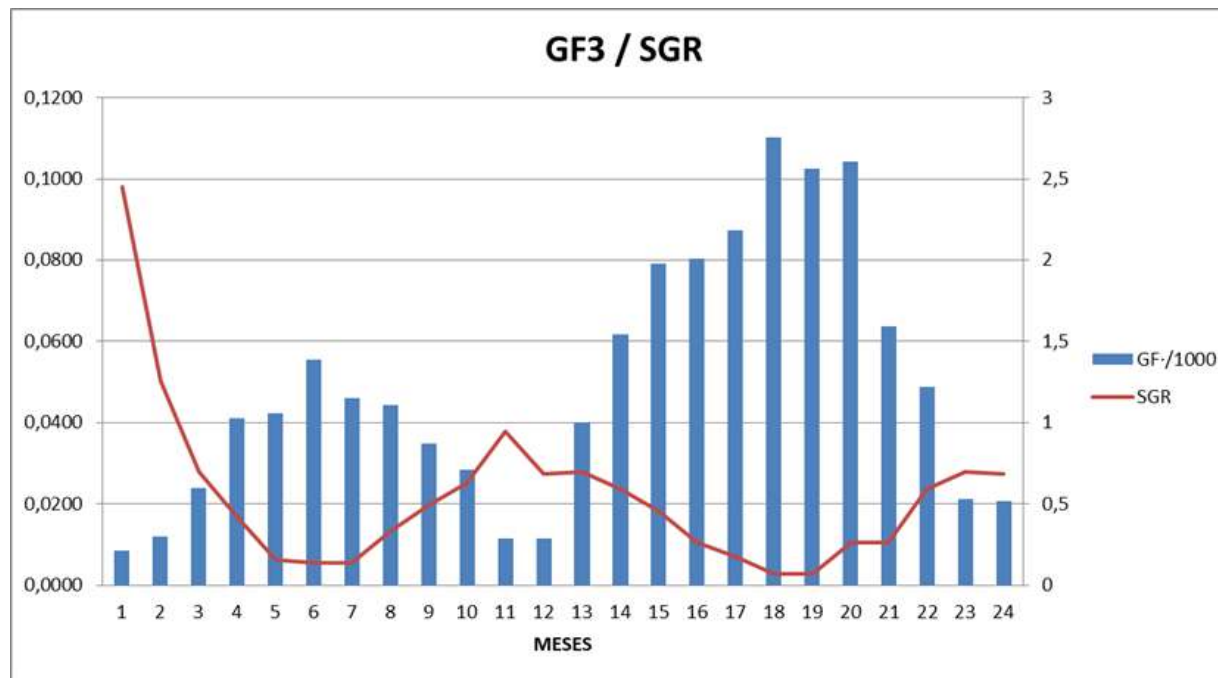
A continuación, se detalla los principales parámetros de cultivo considerados en un ciclo de engorde estándar (Lote 1 p.e) con inicio en el mes de abril y llegada a la talla comercial (2,3 kg) en 24 meses:

- Mortalidad mensual esperada
- Crecimiento mensual esperado
- Incremento de biomasa mensual.
- Tipo de alimento suministrado (mm) en función del tamaño de los peces
- % de alimento a suministrar en función de la temperatura del agua, tipo de pienso – tamaño de los peces
- Kg de pienso diario
- Kg de pienso mensual

	L1	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR		
Temp. (°C)		16,13	18,82	22,52	25,53	26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13	18,82	22,52	25,53	26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13		
Nº Alev.		607.000	603.492	600.003	596.535	593.087	589.659	586.251	582.863	579.494	576.144	572.814	569.503	566.211	562.939	559.685	556.450	553.234	550.036	546.857	543.696	540.553	537.429	534.323	531.234	528.164	superv.	85,0%
PM(g)		50,00	62,44	83,17	132,54	228,75	333,12	462,67	558,62	636,83	689,66	728,99	744,11	759,55	818,62	924,73	1.087,76	1.275,76	1.490,74	1.748,39	1.962,43	2.146,15	2.242,74	2.310,04	2.337,76	2.365,82		
Biomasa (kg)		30.350,00	37.684,43	49.899,53	79.064,36	135.668,45	196.429,29	271.238,86	325.600,89	369.037,94	397.343,33	417.578,18	423.775,09	430.063,96	460.833,09	517.559,69	605.281,42	705.791,04	819.958,73	956.116,46	1.066.964,77	1.160.107,54	1.205.315,22	1.234.305,89	1.241.900,50	1.249.541,84	FCR	1,11
Tipo pienso (mm)		3	3	3	4,5	4,5	4,5	6	6	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	12	12	12	12	12	12	12		
%/día		0,68	0,97	1,31	1,36	1,11	0,96	0,72	0,54	0,26	0,26	0,17	0,17	0,26	0,34	0,52	0,57	0,53	0,53	0,40	0,34	0,16	0,16	0,10	0,10	0,16		
kg pienso/día		206,38	365,54	653,68	1.075,28	1.505,92	1.885,72	1.952,92	1.758,24	959,50	1.033,09	709,88	720,42	1.118,17	1.566,83	2.691,31	3.450,10	3.740,69	4.345,78	3.824,47	3.627,68	1.856,17	1.928,50	1.234,31	1.241,90	1.999,27		
kg pienso/mes		6.294,59	11.148,94	19.937,36	32.795,90	45.930,55	57.514,50	59.564,05	53.626,47	29.264,71	31.509,33	21.651,43	21.972,74	34.104,07	47.788,39	82.084,97	105.228,17	114.091,12	132.546,33	116.646,21	110.644,25	56.613,25	58.819,38	37.646,33	37.877,97	60.977,64	TOTAL	1.386.278,63 kg



	AÑO1					AÑO2					AÑO3														
L1	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Temp. (°C)	16,13	18,82	22,52	25,53	26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13	18,82	22,52	25,53	26,92	25,53	22,8	19,25	16,55	15,09	14,37	14,77	16,13
PM(g)/100	0,50	0,62	0,83	1,33	2,29	3,33	4,63	5,59	6,37	6,90	7,29	7,44	7,60	8,19	9,25	10,88	12,76	14,91	17,48	19,62	21,46	22,43	23,10	23,38	23,66
SGR	0,82	1,09	1,95	2,38	1,50	1,28	0,68	0,46	0,27	0,19	0,07	0,07	0,26	0,43	0,58	0,57	0,55	0,57	0,40	0,31	0,15	0,10	0,04	0,04	0,15
FCR		0,86	0,91	0,68	0,58	0,76	0,77	1,10	1,23	1,03	1,56	3,49	3,49	1,11	0,84	0,94	1,05	1,00	0,97	1,05	1,19	1,25	2,03	4,96	4,96



## 2.7 Control de la biomasa

Las plataformas de cultivo offshore están provistas de cámaras y sensores que permiten el control diario del comportamiento del stock de peces existente en cada una de las 6 unidades de cultivo y del medio marino (temperaturas, corrientes, niveles de oxígeno ... etc.)

Este sistema de control garantiza la supervisión en continuo del estado sanitario de los peces, y su biometría de manera periódica, haciendo factible las actuaciones preventivas y de corrección directa, que sean necesarias para el mantenimiento del bienestar general de los peces cultivados.

## 2.8 Transporte

Los alevines serán transportados a las granjas offshore mediante el uso de wellboats<sup>31</sup>, evitando pasos intermedios.

Para ello dentro del diseño de la hatchery se ha establecido un sistema de bombeo de peces directo hasta el muelle más próximo dentro del recinto portuario de Carboneras, perteneciente a la Autoridad Portuaria de Almería.

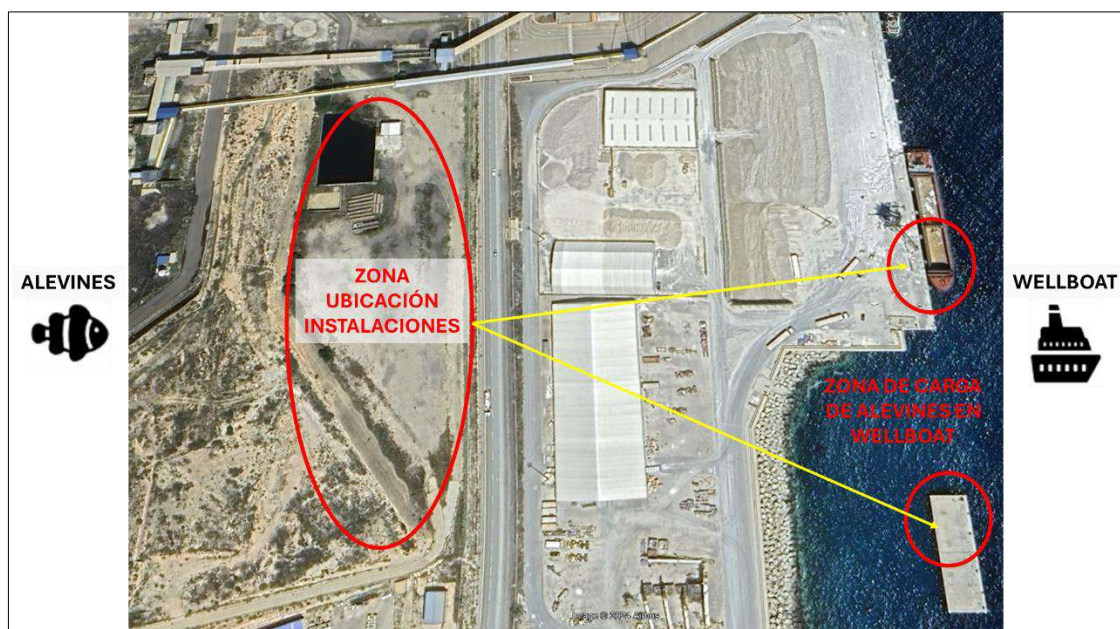


Figura 26. Sistema de bombeo

Este tipo de embarcaciones está especializado en el transporte de peces vivos en grandes volúmenes. Se lleva empleando de manera habitual desde hace años en el sector acuícola del salmón y más recientemente en la acuicultura mediterránea.

<sup>31</sup> Barco pesquero con un pozo o tanque para el almacenamiento y transporte de peces vivos



Figura 27. Esquema de un wellboat

Un barco de transporte de peces consta básicamente de depósitos con sistemas de oxigenación, bombeo y conteo de alevines que garantizan un transporte seguro de los mismos.

En estos momentos nuestro proyecto está en la fase del diseño de un wellboat adaptado a las necesidades operativas que combinan las granjas offshore y el criadero. Básicamente el diseño se está contemplado para entregar 500.000 alevines en cada viaje, que se envían a la plataforma de cultivo en alta mar. Se prevé que los requisitos de las bodegas del barco para el transporte de los peces admitan una densidad de 50 kg de pescado/m<sup>3</sup> divididos en varios tanques (para un manejo seguro) y estarán equipados con sistemas de control y monitoreo del agua diseñados para Seriola y Corvina. Las operaciones de carga se realizan con una grúa de compensación de carga con manguera flexible y sistema de bombeo. Las operaciones de descarga son operaciones DP (Posicionamiento Dinámico).

Las dimensiones finales del barco podrán oscilar entre los 40 a 50 metros de eslora y una manga de 8 a 10 metros, para una tripulación aproximada de unas 10 personas.



Figura 28. Ejemplos de wellboat del sector del salmón

Se tiene programado que el wellboat esté operativo durante el año 2026/2027. Y como medida de seguridad también se ha previsto el alquiler y/o compra de un wellboat a través de varias empresas noruegas del sector del salmón.

Hay que señalar también que dentro del grupo de empresas partners que integran el proyecto OAC GLOBAL se encuentra la empresa española ZAMAKONA<sup>32</sup>, con experiencia en la construcción de wellboats a nivel internacional.

## 2.9 Pesca y cosecha

Una vez que las Seriolas y Corvinas alcancen su talla comercial en cada subunidad de cultivo se procederá a su pesca mediante el empleo de redes de cerco y se trasladarán en vivo hasta el barco de pesca, mediante el uso de sistemas de bombeo de peces vivos.

Una vez en el barco de pesca se procederá a su aturdimiento y sacrificio, siguiendo la normativa de sacrificio vigente en la legislación europea y las recomendaciones establecidas por las empresas de Certificación en Acuicultura.

Del barco de pesca se trasladará a la sala de procesado de pescado para su posterior empaquetado y comercialización.



Figura 29. Imagen de ejemplo de proceso de pesca-1



Figura 30. Imagen de ejemplo de proceso de pesca-2

<sup>32</sup> [www.zamakonyards.com](http://www.zamakonyards.com)



### 3. MARCO LEGISLATIVO

La acuicultura marina es una actividad muy reglamentada en virtud de sus características al ser una actividad agroalimentaria, y de las necesidades de espacio que la vinculan la mayoría de las ocasiones al uso del Dominio Público Marítimo-Terrestre. A continuación, se cita la legislación consultada durante la redacción del presente documento ambiental, según las distintas áreas.

#### 3.1 Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos

La acuicultura marina es una actividad muy reglamentada en virtud de sus características al ser una actividad agroalimentaria, y de las necesidades de espacio que la vinculan la mayoría de las ocasiones al uso del Dominio Público Marítimo-Terrestre. A continuación, se cita la legislación aplicada durante la redacción del presente documento ambiental, según las distintas áreas:

##### Normativa Estatal

- Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

##### Normativa comunitaria

- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

#### 3.2 Protección territorial. Red Natura 2000 y Dominio Público Marítimo Terrestre

Por las características de la acuicultura marina en casi la totalidad de los casos será necesaria una ubicación próxima al recurso marino y por tanto en el dominio público marítimo terrestre. La normativa de referencia es:

##### Normativa Estatal

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.
- Real Decreto 668/2022, de 1 de agosto, por el que se modifica el Reglamento General de Costas, aprobado por Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre.
- Ley 2/2013 de 29 de mayo, de Protección y Uso Sostenible del Litoral y modificación de la ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas.
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de Protección del Medio Marino.

- Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo.
- Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueban los planes de ordenación del espacio marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas.
- Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- Orden ARM/2417/2011, de 30 de agosto, por la que se declaran zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria marinos de la región biogeográfica Macaronésica de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación.

#### Normativa Autonómica

- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de protección ambiental integrada.
- Decreto n.º 259/2019, de 10 de octubre, de declaración de Zonas Especiales de Conservación (ZEC), y de aprobación del Plan de gestión integral de los espacios protegidos del Mar Menor y la franja litoral mediterránea de la Región de Murcia.

#### Normativa comunitaria

- Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino ("**Directiva Marco sobre la Estrategia Marina**").
- Directiva 2014/89/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, por la que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo.

Se deberán de tener en cuenta los "Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)" y los "Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG)" de los espacios naturales donde se ubiquen. Además de los "Planes de Puertos" para aquellas instalaciones que se ubiquen en Dominio Portuario o en Dominio Público Marítimo Terrestre en mar.

### **3.3 Biodiversidad, flora y fauna**

#### Normativa Estatal

- Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Corrección de errores.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.

#### Normativa Autonómica

- Ley 7/1995, de 21 de abril, de la fauna silvestre, caza y pesca fluvial.
- Decreto número 48/1998, de 30 de julio, de protección del medio ambiente frente al ruido.

#### Normativa comunitaria

- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres.

#### Convenios

- CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Instrumento de ratificación de 16 de noviembre de 1993 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, hecho en Río de Janeiro 5 de junio de 1992.
- CONVENIO DE BERNA. Instrumento de ratificación de 13 de mayo de 1986 del convenio de 19 de septiembre de 1979 relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa, hecho en Berna.
- CONVENIO CITES. Instrumento de Adhesión de España de 16 de mayo de 1986 a la Convención de 3 de marzo de 1973 sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, hecho en Washington.

### **3.4 Sector acuícola y pesquero**

Existen normas relacionadas con la autorización de la actividad, la regulación de las concesiones del dominio público, así como normas de carácter ambiental (autorizaciones ambientales), sanitarias y de comercialización. Además, existen otras normas y permisos relativos al traslado de animales y autorizaciones de introducción de organismos procedentes de zonas ubicadas fuera de la Comunidad Autónoma para su cultivo acuícola. Así como las relativas a la recolección por marisqueo para fines productivos en la propia comunidad. Independientemente, puede ser necesario el cumplimiento de otros requisitos u obtención de otros permisos o licencias como paso previo al inicio de la actividad acuícola. Por último, citar la normativa relacionada con el cumplimiento de las planificaciones territoriales.

#### Normativa Estatal

- Ley 23/1984, de 25 de junio, de Cultivos Marinos.
- Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado.
- Ley 5/2023, de 17 de marzo, de Pesca Sostenible e Investigación Pesquera.

#### Normativa Autonómica

- Ley 2/2007, de 12 de marzo, de Pesca Marítima y Acuicultura de la Región de Murcia. (BORM nº 83, de 12/04/2007).
- Decreto n.º 72/2016, de 20 de julio, por el que se regula la pesca marítima de recreo en las aguas interiores de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM nº 170, de 23/07/2016).

- Orden del 28 de Mayo de 2010 de la Consejería de Agricultura y Agua, crea el Libro de Explotación Acuícola

#### Normativa comunitaria

- Reglamento (UE) nº 1380/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2013, sobre la Política Pesquera Común.
- Reglamento (CE) 708/2007, sobre el uso de las especies exóticas y las especies localmente ausentes en la acuicultura.
- Directrices estratégicas para una acuicultura de la UE más sostenible y competitiva para el período 2021-2030. COM/2021/236 final.

### **3.5 Cambio climático y Contaminación**

#### Normativa Estatal

- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifica la ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados.
- La Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética (LCCTE).
- Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas. Además de sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 293/2018, de 18 de mayo, sobre reducción del consumo de bolsas de plástico y por el que se crea el Registro de Productores.
- Orden FOM/1793/2014, de 22 de septiembre, por la que se aprueba el Plan Marítimo Nacional de respuesta ante la contaminación del medio marino.
- Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina.
- Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, se regula el uso de determinados biocarburantes y el contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Además de sus posteriores modificaciones.

#### Normativa comunitaria

- Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Directiva (UE) 2016/802 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de mayo de 2016, relativa a la reducción del contenido de azufre de determinados combustibles líquidos.
- Directiva 1999/32/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa a la reducción del contenido de azufre de determinados combustibles líquidos y por la que se modifica la Directiva 93/12/CEE.

- Directiva 2012/33/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de noviembre de 2012, por la que se modifica la Directiva 1999/32/CE del Consejo en lo relativo al contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.

#### Convenios

- CONVENIO MARPOL. "Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques", adoptado por la OMI en 1973 y enmendado por los Protocolos de 1978 y 1997.
- CONVENIO OPRC-HNS. Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos de 1990 y su Protocolo HNS 2000.

### **3.6 Sanidad animal**

#### Normativa Estatal

- Ley 8/2003, de 24 de abril, de sanidad animal.
- Real Decreto 1614/2008, de 3 de octubre relativo a los requisitos zoonosanitarios de los animales y de los productos de la acuicultura, así como a la prevención y el control de determinadas enfermedades de los animales acuáticos.
- Real Decreto 1590/2009 por el que se modifica el Real Decreto 1614/2008, de 3 de octubre, relativo a los requisitos zoonosanitarios de los animales y de los productos de la acuicultura, así como a la prevención y el control de determinadas enfermedades de los animales acuáticos.

#### Normativa Autonómica

- Proyecto Jacumar Gestión Sanitaria, (Subproyecto Murcia. Caracterización y estandarización de condiciones de sanidad animal en acuicultura marina: creación de mapas epidemiológicos y elaboración de estrategias para el diseño de una red de vigilancia epidemiológica).
- Protocolo Normalizado de Trabajo para Muestreo y diagnóstico de betanodavirus, VHSV e IPNV en peces salvajes y cultivados.

#### Normativa comunitaria

- Directiva 2006/88/CE, relativa a los requisitos zoonosanitarios de los animales y de los productos de la acuicultura, y a la prevención y el control de determinadas enfermedades de los animales acuáticos

### **3.7 Aguas y Vertidos al medio marino**

#### Normativa Estatal

- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Orden de 13 de julio de 1993 por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar.
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995 de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Además de sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

#### Normativa Autonómica

- Decreto N.º 16/1999, de 22 de abril, sobre Vertidos de Aguas Residuales Industriales al Alcantarillado.

#### Normativa comunitaria

- Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. ("**Directiva Marco del Agua**").
- Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño. ("**Directiva de Aguas de Baño**").

### **3.8 Residuos**

#### Normativa Estatal

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.

### **3.9 Comercialización**

#### Normativa Estatal

- Real Decreto 418/2015, de 29 de mayo, por el que se regula la primera venta de los productos pesqueros.
- Ley 28/2015, de 30 de julio, para la defensa de la calidad alimentaria.
- Ley 12/2013, de 2 de agosto, de medidas para mejorar el funcionamiento de la cadena alimentaria.
- Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.

#### Normativa Autonómica

- Orden de 24 de mayo de 2012 de la Consejería de Agricultura y Agua, por la que se designan los puertos y puntos de control autorizados para el desembarque de productos pesqueros en la Región de Murcia.

#### Normativa comunitaria

- Directiva 2011/91/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de diciembre de 2011, relativa a las menciones o marcas que permitan identificar el lote al que pertenece un producto alimenticio.
- Reglamento (UE) 2018/848 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre producción ecológica y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.o 834/2007 del Consejo.
- Reglamento de Ejecución (UE) 2020/464, por el que se establecen determinadas normas de desarrollo del Reglamento (UE) 2018/848 con respecto a los documentos necesarios para el reconocimiento retroactivo de los períodos de conversión, la producción de productos ecológicos y la información que los Estados miembros deben facilitar.

### **3.10 Higiénico-sanitaria**

#### Normativa Estatal

- Ley 6/2019, de 9 de abril, de Calidad Agroalimentaria.
- Real Decreto 418/2015, de 29 de mayo, por el que se regula la primera venta de los productos pesqueros.

#### Normativa Autonómica

- Ley 8/2002, de 30 de octubre, por la que se crea el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA).

#### Normativa Comunitaria

- Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril del 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.
- Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril del 2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.
- Reglamento (CE) N° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004, sobre los controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre la salud animal y bienestar de los animales.

### **3.11 Patrimonio cultural subacuático**

#### Normativa Estatal

- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español).
- Real Decreto 371/2020, de 18 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Extracciones Marítimas.

#### Normativa Autonómica

- Ley 4/2007 de Patrimonio Cultural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

- Estatuto de Autonomía de la Región de Murcia. Ley Orgánica 4/1982, de 9 de junio. Artículos 10, 12 y 15. (BOE, 19/06/1982).
- Ley 4/1990, de 11 de abril, de medidas de fomento del Patrimonio Histórico de la Región de Murcia. (BORM, 17/05/1990; BOE, 17/07/1990).
- Decreto 180/1987, de 26 de noviembre, sobre actuaciones arqueológicas. (BORM, 04/01/1988).

#### Convenios

- CONVENCIÓN DE LA UNESCO PARA LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL SUBACUÁTICO de 2001" el 6 de julio de 2005.
- CONVENCIÓN DE NACIONES UNIDAS SOBRE EL DERECHO DEL MAR, 1982.

### **3.12 Puertos, Navegación marítima y Defensa Nacional**

#### Normativa Estatal

- Constitución española.
- Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- Ley Orgánica 5/2005, de 17 de noviembre, de la Defensa Nacional.
- Ley 8/1975, de 12 de marzo, de zonas e instalaciones de interés para la Defensa Nacional.
- Real Decreto 689/1978, de 10 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de zonas e instalaciones de interés para la Defensa Nacional, que desarrolla la Ley 8/1975, de 12 de marzo, de zonas e instalaciones de interés para la Defensa Nacional.
- Ley 14/2014, de 24 de julio, de Navegación Marítima.
- Real Decreto 638/2007, de 18 de mayo, por el que se regulan las Capitanías Marítimas y los Distritos Marítimos, que deroga el Real Decreto 1246/1995.
- Real Decreto 804/2014, de 19 de septiembre, por el que se establecen el régimen jurídico y las normas de seguridad y prevención de la contaminación de los buques de recreo que transporten hasta doce pasajeros.

### **3.13 Ordenación del Espacio Marino**

- Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueban los planes de ordenación del espacio marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas.
- Planes de ordenación del espacio marítimo (POEM): III. Diagnóstico. Los sectores marítimos: situación actual y previsiones de desarrollo futuro o potencial. C. Demarcación marina Levantino-Balear.
- Planes de ordenación del espacio marítimo (POEM): III. Diagnóstico. Los sectores marítimos: situación actual y previsiones de desarrollo futuro o potencial. C. Demarcación marina Estrecho y Alborán.



#### 4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación del proyecto ha sido obtenida tras un estudio de alternativas, que se puede consultar en el apartado 6 del presente documento.

El proyecto de instalación de una concesión de cultivos marinos offshore de *Seriola (Seriola dumerili)* y *Corvina (Argyrosomus regius)* en mar abierto se localiza en la zona sur de la Región de Murcia donde por diferentes factores se dan las condiciones propicias necesarias para el desarrollo de este tipo de instalaciones de producción acuícola.

Las 2 jaulas flotantes de engorde se han situado formando una línea en el mar, frente a la costa de la Región de Murcia en la bahía de Mazarrón, siendo la distancia aproximada desde el centro de cada jaula flotante al punto más cercano a costa; "jaula MU-1.01; 6,47 km a Mazarrón" y "MU-1.02; 6,21 km a La Azohía".

El puerto más cercano es el "Puerto deportivo de Mazarrón" a 7,0 km de la jaula MU-1.01 y 7,10 km de la jaula MU-1.02.

Los datos más relevantes en cuanto a ubicación de los centros de las plataformas de engorde se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Coordenadas UTM, ubicación de los centros de las jaulas de engorde

Coordenadas UTM de los centros de las jaulas, (Huso 30S)					
Número de Jaula	Coordenada X	Coordenada Y	Profundidad (m)	Distancia al punto más cercano a costa (km)	Distancia al Puerto de Mazarrón (km)
MU-1.01	655.855	4.151.987	182	6,47	7,00
MU-1.02	657.381	4.152.221	180	6,21	7,10

La localización de las instalaciones se muestra a continuación:



Figura 31. Localización geográfica del entorno previsto para la instalación acuícola (Escala 1:75.000)

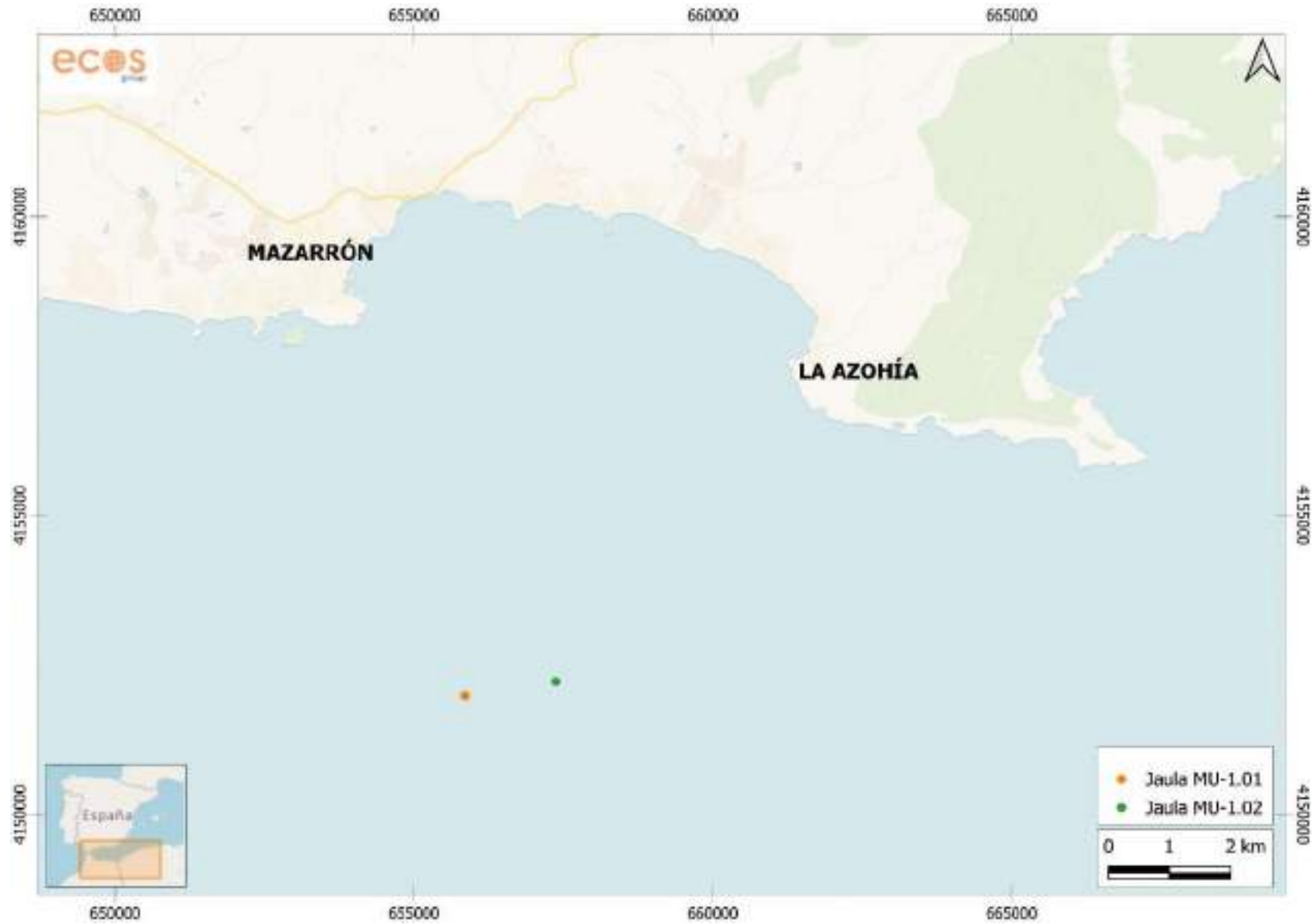


Figura 32. Zona prevista de ubicación de las jaulas de engorde (Escala 1:50.000)

La distribución general de la instalación se muestra en las siguientes imágenes:

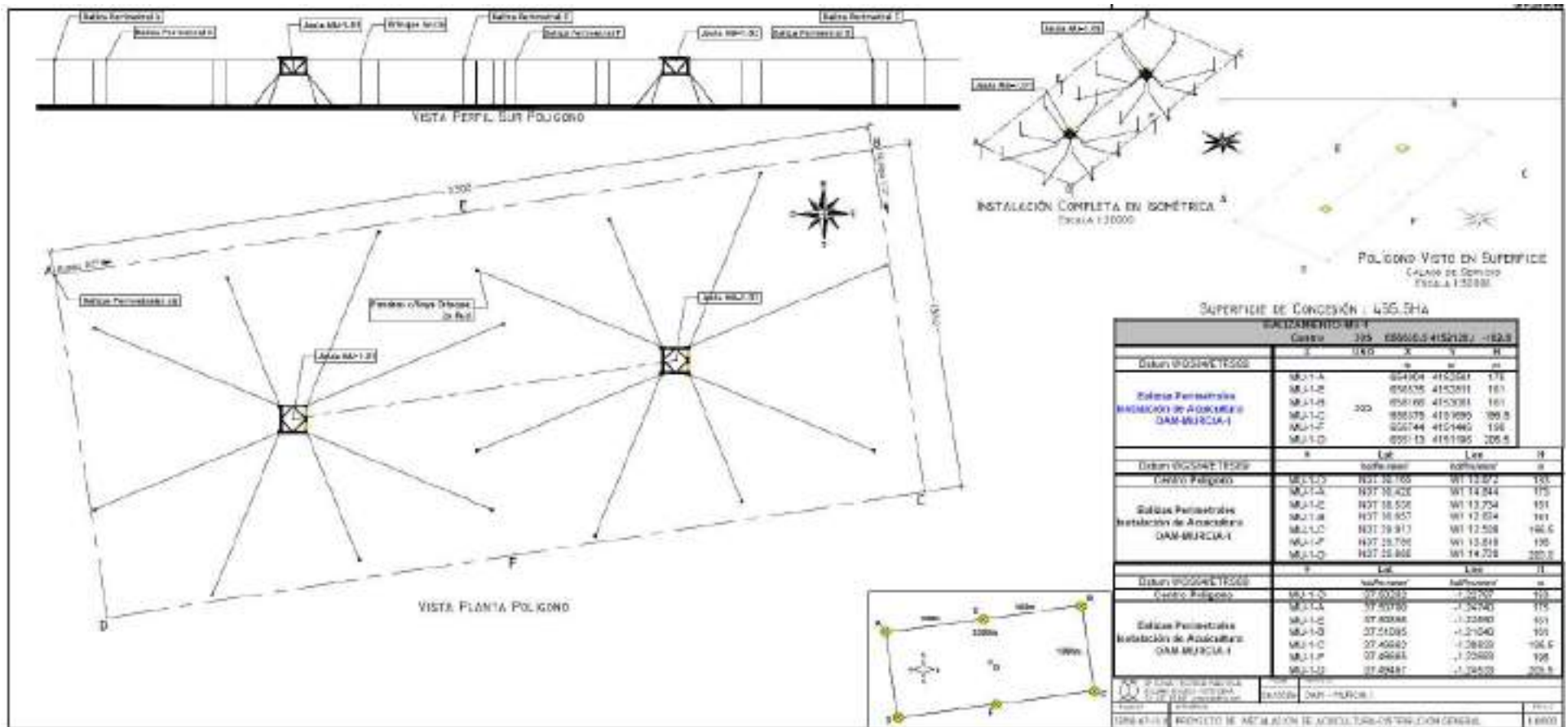


Figura 33. Distribución general del proyecto de instalación de acuicultura

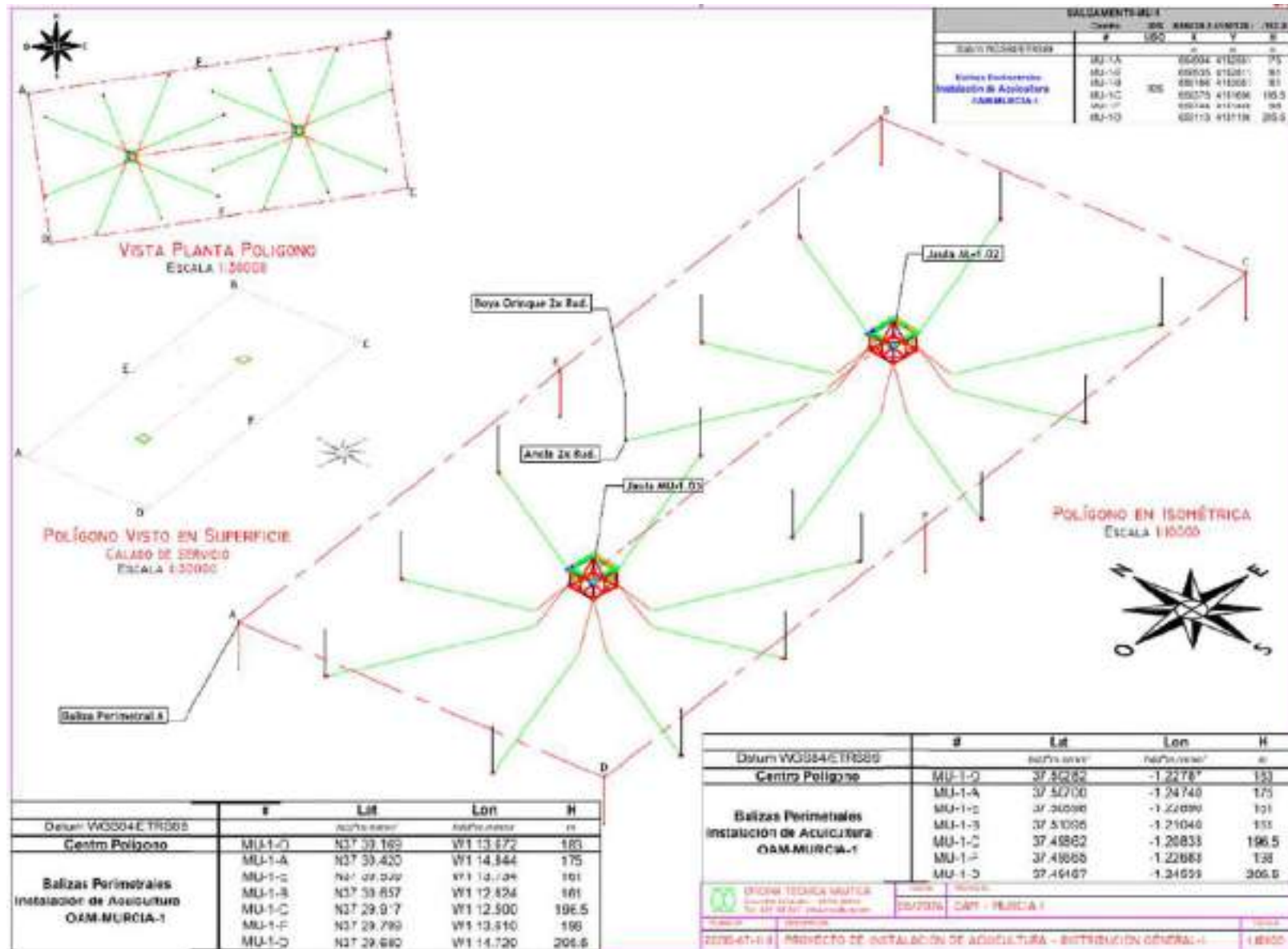


Figura 34. Distribución general-1 del proyecto de instalación de acuicultura

El emplazamiento de la instalación se muestra en la siguiente imagen:

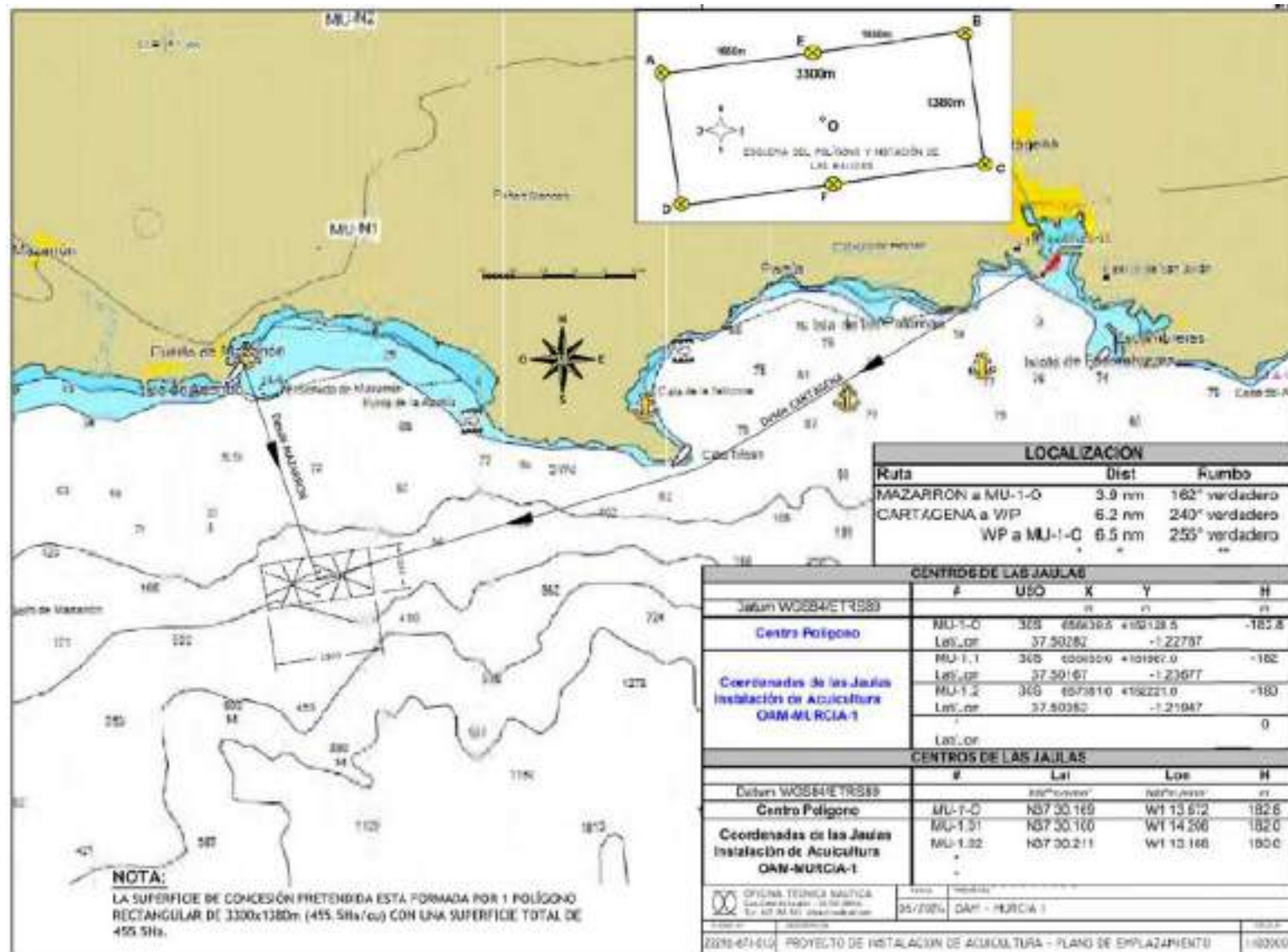


Figura 35. Emplazamiento del proyecto de instalación de acuicultura

La situación de las jaulas en relación con la batimetría se muestra en la siguiente imagen:

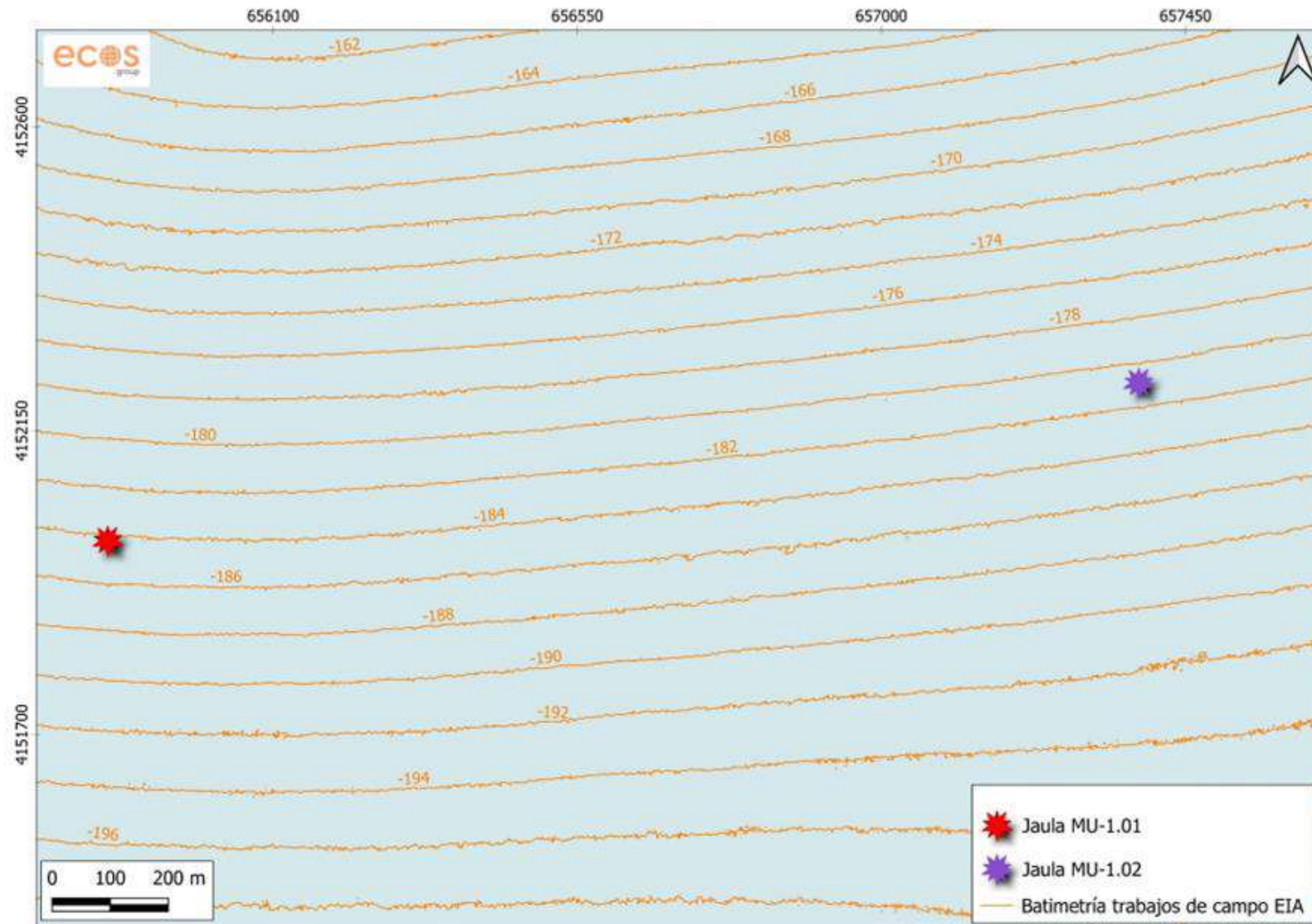


Figura 36. Batimetría de la zona de estudio cada 2 metros obtenida en los trabajos de campo (Escala 1:5.500)

La distancia desde el centro de cada plataforma al punto costero más cercano se muestra en la siguiente imagen:



Figura 37. Distancias de los centros de cada una de las jaulas al punto más cercano a costa (Escala 1:50.000)



El puerto más cercano es el Puerto Deportivo de Mazarrón tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 38. Distancias de los centros de cada una de las jaulas al Puerto de Mazarrón (Escala 1:50.000)

En cuanto a los requerimientos logísticos (operaciones y mantenimiento), está previsto utilizar barcos de apoyo de más de 50 m de eslora por lo que la base operativa en principio debería estar localizada en grandes puertos como por ejemplo el de Cartagena, situado a unas 12,7 millas náuticas (23,52 km aproximadamente) de las instalaciones previstas.

Además de los elementos principales y más visibles del proyecto que son las jaulas flotantes de engorde antes mencionadas, el proyecto acuícola precisa de la instalación de otros elementos para la sujeción de las jaulas flotantes como anclajes situados en el lecho marino y las líneas de fondeo y los amarres correspondientes que permitan fondear las jaulas flotantes.

**4.1 Solicitud de balizamiento**

El proyecto define igualmente el sistema de balizamiento para ayudas a la navegación marítima para demarcar el perímetro de la concesión y sus áreas de influencia, presentado en el documento PROYECTO DE BALIZAMIENTO PERIMETRAL, anexo al documento presentado denominado "PROYECTO BÁSICO DE INSTALACIÓN DE ACUICULTURA PARA UNA GRANJA MARINA DE ENGORDE DE PECES EN JAULAS FLOTANTES, EN AGUAS DEL MEDITERRANEO de nombre OAM-MURCIA-1 en MAZARRÓN (MURCIA)", que se ejecutará previo al montaje de los grupos de jaulas flotantes.

Posicionadas las jaulas, se despliegan los fondeos y se obtiene el polígono que inscribe toda la infraestructura en su interior, con esto resultan los siguientes puntos de la concesión propuesta, dónde MU 1 representa el código de la instalación y los puntos AL-1-X, referencian a las balizas perimetrales, siendo X igual a A-B-C-D los vértices, y X igual a E-F las balizas intermedias del polígono propuesto:

Tabla 12. Coordenadas de los balizamientos previstos para la concesión

BALIZAMIENTO-MU-1					
	Centro	30S	656539.54152128		-182.8
	#	USO	X	Y	H
Datum WGS84/ETRS89			m	m	m
Balizas Perimetrales Instalación de Acuicultura OAM-MURCIA-1	MU-1-A		654904	4152561	175
	MU-1-E		656535	4152811	161
	MU-1-B	30S	658166	4153061	161
	MU-1-C		658375	4151686	196.5
	MU-1-F		656744	4151446	198
	MU-1-D		655113	4151196	205.5

BALIZAMIENTO-MU-1				
	#	Lat	Lon	H
Datum WGS84/ETRS89		dd°mm'.	dd°mm'.	m
Centro Polígono	MU-1-O	37.50282	-1.22787	183
Balizas Perimetrales Instalación de Acuicultura OAM-MURCIA-1	MU-1-A	37.50700	-1.24740	175
	MU-1-E	37.50898	-1.22890	161
	MU-1-B	37.51095	-1.21040	161
	MU-1-C	37.49862	-1.20833	196.5
	MU-1-F	37.49805	-1.22683	198
	MU-1-D	37.49467	-1.24533	205.5

BALIZAMIENTO-MU-1				
	#	Lat	Lon	H
Datum WGS84/ETRS89		dd°mm'.	dd°mm'.	m
Centro Polígono	MU-1-O	N37 30.169	W1 13.672	183
Balizas Perimetrales Instalación de Acuicultura OAM-MURCIA-1	MU-1-A	N37 30.420	W1 14.844	175
	MU-1-E	N37 30.539	W1 13.734	161
	MU-1-B	N37 30.657	W1 12.624	161
	MU-1-C	N37 29.917	W1 12.500	196.5
	MU-1-F	N37 29.799	W1 13.610	198
	MU-1-D	N37 29.680	W1 14.720	205.5

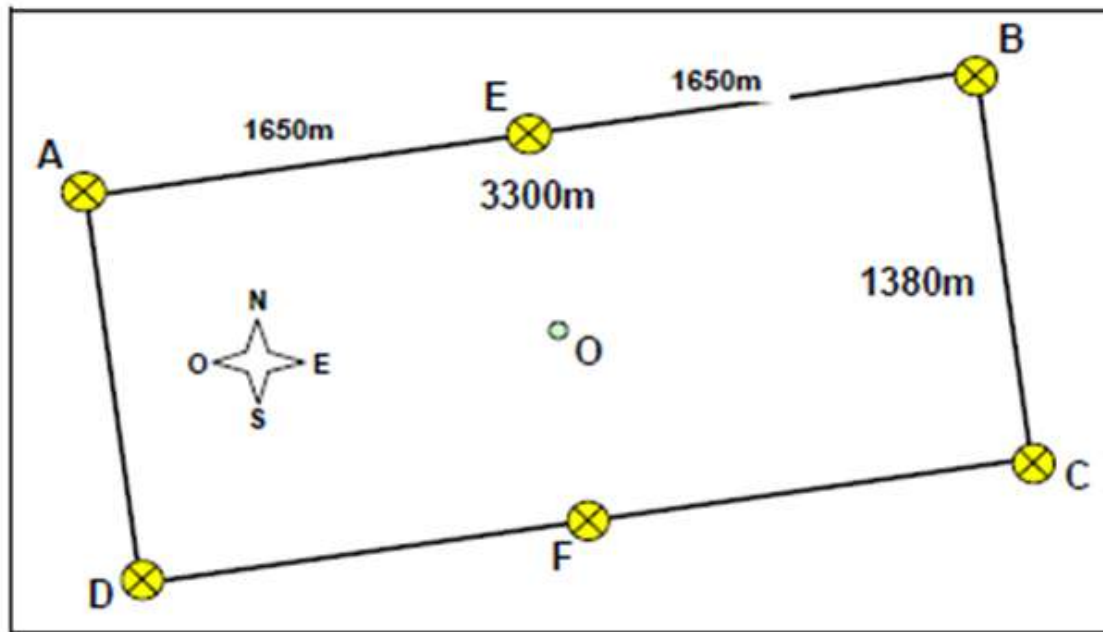


Figura 39. Balizamiento previsto para la futura concesión acuícola

La porción de dominio público marítimo-terrestre afectada es la de la concesión solicitada, la cual se define por las coordenadas definidas en la tabla anterior, e identificada gráficamente en las figuras correspondiente al proyecto OAM-MURCIA-1 con una superficie de 455,5 hectáreas.

El balizamiento de la instalación se muestra en la siguiente imagen:

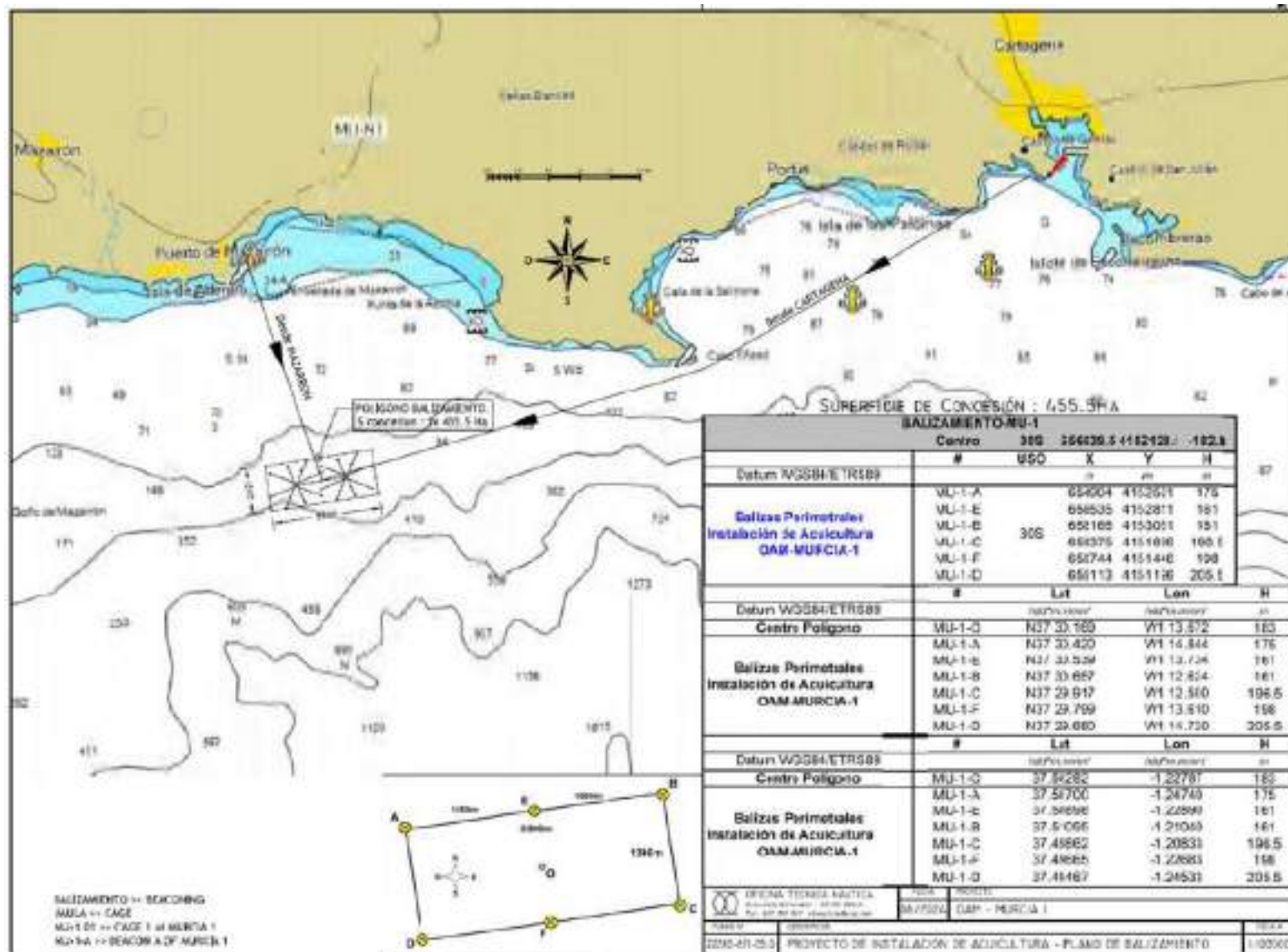


Figura 40. Balizamiento del proyecto de instalación de acuicultura

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este título, descripción de proyecto, se divide en dos apartados, en primer lugar, se enumeran las instalaciones principales del proyecto para poder tener una visión de conjunto de este. En segundo lugar, se describen las características de los elementos que constituyen las instalaciones y su funcionamiento.

### 5.1 Instalaciones que constituyen el proyecto de cultivo

Las instalaciones proyectadas son:

- **Centro de reproducción, cría larvaria y pre-engorde**: situadas en el medio terrestre se abastecen de agua procedente del mar por medio de sistemas de captación y bombeo de agua, permitirá abastecer de alevines de *Seriola dumerili* las instalaciones offshore de engorde. El objetivo perseguido es obtener 7 millones de juveniles al año en diferentes ciclos o lotes, de un peso medio de salida de unos 50 gramos.

Estas instalaciones disponen de diferentes circuitos (sistemas RAS) que utilizan sofisticados sistemas de filtración y depuración del agua con el fin de ofrecer a las larvas cultivadas las condiciones adecuadas para su desarrollo. Además, es importante señalar que estos elementos se podrían enmarcar en el concurso internacional ("Plan Futur-e") para la búsqueda de proyectos que posibiliten el desarrollo económico e industrial en los terrenos de la central térmica "Litoral" una vez su cierre sea una realidad y que se encuentra en el municipio de Carboneras (Almería), a 67 km de Almería.

- **Jaulas flotantes de engorde offshore**: situadas en el medio marino, recibirán los alevines de *Seriola dumerili* y *Argyrosomus regius* para engorde.

Es importante recordar que tanto el centro de reproducción, cría larvaria y pre-engorde, como la planta de procesado se ubicarán en el medio terrestre y no serán objeto de evaluación ambiental en el presente documento tal y como se citó en el apartado 1 de introducción de este documento, pero para tener una visión de conjunto que permita entender el funcionamiento de la instalación de engorde situada en el medio marino se hará una descripción de estos.

### 5.2 Elementos de las instalaciones situadas en el medio marino

Se ubicarán en el medio marino y serán objeto de evaluación ambiental en el presente documento. Son los elementos que constituyen la instalación de engorde entre las que encontramos:

- **Jaulas flotantes de cultivo**: Para la fase productiva de engorde se utilizarán jaulas flotantes de cultivo GM AQUA DESIGN 1.0, MORELD AQUA unidades que tiene una planta de energía independiente, lastrado y equipamiento de alimentación con el fin de criar peces en una ubicación expuesta en alta mar (offshore). En la siguiente imagen se muestra la unidad:



Figura 41. Animación de una jaula flotante de engorde instalada y fondeada-1

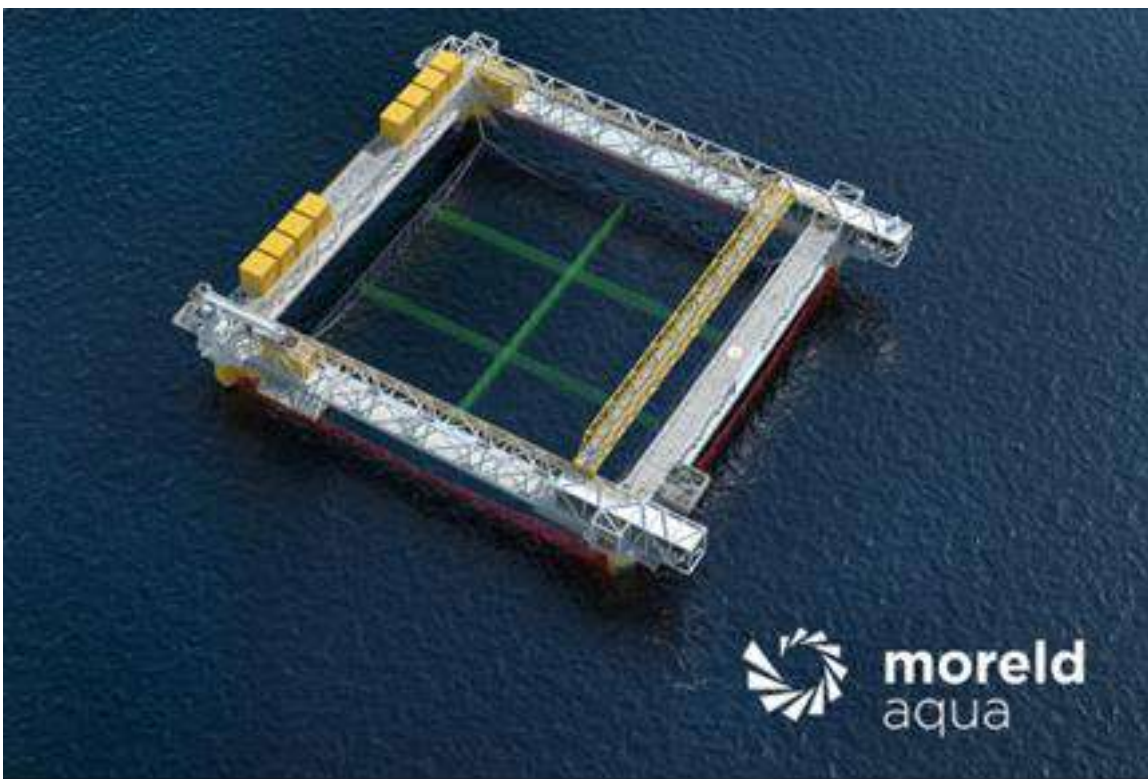


Figura 42. Animación de una jaula flotante de engorde instalada y fondeada-2

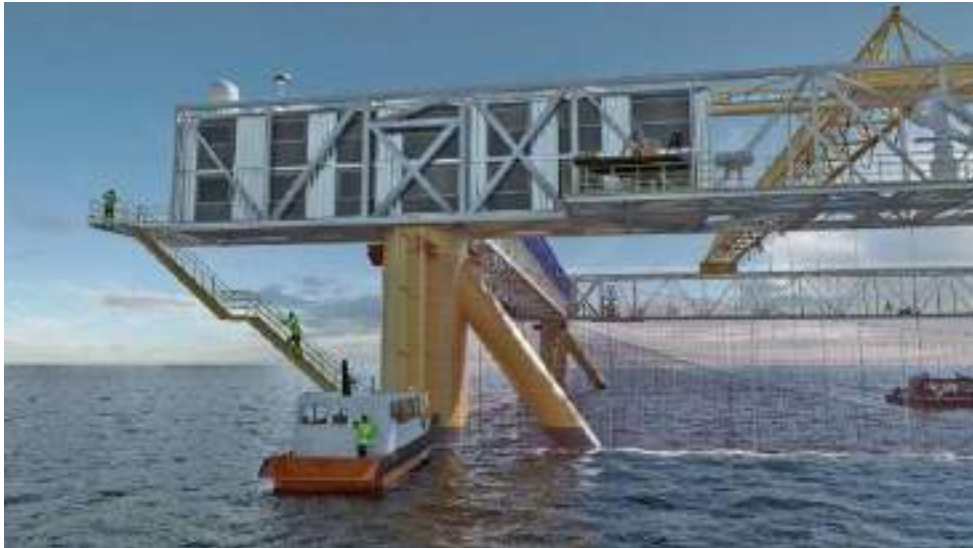


Figura 43. Animación, detalle jaula flotante de engorde-1



Figura 44. Animación, detalle jaula flotante de engorde-2



Figura 45. Animación, detalle jaula flotante de engorde-3

A continuación, se muestra el esquema general de la unidad:

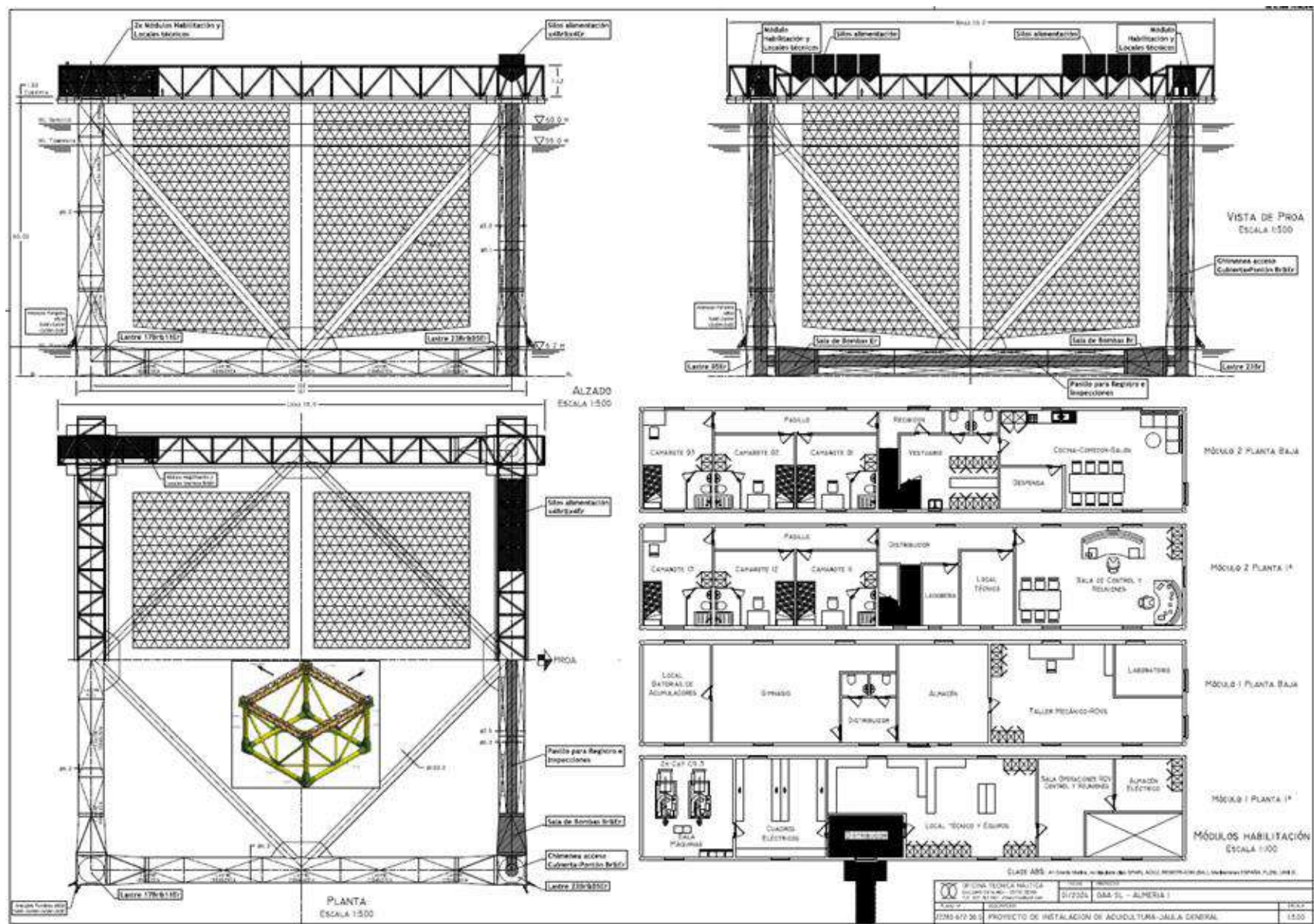


Figura 46. Esquema general de la jaula flotante



Descripción de la jaula flotante GM AQUA DESIGN 1.0 y funcionamiento:

En el interior del polígono se instalarán 2 jaulas flotantes de 100x100m, modelo GM AQUA DESIGN 1.0, totalmente autónomas e independientes, fondeadas de forma permanente al lecho marino.

Cada jaula dispone de 8 puntos de anclaje, cada uno de ellos fija una línea de fondeo, resultando 8 líneas de fondeo por jaula, distribuidas de forma que cualquier rotura o avería de una cualquiera de las líneas es repartida entre las demás para funcionar en avería y resistir las cargas ambientales de diseño hasta las reparaciones.

Las jaulas se gestionan de forma remota, disponen de circuito cerrado de monitorización de peces, sensores meteorológicos, sistemas de trimado, sistemas de alimentación, recogida de bajas y limpieza de redes gobernados remotamente desde tierra.

Se trata de jaulas flotantes son del tipo "Columna Estabilizada" fabricadas con acero. Cada una de ellas consiste en 4 columnas que sobresalen en la superficie, un pontón paralelepípedo sumergido que las columnas anteriores apoyan en sus vértices y una cubierta soportada en las partes superiores de las columnas. La flotabilidad la proporcionan el pontón sumergido, las columnas sumergidas y la parte de la estructura sumergida formada por tirantes diagonales horizontales y verticales.

El pontón de base mide 100 x 100m entre ejes, el diámetro (interior a forros) de los tubos del pontón y las columnas es de  $\varnothing$  6 m, el pontón de base se refuerza con 4 tirantes horizontales de  $\varnothing$  2.20 m entre las medianías de cada travesaño y en sentido de las diagonales, las 4 columnas se estabilizan sobre el pontón mediante 8 tirantes verticales de  $\varnothing$  2.80m que vienen a apoyarse sobre la medianía de los travesaños del pontón.

Las dimensiones máximas del pontón resultan: 107x107 m de base, por 65 m de altura hasta la cara baja de la cubierta. La cubierta tiene un espesor de 1,5m (66,5 m sobre la Base) y presenta unas dimensiones máximas de 115,9 x 115,9 m, consiste en una plataforma perimetral de 8 m de anchura, con 4x Nodos, uno en cada vértice, de 12x12m cu. y que sirven de conexión con las columnas del pontón y plataformas de cubierta. Sobre cubierta una estructura reticulada formando una galería con la cubierta y que sirve de soporte para los medios de manipulación y movimiento de redes. En la parte de proa sobre la estructura monta x 8 Silos para pienso de 80Tm cu.

Sobre los nodos de popa instalará x 2 Módulos de habilitación de 26 x 5 m de base y dos plantas, uno residencial y oficinas con capacidad para 6 pax y otro como locales técnicos, almacenes y talleres.

El volumen aproximado del espacio de redes en la flotación de servicio resulta aproximadamente entre 288000: 300000 m<sup>3</sup> dependiendo de la configuración.

A modo de resumen las dimensiones principales previstas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13. Dimensiones principales previstas para cada jaula flotante

Características	Dimensiones (m)
Eslora máxima	115,9
Manga máxima	115,9
Puntal hasta cubierta	66,5
Puntal máximo (Incluyendo Estructuras Reticuladas Superiores)	73,92

Características	Dimensiones (m)
Calado de servicio	60
Calado de tormenta	55
Dimensiones entre ejes de la estructura del pontón	100
Diámetros de los elementos principales del pontón y columnas	Ø 6
Altura de las columnas desde la base de la estructura	65
Dimensiones brutas de las redes	80 x 80
Profundidad de Redes en servicio	45
Calado aéreo en flotación de servicio	13,9
Calado aéreo en flotación de tormenta	18,9

Cada unidad dispone de los siguientes elementos y servicios:

- Sistema de gestión de energía eléctrica.
- Sistema de control de agua de lastre y achique de sentinas.
- Control de niveles y alarmas en Tanques de lastre y de flotación.
- Almacén y sistema automático de alimentación de peces.
- Red externa anti fugas y predadores.
- Redes internas para la sectorización de la jaula.
- Redes interiores y superiores de Dyneema.
- Sistema automático de recolección de bajas.
- Sistema de pesca y siembra.
- Sistema neumático.
- Sonda para control de la biomasa.
- Sistema Contra Incendios.
- Sistema de Agua salada a Alta presión para limpieza.
- Radio y AIS.
- Central meteorológica para control de olas y viento.

#### Funcionamiento:

Las jaulas flotantes de engorde pueden adoptar dos modos de funcionamiento diferentes:

- Normal (buen tiempo): francobordo de 5 metros desde cubierta hasta la superficie del mar.
- Mal tiempo: La unidad entrará en este modo de funcionamiento en base en los datos meteorológicos de los propios sensores, así como los datos disponibles de otras fuentes de monitoreo y agencias/autoridades de pronóstico en la zona. Si los datos indican altas probabilidades de un estado de mala mar, la unidad entrará en este modo de funcionamiento, emergiendo en 5 metros, quedando un francobordo de 10 metros desde cubierta hasta la superficie del mar.



Figura 47. Animación de la unidad funcionando con normalidad (izq.) y en modo "mal tiempo" (dch.)

### Mantenimiento

En las jaulas se llevarán a cabo las operaciones de mantenimiento necesarias para garantizar el buen funcionamiento de la unidad a lo largo de su ciclo de vida.

### Plataforma de suministro

La Unidad no dispone de medios para que se amarren los buques de suministro. El embarque/desembarque de tripulación se realizará mediante la embarcación de servicio, y la pasarela elevable dispuesta para este fin. El bote de servicio se estibarà sobre la estructura superior y se vara/bota mediante su pescante elevador.

La carga de piensos de alimentación de peces se realizará mediante grúas de los buques de suministros en grandes bolsas o mediante una cinta transportadora.

### Equipos de salvamento y protección

La unidad instalará material de salvamento conforme DNV, y que en ningún momento será menor a los requerimientos de SOLAS, y como mínimo instalará:

- Una balsa salvavidas con capacidad para 12 personas, además se dispondrá de una escalera de cuerda de emergencia con longitud suficiente para alcanzar la superficie del mar.
- Chalecos Salvavidas para todos los tripulantes.
- En el perímetro de la unidad se dispondrán 8x aros salvavidas que serán instalados y fijados de forma adecuada. 1x en cada vértice y 1x en la medianía de cada una de las pasarelas.
- Todos los equipos de salvamento deberán ser aprobados por SOLAS.
- Habrá un puesto de primeros auxilios dotado del equipo necesario de primeros auxilios.

### Producción de energía:

Se garantiza la producción de energía mediante un sistema doble de generadores diésel y sistema de acumulación por baterías. Dispondrá Inversores y todos los elementos necesarios para la monitorización, control, alarmas y seguridad. Estarán instalados en el módulo de servicios y estará monitorizado desde la sala de control.

### Otros equipamientos:

- Antena y mástil: Sobre los módulos de habilitación y servicios se dispondrá un mástil para todos los equipos de comunicación y navegación. Se podrán instalar antenas de satélite para la comunicación.
- Iluminación: Se instalarán luces de búsqueda en la cubierta superior con potencia suficiente para iluminar el entorno inmediato alrededores del anillo exterior superior de la plataforma.

Toda la iluminación exterior tiene un grado mínimo de protección IP56 y está hecha para su uso en alta mar. Estará instalada e iluminará adecuadamente todas las áreas. Además, será fácilmente accesible para su inspección, mantenimiento y reparación.

La unidad dispondrá de la iluminación reglamentaria necesaria para cumplir con el reglamento internacional para prevenir los abordajes en el mar. Además, sistema AIS para el rastreo de embarcaciones, cumpliendo con las normas de la

OMI.

- Elementos contra incendios: El sistema de fijo extinción de incendios será conforme a los requerimientos DNV, dispondrá un sistema de extinción de incendios por CO<sub>2</sub>, un sistema fijo de mangueras contra incendios y además de un sistema de portátil de manguera contra incendios para poder actuar en cualquiera de las dependencias. También instalará extintores portátiles en número suficiente.

El sistema de extinción de incendios de CO<sub>2</sub> ofrece protección a la sala de máquinas, sala de baterías, zonas con riesgo eléctrico, salas de bombeo y sala de procesamiento. Sonará una alarma general y otra local en el punto del incendio.

La ventilación y las compuertas de los espacios respectivos se cerrarán automáticamente al liberarse del sistema fijo de extinción de incendios.

### Redes de acuicultura

Las redes de contención son de cabo sintético, resistentes a la acción de rayos ultravioletas, de malla sin nudos. la jaula estará sectorizada para permitir varias fases de cultivo al mismo tiempo en una misma unidad. Contarán con las redes de cultivo adecuadas para cada fase del engorde dependiendo del tamaño de los peces.

Contará con redes fijas Antipredadores Laterales y fondo DYNEEMA TBC40mmxø5mm; Red Antipájaros superior en DYNEEMA TBC40mm MBL790kg; Cada sector además contará con Segunda capa de superior, lateral y en fondo de red DYNEEMA con el TBC adecuado al tamaño de los individuos del cardúmen. siempre existirá una red exterior de cobre anti-depredadores y las redes superiores anti-pájaros.

Las redes interiores se refuerzan con cabos verticales y horizontales, para resistir los esfuerzos producidos por olas y corrientes. En el refuerzo superior se fijan cabos de amarre espaciados para fijar la red a la cubierta y cables de tensión del fondo.

Por su parte superior la red se prolonga por encima del nivel del mar hasta la cubierta. La jaula quedara sellada por su parte superior por una red horizontal, manteniendo a los peces confinados incluso con la unidad sumergida.

Las Redes adoptan forma tronco-cónica en el fondo para facilitar la recogida de bajas. La extracción de peces muertos es automática.

La limpieza de las redes se realizará mediante el uso de un vehículo de control remoto (VCR).

### **5.2.1 Líneas de fondeo y sus componentes**

La complejidad del comportamiento de las estructuras fondeadas ante los efectos ambientales, y muy especialmente del oleaje, requiere procedimientos de cálculo sofisticados tanto de modelización de los parámetros ambientales, como de las estructuras flotantes y de su respuesta dinámica.

La instalación y su fondeo se ejecutará de acuerdo con los planos aprobados por una sociedad de clasificación de buques, de acuerdo con la normativa específica para instalaciones offshore, con los procedimientos y cálculos requeridos por esta normativa.

El objeto de este estudio de fondeo es confirmar, de modo preliminar, la viabilidad de la solución presentada en el proyecto, a partir de un procedimiento de cálculo simplificado. Este estudio de fondeo se recoge en el documento "PROYECTO BÁSICO DE INSTALACIÓN DE ACUICULTURA PARA UNA GRANJA MARINA DE ENGORDE

---

DE PECES EN JAULAS FLOTANTES, EN AGUAS DEL MEDITERRANEO de nombre OAM-MURCIA-1 en MAZARRÓN (MURCIA)”

El esquema general utilizado para el fondeo se muestra en la siguiente figura, de forma que en la base del disco de flotación se dispondrán los puntos de anclaje para el sistema de fondeo, orientados cada 90° en los 360° del arco. Se dispondrán de 8 líneas de fondeo por cada jaula y según “el estudio de cargas” dispondrán de:

- Tramos de cabo
- Tramos de cadenas
- Tramos de anclas

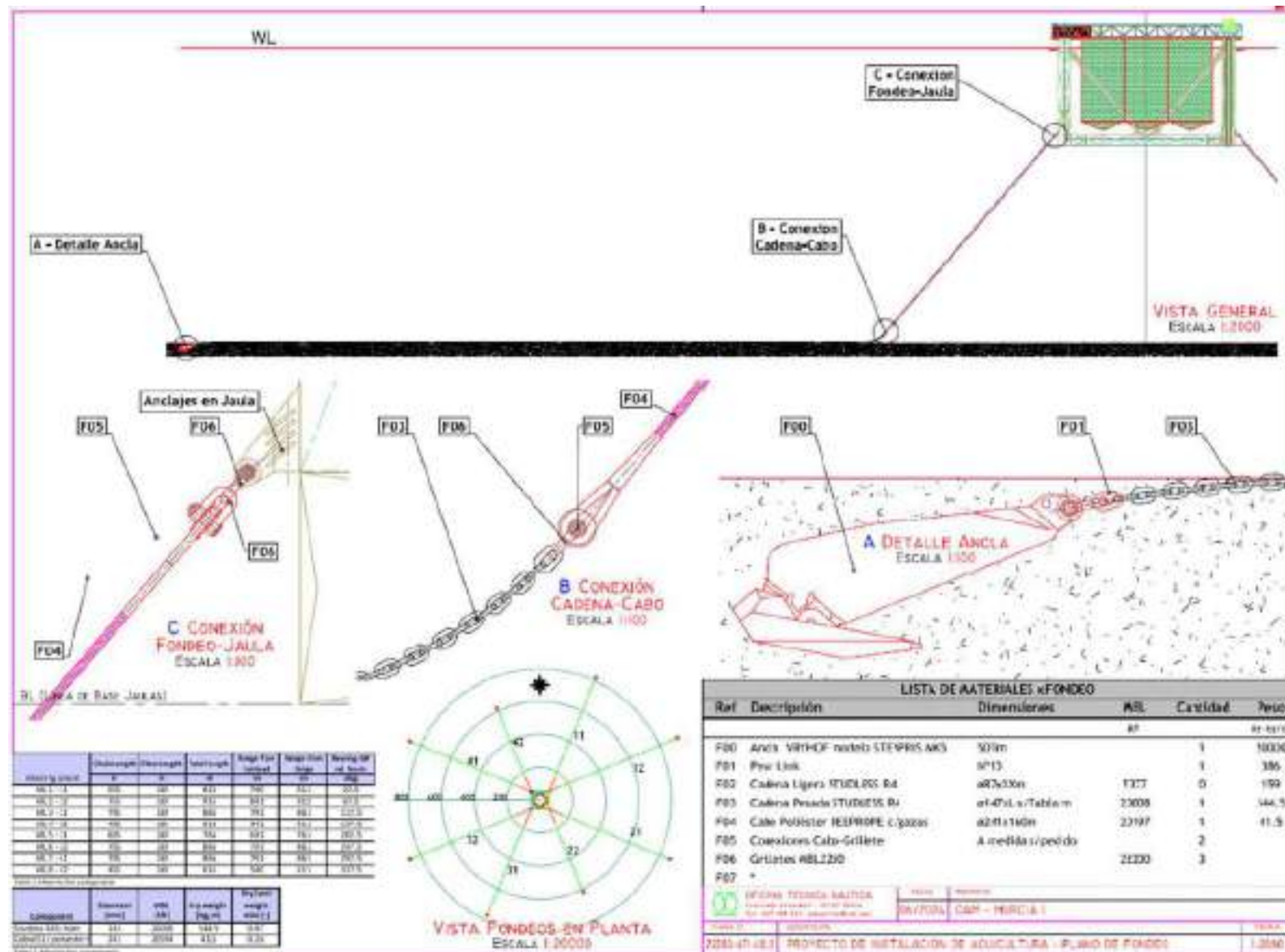


Figura 48. Esquema general del fondeo de una jaula flotante de engorde

A continuación, se enumeran los distintos elementos que posibilitarán habilitar las líneas de fondeo de las jaulas en el lugar elegido para su ubicación final:

- **Anclas:** en principio se optará por anclas convencionales de arrastre de tipo Stevpris en altamar (~12-15 mT). El modelo de ancla STEVPRIS-Mk5 es un ancla de arrastre que por sus características es muy utilizado para amarres móviles y permanentes muy grandes. Es un modelo que se adapta bien para todo tipo de suelos, tiene el mejor rendimiento por kilo, generando hasta 50 veces su propio peso en capacidad de retención. La penetración profunda con vástago en forma de arado, diseño aerodinámico significa menos resistencia a la penetración y recuperación. La uña de anclaje hueca se puede lastrar y la construcción rígida permite cargas puntuales elevadas en las puntas de la uña (ángulo ajustable Floke/Shank en 3 posiciones), el peso podría ser de hasta 45.000 kg (Fuente: [www.tullyn.com](http://www.tullyn.com)).

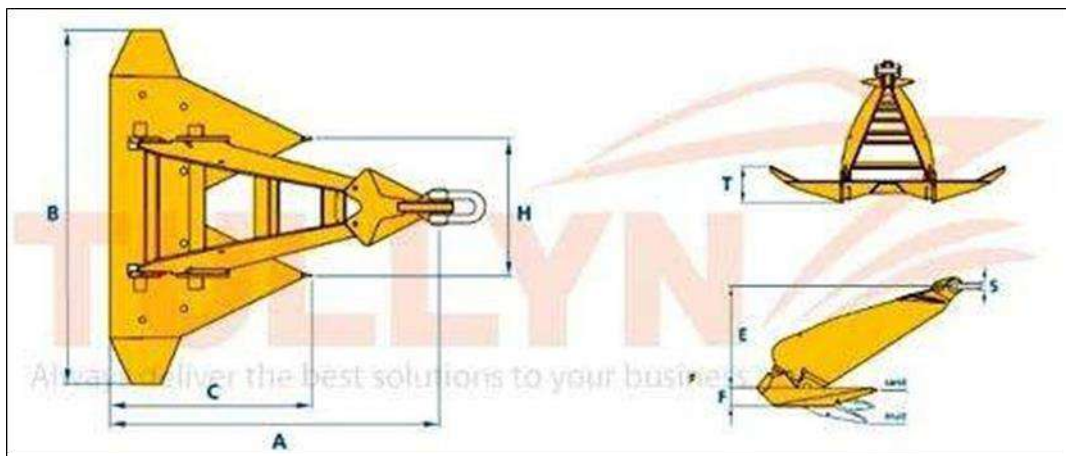


Figura 49. Dibujo del ancla STEVPRIS-Mk5. Fuente: [www.tullyn.com](http://www.tullyn.com)

Las jaulas flotantes se anclarán en 8 puntos tal y como se muestra en la siguiente figura:

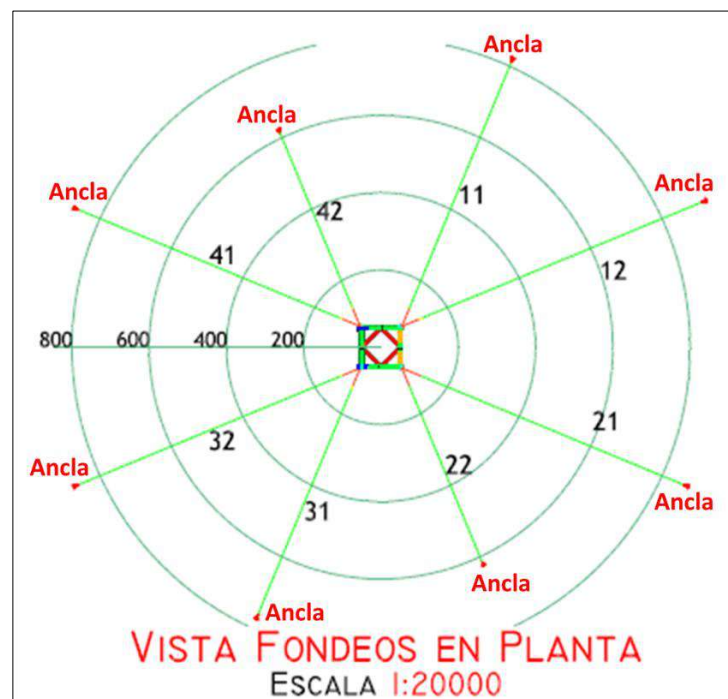


Figura 50. Detalle de la situación de los anclajes



Con fines informativos generales en la siguiente figura se muestran las especificaciones generales de las anclas:

Peso del ancla	A	B	C	m1	F	H	T	S
KG	milímetro	milímetro	milímetro	milímetro	milímetro	milímetro	milímetro	milímetro
1500	2954	3184	1812	1302	271	1230	493	80
3000	3710	3968	2298	1635	338	1553	581	90
5000	4412	4756	2707	1944	406	1837	738	110
8000	5161	5563	3166	2274	474	2140	862	130
10000	5559	5992	3410	2450	511	2315	929	140
12000	5835	6243	3530	2568	576	2430	988	150
15000	6352	6774	3838	2785	625	2648	1027	170
18000	6763	7290	4149	2980	632	2816	1131	180
20000	7004	7550	4297	3087	644	2917	1171	190
22000	7230	7794	4436	3186	665	3011	1209	200
25000	7545	8133	4629	3325	694	3142	1262	200
30000	7971	8591	4919	3495	732	3339	1337	220

Figura 51. Especificaciones de anclaje STEVPRIS-Mk5. Fuente: www.tullyn.com

Fácil de manejar, fácil de instalar y fácil de recuperar hoy en día existen más de 2.200 anclas de este tipo están en uso y existe previsión de suministrar nuevas unidades para plataformas o instalaciones permanentes de nueva construcción como las previstas en este proyecto.



Figura 52. Ancla STEVPRIS-Mk5 (Fuente: <https://delmarvryhof.com/products/anchors/stevpris-mk5>)

Conexión Ancla-Cadena: las anclas se unirán a los tramos de cadenas con un “Pear link” tal y como se muestra en la siguiente figura:

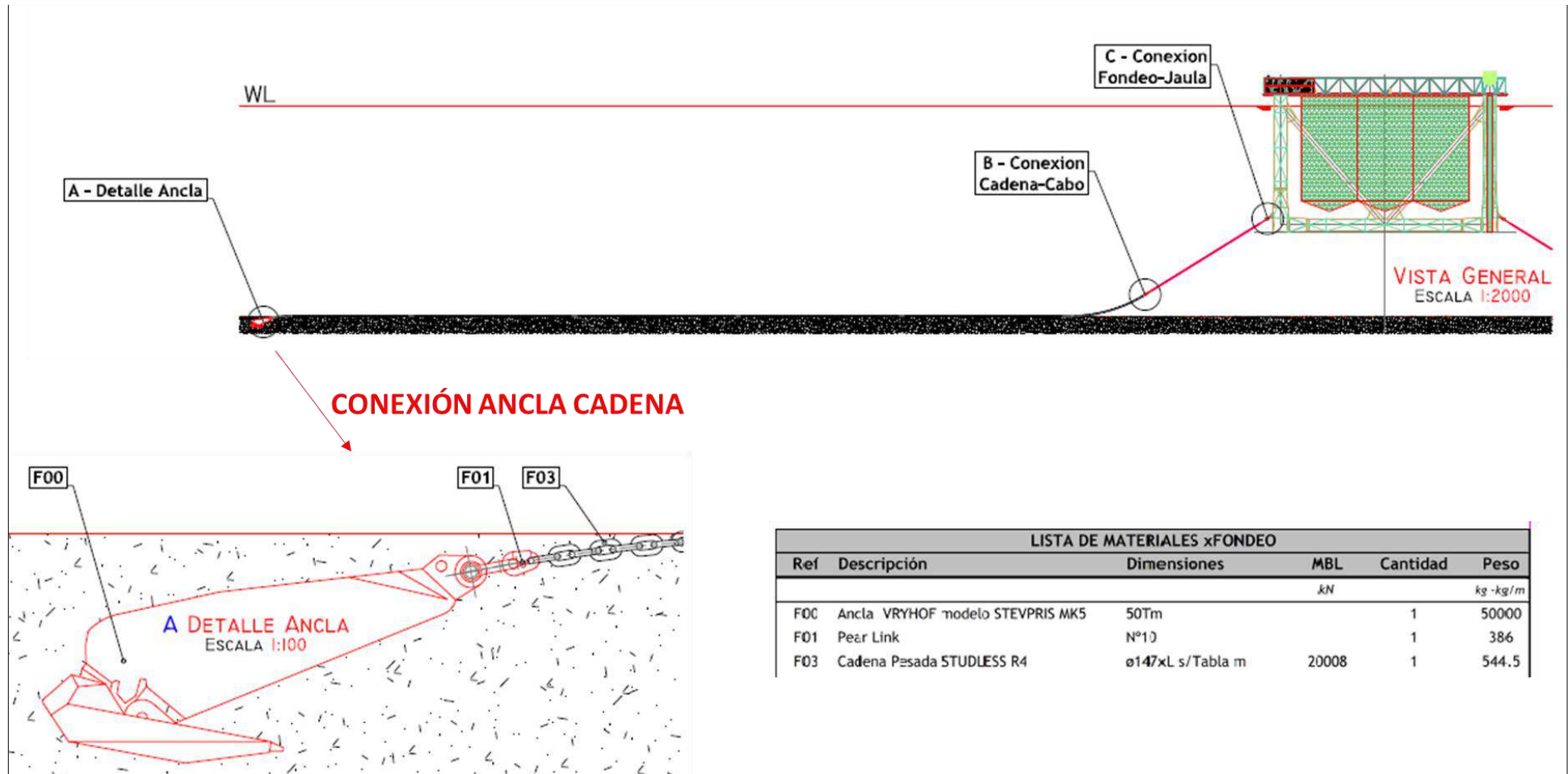


Figura 53. Esquema de conexión del ancla al tramo de cadena y lista de materiales empleados

- Cadenas: unirán el ancla con el cabo que posteriormente se unirá a la jaula. Los componentes de la cadena se muestran en la siguiente figura:

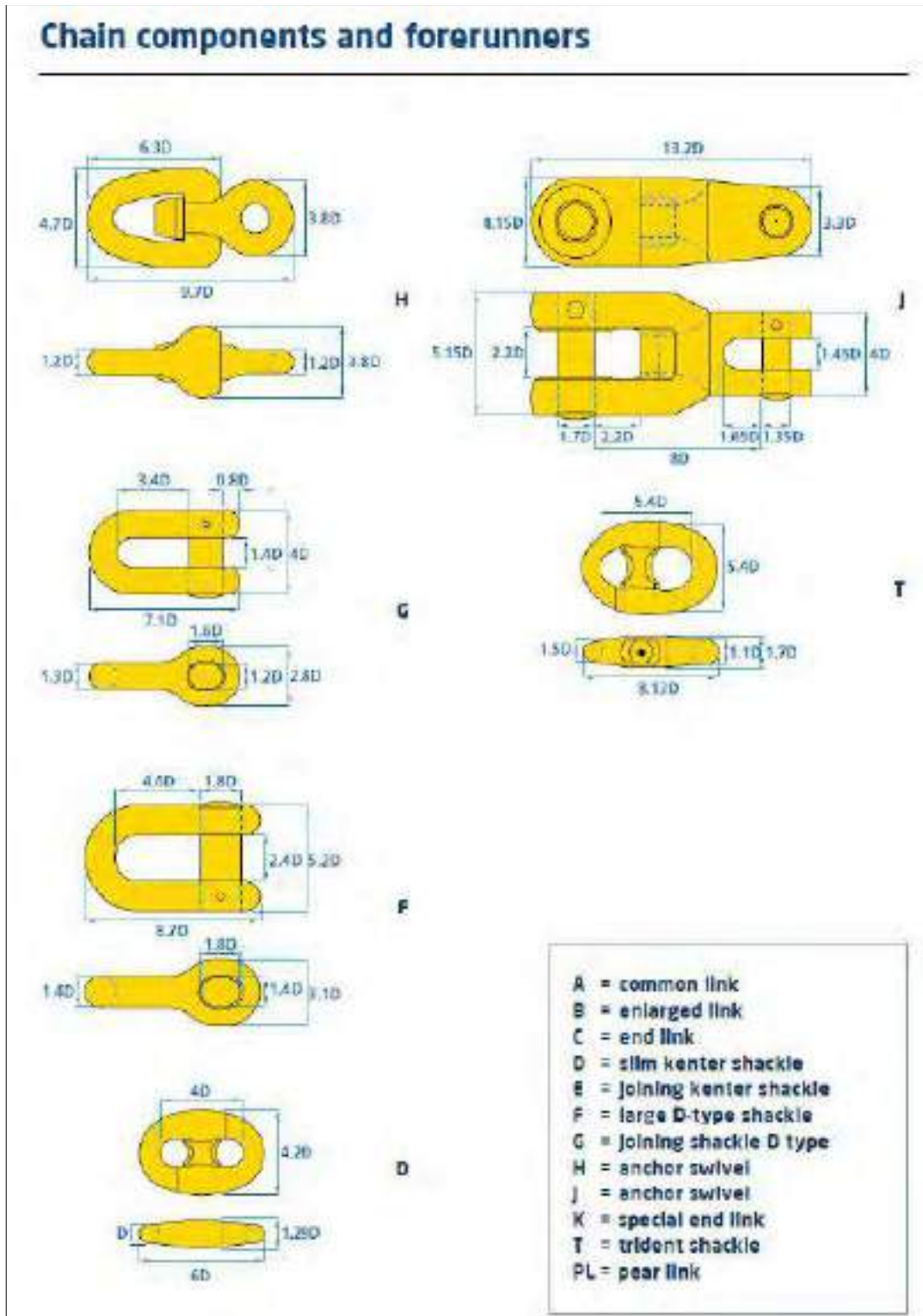


Figura 54. Componentes de la cadena

Conexión Cadena-Cabo: las cadenas se unirán a los tramos de cabo con "grilletes" tal y como se muestra en la siguiente figura:

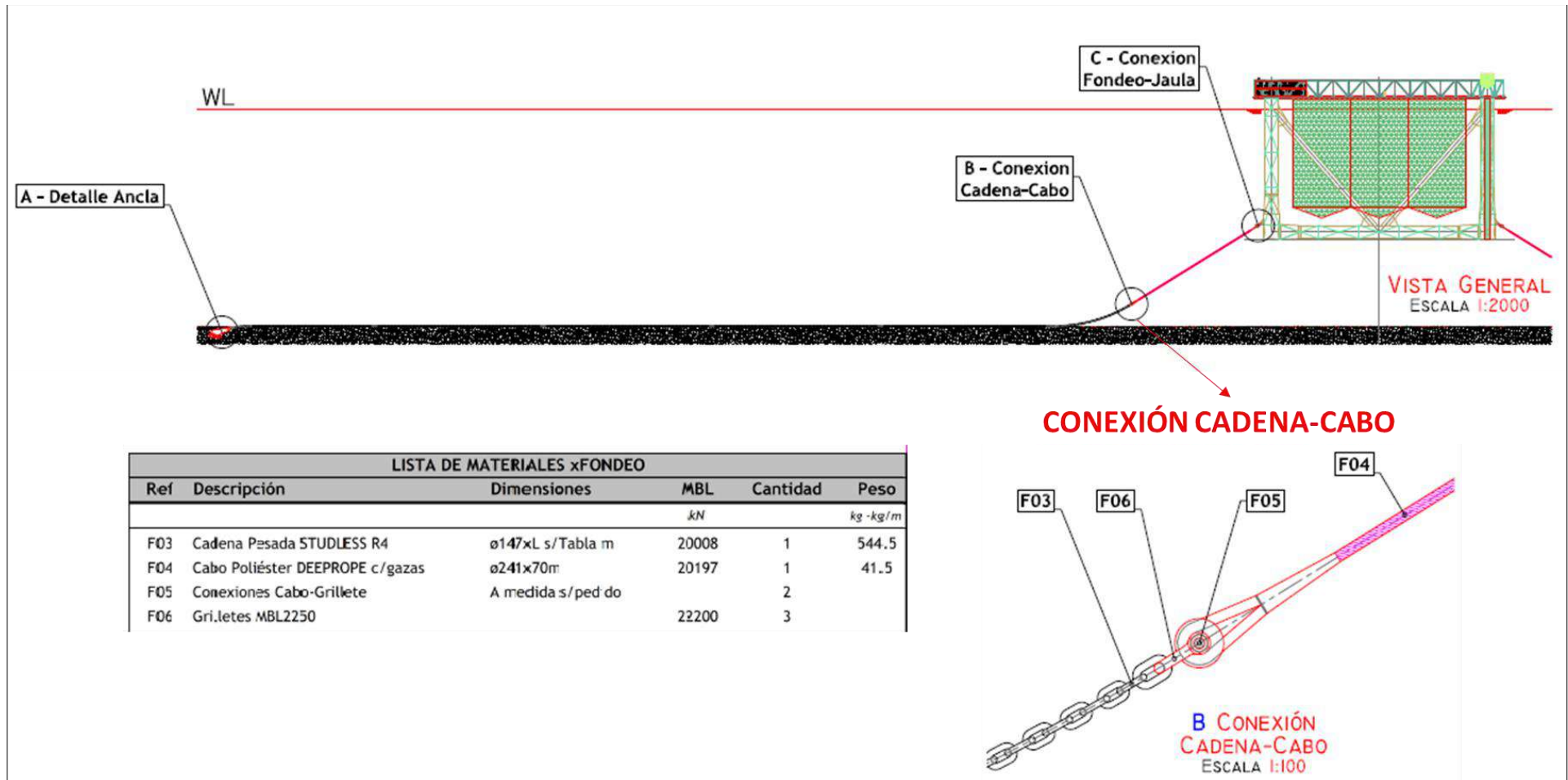


Figura 55. Esquema de conexión de la cadena al cabo



Figura 56. Terminales conexión entre cabo-cadena para fondeo. Preparación a bordo de embarcación de instalación (izq.) y resultado final de la unión del cabo de poliéster de alta resistencia a la cadena (drcha.)

- Cabos de poliéster: unirán la jaula al resto de componentes de la línea de fondeo. Las características del cabo se presentan a continuación. Son cabos de poliéster de alta resistencia:

	MBF [TF]		Diameter [mm]	Mass in Air* Kg/m	Mass in Water* Kg/m
	450	4,413	118	10.0	2.6
	500	4,903	124	11.0	2.8
	600	5,884	135	13.4	3.5
	700	6,865	145	15.7	4.0
	800	7,845	155	18.1	4.7
	900	8,826	168	19.4	5.0
	1,000	9,807	177	22.0	5.7
	1,100	10,787	185	24.1	6.2
	1,200	11,768	193	26.5	6.8
	1,250	12,258	205	27.7	7.1
	1,300	12,749	209	28.8	7.4
	1,400	13,729	216	31.0	8.0
	1,500	14,710	223	33.2	8.5
	1,600	15,691	230	35.6	9.2
	1,700	16,671	237	38.0	9.8
	1,800	17,652	243	40.1	10.3
	1,900	18,633	251	42.9	11.0
	2,000	19,613	256	45.2	11.6
	2,100	20,594	261	47.1	12.1
	2,200	21,575	266	49.4	12.7
	2,300	22,555	273	52.4	13.5
	2,400	23,536	277	54.2	13.9
	2,500	24,517	284	56.9	14.6

\* Mass in Air is measured with the rope under a tension of 1% MBL.

Figura 57. Tabla de propiedades del cabo GAMA 98 y CABRAL 512

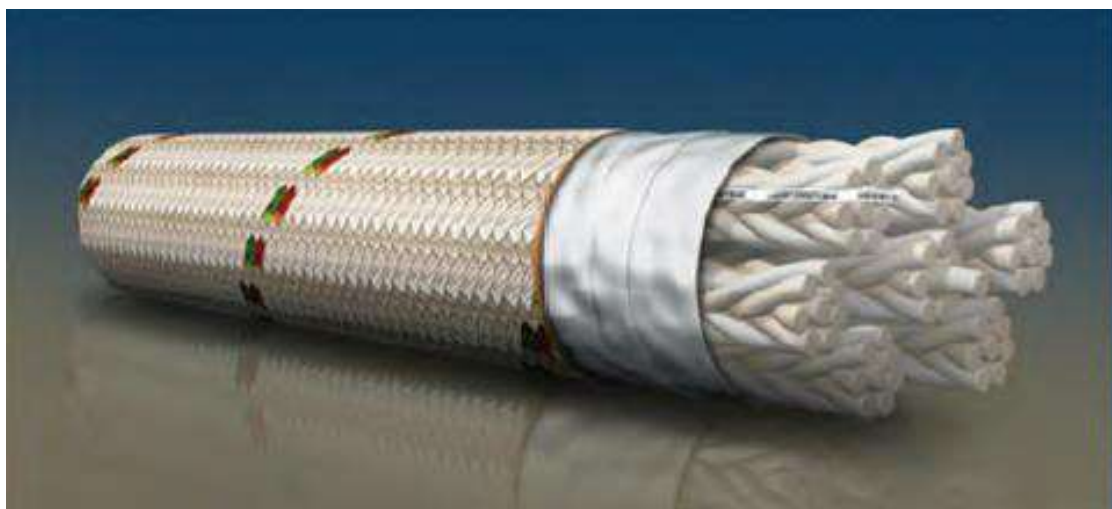


Figura 58. Cabo de poliéster de alta resistencia

Conexión Cabo (línea de Fondeo)-Jaula: los cabos de poliéster de alta resistencia que forman la parte final de la línea de fondeo se unirán a los anclajes de la jaula con “grilletes” tal y como se muestra en la siguiente figura:

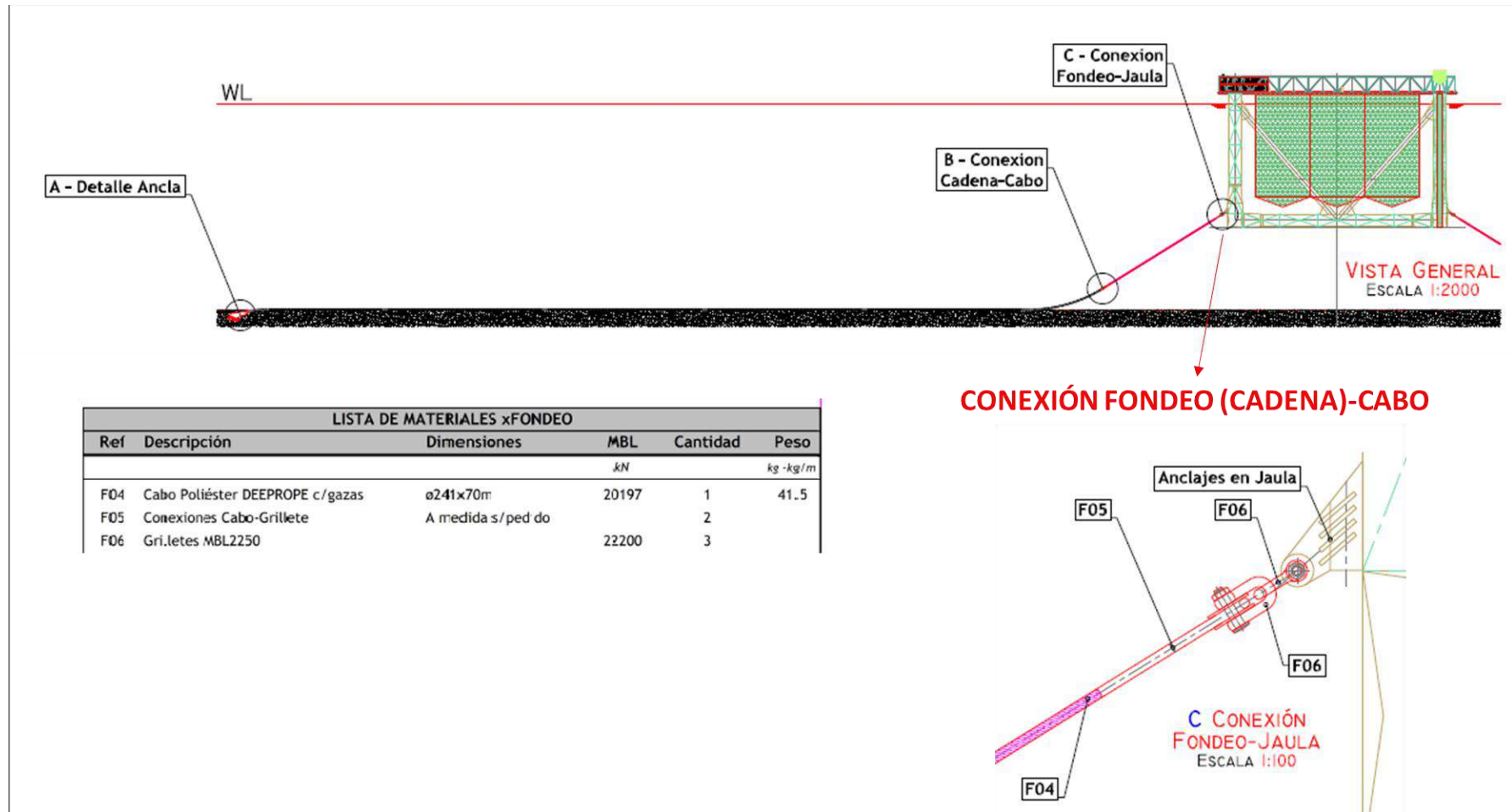


Figura 59. Esquema de conexión del cabo (línea de fondeo) a la jaula

Como se ha comentado anteriormente cada jaula dispone de 8 líneas de fondeo cuyas características más importantes se muestran a continuación:

Mooring Line #	Chain Length	Fiber length	Total Length	Range from Fairlead	Range from Origin	Bearing CV rel. North
	m	m	m	m	m	deg
ML 1 - J1	635	190	813	740	811	22.5
ML 2 - J2	735	190	913	841	912	67.5
ML 3 - J1	735	190	863	791	861	112.5
ML 4 - J2	435	190	613	541	611	157.5
ML 5 - J1	635	190	763	691	761	202.5
ML 6 - J2	735	190	863	791	861	247.5
ML 7 - J1	735	190	863	791	861	292.5
ML 8 - J2	435	190	613	540	611	337.5

Table 1: Mooring line configuration

Component	Diameter [mm]	MBL [kN]	Dry weight [kg/m]	Dry/wet weight ratio [-]
Studless B45 chain	141	20008	541.5	0.87
CabraS12 polyester r	241	20594	415	0.26

Table 2: Mooring line characteristics

Figura 60. Características de las líneas de fondeo

Por último, cabe destacar las características de los grilletes empleados en las líneas de fondeo cuyas características se muestran a continuación:

1. Grilletes de proa del ancla (anchor bow shackle):

Anchor Bow shackle According to U.S. federal specification (RR-C-271) dimensions in mm									
SWL t	A	B	C	D chain shackle	D anchor shackle	E	O anchor shackle	Weight Chain shackle kg	Weight anchor shackle kg
35	50	57	83	171	197	114	138	18.16	20.65
42.5	57	65	95	190	222	130	160	27.8	29.3
55	65	70	105	203	254	140	180	35.1	41
85	75	80	127	230	330	160	190	60	62.3
120	89	95	146	267	381	190	238	93	109.5
150	102	108	165	400	400	216	275	145	160
200	120	130	175	500	500	260	290	180	235
250	125	140	200	540	540	280	305	225	285
300	135	150	200	600	600	300	305	305	340
400	165	175	225	650	650	350	325	540	570
500	175	185	250	700	700	370	350	580	695
600	195	205	275	700	700	410	375	850	890
700	205	215	300	730	730	430	400	920	980
800	210	220	300	730	730	440	400	990	1110
900	220	230	320	750	750	460	420	1165	1295
1000	230	240	340	750	750	480	420	1315	1475
1200	250	260	400	840	840	560	500	1700	1900
1500	260	325	460	840	870	650	600	2500	2800

Figura 61. Características de los grilletes de proa del ancla (anchor bow shackle)



2. Grilletes para eslingas (Sling shackle):

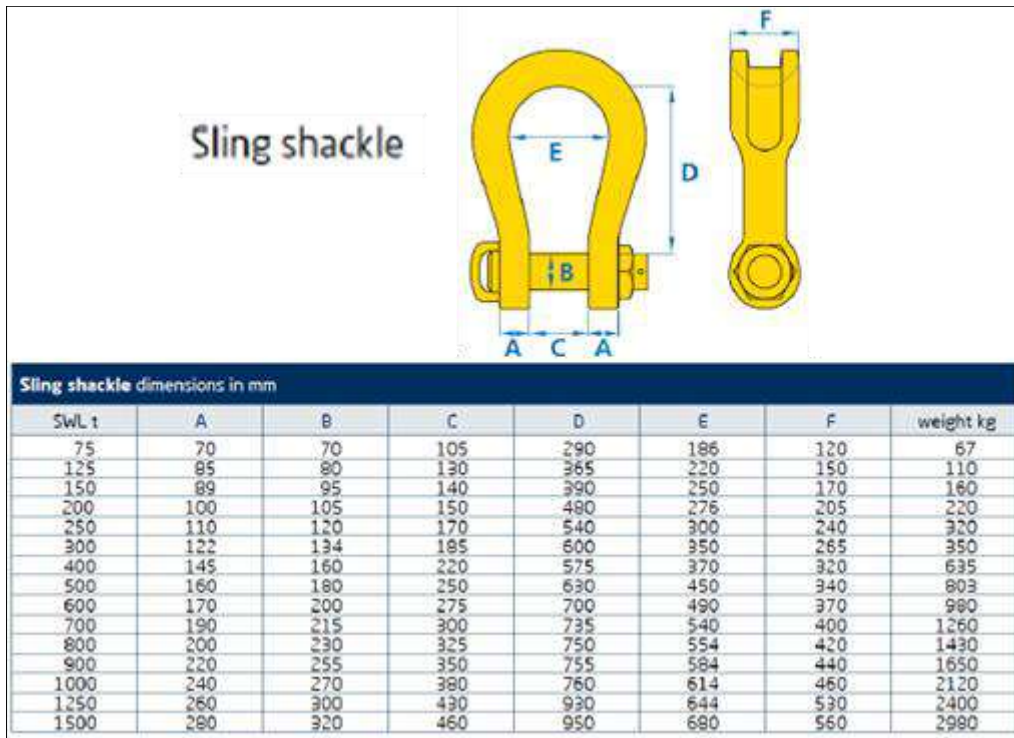


Figura 62. Características de los grilletes para eslingas (Sling shackle)

3. Grillete de ancla Stevpris Mk5 (Stevpris Mk5 anchor shackle):

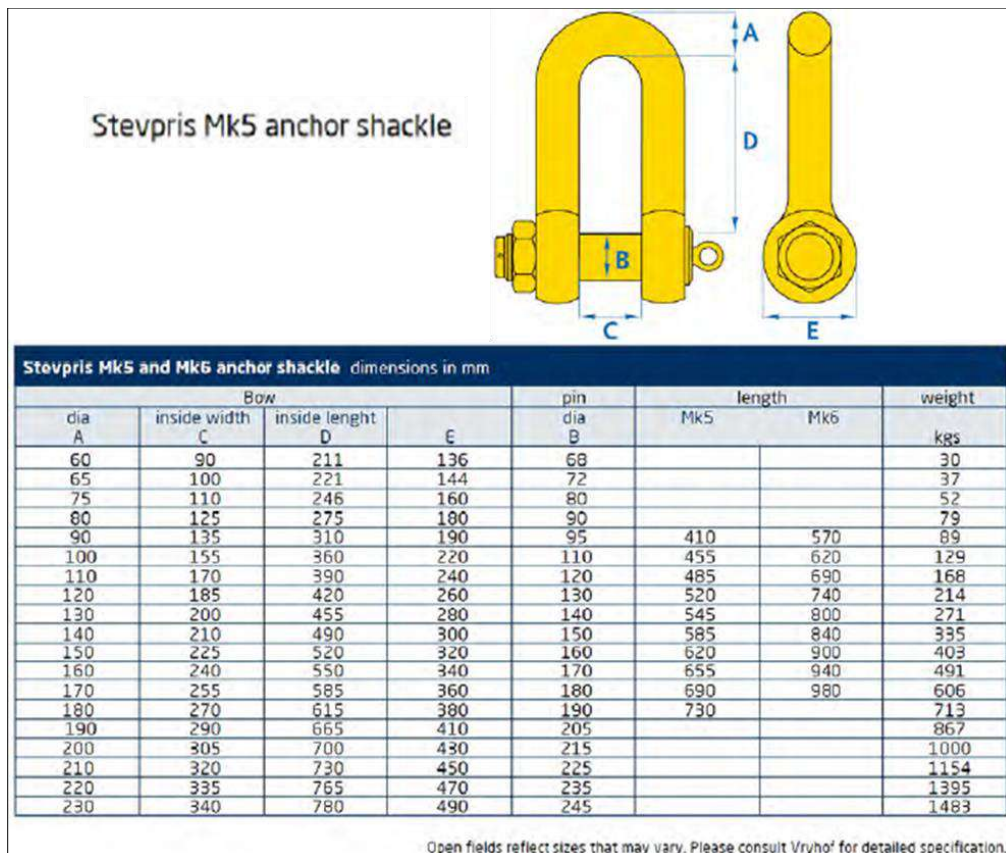


Figura 63. Características de los grilletes de ancla Stevpris Mk5 (Stevpris Mk5 anchor shackle)

### 5.3 Instalación de las jaulas flotantes de engorde

Al inicio del montaje se instalarán las balizas de señalización marítima, mediante marcación topográfica, delimitando el área de trabajo.

La obra consiste en la instalación de los elementos de fondeo y fijación a las estructuras flotantes.

Cada línea de fondeo: ancla, cadena, cabo, accesorios y dispositivos de conexión, será examinada por inspector de la sociedad de clasificación ABS para su aprobación, previo al fondeo.

La línea de fondeo se transporta por buque especializado en instalación de anclas (Anchor Handling Vessel, AHV) hasta la instalación para ser fondeada.

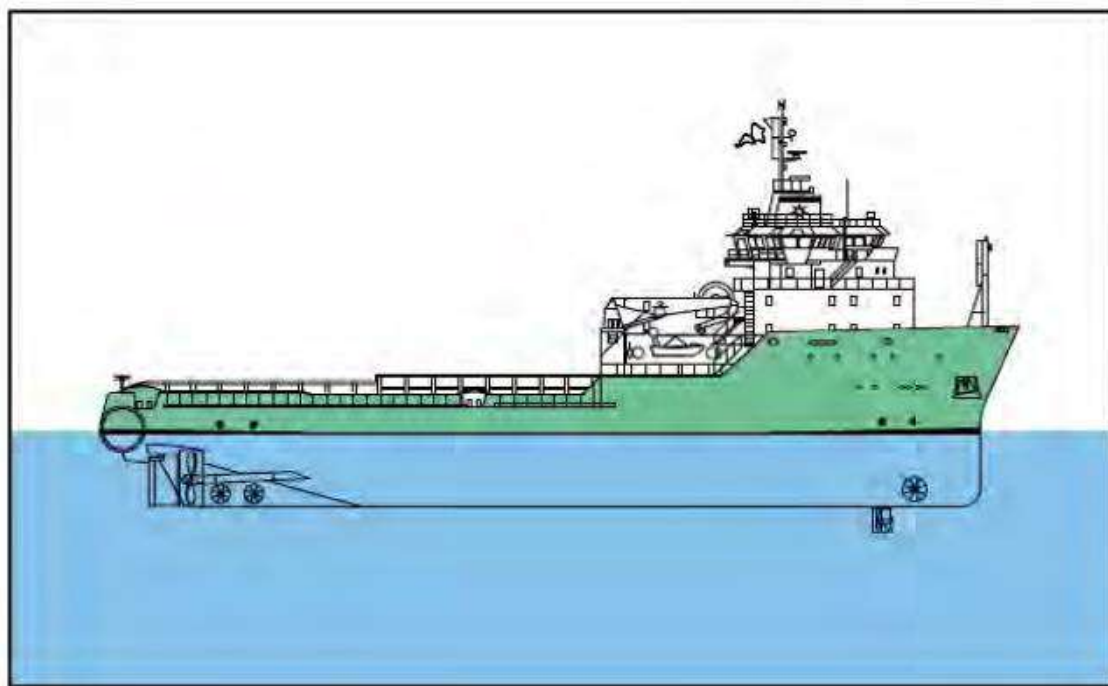


Figura 64. Anchor Handling Vessel, (AHV). VRYHOF MANUAL – The guide to anchoring

Se colocarán las líneas de fondeo, situando las anclas en su posición exacta mediante marcaciones topográficas y alineadas con la dirección de la instalación. Se disponen de boyas al extremo de la línea para facilitar la recuperación de la línea. La operación se muestra en las siguientes figuras:

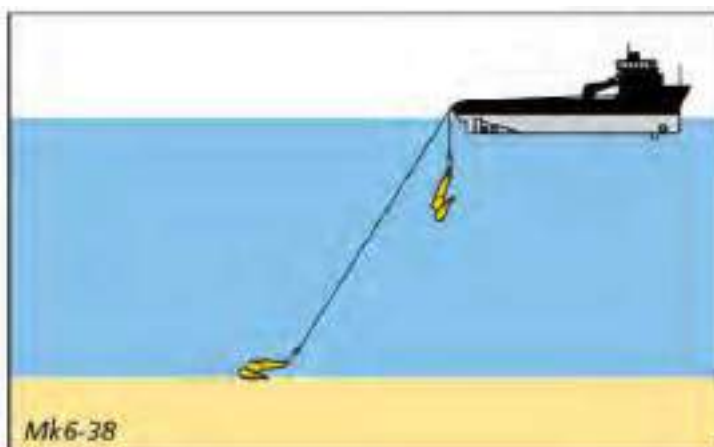


Figura 65. Fase preliminar de la instalación

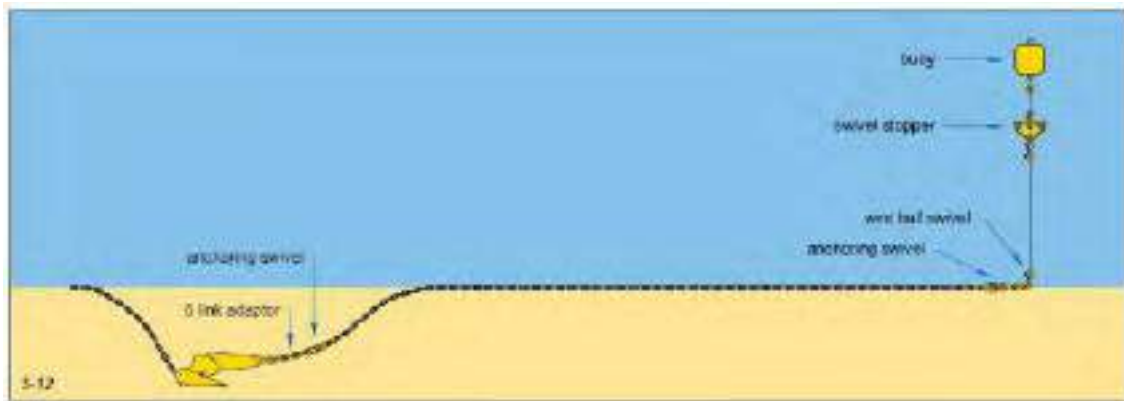


Figura 66. Esquema final de la operación de instalación

Las anclas deben enterrarse en el fondo hasta alcanzar la capacidad de agarre de diseño. La operación la realiza el buque AHV mediante la tensión de dos líneas de fondeo opuestas o utilizando ancla auxiliar.

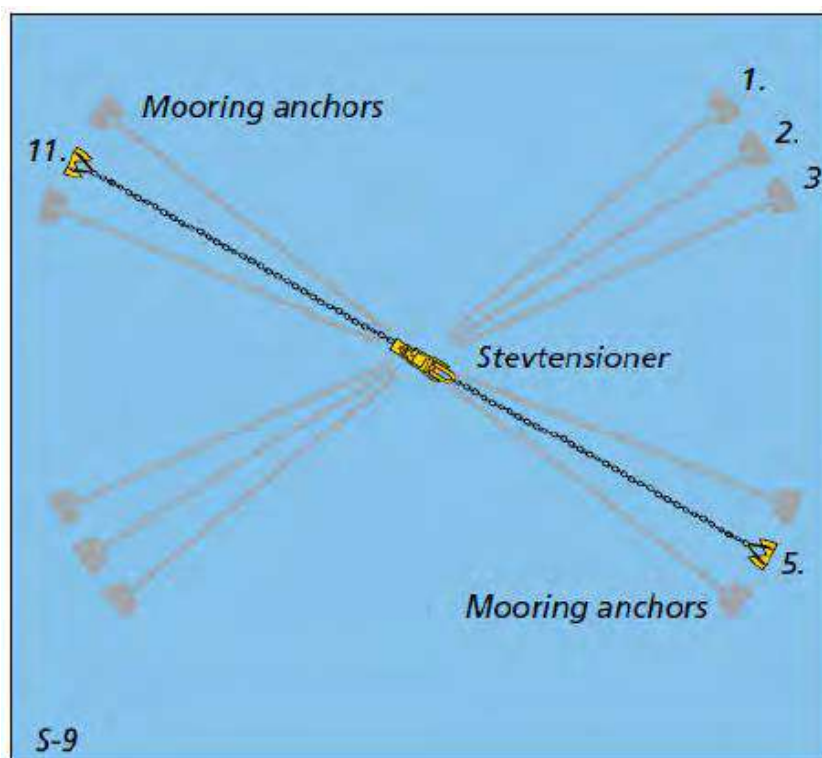


Figura 67. Esquema de operación de la instalación de las líneas de fondeo

Finalizada la instalación de las líneas de fondeo, las estructuras flotantes se transportan hasta su posición final en buques especiales y botadas para su conexión a las líneas de fondeo.

### 5.3.1 Fabricación y montaje

Uno de los principales impactos positivos de este tipo de proyectos es la generación de numerosos puestos de empleo para satisfacer las necesidades de fabricación y montaje de las unidades. Cada una de ellas está formada por módulos que se pueden transportar hasta el lugar de ensamblaje final para su posterior transporte al lugar de instalación final reduciendo los costos de construcción y transporte.

### 5.3.2 Transporte

A continuación, se muestran algunas imágenes del transporte de este tipo de unidades, pudiéndose realizar con un buque de transporte pesado en el que se estiba la unidad y se transporte al lugar de ubicación final o bien remolcando la unidad desde el lugar de ensamblaje con remolcadores.



Figura 68. Estiba de la jaula flotante en el barco



Figura 69. Remolque y traslado de la jaula flotante

### 5.3.3 Botadura en su posición de la jaula Offshore

Una vez completado el fondeo de la instalación, se realizarán las pruebas de operación, bajo supervisión de la sociedad de clasificación, incluyendo los sistemas de lastrado-deslastrado, maquinaria y controles de equipos, comunicación y equipos de seguridad y salvamento.

Las jaulas flotantes que se utilizarán en el proyecto presentan el siguiente aspecto:

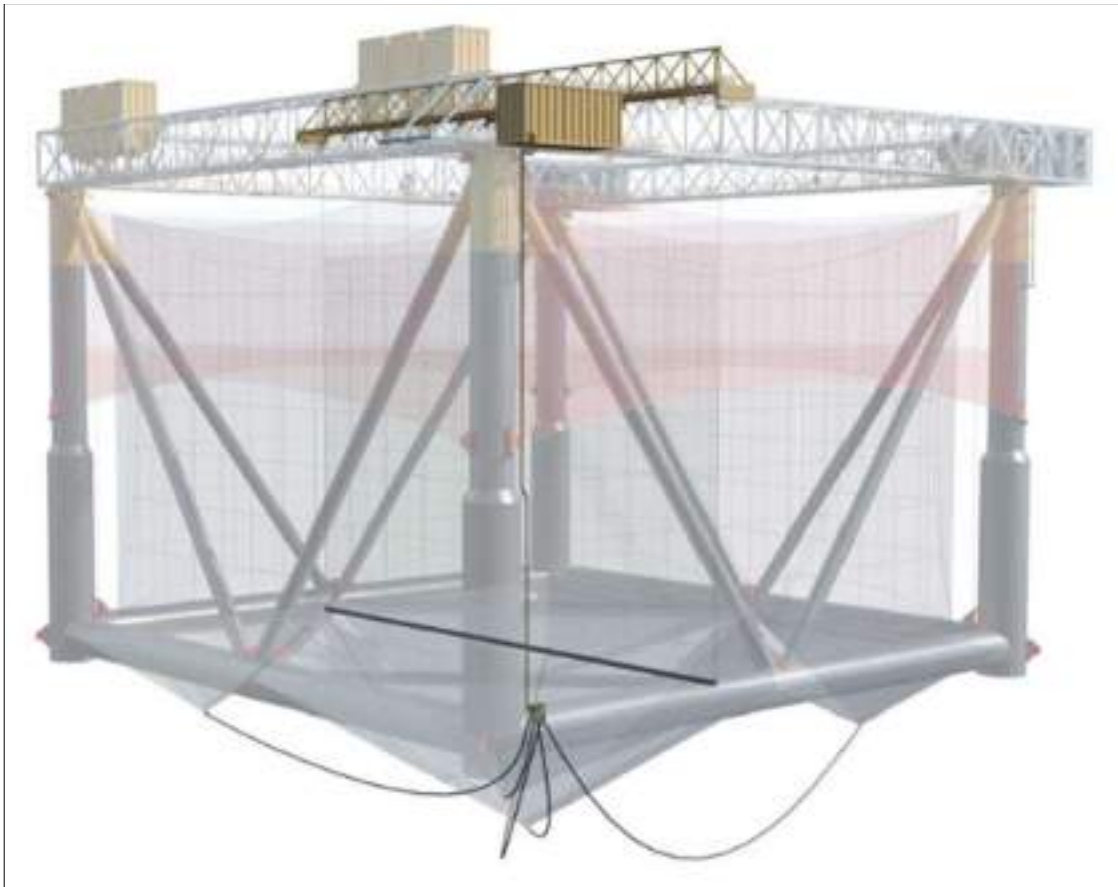


Figura 70. Vista general de una jaula con todos sus elementos

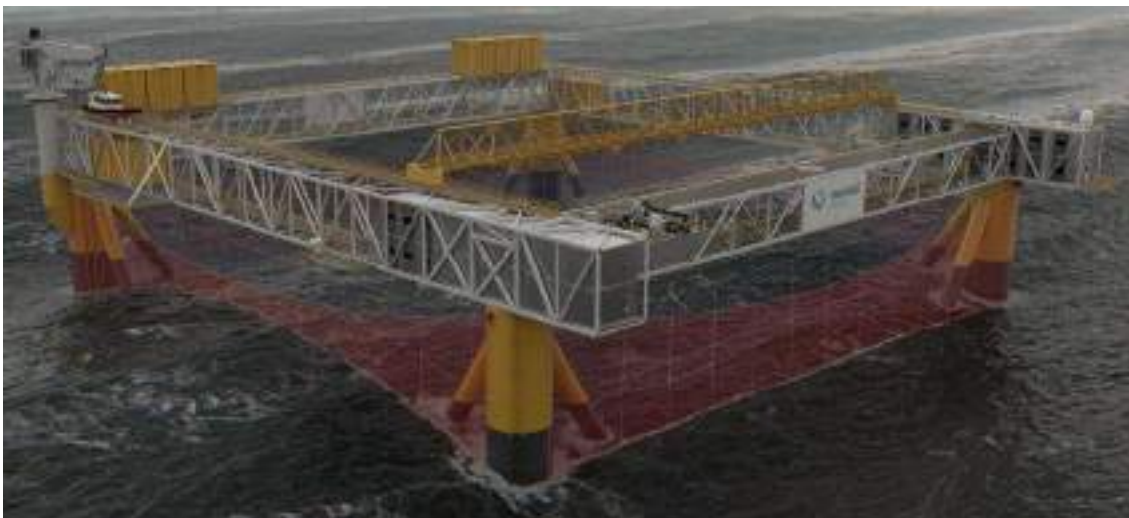


Figura 71. Animación de la jaula flotante GM AQUA DESIGN 1.0 instalada en el mar

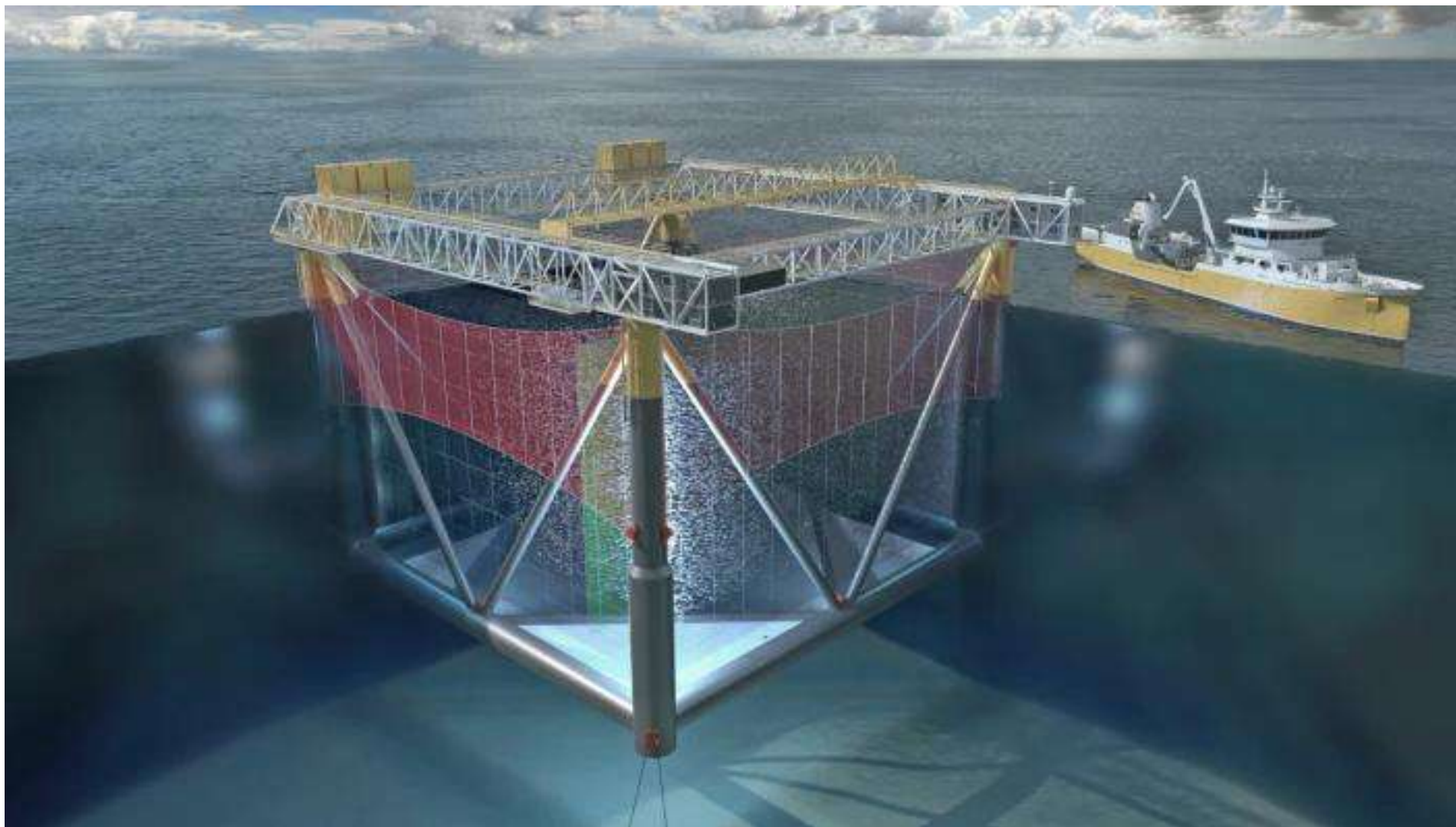


Figura 72. Animación de la jaula flotante GM AQUA DESIGN 1.0 operativa

#### 5.4 Efectos sinérgicos<sup>33</sup>

Durante el periodo comprendido entre 2014-2020 la actividad acuícola en la Región ha sido constante, con altibajos en la producción derivados de la situación de mercado, de fenómenos meteorológicos adversos, y la crisis sanitaria por Covid19.

La cría en cautividad del atún rojo quedó restringida a dos instalaciones pertenecientes al Grupo Empresarial de Ricardo Fuentes e Hijos, como consecuencia de la aplicación del plan de recuperación del atún rojo; y a nivel de producción de dorada y lubina en el periodo 2014-2020 se culminó la adquisición de instalaciones del Grupo Doramenor por parte del Grupo canadiense Cooke Aquaculture en España que cuenta con 6 instalaciones de engorde en la Región de Murcia, situándose las instalaciones de procesado de pescado en Águilas. En estas instalaciones se procesa el pescado procedente de las 6 instalaciones de Murcia y el pescado del resto de instalaciones que el Grupo CULMAREX tiene en España: tres granjas en Andalucía y otras tres en la Comunidad Valenciana. Esta política de absorciones ha colocado al Grupo CULMAREX en el primer puesto nacional en producción de dorada y lubina.

La fusión de los tres grupos empresariales griegos, Selonda, Nireus y Andrómeda, en el caso de España ha resultado en el establecimiento de una nueva empresa denominada Avramar SL, que empieza a tener presencia en la Región de Murcia.

Los REGAs de San Pedro 2, 3 y 6 están fusionados en sólo uno, el ES300362440002.

Tabla 14. Empresas Acuícolas en la Región de Murcia

REGA*	Propietario	Grupo
ES300030440033	Alevines del Sureste SL	Avramar
ES300030640069	Pesca Viva SL	Culmarex
ES300169940082	Caladeros del Mediterráneo	Fuentes
ES300169940084	Piscifactorías del Mediterráneo	Fuentes
ES300169940085	Lebeche Acuicultura	Culmarex
ES300362440001	Servicios Atuneros del Mediterráneo	Servicios Atuneros del Mediterráneo
ES300362440002	Lebeche Spain SLU	Culmarex
ES300362440003	Lebeche Spain SLU	Culmarex
ES300362440004	Tuna Graso SL	Fuentes
ES300362440005	The Blue & Green	Culmarex
ES300362440006	Lebeche Spain SLU	Culmarex
ES300362440007	Piscifactorías Albaladejo	Piscifactorías Albaladejo

\* Registro Nacional de Explotaciones Ganaderas

Por tanto, estaríamos hablando de 12 empresas (realmente son 10 por la fusión de las 3 de Lebeche) con actividad en acuicultura marina a final del 2020:

- Alevines del Sureste: esta empresa está integrada en el grupo griego Andrómeda y tanto la hatchery como la granja (incluidas las oficinas) se encuentran en Cabo Cope, Águilas.
- Caladeros del Mediterráneo y Tuna Graso: empresas pertenecientes al Grupo Fuentes dedicadas exclusivamente engorde de atún los últimos 4 años. Las granjas

<sup>33</sup> Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027 (Fuente: Servicio de Pesca y Acuicultura, D.G. Ganadería ,Pesca y Acuicultura)

se sitúan en la bahía de El Gorguel y en el polígono de San Pedro y las oficinas en La Palma, Cartagena.

- Piscifactoría Albaladejo: tiene una granja que produce actualmente dorada, lubina y corvina situada en el Polígono de San Pedro del Pinatar. Las oficinas se encuentran en San Pedro del Pinatar.
- Servicios Atuneros del Mediterráneo: tiene una granja que produce actualmente dorada y lubina situada en el Polígono de San Pedro del Pinatar. Las oficinas se encuentran en San Pedro del Pinatar.
- Culmarex (Pesca Viva SL): tiene una granja en Águilas donde produce dorada, lubina y recientemente también corvina y es donde tiene las oficinas, así como la sala de procesado y envasado en el Polígono Industrial de Águilas. Es además la sede del Grupo Culmarex para toda España y es donde se procesa el pescado y donde se encuentra el equipo técnico que dirige todas las granjas de la Región de Murcia, así como las tres granjas de Andalucía y las tres de la Comunidad Valenciana.
- Blue & Green: pionera en San Pedro del Pinatar, perteneció al Grupo Conei, si bien en la actualidad está integrada dentro del Grupo Culmarex. Produce dorada y lubina.
- Lebeche Spain SLU Acuicultura: empresa de reciente aparición, engloba a las 4 granjas que han sido adquiridas por el Grupo Culmarex a Doramenor Acuicultura (las 3 instalaciones de San Pedro se fusionaron en una única granja). Estas granjas producen dorada y lubina, estando situadas en el Polígono Acuícola de San Pedro del Pinatar y en el polígono Acuícola de El Gorguel.

En la siguiente imagen se muestra la localización de las futuras instalaciones asociadas al proyecto en relación con la localización de las instalaciones acuícolas presentes en el sur de la Región de Murcia<sup>34</sup>.

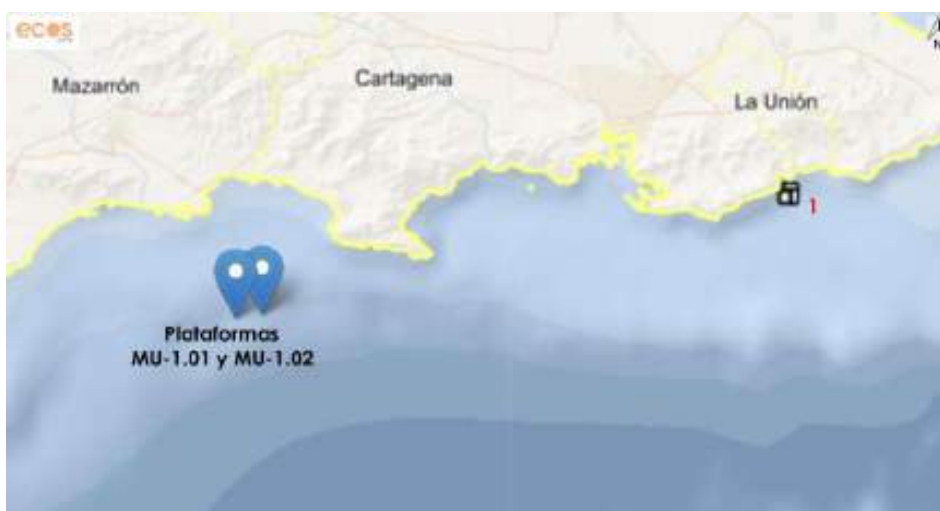


Figura 73. Situación de las jaulas respecto a las instalaciones acuícolas más cercanas

Las instalaciones acuícolas más cercanas se sitúan en el punto 1 de la figura anterior en el "Polígono denominado El Gorguel" que cuenta con 4 concesiones, todas en actividad:

<sup>34</sup> Fuentes: Acuivisor (<https://servicio.pesca.mapama.es/acuivisor/>) y visor "Infomar" (<https://infomar.miteco.es/visor.html>). Elaboración propia.



- Granja marina polígono acuícola de Gorguel Parcela A
- Granja marina parcela en polígono acuícola del Gorguel
- Lebeche, El Gorguel (Parcela D)
- Granja marina polígono acuícola de Gorguel Parcela B

La distancia aproximada desde las futuras plataformas hasta el "Polígono El Gorguel" es de 30,68 kilómetros (16,56 millas náuticas):



Figura 74. Distancia de las futuras jaulas flotantes al "Polígono El Gorguel"

En cuanto a la distancia a las instalaciones presentes frente a la costa de la localidad de Águilas denominada "granja marina frente a Cala Barrilla", estas se situarían a 28,46 kilómetros (15,37 millas náuticas) aproximadamente:



Figura 75. Situación de las jaulas respecto a la granja marina frente a Cala Barrilla

A estas instalaciones acuícolas ya presentes en la Región se les sumaría las de este proyecto objeto de EIA, que estarían muy alejadas y además se localizarían en un área donde en la actualizada no hay ninguna (sin efecto sinérgico o acumulativo).

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el presente apartado se exponen las alternativas barajadas para cada uno de los elementos a desarrollar durante el proyecto. Una vez presentadas se valorarán atendiendo a varios aspectos, tales como:

- Viabilidad económica: La alternativa debe buscar alcanzar los objetivos de engorde y producción previstos consiguiendo de esta forma el máximo beneficio tanto económico como social (generación de empleo) además del inversor, para que así sean justificables las acciones sobre el medio natural.
- Viabilidad técnica: Es importante que la alternativa sea viable técnicamente, teniendo en cuenta diversos aspectos como el tipo de jaulas de engorde previstas (su construcción, traslado, fondeo e instalación en el lugar seleccionado), la topografía y la batimetría o la vulnerabilidad frente a temporales.
- Viabilidad ambiental: Para cada una de las alternativas de cada elemento se valorará la afección potencial al medio que las albergue. Se trata de, según las actuales características ambientales de cada zona, prever que tipo de afección se generará valorando la existencia o ausencia de comunidades marinas sensibles. Se debe optar por la opción que repercuta lo menos posible a hábitats naturales en buen estado de conservación, priorizando siempre zonas ya degradadas y con usos antrópicos previos.
- Viabilidad por compatibilidad de usos del medio marino: Para cada una de las alternativas se valorará la ubicación de las jaulas flotantes de engorde en función de los usos ya existentes de medio marino tales como pesca profesional, defensa nacional, red natura 2000 y tráfico marítimo.
- Viabilidad normativa: Para cada una de las alternativas se valorará la ubicación de las jaulas flotantes con respecto a las "Estrategias marinas" los "Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM).
- Viabilidad huella de carbono: se tiene en cuenta en este apartado que las jaulas son unidades autónomas por lo que se reducen mucho los viajes desde el puerto donde se establezcan las operativa.
- Cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore: La acuicultura offshore es el cultivo de especies acuícolas en áreas de mar abierto, alejadas de la costa y altamente expuestas a condiciones oceánicas adversas (viento, olas, corrientes...).
  - Localizaciones totalmente expuestas en mar abierto (360°).
  - Situadas a más de 100 metros de profundidad.
  - Distancia a costa de más de 6-8 km.
  - Operativas bajo condiciones oceánicas adversas (altura de ola superior a 10 m).

### 6.1 Objetivos del estudio de alternativas y consideraciones previas

El objetivo principal del estudio de alternativas es el de obtener la solución óptima técnica, económica, medioambiental y compatible con otros usos del medio marino tanto existentes como futuros. Para esto se han tenido en cuenta los siguientes puntos:

- Buscar los diferentes elementos que permitan alcanzar los objetivos de producción previstos óptimos en la zona seleccionada, teniendo en cuenta la normativa existente sobre acuicultura.
- Planificar la ubicación final e instalación de las jaulas de engorde de manera que sean necesarias la utilización del menor número de infraestructuras posibles y que la superficie de ocupación de esta sea también la mínima requerida. Esto se debe intentar conseguir de manera compatible con los objetivos de producción previstos.
- Minimizar en la medida de lo posible, sin que esto afecte a la ejecución del proyecto, los posibles impactos previstos en fase constructiva.
- Optar por zonas aptas ya estudiadas para la implantación de instalaciones acuícolas y por lo tanto recogidas en los instrumentos de planificación del sector correspondiente o en su defecto por áreas limítrofes próximas candidatas al presentar características muy parecidas.
- Selección del área de ubicación teniendo en cuenta criterios de compatibilidad con los diversos usos del medio marino (pesca, tráfico marítimo, etc.) ya existentes en la zona. Es importante recordar que las tres alternativas ocupan una zona de estudio igual, con una superficie aproximada de 4,63 km<sup>2</sup>.

## **6.2 Descripción de las alternativas**

A continuación, teniendo en cuenta la posible ordenación detallada se presentan tres alternativas formadas todas ellas por una parcela de 4,63 km<sup>2</sup> en la que se instalarán dos jaulas de engorde con sus sistemas de fondeo.

### **6.2.1 Alternativa 0**

La alternativa 0 se plantea como la no ejecución del proyecto y supondría que la zona de desarrollo del proyecto se quedaría en el estado medioambiental actual, pero sería una pérdida en cuanto a la generación de actividad económica y de empleo.

La no ejecución del proyecto y el impacto derivado de este supone rechazar una oportunidad de desarrollo novedosa y de última generación relacionada con la acuicultura offshore, además de producir una especie con una gran demanda comercial.

El desarrollo de la acuicultura offshore y la instalación de las jaulas flotantes de engorde permitiría alejar las instalaciones del ámbito costero que actualmente sufre una gran presión medioambiental debido a los diferentes usos (desalación, vertidos, turístico, etc.). De esta manera, la no ejecución del proyecto desaprovecharía la oportunidad de instalar una tecnología novedosa y ya en funcionamiento en otros países. Considerando los beneficios se descarta la alternativa 0.

### **6.2.2 Alternativa 1**

Esta alternativa presenta las siguientes características para tener en cuenta a la hora de elegir la más adecuada:

- Viabilidad económica: es muy favorable, al igual que las alternativas 2, 3 y 4:
  - Actividad económica: el desarrollo del proyecto generaría una actividad importante además de contribuir a la diversificación de la economía.

- Empleo: se crearán diversos puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, en las diferentes fases asociadas al proyecto, desde la construcción hasta las fases de operatividad y desmantelamiento.
- Viabilidad técnica: es igual que el resto de las alternativas y por lo tanto muy favorable:
  - Construcción, traslado y fondeo: viable.
  - Topografía y batimetría: adecuada y viable.
  - Vulnerabilidad frente a temporales: adecuada y compatible.
- Viabilidad ambiental: es favorable al igual que las alternativas 2 y 4:
  - Existencia de comunidades marinas sensibles: la localización más cercana a costa podría implicar mayor riesgo en la posible afección sobre este tipo de comunidades.
  - Hábitats naturales: la localización más cercana a costa podría implicar mayor riesgo en la posible afección sobre este tipo de hábitats.
- Viabilidad por compatibilidad con los usos del medio marino: se consideran los siguientes puntos:
  - Pesca profesional: la ubicación de las dos jaulas podría entrar en conflicto con el uso pesquero de la zona al coincidir, aunque de forma parcial con un área de pesca por lo que se considera desfavorable.
  - Defensa nacional: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo.
  - Red Natura 2000: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo. Se considera favorable.
  - Tráfico marítimo: la ubicación de las dos jaulas podría entrar en conflicto con el tráfico marítimo costero asociado a pesca profesional, deportiva, recreativo, etc. Se considera indiferente.
- Viabilidad normativa: es muy favorable:
  - Las jaulas estarían situadas en una "Zona de Alto Potencial para la Acuicultura (ZAPAC) recogida en el POEM para la Demarcación Levantino-Balear".
  - Estrategias marinas: compatible
- Viabilidad huella de carbono: es muy favorable al igual que el resto de las alternativas. El grado de automatización que es una de las características de la acuicultura offshore permite disminuir la huella de carbono en relación a la acuicultura tradicional.
- Cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore: considerando que lo ideal es que se cumplan las siguientes características en su totalidad, se estima desfavorable:
  - Localizaciones totalmente expuestas en mar abierto (360°): es favorable.
  - Situadas a más de 100 metros de profundidad: las dos plataformas se encontrarían ligeramente por debajo de la isóbata de -100 metros. Desfavorable.

- o Distancia a costa de más de 6-8 km: las jaulas se situarían por debajo de los 6 km de distancia respecto a La Azohía y también a una distancia menor de 6 km de Mazarrón. Desfavorable.
- o Operativas bajo condiciones oceánicas adversas (altura de ola superior a 10 m...). Favorable.

Se trata de una zona de estudio con una superficie aproximada de 6,18 km<sup>2</sup>, situada más cerca de costa a profundidades aproximadas de entre - 70 y -110 metros según se muestra en la siguiente figura. Se ha descartado ya que presenta menor viabilidad, tanto por compatibilidad de usos del medio marino como cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore (al estar localizada más cerca de costa no se cumpliría con uno de los objetivos del proyecto que es realizar un proyecto de "acuicultura offshore" alejado de costa y diferente a la acuicultura tradicional.), con respecto al resto de alternativas.

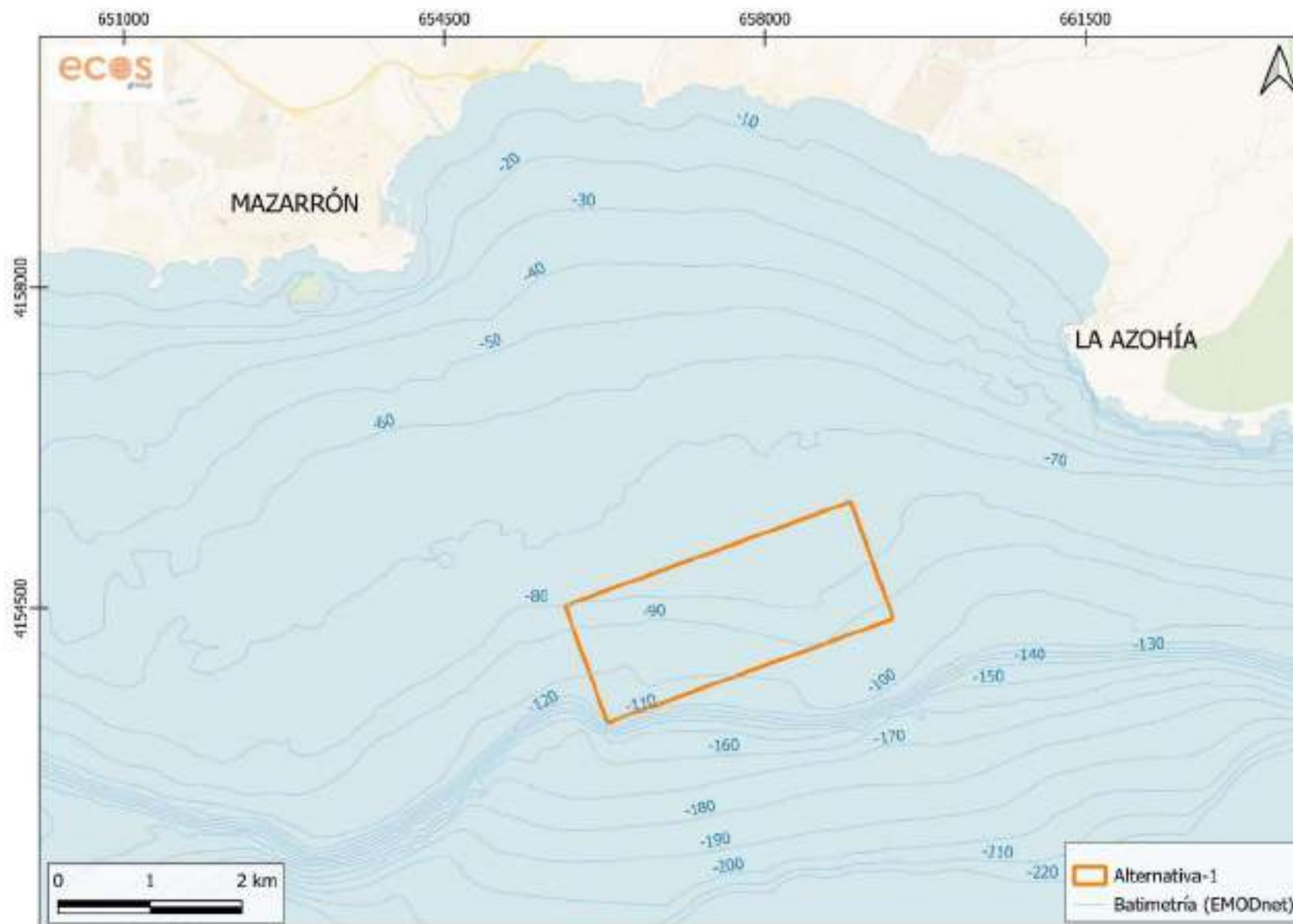


Figura 76. Ubicación de la alternativa 1 (escala 1:40000)

### 6.2.3 Alternativa 2

Esta alternativa presenta las siguientes características a tener en cuenta a la hora de elegir la más adecuada:

- Viabilidad económica: es muy favorable, al igual que las alternativas 1, 3 y 4:
  - Actividad económica: el desarrollo del proyecto generaría una actividad importante además de contribuir a la diversificación de la economía.
  - Empleo: se crearán diversos puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, en las diferentes fases asociadas al proyecto, desde la construcción hasta las fases de operatividad y desmantelamiento.
- Viabilidad técnica: es igual que el resto de las alternativas y por lo tanto muy favorable:
  - Construcción, traslado y fondeo: viable.
  - Topografía y batimetría: adecuada y viable.
  - Vulnerabilidad frente a temporales: adecuada y compatible.
- Viabilidad ambiental: es favorable al igual que las alternativas 1 y 4:
  - Existencia de comunidades marinas sensibles: la localización más lejana respecto a la costa implicaría menor riesgo en la posible afección sobre este tipo de comunidades.
  - Hábitats naturales: la localización más lejana respecto a la costa implicaría menor riesgo en la posible afección sobre este tipo de hábitats.
- Viabilidad por compatibilidad con los usos del medio marino: se consideran los siguientes puntos:
  - Pesca profesional: la ubicación de las dos jaulas podría entrar en conflicto con el uso pesquero de la zona al coincidir casi en su totalidad con un área de pesca por lo que se considera muy desfavorable.
  - Defensa nacional: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo. Se considera favorable.
  - Red Natura 2000: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo. Se considera favorable.
  - Tráfico marítimo: la ubicación de las dos jaulas podría entrar en conflicto con el tráfico marítimo costero asociado a pesca profesional, deportiva, recreativo, etc. Se considera indiferente.
- Viabilidad normativa: es muy favorable:
  - Las jaulas estarían situadas en una “Zona de Alto Potencial para la Acuicultura (ZAPAC) recogida en el POEM para la Demarcación Levantino-Balear”.
  - Estrategias marinas: compatible.
- Viabilidad huella de carbono: es muy favorable al igual que el resto de las alternativas. El grado de automatización que es una de las características de la acuicultura offshore permite disminuir la huella de carbono en relación a la acuicultura tradicional.

- Cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore: considerando que lo ideal es que se cumplan las siguientes características en su totalidad, se estima desfavorable:
  - Localizaciones totalmente expuestas en mar abierto (360°): es favorable.
  - Situadas a más de 100 metros de profundidad: las dos plataformas se encontrarían por debajo de la isóbata de -100 metros. Desfavorable.
  - Distancia a costa de más de 6-8 km: las jaulas se situarían por debajo de los 6 km de distancia respecto a Mazarrón aunque una distancia mayor de 8 km de La Azohía. Desfavorable.
  - Operativas bajo condiciones oceánicas adversas (altura de ola superior a 10 m...). Favorable.

Se trata de una zona de estudio con una superficie aproximada de 6,18 km<sup>2</sup>, situada más cerca de costa a profundidades aproximadas de entre -70 y -110 metros al oeste de la alternativa-1 según se muestra en la siguiente figura. Se ha descartado ya que presenta menor viabilidad, tanto por compatibilidad de usos del medio marino como cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore (al estar localizada más cerca de costa no se cumpliría con uno de los objetivos del proyecto que es realizar un proyecto de "acuicultura offshore" alejado de costa y diferente a la acuicultura tradicional.), con respecto al resto de alternativas.



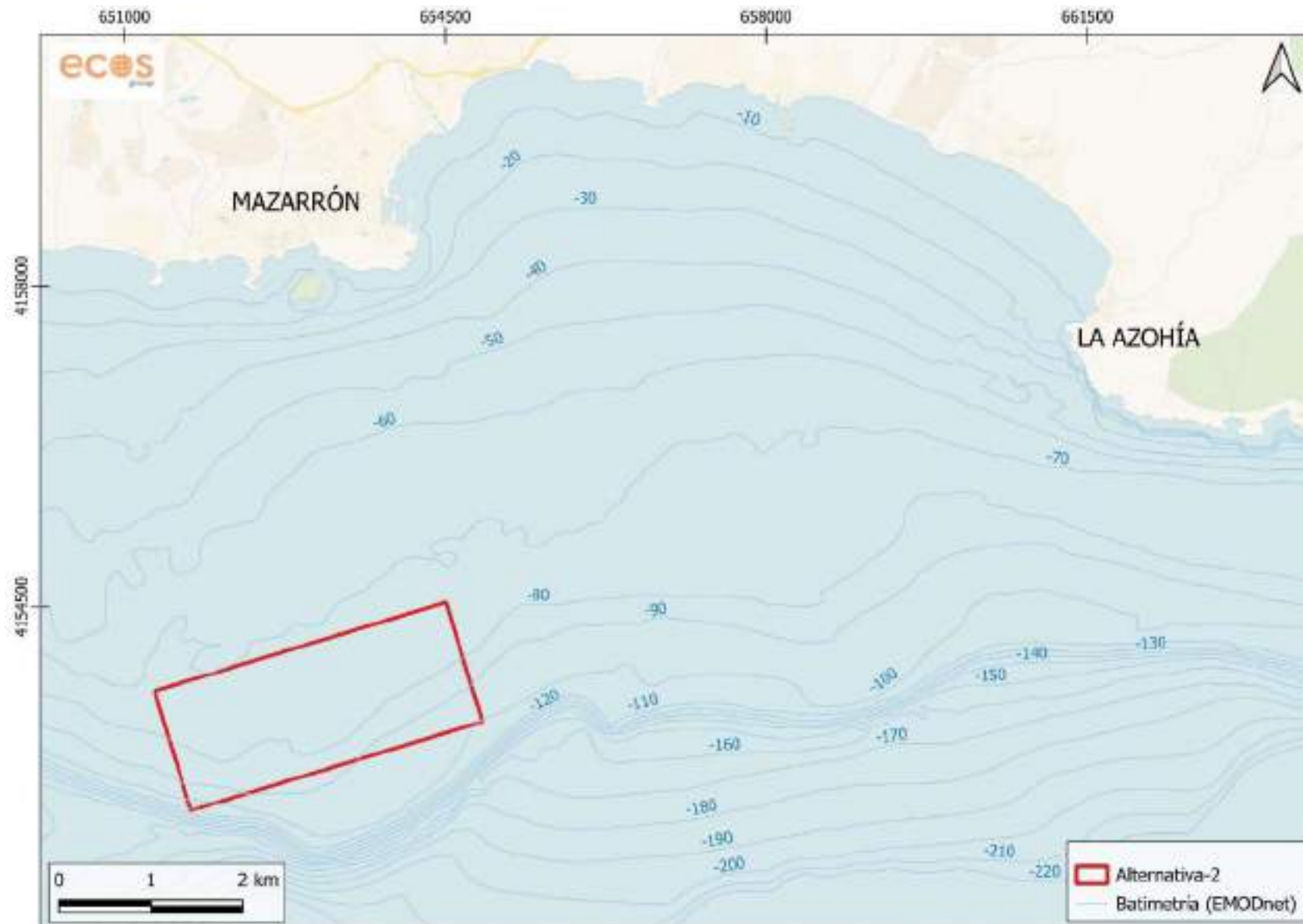


Figura 77. Ubicación de la alternativa 2 (escala 1:40000)

### 6.2.4 Alternativa 3

Esta alternativa presenta las siguientes características a tener en cuenta a la hora de elegir la más adecuada:

- Viabilidad económica: es muy favorable, al igual que las alternativas 1, 2 y 4:
  - Actividad económica: el desarrollo del proyecto generaría una actividad importante además de contribuir a la diversificación de la economía.
  - Empleo: se crearán diversos puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, en las diferentes fases asociadas al proyecto, desde la construcción hasta las fases de operatividad y desmantelamiento.
- Viabilidad técnica: es similar al resto de alternativas y por lo tanto muy favorable a pesar de encontrarse a mayor profundidad que el resto de las alternativas:
  - Construcción, traslado y fondeo: viable.
  - Topografía y batimetría: adecuada y viable.
  - Vulnerabilidad frente a temporales: adecuada y compatible.
- Viabilidad ambiental: es muy favorable, se considera la alternativa más adecuada en relación a este punto:
  - Existencia de comunidades marinas sensibles: la localización más lejana respecto a la costa implicaría menor riesgo en la posible afección sobre este tipo de comunidades.
  - Hábitats naturales: la localización más lejana respecto a la costa implicaría menor riesgo en la posible afección sobre este tipo de hábitats.
- Viabilidad por compatibilidad con los usos del medio marino: se consideran los siguientes puntos:
  - Pesca profesional: la ubicación de las dos jaulas se encontraría en una zona de menor probabilidad de coincidencia con este uso según las reuniones mantenidas con la Cofradía de pescadores del entorno por lo que se considera muy favorable.
  - Defensa nacional: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo. Se considera favorable.
  - Red Natura 2000: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo. Se considera favorable.
  - Tráfico marítimo: la ubicación de las dos jaulas podría entrar en conflicto con el tráfico marítimo costero asociado a pesca profesional, deportiva, recreativo, etc. Al alejarnos de costa respecto al resto de alternativas mejoran las probabilidades de no coincidir con el tráfico marítimo. Además, estaría alejado del tráfico general que entra o sale del Estrecho de Gibraltar.
  - Se considera indiferente.
- Viabilidad normativa: es muy favorable:
  - Las jaulas no estarían en principio situadas en una "Zona de Alto Potencial para la Acuicultura (ZAPAC) recogida en el POEM para la Demarcación Levantino-

Balear". Esto no implicaría que no pudieran ubicarse fuera de una de estas zonas ya que cuando se delimitaron este tipo de zonas no se tuvo en cuenta el posible desarrollo de la acuicultura offshore y se puso como límite superior la isóbata de -100 metros. En cualquier caso, tras consulta con las administraciones correspondientes está prevista la ampliación de estas zonas más allá de la isóbata de -100 m en una futura revisión del POEM.

- o Estrategias marinas: compatible
- Viabilidad huella de carbono: es muy favorable al igual que el resto de las alternativas. El grado de automatización que es una de las características de la acuicultura offshore permite disminuir la huella de carbono en relación con la acuicultura tradicional.
- Cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore: considerando que lo ideal es que se cumplan las siguientes características en su totalidad, se estima favorable:
  - o Localizaciones totalmente expuestas en mar abierto (360°): es favorable
  - o Situadas a más de 100 metros de profundidad: las dos plataformas se encontrarían por encima de la isóbata de -100 metros. Favorable.
  - o Distancia a costa de más de 6-8 km: las jaulas se situarían por encima de los 6 km de distancia respecto a Mazarrón y La Azohía. Favorable.
  - o Operativas bajo condiciones oceánicas adversas (altura de ola superior a 10 m...). Favorable.

Se trata de una zona de estudio con una superficie aproximada de 6,18 km<sup>2</sup>, situada más cerca de costa a profundidades aproximadas de entre - 160 y - 210 metros al sur de la alternativa-1 según se muestra en la siguiente figura.

Por los siguientes motivos se considera la alternativa más adecuada:

- Esta alternativa sería viable respecto a los diferentes requisitos técnicos de construcción, traslado y fondeo de los diversos elementos que componen la instalación acuícola.
- Cercanía a centros logísticos para garantizar que las tareas de operación y mantenimiento requieran el mínimo impacto ligado al transporte de personal y materiales permitiendo reducir el impacto derivado de las emisiones del transporte.
- Tras la reunión mantenida con los representantes del sector pesquero, se trataría de una zona compatible con los usos o actividades pesqueros actuales presentes en la zona.
- La zona de estudio está situada lejos de las principales rutas de tráfico marítimo considerando el tráfico más habitual cercano asociado a buques de pesca y recreo.
- Esta alternativa se sitúa en la ZEC "Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón (ES6200048). A pesar de ello el impacto de la actividad acuícola se considera compatible.
- Probabilidad muy baja de encontrar comunidades marinas bentónicas sensibles según los resultados de los trabajos de campo aparejados a la evaluación Ambiental.
- Ausencia de otros usos incompatibles con la actividad acuícola como posibles vertidos, extracción de áridos, etc. que puedan provocar problemas socioeconómicos a largo plazo.

- 
- Tras diferentes reuniones mantenidas con las administraciones tanto nacionales como autonómicas, esta alternativa se encontraría en la zona recomendada por las mismas para la instalación de las jaulas flotantes de engorde en el marco del desarrollo de la acuicultura offshore.

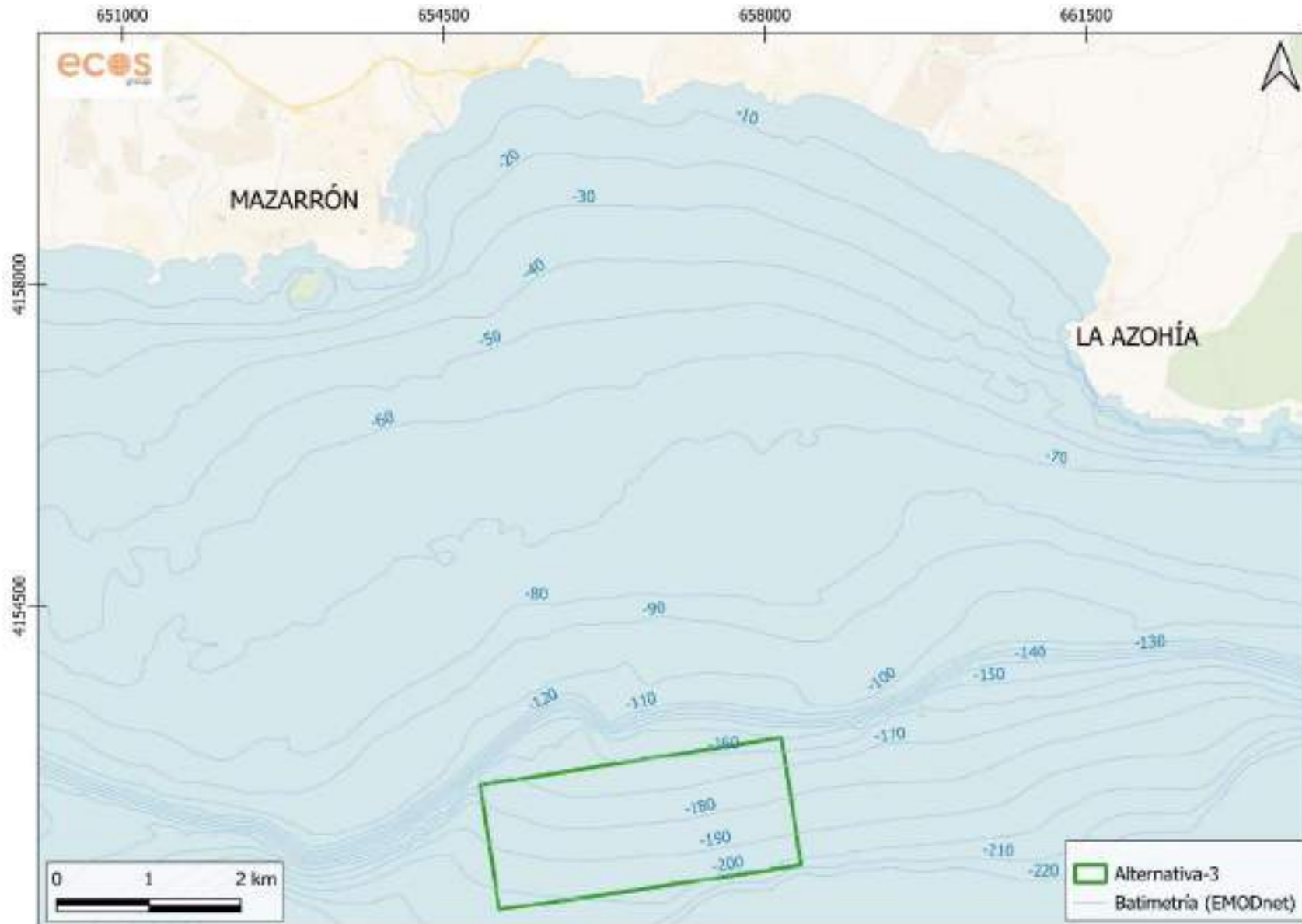


Figura 78. Ubicación de la alternativa 3 (escala 1:40000)

### 6.2.5 Alternativa 4

Esta alternativa presenta las siguientes características a tener en cuenta a la hora de elegir la más adecuada:

- Viabilidad económica: es muy favorable, al igual que las alternativas 1, 2 y 3:
  - Actividad económica: el desarrollo del proyecto generaría una actividad importante además de contribuir a la diversificación de la economía.
  - Empleo: se crearán diversos puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, en las diferentes fases asociadas al proyecto, desde la construcción hasta las fases de operatividad y desmantelamiento.
- Viabilidad técnica: es igual que el resto de las alternativas y por lo tanto muy favorable:
  - Construcción, traslado y fondeo: viable.
  - Topografía y batimetría: adecuada y viable.
  - Vulnerabilidad frente a temporales: adecuada y compatible.
- Viabilidad ambiental: es favorable al igual que las alternativas 1 y 2:
  - Existencia de comunidades marinas sensibles: la localización más lejana respecto a la costa implicaría menor riesgo en la posible afección sobre este tipo de comunidades.
  - Hábitats naturales: la localización más lejana respecto a la costa implicaría menor riesgo en la posible afección sobre este tipo de hábitats.
- Viabilidad por compatibilidad con los usos del medio marino: se consideran los siguientes puntos:
  - Pesca profesional: la ubicación de las dos jaulas podría entrar en conflicto con el uso pesquero de la zona al coincidir con un área de pesca por lo que se considera desfavorable.
  - Defensa nacional: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo. Se considera desfavorable.
  - Red Natura 2000: las dos jaulas se localizan en una zona de estas características, pero esto no implica que no puedan estarlo. Se considera favorable.
  - Tráfico marítimo: la ubicación de las dos jaulas podría entrar en conflicto con el tráfico marítimo costero asociado a pesca profesional, deportiva, recreativo, etc. Se considera indiferente.
- Viabilidad normativa: es muy favorable:
  - Las jaulas estarían situadas en una “Zona de Alto Potencial para la Acuicultura (ZAPAC) recogida en el POEM para la Demarcación Levantino-Balear”.
  - Estrategias marinas: compatible.
- Viabilidad huella de carbono: es muy favorable al igual que el resto de las alternativas. El grado de automatización que es una de las características de la acuicultura offshore permite disminuir la huella de carbono en relación con la acuicultura tradicional.

- Cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore: considerando que lo ideal es que se cumplan las siguientes características en su totalidad, se estima desfavorable:
  - Localizaciones totalmente expuestas en mar abierto (360°): es favorable
  - Situadas a más de 100 metros de profundidad: las dos plataformas se encontrarían por debajo de la isóbata de -100 metros. Desfavorable.
  - Distancia a costa de más de 6-8 km: las jaulas se situarían por debajo de los 6 km de distancia respecto a Mazarrón y La Azohía. Desfavorable.
  - Operativas bajo condiciones oceánicas adversas (altura de ola superior a 10 m...). Favorable.

Se trata de una zona de estudio con una superficie aproximada de 6,18 km<sup>2</sup>, situada más cerca de costa a profundidades aproximadas de entre -75 y -115 metros al este de la alternativa-1 según se muestra en la siguiente figura. Se ha descartado ya que presenta menor viabilidad, tanto por compatibilidad de usos del medio marino como cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore (al estar localizada más cerca de costa no se cumpliría con uno de los objetivos del proyecto que es realizar un proyecto de "acuicultura offshore" alejado de costa y diferente a la acuicultura tradicional.), con respecto al resto de alternativas.



Figura 79. Ubicación de la alternativa 4 (escala 1:40000)



**6.3 Evaluación de las alternativas principales del proyecto**

Los resultados del análisis de las diferentes alternativas planteadas para la ubicación y ejecución del proyecto se presentan en la tabla de “Análisis de las alternativas consideradas”. Es importante señalar que descartando la alternativa 0, la viabilidad tanto económica como técnica es muy similar. El resto de los aspectos (normativa, huella de carbono, cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore etc.) para las cuatro alternativas son los que cobran más peso a la hora de realizar el análisis.

A continuación, en la siguiente figura se presentan las diferentes alternativas planteadas para la ubicación y ejecución del proyecto.



Figura 80. Ubicación de las distintas alternativas a analizar (Escala 1:40000)

La siguiente tabla muestra los criterios de evaluación utilizados para valorar las alternativas:

Tabla 15. Criterios utilizados para evaluar las alternativas

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Muy desfavorable	1
Desfavorable	2
Indiferente	3
Favorable	4
Muy favorable	5

El análisis de alternativas se muestra a continuación:

Tabla 16. Análisis de las alternativas consideradas

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS						
ASPECTOS		Alternativa				
		0	1	2	3	4
Viabilidad técnica	Construcción, traslado y fondeo	3	5	5	5	5
	Topografía y batimetría	3	5	5	5	5
	Vulnerabilidad frente a temporales	3	5	5	5	5
Viabilidad económica	Actividad económica	1	5	5	5	5
	Empleo	1	5	5	5	5
Viabilidad ambiental	Existencia de comunidades marinas sensibles	3	4	4	5	4
	Hábitats naturales	3	4	4	5	4
Viabilidad por compatibilidad de usos del medio marino	Pesca profesional	3	2	1	5	2
	Defensa nacional	3	4	4	4	4
	Red natura 2000	3	4	4	4	4
	Tráfico marítimo	3	3	3	5	3
Viabilidad normativa	Estrategias marinas	3	5	5	5	5
	Plan Ordenación Espacio Marítimo (POEM)	3	5	5	5	5
Viabilidad huella de carbono	Huella de carbono	3	5	5	5	5
Cumplimiento con los objetivos de la acuicultura offshore	Características de la acuicultura offshore	3	2	2	5	2
<b>TOTAL</b>		<b>41</b>	<b>63</b>	<b>62</b>	<b>73</b>	<b>63</b>

**Conclusión:** de las 4 posibilidades de ubicación de la futura concesión acuícola una vez descartada la alternativa 0, se selecciona la alternativa 3 como opción ideal (73 puntos de valoración), en segundo lugar, las alternativas 1 y 4 (63 puntos de valoración) y en tercera y última posición la alternativa 2 (62 puntos de valoración).

## 7. DIAGNOSTICO DEL MEDIO NATURAL AFECTADO POR EL PROYECTO

Como hemos visto en los apartados anteriores, el proyecto va a ocupar principalmente un área marina, por lo tanto, se debe realizar una descripción exhaustiva del ambiente marino para luego conocer la afección de las tareas planteadas por el proyecto. Además, para completar este apartado, se hará de forma más breve un análisis del medio terrestre para identificar la existencia de posibles afecciones.

A continuación, se muestra la metodología empleada en el trabajo de campo y gabinete para describir los elementos ambientales más importantes principalmente en el medio marino y en menor medida en el terrestre.

### 7.1 Metodología utilizada en la descripción ambiental de la zona

En el presente apartado se especificarán la metodología de estudio en gabinete, campo y laboratorio para realizar la descripción de los elementos ambientales de cada zona.

#### 7.1.1 Medio terrestre

Para la descripción y diagnóstico de los elementos ambientales terrestres se utilizaron los siguientes métodos de estudio:

- **Clima terrestre**: La metodología se basa en el trabajo de recopilación de información de las estaciones meteorológicas cercanas, datos históricos de los últimos años y regímenes de viento según la orientación y altura de la zona de estudio.
- **Geología, litología y edafología**: Al igual que con el clima, los datos geológicos de la zona de estudio se extraerán de los estudios existentes y de páginas oficiales, como por ejemplo IGME (Instituto Geológico y Minero Español), etc., en donde existe información sobre la Región de Murcia (tipos de litologías, sus definiciones, etc.).
- **Geomorfología**: La metodología para describir y valorar la geomorfología de la zona terrestre afectada por el proyecto, se basa en el estudio cartográfico existentes y los datos sobre la orografía obtenidos en la visita al campo.
- **Flora**: Revisión bibliográfica de la vegetación potencial de la zona de estudio según el piso bioclimático que ocupa.
- **Fauna**: La fauna existente en la zona dependerá mucho del hábitat que se cree dada la vegetación presente, con esto y con la información bibliográfica, se puede realizar un listado de la fauna potencialmente terrestre afectada.

#### 7.1.2 Medio marino

Para la zona marina afectada se necesitan metodologías diferentes dado que es un medio menos estudiado que el terrestre y con una mayor dificultad en su trabajo de campo.

Para conseguir los datos necesarios y conocer así las características de los elementos medioambientales en el medio marino se tuvieron en cuenta los siguientes estudios:

- **Trabajo de campo, "Campaña oceanográfica abril/mayo 2024"**: Se realiza una serie de trabajos en la zona de estudio desde barco con el objetivo de obtener la información necesaria relativa al medio marino:

- Estudios de hidrografía y geofísica: Se realizaron dos tipos de trabajos en el área seleccionada para la ubicación de la futura instalación acuícola. El primer trabajo encaminado a proporcionar la batimetría de la zona de interés fue el de “prospección hidrográfica” con una ecosonda multihaz (MBES, acrónimo inglés Multibeam Echosounder) y el segundo la “prospección geofísica” con un Sónar de Barrido Lateral (SBL) permitió caracterizar la naturaleza geomorfológica del fondo marino.
- Calidad del agua: permitió la caracterización de las masas de agua, para ello se realizaron también dos tipos de trabajos en el área seleccionada para la ubicación de la futura instalación acuícola; el primero de “toma de muestras de agua” con botella tipo Niskin y posterior análisis en laboratorio de los parámetros; nitratos, nitritos, amonio, fosfatos y sólidos sedimentables y el segundo la “realización de los perfiles de la columna de agua” mediante una sonda multiparamétrica obteniéndose datos de temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto, turbidez y clorofila “a”.
- Calidad del sedimento: se caracterizó el sedimento realizando análisis de granulometría, materia orgánica, potencial redox, pH e infauna.
- Estudio ecocartográfico: Durante las campañas se tomaron imágenes de video del fondo en diversas zonas del área prevista para la ubicación de la futura instalación acuícola, situadas a diferentes profundidades con el objetivo de encontrar ecosistemas de interés que se debieran estudiar y así poder conocer la posible afección sobre los mismos.

Para la caracterización del fondo se usó una cámara remolcada desde barco georreferenciada de la marca XEO TV y un ROV.

- Video barrido (Patrimonio subacuático): Para la comprobación de “Patrimonio Cultural Sumergido”, se realizaron grabaciones puntuales in situ dentro del área de estudio para inspeccionar la posible existencia de restos potenciales de constituir el patrimonio subacuático. Además, se cuenta con los resultados del “sonar de barrido lateral (SBL)”.
- **Trabajo de Gabinete, “Estudios y modelizaciones durante el periodo de marzo a junio 2024”**: Durante el trabajo de gabinete se realizaron los siguientes estudios y modelizaciones.
  - o Clima marino: Se realizarán cuatro tipos de trabajos:
    - Oleaje: la metodología y los resultados se exponen en el apartado 7.5.1.1
    - Viento: la metodología y los resultados se exponen en el apartado 7.5.1.2
    - Mareas: la metodología y los resultados se exponen en el apartado 7.5.4
    - Corrientes: la metodología y los resultados se exponen en el apartado 7.5.3
  - o Estudio Dinámica Litoral: Se realizarán dos tipos de trabajos utilizando para ello el modelo Mike 3:
    - Estudio hidrodinámico: la metodología y los resultados se exponen en el apartado 7.5.5.1
    - Estudio de dispersión de partículas: la metodología y los resultados se exponen en el apartado 7.5.5.1.

- **Otros datos de interés de la zona:** Se aprovecha, a su vez, los datos obtenidos en diferentes fuentes bibliográficas (artículos, capas shape georreferenciadas, etc.) En este caso se especificará la fuente.

## 7.2 Características medioambientales del medio terrestre afectado

### 7.2.1 Climatología<sup>35</sup>

El clima del área de estudio se corresponde, de forma general, con el existente en el litoral sur de la Región de Murcia. Se trata de un clima mediterráneo árido, esencialmente seco y con un elevado déficit hídrico durante todo el año.

La temperatura media anual se sitúa alrededor de los 20 °C. El mes más frío es enero con una media de 12 °C, siendo agosto el mes más caluroso, con una temperatura media de 28 °C.

Los vientos predominantes son de orientación suroeste (lebeche), seguida de noreste (levante). El primero, de carácter seco y cálido, puede ir acompañado de arena y polvo. El segundo es húmedo y fresco. En invierno, sin embargo, los vientos dominantes suelen ser del norte. Los vientos más fuertes se dan principalmente en verano y primavera. En verano puede aparecer viento del sureste (jaloque) al que acompaña un fuerte oleaje.

Se trata de una zona de importante insolación, con más de 3.200 horas de sol al año, alcanzando su máximo en período estival. Las precipitaciones difícilmente superan los 300 mm anuales, siendo la primavera y el otoño las estaciones más húmedas. Existen episodios puntuales de lluvias torrenciales, las cuales pueden llegar a aportar más de un tercio del registro anual de precipitaciones.

Los valores medios anuales de evapotranspiración potencial de esta zona se sitúan alrededor de los 800 mm, presentando un déficit hídrico superior a 900 mm.

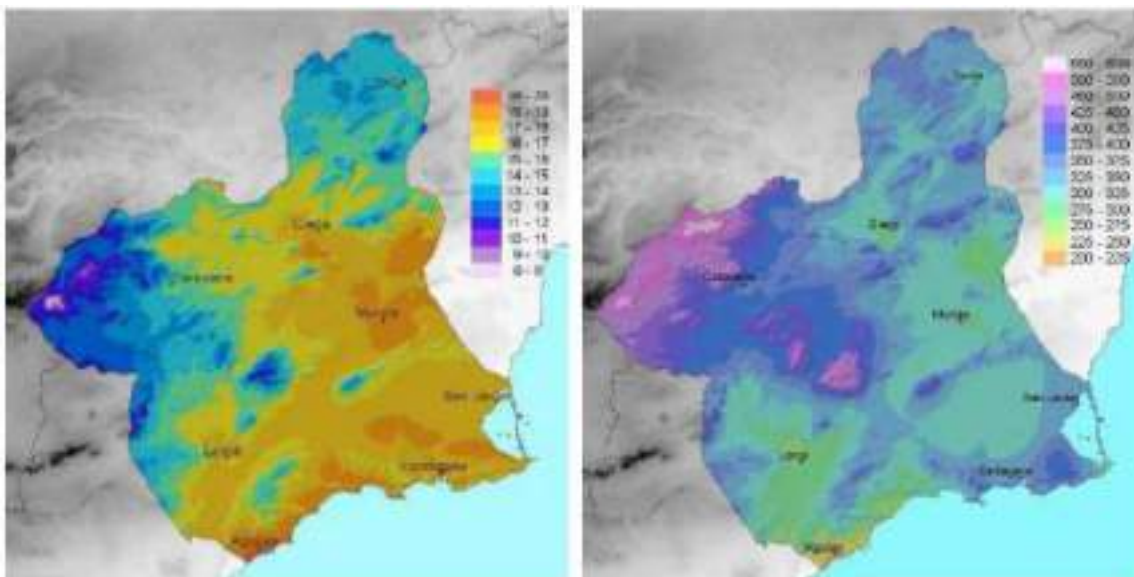


Figura 81. Temperatura y Pluviometría de la Región de Murcia (Fuente: Confederación Hidrográfica del Segura; en “La estrategia de desarrollo local GALPEMUR 2021-2027”)

<sup>35</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

### Particularidades del clima en la zona de estudio

Se analizan los datos de las variables climatológicas relacionadas con la temperatura, viento y precipitaciones procedentes de la estación meteorológica de "Mazarrón, Las Torres" localizada próxima al municipio de 'Mazarrón', a una altitud de 66 msnm., y cerca de El Láguena, El Mojón, etc. (franja costera) para el año 2023:

**A. Temperatura:** los datos de las diferentes variables relacionadas con la temperatura se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 17. Análisis Temperatura (°C), estación "Mazarrón, Las Torres", 01-01-23 hasta 31-12-23

Datos de Temperatura, estación "Mazarrón, Las Torres", periodo 01-01-23 hasta 31-12-23													
VARIABLE	AÑO 2023												Año 2023
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic	
Temperatura media (°C)	12,39	11,92	16,39	18,98	20	24,74	28,82	28,42	24,96	21,61	16,61	13,52	19,86
Temperatura mínima (°C)	4,20	4,10	5,00	9,40	11,50	16,50	21,50	21,10	17,70	11,80	8,40	6,00	11,43
Temperatura máxima (°C)	24,10	20,30	29,30	32,50	28,90	36,50	36,40	38,00	32,00	33,90	27,50	23,90	30,28

**Dato máximo;** **Dato mínimo**

La temperatura media muestra, un valor alto, de 19,86 °C y la amplitud de la oscilación térmica durante el año es de (16,9 °C). Las temperaturas máximas se producen en el mes estival alcanzando los 30,28 °C de media y las mínimas se producen en el mes de febrero, con un valor de los 4,10 °C.

**B. Velocidad del viento:** Los vientos de Sureste son los más frecuentes y dominantes.

Los datos para las diferentes variables relacionadas con el viento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Análisis del Viento, estación "Mazarrón, Las Torres", periodo 01-01-23 hasta 31-12-23

Datos del viento, estación "Mazarrón, Las Torres", periodo 01-01-23 hasta 31-12-23													
VARIABLE	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic	Año 2023
Velocidad media (m/s)	2,91	4,14	2,39	2,99	3,21	2,76	2,84	2,96	3,19	2,54	2,17	2,26	2,86
Velocidad media (km/h)	10,48	14,90	8,60	10,76	11,56	9,94	10,22	10,66	11,48	9,14	7,81	8,14	10,31
Velocidad media Dirección	Sur	Este	Sureste	Sureste	Sureste	Sureste	Sureste	Sureste	Sureste	Sureste	Sureste	Sur	—
Rachas máxima (m/s)	22,20	21,10	15,80	23,90	21,10	17,30	13,10	15,90	22,20	21,90	16,70	19,10	19,19
Rachas máxima (km/h)	79,92	75,96	56,88	86,04	75,96	62,28	47,16	57,24	79,92	78,84	60,12	68,76	69,09

**Dato máximo;** **Dato mínimo**

La velocidad media presenta un valor de 2,86 m/s (10,31 km/h) con rachas máximas con un valor medio de 19,19 m/s (69,09 km/h).

**C. Precipitaciones:** Los datos para las diferentes variables relacionadas con las precipitaciones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 19. Análisis de las Precipitaciones, estación "Mazarrón, Las Torres", 01-01-23 hasta 31-12-23

Datos de Precipitaciones, estación "Mazarrón, Las Torres", periodo 01-01-23 hasta 31-12-23													
VARIABLE	AÑO 2023												Año 2023
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agos	sept	oct	nov	dic	
Precipitación acumulada (l/m <sup>2</sup> )	3,20	15,00	0,60	0,40	76,00	4,80	0,00	0,40	29,60	3,00	0,00	1,20	11,18
Máxima acumulada en 1 hora (l/m <sup>2</sup> )	1,40	5,00	0,40	0,20	20,20	0,80	0,00	0,20	7,80	1,60	0,00	0,40	3,17
Humedad relativa media (%)	63,80	67,21	61,07	61,43	69,33	66,78	70,94	65,33	72,90	70,00	62,68	66,48	66,50

Dato máximo; Dato mínimo

Las precipitaciones son muy escasas, alcanzándose tan sólo 11,18 l/m<sup>2</sup> de media anual. En cuanto a la humedad relativa, la media para el periodo de estudio se situó en 66,50 %.

### 7.2.2 Geología y geomorfología<sup>36</sup>

La zona se enmarca en la cuenca mediterránea occidental, en el mar Surbaleár, concretamente en el sector meridional del margen continental Bético.

La formación de la cuenca mediterránea occidental es relativamente reciente. A partir del Oligoceno, coincidiendo con las dos últimas fases de la orogenia alpina, se produjo la expansión de esta área mediante "rifting continental", rotación hacia el este del bloque corsosardo y la existencia de un punto triple tipo "r" al sureste de Menorca, una de cuyas ramas producirá la apertura de la cuenca surbaleár en el Burdigaliense. Esta apertura se produjo a favor de fracturas de dirección noreste-suroeste y noroeste-sureste, las cuales conforman y condicionan en la actualidad los márgenes de la cuenca debido a procesos posteriores de extensión y subsidencia.

Los márgenes de la cuenca occidental del Mediterráneo se encuentran en fase juvenil, evolucionando por mecanismos de subsidencia tectono-térmica, fracturación y desarrollo de prismas sedimentarios. Según la clasificación morfo-tectónica de Heezen (1974), son de tipo pasivo o atlántico.

El estudio del margen continental revela la existencia de cuatro afloramientos del zócalo que corresponderían a la continuación de las unidades Béticas internas hacia el este, situados dentro del espacio protegido: dos localizados en las proximidades de cabo Cope, uno en el Escarpe de Mazarrón y el último frente a cabo de Palos.

<sup>36</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

Por otra parte, el análisis de la presencia del Mioceno en la plataforma continental indica que es prácticamente inexistente, rellenando excepcionalmente pequeñas depresiones tectónicas. Sobre el basamento únicamente reposarían sedimentos cuaternarios o pliocuaternarios.

En relación con el Plioceno, se encuentra generalmente afectado por amplios y suaves pliegues, fosilizando la superficie erosiva finimiocena y adaptándose a los relieves del basamento bético. A partir de cabo Tiñoso hacia el oeste, los materiales pliocenos en la plataforma pueden llegar a faltar o localizarse en pequeñas depresiones o paleorrelieves del sustrato bético. La cobertura sedimentaria se localizaría preferentemente a partir del escarpe, aguas afuera, que define el límite externo de la plataforma. En esta zona, debido a la dificultad en la distinción entre materiales pliocenos y cuaternarios, se asimila al Pliocuaternario, cuyas mayores potencias se localizan en la bahía de Mazarrón. En el talud continental, el espesor del Pliocuaternario es muy variable debido a la elevada pendiente del talud y el movimiento de fallas que lo conforman.

Respecto al cuaternario, en la plataforma continental descansa discordante sobre el basamento o sobre el Plioceno mediante una superficie de acusado carácter erosivo. A partir de cabo Tiñoso hasta el extremo suroccidental, la plataforma se encuentra recubierta casi por completo por sedimentos cuaternarios que fosilizan los relieves del basamento bético.

En relación con la geomorfología, el afloramiento de zócalo situado frente al cabo de Palos marca la existencia de dos sectores fisiográficos distintos dentro del margen continental Bético. El sector septentrional, que va desde el cabo de la Nao al cabo de Palos, se caracteriza por una amplia plataforma continental de escasa pendiente, predominan directrices norte-sur y presenta una variada morfología. El sector meridional, donde se encuadra el espacio protegido, se extiende desde el cabo de Palos hasta el cabo de Gata, presenta una plataforma continental de tendencia general este-oeste, con una anchura media de 6km y una longitud de 100km, alcanzando una anchura de 2,5 km frente al cabo Tiñoso. Entre Cartagena y el cabo de Palos la plataforma va ensanchándose progresivamente hacia el este (de 5 a 13 km). Cabe destacar el carácter escalonado de la plataforma que se refleja incluso en la morfología de su borde, el cual se define como conjunto de líneas que se van relevando progresivamente, manteniéndose a profundidades alrededor de los 105m, pudiendo estar relacionado por la existencia de fracturas de relativa importancia con orientaciones norte-sur a noroeste-sureste.

La ruptura de pendiente se produce en dos fases; una de ellas a una profundidad media de 100m y la segunda, más discontinua e irregular, se presenta de una forma muy brusca determinando la formación de un talud continental abrupto conocido con el topónimo de Escarpe de Mazarrón. Dicho escarpe tectónico se continúa hacia levante con el Escarpe de Emile Baudot, que bordea el promontorio balear delimitando así la extensión oriental del conjunto bético. Aunque no se puede establecer una zonación clara en el talud continental que vaya más allá de una restringida identificación del talud superior frente al golfo de Mazarrón, pues su elevada pendiente es el rasgo más característico y ello impide el desarrollo de diversas provincias fisiográficas, es posible diferenciar dos tramos longitudinales en el talud continental que configura el escarpe de Mazarrón, con características geomorfológicas propias y génesis diferentes.



El primer tramo de este talud, donde se enmarca el espacio marino protegido, abarcaría desde el seco de Palos hasta la altura de la localidad de San Juan de Terreros (al sur de Águilas), prácticamente en el límite entre la provincia de Murcia y Almería. El escarpe tiene una dirección preferente N80E, produciéndose una ligera curvatura, subparalela a la línea de costa, en el entorno al golfo de Mazarrón. Esta concavidad, aguas afuera, es coherente con la estructura tectónica del golfo de Mazarrón que está impuesta por las directrices de la sierra de la Almenara y de la sierra del Algarrobo, que a su vez se configuran en forma de arco, imprimiendo la geometría litoral que hoy en día se reconoce en la línea de costa. Toda la ruptura de pendiente está dominada por una geomorfología en cárcava (supera la veintena el número de unidades que se pueden individualizar), particularmente densa y abigarrada entre la localidad de Mazarrón y el seco de Palos. Las cárcavas disminuyen en número hasta quedar reducidas a cinco y se distancian notablemente unas de otras entre Mazarrón y Águilas/San Juan de Terreros, profundizando su incisión en el sustrato lo que parece indicar una cierta relación con los drenajes continentales cuaternarios ocurridos durante los episodios glacioeustáticos. La pobre nutrición sedimentaria del talud hace que el proceso erosivo se vaya extendiendo hacia la cuenca profunda, de manera que los surcos erosivos profundizan la depresión incipiente de las cárcavas y se produce un desplazamiento del depósito pendiente abajo. Este peculiar proceso erosivo determina la excavación de valles submarinos que no muestran rasgos estructurales de mayor complejidad y envergadura, ni tampoco se pueden vincular a paleosistemas de drenaje continental, de manera que su formación es reciente y por ello deberían calificarse como valles submarinos, pues no presentan la morfología ni los rasgos característicos propios de los cañones. Cabe destacar la individualización de estos valles y la falta de conexión entre unos y otros. Presentan trazados preferentemente rectilíneos y divisorias de aguas en forma de lomos sedimentarias que resisten la erosión y que se elongan en la dirección de la pendiente. De entre todos ellos destaca el más próximo al cabo Negrete, debido al trazado de su curso (prácticamente en ángulo recto), que en su cabecera tiene una dirección N20E y cambia bruscamente por el efecto de un afloramiento de sustrato (monte de Águilas, de dirección N40O) adaptándose a la dirección que le impone dicho relieve en su curso medio y bajo. La morfología del cauce en este tramo indica que desempeña una importante función en la exportación de sedimentos desde la plataforma continental hacia la cuenca profunda. La cartografía geomorfológica señala algunos otros como son Calnegre, Mazarrón, isla Plana, Tiñoso, Loma Larga y Espada, etc. Prácticamente todos ellos tienen su cabecera en el borde de la plataforma continental, a profundidades comprendidas entre 100 y 200 m, y se encuentran situados, en general, entre 3 y 12 km de la línea de costa. Su longitud es relativamente corta y oscila entre los 7 y 25 km.

El segundo tramo cubriría el talud continental comprendido frente a las localidades de San Juan de Terreros y Águilas, y el cabo de Gata (espólón del cabo de Gata). Su geomorfología es intensamente irregular con una diversidad de relieves que permite establecer variadas provincias fisiográficas, pero con un rasgo predominante que es la presencia de profundos y extensos cañones submarinos y afloramientos de relieves volcánicos que sirven de divisoria de aguas entre sus cauces. Dos son los cañones submarinos excavados en el talud continental. Ambos están fuertemente jerarquizados y se configuran como verdaderos sistemas de drenaje: cañón de Palomares y cañón de Gata. Ambos están separados por un prominente relieve volcánico -Complejo Volcánico de Abubacer-, que culmina con la cresta de la Polacra cuya línea de cumbres se orienta en una dirección N40E.

### 7.2.3 Flora y fauna

Se toman como referencias las especies presentes en las áreas ZEPA “ES0000264 La Muela-Cabo Tiñoso”, “ES0000261 Almenara-Moreras\_Cabo Cope” y “ES0000536 Laguna de Las Moreras” que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 20. Flora y fauna terrestre (franja costera de Mazarrón)

Nombre científico	Grupo	Directiva Hábitats. Anexo II <sup>37</sup>
<i>Acanthodactylus erythrurus</i>	Reptiles	
<i>Accipiter nisus</i>	Aves	
<i>Actitis hypoleucos</i>	Aves	X
<i>Aegithalos caudatus</i>	Aves	
<i>Alectoris rufa</i>	Aves	
<i>Allium melananthum</i>	Plantas	
<i>Anabasis hispanica</i>	Plantas	
<i>Anagyris foetida</i>	Plantas	
<i>Anthemis chrysantha</i>	Plantas	
<i>Anthus pratensis</i>	Aves	X
<i>Aphanius iberus</i>	Pez	X
<i>Apus melba</i>	Aves	X
<i>Apus pallidus</i>	Aves	X
<i>Aquila chrysaetos</i>	Aves	X
<i>Aquila fasciatus</i>	Aves	X
<i>Arbutus unedo</i>	Plantas	
<i>Arenaria interpres</i>	Aves	
<i>Aristolochia baetica</i>	Plantas	
<i>Atelerix algirus</i>	Mamíferos	
<i>Athene noctua</i>	Aves	
<i>Barlia robertiana</i>	Plantas	
<i>Blanus cinereus</i>	Reptiles	
<i>Bubo bubo</i>	Aves	X
<i>Bucanetes githagineus</i>	Aves	X
<i>Bufo bufo</i>	Anfibios	
<i>Bufo calamita</i>	Anfibios	
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Aves	X
<i>Calandrella brachydactyla</i>	Aves	X
<i>Calidris alba</i>	Aves	X
<i>Calonectris diomedea</i>	Aves	X
<i>Caprimulgus europaeus</i>	Aves	X
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	Aves	X
<i>Caralluma europaea</i>	Plantas	
<i>Caralluma munbyana subsp. hispanica</i>	Plantas	
<i>Carduelis cannabina</i>	Aves	
<i>Carduelis chloris</i>	Aves	

<sup>37</sup> Especies contempladas en el artículo 4 de la Directiva 2009/147/CE y enumeradas en el anexo II de la Directiva 92/43/CEE

Nombre científico	Grupo	Directiva Hábitats. Anexo II <sup>37</sup>
<i>Centaurea saxicola</i>	Plantas	
<i>Cercotrichas galactotes</i>	Aves	X
<i>Cercotrichas galactotes</i>	Aves	
<i>Chaenorhinum grandiflorum subsp. carthaginense</i>	Plantas	
<i>Chalcides bedriagai</i>	Reptiles	
<i>Chamaeleo chamaelon</i>	Reptiles	
<i>Chamaerops humilis</i>	Plantas	
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Aves	X
<i>Cheilanthes maderensis</i>	Plantas	
<i>Circaetus gallicus</i>	Aves	X
<i>Cistus ladanifer subsp. ladanifer</i>	Plantas	
<i>Clematis cirrhosa</i>	Plantas	
<i>Colutea hispanica</i>	Plantas	
<i>Coracias garrulus</i>	Aves	
<i>Coriaria myrtifolia</i>	Plantas	
<i>Coronella girondica</i>	Reptiles	
<i>Corvus corax</i>	Aves	
<i>Cynomorium coccineum</i>	Plantas	
<i>Cytinus ruber</i>	Plantas	
<i>Egretta garzetta</i>	Aves	X
<i>Elaphe scalaris</i>	Reptiles	
<i>Elaphe scalaris</i>	Reptiles	
<i>Emberiza cia</i>	Aves	
<i>Enneapogon persicus</i>	Plantas	
<i>Eptesicus isabellinus</i>	Mamíferos	
<i>Eragrostis papposa</i>	Plantas	
<i>Erica arborea</i>	Plantas	
<i>Erinaceus europaeus</i>	Mamíferos	
<i>Erithacus rubecula</i>	Aves	X
<i>Erodium sanguis-christi</i>	Plantas	
<i>Erophaca baetica</i>	Plantas	
<i>Falco peregrinus</i>	Aves	X
<i>Falco tinnunculus</i>	Aves	
<i>Felis silvestris</i>	Mamíferos	
<i>Galerida cristata</i>	Aves	
<i>Galerida theklae</i>	Aves	X
<i>Galium valentinum</i>	Plantas	
<i>Genetta genetta</i>	Mamíferos	
<i>Haematopus ostralegus</i>	Aves	X
<i>Hemidactylus fasciatus</i>	Reptiles	
<i>Hemidactylus turcicus</i>	Reptiles	
<i>Hemorrhois hippocrepis</i>	Reptiles	
<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aves	X
<i>Himantopus himantopus</i>	Aves	X

Nombre científico	Grupo	Directiva Hábitats. Anexo II <sup>37</sup>
<i>Hirundo rustica</i>	Aves	X
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Aves	X
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>oxycedrus</i>	Plantas	
<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>phoenicea</i>	Plantas	
<i>Jynx torquilla</i>	Aves	X
<i>Lafuentea rotundifolia</i>	Plantas	
<i>Larus audouinii</i>	Aves	X
<i>Larus ridibundus</i>	Aves	X
<i>Launaea lanifera</i>	Plantas	
<i>Leucanthemum decipiens</i>	Plantas	
<i>Limonium carthaginense</i>	Plantas	
<i>Limonium cossonianum</i>	Plantas	
<i>Limonium insigne</i>	Plantas	
<i>Lycium intricatum</i>	Plantas	
<i>Malpolon monspessulanum</i>	Reptiles	
<i>Martes foina</i>	Mamíferos	
<i>Mauremys leprosa</i>	Reptiles	X
<i>Maytenus senegalensis</i> subsp. <i>europaea</i>	Plantas	
<i>Melanocorypha calandra</i>	Aves	X
<i>Meles meles</i>	Mamíferos	
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Mamíferos	X
<i>Monticola solitarius</i>	Aves	
<i>Motacilla alba</i>	Aves	X
<i>Muscicapa striata</i>	Aves	X
<i>Myotis capaccinii</i>	Mamíferos	X
<i>Myotis myotis</i>	Mamíferos	X
<i>Myrtus communis</i>	Plantas	
<i>Narcissus tortifolius</i>	Plantas	
<i>Natrix maura</i>	Reptiles	
<i>Oenanthe hispanica</i>	Aves	X
<i>Oenanthe leucura</i>	Aves	X
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	Plantas	
<i>Ononis speciosa</i>	Plantas	
<i>Osyris lanceolata</i>	Plantas	
<i>Oxyura leucocephala</i>	Aves	X
<i>Parus major</i>	Aves	
<i>Pelodytes punctatus</i>	Anfibios	
<i>Periploca angustifolia</i>	Plantas	
<i>Petronia petronia</i>	Aves	
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Aves	X
<i>Phillyrea angustifolia</i>	Plantas	
<i>Phillyrea media</i>	Plantas	
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Aves	X
<i>Phylloscopus collybita</i>	Aves	X
<i>Picus viridis</i>	Aves	

Nombre científico	Grupo	Directiva Hábitats. Anexo II <sup>37</sup>
<i>Pistacia lentiscus</i>	Plantas	
<i>Pistacia terebinthus</i>	Plantas	
<i>Plecotus austriacus</i>	Mamíferos	
<i>Pleurodeles waltl</i>	Anfibios	
<i>Podarcis hispanica</i>	Reptiles	
<i>Populus alba</i>	Plantas	
<i>Populus nigra var. nigra</i>	Plantas	
<i>Psammodromus algirus</i>	Reptiles	
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Aves	X
<i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>	Aves	X
<i>Quercus coccifera</i>	Plantas	
<i>Quercus rotundifolia</i>	Plantas	
<i>Rana perezi</i>	Anfibios	
<i>Rhamnus alaternus</i>	Plantas	
<i>Rhamnus hispanorum</i>	Plantas	
<i>Rhamnus lycioides</i>	Plantas	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Mamíferos	X
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Mamíferos	X
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Mamíferos	X
<i>Romulea ramiflora</i>	Plantas	
<i>Salsola papillosa</i>	Plantas	
<i>Sanguisorba ancistroides</i>	Plantas	
<i>Santolina viscosa</i>	Plantas	
<i>Sarcocapnos enneaphylla subsp. saetabensis</i>	Plantas	
<i>Saxicola torquata</i>	Aves	X
<i>Saxicola torquata</i>	Aves	
<i>Serinus serinus</i>	Aves	
<i>Serratula mucronata</i>	Plantas	
<i>Sideritis asiantha</i>	Plantas	
<i>Sideritis ibanyezii</i>	Plantas	
<i>Sideritis pusilla subsp. carthaginensis</i>	Plantas	
<i>Sorbus domestica</i>	Plantas	
<i>Sterna sandvicensis</i>	Aves	X
<i>Streptopelia turtur</i>	Aves	X
<i>Sturnus unicolor</i>	Aves	X
<i>Sturnus vulgaris</i>	Aves	X
<i>Succowia balearica</i>	Plantas	
<i>Suncus etruscus</i>	Mamíferos	
<i>Sylvia atricapilla</i>	Aves	X
<i>Sylvia borin</i>	Aves	X
<i>Sylvia conspicillata</i>	Aves	X
<i>Sylvia melanocephala</i>	Aves	
<i>Sylvia undata</i>	Aves	X
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Aves	X
<i>Tadarida teniotis</i>	Mamíferos	

Nombre científico	Grupo	Directiva Hábitats. Anexo II <sup>37</sup>
<i>Tamarix africana</i>	Plantas	
<i>Tamarix boveana</i>	Plantas	
<i>Tamarix canariensis</i>	Plantas	
<i>Tarentola mauritanica</i>	Reptiles	
<i>Testudo graeca</i>	Reptiles	X
<i>Tetraclinis articulata</i>	Plantas	
<i>Teucrium carthaginense</i>	Plantas	
<i>Teucrium freynii</i>	Plantas	
<i>Teucrium lanigerum</i>	Plantas	
<i>Teucrium freynii</i>	Plantas	
<i>Tichodroma muraria</i>	Aves	X
<i>Timon lepidus</i>	Reptiles	
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Aves	
<i>Turdus iliacus</i>	Aves	X
<i>Turdus philomelos</i>	Aves	X
<i>Ulmus minor</i>	Plantas	
<i>Upupa epops</i>	Aves	
<i>Vipera latasti</i>	Reptiles	
<i>Vulpes vulpes</i>	Mamíferos	
<i>Ziziphus lotus</i>	Plantas	

Características medioambientales del medio marino afectado.

Previo a la presentación de los análisis, metodologías y resultados de los trabajos realizados en la zona marina se realiza una breve descripción que permita conocer las características principales de la dinámica marina en la zona.

Dinámica marina<sup>38</sup>: Las masas de agua<sup>39</sup> que bañan las costas de la Región de Murcia se engloban en el extremo suroeste de la cuenca Algero-Provenzal, conformando una zona de transición con el mar de Alborán. La masa de agua superficial presente en nuestra área de estudio se trata de "Aguas costeras mediterráneas no influenciadas por aportes fluviales, profundas arenosas". Sus características se muestran en la siguiente tabla ("Características de las masas de agua superficial presente en nuestra área de estudio") considerando que se trata de una masa de agua clasificada como "buena" respecto a su "estado ecológico" y también "buena" respecto a su "estado químico":

<sup>38</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

<sup>39</sup> La DMA define las aguas costeras como las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición. La delimitación de masas de agua costeras ha sido realizada por las CCAA con apoyo del antiguo Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

Tabla 21. Características de las masas de agua superficial presente en nuestra área de estudio<sup>40</sup>

Código de la masa de agua	Nombre masa de agua	Código Demarcación Hidrográfica	Demarcación Hidrográfica	Superficie (km <sup>2</sup> )	Características
ES070MSPF010300100	La Manceba-Punta Parda	ES070	SEGURA	390,73	Micromareal Salinidad > 37,5 % Baja influencia de aportes de agua dulce Profundo arenoso

El estrechamiento de la plataforma entre los sectores oriental y meridional junto al fuerte cambio en la dirección de la línea de costa produce perturbaciones en el campo local de flujos delimitando dos tramos diferenciados hidrodinámica y fisicoquímicamente. El sector meridional en el cual se enmarca el área de estudio y que va desde cabo de Palos hasta cabo de Gata, tiene una orientación predominante sureste.

La zona constituye un punto de mezcla y divergencia de aguas mediterráneas y atlánticas de gran interés a mesoescala. En este sentido, las aguas mediterráneas profundas, originadas por procesos convectivos en el Golfo de León y Mar de Liguria, alcanzan en profundidad (>1.000 m) la zona abisal del sector sur cargadas de salinidad (38,5 p.s.u. aproximadamente) tras rodear las cordilleras Baleares y se dirigen hacia Gibraltar para su salida. En esta zona, la existencia de cañones submarinos de más de 1000 m produce interesantes afloramientos cuyo patrón parece ser bastante complejo, dependiendo tanto de la influencia del viento como de la particular orientación de los cañones, de forma que pueden funcionar como afloramientos o sumideros. Las simulaciones hidrodinámicas llevadas a cabo en el sector sur señalan un afloramiento de esta agua cerca de la superficie (-20 m) en un estrecho margen situado sobre la plataforma continental.

En relación con las aguas superficiales, el agua atlántica modificada, rica en nutrientes y de baja salinidad (36,15-36,5 p.s.u), tras su entrada por el Estrecho y después de sufrir dos giros, se dirige hacia el Mediterráneo Oriental a través de la costa sur argelina. En aguas del mar argelino occidental, eventualmente se produce un tercer giro ciclónico en superficie que dirige el Agua Atlántica Modificada hacia el litoral murciano, enriqueciendo sus aguas en nutrientes. Este giro se bifurca a la altura del zócalo de Cabo de Palos en dirección norte hacia la cuenca Balear y en dirección sur hacia el mar de Alborán, donde recirculará nuevamente.

En la plataforma continental, los mecanismos que regulan la circulación de las diferentes masas de agua a distintas profundidades son relativamente complejos y están influenciados por la acción del viento. En la plataforma continental externa, el régimen de circulación dominante depende de la corriente general, mientras que en la plataforma interna el viento ejerce un control mucho mayor, dando origen a una microcirculación local de gran variabilidad. De este modo, las aguas intermedias levantinas y superficiales de este sector presenta un comportamiento general de circulación norte-sur paralela a la costa.

<sup>40</sup> Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015-2021

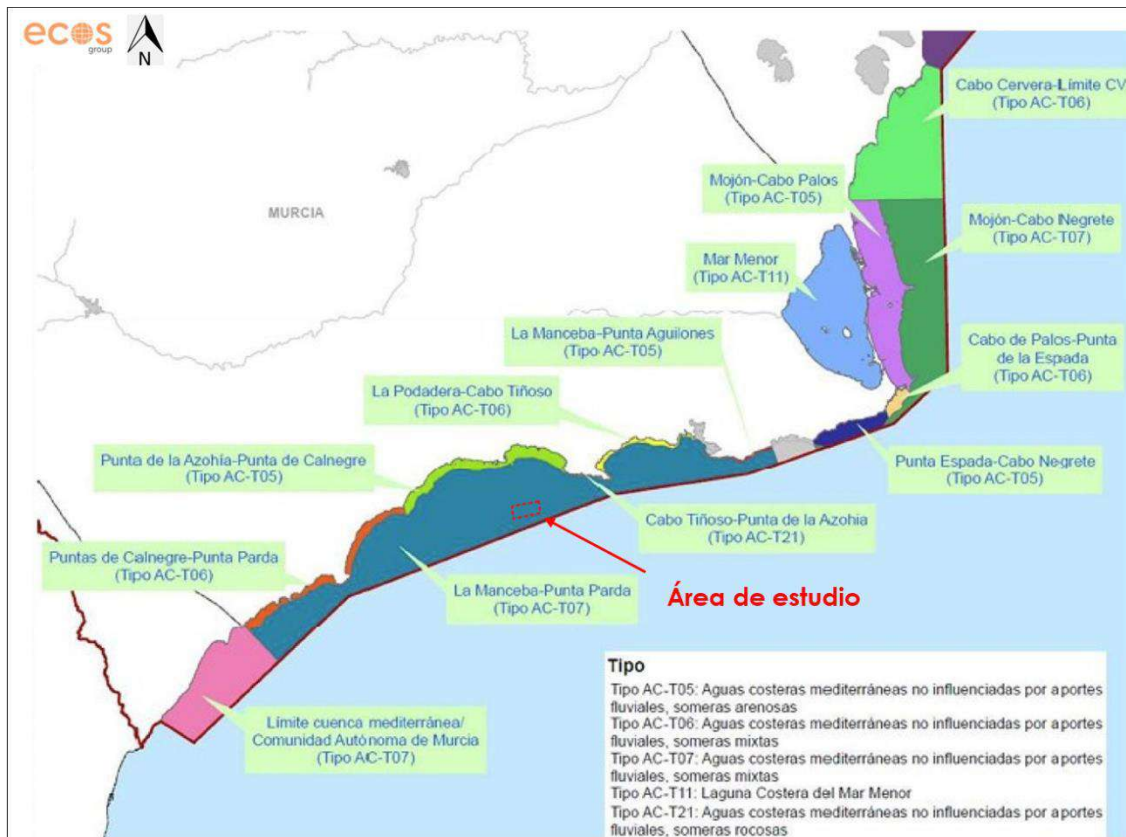


Figura 82. Situación del área de estudio respecto a las masas de agua<sup>41</sup>

#### 7.2.4 Estudios de Hidrografía y Geofísica

La zona marina de estudio se encuentra ubicada a 6,2 kilómetros al sureste de la localidad de Mazarrón en la Región de Murcia. Comprende un área total aproximada de 620,45 hectáreas dibujando un rectángulo de 1,76 kilómetros de ancho y 3,5 kilómetros de longitud entre las isobatas de 150 y 220 (en ella se incluye la superficie de balizamiento prevista para la concesión 4,555 km<sup>2</sup>, 455.5 Ha). La distancia entre los centros de las jaulas es de 1,6 km aproximadamente. La distancia desde el centro de la jaula MU 1.01 (situada a 182 metros de profundidad) a la costa más cercana es de 6,47 km (costa de Mazarrón) mientras que la de la jaula MU1.02 (situada a 180 metros de profundidad) se encontraría a 6,21 km (franja costera de La Azohía). En cuanto a las distancias al Puerto de Mazarrón de cada una de las jaulas son 7,0 km (jaula MU1.01) y 7,1 km (jaula MU1.02).

<sup>41</sup> Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015/2021. Anejo 12, Caracterización de las masas de agua de la DHS





Figura 83. Área de estudio

#### 7.2.4.1 Prospección hidrográfica

##### Equipos

Para la realización de los trabajos se recurrió a una ecosonda Norbit WBMS, una de las ecosondas más precisas del mercado, generando hasta 512 haces por disparo hasta 60 veces por segundo (>30.000ptos/seg). Estos haces son físicos y en función de su posición angular y de la señal recibida el sistema determina la mejor forma de detectar el centro del haz con un método de enfoque especial, añadiendo también un control de calidad a cada uno de los puntostomados.

La resolución en la medida del sistema Norbit WBMS con la opción Narrow integrada es de < 6 mm con un ancho de haz de hasta 0.5° x 0.5° (Across/Along-track) a 700 kHz y excede las más altas especificaciones del IHO (International Hydrography Organization Special Order) y de la USACE (U.S. Army Corps of Engineers Special Order).

Este sistema "todo en uno" integra las señales de una ecosonda de banda ancha y alta resolución (con frecuencia nominal de trabajo de 200 a 400 kHz) con los datos de un sistema de navegación inercial Applanix WaveMaster II asistido por un GNSS RTK de doble antena Trimble, asegurando un flujo de datos rápido, preciso y de gran calidad para todo tipo de levantamiento batimétrico en múltiples escenarios posibles.



Figura 84. Cabeza del sonar iWBMS-LR con sistema de navegación inercial Applanix Wavemaster II INS y sensor de velocidad del sonido en superficie ADL SVS integrados

La serie iWBMS está basada en una plataforma de sonar flexible que utiliza la última tecnología disponible en el procesado de señales analógicas y digitales. Sus principales características se listan a continuación:

- Ecosonda multihaz de array curvado de última generación integrado con un sistema de navegación inercial Applanix WaveMaster II y GNSS Trimble BD992.
- 80kHz de ancho de banda (chirp).
- Resolución angular de 0.9°x0.9°.
- Estabilización de balanceo (roll) en tiempo real.
- Side-scan, digitalización completa de la columna de agua, Backscatter y Snippets.
- Sensor de velocidad del sonido en superficie integrado.
- Procesado FM (chirp) y CW.
- Certificada para IHO Special Order, CHS Exclusive Order & USACE New Work.

Toda la zona de estudio fue cubierta con este equipo, realizándose tantos infills como fueron necesarios para asegurar la cobertura del 100% del área.

Para conseguir unos datos lo más precisos posibles de la multihaz, se utilizó un perfilador de velocidad del sonido (SVP por sus siglas en inglés) en agua marca AML-3 LGR, que se muestra en la siguiente figura. Este instrumento registra la estructura acústica de la columna de agua.



Figura 85. Perfilador de velocidad del sonido AML-3 LGR SVP

El dato de la velocidad del sonido en el agua es crítico para corregir los puntos de sonda durante el procesado. Los registros de la ecosonda se corrigieron con los datos de perfiles de velocidad del sonido, realizados en la zona de trabajo durante la realización del levantamiento batimétrico.

### **Metodología**

Para asegurar la exactitud de los datos adquiridos, se requiere, en primer lugar, que la instalación mantenga una estabilidad óptima y que el sistema completo sea configurado de manera apropiada. Por otro lado, al operar en una plataforma móvil como un barco, es esencial llevar a cabo mediciones continuas y altamente precisas de todos los movimientos de dicha plataforma, incluyendo su dirección y posición.

Adicionalmente, dado que las mediciones se basan en el uso de sonido en un medio que no es uniforme, es imperativo contar con un conocimiento altamente preciso de la velocidad de propagación del sonido a lo largo de toda la columna de agua, y aplicar las correcciones necesarias en consecuencia. Por esta razón, se realiza una medición continua mediante un sensor instalado directamente en el transductor mismo; además de realizar perfiles de la columna de agua mediante el SVP para efectuar correcciones en las mediciones y en las trayectorias de cada haz, lo que en última instancia mejora la precisión de los resultados.

El transductor se compone de dos grupos de elementos transductores: uno en forma de cilindro que ejerce como emisor, y otro en forma de semicircunferencia que actúa como receptor. El primer grupo se caracteriza por emitir un haz de sonido muy estrecho en la dirección de avance, pero amplio en el plano transversal. En contraste, el segundo grupo genera un total de 512 haces de sonido amplios en la dirección de avance y estrechos en el plano transversal.

Cada haz cubre una zona correspondiente al área en la que se superponen las ondas emitidas por el transductor y las detectadas por el receptor. Esto ocurre en el punto de intersección entre el haz emitido y los haces recibidos. Al tratarse de un sistema de múltiples haces, la unidad electrónica alojada en la carcasa que sostiene los transductores genera simultáneamente 512 haces independientes con una disposición angular o espacial equidistante. Esto permite detectar la superficie del fondo marino en la zona que cada haz abarca.

La transmisión eficiente de los datos y señales de control desde la unidad en la cubierta del barco se lleva a cabo mediante un cable especialmente diseñado para manejar la gran cantidad de información generada. Esto se debe a que, aparte de los datos numéricos, también se generan datos relacionados con la reflectividad de cada punto medido.

Durante el levantamiento batimétrico, todos los equipos envían información en continuo a una estación de trabajo DELL latitud 5530, de forma que el software hidrográfico QPS registrara y almacenara la información en bruto, para ser procesada posteriormente en gabinete.



Figura 86. Pantalla de control del software QPS y sistema Norbit

Aparte de una correcta configuración de todo el sistema, y como ya se ha indicado, la calidad final de los datos obtenidos depende directamente de la solidez de la instalación realizada. Para ello es imprescindible que tanto los transductores de la ecosonda como el sensor de movimiento y la antena del GPS formen un conjunto estable y no se produzcan movimientos relativos entre ellos.

El montaje hecho en este caso, dada la temporalidad de la instalación, ha consistido en fijar sólidamente en una única estructura tanto la ecosonda como el sensor de movimiento y el GPS RTK. Esta estructura se ha fijado sólidamente al costado de babor de la embarcación. Además, para la adquisición y posterior tratamiento de datos se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Selección adecuada del sistema de referencia (datum) de la zona. La proyección utilizada es Universal Transverse Mercator en el huso 30 (UTM30).
- Enlace de la red geodésica y altimétrica: se seleccionó tanto el enlace planimétrico como el altimétrico adecuado para la zona de trabajo.

La transformación de las altitudes elipsoidales medidas con los receptores GNSS empleados durante la ejecución de los trabajos a altitudes ortométricas, se realiza automáticamente por el software hidrográfico empleado durante la toma de los datos en campo. El software interpola la ondulación local de geoide según el modelo seleccionado para Murcia.



Figura 87. Instalación en la embarcación del sistema GNSS-RTK de doble antena Trimble

- Reducción de sondas al plano de referencia: La corrección de las sondas al plano de referencia (variación del nivel de la lámina de agua) se realizó en tiempo real a partir de los valores de altura elipsoidal registrados durante la ejecución de la batimetría, disponiendo de manera continua de un valor de altitud con precisión centimétrica.

- Control de calidad y calibración de equipos: Tras una configuración previa del montaje (offsets) se procede a hacer sobre el terreno una calibración detallada, siguiendo un protocolo específico y recogiendo datos sobre unas líneas con una distribución y características adecuadas.

Sólo se usaron los sondeos que pasaron un filtro de calidad de datos (IHO Special Order). Este control de calidad implica, entre otros, sondeos obtenidos en modo de posicionamiento diferencial RTK/PPK y con una buena relación señal/ruido (SNR).

Se realizó un perfil de velocidad del sonido desde la embarcación para describir la estructura acústica de la columna de agua y así poder corregir los datos obtenidos por la multihaz. Los valores de velocidad del sonido se utilizaron para corregir cada uno de los haces grabados durante el levantamiento.

Se realizó una alineación de rumbo (GAMS) y un Patch Test para calibrar los offsets angulares de la instalación (roll, pitch y yaw). El Patch Test se realizó de acuerdo con los protocolos estandarizados por la Organización Hidrográfica Internacional (IHO).

Como se utilizan datos reales de la zona de trabajo, se asegura la calidad final. Además, todos los datos que se graban son brutos, por lo que las correcciones se pueden aplicar posteriormente si en el procesado final se detectan desviaciones.

Además, dado que se pueden hacer hasta más de 9.000 medidas precisas x,y,z por segundo es posible aportar una visión tridimensional precisa de todos los elementos sumergidos al poco tiempo de haber recogido los datos.

En la siguiente figura se muestra una imagen de adquisición con MBE desde la embarcación y la visión tridimensional que ofrece su adquisición.

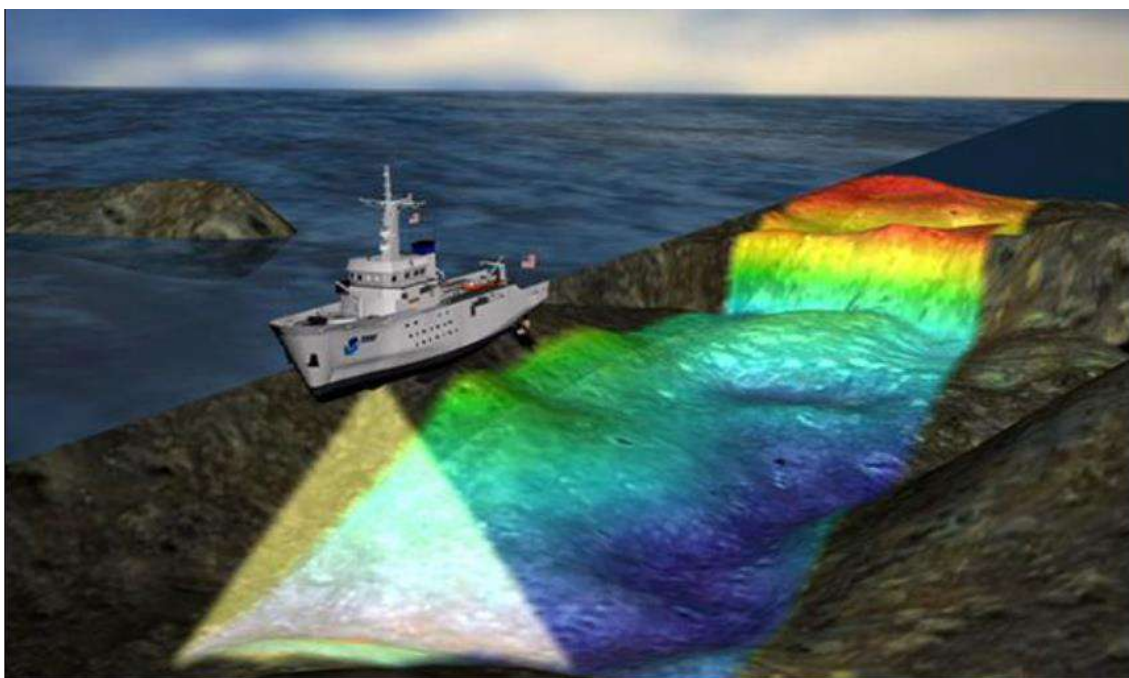


Figura 88. Adquisición de datos mediante el uso de Multihaz

### **Trabajos de gabinete**

Tras la adquisición de los datos en campo, una vez en gabinete, se dispuso a la elaboración del procesado de estos.

### **Software hidrográfico Qinsy/Qimera/FMGT**

Pertenecientes al paquete del software QPS, estos programas permiten el diseño sobre una cartografía de referencia de las líneas de navegación a seguir durante el desarrollo de los trabajos. En campo, Qinsy adquiere y procesa las señales de todos los elementos del sistema multihaz: ecosonda, posición, rumbo, movimiento y velocidad del sonido en el agua. Finalmente, en gabinete, tiene lugar el postproceso y la edición de los datos obtenidos mediante Qimera.

Mediante la aplicación de Qinsy/Qimera se realizaron las siguientes tareas:

- Patch test para medir los offsets angulares (roll, pitch y yaw).
- Limpieza de sondeos de baja calidad y falsos ecos por interferencias y multipath.
- Generación de un modelo digital del terreno (DTM) con un espacio entre celdas de 75 cm x 75 cm.

A partir de este modelo se generaron los diferentes productos finales:

- Modelo digital del terreno en formato XYZ ASCII con paso de malla 0,75 m.
- Modelo digital del terreno en formato GeoTIFF con tamaño de píxel 0,75 m.
- Curvado de isobatas en formato DXF con una equidistancia de 1 m.

Mosaico con las diferentes texturas sedimentarias del área de interés.

### **Resultados**

En la siguiente figura se observan los resultados obtenidos para el estudio batimétrico realizado durante las campañas de campo asociadas al estudio de EIA y la obtenida de EMODnet<sup>42</sup> para la zona de trabajo, con isóneas cada 10 metros. La batimetría obtenida mediante los trabajos cada 10 metros y la de EMODnet se ajustan de manera regular como se puede apreciar por ejemplo en las isóbatas de - 170, - 180 y - 190 metros.

---

<sup>42</sup> Fuente: La Red Europea de Datos y Observación Marina (EMODnet) es el servicio de datos marinos in situ de la Dirección General de Asuntos Marítimos y Pesca (CE DG MARE) de la Comisión Europea (CE) y está financiado por el Fondo Europeo de Pesca y Acuicultura Marítimas. Establecida en 2009, EMODnet desempeña un papel fundamental como fuente confiable de datos y productos de datos sobre actividades humanas y medioambientales marinas in situ, y presta servicios a una base de usuarios diversa en diversos sectores.



Figura 89. Comparación de batimetrías en la zona de estudio (Escala: 1:6.500)

A continuación, se muestra la imagen del “Modelo Digital del Terreno (MDT)”, de la zona donde irán ubicadas las jaulas:

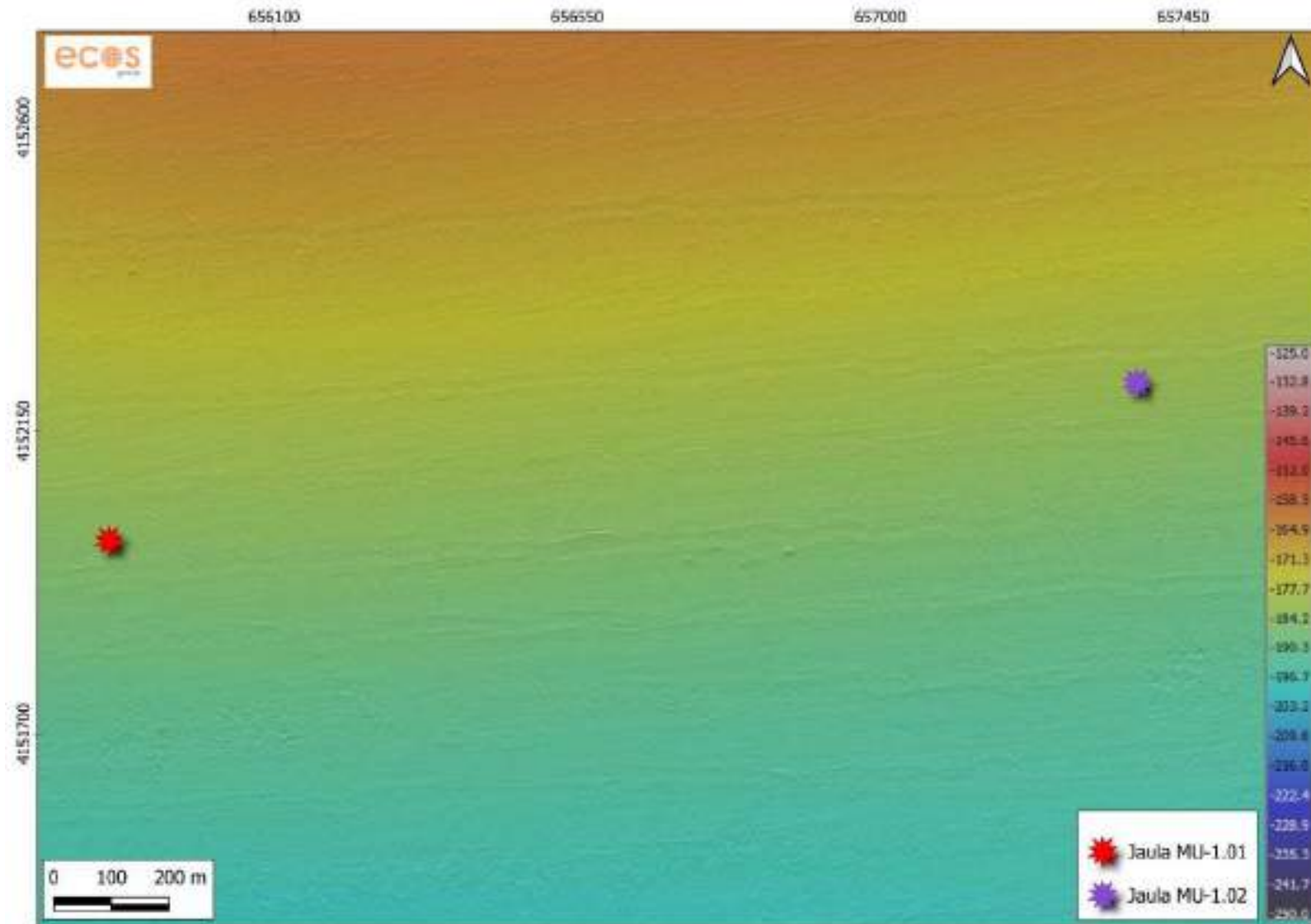


Figura 90. Modelo digital del terreno (MDT) de la zona de estudio (Escala 1:5.500)



Con el MDT, se puede obtener la batimetría mediante isóbatas cada 2 metros que se muestra a continuación:

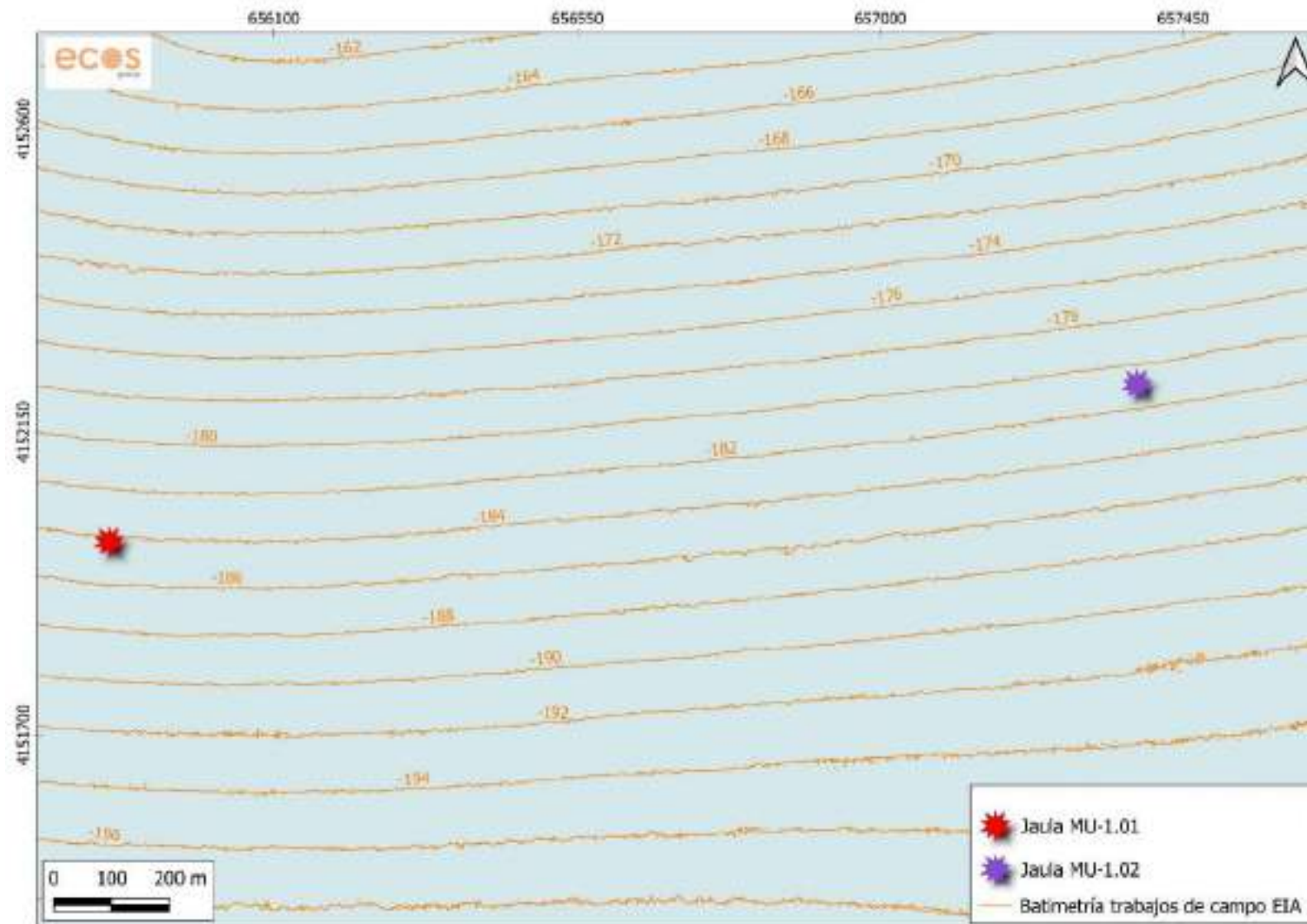


Figura 91. Batimetría de la zona de estudio cada 2 metros obtenida en los trabajos de campo (Escala 1:5.500)

La zona de estudio se caracteriza por tener una batimetría con una pendiente suavizada. En ella se puede observar un fondo caracterizado por la presencia de fondos fangosos (las características en detalle del fondo se tratarán en el apartado de SBL y granulometría).

**7.2.4.2 Prospección geofísica**

**Equipos**

Para la realización de estos trabajos se utilizó un sónar de barrido lateral modelo Geoacoustic bifrecuencia (100 kHz-500 kHz) cuyas características se muestran a continuación:



## Sonar de Barrido Lateral

### GeoAcoustics 100/500 kHz



El sistema de Sónar de barrido lateral GeoAcoustics, incluye una unidad transmisora-receptora GEOACOUSTICS y un vehículo de arrastre modelo 159 con electrónica submarina modelo SS942.

Este equipo dispone de un sensor hidrodinámico o pez, arrastrado bajo el agua sobre el que van montados dos transductores cerámicos (estribor y babor).  
Estos emiten dos haces laterales hacia el fondo con ambas frecuencias simultáneas seleccionables, 100 y/o 500 kHz.

Los transductores emiten una onda acústica que rebota en las superficies reflectivas, regresando con mayor o menor intensidad dependiendo de la reflectividad del material alcanzado. Estas respuestas se traducen en registros gráficos donde se pueden distinguir las cualidades de los materiales del fondo, determinar accidentes topográficos, antropicos, así como elaborar cartografías morfológicas del fondo marino.

La adquisición, almacenamiento de datos digitales georreferenciados y visualización en tiempo real de los datos del Sónar de barrido lateral se realiza mediante el programa SonarWiz.SSS.




El procesamiento se realiza con el software SonarWiz.Map, que permite la corrección geométrica de los registros según la velocidad, profundidad o rango utilizado en la captura de datos. Además, permite la digitalización de estructuras, objetos o zonas de interés que aparezcan en los registros de sónar. Todo esto se realiza sin perder la georreferenciación de cada pixel.

El producto final es un mosaico georreferenciado y la digitalización en formato vectorial.

Plano de clasificación de fondos





CARACTERÍSTICAS	
Limite de profundidad	1000 m.
Frecuencia	100kHz, 500 kHz o ambas simultáneamente
Rango dinámico:	Ajustable en escala de 60dB, TVG:-20 a +20dB máximo,AGC:-34dB
Longitud de pulso:	167 µs/88µs ± 1%
Ancho de haz:	114 kHz - 50°x1° / 410 kHz - 40°x0.3°
Repetición de pulso:	50 pulsos por Segundo máximo
Tiempo medio entre fallos	Mínimo 10000 hora

**ESGEMAR, S.A.**  
 Estudios Geológicos Marinos, S.A.  
 Pje. Arcipreste de Talavera, 12,  
 29004 Málaga

☎: +34 952608417  
 www.esgemar.com  
 esgemar@esgemar.com

Figura 92. Características del SBL



## POSICIONAMIENTO

### Trimble SPS850/SPS551H

El Trimble SPS850 Extreme es un receptor GPS más GLONASS de frecuencia triple con la capacidad de recibir correcciones OmniSTAR.

El SPS850 Extreme puede funcionar como estación base o como móvil. El receptor se puede configurar utilizando el teclado y la pantalla, el navegador web o el software Trimble SCS900 Site Controller.

El SPS850 Extreme facilita la instalación de una estación base móvil o una estación base permanente para el funcionamiento continuo. El SPS850 Extreme también es un receptor móvil ideal para el montaje semipermanente en vehículos y embarcaciones marinas.

Los receptores GPS Trimble SPSx50 Modular son ideales para las siguientes aplicaciones de desarrollo de infraestructura, de desarrollo de obras y de construcción marina:

- Estación base móvil para aplicaciones RTK o DGPS
- Estación base permanente para aplicaciones de Estación de Referencia Virtual (VRS™), RTK o DGPS
- Móvil RTK en el jalón, mochila, vehículo de la obra o embarcación marina
- Aplicaciones en obras y de ubicación marina utilizando correcciones OmniSTAR con HP o XP
- Aplicaciones en obras y de ubicación marina utilizando correcciones DGPS RTCM
- Para aplicaciones marinas las líneas base móviles y la capacidad de dirección cuando un receptor Max o Extreme se combina con un receptor SPS550H o con capacidad móvil RTK

Todos los receptores pueden registrar datos GPS en la memoria interna y opcionalmente transferir los datos en una conexión USB o en serie o descargar los datos a través de una conexión Ethernet.

Distintos tipos de correcciones diferenciales aceptadas:

- WAAS / EGNOS /MSAS /SNAS
- OmniStar / Racal
- RTK;

Precisiones alcanzables:

CORRECCION DIFERENCIAL	PRECISION
WAAS / EGNOS /MSAS /SNAS	2-3m
OMNISTAR / RACAL	DECIMETRICA
RTK	CENTIMETRICA



El receptor SPS850 Extreme presenta las siguientes características:

- Receptor GPS y radio integrada de 450 ó 900 MHz con capacidad de transmisión/recepción
- Receptor GPS de L1/L2/L2C/L5 con 72 canales más receptor GLONASS de L1/L2
- Capacidad de servicio OmniSTAR con XP y HP
- Compatibilidad con los sistemas de Ampliación Basados en Satélites (SBAS) WAAS/EGNOS y MSAS
- Batería integrada 10 horas como estación base o 12 horas como móvil
- Teclado y pantalla integrados
- Tecnología inalámbrica Bluetooth integrada
- Opción de antena GPS externa para el funcionamiento como estación base o móvil
- Opción de antena de radio externa o acoplada para el funcionamiento móvil o como estación base con "Alta ganancia"
- De diseño pequeño y ligero – 1,65 kg (3,64 lbs) el receptor solamente, con la batería; 4 kg (8,82 lbs) peso completo del sistema (móvil incluyendo el controlador y el jalón)
- Capacidad de configuración rápida de estación base permanente/semipermanente y móvil
- Con capacidad completa para el replanteo y de medición en obra dentro de una cobertura de radio o de teléfono celular
- Capacidad de funcionamiento móvil dentro de una red de estaciones de referencia virtuales VRS (Virtual Reference Station)
- Tecnología AutoBase para instalaciones de estación base repetidas rápidas y automatizadas
- Pantalla VFD
- Estándar medioambiental IP67
- Rango de temperatura -40°C y +65°C (-40°F y +149°F)
- Rango de alimentación 9 V y 30 V DC,

**ESGEMAR, S.A.**

Estudios Geológicos Marinos, S.A.  
Puerto de Málaga Local PP/L1-05.  
29001 Málaga.

☎ : +34 952608417  
☎ : +34 952226083

www.esgemar.com  
esgemar@esgemar.com

Figura 93. Características del sistema de posicionamiento

### Metodología

- Parámetros geodésicos del proyecto: La preparación de la infraestructura operativa previa, que permite georreferenciar todos los trabajos en coordenadas compatibles con la cartografía nacional, se realizó tomando en consideración los parámetros geodésicos que se detallan a continuación:

### Unidades

- Unidades: lineales en metros
- Unidades angulares: en grados sexagesimales (000° 00.000')
- Sentido de los ángulos: 0° E y 180°

### Datum horizontal

Todas las coordenadas del Sistema GPS fueron referenciadas al Datum ETRS-89.

- Posicionamiento: El equipo de posicionamiento empleado fue un sistema GPS SPS855 Trimble. Este equipo móvil, proporciona coordenadas un sistema de navegación Hypack2024 para el correcto posicionamiento de los sistemas de sónar de barrido lateral.



Figura 94. Antena DGPS instalada sobre la cabina de la embarcación de trabajo



Figura 95. Sistema de navegación

El sónar de barrido lateral ha sido remolcado, conociendo en todo momento la longitud de cable de remolque. El equipo posee un sensor de profundidad, por lo que se conoce también en todo momento el ángulo vertical de remolque. Usando esta información, el sistema de adquisición de datos asigna la posición correcta a los datos del sónar de barrido lateral. Esta técnica es factible ya que los perfiles desarrollados son largos y en línea recta a rasgos generales, por lo que no se han producido desviaciones en trayectos curvos.

La posición del sónar de barrido lateral se calcula mediante el valor del cable remolcado. El equipo fue remolcado junto al barco. El cable de remolque fue marcado cada 5 m de intervalo, y la cantidad de cable remolcado se registró en todo momento. En este caso fue un valor fijo de 200 m.

La expresión para calcular esta distancia es:

$$d = \sqrt{L^2 - h^2}$$

Donde,  $d$  es la distancia del sónar al punto de remolque,  $L$  es el cable remolcado, y  $h$  es la profundidad del sónar que se observa en el registro grabado. En este caso,  $d=200$  m y  $h$  varió dependiendo la zona y velocidad de registro.

El software de adquisición calcula y almacena el valor del cable remolcado que se introduce manualmente. El software usa un cálculo básico para calcular la posición del sónar, obteniendo su distancia detrás del barco. Había también un desfase de la antena de GPS al punto de remolque que fue introducido al software de adquisición para calcular la verdadera posición del sónar. Este desfase fue 3.5 m. En total, el 'cable out' fue de 203.5 m.

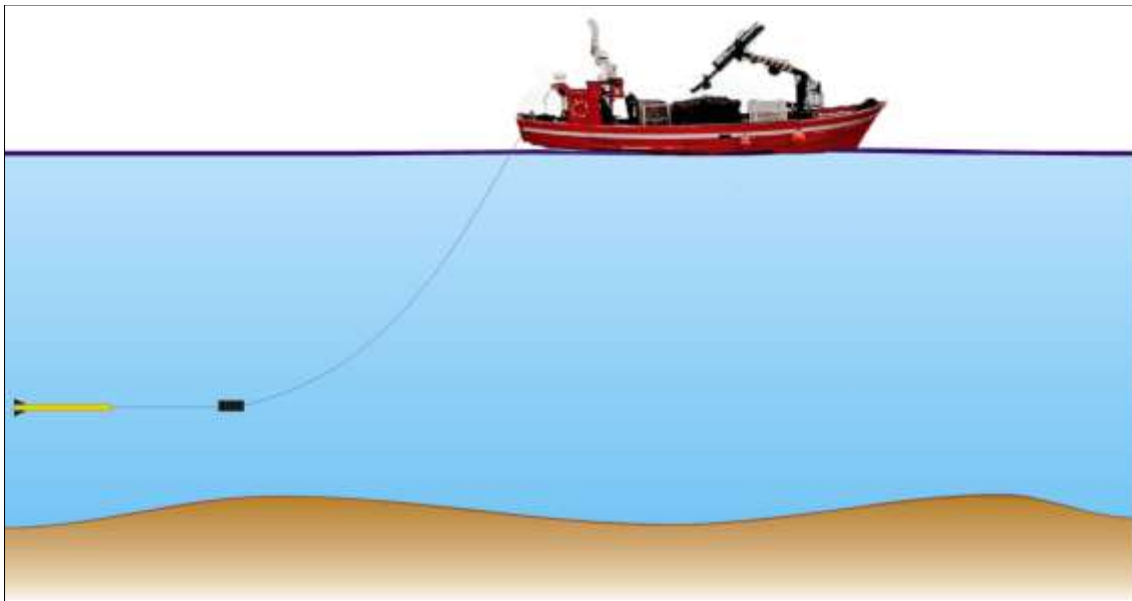


Figura 96. Esquema de remolque del sónar (elaboración Esgemar S.A.)

### **Levantamiento con sónar de barrido lateral (SBL)**

La campaña de toma de datos de sónar de barrido lateral se realizó durante los días 25 y 26 de abril de 2024.

Se planificaron líneas de toma de datos paralelas entre sí, separadas 150 m, de manera que, trabajando con el sónar a un rango entre 150 m y 200 m, se aseguró la cobertura total de la zona de estudio, consiguiendo un solape de datos de sónar del 100% entre líneas contiguas.

En total se han realizado 11 líneas de levantamiento con una distancia recorrida de 41.3 km

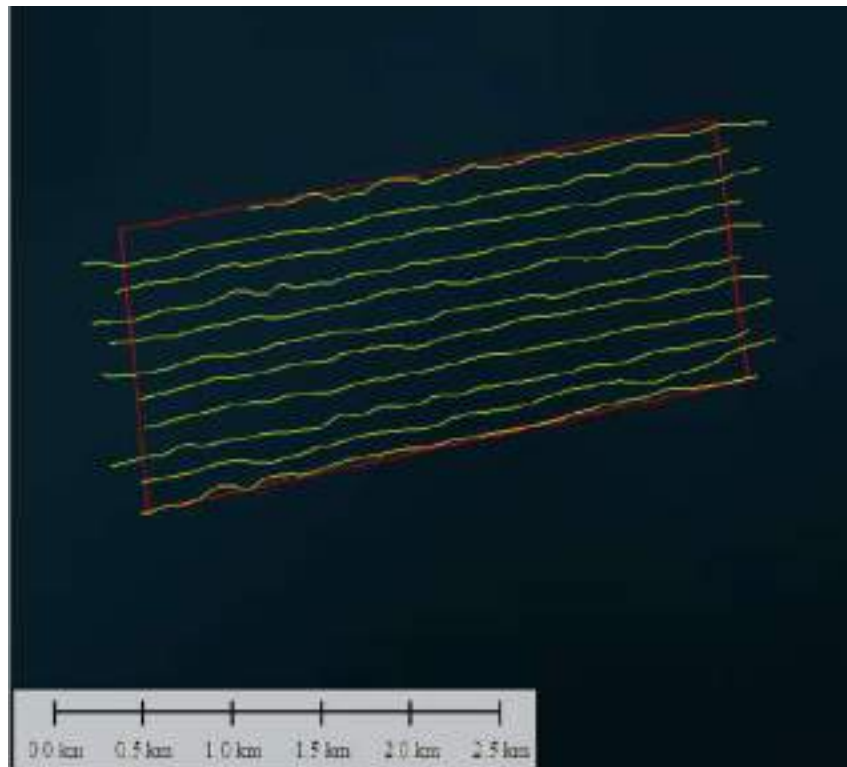


Figura 97. Transectos recorridos con SBL (líneas amarillas)

Como se ha comentado anteriormente el levantamiento se realizó con sónar de barrido lateral Geoacoustic bifrecuencia (100 kHz-500 kHz)



Figura 98. Equipos instalados en la cabina de la embarcación de trabajo



Figura 99. Pantalla de toma de datos de sónar

Este pez del sónar fue arrastrado empleando un winche oceanográfico instalado en la cubierta del barco de trabajo.



Figura 100. Sónar de barrido lateral y winche instalado en la popa del barco de trabajo

Los datos recogidos mediante sónar de barrido lateral han permitido elaborar un mosaico sonográfico a partir del cual se ha elaborado un plano morfológico. En este, se han diferenciado los tipos de fondos y otros elementos presentes en la zona de estudio. Para la confección del mosaico sonográfico se emplearon los datos recogidos a una frecuencia de 100 kHz contrastados con los de 500 kHz.

### **Resultados**

A través del sonar se han obtenido las características morfológicas y distribución del tipo de fondos de la zona de estudio.

El mosaico sonográfico resultante nos muestra para toda el área de estudio un fondo bastante homogéneo, sin irregularidades ni contrastes de respuesta acústica. Dada

---

estas características y el contexto batimétrico en el que nos encontramos, en torno a 200 m de profundidad, se interpreta como fondo fangoso.

El único rasgo destacable que se ha observado en el registro de sónar de barrido lateral es la presencia de multitud de marcas de arrastre, en su mayoría con dirección OSO-ENE, paralelas a las isobatas. En el mosaico sonográfico han sido señaladas las más marcadas y, por tanto, las más recientes.



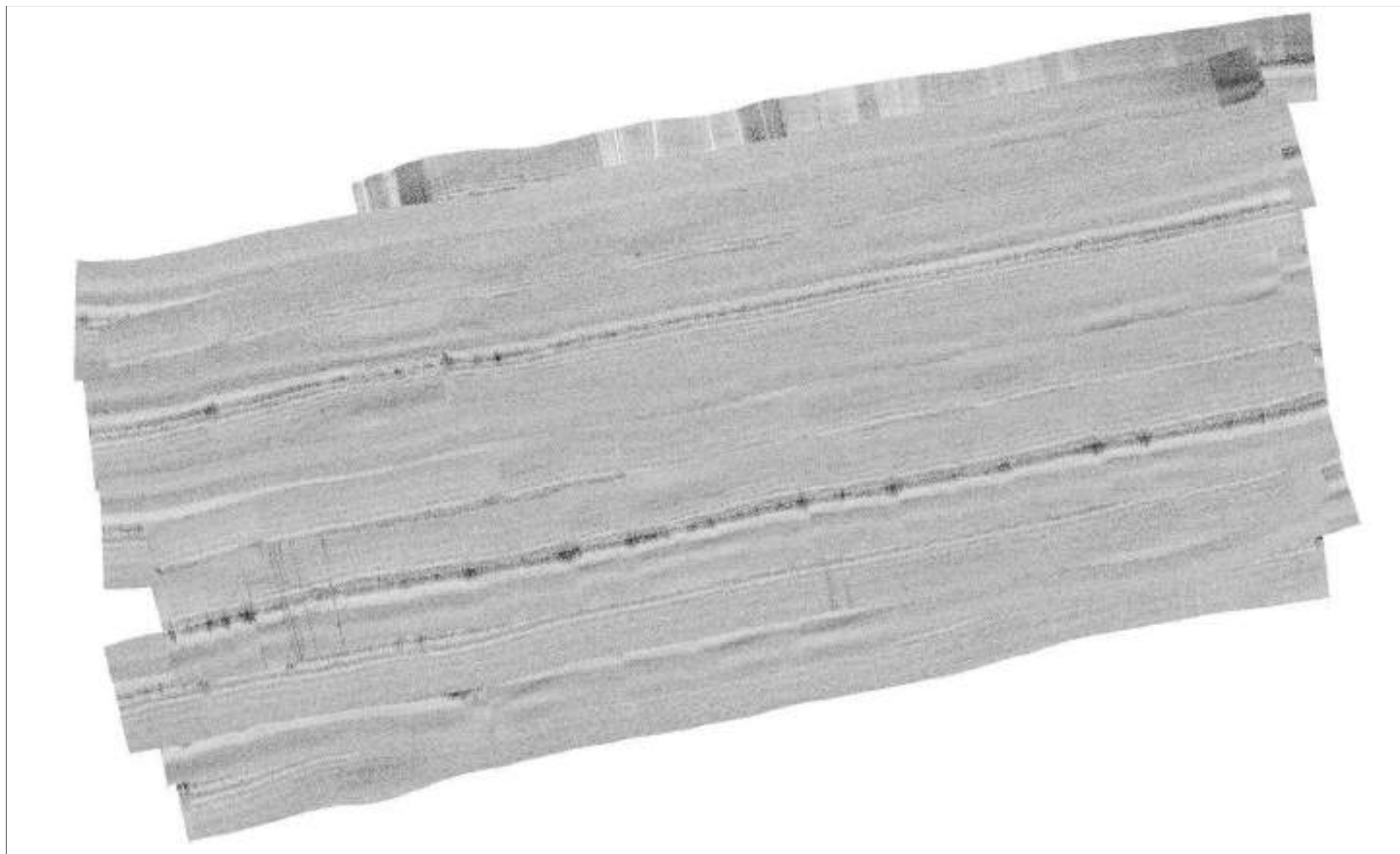


Figura 101. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio

### Contexto geológico<sup>43</sup>

El área de estudio se enmarca en la cuenca mediterránea occidental, en el mar Surbalear, en el sector meridional del margen continental Bético.

La formación de la cuenca mediterránea occidental es relativamente reciente. A partir del Oligoceno, coincidiendo con las dos últimas fases de la orogenia alpina, se produjo la expansión de esta área mediante "rifting continental", rotación hacia el este del bloque corsosardo y la existencia de un punto triple tipo "r" al sureste de Menorca, una de cuyas ramas producirá la apertura de la cuenca surbalear en el Burdigaliense. Esta apertura se produjo a favor de fracturas de dirección noreste-suroeste y noroeste-sureste, las cuales conforman y condicionan en la actualidad los márgenes de la cuenca debido a procesos posteriores de extensión y subsidencia.

Los márgenes de la cuenca occidental del Mediterráneo se encuentran en fase juvenil, evolucionando por mecanismos de subsidencia tectono-térmica, fracturación y desarrollo de prismas sedimentarios. Según la clasificación morfo-tectónica de Heezen (1974), son de tipo pasivo o atlántico.

El estudio del margen continental revela la existencia de cuatro afloramientos del zócalo que corresponderían a la continuación de las unidades Béticas internas hacia el este, situados dentro del espacio protegido: dos localizados en las proximidades de cabo Cope, uno en el Escarpe de Mazarrón y el último frente a cabo de Palos.

Por otra parte, el análisis de la presencia del Mioceno en la plataforma continental indica que es prácticamente inexistente, rellenando excepcionalmente pequeñas depresiones tectónicas. Sobre el basamento únicamente reposarían sedimentos cuaternarios o pliocuaternarios.

En relación con el Plioceno, se encuentra generalmente afectado por amplios y suaves pliegues, fosilizando la superficie erosiva finimiocena y adaptándose a los relieves del basamento bético. A partir de cabo Tiñoso hacia el oeste, los materiales pliocenos en la plataforma pueden llegar a faltar o localizarse en pequeñas depresiones o paleorrelieves del sustrato bético. La cobertera sedimentaria se localizaría preferentemente a partir del escarpe, aguas afuera, que define el límite externo de la plataforma. En esta zona, debido a la dificultad en la distinción entre materiales pliocenos y cuaternarios, se asimila al Pliocuaternario, cuyas mayores potencias se localizan en la bahía de Mazarrón. En el talud continental, el espesor del Pliocuaternario es muy variable debido a la elevada pendiente del talud y el movimiento de fallas que lo conforman.

Respecto al cuaternario, en la plataforma continental descansa discordante sobre el basamento o sobre el Plioceno mediante una superficie de acusado carácter erosivo. A partir de cabo Tiñoso hasta el extremo suroccidental, la plataforma se encuentra recubierta casi por completo por sedimentos cuaternarios que fosilizan los relieves del basamento bético.

---

<sup>43</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

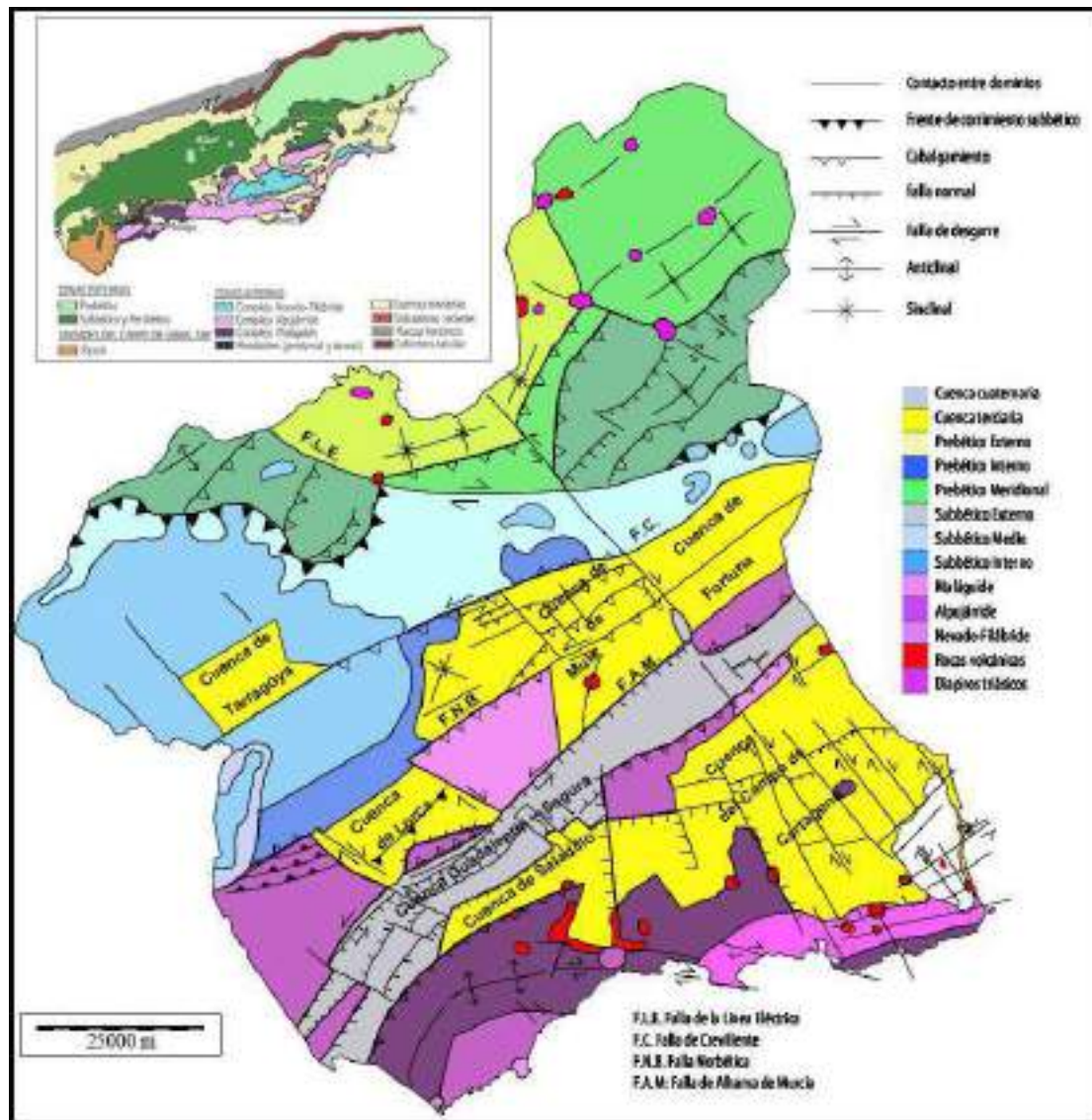


Figura 102. Mapa geológico de la Región de Murcia<sup>44</sup>

En relación con la geomorfología, el afloramiento de zócalo situado frente al cabo de Palos marca la existencia de dos sectores fisiográficos distintos dentro del margen continental Bético. El sector septentrional (alejado de nuestra área de estudio), que va desde el cabo de la Nao al cabo de Palos, se caracteriza por una amplia plataforma continental de escasa pendiente, predominan directrices norte-sur y presenta una variada morfología. El sector meridional, donde se encuadra el área de estudio, se extiende desde el cabo de Palos hasta el cabo de Gata, presenta una plataforma continental de tendencia general este-oeste, con una anchura media de 6 km y una longitud de 100 km, alcanzando una anchura de 2,5 km frente al cabo Tiñoso. Entre Cartagena y el cabo de Palos la plataforma va ensanchándose progresivamente hacia el este (de 5 a 13 km). Cabe destacar el carácter escalonado de la plataforma que se refleja incluso en la morfología de su borde, el cual se define como un conjunto de líneas que se van relevando progresivamente, manteniéndose a profundidades alrededor de los 105 m, pudiendo estar relacionado por la existencia de fracturas de relativa importancia con orientaciones norte-sur a noroeste-sureste.

<sup>44</sup> Rodríguez Estrella (2007)

La ruptura de pendiente se produce en dos fases; una de ellas a una profundidad media de 100 m y la segunda, más discontinua e irregular, se presenta de una forma muy brusca determinando la formación de un talud continental abrupto conocido con el topónimo de Escarpe de Mazarrón. Dicho escarpe tectónico se continúa hacia levante con el Escarpe de Emile Baudot, que bordea el promontorio balear delimitando así la extensión oriental del conjunto bético. Aunque no se puede establecer una zonación clara en el talud continental que vaya más allá de una restringida identificación del talud superior frente al golfo de Mazarrón, pues su elevada pendiente es el rasgo más característico y ello impide el desarrollo de diversas provincias fisiográficas, es posible diferenciar dos tramos longitudinales en el talud continental que configura el escarpe de Mazarrón, con características geomorfológicas propias y génesis diferentes.

El primer tramo de este talud, donde se sitúa nuestra área de estudio, abarcaría desde el seco de Palos hasta la altura de la localidad de San Juan de Terreros (al sur de Águilas), prácticamente en el límite entre la provincia de Murcia y Almería. El escarpe tiene una dirección preferente N80E, produciéndose una ligera curvatura, subparalela a la línea de costa, en el entorno al golfo de Mazarrón. Esta concavidad, aguas afuera, es coherente con la estructura tectónica del golfo de Mazarrón que está impuesta por las directrices de la sierra de la Almenara y de la sierra del Algarrobo, que a su vez se configuran en forma de arco, imprimiendo la geometría litoral que hoy en día se reconoce en la línea de costa. Toda la ruptura de pendiente está dominada por una geomorfología en cárcava (supera la veintena el número de unidades que se pueden individualizar), particularmente densa y abigarrada entre la localidad de Mazarrón y el seco de Palos. Las cárcavas disminuyen en número hasta quedar reducidas a cinco y se distancian notablemente unas de otras entre Mazarrón y Águilas/San Juan de Terreros, profundizando su incisión en el sustrato lo que parece indicar una cierta relación con los drenajes continentales cuaternarios ocurridos durante los episodios glacioeustáticos. La pobre nutrición sedimentaria del talud hace que el proceso erosivo se vaya extendiendo hacia la cuenca profunda, de manera que los surcos erosivos profundizan la depresión incipiente de las cárcavas y se produce un desplazamiento del depósito pendiente abajo. Este peculiar proceso erosivo determina la excavación de valles submarinos que no muestran rasgos estructurales de mayor complejidad y envergadura, ni tampoco se pueden vincular a paleosistemas de drenaje continental, de manera que su formación es reciente y por ello deberían calificarse como valles submarinos, pues no presentan la morfología ni los rasgos característicos propios de los cañones. Cabe destacar la individualización de estos valles y la falta de conexión entre unos y otros. Presentan trazados preferentemente rectilíneos y divisorias de aguas en forma de lomos sedimentarias que resisten la erosión y que se elongan en la dirección de la pendiente. De entre todos ellos destaca el más próximo al cabo Negrete, debido al trazado de su curso (prácticamente en ángulo recto), que en su cabecera tiene una dirección N20E y cambia bruscamente por el efecto de un afloramiento de sustrato (monte de Águilas, de dirección N40O) adaptándose a la dirección que le impone dicho relieve en su curso medio y bajo. La morfología del cauce en este tramo indica que desempeña una importante función en la exportación de sedimentos desde la plataforma continental hacia la cuenca profunda. La cartografía geomorfológica señala algunos otros como son Calnegre, Mazarrón, isla Plana, Tiñoso, Loma Larga y Espada, etc. Prácticamente todos ellos tienen su cabecera en el borde de la plataforma continental, a profundidades comprendidas entre 100 y 200 m, y se encuentran

situados, en general, entre 3 y 12 km de la línea de costa. Su longitud es relativamente corta y oscila entre los 7 y 25 km.

El segundo tramo cubriría el talud continental comprendido frente a las localidades de San Juan de Terreros y Águilas, y el cabo de Gata (espolón del cabo de Gata). Su geomorfología es intensamente irregular con una diversidad de relieves que permite establecer variadas provincias fisiográficas, pero con un rasgo predominante que es la presencia de profundos y extensos cañones submarinos y afloramientos de relieves volcánicos que sirven de divisoria de aguas entre sus cauces. Dos son los cañones submarinos excavados en el talud continental. Ambos están fuertemente jerarquizados y se configuran como verdaderos sistemas de drenaje: cañón de Palomares y cañón de Gata. Ambos están separados por un prominente relieve volcánico -Complejo Volcánico de Abubacer-, que culmina con la cresta de la Polacra cuya línea de cumbres se orienta en una dirección N40E.

#### Cartografía

Con base en los registros obtenidos con el sonar de barrido lateral se ha realizado una cartografía de detalle en formato DWG.

La siguiente figura muestra el plano geomorfológico de la zona (escala 1: 6.500)

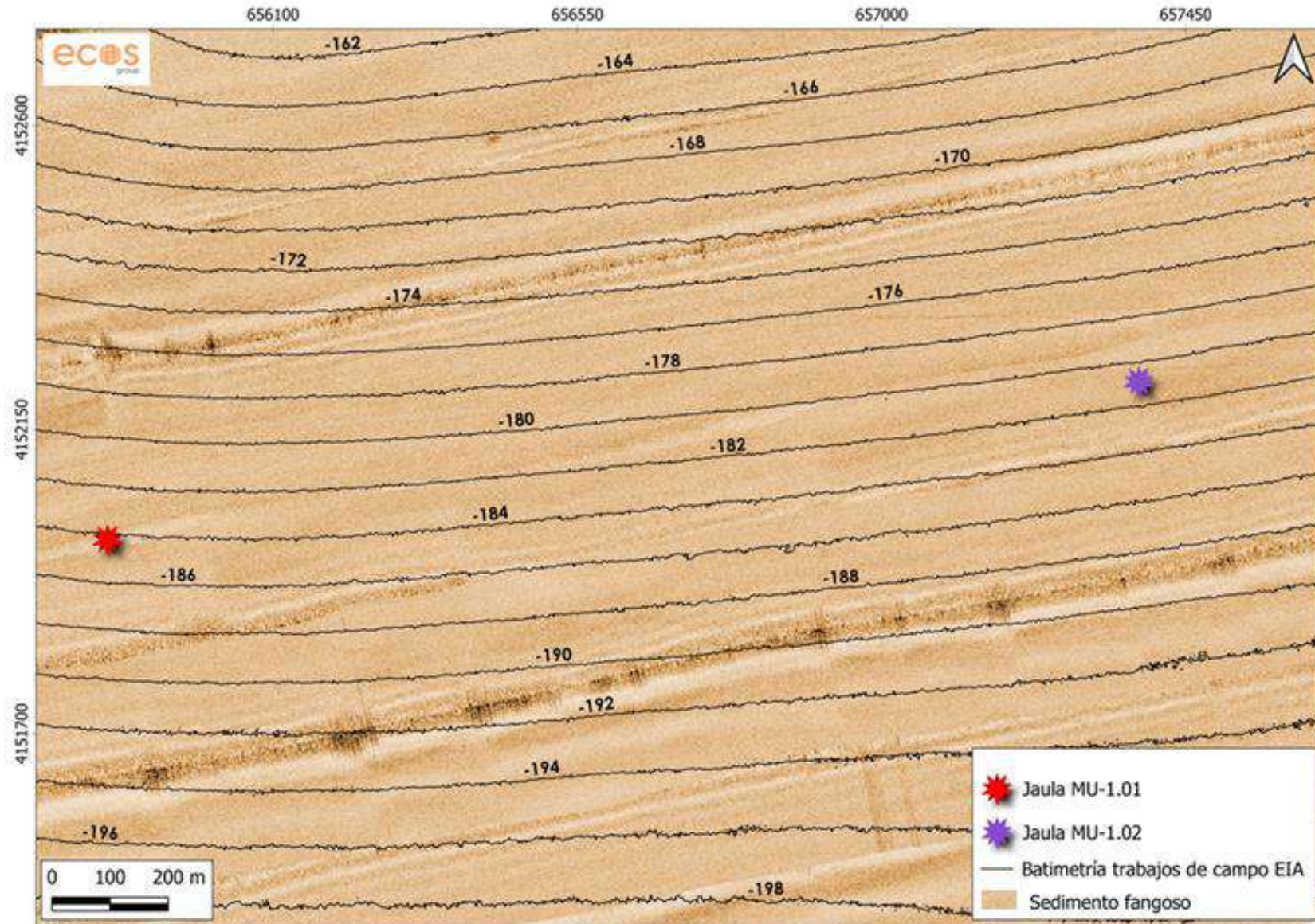


Figura 103. Cartografía en escala 1: 6.500

De forma general los trabajos con SBL permiten concluir que en la zona de estudio predomina un fondo fangoso corroborado por la información obtenida del análisis de las muestras obtenidas del fondo (ver apartado de “Calidad del sedimento” de este documento).



Figura 104. Muestra de sedimento característica de la zona de estudio

Por último, cabe señalar que el único rasgo destacable que se ha observado en el registro de sónar de barrido lateral es la presencia de multitud de marcas de arrastre, en su mayoría con dirección OSO-ENE, paralelas a las isobatas.

Además, no se han detectado objetos sumergidos en la zona de estudio.

### **7.2.5 Calidad del agua**

La caracterización de la calidad del agua de la zona se hace imprescindible para este tipo de estudios. Los valores alcanzados para cada uno de los parámetros que se someten a estudio serán de gran importancia a la hora de tomar decisiones. Las características dinámicas del mar hacen que encontrar relaciones entre parámetros sea complicado, lo que dificulta la posibilidad de identificar algún tipo de gradiente vertical u horizontal.

Para el estudio de la calidad del agua se realizaron “Análisis de las muestras de agua en laboratorio” y “Perfiles de la columna de agua”. La situación de los puntos elegidos para la realización de los perfiles en la columna de agua y toma de muestras se indica en la siguiente table y figura.

Tabla 22. Coordenadas puntos de muestreo, perfiles y muestras de agua (elipsoide WGS 84)

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo, Calidad del agua (Huso 30S)				
Puntos muestreo	Denominación Laboratorio	Coordenada X	Coordenada Y	Profundidad (m)
1	MUR-1-SUP	655111	4152121	1
	MUR-1-MED			25
	MUR-1-PROF			50
2	MUR-2-SUP	655766	4152377	1
	MUR-2-MED			25
	MUR-2-PROF			50
3	MUR-3-SUP	656402	4152605	1
	MUR-3-MED			25
	MUR-3-PROF			50
4	MUR-4-SUP	657181	4152539	1
	MUR-4-MED			25
	MUR-4-PROF			50
5	MUR-5-SUP	657979	4152871	1
	MUR-5-MED			25
	MUR-5-PROF			50
6	MUR-6-SUP	655291	4151352	1
	MUR-6-MED			25
	MUR-6-PROF			50
7	MUR-7-SUP	656098	4151703	1
	MUR-7-MED			25
	MUR-7-PROF			50
8	MUR-8-SUP	656687	4152102	1
	MUR-8-MED			25
	MUR-8-PROF			50
9	MUR-9-SUP	657247	4151902	1
	MUR-9-MED			25
	MUR-9-PROF			50
10	MUR-10-SUP	657836	4152178	1
	MUR-10-MED			25
	MUR-10-PROF			50





Figura 105. Ubicación de los puntos seleccionados para la toma de muestras de agua en relación con la posición estimada de las jaulas

#### 7.2.5.1 Análisis de las muestras de agua en laboratorio

En el medio marino aparecen una serie de sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas que proceden fundamentalmente de la descomposición de los desechos eliminados por los seres vivos marinos y de los restos de los que mueren. Pero de entre todos estos compuestos sólidos disueltos en el agua de mar, hay algunos que son imprescindibles para la síntesis de materia orgánica, y de ellos depende por lo tanto la vida en aguas marinas. Se les conoce con el nombre genérico de sales nutritivas o nutrientes.

Estas sales son fundamentales, entre otras razones, porque forman parte de muchas estructuras de los seres vivos y porque son indispensables en la nutrición de muchos de ellos. Las más necesarias son, en primer lugar, los fosfatos y los nitratos, de los que depende totalmente el fitoplancton para poder realizar los procesos de fotosíntesis.

El fósforo se encuentra en el mar como ion fosfato, concretamente bajo la forma de ortofosfato cálcico y, según Thoulet, en concentraciones en torno a 0.0156 gr/litro en aguas de salinidad normal (35/1000). Su presencia es importante porque es un elemento imprescindible en la síntesis de materia orgánica en el mar y es muy utilizado por el fitoplancton (plancton vegetal). Así, la escasez de fosfatos en zonas de actividad fotosintética limitaría la productividad primaria, sobre todo en verano, incidiendo directamente en toda la vida marina.

Este mismo hecho de la utilización de los fosfatos por el fitoplancton durante los procesos de fotosíntesis, hace que su concentración en el mar sea muy variable y dependa de las fluctuaciones de población fitoplanctónica y, por lo tanto, de la profundidad.

En el mar se van a producir dos afloraciones anuales que coinciden con primavera y otoño. Este "bloom" o período de explosión fitoplanctónica trae como consecuencia

una disminución del fósforo existente en el mar, ya que el intenso consumo no puede ser compensado por nuevos aportes a la misma velocidad. En estos momentos, esas zonas del mar quedan con unas concentraciones mínimas de fosfato que, desde ese mismo momento, empiezan a regenerarse, básicamente por dos vías:

- 1) A nivel costero, por los aportes terrígenos.
- 2) A nivel oceánico, por los aportes procedentes de los restos de los seres muertos que se depositan en el fondo y sobre cuyos restos actúan las bacterias, transformándolos en elementos inorgánicos.

En la descomposición bacteriana de los cadáveres, el fósforo se libera en forma de ortofosfatos ( $H_2PO_4$ ) que pueden ser utilizados directamente por los vegetales verdes, formando fosfato orgánico (biomasa vegetal). A su vez, los vegetales son consumidos en los diversos niveles tróficos por animales herbívoros, formando biomasa animal que a su vez es utilizada por los animales carnívoros. Cuando los seres vivos mueren, o a partir de sus excretas, los restos son mineralizados por las bacterias dando lugar a ortofosfato y a fosfato orgánico, soluble o disuelto, que puede ser reutilizado por los vegetales cerrando la cadena.

En los procesos de Up-Welling (afloramiento) y debido a las corrientes de fondo ascendentes, estos elementos se ponen en circulación hacia las capas superiores provocando la renovación de los fosfatos. Es en estas zonas donde se forman ricas pesquerías.

Por otro lado, la importancia y distribución de los nitratos es muy similar a la del fósforo y, dentro de las diferentes concentraciones en que aparecen en las aguas marinas, existe un gran paralelismo entre dichas concentraciones y sus variaciones. Este detalle es bastante normal si tenemos en cuenta que tanto los compuestos del fósforo como los del nitrógeno cumplen unas funciones similares en el medio marino y tanto sus consumidores como sus fuentes de producción son las mismas para ambas sustancias. Son fundamentales en la formación del fitoplancton y, por lo tanto, en el mantenimiento y continuidad de la cadena trófica.

El nitrógeno aparece en el mar, básicamente, en forma de nitratos, nitritos y amoníaco ( $NO_3-NO_2-NH_3$ ), aunque suelen aparecer en mayor cantidad los nitratos. Sus porcentajes son:

- Nitratos: 1 - 600  $\mu$ gr/litro
- Amonio: 5 - 500  $\mu$ gr/litro

Los nitratos son más abundantes en zonas superficiales, ocurriendo al revés en el caso de los nitritos, que aparecen en mayor cantidad cerca del fondo, pudiendo faltar en superficie en zonas poco profundas. La concentración de amoníaco en profundidad es escasa, pero se presenta de modo uniforme a lo largo de toda la columna de agua.

Los nitratos del agua del mar se van a regenerar a partir de organismos muertos que caen al fondo o a partir de sus excretas. En ambos casos, el N orgánico procede de los prótidos celulares que, a causa de la acción de determinadas bacterias proteolíticas, forma nitrógeno inorgánico que puede ser absorbido por parte de vegetales marinos, fundamentalmente en forma de aminoácidos por medio de la serie  $NH_3-NO_2-NO_3$ .

Las proporciones de estas sustancias en el mar son variables y dependen entre otros factores de:

- 1) Abundancia de seres vivos en una zona determinada.
- 2) Estabilidad de las propias sustancias.

Material y métodos: Durante la campaña oceanográfica realizada en abril de 2024 se tomaron un total de 30 muestras de agua en 10 puntos diferentes y a 3 profundidades con botella tipo Niskin con el objetivo de realizar los siguientes análisis de laboratorio:

- Amonio: Método de análisis A-C-PE-0023 Espectrofotometría UV-VIS. Unidades de medida (mg /l).
- Nitritos: Método de análisis A-C-PE-0010 Espectrofotometría UV-VIS. Unidades de medida (mg /l).
- Nitratos: Método de análisis A-C-PE-0025 Reducción de Cadmio. Unidades de medida (mg /l).
- Fosfatos: Método de análisis A-C-PE-0006 Espectrofotometría absorción. Unidades de medida (mgPO<sub>4</sub>/L).
- Sólidos sedimentables: Método de análisis A-F-PE-0009 Sedimentación. Unidades de medida (ml/l).

La botella Niskin utilizada se muestra en la siguiente figura:



Figura 106. Toma de muestras de agua con botella tipo Niskin

Además, en cada punto se tomaron datos meteorológicos mediante una estación meteorológica portátil tipo Kestrel 4000 (velocidad del viento m/s, dirección, temperatura ambiente °C, humedad relativa %). Los trabajos de laboratorio correspondientes a la realización de analíticas y sus respectivos boletines de resultados fueron realizados por LABAQUA. Ensayos cubiertos por la acreditación ENAC nº 109/LE285.

### **Resultados**

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 23. Resultados analíticos obtenidos en el laboratorio para cada punto de muestreo

LOCALIZACIÓN "Murcia"	Caracteres Físico_Químicos			Aniones	
	Amonio (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Sólidos sedi-mentables (ml/l)	Fosfatos (mgPO <sub>4</sub> /L)	Nitratos (mg/l)
	Métodos			Métodos	
Muestras de Agua	A-C-PE-0023 Espectrofotometría absorción	A-C-PE-0010 Espectrofotometría absorción	A-F-PE-0009 Sedimentación	A-C-PE-0006 Espectrofotometría absorción	A-C-PE-0025 Reducción de Cadmio
MUR-1- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-1- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-1- PROF	< 0,05 ± 25%	0,03 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-2- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-2- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-2- PROF	< 0,05 ± 25%	0,02 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-3- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-3- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-3- PROF	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-4- SUP	< 0,05 ± 25%	0,02 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-4- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-4- PROF	< 0,05 ± 25%	0,02 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-5- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-5- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	0,2 ± 12%
MUR-5- PROF	< 0,05 ± 25%	0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-6- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-6- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-6- PROF	< 0,05 ± 25%	0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-7- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-7- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-7- PROF	< 0,05 ± 25%	0,02 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%

LOCALIZACIÓN "Murcia"	Caracteres Físico_Químicos			Aniones	
	Amonio (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Sólidos sedi- mentables (ml/l)	Fosfatos (mgPO <sub>4</sub> /L)	Nitratos (mg/l)
	Métodos			Métodos	
Muestras de Agua	A-C-PE-0023 Espectrofotometría absorción	A-C-PE-0010 Espectrofotometría absorción	A-F-PE-0009 Sedimentación	A-C-PE-0006 Espectrofotometría absorción	A-C-PE-0025 Reducción de Cadmio
MUR-8- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-8- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-8- PROF	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-9- SUP	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-9- MED	< 0,05 ± 25%	< 0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-9- PROF	< 0,05 ± 25%	0,02 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-10- SUP	< 0,05 ± 25%	0,01 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-10- MED	< 0,05 ± 25%	0,02 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%
MUR-10- PROF	< 0,05 ± 25%	0,03 ± 13%	< 0,3 ± 23%	< 0,10 ± 18%	< 0,2 ± 12%

Del análisis de los resultados<sup>45</sup> de la tabla anterior se extraen las siguientes conclusiones:

- Amonio (mg/l): Para todas las muestras el resultado es  $< 0,05 \pm 25 \%$ . No existen variaciones para este parámetro entre las muestras obtenidas en superficie, a 25 m y 50 m.
- Nitritos (mg/l): los valores se consideran normales, el resultado varía en función de las muestras obtenidas en superficie, a 25 m y 50 m de la siguiente manera:
  - Superficie: valores comprendidos en el rango  $< 0,01 \pm 13\%$  y  $0,02 \pm 13\%$  (punto de muestreo MUR-4).
  - Media agua: valores comprendidos en el rango  $< 0,01 \pm 13\%$  y  $0,02 \pm 13\%$  (punto de muestreo MUR-10).
  - Profunda: valores comprendidos en el rango  $< 0,01 \pm 13\%$  y  $0,03 \pm 13\%$  (puntos de muestreo MUR-1 y MUR-10).
- Sólidos sedimentables (ml/l): Para todas las muestras el resultado es  $< 0,3 \pm 23 \%$ . No existen variaciones para este parámetro entre las muestras obtenidas en superficie, a 25 m y 50 m.
- Fosfatos (mgPO<sub>4</sub>/l): Para todas las muestras el resultado es  $< 0,10 \pm 18 \%$ . No existen variaciones para este parámetro entre las muestras obtenidas en superficie, a 25 m y 50 m.
- Nitratos (mg/l): Para todas las muestras el resultado es  $< 0,2 \pm 12 \%$ , excepto para la muestra MUR-5-MED que fue  $0,2 \pm 12\%$ . No existen variaciones para este parámetro entre las muestras obtenidas en superficie, a 25 m y 50 m. Estos valores se consideran normales.

#### **Metodología empleada para la realización de los perfiles de la columna de agua**

Durante la campaña oceanográfica realizada en abril/mayo de 2024 se realizaron perfiles de la columna de agua, mediante una sonda multiparamétrica (ASTD 152) y una sonda de pH (AquapHOx-Lx de la marca Piroscience), tomando los siguientes parámetros:

- Temperatura (°C)
- Salinidad (ppt)
- Conductividad (mS/cm)
- pH (Ud.pH)
- Oxígeno disuelto (mg/l)
- Turbidez (NTU)
- Clorofila "a" (ppb)

La sonda multiparamétrica ASTD 152 utilizada se muestra en la siguiente figura:

---

<sup>45</sup> acreditado por el laboratorio de referencia



Figura 107. Sonda multiparamétrica (ASTD 152) y sonda de pH (AquapHOx-Lx de la marca Piroscience)

La situación de los puntos elegidos para la realización de los perfiles en la columna de agua se muestra en las siguientes figuras y tabla:

Tabla 24. Coordenadas de los puntos de muestreo, sonda (elipsoide WGS 84)

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo, Calidad del agua (Huso 30S)			
Puntos muestreo	Denominación	Coordenada X	Coordenada Y
1	MUR-1	655111	4152121
2	MUR-2	655766	4152377
3	MUR-3	656402	4152605
4	MUR-4	657181	4152539
5	MUR-5	657979	4152871
6	MUR-6	655291	4151352
7	MUR-7	656098	4151703
8	MUR-8	656687	4152102
9	MUR-9	657247	4151902
10	MUR-10	657836	4152178

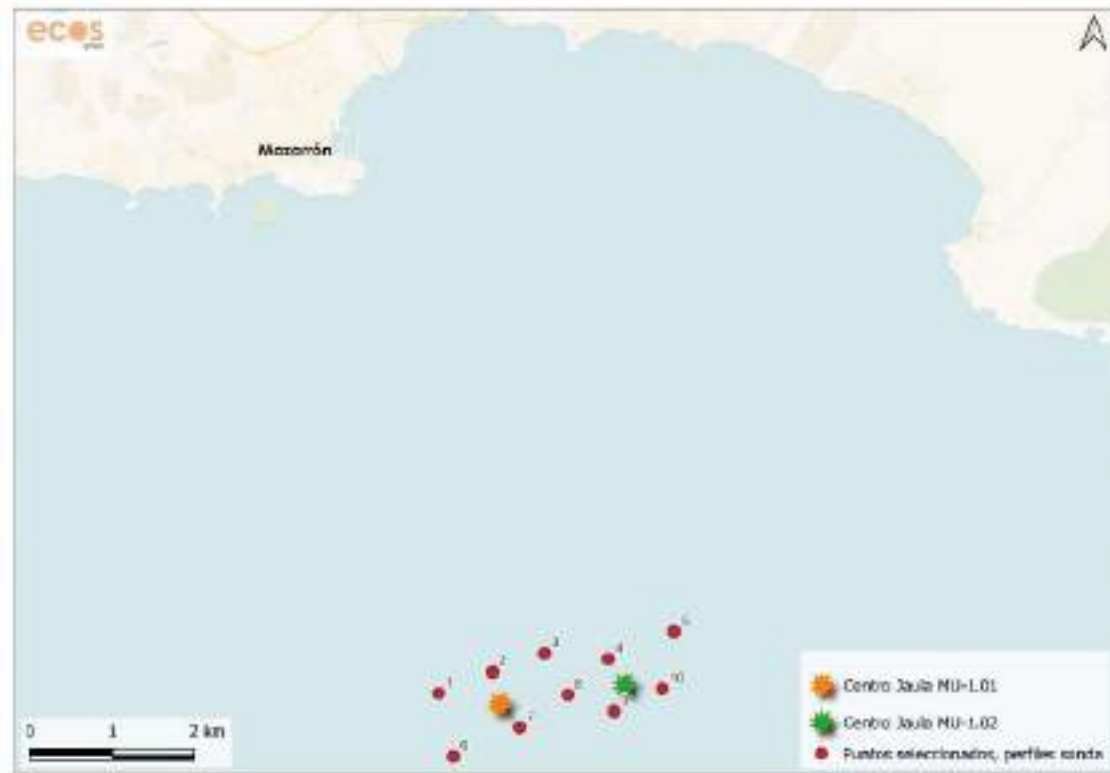


Figura 108. Ubicación de puntos seleccionados para la realización de los perfiles de la columna de agua

**Resultados**

Se presentarán por parámetros; Temperatura (°C), Salinidad(ppt), Conductividad (mS/cm), pH (Ud.pH), Oxígeno disuelto (mg/l), Turbidez (NTU) y Clorofila “a” (ppb) mostrando los valores principales de cada uno de ellos en tablas y la representación gráfica mediante el perfiles

Temperatura: En la siguiente tabla se muestran los datos de temperatura media, máxima, mínima, desviación típica y fecha de obtención del perfil obtenidos en cada punto de muestreo y los perfiles en las figuras correspondientes.

Tabla 25. Temperatura (°C) en cada punto de muestreo

Puntos	Temperatura (°C)			
	Media	Máxima	Mínima	Desviación típica
MUR-1	15,71	17,36	14,01	1,15
MUR-2	15,35	17,36	13,86	1,54
MUR-3	14,88	17,39	13,73	1,47
MUR-4	15,62	17,43	13,76	1,66
MUR-5	15,16	17,45	13,75	1,57
MUR-6	14,79	17,55	13,74	1,42
MUR-7	14,85	17,48	13,72	1,47
MUR-8	14,72	17,44	13,72	1,36
MUR-9	15,00	17,38	13,71	1,52
MUR-10	14,71	17,40	13,74	1,34

Dato máximo; Dato mínimo



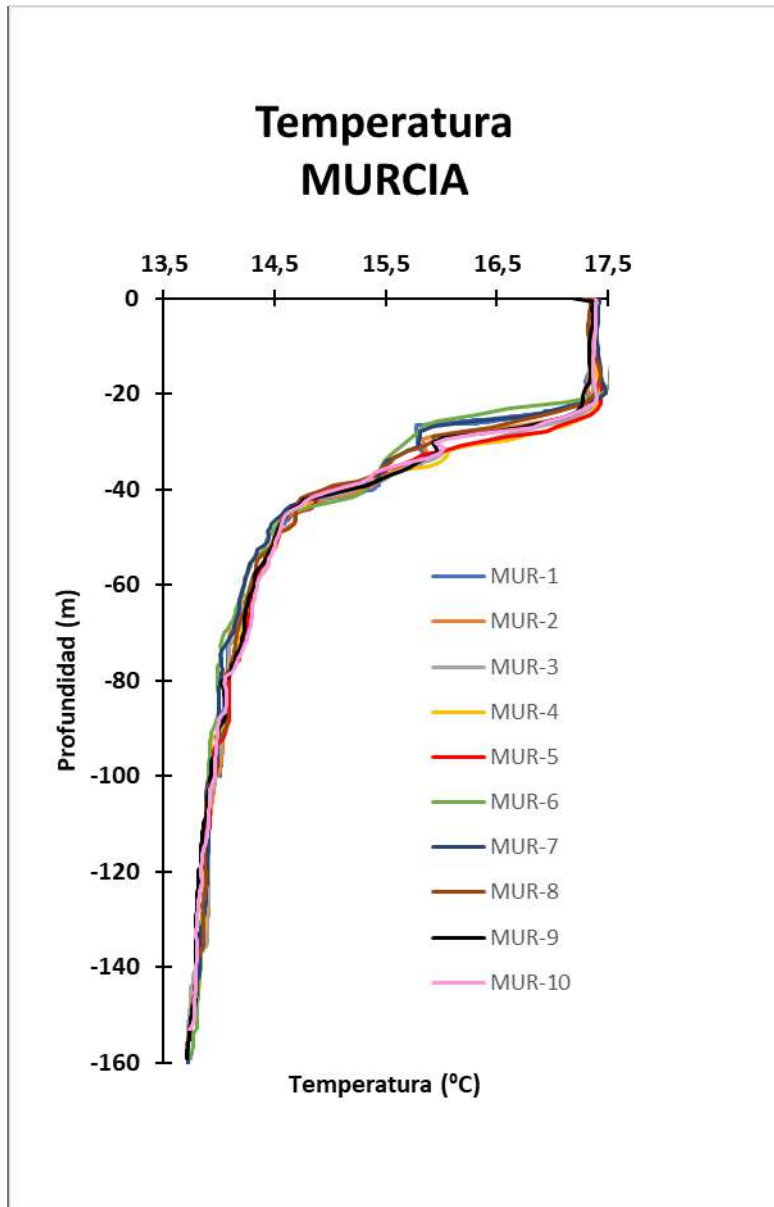


Figura 109. Representación conjunta perfiles de Temperatura (°C) en cada punto

Del análisis de estos datos se deduce:

- El dato de temperatura media obtenida fue 15,12 °C (máxima 15,71 °C en el punto-1 de muestreo y mínima 14,71 °C en el punto-10).
- El dato máximo de temperatura máxima se obtiene en el punto-6 (17,55 °C) y el dato mínimo en los puntos 1 y 2 (17,36 °C).
- El dato máximo de temperatura mínima se obtiene en el punto-1 (14,01 °C) y el mínimo en el punto-9 (13,71 °C).

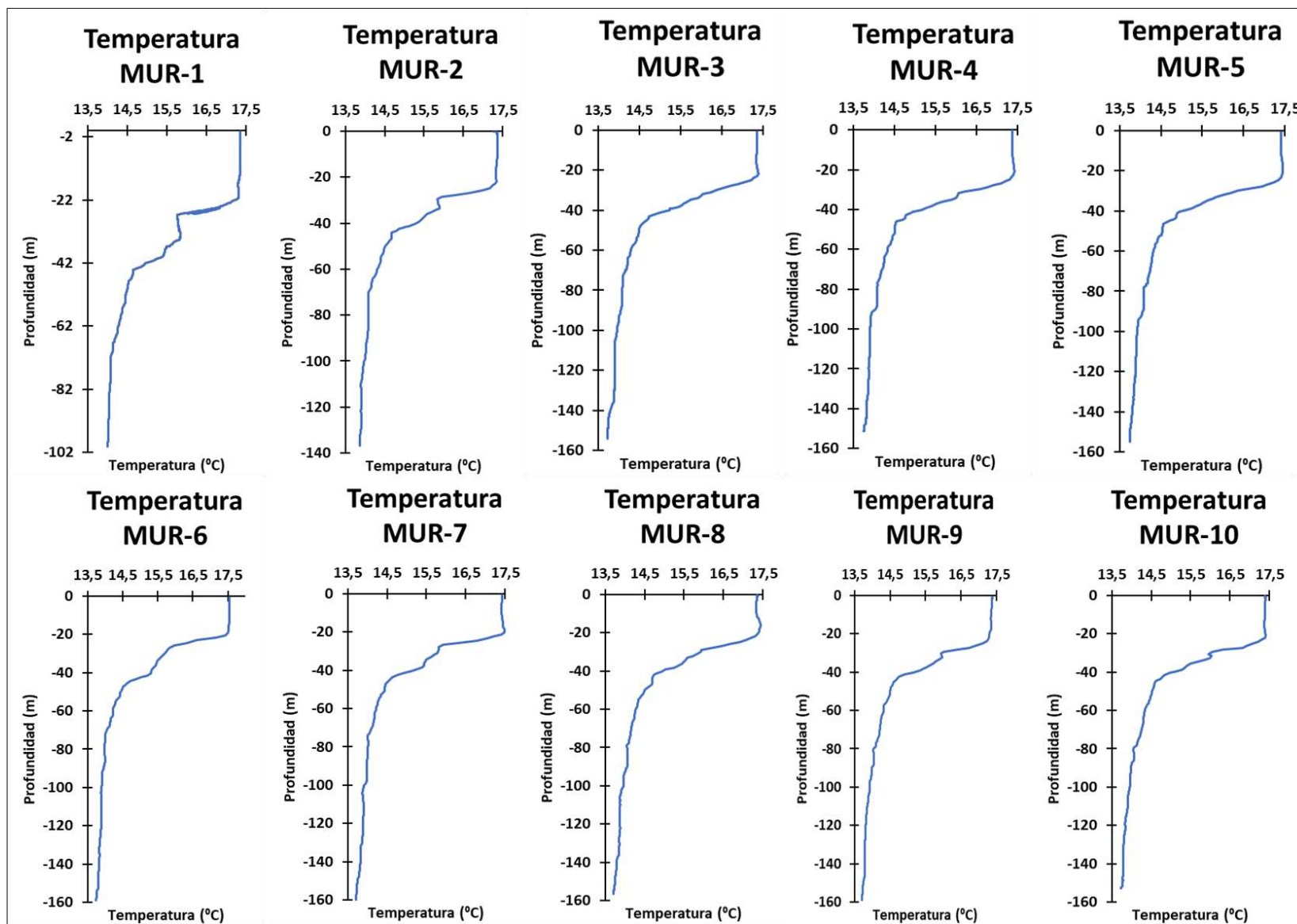


Figura 110. Perfiles de Temperatura (°C) en cada estación de muestreo

Salinidad: En la siguiente tabla se muestran los datos de salinidad media, máxima, mínima y desviación típica obtenidos en cada punto de muestreo y en las figuras correspondientes los perfiles.

Tabla 26. Salinidad (ppt) en cada punto de muestreo

Puntos	Salinidad (ppt)			
	Media	Máxima	Mínima	Desviación típica
MUR-1	37,57	38,27	37,07	0,43
MUR-2	37,76	38,29	37,06	0,55
MUR-3	37,93	38,32	37,06	0,52
MUR-4	37,68	38,31	37,05	0,58
MUR-5	37,84	38,31	37,07	0,53
MUR-6	37,98	38,31	37,15	0,45
MUR-7	37,94	38,32	36,52	0,51
MUR-8	37,98	38,32	36,80	0,48
MUR-9	37,88	38,32	37,06	0,53
MUR-10	37,99	38,31	37,04	0,47

Dato máximo; Dato mínimo

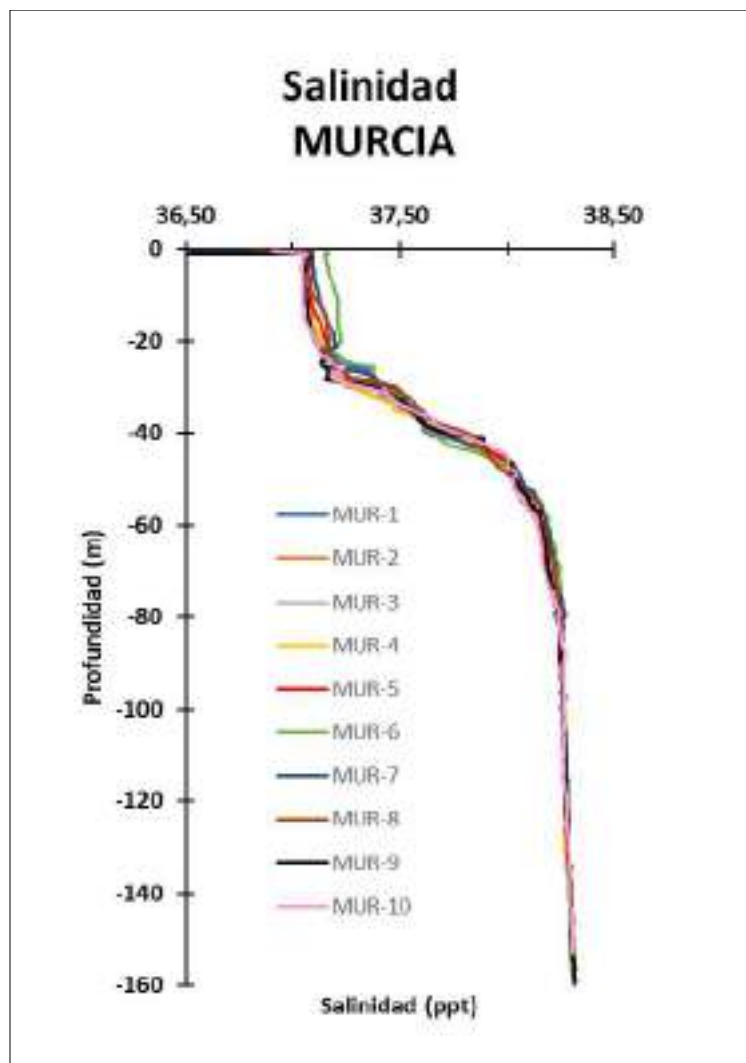


Figura 111. Representación conjunta perfiles de Salinidad (ppt) en cada punto

---

Del análisis de estos datos se deduce:

- La salinidad media obtenida fue de 37,84 ppt (máxima 37,99 ppt en el punto-10 de muestreo y mínima 37,57 ppt en el punto-1).
- El dato máximo de salinidad máxima se obtiene en los puntos 3, 7, 8 y 9 (38,32 ppt) y el dato mínimo en el punto-1 (38,27 ppt).
- El dato máximo de temperatura mínima se obtiene en el punto-6 (37,15 ppt) y el mínimo en el punto-7 (36,52 ppt).

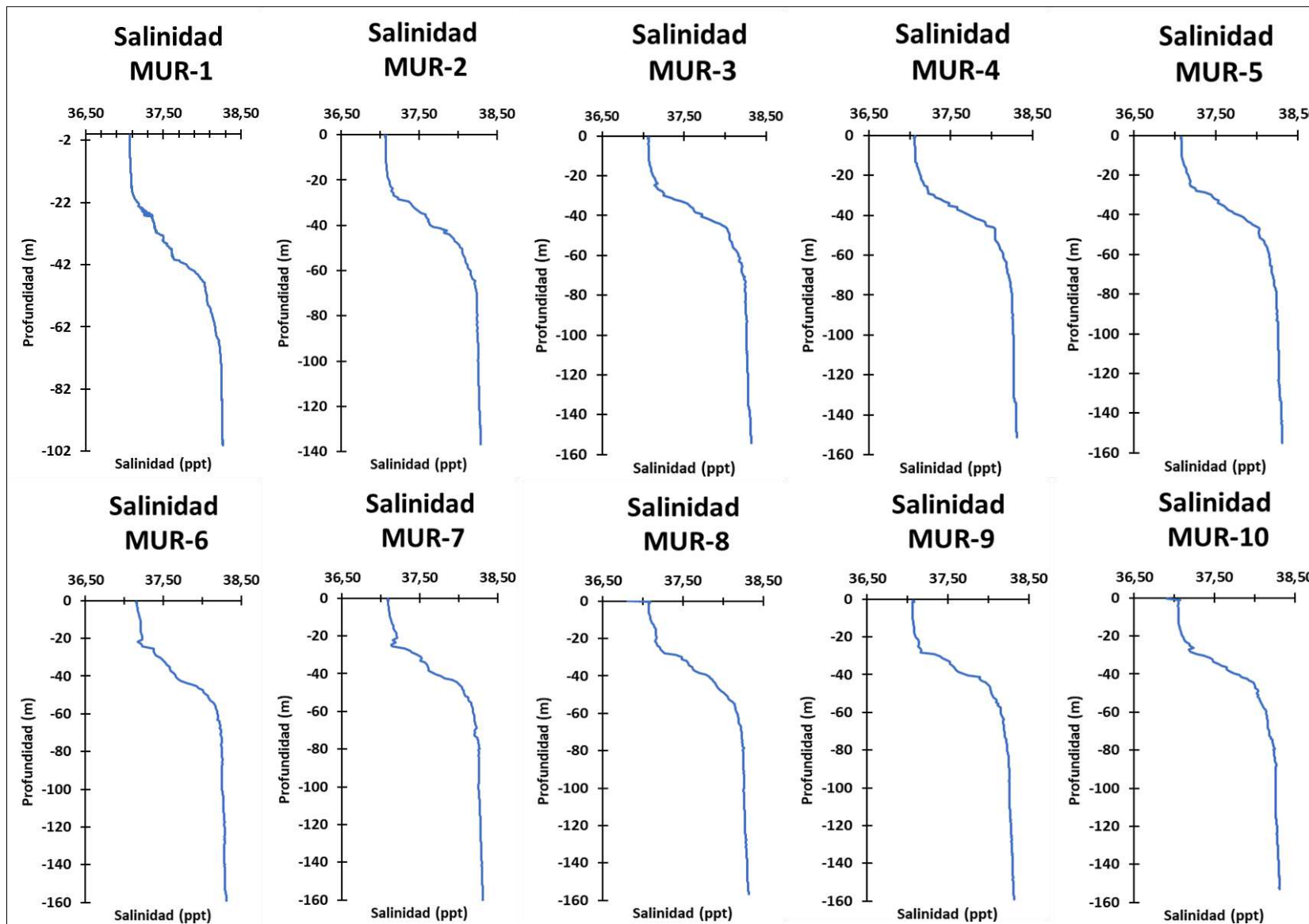


Figura 112. Perfiles de Salinidad (ppt) en cada estación de muestreo

Conductividad: En la siguiente tabla se muestran los datos de conductividad media, máxima, mínima y desviación típica obtenidos en cada punto de muestreo y en las figuras correspondientes los perfiles.

Tabla 27. Conductividad (mS/cm) en cada punto de muestreo

Puntos	Conductividad (mS/cm)			
	Media	Máxima	Mínima	Desviación típica
MUR-1	46,48	47,69	45,47	0,75
MUR-2	46,31	47,68	45,36	1,0
MUR-3	46,01	47,77	45,25	0,96
MUR-4	46,50	47,79	45,27	1,09
MUR-5	46,21	47,85	45,27	1,04
MUR-6	45,97	48,0	45,27	0,99
MUR-7	45,99	47,92	45,25	0,98
MUR-8	45,90	47,83	45,24	0,89
MUR-9	45,62	47,83	45,24	0,66
MUR-10	45,89	47,74	45,26	0,87

Dato máximo; Dato mínimo

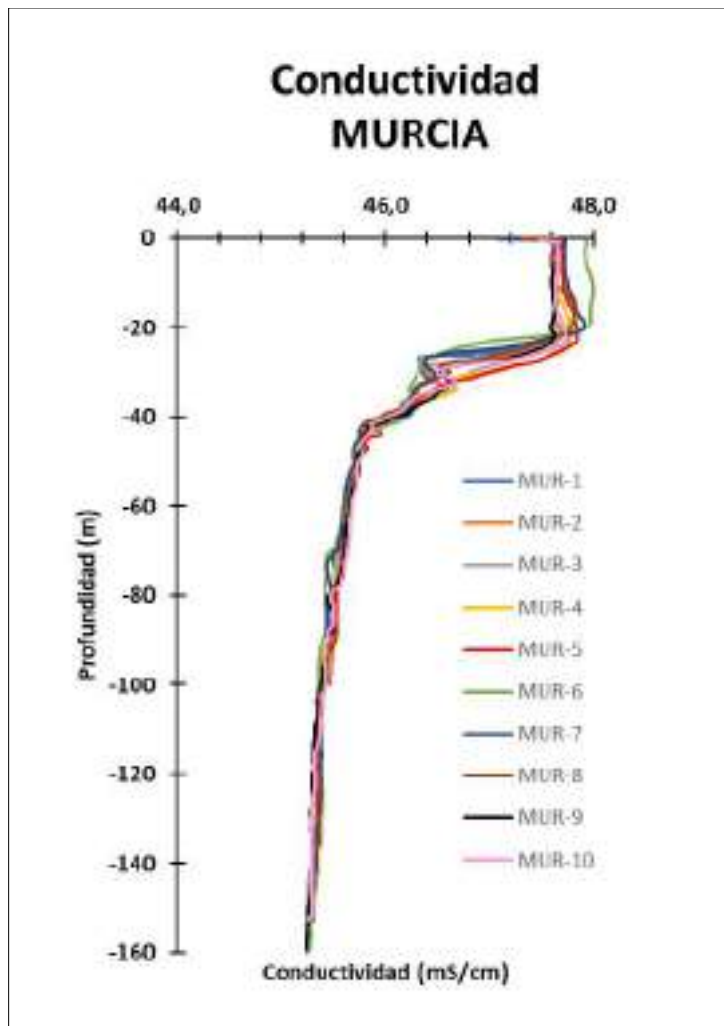


Figura 113. Representación conjunta perfiles Conductividad (mS/cm) en cada punto

---

Del análisis de estos datos se deduce:

- La conductividad media obtenida fue 46,09 mS/cm (máxima 46,50 mS/cm en el punto-4 y mínima 45,62 mS/cm en el punto-9).
- El dato máximo de conductividad máxima se obtiene en el punto-6 (48,0 mS/cm) y el dato mínimo en el punto-2 (47,68 mS/cm).
- El dato máximo de conductividad mínima se obtiene en el punto-1 (45,47 mS/cm) y el mínimo en los puntos 8 y 9 (45,24 mS/cm).

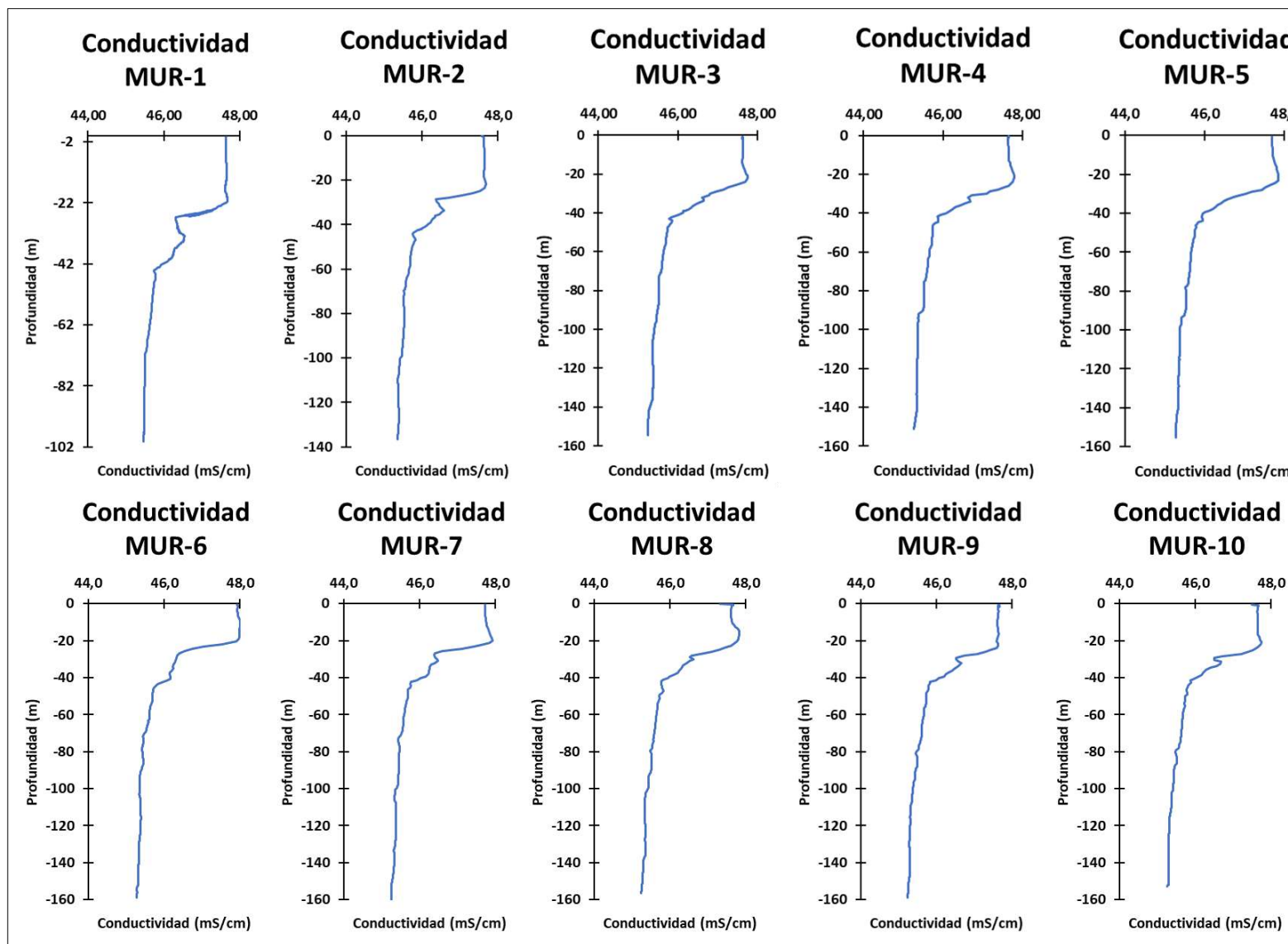


Figura 114. Perfiles de Conductividad (mS/cm) en cada estación de muestreo



**pH:** El pH influye en la actividad biológica de las especies y los seres marinos influyen a su vez, en el pH por medio de la respiración y de la fotosíntesis. Este factor condiciona también numerosas reacciones químicas marinas que solubilizan o precipitan las sales disueltas que, en definitiva, son los elementos nutritivos que mantienen los ecosistemas marinos. Influye también en las migraciones de las especies, uno de los factores determinantes de las características de muchos medios marinos (marismas, estuarios, etc.), lo cual condiciona la vida en los mismos.

Los valores de pH en el mar suelen oscilar entre 7,1 y 8,3 lo que significa que el mar es un medio ligeramente alcalino. De todas formas, los valores más normales para el agua de mar oscilan entre 8.1 y 8.3. Las variaciones del pH se ven influidas por los siguientes factores: salinidad, fotosíntesis (favorece la alcalinidad), temperatura y concentración de CO<sub>2</sub>.

Las variaciones del pH en relación con la vertical se producen básicamente en la zona eufótica (0 - 80 m), y más concretamente en los primeros 50 m. A esta profundidad, los valores de pH son mínimos (7,1 – 7,3) ya que hay bajas concentraciones de O<sub>2</sub> y elevadas de CO<sub>2</sub>. A partir de aquí, los valores de pH aumentan con la profundidad hasta estabilizarse sobre 8,5.

En la siguiente tabla se muestran los datos de pH medio, máximo, mínimo y desviación típica obtenidos en cada punto de muestreo y en las figuras correspondientes, los perfiles.

Tabla 28. pH (Ud.pH) en cada punto de muestreo

Puntos	pH (Ud.pH)			
	Media	Máxima	Mínima	Desviación típica
MUR-1	8,15	8,22	8,12	0,03
MUR-2	8,14	8,16	8,09	0,02
MUR-3	8,13	8,15	8,06	0,02
MUR-4	8,12	8,15	8,07	0,02
MUR-5	8,13	8,15	8,07	0,02
MUR-6	8,14	8,16	8,06	0,02
MUR-7	8,14	8,17	8,09	0,02
MUR-8	8,14	8,16	8,08	0,02
MUR-9	8,14	8,17	8,09	0,02
MUR-10	8,13	8,14	8,04	0,02

Dato máximo; Dato mínimo

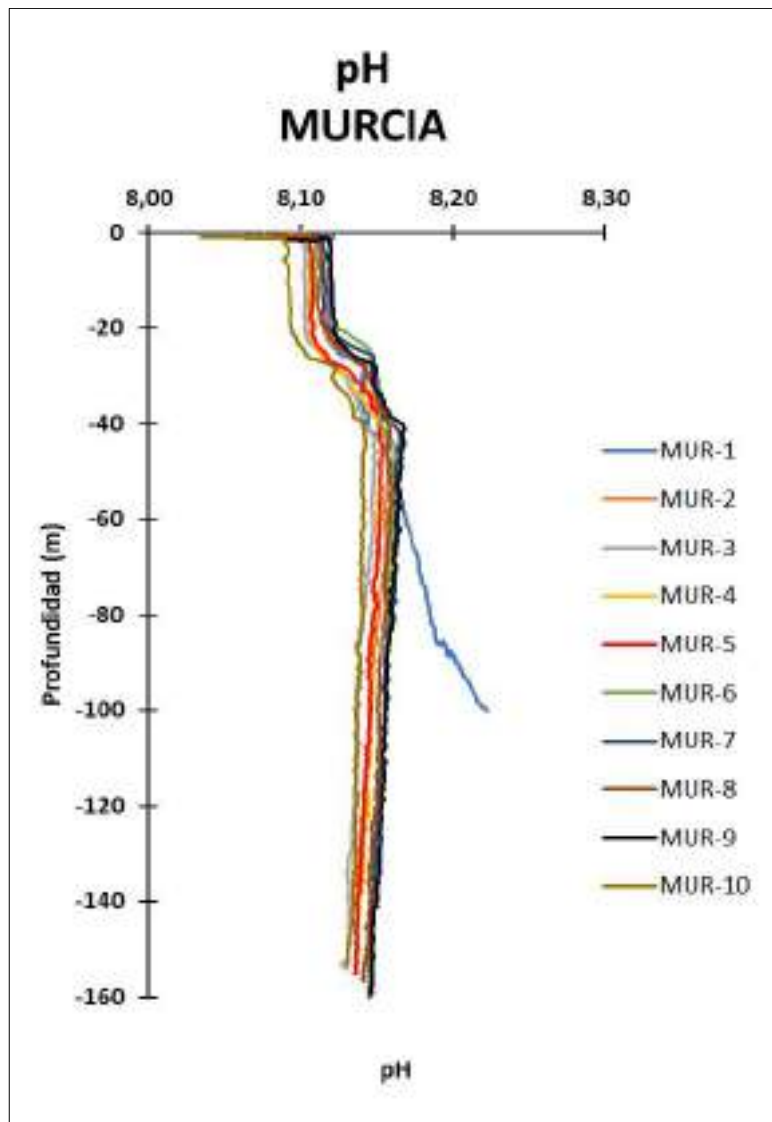


Figura 115. Representación conjunta de los perfiles de pH (Ud.pH) en cada punto

Del análisis de estos datos se deduce:

- El dato de pH medio obtenido fue 8,14 Ud.pH (máximo 8,15 Ud.pH en el punto 1 de muestreo y mínimo 8,12 Ud.pH en el punto 4).
- El dato máximo de pH máximo se obtiene en el punto-1 (8,22 Ud.pH) y el dato mínimo en el punto-10 (8,14 Ud.pH).
- El dato máximo de pH mínimo se obtiene en el punto-1 (8,12 Ud.pH) y el mínimo en el punto-10 (8,04 Ud.pH).

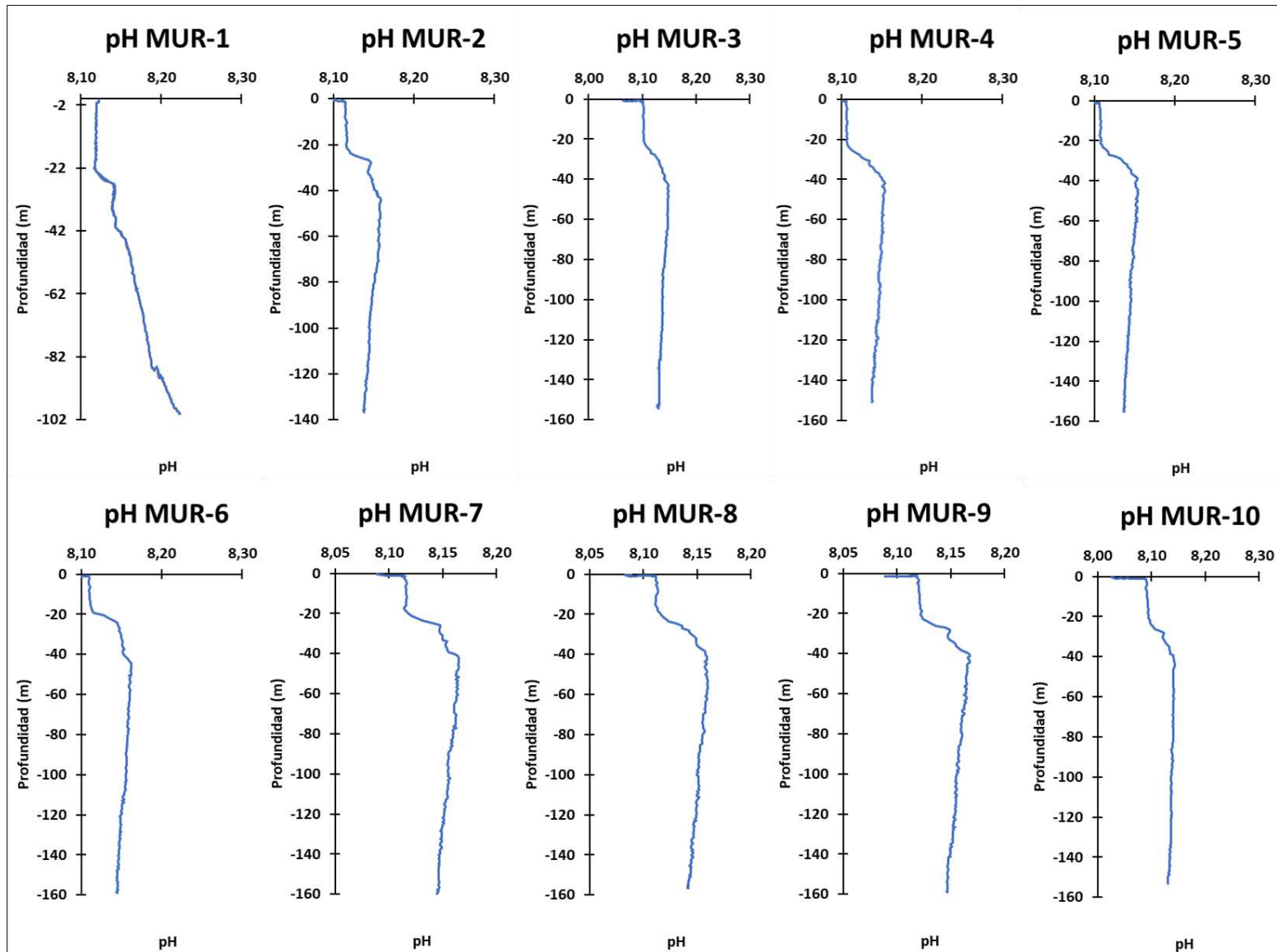


Figura 116. Perfiles de pH (Ud.pH) en cada estación de muestreo

Oxígeno disuelto: En la siguiente tabla se muestran los datos de oxígeno disuelto medio, máximo, mínimo y desviación típica obtenidos en cada punto de muestreo y en las figuras correspondientes los perfiles.

Tabla 29. Oxígeno disuelto (mg/l) en cada punto de muestreo

Puntos	Oxígeno (mg/l)			
	Media	Máxima	Mínima	Desviación típica
MUR-1	7,64	8,29	6,18	0,84
MUR-2	7,25	8,30	6,18	0,80
MUR-3	7,16	8,33	6,18	0,67
MUR-4	7,42	8,35	6,18	0,71
MUR-5	7,23	8,39	6,17	0,69
MUR-6	7,15	8,36	6,35	0,61
MUR-7	7,16	8,32	6,34	0,65
MUR-8	7,15	8,34	6,21	0,63
MUR-9	7,28	8,36	6,25	0,64
MUR-10	7,15	8,40	6,23	0,61

Dato máximo: Dato mínimo

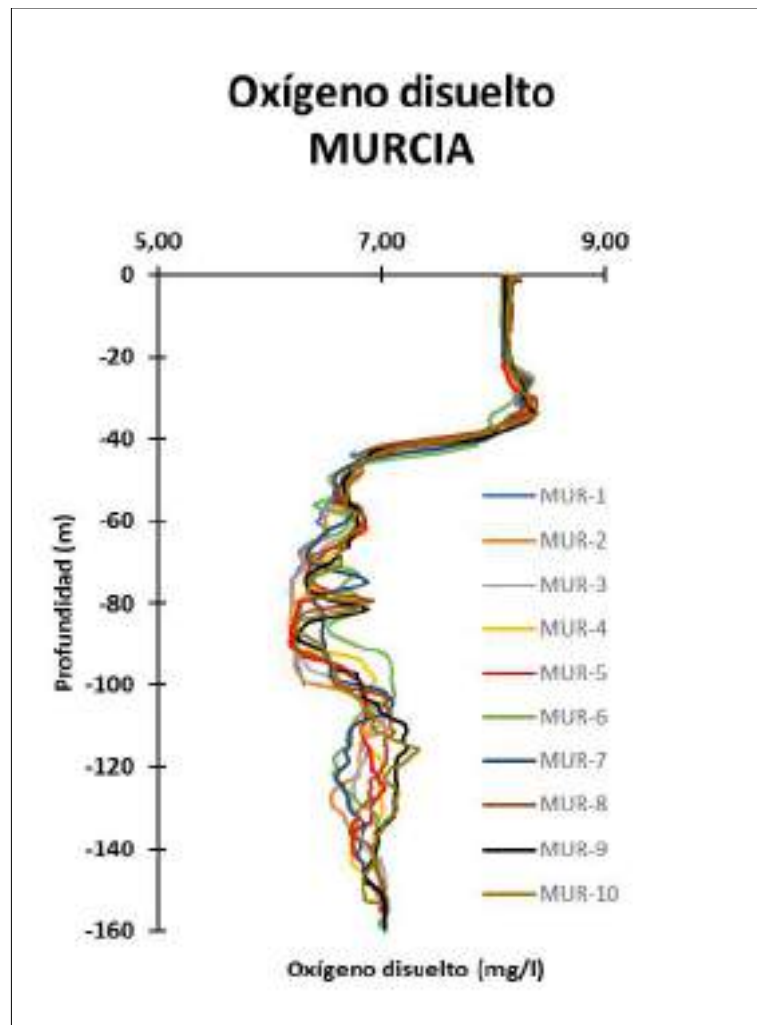


Figura 117. Representación conjunta perfiles oxígeno disuelto (mg/l) en cada punto

Del análisis de estos datos se deduce:

- El dato de oxígeno disuelto medio obtenido fue 7,34 mg/l (máximo 7,64 mg/l en el punto-1 de muestreo y mínimo 7,15 mg/l en los puntos 6, 8 y 10).
- El dato máximo de oxígeno disuelto máximo se obtiene en el punto-10 (8,40 mg/l) y el dato mínimo en el punto-1 (8,29 mg/l).
- El dato máximo de oxígeno disuelto mínimo se obtiene en el punto-6 (6,35 mg/l) y el mínimo en el punto-5 (6,17 mg/l).

Cabe recordar que, en las aguas superficiales, en contacto con la atmósfera, la cantidad de oxígeno disuelto tiende, como es natural, a estar en equilibrio con el atmosférico. La cantidad de oxígeno disuelto superficial en el agua de mar oscila entre 1.0 ml/L y 8.5 ml/L, si bien esa cantidad máxima puede ser sobrepasada en ocasiones, llevándose a un estado de sobresaturación en zonas de muy baja temperatura o zonas en las que haya una intensa actividad fotosintética.

Los factores que regulan la cantidad de oxígeno disuelto en el agua son:

- Temperatura y salinidad del agua.
- Actividad biológica.
- Procesos de mezcla debido a los movimientos el agua de mar.

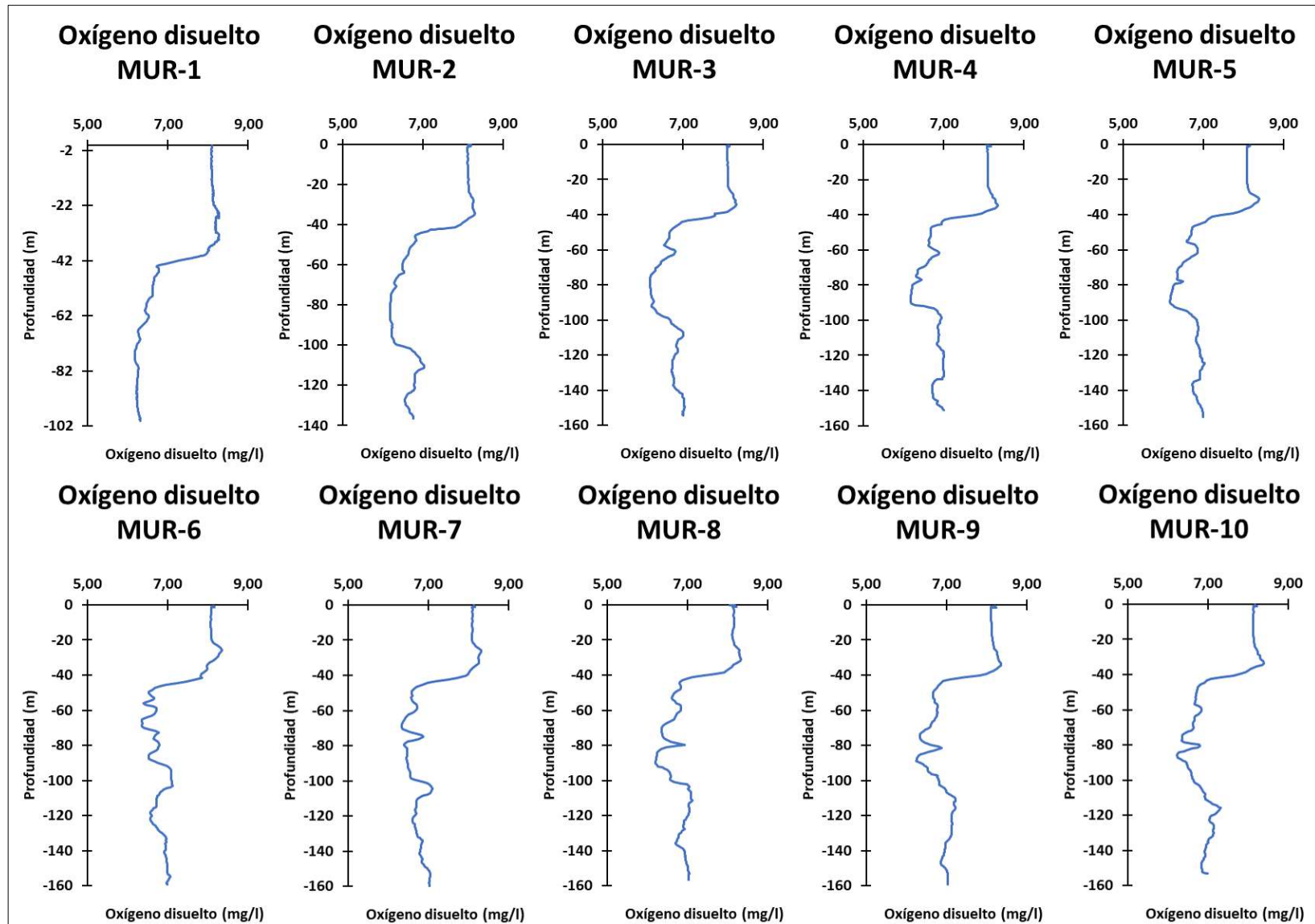


Figura 118. Perfiles de Oxígeno disuelto (mg/l) en cada estación de muestreo

**Turbidez:** En la siguiente tabla se muestran los datos de turbidez media, máxima, mínima y desviación típica obtenidos en cada punto de muestreo y en las figuras correspondientes los perfiles.

Tabla 30. Turbidez (NTU) en cada punto de muestreo

Puntos	Turbidez (NTU)			
	Media	Máxima	Mínima	Desviación típica
MUR-1	0,16	1,06	0,04	0,16
MUR-2	0,24	0,60	0,03	0,16
MUR-3	0,23	0,75	0,01	0,15
MUR-4	0,17	0,63	0,0	0,13
MUR-5	0,20	0,56	0,01	0,14
MUR-6	0,19	0,53	0,01	0,11
MUR-7	0,23	1,87	0,06	0,17
MUR-8	0,21	1,31	0,01	0,14
MUR-9	0,16	0,55	0,04	0,12
MUR-10	0,17	0,50	0,03	0,12

Dato máximo; Dato mínimo

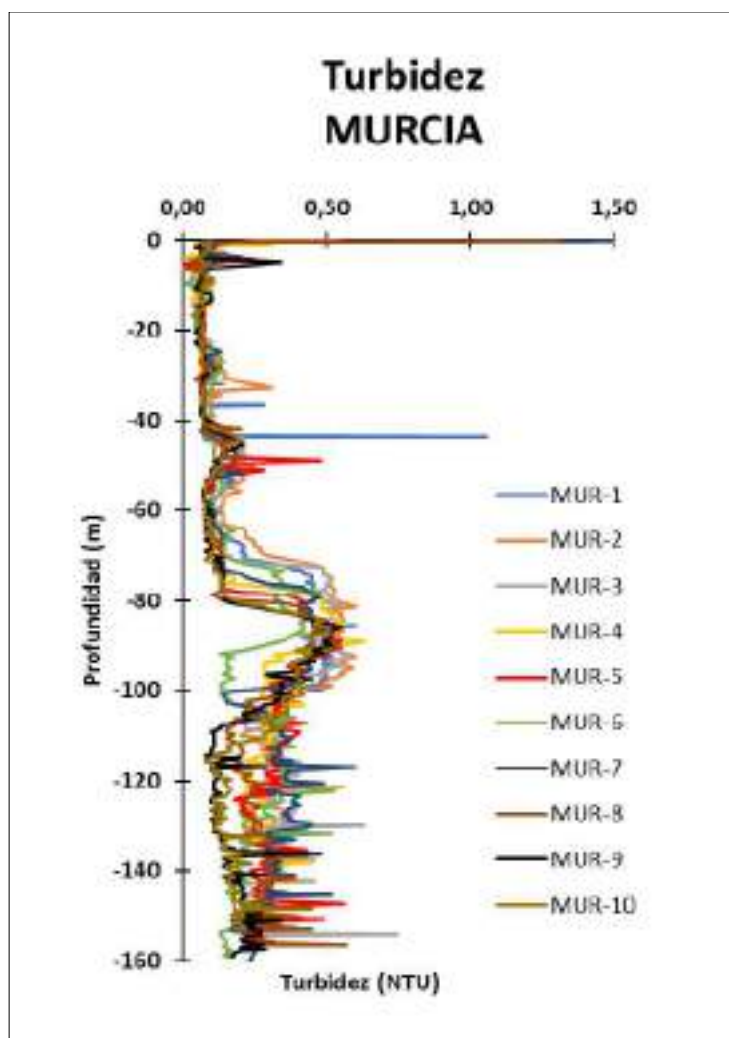


Figura 119. Representación conjunta perfiles de turbidez (NTU) para cada punto

Del análisis de estos datos se deduce:

- El dato de turbidez media obtenida fue 0,21 NTU (máximo 0,24 NTU en el punto de muestreo-2 y mínimo 0,16 NTU en los puntos 1 y 9).
- El dato máximo de turbidez media máxima se obtuvo en el punto-7 (1,87 NTU) y el dato mínimo en el punto-10 (0,50 NTU).
- El dato máximo de turbidez media mínima se obtuvo en el punto-7 (0,06 NTU) y el mínimo en el punto-4 (0,0 NTU).

Es importante señalar que por definición la turbidez es una mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua, o, en términos más técnicos, como una expresión de la propiedad óptica que causa que la luz se disperse y absorba en lugar de transmitirse en línea recta a través del agua. Es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos; Tales partículas varían en tamaño desde 0.1 a 1,000 nm (nanómetros) de diámetro. Todo esto aumenta la turbidez y reduce la cantidad de luz que penetra en el agua por lo que la actividad fotosintética sufre variaciones. Altos niveles pueden perjudicar a las plantas y los animales haciendo bajar la cantidad de luz disponible para el crecimiento de las algas y los pastos marinos. También pueden obstruir las agallas de los peces, crustáceos y otros animales, matándolos por asfixia.



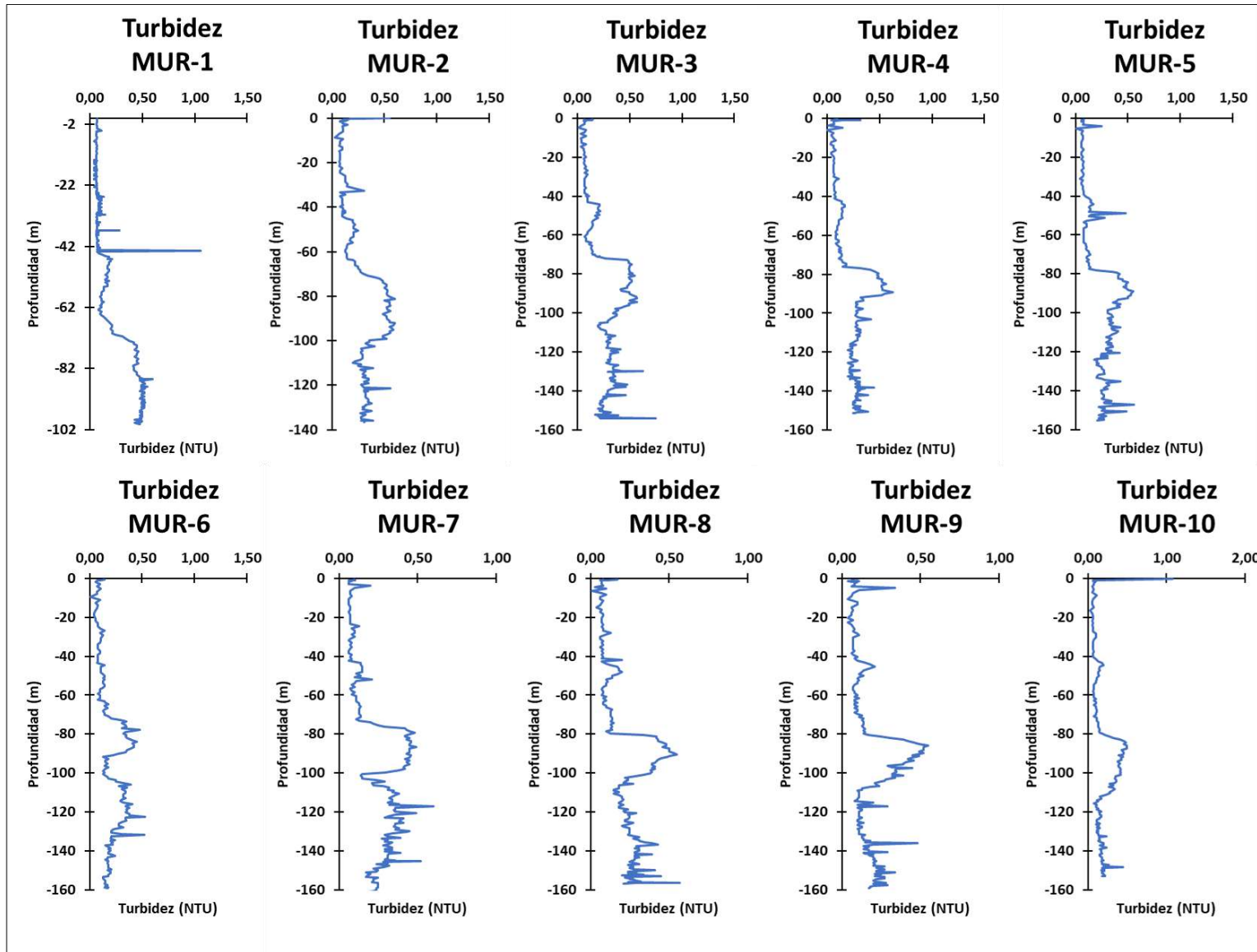


Figura 120. Perfiles de Turbidez (NTU) disuelto en cada estación de muestreo

Clorofila "a": En la siguiente tabla se muestran los datos de clorofila "a" media, máxima, mínima y desviación típica obtenidos en cada punto de muestreo y en las figuras correspondientes los perfiles.

Tabla 31. Clorofila "a" (ppb) en cada punto de muestreo

Puntos	Clorofila "a" (ppb)			
	Media	Máxima	Mínima	Desviación típica
MUR-1	0,47	1,77	0,09	0,33
MUR-2	0,30	1,88	0,05	0,37
MUR-3	0,20	1,97	0,0	0,34
MUR-4	0,18	1,76	0,0	0,28
MUR-5	0,22	1,92	0,0	0,32
MUR-6	0,23	1,60	0,0	0,36
MUR-7	0,19	1,58	0,0	0,29
MUR-8	0,20	1,65	0,0	0,34
MUR-9	0,19	1,79	0,0	0,32
MUR-10	0,22	1,76	0,0	0,34

Dato máximo; Dato mínimo

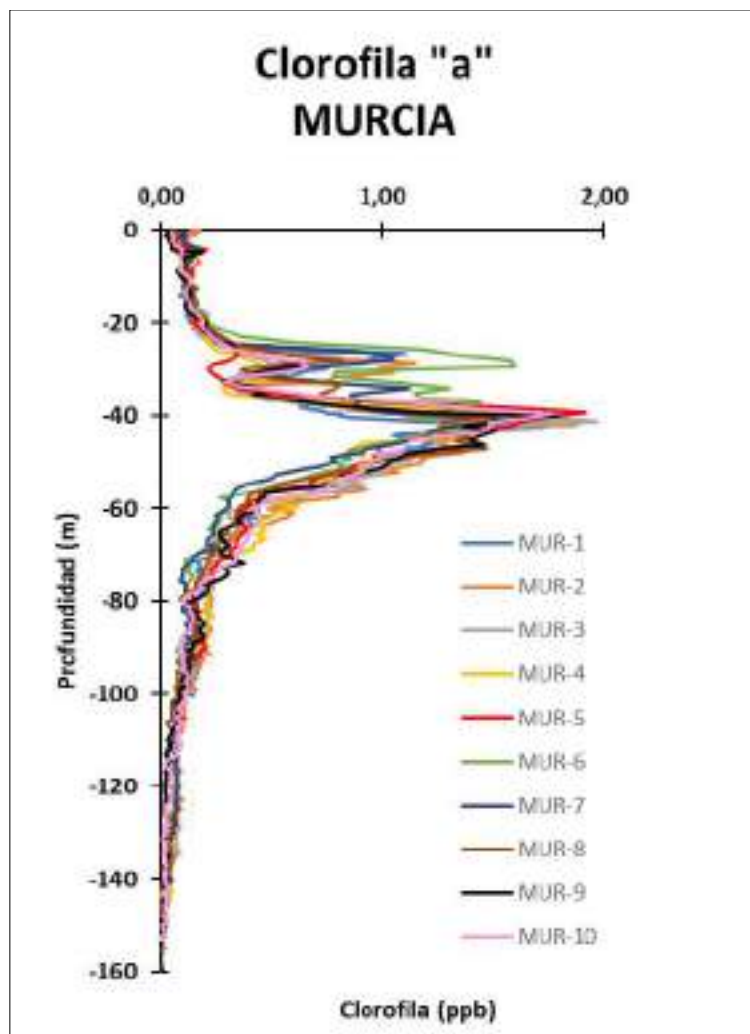


Figura 121. Representación conjunta perfiles de clorofila "a" (ppb) en cada punto

---

Del análisis de estos datos se deduce:

- La clorofila "a" media obtenida fue de 0,27 ppb (máximo 0,47 ppb en el punto-1 de muestreo y mínimo 0,18 ppb en el punto-4).
- El dato máximo de clorofila "a" máxima se obtiene en el punto-3 (1,97 ppb) y el dato mínimo en el punto-7 (1,58 ppb).
- El dato máximo de clorofila "a" media mínima se obtiene en el punto-1 (0,09 ppb) y el mínimo en los puntos 3 al 10 (0,0 ppb).

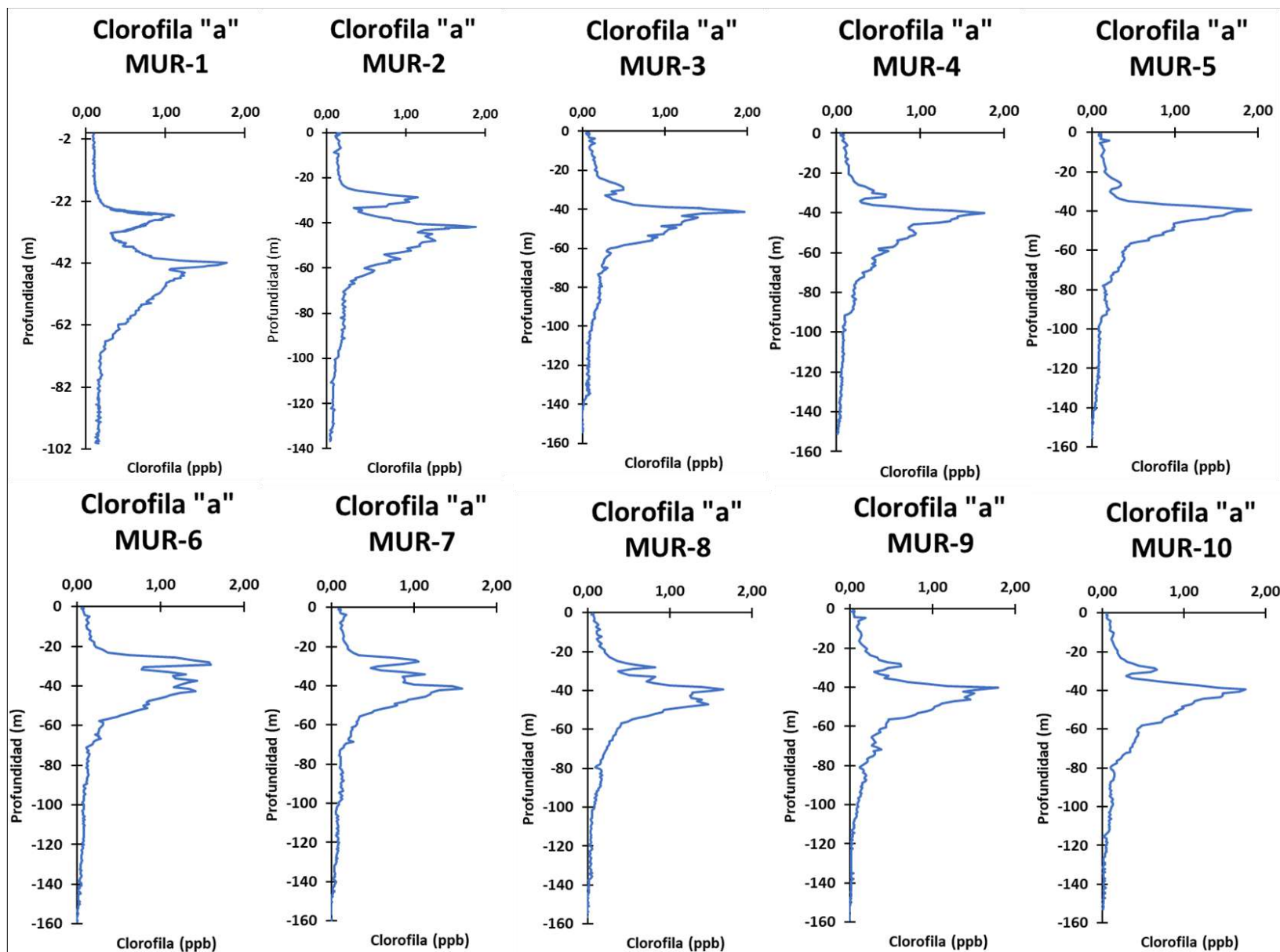


Figura 122. Perfiles de Clorofila "a" (ppb) disuelto en cada estación de muestreo

### 7.2.6 Calidad del sedimento

Al igual que la caracterización de la calidad del agua de la zona, los estudios relacionados con el sedimento son imprescindibles en este tipo de proyectos. Durante la campaña oceanográfica se tomaron 10 muestras de sedimentos en los mismos puntos donde se tomaron las muestras de agua y realizaron los perfiles para la determinación de la granulometría, materia orgánica, potencial redox, pH e infauna. Para ello se utilizó una draga tipo Van Veen.

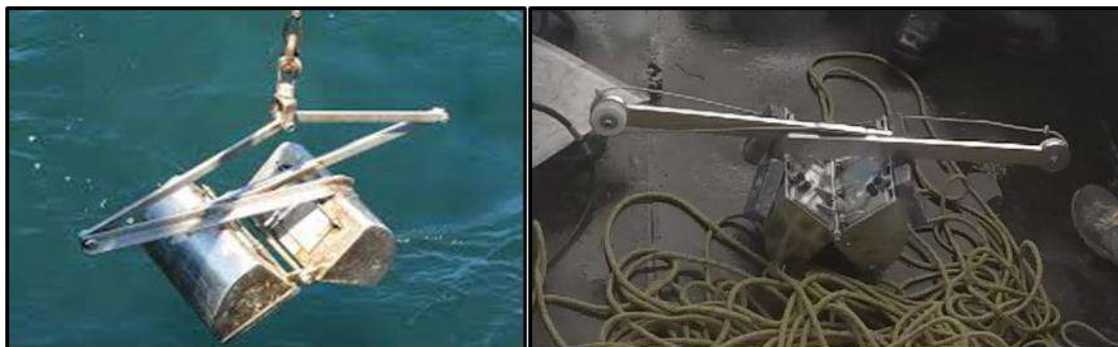


Figura 123. Draga Van Veen

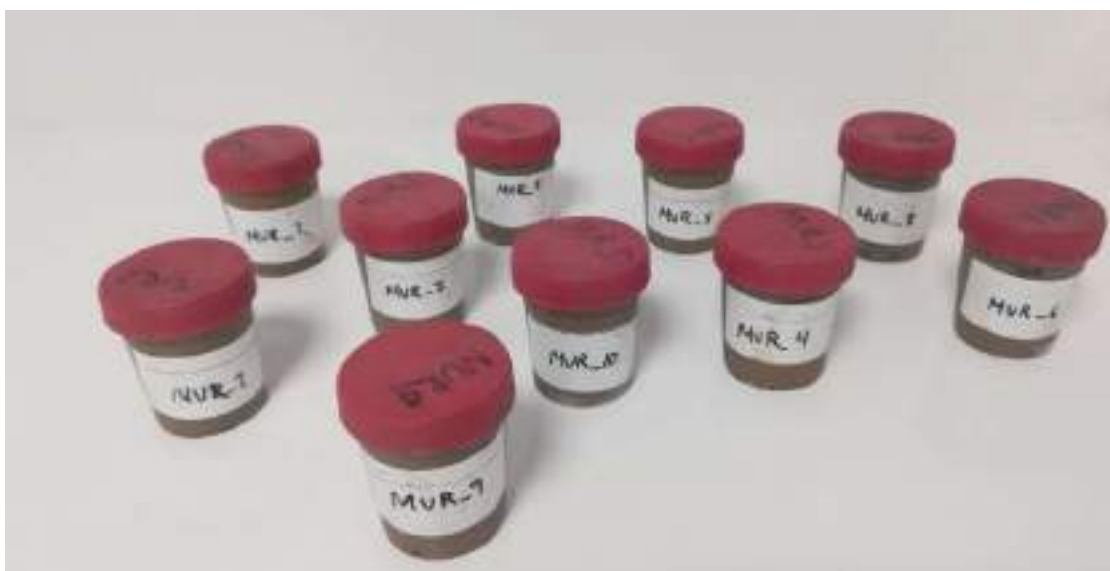


Figura 124. Muestras de sedimentos obtenidas en la campaña de campo

Los valores alcanzados para cada uno de los parámetros que se someten a estudio serán de gran importancia a la hora de tomar decisiones.

La situación de los puntos elegidos para la toma de las muestras de sedimentos se muestra a continuación:

Tabla 32. Coordenadas de los puntos de muestreo, calidad del sedimento (elipsoide WGS 84)

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo, Sedimentos (Huso 30S)				
Puntos muestreo	Denominación Laboratorio	Coordenada X	Coordenada Y	Profundidad (m)
1	MUR-1-sed	655111	4152121	187
2	MUR-2-sed	655766	4152377	173
3	MUR-3-sed	656402	4152605	166
4	MUR-4-sed	657181	4152539	170

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo, Sedimentos (Huso 30S)				
Puntos muestreo	Denominación Laboratorio	Coordenada X	Coordenada Y	Profundidad (m)
5	MUR-5-sed	657979	4152871	166
6	MUR-6-sed	655291	4151352	203
7	MUR-7-sed	656098	4151703	192
8	MUR-8-sed	656687	4152102	182
9	MUR-9-sed	657247	4151902	189
10	MUR-10-sed	657836	4152178	184



Figura 125. Ubicación puntos seleccionados para toma de muestras de sedimentos

#### 7.2.6.1 Metodología empleada para el estudio de cada uno de los parámetros

Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- **Granulometría:** El análisis mecánico de los suelos indica la proporción de partículas primarias de los mismos acordes con su tamaño. La granulometría es una de las propiedades físicas fundamentales de los sedimentos y de las rocas sedimentarias, ya que nos permite conocer la proporción de arena, grava, limos y arcillas presentes en el sustrato.

El conocimiento de dichas proporciones tiene un considerable valor, ya que el tamaño de grano del sedimento podría ser quizás, el factor determinante de todas las demás características ambientales.

Dado que no existen tamices con una luz de malla lo bastante pequeña, el cálculo del tamaño de partícula se hizo en base a la velocidad de sedimentación de las partículas, siguiendo la Ley de Stokes.

En primer lugar, se realizó la separación de arenas y finos mediante el tamiz de 0,0063 mm. La fracción de la muestra superior a este tamaño se sometió a un

proceso de granulometría en seco, mientras que la parte de finos se introdujo en una probeta de 1 litro para su posterior análisis.

La determinación de arenas se realizó mediante tamizaje en seco usando para ello un total de 7 tamices que cubren el rango de gravas a limos, con las siguientes luces de malla: 4 mm, 2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm, 0.0063 mm y <0.0063 mm.

Las muestras de arena se secaron en una estufa a 60° C y una vez secas, se tamizaron. La columna de tamices empleada comienza con una luz de malla de 4 mm (-2  $\phi$ ) hasta 0.0063 mm (4  $\phi$ ) siguiendo la escala geométrica de Wentworth. Dicho proceso de tamizaje tuvo una duración de 20 minutos. La muestra recogida en el tamiz inferior a 0.0063 mm se añadió a la probeta para el posterior análisis de finos.

Para obtener la distribución granulométrica de las arenas, el contenido de cada tamiz se recogió y pesó, obteniendo la fracción correspondiente a cada tamaño en porcentaje a partir del peso inicial.

Según Krumbien (1934)  $\phi$  queda definido como:

$$\phi = -\log 2 D \quad (D = \text{diámetro de la partícula en mm})$$



Figura 126. Material utilizado para el proceso de análisis granulométrico

El análisis de la distribución de finos se llevó a cabo mediante granulometría por sedimentación. Para ello, se procedió a la eliminación de las sales de las muestras mediante sucesivos lavados con agua destilada. Seguidamente, se procedió a eliminar la materia orgánica del sedimento tratándolas durante 24 horas con 100 ml de peróxido de hidrógeno al 50 %.

Transcurrido este tiempo se añadió a las muestras 500 ml de agua destilada y 20 ml de calgón, solución dispersante, y se mantuvo en agitación durante 2 horas.

Posteriormente, las probetas debidamente identificadas se enrasaron a 1000 ml y se agitaron. En función de la temperatura del agua, se calcularon los tiempos en los que se debía extraer las distintas alícuotas de 20 ml de cada una de las probetas. Estas alícuotas se añadieron en crisoles previamente numerados y pesados tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 127. Probetas con el material fino de las muestras analizadas en proceso de sedimentación junto con crisoles para la toma de alícuotas

Una vez tomadas todas las alícuotas, los crisoles se introdujeron en la estufa a  $110^{\circ}\text{C}$ , tras lo cual se introdujeron en el desecador para recuperar la temperatura ambiente y se pesaron nuevamente.

Finalmente se procedió al tratamiento estadístico de los datos obtenidos por ambas técnicas de granulometría mediante el uso del software GRADISTAT, Grain Size Analysis Program (Simon blott, 2009).

De cada muestra de sedimento se calcularon los siguientes datos:

- Media ( $X_{\phi}$ ): La media aritmética nos va a permitir conocer el centro de gravedad de la distribución de las respectivas muestras. Indica el tamaño medio de los granos, y en términos energéticos se traduce por la energía cinética media del ambiente sedimentario.
- Desviación típica ( $\zeta_{\phi}$ ): La desviación típica nos va a permitir conocer la dispersión media de la distribución frente a la media. Mide la desviación en la clasificación de un sedimento e indican las oscilaciones de la energía cinética en el ambiente sedimentario respecto a su valor medio.
- Moda ( $M_{\phi}$ ): Representa el tamaño de mayor frecuencia de cada una de las distribuciones.
- Asimetría ( $SK_{\phi}$ ): Indica la asimetría en la distribución de frecuencias, marcando la posición de la media respecto a la mediana.
- Angulosidad ( $K_{\phi}$ ): Indica la agudeza de la curva de frecuencia como relación de la proximidad entre los valores externos centrales, generalmente el 50 % central, y los valores externos, generalmente el 90 %.



Tabla 33. Formulación usada para el cálculo estadístico por el método de los Momentos

(a) Arithmetic Method of Moments

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis
$\bar{x}_a = \frac{\sum f m_n}{100}$	$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f (m_n - \bar{x}_a)^2}{100}}$	$Sk_a = \frac{\sum f (m_n - \bar{x}_a)^3}{100 \sigma_a^3}$	$K_a = \frac{\sum f (m_n - \bar{x}_a)^4}{100 \sigma_a^4}$

(b) Geometric Method of Moments

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis
$\bar{x}_g = \exp \frac{\sum f \ln m_n}{100}$	$\sigma_g = \exp \sqrt{\frac{\sum f (\ln m_n - \ln \bar{x}_g)^2}{100}}$	$Sk_g = \frac{\sum f (\ln m_n - \ln \bar{x}_g)^3}{100 \ln \sigma_g^3}$	$K_g = \frac{\sum f (\ln m_n - \ln \bar{x}_g)^4}{100 \ln \sigma_g^4}$

Sorting ( $\sigma_g$ )	Skewness ( $Sk_g$ )	Kurtosis ( $K_g$ )
Very well sorted < 1.27	Very fine skewed < -1.30	Very platykurtic < 1.70
Well sorted 1.27 - 1.41	Fine skewed -1.30 - -0.43	Platykurtic 1.70 - 2.55
Moderately well sorted 1.41 - 1.62	Symmetrical -0.43 - -0.43	Mesokurtic 2.55 - 3.70
Moderately sorted 1.62 - 2.00	Coarse skewed -0.43 - -1.30	Leptokurtic 3.70 - 7.40
Poorly sorted 2.00 - 4.00	Very coarse skewed > -1.30	Very leptokurtic > 7.40
Very poorly sorted 4.00 - 16.00		
Extremely poorly sorted > 16.00		

(c) Logarithmic Method of Moments

Mean	Standard Deviation	Skewness	Kurtosis
$\bar{x}_l = \frac{\sum f m_l}{100}$	$\sigma_l = \sqrt{\frac{\sum f (m_l - \bar{x}_l)^2}{100}}$	$Sk_l = \frac{\sum f (m_l - \bar{x}_l)^3}{100 \sigma_l^3}$	$K_l = \frac{\sum f (m_l - \bar{x}_l)^4}{100 \sigma_l^4}$

Sorting ( $\sigma_g$ )	Skewness ( $Sk_g$ )	Kurtosis ( $K_g$ )
Very well sorted < 0.35	Very fine skewed > -1.30	Very platykurtic < 1.70
Well sorted 0.35 - 0.50	Fine skewed -0.43 - -1.30	Platykurtic 1.70 - 2.55
Moderately well sorted 0.50 - 0.70	Symmetrical -0.43 - -0.43	Mesokurtic 2.55 - 3.70
Moderately sorted 0.70 - 1.00	Coarse skewed -0.43 - -1.30	Leptokurtic 3.70 - 7.40
Poorly sorted 1.00 - 2.00	Very coarse skewed < -1.30	Very leptokurtic > 7.40
Very poorly sorted 2.00 - 4.00		
Extremely poorly sorted > 4.00		

Para realizar el tratamiento de la información y poder clasificar las distintas fracciones de sedimento se siguió la escala modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922) (Tabla 34).

Tabla 34. Escala de tamaño de grano aplicada modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922)

Grain Size		Descriptive term	
phi	mm		
-10	1024	Very Large	} Boulder
-9	512	Large	
-8	256	Medium	
-7	128	Small	
-6	64	Very small	
-5	32	Very coarse	} Gravel
-4	16	Coarse	
-3	8	Medium	
-2	4	Fine	
-1	2	Very fine	
0	1	Very coarse	} Sand
1	microns 500	Coarse	
2	250	Medium	
3	125	Fine	
4	63	Very fine	
5	31	Very coarse	} Silt
6	16	Coarse	
7	8	Medium	
8	4	Fine	
9	2	Very fine	
		Clay	

Los resultados del análisis del sedimento se expresan mediante las curvas granulométricas que resultan de la representación del porcentaje en peso y del porcentaje en peso acumulado frente al diámetro del grano en unidades  $\phi$ , así como el triángulo ternario.

- **Materia orgánica:** La materia orgánica (M.O. %) se encuentra relacionada directamente con la presencia de elementos finos en el sedimento, los cuales actúan como enriquecedores de ésta dada su gran importancia de absorción.

El contenido de los sedimentos en materia orgánica es de gran importancia para las comunidades que habitan estos ambientes, ya que supone la base de la alimentación de un elevado número de organismos.

El carbono orgánico se determina habitualmente para evaluar el papel desempeñado por la fracción orgánica de sedimentos en el transporte, deposición

y retención de metales en el sedimento. En condiciones normales suele representar menos de un 10 % del peso del sedimento. Su determinación consiste en analizar el carbono fácilmente oxidable y relacionándolo con el % de materia orgánica.

El “método de calcinación o pérdida de peso por ignición (LOI)”, cuantifica el contenido en materia orgánica, a partir de diferencias gravimétricas, cuando se somete una muestra a altas temperaturas durante un periodo de tiempo determinado.

Para llevar a cabo este análisis, se tomó 1 gramo de muestra, y se introdujo en una mufla, horno capaz de alcanzar los 450°C. Pasadas 24 horas a esta temperatura constante, se anotó el peso de la muestra calcinada, así como el de los crisoles en que fueron depositadas. El análisis se realizó por triplicado para cada muestra y se obtuvo una media de los datos obtenidos.



Figura 128. Material utilizado para el análisis de materia orgánica

- **Potencial Redox (Eh):** En condiciones normales existe un gradiente vertical de intercambio entre la columna de agua y el sedimento, tanto en la concentración de oxígeno como en otros parámetros (potencial de oxidación y reducción, nutrientes, pH, etc.). En condiciones de cultivo, estos gradientes se intensifican cuanto mayor es la productividad y mayor es la tasa de sedimentación de la materia orgánica. Cuando la demanda de oxígeno en el sistema columna-agua se vuelve mayor que la tasa de difusión de este, el sedimento se vuelve anóxico y las condiciones reductoras provocan que la capa de discontinuidad del potencial redox se aproxime más a la superficie (Pearson & Rosenberg, 1978), observando entonces valores negativos del potencial redox.

El potencial redox determina las reacciones de oxidación y reducción de muchos compuestos químicos presentes en sedimento. Así un valor de Eh electropositivo y de alta magnitud es indicativo de un ambiente que favorece las reacciones de oxidación. Por el contrario, un valor de Eh electronegativo y de baja magnitud es indicativo de un ambiente altamente reductor. La reactividad, solubilidad y movilidad cíclica de elementos esenciales para los sistemas biológicos son afectadas por cambios en el potencial redox. Al mismo tiempo, el potencial redox afecta la distribución y la actividad metabólica de microorganismos. La disminución del Eh se relaciona con la disminución de la concentración de oxígeno disuelto en

el agua intersticial del sedimento. Valores negativos del redox, por tanto, se asocian a condiciones de anoxia en el que la degradación de la materia orgánica se lleva a cabo por las bacterias anaeróbicas, que en los sedimentos marinos utilizan principalmente de sulfato como aceptor de electrones liberando sulfuro de hidrógeno. Se considera un buen descriptor del sistema en unión de otros indicadores como la granulometría y el pH.

Determinada *in situ* mediante un sensor para medida de potencial redox.



Figura 129. Sonda utilizada para la medida del potencial Redox

- **pH:** Es una propiedad química del sedimento que tiene un efecto importante en el desarrollo de los microorganismos como de otros seres vivos presentes en el bentos. La determinación del pH nos informa de la concentración de iones hidronio ( $H_3O^+$ ) que se da en la interfase líquida del sedimento. Es un descriptor, en correspondencia con el potencial de oxidación-reducción (Eh), del estado del sedimento respecto de la condición aerobia o anaerobia que presenta. El pH es la variable principal del control de la especiación y la biodisponibilidad de las especies químicas. Esta variable controla las condiciones para la reducción de los sulfatos y la forma química en la que se encuentren los sulfuros. Nos indicará la predominancia de las formas químicas de las especies de azufre y otros que puedan ser de interés en el sedimento en unión con el Eh.

Según valores de referencia obtenidos del proyecto financiado por la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) "Propuesta metodológica para la realización de los planes de vigilancia ambiental de los cultivos marinos en jaulas flotantes", valores ente 7.0 – 9.0 son valores normales.

Se midió *in situ* mediante el uso de aparato de medida tipo POCKET PRO (pH+Temp).



Figura 130. Pocket PRO (pH+Temp)

- **Infauna:** El estudio de la fauna bentónica, principalmente invertebrados asociados a los fondos marinos, se realizó con el objetivo de evaluar las comunidades características de la zona de estudio.

Con este análisis se pretende hacer una valoración de la importancia ecológica del lugar para la instalación de cultivos marinos en jaulas off-shore y poder elegir el área donde se minimice la posible alteración del medio en función de las comunidades de fauna bentónica presentes en la zona.

Los muestreos realizados se basaron en invertebrados marinos por ser especies que pueden representar de mejor forma la salud ambiental de la zona, ya que son especies de menor movilidad y dependen en mayor medida de los parámetros fisicoquímicos del medio, como por ejemplo el grupo de los moluscos y equinodermos, grupos ambos sensibles a la contaminación.

**Material y método:** Los estudios de las comunidades de infauna como elemento bioindicador en aquellas áreas donde se vayan a efectuar cualquier actuación que afecte al medio marino (emisarios, jaulas de engorde de peces, construcción de diques y muelles, etc.), son imprescindibles para valorar y diagnosticar el estado de calidad ambiental de la zona ya que la infauna es de considerable interés como indicador potencial de los cambios y perturbaciones que se producen en los ecosistemas marinos (Pearson & Rosemberg, 1978; Weston, 1990; Gray et al., 1990; Henderson & Ross, 1995; Yokoyama et al., 1997).

Para este estudio utilizamos un tamiz de 0.5 mm que corresponde al límite entre la fracción macrofaunal y meiofaunal, y es la comúnmente utilizada en este tipo de estudios para la comunidad macrofaunal.

El método de recolección de muestras siguió las directrices del método estándar APHA - AWWA - WPCF 10500B. En este caso, las muestras fueron recolectadas mediante draga Van Veen. Posteriormente, se procedió al tamizado de estas para separar la fracción de arena de los organismos mediante un tamiz de 0.5 mm, tal y como recoge el Standard Methods Committee, 1988. Las muestras, ya separadas, fueron fijadas con formaldehído al 4 % con agua de mar hasta su posterior clasificación.



Figura 131. Preparación de muestras y determinación de infauna en laboratorio

Los individuos obtenidos se clasifican bajo una lupa Olympus S2-FT a nivel de grupo, para realizar el posterior estudio taxonómico bajo un microscopio Olympus U-SPT a nivel de especie.

La abundancia será estimada mediante la aplicación de índices que permitan determinar la calidad del medio a través de la relación entre taxones sensibles y tolerantes a la contaminación (índices Shannon-Weaver y Riqueza específica).

Para el tratamiento de los datos se usará el paquete estadístico PRIMER V.6., donde se calcula:

- Riqueza de familias (S): es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas (Moreno, 2001).
- Abundancia (N): Número total de individuos por metro cuadrado.
- Índice de Margalef o índice de diversidad específica de Margalef (d): es un índice de riqueza específica. Se trata de una medida utilizada en ecología para estimar la diversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada

$$D = (s-1) / \ln N$$

Donde "d" es el Índice de Margalef o índice de diversidad específica de Margalef; "s" es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).

El mínimo valor que puede adoptar es cero, por debajo de 2 se considera una región de baja biodiversidad, y por encima de 5, una región de alta biodiversidad.

- Equitatividad (J'): que puede ser tomada como una medida de uniformidad, donde el valor se sitúa entre 0 y 1, siendo 1 una situación donde todas las especies presentan la misma abundancia.
- Índice de diversidad de Shannon (H'): es un índice de diversidad basado en la abundancia de especies. Mide la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población. El índice H aumenta a medida que: 1) aumenta el número de especies 2) los individuos se distribuyen homogéneamente

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde "H'" es el índice de Shannon; "S" el número de especies (la riqueza de especies); "p<sub>i</sub>" la proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos.

Se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies

- Índice de Simpson (1-lambda): también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia, es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa. El índice

de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde "D" es el índice de Simpson; "S" el número de especies (la riqueza de especies); "N" es el total de organismos presentes y "n" el número de ejemplares por especie.

Cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad, existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat.

- **Sulfuros totales libres:** Las submuestras (5 ml de sedimento) se toman en los primeros 2 cm de sedimento con jeringuillas abiertas: jeringuillas de 20 ml (2 cm de diámetro) a las que se les ha quitado la parte apical de modo que adquieren aspecto de émbolo. Inmediatamente se tapan con una tira de parafina y la medición se recomienda que se haga antes de 72h con electrodo de ion selectivo (Ag+ / S2-). Si la medición no se va a realizar en el mismo barco las muestras deben conservarse en frío y oscuridad, en nuestro caso la medición se realizó al llegar a puerto tras la toma de las muestras.



Figura 132. Material para la medida en laboratorio de sulfuros libres totales

### 7.2.6.2 Resultados

#### Granulometría:

A continuación, se muestran las fichas con los resultados de los análisis de la distribución granulométrica de cada una de las muestras de sedimentos:

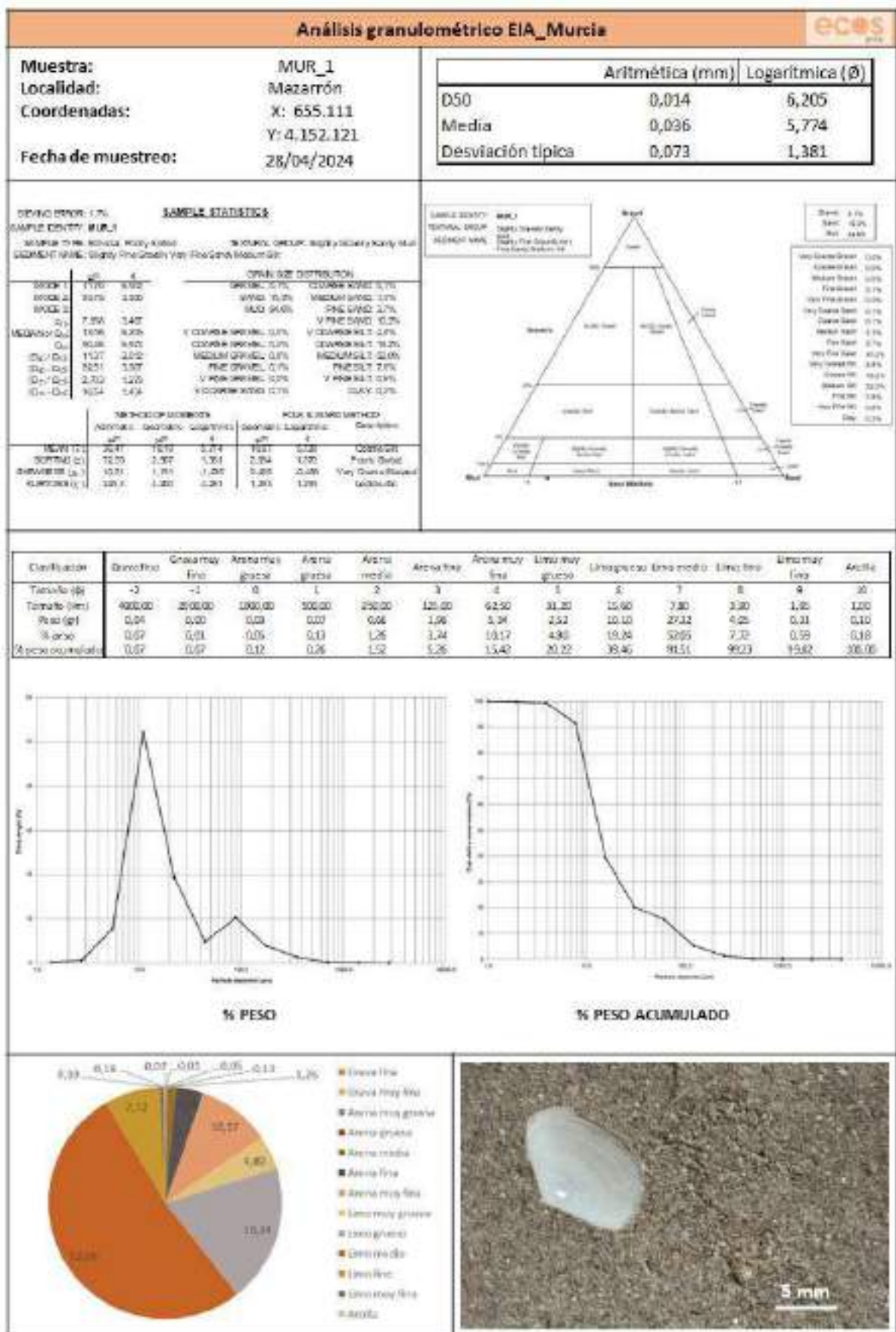


Figura 133. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-1 (sedimentos)



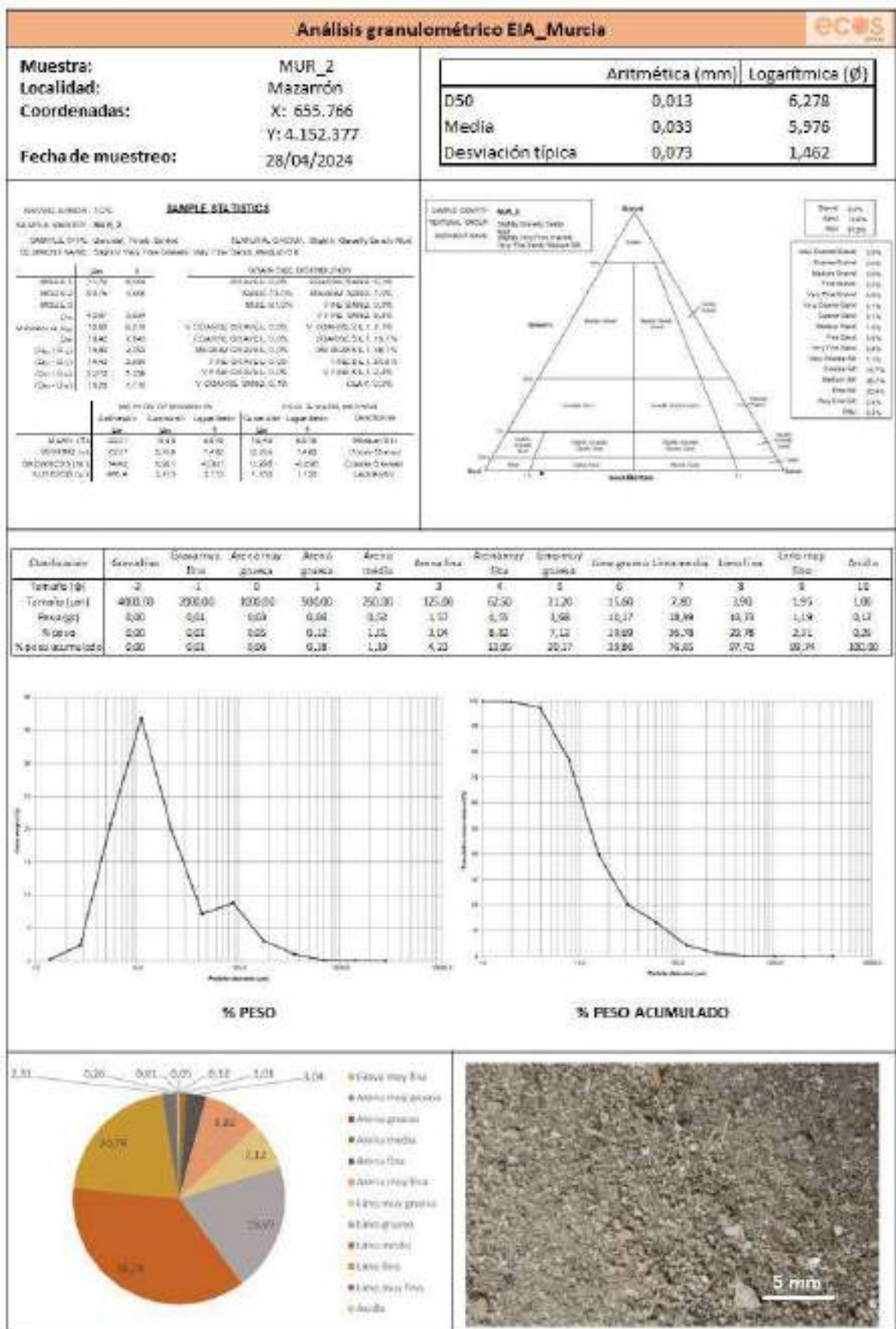


Figura 134. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-2 (sedimentos)

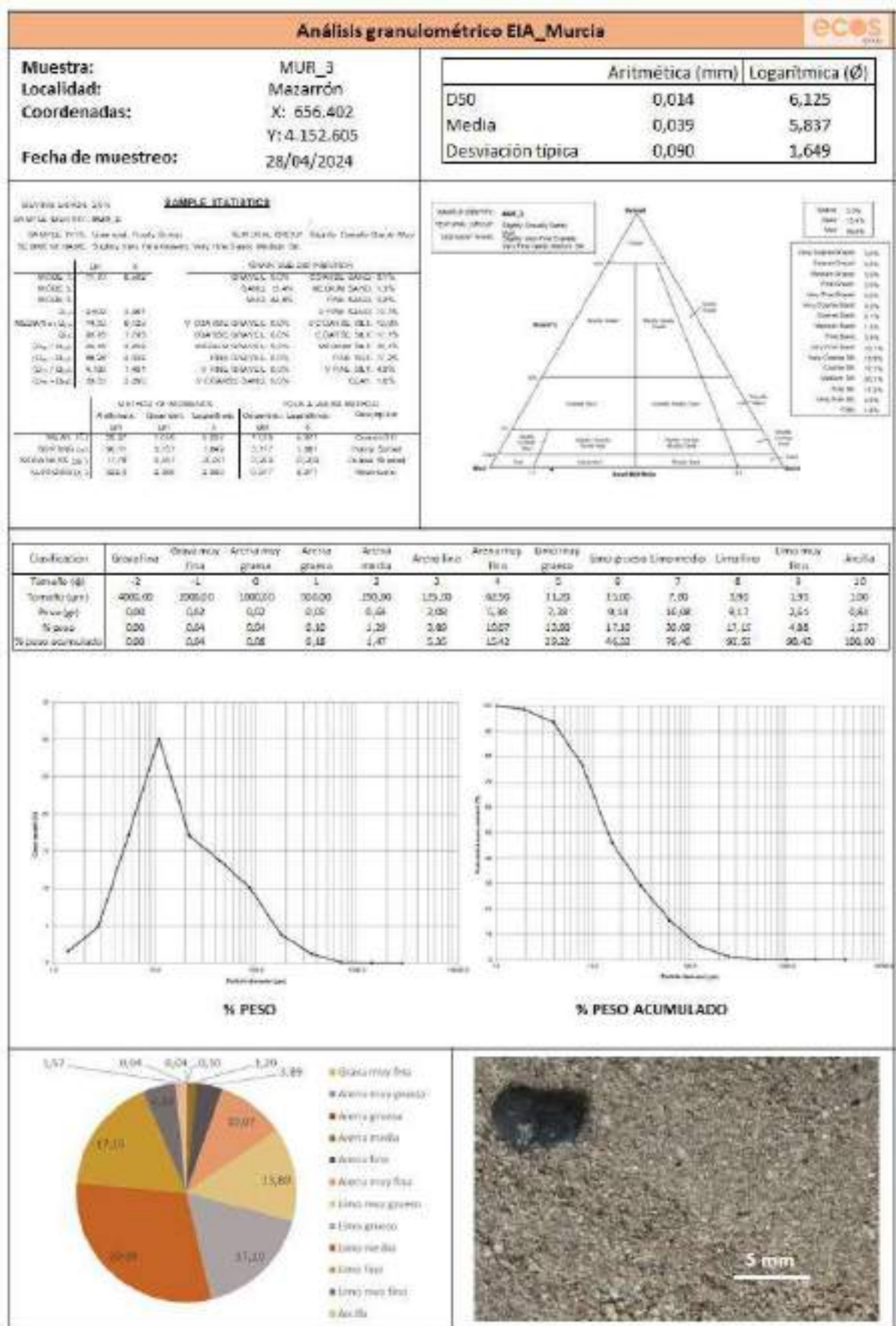


Figura 135. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-3 (sedimentos)

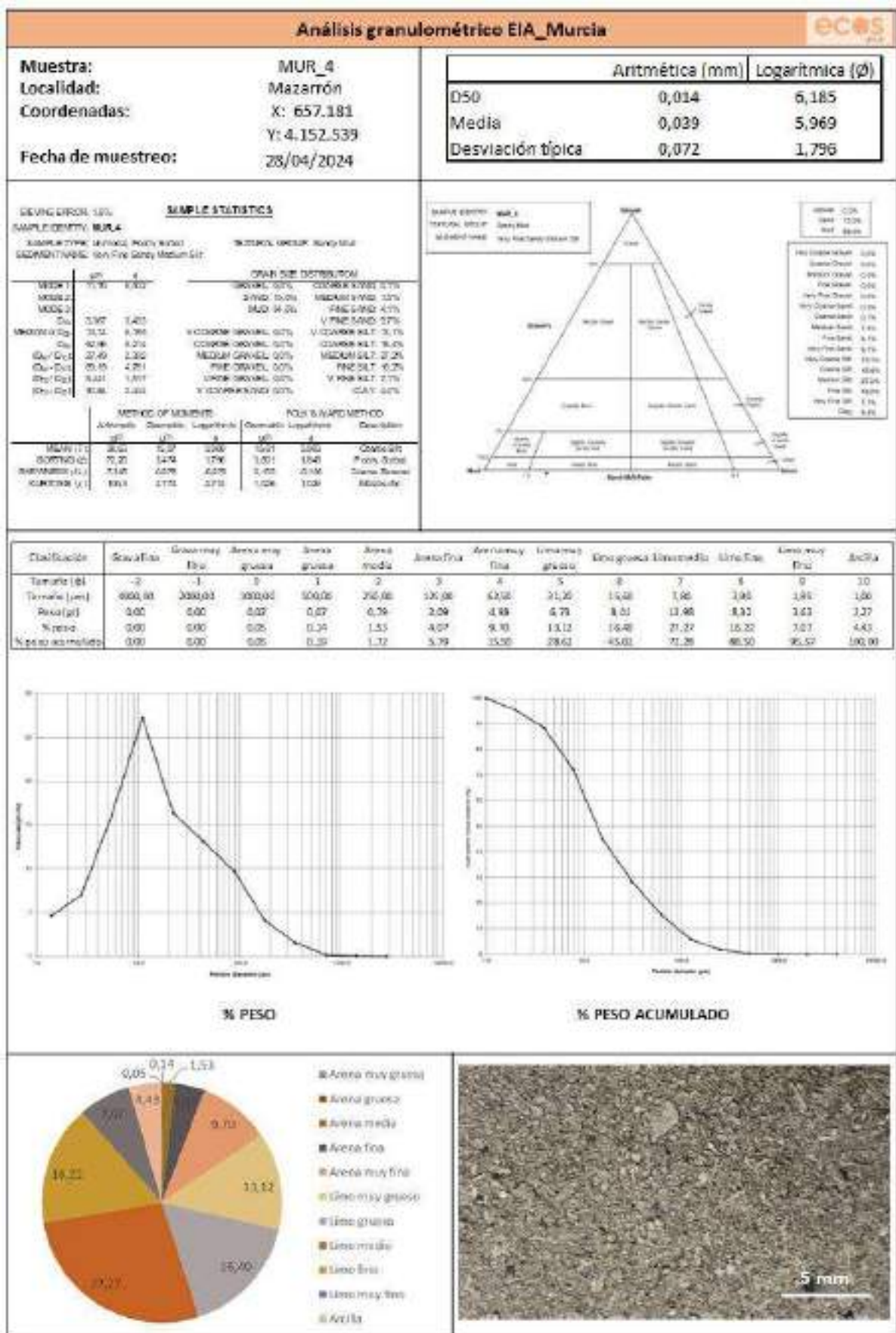


Figura 136. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-4 (sedimentos)

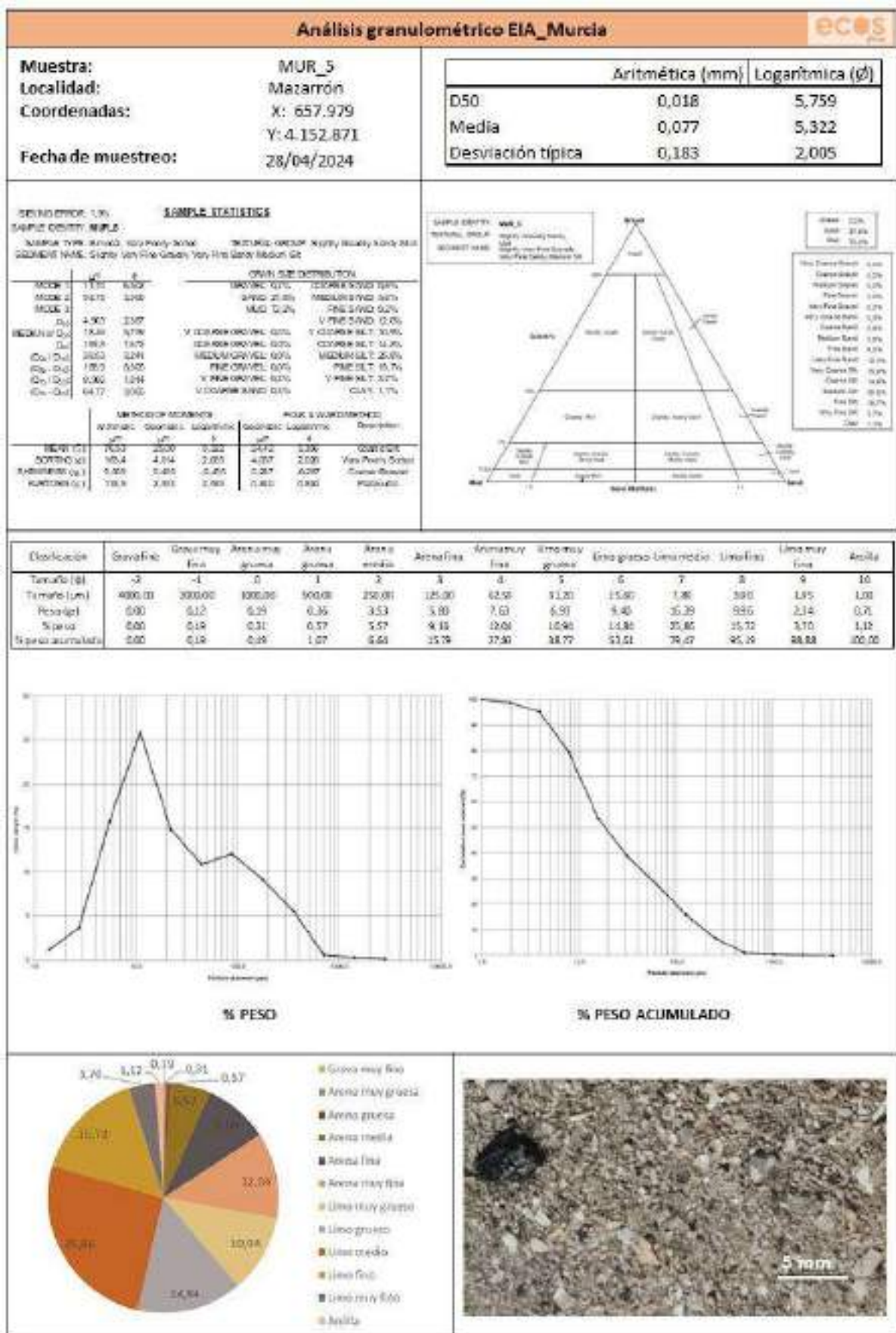


Figura 137. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-5 (sedimentos)

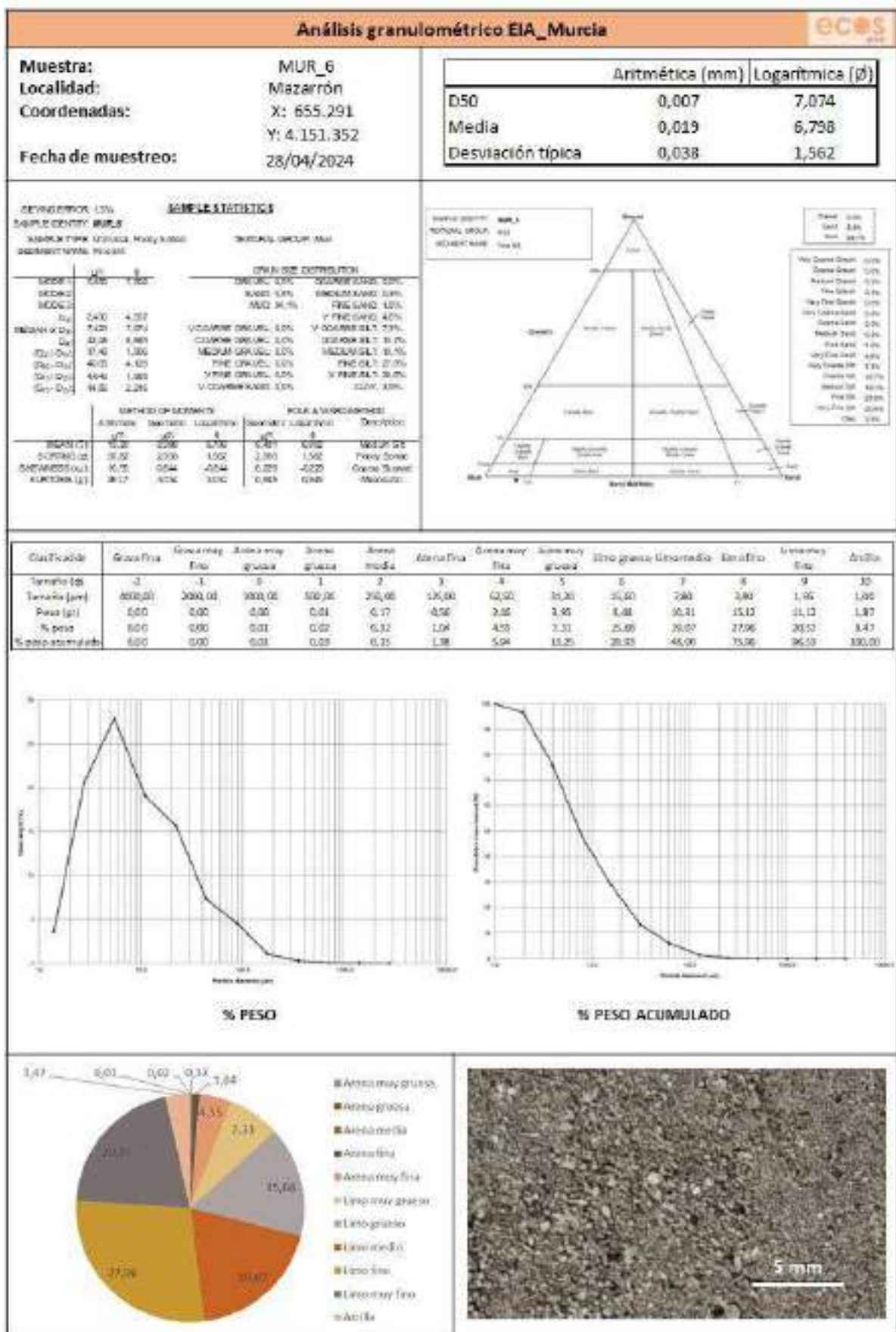


Figura 138. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-6 (sedimentos)

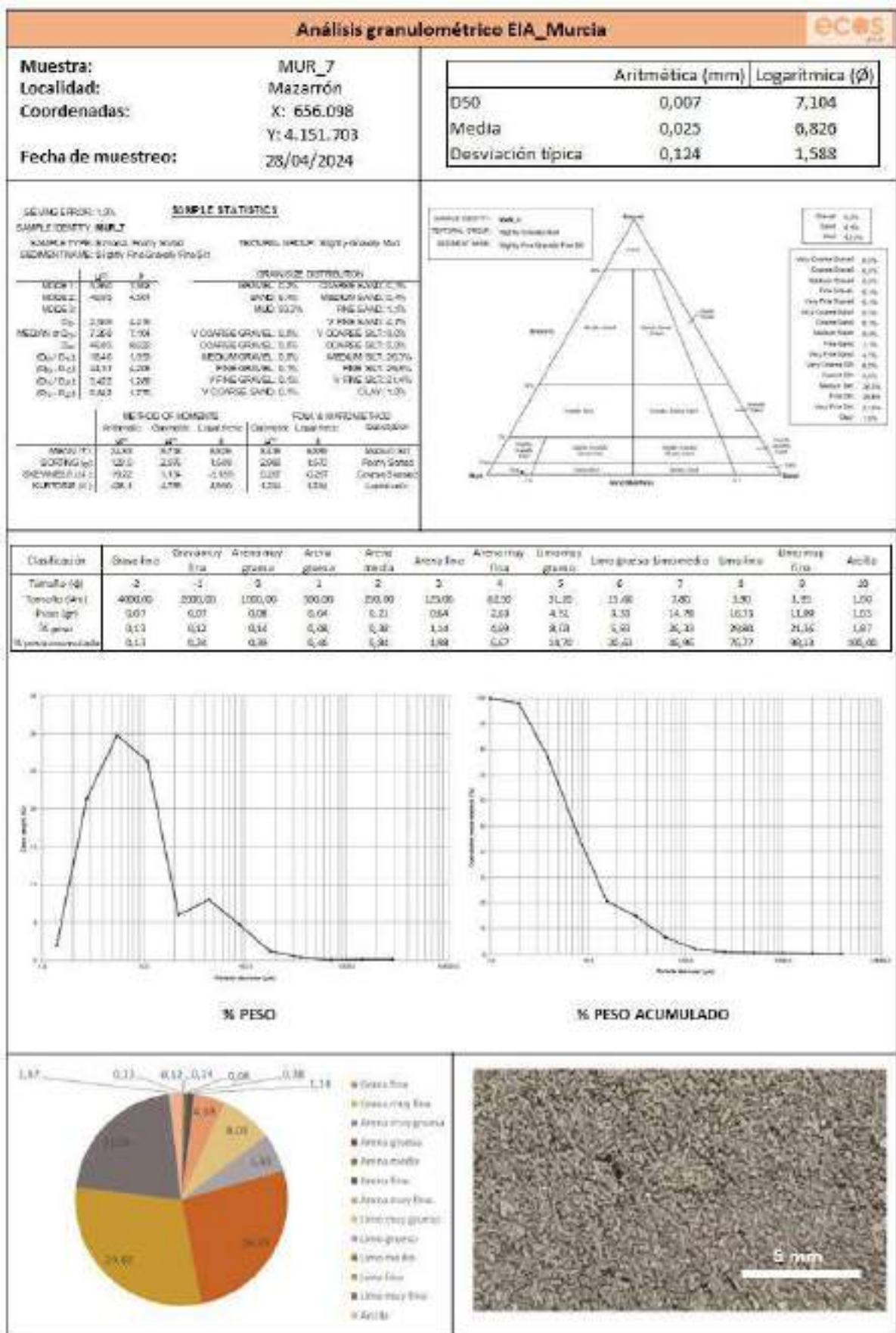


Figura 139. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-7 (sedimentos)

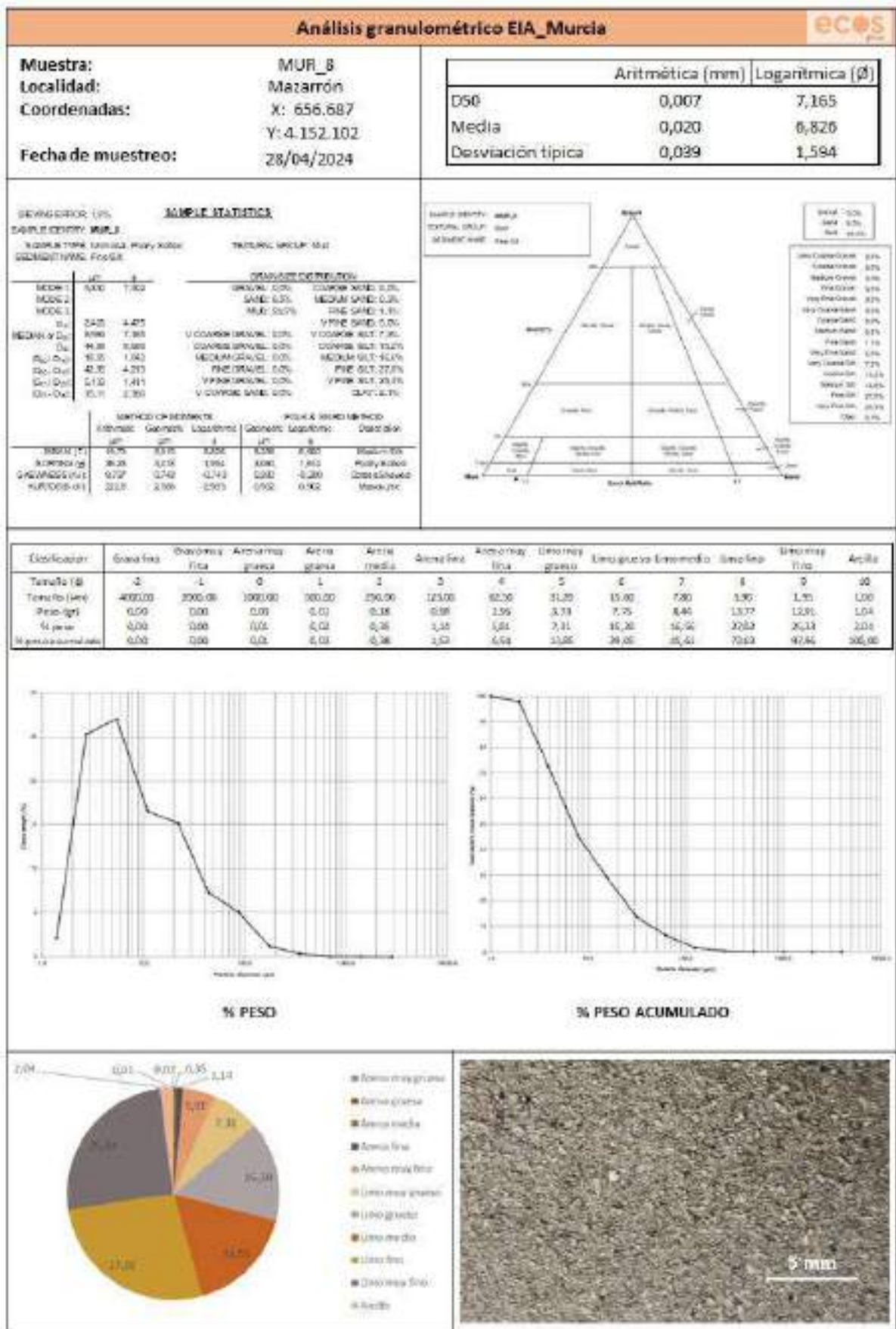


Figura 140. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-8 (sedimentos)

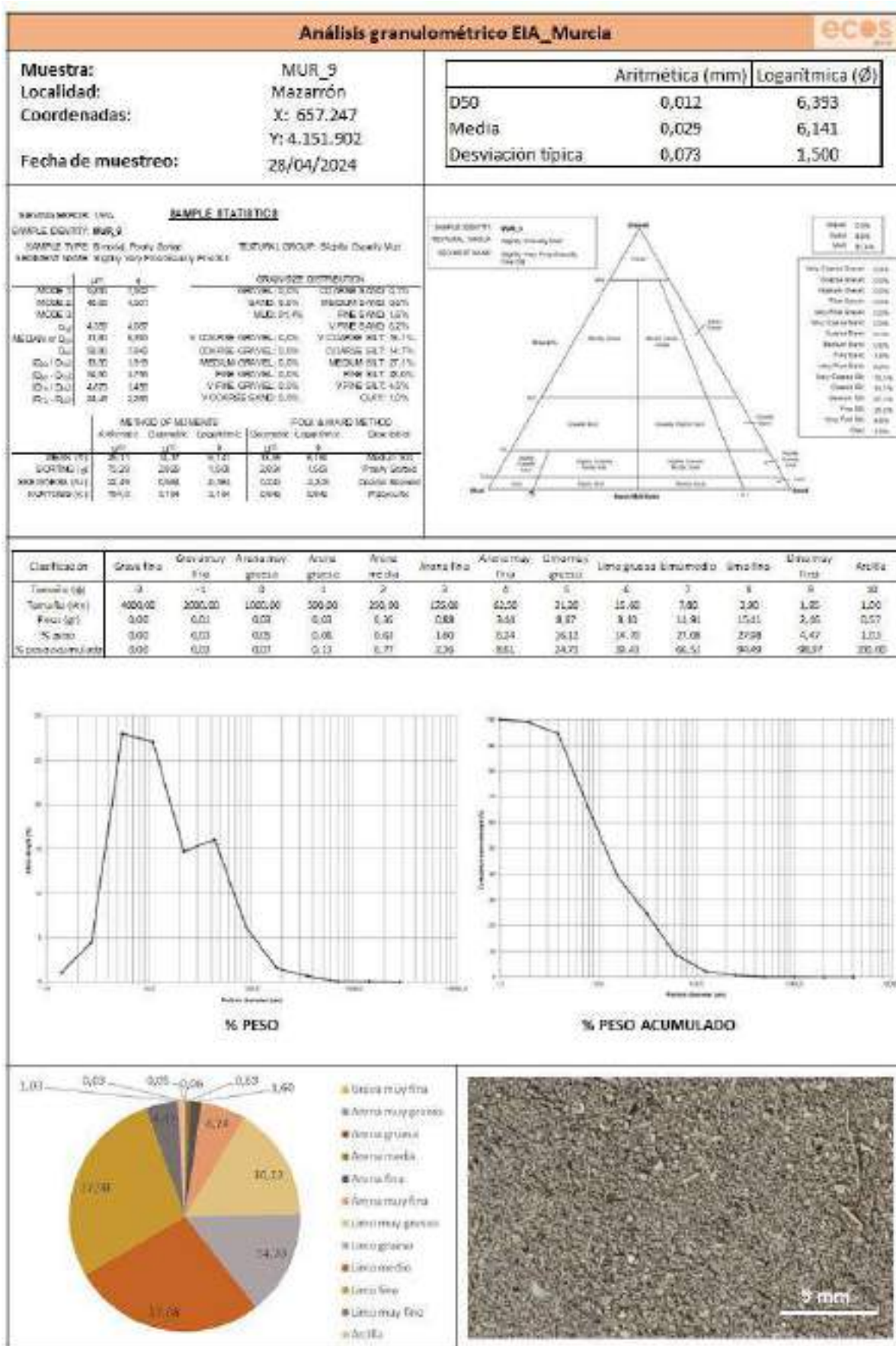


Figura 141. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-9 (sedimentos)



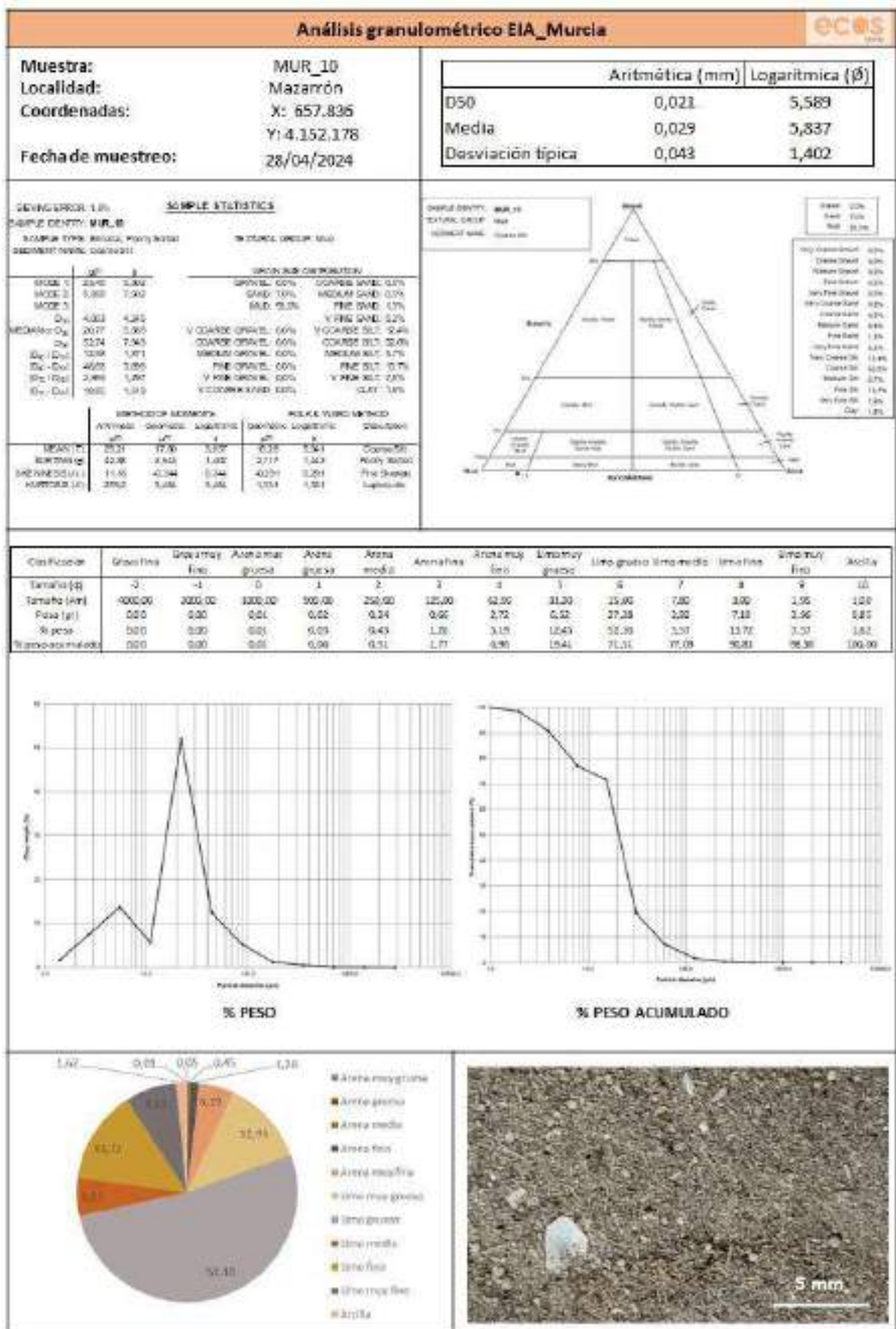


Figura 142. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-10 (sedimentos)

De los resultados obtenidos de los análisis de distribución granulométrica de cada una de las muestras podemos destacar:

- **MUR-1:** Se trata de una muestra bimodal pobremente seleccionada y compuesta en un 84,6% por finos, un 15,3% por arenas y un 0,1% de gravas. Se encuadra en el grupo textural de los finos arenosos ligeramente gravosos. En cuanto a la composición, más de la mitad de la muestra está formada por limos de tamaño medio (52%), seguido de estos destacan los limos gruesos (19,2%) y arena muy fina (10,2%). El tamaño medio de grano es de 0,036 mm (5,774 Ø) y la mediana es de 0,014 mm (6,205 Ø). Sigue una distribución leptocúrtica con asimetría hacia los granos muy gruesos.
- **MUR-2:** Muestra bimodal de selección pobre con un 87% de finos y 13% de arenas. Se incluye en el grupo textural de los finos arenosos ligeramente gravosos y está compuesta mayoritariamente por limos, de tamaño medio (36,75), fino (20,8%) y grueso (19,7%). La media de tamaño de grano es de 0,033 mm (5,976 Ø) y la mediana es de 0,013 mm (6,278 Ø). Presenta una distribución leptocúrtica con cierta asimetría hacia granos gruesos.
- **MUR-3:** La muestra es unimodal y presenta una selección de grano pobre. Está compuesta por finos (84,6%) y arenas (15,4%) y se encuadra dentro del grupo textural de los finos arenosos ligeramente gravosos. Destaca la presencia de limos de tamaño medio (30,1%), fino (17,2%) y grueso (17,1%). El tamaño medio de grano es 0,039 mm (5,837 Ø) y la mediana es de 0,014 mm (6,125 Ø). Sigue una distribución mesocúrtica con asimetría hacia granos gruesos.
- **MUR-4:** Muestra unimodal de selección pobre, formada por finos en un 84,5% y arenas en un 15,5% por lo que se encuadra en el grupo textural de los finos arenosos. Predominan los limos de tamaño medio (27,2%), grueso (16,4%) y fino (16,2%). El grano presenta un tamaño medio de 0,039 mm (5,969 Ø) y la mediana es de 0,014 (6,185 Ø). En cuanto a la distribución, es de tipo mesocúrtica y asimétrica hacia granos gruesos.
- **MUR-5:** Se trata de una muestra bimodal de selección muy pobre. Se incluye en el grupo textural de los finos arenosos ligeramente gravosos, constituida por finos (72,2%), arenas (27,6%) y gravas (0,2%). Destacan los limos de tamaño medio (25,8%), fino (15,7%) y grueso (14,8%). El tamaño medio de grano es de 0,077 mm (5,322 Ø) y la mediana es de 0,018 mm (5,759 Ø). Sigue una distribución platicúrtica con asimetría hacia granos gruesos.
- **MUR-6:** Muestra unimodal de selección pobre. Está constituida en su mayor parte por finos (94,1%) y un 5,9% de arenas, por lo que se encuadra en el grupo textural de los finos. Destacan los limos de grano fino (27,9%), muy fino (20,6%) y medio (19,1%). En cuanto a los valores medios, el tamaño de grano muestra 0,019 mm (6,798 Ø) de media y una mediana de 0,007 mm (7,074 Ø). Presenta una distribución mesocúrtica con asimetría hacia granos gruesos.
- **MUR-7:** Es una muestra bimodal pobremente seleccionada. Presenta un 93,3% de finos, 6,4% de arenas y un 0,2% de gravas. Se encuadra en el grupo textural de los finos ligeramente gravosos. Predominan los limos finos (29,8%), medios (26,3%) y muy finos (21,4%) con un tamaño medio de grano de 0,025 mm (6,826 Ø) y una mediana de 0,007 mm (7,104 Ø). La distribución es de tipo leptocúrtica y presenta asimetría hacia granos gruesos.

- **MUR-8:** Se trata de una muestra unimodal de selección pobre e integrada en el grupo textural de los finos, dado que está compuesta por finos (93,5%) y arenas (6,5%). Sobresalen los limos de tamaño fino (27%), muy fino (25,3%) y medio (16,6%). El tamaño medio de grano es de 0,020 mm (6,826 Ø) y la mediana es de 0,007 (7,165 Ø). Sigue una distribución mesocúrtica con asimetría hacia granos gruesos.
- **MUR-9:** Muestra bimodal, pobremente seleccionada. Está constituida por finos (91,4%) y arenas (8,6%) y se encuadra en el grupo textural de los finos ligeramente gravosos. Destacan los limos finos (28%), limos medios (27,1%) y limos muy gruesos (16,1%). El grano presenta un tamaño medio de 0,029 mm (6,141 Ø) y la mediana es de 0,012 mm (6,393 Ø). En cuanto a la distribución, es de tipo platicúrtica y asimétrica hacia granos gruesos.
- **MUR-10:** La muestra es bimodal y de selección pobre. Está compuesta en su mayoría por finos (93%) y un menor porcentaje de arenas (7%), por lo que se incluye en el grupo textural de los finos. Más de la mitad de la muestra corresponde con limos gruesos (52%), seguido de estos, destacan los limos finos (13,7%) y muy gruesos (12,4%). El tamaño medio de grano es de 0,029 mm (5,837 Ø) y la mediana es de 0,021 mm (5,589 Ø). Sigue una distribución leptocúrtica y asimétrica hacia granos finos.

De forma general, destaca la presencia de finos, mayoritariamente limos, cubriendo estos un porcentaje mayor al 80% en las muestras 1, 2, 3, 4 y 5 y mayor al 90% en las muestras 6, 7, 8, 9 y 10. La muestra correspondiente al punto 5 presenta un porcentaje algo menor de finos (72,2%) y las arenas adquieren cierta representación (27,6%).

Por otra parte, es importante resaltar que la media del tamaño del grano no es representativa en las muestras 1, 2, 5, 7, 9 y 10, ya que se trata de muestras con distribución bimodal.

#### Materia orgánica:

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para la materia orgánica en cada una de las muestras de sedimentos:

Tabla 35. Resultados análisis de materia orgánica (%) en las distintas estaciones de muestreo

PUNTO DE MUESTREO	MATERIA ORGÁNICA (%)
MUR_1	7,62
MUR_2	<b>8,93</b>
MUR_3	6,88
MUR_4	<b>6,07</b>
MUR_5	6,50
MUR_6	7,29
MUR_7	8,00
MUR_8	8,36
MUR_9	7,05
MUR_10	7,34

Dato máximo; Dato mínimo

La representación gráfica de los resultados muestra un valor medio para la zona de 7,40 %, presentando un valor máximo en la muestra MUR-2 con 8,93 % y el más bajo en el MUR-4 (6,07 %).



Figura 143. Materia orgánica (%) en muestras de sedimento (Dato máximo; Dato mínimo)

**Potencial Redox**

Los valores medios obtenidos del potencial redox en sedimento para cada estación se muestran en la siguiente tabla y figura:

Tabla 36. Resultados de Potencial Redox (mV) en las distintas estaciones de muestreo

Potencial REDOX de las muestras de sedimento en las distintas estaciones de muestreo			
Puntos muestreo	Denominación	REDOX	Profundidad (m)
1	MUR-1-sed	-117	187
2	MUR-2-sed	-137	173
3	MUR-3-sed	-115	166
4	MUR-4-sed	-132	170
5	MUR-5-sed	-123	166
6	MUR-6-sed	-125	203
7	MUR-7-sed	-148	192
8	MUR-8-sed	-154	182
9	MUR-9-sed	-125	189
10	MUR-10-sed	-129	184

Dato máximo; Dato mínimo



Figura 144. Valores de potencial redox (mV), muestras de sedimento (Dato máximo; Dato mínimo)

La representación gráfica de los resultados muestra un valor medio en la zona de -130,5 mV (desviación típica 12,67), presentando un valor máximo de -115 mV en la estación MUR-3-sed, y un valor mínimo de -154 mV en la estación ALM-8-sed.

**pH:** Los resultados de la medida del pH en las 10 muestras de sedimentos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 37. Resultado de pH (U. de pH) en las distintas estaciones de muestreo

pH de las muestras de sedimento en las distintas estaciones de muestreo			
Puntos muestreo	Denominación	ph (U. de pH)	Profundidad (m)
1	MUR-1-sed	7,06	187
2	MUR-2-sed	7,57	173
3	MUR-3-sed	7,80	166
4	MUR-4-sed	7,69	170
5	MUR-5-sed	7,76	166
6	MUR-6-sed	7,75	203
7	MUR-7-sed	8,0	192
8	MUR-8-sed	7,92	182
9	MUR-9-sed	7,75	189
10	MUR-10-sed	7,60	184

Dato máximo; Dato mínimo

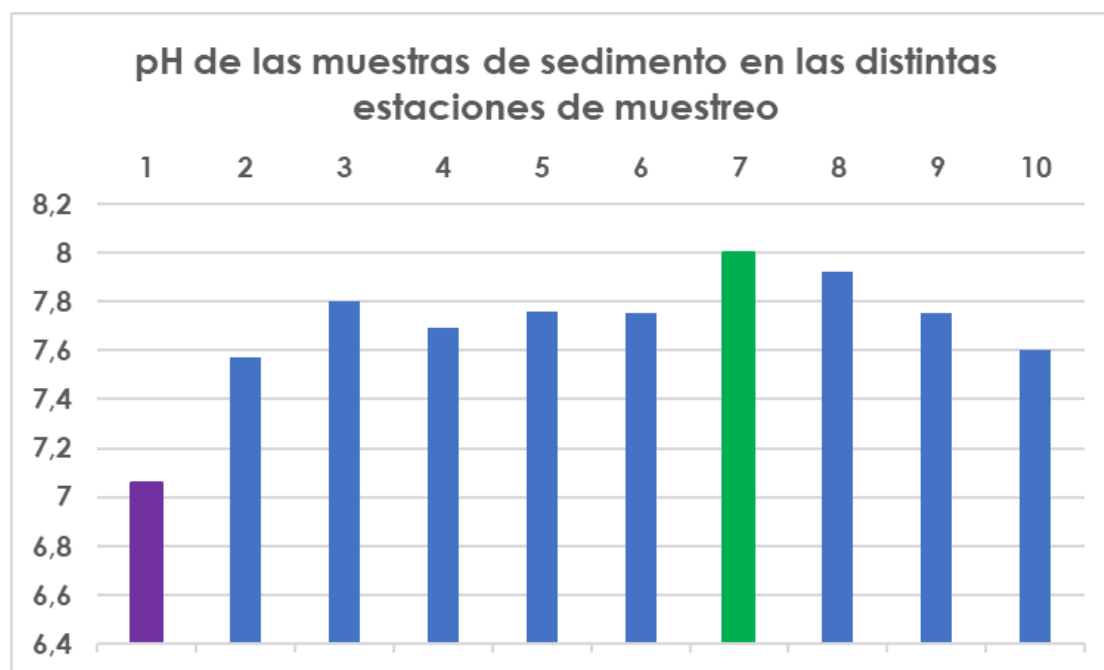


Figura 145. Valores de pH (U. de pH) en las muestras de sedimento (Dato máximo; Dato mínimo)

Los valores de pH en los diez puntos variaron entre 7,06 U. de pH de mínimo en la estación MUR-1-sed y 8,0 U. de pH de máximo en la estación MUR-7-sed, siendo la media de 7,69 U. de pH (desviación típica 0,26). En conclusión, no existen diferencias significativas para el pH entre los distintos puntos.

**Infauna:**

La composición y estructura de las poblaciones de infauna están fuertemente influenciadas por los cambios en la naturaleza fisicoquímica de los sedimentos. La estructura de las comunidades ha sido extensamente usada en programas de monitorización para detectar cualquier tipo de contaminación, principalmente la causada por un input de materia orgánica. Los cambios más comunes son la alteración en la densidad, tamaño, frecuencia o comportamiento de algunos miembros de la comunidad.

Durante la campaña de campo de abril/mayo de 2024, los resultados muestran un censo de 28 individuos en total divididos en tres "Filos" (grupos de infauna):

- Annelida: 25 individuos
- Mollusca: 1 individuos
- Nematoda: 2 individuos

Del total de individuos, dominan en porcentaje de abundancia el filo Annelida con un 89,29 %, seguido del filo Mollusca 3,57 % y por último el filo Nematoda 7,14 %.

Tabla 38. Número de individuos por grupo de infauna

Grupos identificados	Annelida	Mollusca	Nematoda
Número de individuos	25	1	2
%	89,29	3,57	7,14
<b>Número total de individuos</b>	<b>28</b>		

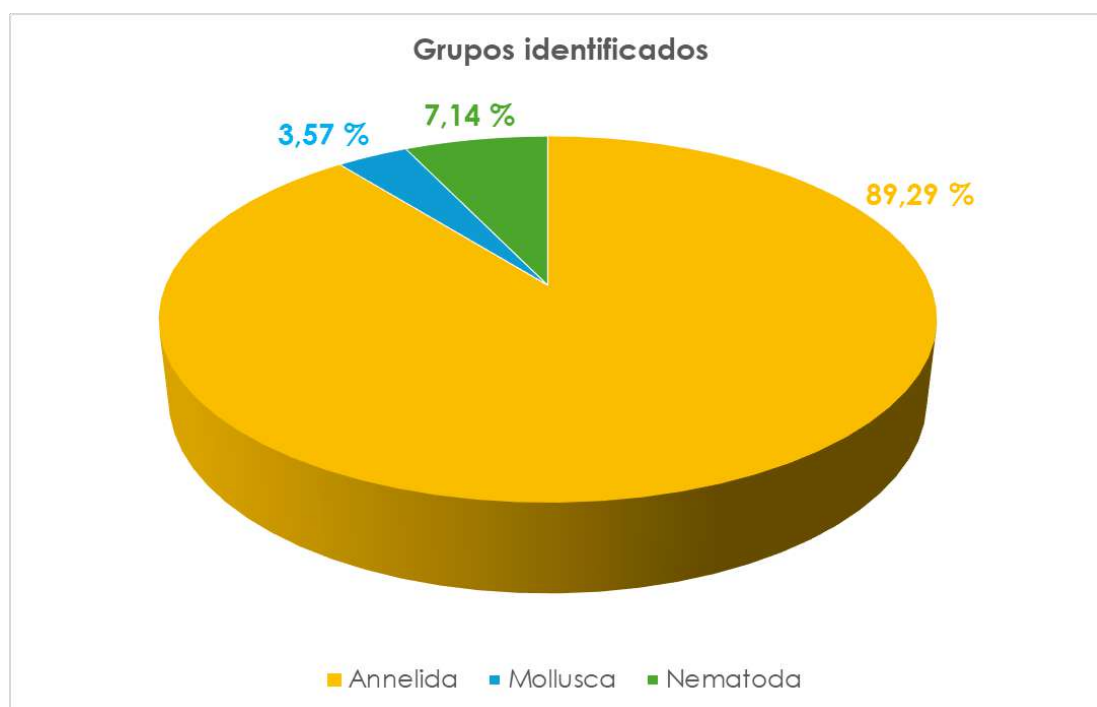


Figura 146. Abundancia de los grupos de Infauna

La abundancia por zona de estudio se muestra en la siguiente figura. El grupo de los anélidos predomina en todas las estaciones de muestreo. Los nemátodos están presentes solo en la estación de muestreo MUR-5-sed (1 ejemplar) al igual que el grupo

de los moluscos que solo está presente en la misma estación (1 ejemplar). Es importante señalar la ausencia de individuos en las estaciones de muestreo MUR-6-sed y MUR-8-sed.

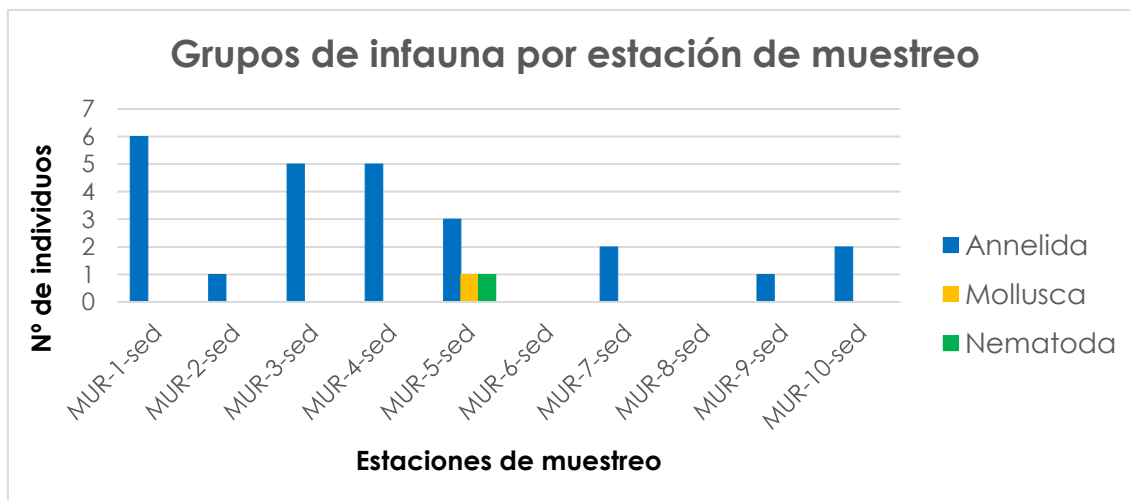


Figura 147. Abundancia de grupos de infauna en los diferentes puntos de muestreo

En cuanto a las especies más abundantes por grupo, el anélido *Prionospio cf multicristata* (6 ejemplares) fue la especie predominante del grupo, la especie *Enoplus meridionalis* (1 ejemplar) fue la única en los nemátodos y la única especie de molusco que aparece fue *Dosinia sp* (1 ejemplar).

En la siguiente tabla se muestra la relación de especies por estación de muestreo:

Tabla 39. Especies de infauna encontradas por estación de muestreo

Filo	Clase	Infraclass	Orden	Familia	Taxón	Muestra Murcia									
						Mur-1	Mur-2	Mur-3	Mur-4	Mur-5	Mur-6	Mur-7	Mur-8	Mur-9	Mur-10
Annelida															
	-		Sipuncula	Phascolosomatidae	*									1	
	Polychaeta	-	Spionida	Spionidae	<i>Prionospio cf multiristata</i>	2		4							
	Polychaeta	-	Spionida	Spionidae	<i>Prionospio cf tatura</i>	1									
	Polychaeta	-	Spionida	Spionidae	<i>Prionospio sp</i>			1	3	1					
	Polychaeta	-	Eunicida	Eunicidae	<i>Lysidice sp</i>	1									
	Polychaeta	-	Eunicida	Oeonidae	<i>Arabella sp</i>				1						
	Polychaeta	-	Eunicida	Dorvilleidae	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	1									
	Polychaeta	-	Eunicida	Eunicidae	*		1								
	Polychaeta	Scolecida	-	Paraonidae	<i>Paradoneis idoiae</i>	1			1						
	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae	<i>Clymenella cf cincta</i>					2					
	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae	*										2
	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae	<i>Notomastus latericeus</i>							2			
Mollusca															
	<b>Bivalvia</b>		Venerida	Veneridae	<i>Dosinia sp</i>					1					
Nematoda															
	<b>Enoplea</b>		Enoplida	Enoplidae	<i>Enoplus meridionalis</i>			1		1					
<b>Número total de individuos</b>						<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Número total de taxa</b>						<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>



A continuación, se muestran los datos de diversidad obtenidos en cada zona de estudio y su representación gráfica.

Tabla 40. Datos de diversidad en los diferentes puntos de muestreo

Índices de Diversidad por estación de muestreo	Riqueza	Abundancia	Diversidad de Margalef	Equitatividad de Pielou	Diversidad de Shannon	Índice de Simpson
	S	N	d	J'	H'	1-Lambda
MUR-1-sed	5	6	2,232	0,9697	1,561	0,9333
MUR-2-sed	1	1	-	-	0	-
MUR-3-sed	3	6	1,116	0,7897	0,8676	0,6
MUR-4-sed	3	5	1,243	0,865	0,9503	0,7
MUR-5-sed	4	5	1,864	0,961	1,332	0,9
MUR-6-sed	0	0	-	-	0	-
MUR-7-sed	1	2	0	-	0	0
MUR-8-sed	0	0	-	-	0	-
MUR-9-sed	1	1	-	-	0	-
MUR-10-sed	1	2	0	-	0	0

Dato máximo; Dato mínimo

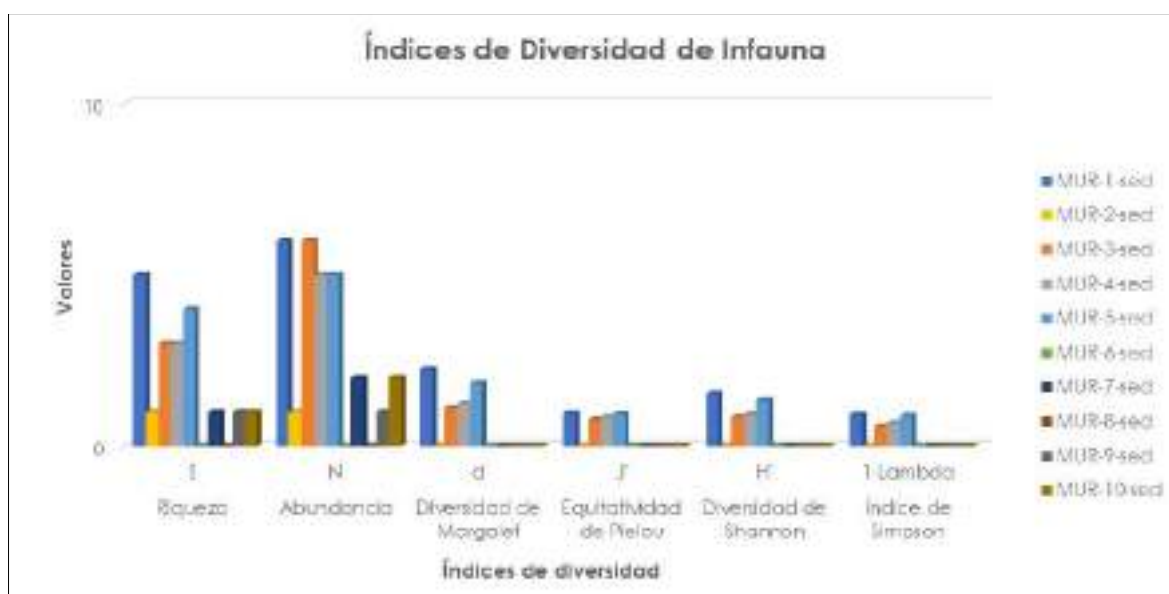


Figura 148. Índices de diversidad de Infauna por estación de muestreo

Riqueza específica (S): la estación MUR-1-sed es la que presenta mayor riqueza específica (S) con un valor de 5 especies presentes, seguida de la estación MUR-5-sed (4 especies), las estaciones MUR-3-sed y MUR-4-sed (3 especies en cada una de ellas) y las estaciones MUR-2-sed, MUR-7-sed, MUR-9-sed y MUR-10-sed (1 solo especie por estación). Es importante señalar que en las estaciones MUR-6-sed y MUR-8-sed no se encontró ninguna especie.



Figura 149. Valores riqueza específica (S) por estación de muestreo (Dato máximo; Dato mínimo)

Abundancia de especies (N): fue más notable en las estaciones MUR-1-sed y MUR-3-sed con 6 individuos, seguidas de las estaciones MUR-4-sed y MUR-5-sed (5 ejemplares), MUR-7-sed y MUR-10-sed (2 ejemplares) y por último MUR-2-sed y MUR-9-sed (1 ejemplar). En las estaciones MUR-6-sed y MUR-8-sed no se encontró ninguna especie por lo tanto la abundancia fue 0.



Figura 150. Valores de Abundancia (N) por estación de muestreo (Dato máximo; Dato mínimo)

Diversidad de Margalef (d): que relaciona el número de especies por área estudiada en función del número de individuos existentes está directamente relacionada con la abundancia y la riqueza. Los valores más altos se obtuvieron, por este orden, en las estaciones MUR-1-sed (2,232), MUR-5-sed (1,864), MUR-4-sed (1,243), MUR-3-sed (1,116) y MUR-7-sed / MUR-10-sed (0,0). Para el resto de las estaciones el cálculo de este índice

no es posible debido a los valores de abundancia (N) y riqueza (S) se encuentran en el rango 0-1.



Figura 151. Valores diversidad de Margalef (d) por estación de muestreo (Dato máximo; Dato mínimo)

Diversidad de Shannon (H'): es uno de los índices más utilizados, contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza) y la cantidad relativa de individuos de esas especies (abundancia). Este índice presentó el valor más alto en la estación MUR-1-sed, con un valor de 1.561, seguido de las estaciones MUR-5-sed (1,332), MUR-4-sed (0,9503) y por último MUR-3-sed (0,8676). En el resto de las estaciones el valor fue 0.



Figura 152. Valores diversidad de Shannon (H') por estación de muestreo (Dato máximo; Dato mínimo)

Índice de Simpson (1-Lambda): nos da la probabilidad de que dos individuos cualesquiera, extraídos al azar de una comunidad, pertenezcan a diferentes especies. El valor más alto se alcanza en la estación de muestreo MUR-1-sed (0,9333), seguidas de las estaciones MUR-5-sed (0,90), MUR-4-sed (0,70), MUR-3-sed (0,60) y por último las estaciones MUR-7-sed / MUR-10-sed (0,0). Para el resto de las estaciones el cálculo de este índice no es posible debido a los valores de abundancia (N) y riqueza (S) se encuentran en el rango 0-1.

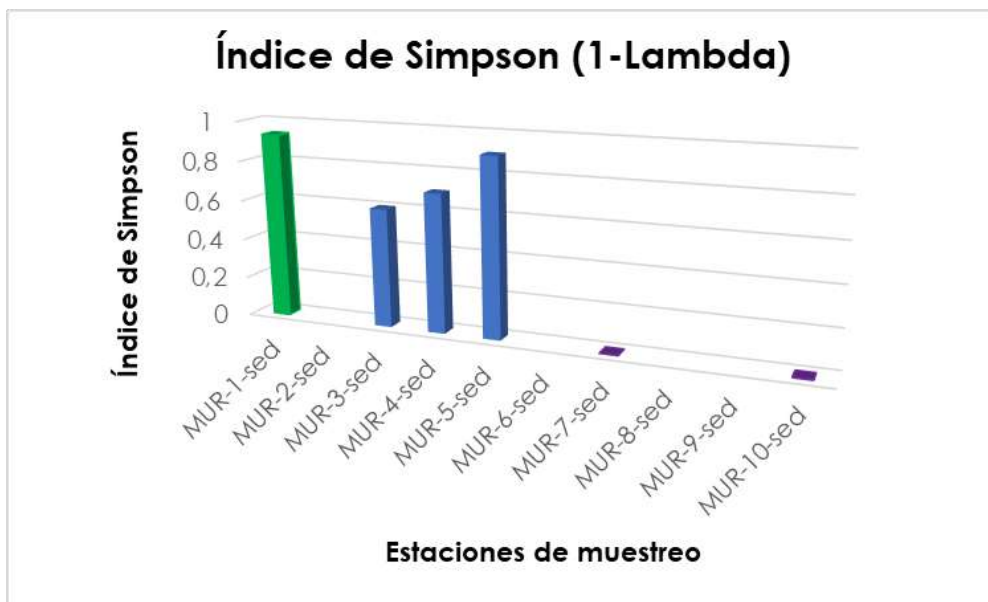


Figura 153. Valores Índice Simpson (1-Lambda) por estación de muestreo (Dato máximo; Dato mínimo)

Equitatividad de Pielou (J'): nos indica cómo se distribuyen las especies analizadas en la muestra, estando el rango de valores entre 0 y 1. Los valores cercanos a 1 representan una distribución homogénea de las especies y los cercanos a 0 indican poblaciones que pueden estar en desequilibrio. Los resultados muestran la estación de muestreo MUR-1-sed con el valor más alto 0,9697, seguidas de MUR-5-sed (0,961), MUR-4-sed (0,865) y MUR-3-sed (0,7897). En el resto de las estaciones no es posible el cálculo.

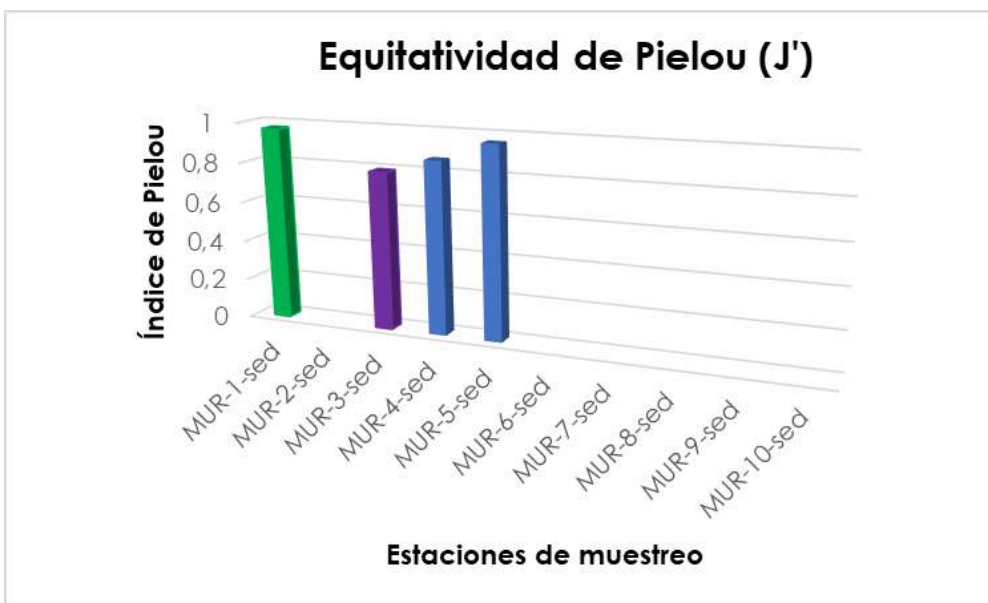


Figura 154. Valores Equitatividad de Pielou (J') por estación de muestreo (Dato máximo; Dato mínimo)

### Sulfuros totales libres

Durante la campaña se analizó la cantidad de sulfuros libres totales de las 10 estaciones objeto de estudio, obteniéndose los siguientes valores según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 41. Resultados de Sulfuros libres totales ( $\mu\text{M}$ ) en las distintas estaciones de muestreo

Sulfuros de las muestras de sedimento en las distintas estaciones de muestreo			
Puntos muestreo	Denominación	Sulfuros ( $\mu\text{M}$ )	Profundidad (m)
1	MUR-1-sed	0,0	187
2	MUR-2-sed	0,0	173
3	MUR-3-sed	0,0	166
4	MUR-4-sed	0,0	170
5	MUR-5-sed	0,0	166
6	MUR-6-sed	0,0	203
7	MUR-7-sed	0,0	192
8	MUR-8-sed	0,0	182
9	MUR-9-sed	0,0	189
10	MUR-10-sed	0,0	184

En cuanto a los límites establecidos por numerosos trabajos en los que se han estudiado los niveles de sulfuros en el entorno de instalaciones de cultivo, y su relación con las condiciones tóxicas, el metabolismo sedimentario, los flujos bentónicos y los poblamientos infaunales (Hargrave et al., 1993, 1997, 2008; Hargrave, 2010; entre los más destacados) establecen el valor de 3000 micromolar ( $\mu\text{M}$ ) como valor máximo aceptable.

Los análisis mostraron valores medios de 0,00  $\mu\text{M}$  en todos los puntos como cabría esperar en una zona de aguas abiertas.

### **7.2.7 Estudio ecocartográfico**

El estudio se dividió en dos fases, una primera que consistió en dos campañas de campo en donde se recopilaban todos los datos necesarios para el desarrollo de una segunda tarea (de gabinete) en la que se realizaron los análisis de las imágenes captadas.

#### **7.2.7.1 Metodología**

- Trabajo de campo (Primera fase)

El objetivo principal del trabajo de campo para el estudio de las comunidades submareales fue el de visualizar el espacio del fondo marino en la zona de estudio.

Dado que toda la zona presenta características muy parecidas se hicieron grabaciones submarinas para obtener información relativa en las áreas donde irían ubicadas las jaulas. La toma de imágenes se realizó con un ROV (modelo SIBIU PRO) con capacidad de geoposicionar su ubicación. El ROV está conectada a través de un cable por el que se envía la señal a un ordenador portátil donde se graban las imágenes en un video con el formato correspondiente. Las especificaciones técnicas se muestran en la siguiente figura:

## SIBIU PRO

It includes: 150 m Cable with Quick Connector, 1 Coil Pick-Up Cable, 2 Batteries, 1 Charger, 1 Transport Case, 1 Drone Pilot Course with Nido Robotics

An underwater drone with which you can develop research, inspection and maintenance of submerged systems in the most safe and efficient way you have ever imagined.

Its 1080p camera, specifically optimized for the underwater environment, along with its four 1500 lumens lights will allow you to obtain a clear image in low-light environments.

It incorporates eight propellants, which gives it smoothness and stability in navigation. In addition, the latest generation engineering with which it has been built and its technological innovation allow it to reach depths of up to 300m.

[FIND OUT MORE](#)



### Main characteristics

 Weight: 16 kg	 Camera: 1080p
 Maximum depth: 300 m	 Battery: 2h (with average use of motors)
 Light: 4 X 1500 lumens (regulation control)	 Maximum speed: 3 knot

Figura 155. Especificaciones del ROV (modelo SIBIU PRO)

La situación de los puntos elegidos para las grabaciones se muestra a continuación en la siguiente tabla e imagen:

Tabla 42. Coordenadas de los puntos elegidos para las grabaciones

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo, Sedimentos (Huso 30S)				
Puntos muestreo	Denominación	Coordenada X (N)	Coordenada Y (E)	Profundidad (m)
1	MUR_VID1	655852	4151991	184
2	MUR_VID2	656673	4152136	180
3	MUR_VID3	657366	4152210	181



Figura 156. Ubicación de los puntos seleccionados para las grabaciones en relación con la posición estimada de las jaulas

- Trabajo de gabinete (Segunda fase)

Una vez en la oficina se analizaron los videos obtenidos con el ROV y se realizó una búsqueda bibliográfica para completar la información obtenida en campo. La información de los hábitats y las especies se ha obtenido del "Sistema de Información sobre el Medio Marino" (infoMAR, CEDEX, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico) y la "Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto (ANEXO II PLAN DE GESTIÓN ZEC ES6200048 – VALLES SUBMARINOS DEL ESCARPE DE MAZARRÓN)".

### 7.2.7.2 Resultados

La información preliminar presente<sup>46</sup>, indica que el fondo se compone predominantemente de "sedimentos finos- fango (limos-arcillas)", sin vegetación, tal y como se muestra en la siguiente figura:

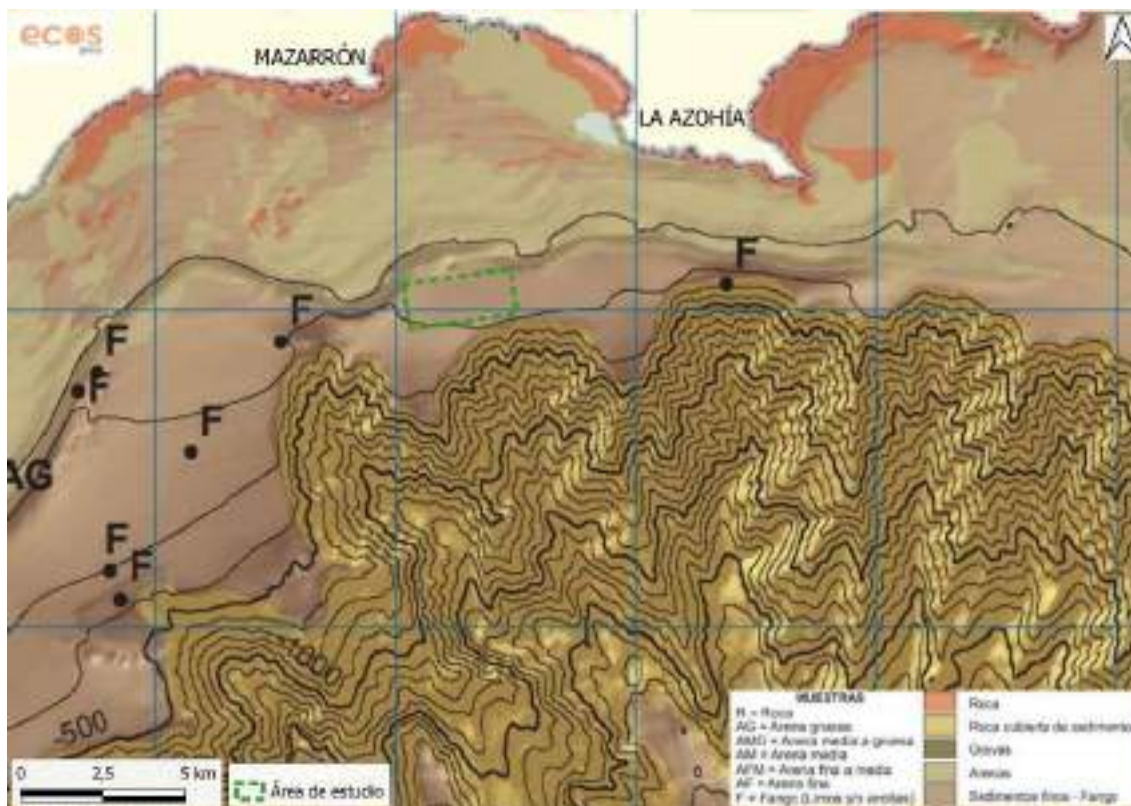


Figura 157. Naturaleza del fondo en la zona prevista para la instalación acuícola

En las grabaciones obtenidas se observa que el área de estudio estaría formada por sustratos sedimentarios no consolidados de tipo fangoso.

#### **Punto 1 (MUR-1-grab; coordenadas 655852 / 4151991): inicio del transecto-1**

Se trata del primer punto donde se realiza la grabación. Una vez el ROV se introduce en el mar en las coordenadas indicadas anteriormente, se realiza un pequeño transecto al azar. La información preliminar obtenida en el "Plan de Ecocartografías del litoral español (años 2008 y 2009)" y las "Cartas de margen continental (MAPAMA)" indica la presencia de:

- "sedimentos finos- fango (limos-arcillas)": Durante la realización de esta grabación se pudo comprobar la presencia de "fango sin vegetación" entre 50/75 metros alrededor del punto de partida.

<sup>46</sup> Fuente: En la caracterización del fondo marino de la zona de estudio, se ha consultado el estudio Ecocartográfico del litoral llevado a cabo en la Región de Murcia por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) en el marco del Plan de Ecocartografías del litoral español, durante los años 2008 y 2009. Dado que los datos suministrados por este estudio llegan hasta la isóbata - 40 metros, se han tenido en cuenta, a su vez, la información de las "Cartas de margen continental", en concreto, las referencias "GOLFO DE VERA - ESCARPE DE MAZARRÓN OESTE GV-05 (GV\_05\_tcm30-81316)" y "GOLFO DE VERA - CAÑÓN DE ÁGUILAS GV-1A (GV\_01A\_tcm30-81308)" del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA).



---

**Conclusión:** los fondos citados como "sedimentos finos- fango (limos-arcillas)" según la información preliminar obtenida en el "Plan de Ecocartografías del litoral español (años 2008 y 2009)" y las "Cartas de margen continental (MAPAMA)" coinciden con los resultados de campo obtenidos en esta zona del área de estudio.

A continuación, se muestran algunas imágenes:



Figura 158. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-1

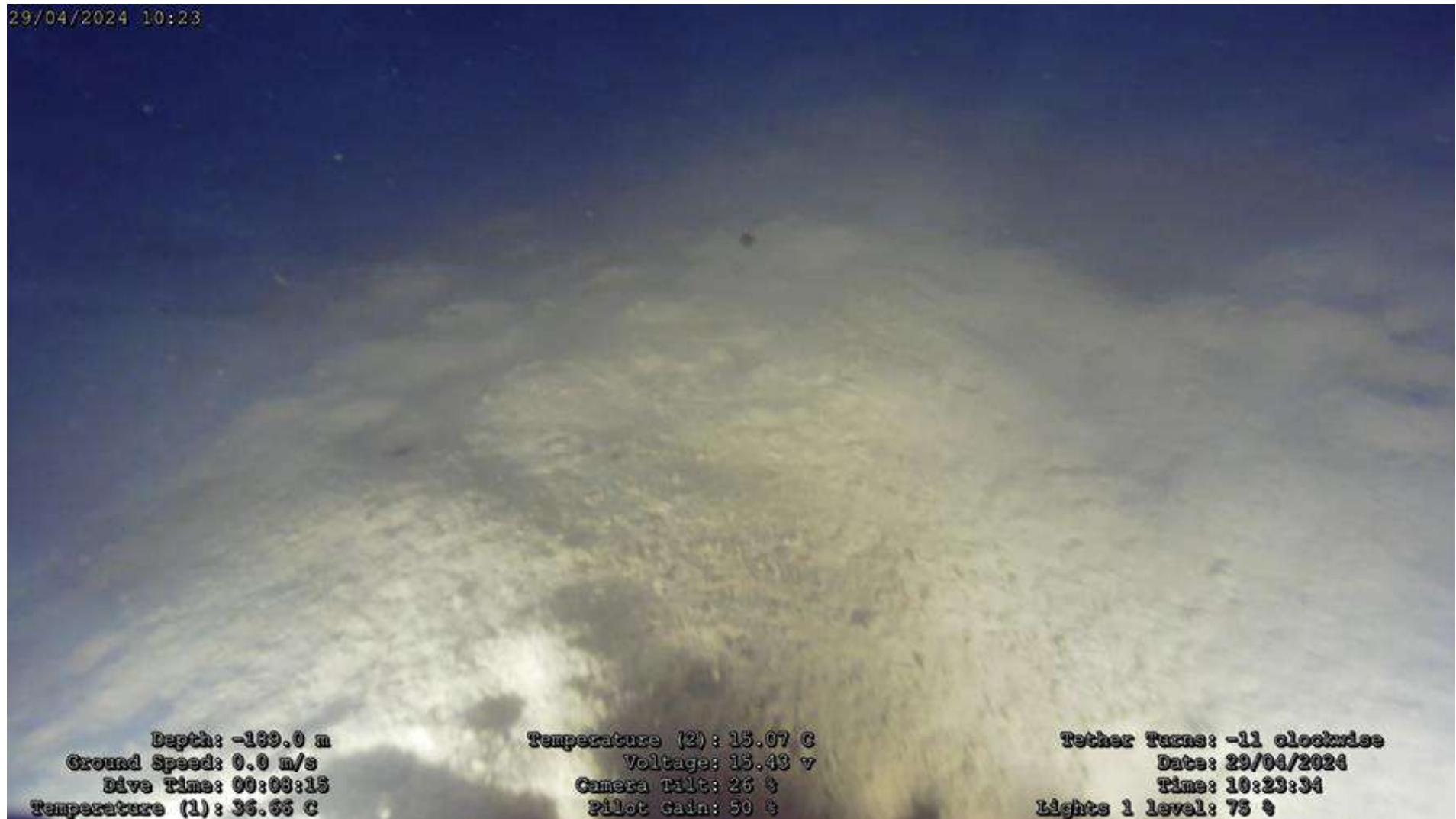


Figura 159. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-1

**Punto 2 (MUR-2-grab; coordenadas 656673 / 4152136): inicio del transecto-2**

Se trata del primer punto donde se realiza la grabación. Una vez el ROV se introduce en el mar en las coordenadas indicadas anteriormente, se realiza un pequeño transecto al azar. La información preliminar obtenida en el "Plan de Ecocartografías del litoral español (años 2008 y 2009)" y las "Cartas de margen continental (MAPAMA)" indica la presencia de:

- "sedimentos finos- fango (limos-arcillas)": Durante la realización de esta grabación se pudo comprobar la presencia de "fango sin vegetación" entre 50/75 metros alrededor del punto de partida.

**Conclusión:** los fondos citados como "sedimentos finos- fango (limos-arcillas)" según la información preliminar obtenida en el "Plan de Ecocartografías del litoral español (años 2008 y 2009)" y las "Cartas de margen continental (MAPAMA)" coinciden con los resultados de campo obtenidos en esta zona del área de estudio.

A continuación, se muestran algunas imágenes:



Figura 160. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-2

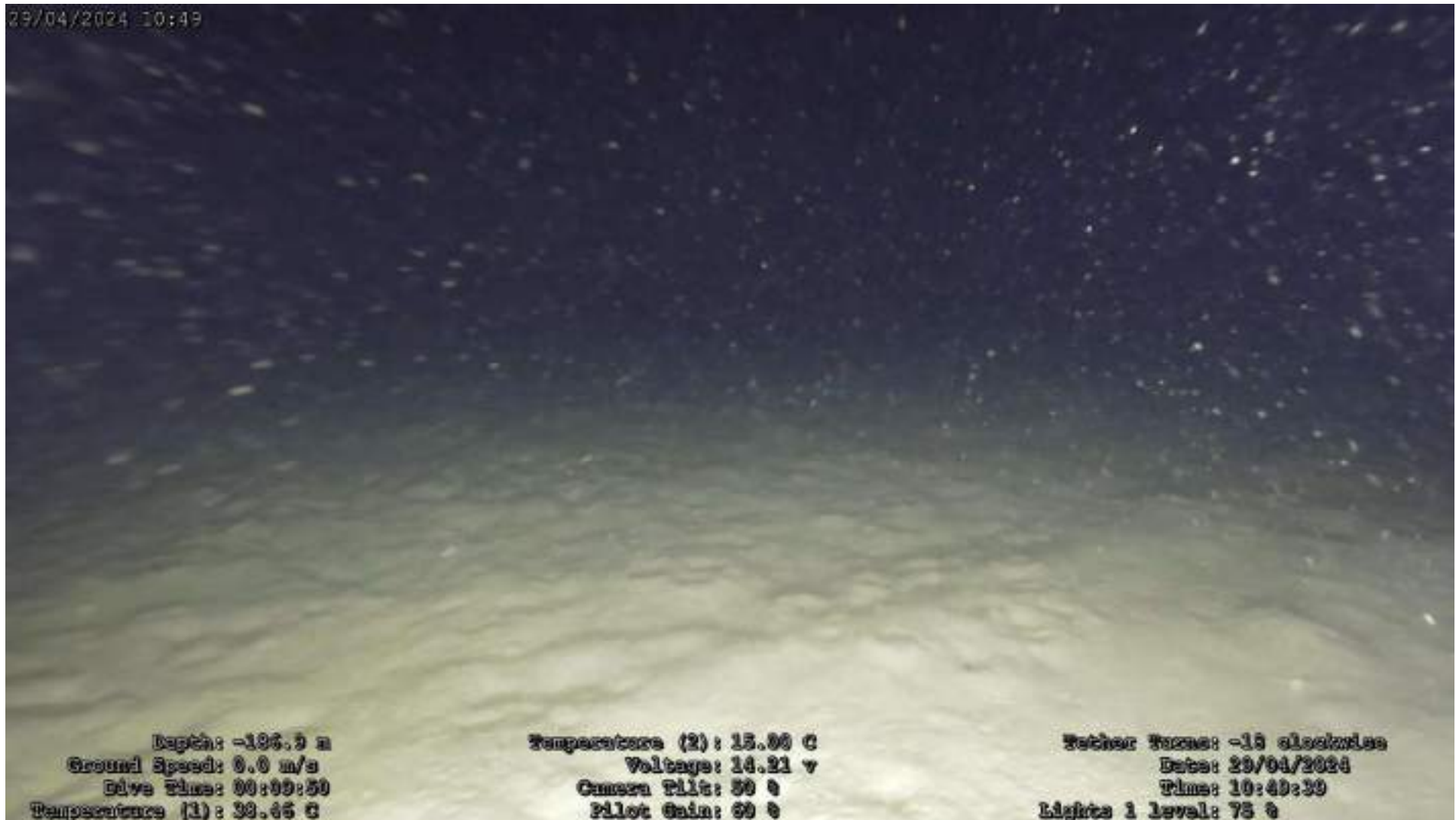


Figura 161. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-2

**Punto 3 (ALM-3-grab; coordenadas 657366 / 4152210): inicio del transecto-3**

Se trata del primer punto donde se realiza la grabación. Una vez el ROV se introduce en el mar en las coordenadas indicadas anteriormente, se realiza un pequeño transecto al azar. La información preliminar obtenida en el "Plan de Ecocartografías del litoral español (años 2008 y 2009)" y las "Cartas de margen continental (MAPAMA)" indica la presencia de:

- "sedimentos finos- fango (limos-arcillas)": Durante la realización de esta grabación se pudo comprobar la presencia de "fango sin vegetación" entre 50/75 metros alrededor del punto de partida.

**Conclusión:** los fondos citados como "sedimentos finos- fango (limos-arcillas)" según la información preliminar obtenida en el "Plan de Ecocartografías del litoral español (años 2008 y 2009)" y las "Cartas de margen continental (MAPAMA)" coinciden con los resultados de campo obtenidos en esta zona del área de estudio.

A continuación, se muestran algunas imágenes:

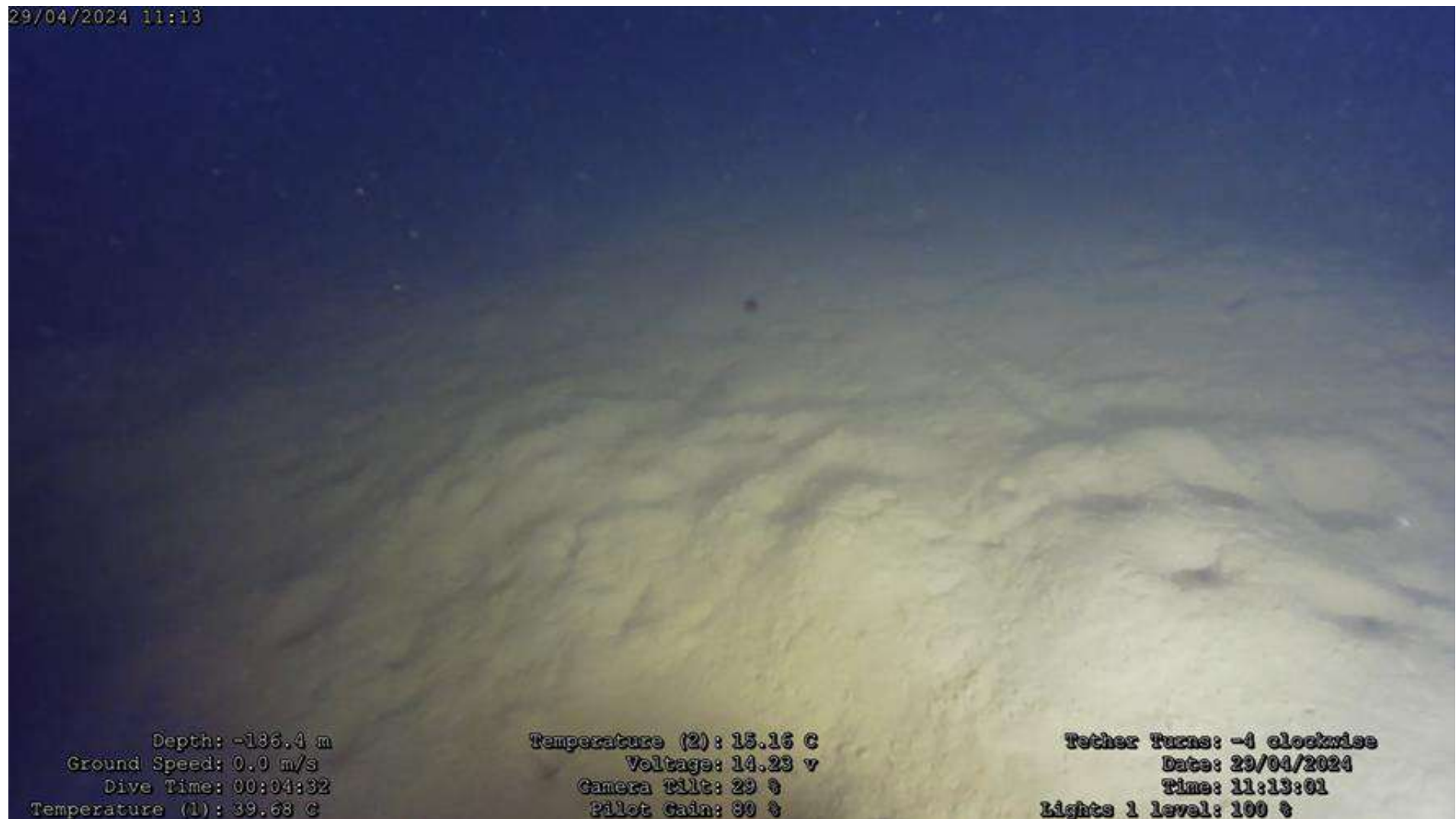


Figura 162. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-3



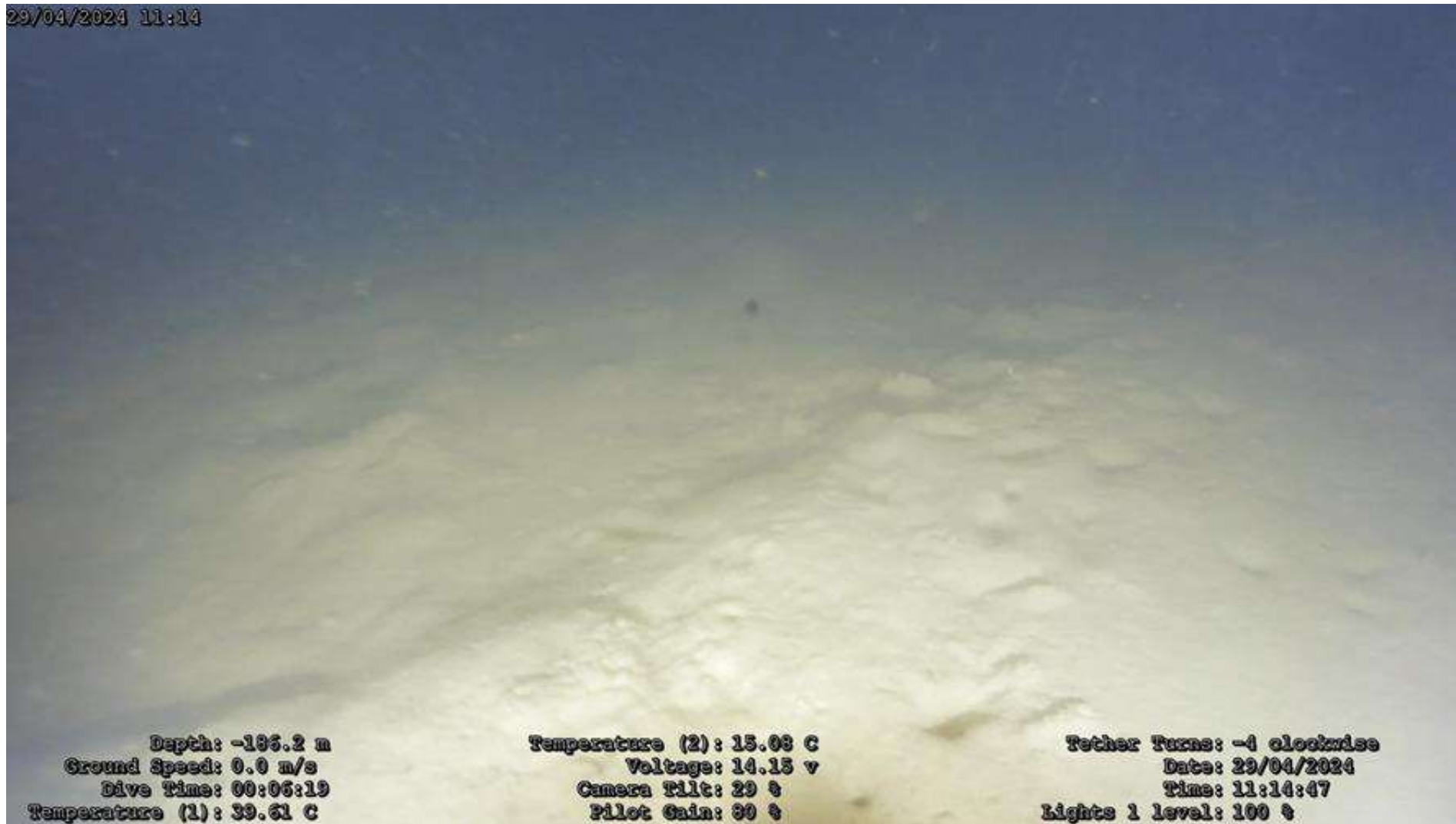


Figura 163. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-3

### 7.2.7.3 Hábitats de interés comunitario<sup>47</sup>

Además, se completa el estudio ecocartográfico anterior con un análisis de los hábitats de interés comunitario con el objetivo de determinar su posible presencia en la zona de estudio. Para ello se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica utilizando la información de referencia del “Sistema de Información sobre el Medio Marino” (InfoMAR, CEDEX). Se tuvo en cuenta la distribución espacial de los “hábitats bentónicos”, con especial atención a los hábitats protegidos o vulnerables, aunque esta cartografía está en la actualidad muy condicionada por diferentes lagunas de conocimiento.

La lista patrón de los hábitats marinos presentes en España<sup>48</sup> identifica 183 tipos de hábitats bentónicos de nivel 4, para la Región Mediterránea, que incluye tanto la Demarcación marina del Estrecho y Alborán como la Demarcación marina levantino-balear. Estos 183 tipos de hábitats están repartidos entre los pisos supralitoral (rocoso y sedimentario), mediolitoral (rocoso y otros sustratos duros, y sedimentario), infralitoral y circalitoral (infralitoral rocoso y otros sustratos duros, circalitoral rocoso y otros sustratos duros, cuevas y túneles infralitorales y circalitorales, infralitoral y circalitoral sedimentario, praderas de fanerógamas), batial (rocoso y otros sustratos duros, sedimentario, hábitats singulares batiales, cuevas batiales, cimas rocosas y cañones submarinos batiales), y abisal (rocoso y sedimentario).

A estos hábitats bentónicos se une el conjunto de hábitats pelágicos, identificados hasta el nivel 3. Estos hábitats pelágicos están clasificados en interfase agua-aire, aguas lagunares y de bahías cerradas, afloramientos, filamentos, aguas costeras, aguas neríticas y aguas de mar abierto. Estas últimas se subdividen a su vez en distintos estratos.

Los cinco tipos de hábitats marinos que figuran en el Anexo I de la Directiva Hábitats (92/43/CEE) como hábitats naturales de interés comunitario que están presentes en la Demarcación levantino-balear son los siguientes:

- “Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda, 1110”: Los bancos de arena son elementos topográficos irregulares elevados, alargados, redondeados o irregulares, permanentemente sumergidos<sup>49</sup> y rodeados predominantemente de aguas profundas. Están formados principalmente por sedimentos arenosos, pero también pueden presentar una mayor granulometría, con cantos y cascajos, o una granulometría menor con barro. Los bancos con sedimentos arenosos en una capa sobre sustrato duro se consideran bancos de arena si la biota asociada depende de la arena más que del sustrato duro subyacente.

---

<sup>47</sup> POEM (Demarcación levantino-balear) y MITECO.

<sup>48</sup> Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos: la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica (BOE 12 de abril de 2013).

<sup>49</sup> Significa que la profundidad del agua raramente es inferior a 20 m por debajo del nivel de referencia de las cartas. A pesar de ello, los bancos de arena pueden extenderse 20 m por debajo de los valores de las cartas, por lo que puede resultar conveniente incluir en las designaciones estas zonas cuando forman parte del elemento y albergan sus asociaciones biológicas.

No existen hábitats de este tipo en la zona de localización del proyecto tras consultar la información disponible y visualizar las imágenes de los trabajos de campo. Las más cercanas estarían en áreas costeras a más de 5,6 km aproximadamente de nuestra zona de estudio.



Figura 164. Hábitats 1110 más cercanos a nuestra zona de estudio

- Hábitat 1120, "Pradera de posidonia": existen en zonas costeras muy alejadas de nuestra zona de estudio (más de 5 km).

En la siguiente figura se muestra la situación del hábitat 1120 en relación con área de estudio prevista para la ubicación de la futura instalación acuícola:



Figura 165. Hábitats 1120 más cercanos a nuestra zona de estudio

- “Arrecifes, 1170”: pueden ser concreciones biogénicas o de origen geogénico. Son sustratos compactos y duros sobre fondos sólidos y suaves que se levantan desde el fondo marino en la zona sublitoral y litoral. Los arrecifes pueden albergar una zonación de comunidades bentónicas de especies de animales y algas, así como concreciones y concreciones coralígenas.

En el sur de la región de Murcia, existen en distintas localizaciones, siendo los enclaves más conocidos la isla de Escombreras, cabo Cope (ambos limítrofes a nuestra área de estudio) y los fondos rocosos frente a la Unión (alejado de nuestra área de estudio).

Estas zonas destacan por albergar biocenosis de algas fotófilas infralitorales de modo calmo y biocenosis de grutas semioscuras, extraplomos y coralígeno.

Dentro del espacio marino protegido (ZEC, “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón”) la cara sur de la Isla de Escombreras presenta una franja rocosa más o menos ancha, caracterizada por la continuación en el mar de las paredes verticales de sus acantilados emergidos, hasta profundidades comprendidas entre 20 y 50 m; en su cara norte la franja rocosa se extiende hasta profundidades entre 12 y 20 m, con paredes verticales escalonadas y acumulación de bloques. La profundidad que en la isla y bajo próximo alcanzan los fondos rocosos, permite la presencia de algunas comunidades que no pueden darse en tramos de acantilados menos profundos. La bionomía que describe el entorno de la isla y el bajo de Escombreras alberga fundamentalmente biocenosis de algas fotófilas infralitorales de modo calmo, precoralígeno y coralígeno, así como biocenosis asociadas a la presencia de grutas y extraplomos, algas rodofíceas y erizos.

En el entorno de cabo Cope se ha identificado la existencia de fondos rocosos dentro del ámbito geográfico del espacio, caracterizados por la presencia de biocenosis asociadas a las grutas semioscuras y extraplomos existentes, y comunidades de coralígeno.

Asimismo, se ha identificado la existencia de tres zonas de fondos rocosos a la altura de la Unión (fuera de nuestra área de estudio) con presencia de biocenosis de algas esciáfilas infralitorales en régimen calmo, así como presencia de gorgonarios en algunos puntos.

El tipo de hábitat 1170 ocupa una superficie de 14,231 ha, lo que representa un 0,0092 % de la superficie total de la ZEC. La ausencia de información de detalle no permite contar con una cartografía más precisa en cuanto a la distribución de las comunidades en los enclaves señalados, si bien podrían no ser los únicos enclaves que alberguen este hábitat dentro del ámbito del espacio protegido. La información de calidad de fondos que atribuyen la existencia de sustrato rocoso, e información descriptiva de expertos en la zona, hacen pensar que pudieran existir más zonas arrecifales dentro del espacio marino protegido de la ZEC “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón”.

No existen hábitats de este tipo en la zona de localización del proyecto tras consultar la información disponible y visualizar las imágenes de los trabajos de campo.

- “Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases, 1180”: Estructuras submarinas que constan de bloques de arenisca, pavimentos y columnas de hasta 4 m de altura, formadas por la agregación de granos de arena en una matriz carbonatada que tiene su origen en la oxidación microbiana de emisiones de

gases, principalmente metano. Las formaciones están intercaladas con fuentes de gas que liberan gas de forma intermitente. El metano procede de la descomposición microbiótica de depósitos vegetales fósiles.

El primer tipo de estructura submarina se conoce como «filones carbonatados con emisión de gases». Estas formaciones presentan una zonación de diversas comunidades bentónicas formadas por algas e/o invertebrados, siendo éstos los habitantes por excelencia de los sustratos duros de este tipo de hábitat, que es diferente del que lo rodea. Las comunidades faunísticas que buscan refugio en las numerosas cuevas contribuyen a aumentar los índices de biodiversidad. En este tipo de hábitat se incluye una serie de estructuras topográficas sublitorales, tales como extraplomos, pilares verticales y estructuras estratificadas en forma de hoja con numerosas cuevas.

El segundo tipo son estructuras carbonatadas dentro de los llamados pockmarks, que son depresiones en zonas de sedimento arenoso, de hasta 45 m de profundidad y varios cientos de metros de anchura. No todos los pockmarks están formados por emisiones de gases y entre los que sí están formados por emisiones de gases, muchos no contienen estructuras carbonatadas importantes, por lo que no se incluyen en este tipo de hábitat. Las comunidades bentónicas están formadas por invertebrados especializados en sustratos marinos duros y son diferentes de los hábitats cercanos (generalmente) fangosos. La infauna en las pendientes de fango cercanas al pockmark también puede ser muy diversa.

No existen hábitats de este tipo en la zona de localización del proyecto tras consultar la información disponible y visualizar las imágenes de los trabajos de campo.

- “Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas, 8330”: Cuevas situadas bajo el mar o abiertas al mismo, al menos durante la marea alta, incluidas las cuevas marinas parcialmente sumergidas. Su parte inferior y los laterales albergan comunidades de invertebrados y algas marinos.

No existen hábitats de este tipo en la zona de localización del proyecto tras consultar la información disponible y visualizar las imágenes de los trabajos de campo.

- Otros tipos de hábitats de interés, “comunidades de maërl”: Localizadas en el entorno de Águilas, cabo Tiñoso, Calblanque (el área conocida como La Plana) y cabo de Palos.

En el entorno de Águilas, al este de la isla del Fraile, a partir del límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica*, las comunidades de maërl estudiadas durante el periodo 1996-1997 dominan el fondo detrítico costero, con una estructuración de la comunidad que presenta claros cambios según va aumentando la profundidad. Así, las facies de maërl más próximas a la pradera de *Posidonia* (27-30 m de profundidad) parecen estar más expuestas al hidrodinamismo que las facies más profundas, contando esta zona con rodolitos más dispersos (menor cobertura y biomasa) y formas muy ramificadas y esféricas donde las especies de algas calcáreas predominantes son *Lithothamnion valens*, *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum*, siendo abundante también la presencia de algas filamentosas como por ejemplo las algas rojas *Antithamnion cruciatum*, *Gracilaria cylindrica*, *Phyllophora crispera* y *Polysiphonia subulifera* o las algas pardas *Halopityx incurvus* y *Halopteris filicina*. En estratos inferiores donde el hidrodinamismo es

menor y el régimen sedimentario mayor, la cobertura y biomasa del maërl aumenta y las formas laminares predominan sobre las ramificadas y esféricas, aumentando también la densidad y cobertura de las macroalgas asociadas. Así entre los 30-35 m de profundidad las especies predominantes son *Lithothamnion valens* y *Peyssonnelia rosamarina*, así como en menor grado *Lithothamnion corallioides*, *Peyssonnelia polymorpha* y *Phymatolithon calcareum*. Dentro de las algas filamentosas predominan especies como *Gracillaria cylindrica* y *Polysiphonia subulifera*. A profundidades superiores a los 35 m *Peyssonnelia rosa-marina* y en menor grado *Peyssonnelia orientalis* predominan sobre el resto de las algas calcáreas.

En cuanto a los fondos al noreste de la punta de cabo Tiñoso, en la ensenada frente a cala Salitrona, albergan una de las facies de maërl más importantes de la Región de Murcia según un estudio realizado en el 2010. Esta comunidad, en buen estado de conservación, se caracteriza por estar formada por rodolitos calcáreos de gran tamaño de *Lithothamnion sp.* y de menor tamaño de *Phymatolithon calcareum*. Otras especies presentes son *Peyssonnelia rosa-marina* y *Peyssonnelia rubra*, así como especies de algas rojas filamentosas y foliosas muy abundantes. Se extienden estas facies sobre la comunidad de detritico costero a partir del límite inferior de *Posidonia oceanica* y las extensiones de mata muerta, presentando en la zona un desarrollo óptimo entre 24 y 35 metros de profundidad y un desarrollo máximo entre 25 y 30 m. A partir de los 35 m de profundidad la comunidad de maërl desaparece prácticamente y es reemplazada por un detritico costero enfangado.

Otros enclaves con presencia de este hábitat como son Calblanque (la Plana) y Cabo de Palos, aunque no se encuentran estudiados de forma detallada, se considera que la composición de sus comunidades está basada principalmente en rodolitos calcáreos de *Lithothamnion sp.* y *Phymatolithon calcareum* con un estrato de algas filamentosas y ramificadas muy desarrollado en algunas épocas del año. La información de calidad de fondos detriticos e información descriptiva de expertos en la zona, hacen pensar que pudieran existir más zonas con presencia de estas comunidades dentro del espacio marino protegido.

Las comunidades de maërl tienen una compleja estructura, lo que les hace especialmente vulnerables a los impactos antrópicos. El lento crecimiento de sus especies formadoras, que se estima entre 0,10-1 mm/año, limita su capacidad de respuesta antes los cambios, es decir, su nivel de resiliencia es muy bajo. La presencia en el espacio protegido de embarcaciones de arrastre y cerco operando sobre estos fondos puede dar lugar a cambios en su distribución, así como a la destrucción de sus especies formadoras. Por su parte, la instalación de granjas de acuicultura sobre los mismos o en sus proximidades puede provocar un impacto localizado pero relevante sobre estas comunidades produciendo en muchos casos una disminución de la complejidad del hábitat o incluso su desaparición. Así, en el caso de las comunidades de maërl presentes en el entorno de Águilas, al este de la isla del Fraile, la instalación de una granja marina afectó considerablemente a la estructura y distribución de este hábitat, tal y como demostraron los estudios realizados en 1997. Desde entonces no ha habido una evaluación del estado de este hábitat, aunque podría ser que el impacto de la granja marina hubiese aumentado respecto a la situación inicial ya que la producción piscícola total anual ha sufrido un incrementado considerable.

a la presencia de especies invasoras, la mayor parte de las comunidades de maërl de la región de Murcia se han visto afectadas por la colonización del alga invasora *Caulerpa cylindracea*. Así, en áreas profundas de detrítico con maërl como Calblanque o Cabo Tiñoso, se ha observado que esta clorofícea es capaz de desarrollar biomásas entre 15 y 20 g de peso seco por metro cuadrado. Aunque estas zonas han sido monitorizadas desde 2007 sin observarse una regresión de la comunidad de maërl, los efectos de esta colonización sobre la estructura y funcionamiento del maërl no ha sido estudiada en esta zona por lo que se desconocen sus consecuencias reales con respecto a su estado de conservación.

No existen hábitats de este tipo en la zona de localización del proyecto tras consultar la información disponible y visualizar las imágenes de los trabajos de campo.

**Conclusión:** de los cinco hábitats de interés comunitario ninguno de ellos se encuentra en la zona donde se ubicarán los elementos del proyecto. Tampoco otros hábitats de interés (comunidades de maërl).

### 7.3 Vegetación marina

En este apartado, se hará un primer análisis, en gabinete, de la bibliografía existente sobre vegetación marina en la zona con el objetivo de identificar las especies principales que podrían verse afectada por los elementos de la futura instalación acuícola. Posteriormente se concluirá sobre su presencia en la zona según los resultados de los trabajos de campo realizados. Para facilitar el trabajo se considerarán por separado "fanerógamas marinas" y "algas".

La vegetación tendrá una estrecha relación con la composición del sustrato y la sujeción que este permita, con las características oceanográficas y con la profundidad, que es un factor limitante para el desarrollo de estas.

La Demarcación marina levantino-balear cuenta, según la lista patrón de las especies marinas presentes en España, con un total de 5.577 especies marinas, presentes y ocasionales (un 50% de las especies marinas existentes en España). Del total de especies antes citado, existen un total de 770 especies de algas en la demarcación, y están presentes 6 de las 7 especies de fanerógamas marinas que pueden encontrarse en las aguas españolas: *Zostera marina* (cuyas poblaciones mediterráneas están incluidas en el LESPE), *Nanozostera noltii* y *Cymodocea nodosa* (cuyas poblaciones del Mediterráneo y Atlántico de la Península Ibérica están referidas en el LESPE), *Posidonia oceanica* (incluida en el LESPE para su poblaciones del Mediterráneo), *Ruppia cirrhosa* y *Ruppia marítima*.

Las principales especies objeto de estudio en este apartado son:

#### 7.3.1 Fanerógamas marinas

En la Demarcación del Estrecho y Alborán están presentes 6 de las 7 especies de fanerógamas marinas existentes en las aguas españolas: *Zostera marina* (incluida en el LESPE para sus poblaciones del Mediterráneo), *Nanozostera noltii* (cuyas poblaciones en el Mediterráneo y Atlántico de la Península Ibérica están referidas en el LESPE), *Cymodocea nodosa* (también en el LESPE para estas mismas poblaciones), *Posidonia oceanica* (cuyas poblaciones del Mediterráneo están incluidas en el LESPE), *Ruppia cirrhosa* y *Ruppia marítima*.

- **Posidonia (Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile, 1813)<sup>50</sup>**: Las praderas de *Posidonia oceanica* se encuentran únicamente en el Mediterráneo, ya que se trata de una especie endémica de este mar. Las densas praderas que forma pueden encontrarse desde la superficie hasta una profundidad variable de hasta 40 metros de profundidad, dependiendo de la transparencia del agua. En las áreas insulares mediterráneas con aguas muy claras (como en las islas Baleares), puede encontrarse hasta unos 40 m de profundidad. Sin embargo, en las costas de la península Ibérica no suele sobrepasar los 30 m, debido a la menor transparencia de las aguas.

Puede crecer tanto sobre sustratos sedimentarios como rocosos, si bien, por lo general se instala sobre fondos duros en las aguas más someras y en zonas abiertas sometidas a un hidrodinamismo intenso; mientras que en las grandes ensenadas o a mayor profundidad, donde el hidrodinamismo es menor, se instala preferentemente sobre sustratos arenosos. Se trata de una planta muy exigente en sus requerimientos ecológicos y no tolera grandes variaciones de salinidad, por lo que no se halla en las lagunas salobres o hipersalinas, o en las zonas próximas a las desembocaduras de los ríos.

Esta planta es la de mayor envergadura de las fanerógamas marinas de nuestras costas y la que forma praderas más densas y extensas. Presenta gruesos rizomas leñosos y las hojas pueden alcanzar más de un metro de largo. El desarrollo vertical lo utiliza para escapar de la sedimentación y el horizontal para colonizar el sustrato. Los rizomas forman una intrincada red que está parcialmente enterrada. Puede considerarse una planta indicadora de aguas limpias, bien oxigenadas y exentas de contaminación. Es muy sensible a la eutrofización, a la mayor parte de los contaminantes y tampoco tolera tasas altas de sedimentación. Las praderas más extensas y mejor conservadas de nuestras costas se encuentran en el archipiélago balear y en el litoral levantino. Dentro de estas praderas podemos distinguir dos grandes hábitats o estratos: el foliar y el del entramado de rizomas, con muy diferentes características. El estrato foliar constituye un hábitat efímero y relativamente inestable (las hojas se van renovando continuamente), sometido a un continuo movimiento por el hidrodinamismo y a la acción de ramoneo de algunas especies, como las salpas o los erizos. Sobre dicho estrato se instala una comunidad fotófila de animales que viven fijos a la superficie de las hojas entre los que se encuentran principalmente algas, cnidarios, poliquetos, briozoos y foraminíferos. El estrato de rizomas es más estable y presenta, a su vez, mayor complejidad, pudiendo alcanzar un grosor considerable y albergar un gran número de nichos ecológicos (distintos si la pradera está en fondos blandos o duros y por la profundidad). Pero, además de las comunidades asociadas a hojas y rizomas, puede distinguirse una tercera comunidad de especies nadadoras que se desplazan por la pradera en busca de refugio o alimento. Dicha comunidad está compuesta principalmente por peces (muy abundantes lábridos, espáridos y singnátidos) pero también por diversos crustáceos, como los pequeños misidáceos, o por algunos cefalópodos, como las sepias (*Sepia officinalis*).

Una de las especies más notorias y características de las praderas es la nacra *Pinna nobilis*, cuya parte basal se asienta en el estrato de rizomas, pero cuya parte apical

---

<sup>50</sup> Ficha 030512 - Praderas de *Posidonia oceánica*. Secretaría de Estado de Medio Ambiente Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar División para la Protección del Mar



sobresale sobre el estrato foliar. Existe una enorme complejidad en las comunidades animales y vegetales que habitan las praderas, dada la gran biodiversidad que albergan.

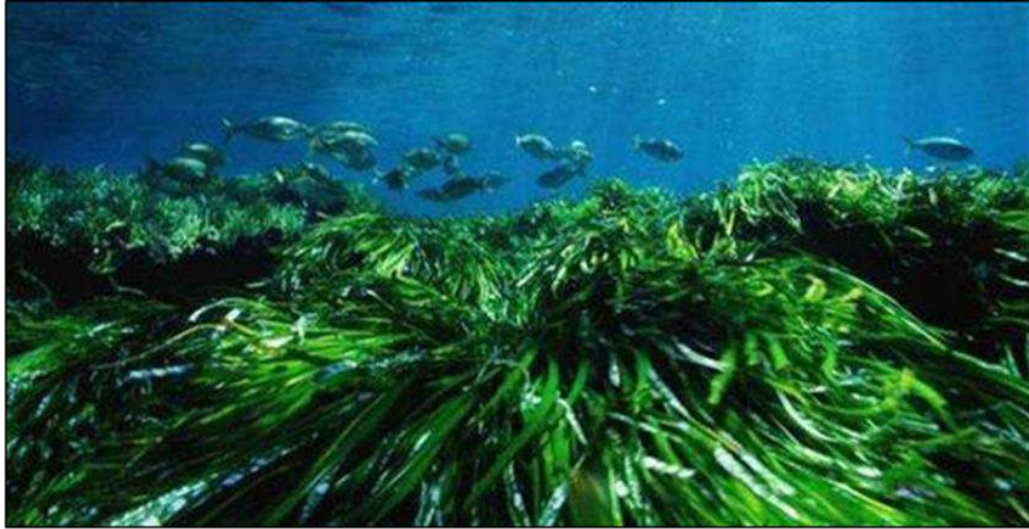


Figura 166. Pradera de Posidonia (Fuente: [www. https://roquetas.ideal.es](https://roquetas.ideal.es))

En cuanto a los procesos ecológicos clave, las praderas de *Posidonia oceanica* constituyen el ecosistema marino más importante, complejo y extendido del sistema fital del mar Mediterráneo. A pesar de su aparente homogeneidad y de que a simple vista parece pobre en vida animal, se trata de un ecosistema extraordinariamente complejo, dentro del cual podemos encontrar microhábitats muy diversos, así como distintos grupos faunísticos y florísticos. Proporcionan a muchos organismos la posibilidad de establecerse sobre una gran superficie de sustrato, de alimentarse y de refugiarse de la luz, del hidrodinamismo y de los depredadores. Hay que señalar, además, que estas praderas generan otros hábitats muy particulares en sus inmediaciones, como son las acumulaciones de hojas muertas, los calveros o los denominados canales intermata, ocupados generalmente por arenas relativamente gruesas con una importante cantidad de detritos orgánicos. Estos ambientes generados por las praderas también albergan una fauna muy característica de los mismos. Las praderas tienen una alta producción primaria. Este aporte vegetal puede representar una fuente nutritiva considerable para los organismos del piso circalitoral, o incluso más profundos en las zonas en las que la plataforma continental es estrecha. Esta elevada producción primaria convierte a la pradera en una importante fuente de producción de oxígeno, al tiempo que es un importante sumidero de dióxido de carbono. Además, el denso follaje de las praderas favorece la deposición de partículas en suspensión y, por lo tanto, la claridad de las aguas. Es importante resaltar que las praderas desempeñan un papel vital en la estabilización del fondo y evitan de forma natural la erosión de la costa, especialmente de las playas, ya que favorecen la retención y la fijación de los sedimentos y amortiguan la acción de las corrientes y las olas.

Las praderas de *Posidonia* poseen un valor importante como sumideros de carbono, que se debe añadir al valor de sus servicios ambientales de adaptación al cambio climático. Según datos procedentes del Estudio del valor socioeconómico de las praderas de *Posidonia oceanica* de Andalucía como sumideros de carbono y oportunidades de financiar su conservación a través de

fondos para la mitigación del cambio climático realizado bajo el marco del proyecto LIFE+ Posidonia Andalucía, las praderas de Posidonia andaluzas secuestran 31.531 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Además, acumulan un stock de carbono secuestrado a largo plazo estimado en 24.730.185 toneladas de CO<sub>2</sub>, que, si se liberaran a la atmósfera, equivaldría al 34 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en Andalucía en el año 2010.

**Resultados de los trabajos de campo:** no se observaron praderas de Posidonia en el área de estudio tal y como se preveía tras el análisis de la bibliografía consultada.

- **Cymodocea (Cymodocea nodosa (Ucria) Asch.)<sup>51</sup>**: Aparece en los fondos arenosos o arenoso-fangosos superficiales (hasta unos 20 m de profundidad) de la Región de Murcia, generalmente precediendo a *Posidonia oceanica*. Con las extensiones más importantes localizadas en playa de Poniente, playa de Las Delicias, playa Amarilla, cara noreste de la isla del Fraile), Calabardina, de la ensenada de la Fuente a punta del Sombrero, de playa Calnegre a playa de Parazuelos, de playa Palomarico a playa de las Covaticas, de playa Bolnuevo a playa de la Reina, de playa de la Raja a playa de La Azohía, del salto de la Cabra a Cala Flores y en el Mar Menor.



Figura 167. Pradera de Cymodocea. Fuente: Carlos Sangil, Reserva Mundial Biosfera La Palma

En cuanto a los procesos ecológicos clave, las praderas de *Cymodocea nodosa*, como otras fanerógamas marinas, atenúan el hidrodinamismo y provocan la deposición de sedimentos, los cuales estabilizan a la vez que los enriquecen en materia orgánica. Se trata de una planta típicamente colonizadora o pionera, con una amplia tolerancia ambiental, por lo que las praderas toleran relativamente bien las bajas salinidades y los cambios bruscos de temperatura. En general, las fanerógamas marinas producen enormes cantidades de materia vegetal que

<sup>51</sup> Ficha 030508 - Praderas macaronésicas de *Cymodocea nodosa*. Secretaría de Estado de Medio Ambiente Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar División para la Protección del Mar y [https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,2624&r=ReP-26211-DETALLE\\_REPORTAJESPADRE](https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,2624&r=ReP-26211-DETALLE_REPORTAJESPADRE)

constituyen la base de las denominadas cadenas tróficas. También sirven igualmente de soporte de numerosas especies vegetales epifitas, que aseguran un gran aporte de producción primaria, y sobre todo contribuyen específicamente a la presencia de especies animales como zona de protección de juveniles.

**Resultados de los trabajos de campo:** no se observaron en el área de estudio tal y como se preveía tras el análisis de la bibliografía consultada.

• ***Nanozostera noltei* (Hornemann) Tomlinson & Posluszny, 2001**<sup>52</sup>: Las praderas de esta especie suelen localizarse en las llanuras intermareales poco expuestas, instalándose sobre sustratos fangosos o de arena fina enriquecida en materia orgánica; raramente sobrepasan los dos metros de profundidad.

Es una fanerógama muy similar en su morfología a *Zostera marina*, aunque de tamaño notablemente inferior. Presenta rizomas muy finos, de unos 2 mm de diámetro, de crecimiento monopodial y del que en determinados puntos (nódulos) surgen las hojas y las raíces. Las raíces, finas y en número de 1 a 4 en cada nódulo, parten del rizoma y se adentran en el sedimento con una función de captación de nutrientes y de fijación de la planta.

Las hojas, agrupadas en haces de 2 a 5 son acintadas, de ápice escotado, de hasta 20 cm de longitud y 0,15 cm de anchura y con nerviaciones paralelas. Por su apariencia externa también puede confundirse con *Cymodocea nodosa*.

Soportan grandes variaciones de salinidad y temperatura, así como una fuerte irradiancia.

En las costas mediterráneas se encuentra muy dispersa, principalmente en zonas de ambiente lagunar. Raramente las praderas sobrepasan los dos metros de profundidad.

La comunidad animal asociada a las praderas de esta planta es similar a las de *Cymodocea nodosa*, en el Mediterráneo, aunque con una menor biodiversidad de especies. Sin embargo, aparecen ya aquí, numerosas especies adaptadas a los fangos intermareales sometidos a grandes fluctuaciones de temperatura y salinidad. La diversidad es baja, con poblaciones muy densas de unas pocas especies. La comunidad epifaunal está dominada mayoritariamente por los gasterópodos *Hydrobia ulvae*, *Jujubinus stristus*, *Cyclope neritea* y *Haminoea* spp., el cangrejo *Carcinus maenas*, la quisquilla *Palaemon serratus*, algunos anfípodos y el isópodo *Idotea chelipes*. Entre las algas predominan las clorofíceas del género *Enteromorpha*. En la infauna dominan los poliquetos y bivalvos. Es también muy común el anfípodo excavador *Corophium volutator*.

En la Región de Murcia, ha sido inventariada en Calabardina e Isla Plana. En Calvín et al. (1989), (1998) y (1999) se indica que aparece formando céspedes mixtos con *Ruppia cirrhosa* y *Cymodocea nodosa* en el Mar Menor, con sólo *Cymodocea nodosa* en playa de Calabardina, en Isla Plana y en La Azohía, o formando manchas aisladas de poca extensión en isla de Dentro<sup>53</sup>.

<sup>52</sup> Ficha 030504 - Praderas mediterráneas de *Zostera noltei*. Secretaría de Estado de Medio Ambiente Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar División para la Protección del Mar

<sup>53</sup> <https://murcianatural.carm.es/web/guest/visor-contenidos-dinamicos?artId=84756>

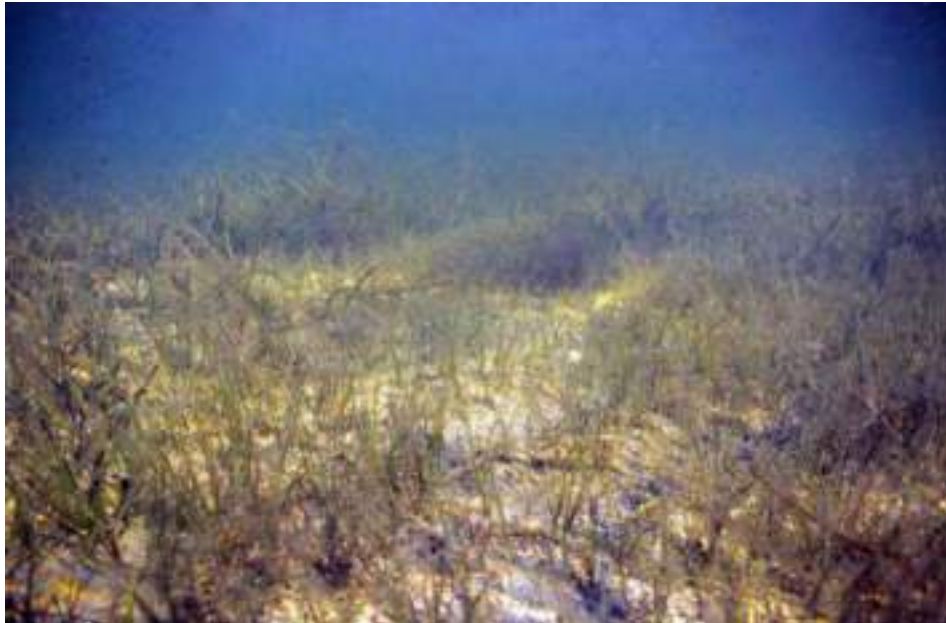


Figura 168. Pradera de Zostera. Fuente: Enric Ballesteros (CSIC – Blanes)

En cuanto a los procesos ecológicos clave, Las praderas de esta especie cumplen diversos papeles ecológicos de gran importancia, al igual que la mayoría de las fanerógamas marinas: son unos eficientes productores primarios, incluso en invierno; contribuyen a la oxigenación del agua, lo que tiene gran importancia en las bahías cerradas o lugares protegidos donde suele instalarse; y modifican la estructura del sedimento, ya que son colonizadores primarios, extendiéndose hasta donde lo permiten los factores físico-químicos, sin apenas competencia algal. Los rizomas retienen el sedimento, y las hojas desempeñan una función de filtro que favorece la sedimentación de partículas finas.

Crean, además, una heterogeneidad de hábitats que no existe normalmente en los sustratos blandos, favoreciendo que muchas especies vivan aquí como epifitas de *Nanozostera noltei*, sobre los rizomas y las hojas, o bien resguardadas entre las hojas. Muchos moluscos, decápodos y peces epibentónicos ponen sus puestas o desarrollan sus etapas juveniles en la pradera. Las hojas de *Zostera*, sirven también de alimento a algunas aves, isópodos, anfípodos y peces, a pesar de su gran contenido en lignina.

Las praderas de fanerógamas marinas conforman hábitats de especial interés para la conservación debido a su importante papel como zona de alimento, reproducción o refugio de multitud de especies, sirven también como sustrato en el que se fijan otros organismos, y desempeñan una función relevante como estabilizadoras de sedimentos. Por todo ello, se encuentran incluidas en el anexo II del Convenio de Barcelona para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo y en el Anexo I de la Convención de Berna relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa como especies de flora estrictamente protegidas. A su vez, las especies formadoras de estas praderas se encuentran recogidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, aprobado por Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

**Resultados de los trabajos de campo:** Como cabría esperar dado que la instalación proyectada se ubicará por encima del rango de distribución teórico de las fanerógamas marinas según la extensa bibliografía consultadas, no se observaron en el área de estudio.

• ***Zostera (Zostera subg. Zostera marina Linnaeus, 1753)***: son herbáceas perennes con rizomas, con hojas cintadas que crean praderas en fondos marinos de arena y limo de hasta 10 m de profundidad la *Z. marina*. Las hojas de la *Z. marina* son de mayor tamaño que la *Nanozostera noltei*. Las zosteras son dioicas, con flores tanto masculinas como femeninas diminutas, reunidas en una inflorescencia de 9-12cm. Se polinizan mediante el mar. Florecen de mayo a noviembre. Tiene importancia como refugio y zona de cría de muchas especies marinas.

**Resultados de los trabajos de campo:** no se observaron en el área de estudio tal y como se preveía tras el análisis de la bibliografía consultada.

• ***Ruppia (Ruppia cirrhosa, (Petagna) Grande, 1918)<sup>54</sup>***: Planta herbácea formada por tallo, raíces, hojas y flores. El tallo es tipo rizoma y forma una tupida red enterrada en los sedimentos, siendo en su gran mayoría un rizoma horizontal bastante fino del que en determinados puntos (nódulos) surgen los rizomas verticales, de longitud reducida, y las raíces. Las raíces, finas y en número variable en cada nódulo, parten del rizoma y se adentran en el sedimento con una función de captación de nutrientes y de fijación de la planta. Las hojas son acintadas, muy estrechas (0,1 cm) y de ápice obtuso. Con el limbo entero, menos en el ápice, que presenta pequeños dentículos. Presentan vainas muy aparentes en la base y parten de los rizomas verticales con una disposición alterna y en un sólo plano.

Es una planta con flores hermafroditas y pequeñas que se agrupan de dos en dos en espigas pedunculadas subtendidas por dos hojas involucrales subopuestas con vainas engrosadas. Cada flor tiene dos anteras sésiles, dos estambres y varios carpelos con ovario. Los pequeños frutos indehiscentes están situados en pedúnculos espiralados.

Es una especie perenne que presenta un marcado ciclo de crecimiento. Durante la primavera y verano, la planta entra en su época más activa, presentando su mayor tasa de crecimiento. En este período anual sucede un crecimiento vegetativo rápido en el que crecen los rizomas horizontales rápidamente, formándose internódulos largos; también lo hacen los rizomas verticales y las hojas se van renovando durante todo el período. Durante este tiempo también se producen un elevado número de propágulos procedentes del desprendimiento de rizomas verticales con los temporales de otoño. Durante los meses de octubre a marzo, la planta entra en un período de crecimiento lento en el que los rizomas horizontales crecen lentamente, formándose internódulos cortos, y no hay crecimiento vertical. La planta en invierno no presenta apenas hojas ni rizomas verticales, permaneciendo sólo los rizomas horizontales enterrados en el sedimento. La floración se sucede en los meses de aguas cálidas.

La instalación de esta especie sobre un fondo arenoso o fangoso hace que un sustrato eminentemente inestable se transforme en uno mucho más estructurado, donde un mayor número de especies pueden instalarse.

En cuanto al hábitat, es una especie cosmopolita propia del infralitoral superior, donde aparece en fondos de arena o fango, con débil hidrodinamismo. Puede llegar a formar céspedes más o menos densos, que recubren tanto los fondos de estuarios o lagunas costeras de aguas hiperhalinas como los de lagos de aguas mixohalinas. Soporta grandes cambios de temperatura y salinidad.

<sup>54</sup> [https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,2624&r=ReP-26213-DETALLE\\_REPORTAJESABUELO](https://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,2624&r=ReP-26213-DETALLE_REPORTAJESABUELO)



Figura 169. Ruppia. Fuente: <https://canalmarmenor.carm.es/inventario-ecologico/flora/ruppia/>

**Resultados de los trabajos de campo:** no se observaron en el área de estudio tal y como se preveía tras el análisis de la bibliografía consultada.

- ***Ruppia (Ruppia marítima, Linnaeus, 1753)*<sup>55</sup>:** Hierba acuática sumergida, perenne, de vida corta, rizomatosa. Tallos de hasta 50 cm, ramificados. Hojas sumergidas, alternas, las superiores a veces subopuestas, no diferenciadas en limbo y peciolo, estrechamente lineares, o capilares de (0,1–) 0,3 – 0,5 (– 0,8) mm de anchura, con dos estípulas membranosas más o menos envainantes y soldadas a la base de la hoja en casi toda su longitud. Flores hermafroditas, con periantio prácticamente ausente, dispuestas en espigas axilares cortas, con pedúnculos de hasta 4 cm en la fructificación, recto o curvado, o flexuoso, pero no espiralado, algo rígido. Androceo con dos estambres desprovistos de filamento con antera de 0,4 – 0,7 mm. Ovario con 4 (– 8) carpelos libres, con estigma mucho más ancho que el ovario, desarrollando cada uno estípite (podocarpo) en la fructificación. Fruto en poliaquenio, con aquenios de 1,5 – 3 mm, muy asimétricos, con podocarpo de hasta 3,5 cm.



Figura 170. *Ruppia marítima*

<sup>55</sup> Guía de las especies de interés de la flora de Doñana y su Comarca

**Resultados de los trabajos de campo:** no se observaron en el área de estudio tal y como se preveía tras el análisis de la bibliografía consultada.

### 7.3.2 Algas

Existen un total de 770 especies de algas en la Demarcación levantino-balear.

En el espacio marino se pueden encontrar numerosas biocenosis asociadas a los fondos rocosos, entre las que se encuentran biocenosis de algas fotófilas infralitorales de modo calmo (sobre roca o sedimentos consolidados, bien iluminados y protegidos del fuerte hidrodinamismo), biocenosis de algas esciáfilas infralitorales de régimen calmo, comunidades de precoralígeno (presente en enclaves rocosos no sometidos a un hidrodinamismo importante y protegidos de la iluminación directa) y coralígeno, y biocenosis de grutas semioscuras y extraplomos<sup>56</sup>.

Además, entre los hábitats de interés presentes en el espacio marino protegido destacan los fondos de maërl, comunidades asociadas a los fondos detríticos costeros, que se originan por la acumulación de algas calcáreas. La presencia de estas formaciones de algas calcáreas perennes modifica la granulometría del sedimento y su estructura, dando lugar a una mayor heterogeneidad y por tanto a una elevada diversidad biológica. En los fondos sumergidos del espacio marino protegido se han identificado fondos detríticos con facies de maërl en varios enclaves, destacando los rodolitos calcáreos de *Lithothamnion sp.* y *Phymatolithon calcareum*, asociados a especies de la familia Peyssoneliáceas como *Peyssonelia rosa-marina*, *P. rubra*, *P. polymorpha* y *P. orientalis*<sup>55</sup>.

**Resultados de los trabajos de campo:** Como cabría esperar dado que la instalación proyectada se ubicará por encima del rango de distribución teórico de las comunidades de algas antes citadas según la extensa bibliografía consultadas, no se observaron en el área de estudio.

### 7.4 Fauna marina

En este apartado, se seguirá el mismo procedimiento que en el anterior; es decir, se hará un primer análisis, en gabinete, de la bibliografía científica existente sobre fauna marina en la zona con el objetivo de identificar los grupos biológicos principales y sus especies que podrían verse afectadas por los elementos de la futura instalación acuícola. Posteriormente se revisará su presencia en la zona según los resultados de los trabajos de campo realizados y finalmente se concluirá sobre su posible presencia.

La "Lista patrón" de especies marinas incluye en esta demarcación un total de 5.577 especies marinas, presentes y ocasionales (un 50% de las especies marinas existentes en España). Dado que la fauna marina incluye una gran biodiversidad de cetáceos, tortugas marinas, peces óseos y cartilaginosos, crustáceos, moluscos, etc., para un mejor entendimiento el análisis se estructurará de la siguiente forma:

- Ictiofauna
- Cetáceos
- Tortugas marinas
- Aves marinas
- Invertebrados

---

<sup>56</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

### 7.4.1 Ictiofauna

Se considera la ictiofauna como el conjunto de especies de peces que viven en una determinada localidad, región o país. Se trata de una rama de la zoología dedicada al estudio de los peces que se clasifican en tres grandes grupos:

- Osteíctios y agnatos: ambos son "peces óseos"; los osteíctios son vertebrados gnatóstomos que incluye a todos los peces dotados de esqueleto interno óseo, es decir, hecho principalmente de piezas calcificadas y muy pocas de cartílago. Los agnatos son peces sin mandíbula.
- Condrictios: "peces cartilaginosos", su esqueleto es de cartílago. Incluye a los elasmobranquios (tiburones y rayas) y holocéfalos (quimeras).

Las siguientes tablas con las listas de peces óseos (osteíctios y agnatos) y elasmobranquios potencialmente presentes en la costa de la bahía de Mazarrón, muestran la siguiente información repartida en columnas:

- Nombre científico (González Pérez et al. 2015): información obtenida, contrastada y actualizada en base a los catálogos de peces del Atlántico oriental y mar Mediterráneo (FNAM) (Whitehead et al., 1984-1986) y del Atlántico tropical oriental (CLOFETA) (Quéro et al., 1990). Base de datos de peces FishBase (Froese & Pauly, 2014), "Peces del sublitoral almeriense 1 y 2 (M. Hidalgo y José M. García)", "El litoral sumergido de la Región de Murcia, 2004. Autor/es: VV.AA." y Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS 2008).
- Nombre común: Presente en las siguientes fuentes; "Murcia (<https://pecesmediterraneo.com/>)", "El litoral sumergido de la Región de Murcia, 2004. Autor/es:VV.AA.", "ICTIOTERM (base de datos de ictioterminológicos asociados a una correcta y actual identificación de especies pesqueras de las costas de Andalucía)" y Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS 2008).
- Familia: obtenida de las siguientes referencias; "El litoral sumergido de la Región de Murcia, 2004. Autor/es: VV.AA.", "ICTIOTERM", "Peces de las islas Canarias", Brito et al. (2002) y Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS 2008).
- Distribución espacial: basada principalmente en el criterio seguido en el libro "Peces de las islas Canarias", Brito et al. (2002), "El litoral sumergido de la Región de Murcia, 2004. Autor/es: VV.AA." y Base de datos de peces FishBase (Froese & Pauly, 2014) de forma que se considera:
  - Bentónica: estrechamente ligadas al fondo
  - Demersales: que se desplazan cerca del fondo
  - Bentopelágicas: que se pueden encontrar tanto en el fondo como en aguas alejadas del mismo
  - Litorales: 0-200 m
  - Batiales 200- 3000 m
  - Abisales: más de 3000 m
  - Pelágicas: aguas abiertas desligadas del fondo
  - Epipelágicas: 0-200 m
  - Mesopelágicas: 200-1000 m



- Batipelágicas: 1000-3000 m
- Abisopelágicas: más de 3000 m
- Rango batimétrico (m): obtenida tras consulta de las siguientes fuentes; "Base de datos de peces FishBase (Froese & Pauly, 2014)", "ICTIOTERM", "El litoral sumergido de la Región de Murcia, 2004. Autor/es: VV.AA." y Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS 2008).

#### **7.4.1.1 Espacios de peces óseos (osteíctios y agnatos) con presencia potencial en el área de estudio**

En las siguientes tablas se muestran las especies de peces óseos (osteíctios y agnatos) potencialmente presentes en la costa almeriense<sup>57</sup> obtenido de las siguientes fuentes:

- Catálogos de peces del Atlántico oriental y mar Mediterráneo (FNAM) (Whitehead et al., 1984-1986) y del Atlántico tropical oriental (CLOFETA) (Quéro et al., 1990).
- Base de datos de peces FishBase (Froese & Pauly, 2014).
- "El litoral sumergido de la Región de Murcia, 2004. Autor/es: VV.AA. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. DL: MU-2375-2004, ISBN: 84-930442-0-2, Páginas: 127".
- Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS 2008).
- "ICTIOTERM (base de datos de ictioterminológicos asociados a una correcta y actual identificación de especies pesqueras de las costas de Andalucía)".

---

<sup>57</sup> Se trata de un listado mínimo que se considera suficiente dado el alcance de este trabajo, con las especies más importantes, obtenido de las fuentes consultadas, pudiéndose completar con alguna más.

Tabla 43. Especies de peces óseos (osteíctios y agnatos) potencialmente presentes en la costa de la Región de Murcia

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución espacial	Rango batimétrico (m)
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	Anguila	Demersal salobre	0-700
Anthiidae	<i>Anthias anthias</i> (Linnaeus, 1758)	Tres colas	Arrecife	30-358
Apogonidae	<i>Apogon imberbis</i> (Linnaeus, 1758)	Reyezuelo	Arrecife	10-200
Argentinidae	<i>Argentina sphyraena</i> Linnaeus, 1758	Peón	Batidemersal	50-700
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	Pejerrey	Pelágica litoral	0-5
Atherinidae	<i>Atherina hepsetus</i> (Linnaeus, 1758)	Chucleto	Pelágico-nerítico	?
Balistidae	<i>Balistes capriscus</i> (Gmelin, 1789)	Pez ballesta	Bentopelágica litoral	0-100
Belonidae	<i>Belone belone</i> (Lowe, 1839)	Aguja, agujeta	Epipelágica litoral	0-22
Blenniidae	<i>Salaria pavo</i> (Risso, 1810)	Gallerbo	Demersal	?
Blenniidae	<i>Parablennius rouxi</i> (Cocco, 1833)		Demersal	0-42
Blenniidae	<i>Parablennius gattorugine</i> (Linnaeus, 1833)	Cabruza	Demersal	3-32
Bothidae	<i>Bothus podas</i> (Delaroche, 1809)	Poda	Demersal	15-400
Bramidae	<i>Brama brama</i> (Bonnaterre, 1788)	Japutag	Pelágico	0-1000
Carangidae	<i>Trachurus picturatus</i> (Bowdich, 1825)	Chicharro	Bentopelágica litoral y batial	0-250
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Jurel	Bentopelágica litoral y batial	0-250
Carangidae	<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	Jurel mediterráneo	Bentopelágica litoral y batial	0-500
Carangidae	<i>Caranx rhonchus</i> (Geoffroy, 1817)	Jurel real	Bentopelágico	30-200
Carangidae	<i>Campogramma glaycos</i> (Lacepède, 1801)	Lirio	Bentopelágico	15-30
Carangidae	<i>Trachinotus ovatus</i> (Linnaeus, 1758)	Palometa blanca	Pelágica litoral	0-20
Carangidae	<i>Lichia amia</i> (Linnaeus, 1758)	Palometón	Pelágica marina y costera	0-50
Carangidae	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	Medregal (Pez de limón), lecha	Bentónica litoral	1-150
Centracanthidae	<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	Caramel	Nectobentónica	15-328
Centrolophidae	<i>Centrolophus niger</i> (Gmelin, 1789)	Romerillo	Epipelágica o mesopelágica	40-1050
Citharidae	<i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758)	Solleta	Demersal	0-300
Clupeidae	<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	Alacha, lacha, lachuela	Pelágica litoral	0-350
Clupeidae	<i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758)	Espadín	pelágico-nerítico	10-150
Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	Sardina	Pelágica litoral	10-100

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución espacial	Rango batimétrico (m)
Congridae	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	Congrio, zafio	Bentónica litoral y batial	2-800
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758	Dorado, llampuga	Epipelágico	0-85
Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	Golondrina	Demersal litoral	1-100
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	Boquerón o anchoa	Pelágica litoral	0-400
Epigonidae	<i>Epigonus telescopus</i> (Risso, 1810)	Tomás	Batidemersal	75-1305
Exocoetidae	<i>Hirundichthys rondelietii</i> (Valenciennes, 1847)	Golondrina de mar	Pelágico-oceánico	0-1
Gadidae	<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso, 1827)	Bacaladilla, bacalá, bacalao	Batipelágico	150-3000
Gadidae	<i>Phycis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	Brótola de fango	Nectobentónica	100-450
Gadidae	<i>Phycis phycis</i> (Linnaeus, 1766)	Brótola de roca	Nectobentónica	200-600
Gadidae	<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	Capellán o Mollera	Nectobentónica	30-300
Gadidae	<i>Trisopterus luscus</i> (Linnaeus, 1758)	Faneca	Nectobentónica	30-300
Gobiesocidae	<i>Lepadogaster lepadogaster</i> (Bonnaterre, 1788)	Pegatimón	Demersal	01-may
Gobiidae	<i>Pseudaphya ferreri</i> (de Buen & fage, 1908)	Caboti	Bentopelágica litoral	5-40
Gobiidae	<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	Chanquete	Pelágico-nerítico	0-97
Gobiidae	<i>Gobius bucchichi</i> (Steindachner, 1870)		Demersal	1-8
Haemulidae	<i>Pomadasys incisus</i> (Bowdich, 1825)	Roncador	Demersal litoral	3-100
Istiophoridae	<i>Tetrapturus belone</i> (Rafinesque, 1810)	Aguja de pico corto	pelágica-oceánica	0-200
Istiophoridae	<i>Istiophorus platypterus</i> (Shaw, 1792)	Pez vela	-	-
Labridae	<i>Xyrichtys novacula</i> (Linnaeus, 1758)	Pejepeine, galán	Demersal litoral	0-100
Labridae	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	Julia	Demersal litoral	2-200
Labridae	<i>Labrus viridis</i> Linnaeus, 1758	Diablo	Demersal litoral	5-200
Labridae	<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758)	Doncella	Demersal litoral y batial	0-250
Labridae	<i>Labrus bergylla</i> (Ascanius, 1767)	Maragota	Arrecife	1-50
Labridae	<i>Labrus turdus</i> (Linnaeus, 1758)	Tordo verde	Arrecife	?
Labridae	<i>Labrus merula</i> (Linnaeus, 1758)	Pinto	Arrecife	?
Labridae	<i>Symphodus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758)	Tordo de roca	Arrecife	1-30
Labridae	<i>Symphodus roissali</i> (Risso, 1810)	Planchita	Arrecife	1-30
Labridae	<i>Symphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758)		Arrecife	1-50

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución espacial	Rango batimétrico (m)
Labridae	<i>Symphodus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	Vagueta	Arrecife	1-50
Labridae	<i>Symphodus melops</i> (Linnaeus, 1758)	Porredana	Arrecife	1-30
Lophiidae	<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807	Rape	Batidemersal	70-1000
Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	Merluza, pijota	Demersal	137-700
Molidae	<i>Mola mola</i> (Linnaeus, 1758)	Pez luna	Pelágico	30-1515
Moronidae	<i>Dicentrarchus punctatus</i> (Bloch, 1792)	Baila	Demersal litoral	
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	Lubina, róbalo	Demersal litoral	0-100
Mugilidae	<i>Chelon saliens</i> (Risso, 1810)	Galua	Demersal	10-?
Mugilidae	<i>Chelon auratus</i> (Risso, 1810)	Galupe o lisa	Pelágico-nerítico	10-20
Mugilidae	<i>Mugil sp.</i>	Mujol	Demersal litoral	0-20
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)	Salmonete de roca	Demersal litoral batial	2-350
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	Salmonete de fango	Demersal litoral batial	10-330
Muraenidae	<i>Muraena helena</i> (Linnaeus, 1758)	Morena pitada	Bentónica litoral y batial	0-800
Peristediidae	<i>Peristedion cataphractum</i> (Linnaeus, 1758)	Armado	Demersal	50-848
Polyprionidae	<i>Polyprion americanus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Cherna	Demersal	40-600
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)	Castañuela	Arrecife	2-40
Pomatomidae	<i>Pomatomus saltarix</i> (Linnaeus, 1766)	Anjova	Pelágico-oceánico	0-200
Sciaenidae	<i>Argyrosomus regius</i> (Asso, 1801)	Corvina	Nectobentónica	0-200
Sciaenidae	<i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)	Berrugato	Demersal	0-100
Sciaenidae	<i>Sciaena umbra</i> (Linnaeus, 1758)	Corvina	Demersal	1-200
Scomberesocidae	<i>Scomberesox saurus</i> (Walbaum, 1792)	Paparda	Epipelágico oceánico y litoral	0-30
Scombridae	<i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)	Atún rojo, atún	Epi y mesopelágica oceánica	0-985
Scombridae	<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)	Bacoreta	Epipelágica litoral y oceánica	1-150
Scombridae	<i>Sarda sarda</i> (Bloch, 1793)	Bonito	Epipelágica litoral y oceánica	0-250
Scombridae	<i>Auxis rochei</i> (Risso, 1810)	Melva	Epipelágica litoral y oceánica	10-?
Scombridae	<i>Auxis thazard</i> (Lacepède, 1800)	Melva	Epipelágica litoral y oceánica	10-?
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782	Estornino	Epipelágica litoral y oceánica	0-250
Scombridae	<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)	Caballa	Pelágico-nerítico	0-1000

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución espacial	Rango batimétrico (m)
Scombridae	<i>Scomber colias</i> (Gmelin, 1789)	Estornino o caballa del sur	Pelágico-nerítico	?
Scophthalmidae	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i> (Walbaum, 1792)	Gallo	Batidemersal	100-700
Scophthalmidae	<i>Scophthalmus rhombus</i> (Linnaeus, 1758)	Remol	Demersal	0-100
Scophthalmidae	<i>Scophthalmus maximus</i> (Linnaeus, 1758)	Rodaballo	Demersal	20-70
Scorpaenidae	<i>Scorpaena scrofa</i> Linnaeus, 1758	Cabracho	Bentónica litoral y batial	5-400
Scorpaenidae	<i>Scorpaena elongata</i> (Cadenat, 1943)	Gallineta rosada	Demersal	75-800
Scorpaenidae	<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758	Rascacio	Bentónica litoral	3-200
Sebastidae	<i>Helicolenus dactylopterus</i> (Delaroche, 1809)	Gallineta	Batidemersal	50-1100
Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	Cabrilla rubia, cabrilla	Demersal litoral y batial	5-350
Serranidae	<i>Epinephelus fasciatus</i> (Forsskål, 1775)	Falso abadejo	Demersal	4-160
Serranidae	<i>Epinephelus marginatus</i> (Linnaeus, 1758)	Mero	Nectobentónica	8-100
Serranidae	<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)	Vaquita, vaquita de piedra	Demersal litoral	0-80
Serranidae	<i>Epinephelus costae</i> (Linnaeus, 1758)	Falso abadejo	Demersal	1-300
Serranidae	<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758)	Vaca, Serrana	Demersal	5-150
Soleidae	<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	Lenguado	Demersal	0-150
Soleidae	<i>Dagetichthys lusitanicus</i> (Brito Capello, 1868)	Lenguado portugués	Demersal	0-150
Soleidae	<i>Solea senegalensis</i> (Kaup, 1858)	Lenguado senegalés o lenguado rubio	Demersal	0-150
Sparidae	<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1827)	Aligote o besugo blanco	Bentopelágica litoral y batial	3-380
Sparidae	<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)	Besugo	Bentopelágica litoral y batial	5-500
Sparidae	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	Boga	Bentopelágica litoral y batial	0-250
Sparidae	<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	Breca	Bentopelágica litoral y batial	5-254
Sparidae	<i>Pagellus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	Breca chata	Demersal	100-250
Sparidae	<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	Chopa	Bentopelágica litoral y batial	1-250
Sparidae	<i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)	Boigón, chucla	Demersal	30-130
Sparidae	<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)	Dentón europeo	Demersal litoral	2-200
Sparidae	<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	Dorada	Demersal litoral	1-100
Sparidae	<i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758)	Herrera, jarrera	Demersal litoral	26696
Sparidae	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	Mojarra	Demersal litoral	1-100

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución espacial	Rango batimétrico (m)
Sparidae	<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	Galana, doblada	Bentopelágica litoral	13150
Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	Bocinegro, pargo	Bentopelágica litoral y batial	2-270
Sparidae	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	Raspallón	Demersal litoral	3-140
Sparidae	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)	Salema	Bentopelágica litoral	0-50
Sparidae	<i>Dentex maroccanus</i> (Valenciennes, 1830)	Sama	Nectobentónica	20-250
Sparidae	<i>Dentex gibbosus</i> (Rafinesque, 1810)	Sama de pluma, corcobá	Bentónica litoral y batial	2-214
Sparidae	<i>Diplodus cervinus cervinus</i> (Lowe, 1838)	Sargo breado, pejeladrillo	Demersal litoral	0-100
Sparidae	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792)	Sargo picudo	Demersal litoral	2-134
Sparidae	<i>Diplodus sargus sargus</i> (Linnaeus 1758)	Sargo	Demersal litoral	0-140
Sparidae	<i>Pagrus auriga</i> (Valenciennes, 1843)	Hurta	Nectobentónica	0-170
Sparidae	<i>Spicara maena</i> (Linnaeus, 1758)	Chucla	Pelágico-nerítico	30-130
Sphyraenidae	<i>Sphyraena sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)	Espetón	Pelágico litoral	0-100
Syngnathidae	<i>Syngnathus typhle</i> (Linnaeus, 1758)	Aguja mula	demersal	01-20
Trachinidae	<i>Trachinus araneus</i> (Cuvier, 1829)	Araña	Demersal litoral	0-100
Trachinidae	<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	Escorpión	Demersal litoral	03-62
Trichiuridae	<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)	Pez cinto o sable plateado	Bentopelágica litoral y batial	45-1000
Triglidae	<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacepède, 1801)	Cabete	Demersal	30-450
Triglidae	<i>Trigla lyra</i> (Linnaeus, 1758)	Garneo	Batidemersal	0-700
Triglidae	<i>Chelidonichthys lastoviza</i> (Bonnaterre, 1788)	Borracho	Demersal	10-150
Triglidae	<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)	Rubio de hondura	Bentónica litoral	50-200
Triglidae	<i>Chelidonichthys obscurus</i> (Linnaeus, 1758)	Rubio, virete	Bentónica litoral	20-100
Triglidae	<i>Trigla lyra</i> (Linnaeus, 1758)	Cabrilla	Batidemersal	0-700
Triptyeriidae	<i>Triptyerion tripterionotum</i> (Risso, 1810)	Moma nariguda	Demersal	6-12
Triptyeriidae	<i>Triptyerion delaisi</i> (Cadenat, 1970)		Demersal	0-40
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i> (Linnaeus, 1758)	Miracielo	Demersal litoral	5-200
Xiphiidae	<i>Xiphias gladius</i> (Linnaeus, 1758)	Pez espada	Epielágica litoral y oceánica	0-800
Zeidae	<i>Zeus faber</i> (Linnaeus, 1758)	Pez de San Pedro, gallo	Bentopelágica litoral y batial	10-340

#### **7.4.1.2 Espacios de elasmobranquios con presencia potencial en el área de estudio**

En las siguientes tablas se muestra las especies de elasmobranquios potencialmente presentes en la costa de la Región de Murcia<sup>58</sup> obtenido de las siguientes fuentes:

- Catálogos de peces del Atlántico oriental y mar Mediterráneo (FNAM) (Whitehead et al., 1984-1986) y del Atlántico tropical oriental (CLOFETA) (Quéro et al., 1990).
- Base de datos de peces FishBase (Froese & Pauly, 2014).
- “Tiburones y Rayas de la Región de Murcia, Proyecto TIBURCIA, 2021” y Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS 2008).
- “ICTIOTERM (base de datos de ictioterminológicos asociados a una correcta y actual identificación de especies pesqueras de las costas de Andalucía)”.
- Compagno L., Fowler S y Dando M. “Guía de campo de los tiburones del mundo” 2005. ISBN 84-282-1252-X.

---

<sup>58</sup> Se trata de un listado mínimo que se considera suficiente dado el alcance de este trabajo, con las especies más importantes, obtenido de las fuentes consultadas, pudiéndose completar con alguna más.

Tabla 44. Especies de peces cartilaginosos potencialmente presentes en la Región de Murcia

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución espacial	Rango batimétrico (m)
Alopiidae	<i>Alopias vulpinus</i> , Bonnaterre, 1788	Tiburón zorro, zorro blanco	Pelágico	0-650
Carcharhinidae	<i>Prionace glauca</i> , Linnaeus, 1758	Tintorera	Pelagico	0-1160
Cetorhinidae	<i>Cetorhinus maximus</i> , Gunnerus, 1765	Tiburón peregrino, durmiente	Pelagico	0-1000
Dalatiidae	<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	Negra, gata, carocho	Demersal	40-1800
Dasyatidae	<i>Pteroplatytrygon violacea</i> , (Bonaparte, 1832)	Raya pelágica, raya látigo	Pelágica	0-240
Etmopteridae	<i>Etmopterus spinax</i> , Linnaeus, 1758	Tiburón linterna velludo, negrito	Bentónico	70-2500
Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i> , (Linnaeus, 1758)	Raya mariposa	Bentónico	0-70
Hexanchidae	<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterre, 1788)	Cañabota, cazona	Bentopelágica oceánica	90-2500
Lamnidae	<i>Isurus oxyrinchus</i> , Rafinesque, 1810	Marrajo	Pelágico	0-900
Myliobatidae	<i>Mobula mobular</i> (Bonnaterre, 1788)	Maroma, manta	Epipelágica litoral y oceánica	0-1112
Myliobatidae	<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)	Pejerratón, chucho	Bentopelágica litoral	8-150
Oxynotidae	<i>Oxynotus centrina</i> , Linnaeus, 1758	Cerdo marino, tiburón cerdo	Bentónica	50-780
Pentachidae	<i>Galeus atlanticus</i> , Vaillant, 1888	Pintarroja atlántica	Bentónica	330-790
Pentachidae	<i>Galeus melastomus</i> , Rafinesque, 1810	Pintarroja bocanegra	Bentónica	50-2000
Rajidae	<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758	Raya pinchua	Demersal	5-1020
Rajidae	<i>Raja asterias</i> , Delaroche, 1809	Raya fina	Bentónico	0-200
Rajidae	<i>Raja brachyura</i> , Lafont, 1871	Raya	Bentónico	0-400
Rajidae	<i>Raja miraletus</i> , Linnaeus, 1758	Raya de espejos	Demersal	10-530
Rajidae	<i>Raja montagui</i> , Fowler, 1910	Raya pintada	Demersal	100-600
Rajidae	<i>Raja polystigma</i> , Regan, 1923	Raya manchada	Demersal	20-633
Rajidae	<i>Raja radula</i> , Delaroche, 1809	Raya áspera	Demersal	0-350
Rajidae	<i>Leucoraja naevus</i> , (Müller y Henle, 1841)	Raya santiaguesa	Demersal	20-500
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos rhinobatos</i> (Linnaeus, 1758)	Guitarra	Demersal	0-100
Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	Pintarroja	Bentónico	0-545
Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	Alitán, gatilla	Bentónico	20-500
Squalidae	<i>Squalus acanthias</i> , Linnaeus, 1758	Mielga, Galludo, pinchudo	Demersal	0-1400
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	Tembladera	Demersal litoral	1-100



Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución espacial	Rango batimétrico (m)
Torpedinidae	<i>Torpedo torpedo</i> (Linnaeus, 1758)	Tembladera	Demersal	2-400
Torpedinidae	<i>Tetronarce nobiliana</i> , (Bonaparte, 1835)	Torpedo del atlántico	Demersal	10-500
Triakidae	<i>Galeorhinus galeus</i> (Linnaeus, 1758)	Cazón dientuzo	Bentopelágica litoral y oceánica	2-470
Triakidae	<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	Cazón, musola	Demersal	1-270

#### **7.4.2 Cetáceos potencialmente presentes en el área de estudio**

En aguas españolas circulan 27 especies de cetáceos, todos ellos incluidos en la normativa de biodiversidad nacional: Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, el Real Decreto 699/2018, de 21 de junio, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre y la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, y la mitad de ellos se encuentran amenazados.

Tal y como el documento de "Evaluación del Estado del Medio Marino y Definición del Buen Estado Ambiental, del segundo ciclo de las Estrategias Marinas (2018-2024)" indica, para la demarcación levantino-balear podemos encontrar las siguientes especies de cetáceos en función de su presencia (residentes y visitantes o transeúntes):

1. Se consideran residentes, según la IUCN, 8 especies: 1 misticeto, el rorcual común (*Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758)) y 7 odontocetos, el cachalote (*Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758), el calderón común (*Globicephala melas* (Traill, 1809)), el calderón gris (*Grampus griseus* (G. Cuvier, 1812)), el delfín mular (*Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)), el delfín listado (*Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)), el delfín común (*Delphinus delphis* Linnaeus, 1758) y el zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris* Cuvier, 1823).
2. Se consideran ocasionales 12 especies visitantes o transeúntes: 5 misticetos el rorcual aliblanco (*Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804), rorcual norteño (*Balaenoptera borealis* Lesson, 1828), ballena gris (*Eschrichtius robustus* (Lilljeborg, 1861)), ballena franca glacial (*Eubalaena glacialis* (Müller, 1776)) y la yubarta (*Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781)) y 7 odontocetos la pseudorca (*Pseudorca crassidens* (Owen, 1846)), delfín de hocico estrecho o de dientes rugosos (*Steno bredanensis* (G. Cuvier in Lesson, 1828)), orca (*Orcinus orca* (Linnaeus, 1758), cachalote enano (*Kogia sima* (Owen, 1866)), el zifio calderón (*Hyperoodon ampullatus* (Forster, 1770)), zifio de Blainville (*Mesoplodon europaeus* (Gervais, 1855)) y zifio de Ginkgo o zifio japonés (*Mesoplodon ginkgodens* Nishiwaki & Kamiya, 1958).

De cara a la gestión marina, no cabe más que referirse a la población residente de 8 especies.

La importancia de los cetáceos en la "ZEC ES6200048, Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón" se justifica por la existencia de importantes poblaciones de calderón común (*Globicephala melas*), calderón gris (*Grampus griseus*), la presencia ocasional de ejemplares de zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) y la habitual presencia en épocas migratorias de ejemplares de cachalote (*Physeter macrocephalus*) y de rorcual común (*Balaenoptera physalus*) que utilizan el área como zona de alimentación. Supone además una zona relevante para especies de delfínidos como el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) o el delfín común (*Delphinus delphis*). Por el contrario, el delfín mular (*Tursiops truncatus*), muestra en el espacio protegido preferencia por zonas de plataforma continental, no siendo corriente observarlos en aguas con profundidades superiores a 1000 metros<sup>59</sup>.

##### **7.4.2.1 Delfín mular (*Tursiops truncatus*)**

En la zona es importante el delfín mular (*Tursiops truncatus*) que presenta las siguientes características:

---

<sup>59</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

**Identificación:** Aleta dorsal falcada en el centro de la espalda, con aspecto robusto y rostro corto. De color gris oscuro degradante hacia las zonas inferiores, llegando a la zona ventral, su tono es blanquecino o rosado. Poseen de 20 a 24 pares de dientes en la maxila y de 20 a 26 pares en la mandíbula.

**Tamaño:** La talla media para los machos es de 2,7 metros y para las hembras de 2,5-2,6 metros. Los adultos pueden alcanzar tamaños de hasta 3 metros y tener un peso superior a los 500 kilos.

**Biología:** Su madurez sexual se alcanza entre los 11-12 años. Su gestación dura entre 12-13 meses, con un tamaño de recién nacido de entre 98 y 130 cm. Posee un ciclo reproductor bienal o trienal, con una longevidad de hasta 30 años. Los grupos están compuestos principalmente por 7-10 individuos que en ocasiones se reúnen y forman grandes manadas

**Hábitat:** Especie costera, bastante cerca de la orilla, aunque también los vemos en aguas abiertas.

Se trata de una especie cosmopolita típica de regiones tropicales y templadas, aunque puede vivir también en aguas relativamente frías. Se caracteriza por tener un comportamiento muy gregario. Posee una dieta muy variada: merluzas, besugos, caballas, pulpos, calamares y gambas, entre otros animales marinos. El mar de Alborán sostiene un núcleo de población de unos 1.200 delfines, de especial relevancia para el mantenimiento de un flujo genético entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo.



Figura 171. *Tursiops truncatus* (T. Lucas)

Los Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón y el delfín mular<sup>60</sup>: son zonas identificadas como de alta frecuentación por el delfín mular, siendo utilizada principalmente por esta especie como zona de alimentación. Presente en el área a lo largo de todo el año, no se suele observar en aguas con profundidades superiores a 1000 metros, encontrándose sus hábitats preferidos en las zonas de plataforma continental, en los extremos oriental y occidental del espacio, donde la especie cuenta con densidades medias altas.

Respecto a su tamaño poblacional, entre los años 1999 y 2001, se obtuvo un valor de abundancia para la costa de la Región de Murcia y la costa de la Comunidad Valenciana de 1333 individuos (95% IC= 739-2407), con una densidad absoluta de

<sup>60</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

0,041 delfines por kilómetro cuadrado (95% IC= 0,023–0,075). Estudios desarrollados a lo largo del periodo 2009- 2010 arrojan una estima para la Región de 740 individuos (95% IC=382-1094). Estudios más recientes, desarrollados a lo largo del periodo 2010-2011 arrojan por su parte una estima de 812 individuos (95% IC=655-1039) que han usado la zona desde la isla de Tabarca hasta el Cabo de Gata. Se considera que parte de estos individuos realizarían un uso permanente del espacio protegido constituyendo grupos residentes con un área de campeo ampliada a las zonas de Almería y Comunidad Valenciana, mientras otra parte de los individuos avistados se correspondería con llegadas esporádicas a las costas de Murcia provenientes principalmente de las dos zonas anteriormente mencionadas.

En el marco de la elaboración del informe relativo a la aplicación de la Directiva Hábitats 2007-2012, la estimación realizada del tamaño de la población de la especie *Tursiops truncatus* en la región marina mediterránea establece un intervalo de 10.000-50.000 individuos. Tomando como referencia este dato, la evaluación del tamaño de la población presente en el ámbito marino de la Región de Murcia con respecto a la población nacional en el ámbito de la región marina mediterránea, indica que la presencia de la especie de interés comunitario *Tursiops truncatus* en la Región de Murcia es relevante.

El delfín mular puede verse afectado por la degradación de su hábitat debido a diversos factores antropogénicos. Dentro de estos factores, la competencia por recursos con pesquerías constituye en el espacio una amenaza potencial para la especie. La inclusión en su dieta de especies de peces de roca de alto valor comercial en la zona da lugar a una competencia directa por estas especies con el sector pesquero. La falta de disponibilidad natural de alimento y la capacidad de esta especie para aprovechar nuevas fuentes de recursos como son los descartes o los peces enmallados, puede dar lugar a un aumento de las interacciones operacionales en la zona, aumentando por tanto las probabilidades de captura accidental.

Un impacto que ocurre hasta ahora sólo en poblaciones de delfín mular es el derivado de la interacción con jaulas de acuicultura. Los estudios realizados sobre el uso de las instalaciones de acuicultura por esta especie apuntan a un claro aprovechamiento de manera permanente y/u ocasional de este medio para obtener alimento, lo cual genera cambios en las pautas de comportamiento de los individuos estudiados. Así, de los 426 animales foto-identificados desde la isla de Tabarca hasta la bahía de Almería en el periodo 2000-2014, 118 han sido vistos por lo menos en una ocasión interaccionando con alguna de las granjas de acuicultura estudiadas.

Respecto al tráfico marítimo en el espacio marino protegido, se considera potencialmente dañino para los delfines mulares a través de la presencia física, la actividad del buque, el aumento de los niveles de ruido bajo el agua generado por los motores de los barcos y sonares o una combinación de estos factores. Las colisiones con embarcaciones son raras, pero ocurren y pueden causar lesiones. Por su parte, la contaminación acústica producida por los barcos, así como otra serie de actividades humanas, como son los dragados, las obras costeras o las maniobras militares, puede impedir el desarrollo normal de los procesos de ecolocalización, vital para las funciones tróficas y de reproducción de la especie, generar cambios comportamentales, como el abandono de un área importante para la alimentación, generar situaciones de estrés en los individuos, etc. Altos niveles de ruido antropogénico pueden incluso producir una disminución en los stocks de las especies presa, afectando por tanto a la disponibilidad de alimento.

En cuanto a la contaminación química del agua en el ámbito de la ZEC, procedente principalmente del desarrollo de las zonas litorales adyacentes al espacio marino protegido, puede provocar una pérdida de las condiciones adecuadas para el desarrollo de la especie, así como de sus especies presa.

Asimismo, la regresión de hábitats tan importantes como las praderas de Posidonia o los fondos de máel y la destrucción mecánica de fondos rocosos afecta directamente y de forma negativa a las presas del delfín mular.

Dentro de los factores naturales, las epizootias como la causada por morbillivirus, pueden afectar seriamente a sus poblaciones. Finalmente, el cambio climático global afecta el medio marino y el ecosistema en el cual se incluyen los cetáceos.

#### **7.4.2.2 Otras especies de cetáceos de interés<sup>61</sup>:**

Dentro de las especies de cetáceos de hábitos profundos identificadas en el ámbito del espacio marino protegido de la ZEC, el calderón común parece encontrarse en el área protegida en todas las estaciones del año, estando ligada su presencia a las aguas profundas de la zona de ruptura del talud. Los análisis de isótopos indican que posiblemente estos calderones pueden incluir en su dieta, además de los cefalópodos esperados, especies de peces de carácter relativamente costero al alcanzarse grandes profundidades en algunas zonas muy cerca de costa. Pertenecerían estas poblaciones junto con las poblaciones del mar de Alborán a una misma unidad de gestión dentro del Mediterráneo occidental y diferente a su vez de la unidad de gestión del estrecho de Gibraltar que no se mezcla con las anteriores. En cuanto a su abundancia, la estima mediante modelización espacial desde el extremo occidental del estrecho de Gibraltar hasta el cabo de Palos, incluyendo por tanto el área del espacio marino protegido, y hasta unas 20-25 millas de costa, es de unos 2888 calderones comunes (CV= 0,12, 95% IC= 2565-3270), con una estima de densidad de 0,122 animales/km<sup>2</sup> para datos entre 1992 y 2010 recogidos en los meses de verano (junio a septiembre).

Por su parte, el calderón gris es una especie que puede observarse durante todo el año en el golfo de Vera con relativa frecuencia, ya que parece mostrar cierta fidelidad a aquellas zonas adecuadas para su alimentación. Suele encontrarse al igual que el calderón común, en aguas profundas de la zona de ruptura del talud, en grupos pequeños-medianos de entre 2 a 30 individuos, con una media de 12 individuos por grupo, número que aumenta en los meses de verano, así como también aumenta la presencia de crías. La probabilidad de avistamiento de esta especie es mayor durante los meses fríos y disminuye conforme llega el verano, lo que hace suponer que su presencia está ligada a la temperatura del agua.

Asimismo, el cachalote y el rorcual común utilizan las aguas profundas del espacio marino protegido durante sus migraciones como zona de alimentación, contando el primero con una presencia más frecuente en la zona.

En el Mediterráneo, el cachalote está distribuido desde el estrecho de Gibraltar hasta la cuenca oriental. Debido a su alimentación oportunista, se encuentra en zonas de alta productividad desde los 500 a más de 2000m de profundidad, tanto en el talud continental, donde su distribución se relaciona con las características batimétricas, como en las aguas oceánicas más profundas, donde su hábitat preferido corresponde

---

<sup>61</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

a zonas de frente de corrientes y zonas de orografía de fondo abrupta. Algunos individuos identificados en el estrecho de Gibraltar fueron observados en aguas de la Región de Murcia y en el mar de Liguria (a una distancia en línea recta de unos 1600km) pero ninguno fue observado en el océano Atlántico, confirmando el aislamiento de la población mediterránea a nivel genético sugerido por algunos estudios. Por su parte, el rorcual común es una especie con movimientos migratorios muy marcados. En el Mediterráneo occidental, se concentra durante los meses de verano en aguas del norte de la cuenca donde se alimentan y a finales del verano la mayoría de los individuos abandonan esta área para dirigirse a otras más cálidas, probablemente en el sur de la cuenca, para la reproducción. En el Mediterráneo peninsular la presencia de rorcual común es importante durante la primavera y principio del verano. Normalmente se encuentra en aguas profundas, siguiendo el límite de la plataforma continental, aunque también puede observarse cerca de costa.

Finalmente señalar que en la última década se produjo el avistamiento en el ámbito marino protegido de dos ejemplares de zifio de Cuvier así como el varamiento de un ejemplar en 2013 frente a las costas de Águilas. Esta especie, predominantemente oceánica, se encuentra frecuentemente asociada con hábitats de gran pendiente, con marcada preferencia por cañones submarinos y escarpes.

Dentro del grupo de los delfínidos, el delfín listado es la especie de cetáceo más abundante en el ámbito del espacio marino protegido, así como en el Mediterráneo, pudiendo ser observada en el área durante todo el año. Las últimas estimas realizadas para la Región de Murcia y Comunidad Valenciana (periodo 2000-2003) muestran una población de 15.778 individuos. En el caso del delfín común, el golfo de Vera supondría la última "frontera" de esta especie a nivel del Mediterráneo, al haber desaparecido mayoritariamente de las dos cuencas mediterráneas en los últimos 100 años debido a la sobreexplotación por las pesquerías de sus principales presas. Cuenta esta especie con una estima de abundancia, para el mar de Alborán y golfo de Vera, de 19428 individuos (CV=0,10. 0,18, 95% IC = 15277-22804) en el periodo 2000-2004, detectándose variaciones en la abundancia tanto estacionales como geográficas, con una densidad media más elevada durante el verano que durante el invierno y mayor en el mar de Alborán que en el golfo. En el golfo de Vera se observó un declive de la densidad en el periodo de 1996 al 2004 comparado con el periodo entre 1992 y 1995 que podría estar relacionado con el crecimiento exponencial de la acuicultura, ya que esta industria estaba explotando las presas utilizadas por esta especie para alimentar a los peces de acuicultura.

Entre las amenazas potenciales o reales que pueden afectar al estado de conservación de estas seis especies de cetáceos cabe reseñar el enmallamiento en artes de pesca que puede provocar graves lesiones o mortalidad. En el ámbito del espacio protegido se han registrado casos de entallamiento con cabos o artes de pesca en ejemplares de delfín listado. Asimismo, está documentado que los delfines comunes pueden ser capturados con relativa frecuencia en redes de cerco, de arrastre y de enmalle, entre otras.

Las colisiones con embarcaciones es también una potencial fuente de riesgo, especialmente en el caso de especies como el cachalote. En el ámbito del espacio protegido se han registrado daños por colisión en ejemplares de delfín listado.

Como se ha citado anteriormente, la observación de cetáceos en el ámbito del espacio protegido, debido a la presencia de hasta siete especies diferentes de

cetáceos, algunas con poblaciones estables durante todo el año como es el caso del calderón común, el calderón gris o el delfín listado, puede suponer un riesgo para las poblaciones si no se desarrolla de forma adecuada.

Otro factor a tener en cuenta como impacto potencial es el ruido submarino cuyas perturbaciones pueden causar efectos negativos en la condición corporal y en el éxito reproductivo de los individuos, o en el bienestar y en la viabilidad de las poblaciones. Así, el ruido submarino puede dificultar o impedir la alimentación, comunicación y navegación, incluyendo la interrupción de lazos familiares y sociales, así como tener efectos sobre la distribución de presas, abundancia y áreas de puesta. Puede resultar en pérdida de audición (cambios de umbrales de audición temporales o permanentes), estrés crónico, daño físico, incluyendo el síndrome de descompresión, y la muerte en casos extremos como es el caso de los zifios.

Por su parte, el agotamiento de presas por sobreexplotación puede producir alteración en la distribución y presencia de las especies de cetáceos, dando lugar incluso a una desestructuración social, así como cambios en su dieta con un mayor consumo de presas alternativas y un aumento de competencia por el alimento. Esto puede tener graves consecuencias para el éxito reproductivo, condición corporal, crecimiento, período de reproducción y puede suponer un aumento de la susceptibilidad a las enfermedades, desnutrición y aumento de la exposición a los contaminantes mediante el metabolismo de la grasa corporal y movilización de los compuestos nocivos allí almacenados. En el ámbito del espacio protegido, dentro de la sobreexplotación pesquera señalar cómo la escasez de presas objetivo (sardina, boquerón) ha llevado a la flota de cerco de pequeños pelágicos a centrar sus capturas en otras especies de bajo valor comercial con fines acuícola (alacha, aguja, etc.), lo que puede afectar muy negativamente a la población de delfín común, al alimentarse del conjunto de estas especies.

Respecto a la contaminación química de las aguas, la bioacumulación de contaminantes ha sido relacionada con alteraciones de la función inmunológica y rendimiento reproductivo en cetáceos y se ha asociado a una mayor mortalidad por enfermedades y parásitos. Para las basuras flotantes, el enredo en desechos marinos puede causar asfixia y/o inanición, maniobrabilidad reducida y trauma físico. En el caso de especies con alimentación teutófaga, en especial especies como el zifio, calderón gris o cachalote, la ingestión accidental de plásticos al confundirlos con sus presas puede resultar en daños físicos o bloqueo del tracto digestivo.

Cabe resaltar asimismo cómo algunas de estas seis especies de cetáceos se han visto afectadas por enfermedades altamente virulentas como es el caso del morbillivirus. Durante la epizootia del 2006, las diferentes poblaciones de calderones comunes y de delfín listado de la región occidental del Mediterráneo vieron diezradas sus poblaciones a causa de esta enfermedad. Los estudios demuestran que el efecto de la epidemia no fue únicamente durante el primer año si no que siguió durante varios años después. Asimismo, datos para el calderón gris en el ámbito del espacio protegido sugieren que sus poblaciones se habrían visto afectadas probablemente por este virus. A pesar de no haberse detectado ningún caso de morbillivirus en el Mediterráneo español en delfines comunes, esta enfermedad podría suponer una amenaza potencial en aquellas zonas donde la distribución de delfines comunes, listados y/o calderones comunes se solapa como es el caso del espacio marino protegido.

Por otra parte, cualquier actividad humana que degrada el hábitat de las presas, por ejemplo, los daños causados por el arrastre de fondo pueden impactar negativamente en sus especies depredadoras. La sensibilidad ante la pérdida del hábitat, su degradación o restricción depende de la especie y la importancia de la zona para las diferentes etapas de su ciclo vital.

Finalmente, el cambio climático también puede afectar a estas especies. Los impactos pueden ser directos, como el aumento de la temperatura, cambios de salinidad, aumento de la acidez, aumento del nivel del mar, así como indirectos, a través de cambios en sus presas y / o hábitat.

**Resultados de los trabajos de campo:** Durante los trabajos de campo no se observaron en el área de estudio ningún ejemplar de cetáceos de cualquier especie en general ni de delfín mular (*Tursiops truncatus*) en particular. Dado que la presencia de cetáceos en la franja costera de la Región de Murcia está demostrada teóricamente según la bibliografía consultada, se tendrá en cuenta en el apartado de valoración de impactos y por lo tanto también a la hora elaborar el "Plan de Vigilancia Ambiental" de la instalación acuícola.

### 7.4.3 Tortugas marinas

Esta Demarcación cuenta con la presencia de las 6 tortugas marinas que frecuentan nuestras aguas, aunque 3 de ellas se encuentran sólo de forma ocasional (*Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys kempii* y *Lepidochelys olivacea*).

Tabla 45. Tortugas marinas potencialmente presentes en España

Familia	Nombre científico	Nombre común	Rango batimétrico (m)
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	Tortuga boba	< 200
Cheloniidae	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	Tortuga verde	< 200
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i> (Vandelli, 1761)	Tortuga laúd	0-1000
Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766)	Tortuga carey	< 200
Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)	Tortuga olivácea	< 200
Cheloniidae	<i>Lepidochelys kempii</i> (Garman, 1880)	Tortuga de Kemp o lora	< 230

Respecto a las especies de tortugas marinas, la importancia de la cuenca occidental del Mediterráneo como zona de congregación y alimentación de ejemplares de tortuga boba (*Caretta caretta*), tanto mediterránea como atlántica, es ampliamente conocida. Los datos obtenidos revelan que el Mediterráneo occidental es una zona de gran importancia para esta especie, no sólo durante el verano, sino también el resto del año, principalmente la cuenca de Alborán, los montes submarinos del Seco de los Olivos, los cañones del golfo de Vera, el escarpe de Mazarrón y la zona oriental del Estrecho. En los últimos años, los estudios llevados a cabo para el seguimiento de tortuga boba en el mar de Alborán y sus áreas contiguas del golfo de Cádiz y golfo de Vera han permitido constatar que los movimientos de la mayoría de los ejemplares marcados parecen seguir el recorrido de las corrientes marinas superficiales predominantes en el Mediterráneo occidental. Los ejemplares de tortuga boba presentes en las aguas del espacio marino protegido pertenecerían mayoritariamente a la población del Atlántico occidental, que atravesando el estrecho de Gibraltar llega al Mediterráneo donde permanecerá varios años, produciéndose su migración de retorno al acercarse su maduración sexual. Asimismo, se ha constatado en la zona de estudio la presencia de un número importante de ejemplares de tortuga boba con



origen en el Atlántico oriental (Cabo Verde) (Monzón-Argüello, et al, 2010). Esta población ha sido clasificada recientemente como la población de tortuga careta más amenazada del Atlántico y una de las 11 poblaciones mundiales de tortuga marina más amenazada del mundo (Wallace et al. 2011, IUCN-MTSG)<sup>62</sup>.

Si bien la casi totalidad de tortugas avistadas en el entorno del espacio marino protegido han sido ejemplares de tortuga boba, la llegada ocasional hasta sus aguas de ejemplares de tortuga verde (*Chelonia mydas*) es evidente como demuestra el varamiento de tres ejemplares en 2011 en playas del TTMM de Águilas. Esta especie, aunque tiene una distribución tropical, puede aparecer en las zonas más meridionales del Mediterráneo occidental. Por su parte, el avistamiento de un ejemplar vivo de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el entorno del seco de los Olivos, así como la llegada en la última década de tres ejemplares muertos hasta las costas de la Región revela asimismo la presencia de esta especie en el ámbito del espacio. Su alimentación, basada principalmente en invertebrados planctónicos y medusas, hace que se encuentre en alta mar asociada a las grandes corrientes oceánicas de la cuenca occidental del Mediterráneo<sup>63</sup>.

#### **7.4.3.1 Tortuga boba. (*Caretta caretta*)**

En la zona es importante la **tortuga boba, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)** que presenta las siguientes características:

Identificación y descripción: Coloración dorsal marrón con bordes rojizos o anaranjados y vientre blanquecino con tonos amarillo-pálidos. Se caracteriza por tener dos pares de escamas prefrontales en la cabeza. El caparazón dorsal muestra 5 escamas vertebrales, 5 escamas costales, 11-13 marginales a cada lado y 2 escamas supracaudales; la escama nucal está en contacto con las dos primeras escamas costales, a diferencia de la tortuga verde o Carey, si bien es frecuente la aparición de anomalías asimétricas en la disposición de las escamas. El pico queratinizado presenta bordes lisos. Las aletas delanteras y las extremidades posteriores, con forma de timón, presentan 2 uñas. Los machos adultos alcanzan un tamaño ligeramente superior al de las hembras y tienen una cola relativamente larga y robusta que puede superar los 30 cm de largo, mientras que en las hembras raramente asoma por fuera del espaldar. Estos caracteres sexuales secundarios externos no aparecen hasta la maduración sexual. Los recién nacidos tienen tonos grises oscuros y suelen presentar las escamas vertebrales imbricadas formando 2 ó 3 quillas dorsales, así como el borde del espaldar aserrado, rasgos que se pierden según se aproximan las tortugas a la madurez sexual. Adquieren los tonos marrones rojizos característicos de la especie en la etapa de juveniles jóvenes. En los individuos grandes es muy frecuente la presencia de variedad de organismos epibiontes asociados al caparazón dorsal -algas, gusanos tubícolas, balanos u otros crustáceos sésiles.

Tamaño: Talla media 70 cm, aunque la especie de adulta llega a alcanzar 120 cm de longitud y un peso de 200 kg.

Hábitat y biología: Es la tortuga marina más común en las aguas españolas. El litoral de la Península Ibérica es considerado como una importante zona de alimentación de juveniles, frecuentes hasta 70 cm de longitud recta del caparazón. Es especialmente abundante en zonas del Mediterráneo como el mar de Alborán o el entorno de las

---

<sup>62, 63</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

islas Baleares y Canarias, y menos frecuente en el Atlántico y el Cantábrico. La inmensa mayoría de tortugas bobas proceden de diferentes zonas de anidación estables alejadas del litoral español. Así, las tortugas de origen atlántico que se encuentran en el Mediterráneo suelen distribirse principalmente por todo el mar de Alborán y la cuenca argelina, con especial concentración en las Islas Columbretes y el sur de las Islas Baleares; las tortugas de origen Mediterráneo oriental se distribuyen hacia el este por el litoral francés e italiano; y las tortugas presentes en las Islas Canarias se distribuyen hacia el continente africano y hacia mar abierto. Se trata de la tortuga marina que anida a latitudes más altas en ambos hemisferios y la única especie que lo hace con éxito en España, aunque en la actualidad sea sólo de forma ocasional en el sector mediterráneo. Suele anidar en playas arenosas, en zonas dunares con vegetación halófila, enterrando los huevos a unos 40- 50 cm de profundidad. Los neonatos se desplazan rápidamente a mar abierto, dispersándose a zonas de alimentación que pueden distar miles de kilómetros. Los machos no retornarán a la playa nunca. Es una especie común en mar abierto, aunque también es frecuente en zonas costeras. Los individuos pequeños suelen nadar asociados a corrientes marinas dominantes. Una vez alcanzan la etapa adulta, muestran una preferencia por hábitats costeros asociados a un cambio de alimentación. La tortuga boba posee una dieta muy diversa, que cambia según su etapa vital, siendo pelágica y preferentemente carnívora (zoófaga) como juvenil; y pasando a nerítica y omnívora en la fase adulta. En las aguas españolas, utilizadas como área de preparación en su migración a las zonas costeras del Atlántico occidental, los individuos rara vez alcanzan tallas adultas, por lo que su presencia próxima a la costa es escasa y la mayoría de los individuos tienen una vida principalmente oceánica con una alimentación eminentemente pelágica a base de gran variedad de animales marinos de pequeño tamaño y baja velocidad de desplazamiento. Es frecuente su asociación a barcos pesqueros, comiendo descartes, cebos o animales enmallados.

Es una Especie prioritaria en su conservación. Está Amenazada en el Mediterráneo (Lista Roja IUCN 1996). Se trata de una especie cosmopolita de aguas tropicales y subtropicales. Costumbres solitarias y alimentación omnívora, incluyendo en su dieta crustáceos, peces, moluscos, fanerógamas marinas y medusas.



Figura 172. *Caretta caretta* (T. Lucas)

### Los Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón y la tortuga boba<sup>64</sup>:

El escarpe de Mazarrón destaca como un área de especial interés para esta especie. Aquí las tortugas pasan por tres fases importantes de su vida: las fases de migración pasiva y activa en mar abierto agregándose en zonas frontales donde abunda el alimento, y la fase de alimentación en fondos rocosos, principalmente en busca de crustáceos. No existen datos de abundancia en esta zona, aunque hay que destacar el área en torno al cabo de Palos por presentar elevadas concentraciones de la especie, en su mayoría ejemplares juveniles y subadultos, sobre todo en época estival.

No se dispone de datos que permitan evaluar la presencia de la especie en la ZEC, ni establecer su importancia a escala nacional o comunitaria en el ámbito de la región marina mediterránea.

La tortuga boba está sometida a una serie de presiones y amenazas antrópicas dentro del espacio protegido, entre las que se encuentran la captura accidental, la interacción con embarcaciones, y la contaminación de las aguas, especialmente por basura marina. Aunque en muchos casos la causa del varamiento de estos animales es desconocida, las principales causas de ingreso diagnosticadas para esta especie en el centro de recuperación de fauna silvestre de la Región de Murcia para el periodo 2003-2013 fueron la ingestión de anzuelos, el enmalle en redes de pesca y los traumatismos por hélice de embarcación.

Debido a su carácter oportunista, la tortuga boba no duda en aprovechar el cebo de los palangres de superficie y los peces atrapados en los trasmallos, produciéndose su captura accidental con estas artes de pesca. Asimismo, las embarcaciones de arrastre que faenan en zonas donde la plataforma continental es más ancha podrían capturar ejemplares de esta especie.

Uno de los principales impactos para esta especie en el Mediterráneo occidental es la captura accidental por pesca, especialmente el palangre de superficie, considerado como una de las pesquerías más peligrosas para la tortuga boba. Estudios recientes de bycatch señalan el Mediterráneo español como una de las regiones con mayor tasa de captura accidental de tortuga boba en el mundo. En el ámbito del espacio marino protegido se tiene constancia de episodios de captura accidental de ejemplares de esta especie por la utilización del palangre superficial tradicional dirigido a la pesca de pez espada. Actualmente la flota palangrera existente en la zona pertenece a las Cofradías de Cartagena y Águilas. Los palangreros de Cartagena no faenan dentro del espacio protegido, dirigiéndose hacia aguas de Italia, Mallorca o frente Argelia para el desarrollo de la actividad, siendo los palangreros con puerto base en Águilas los únicos que faenarían dentro del área protegida.

La navegación marítima existente en el espacio protegido, tanto en su zona costera como en mar abierto, aumenta la probabilidad de que se produzcan colisiones de esta especie con embarcaciones. Por otro lado, la contaminación acústica derivada del tráfico marítimo y otras actividades humanas como las maniobras militares que tiene lugar en la zona podría conllevar cambios significativos en el comportamiento natatorio y de buceo de las tortugas así como daños de tipo fisiológico.

En cuanto a la contaminación química del agua en el ámbito de la ZEC procedente principalmente del desarrollo de las zonas litorales adyacentes al espacio marino protegido y del desarrollo de actividades en el mar, puede provocar una pérdida de

---

<sup>64</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

las condiciones adecuadas para el desarrollo de la especie. Recientes estudios señalan que los niveles de contaminación de metales pesados presentes en ejemplares de tortuga boba encontrados en las costas de la Región de Murcia son similares o incluso más bajos a los detectados en otras localidades del Mediterráneo occidental. Dentro de esto, algunos elementos como el Cd, acumulado en el tejido renal de algunos ejemplares, o el Zn, acumulado en tejido muscular y hueso, presentaban valores a considerar, siendo consecuencia probable de una exposición crónica a dichos metales. Aunque las tortugas marinas debido a su alimentación no tienen tendencia a acumular metales tales como el Cd o el Hg en comparación con otros vertebrados marinos, su largo ciclo de vida y ciertas características relacionadas con su ecología está despertando cada vez más interés en su uso como potencial indicador de los niveles de contaminación marina. El efecto de la contaminación sobre estos reptiles es difícil de evaluar, pues generalmente no se traduce en una mortalidad que pueda ser contabilizada, sino que se expresa mediante una disminución en su capacidad reproductiva, depresión del sistema inmunitario, que favorece la aparición y extensión de enfermedades, y en lesiones o malformaciones orgánicas poco específicas que desembocan en una baja eficacia biológica de los ejemplares afectados o en un incremento de la mortalidad considerada por causas naturales.

Otro factor que puede afectar a la viabilidad de esta especie relacionado con la contaminación marina es la ingesta de residuos sólidos flotantes no biodegradables (plásticos) procedentes de las zonas costeras y del desarrollo de actividades en el mar. Estos residuos son ingeridos por el animal al ser confundidos con sus presas pelágicas, provocándole en muchos casos la muerte por ahogamiento o asfixia. A este respecto, es fundamental mencionar los numerosos asentamientos de cultivos bajo plástico a lo largo de todo el litoral murciano cuyos restos podrían llegar al ámbito del espacio protegido, encontrándose las zonas con mayor presión en el entorno del término municipal de Águilas, norte de cabo Cope, área desde la punta de Calnegre a Cala Leno, incluyendo la zona de las Covaticas, y entorno del puerto de Mazarrón. Asimismo, existe el riesgo de enredo debido a la presencia de residuos y basuras en las aguas, tales como aparejos abandonados, cabos y líneas de amarre. Finalmente, considerando el comportamiento y la biología de las tortugas marinas, el calentamiento global estaría afectando a sus poblaciones y podría comprometer su supervivencia. Así, el aumento de la temperatura de la superficie terrestre, la subida del nivel del mar, la intensificación de los temporales y la alteración de la circulación oceánica impactarían de manera significativa en estos animales.

**Resultados de los trabajos de campo:** Durante los trabajos de campo no se observaron en el área de estudio ningún ejemplar de tortuga de cualquier especie en general ni de tortuga boba (*Caretta caretta*) en particular. Dado que la presencia de tortugas en la franja costera de la Región de Murcia está demostrada teóricamente según la bibliografía consultada, se tendrá en cuenta en el apartado de valoración de impactos y por lo tanto también a la hora elaborar el "Plan de Vigilancia Ambiental" de la instalación acuícola.

#### **7.4.4 Aves marinas**

En la Demarcación marina levantino-balear se ha detectado la presencia de un total de 81 especies de aves marinas o marino-terrestres, presentes y ocasionales, como por

ejemplo el fumarel aliblanco (*Chlidonias leucopterus*), incluido en el LESPRES y presente en esta demarcación y en la Demarcación marina del Estrecho y Alborán<sup>65</sup>.

Destaca especialmente la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*), ave marina más amenazada de Europa, incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA) como en peligro de extinción, y única ave marina endémica de España. Aunque se puede encontrar también en el resto de las demarcaciones excepto en la canaria, la levantino-balear es la única demarcación donde cría.

Respecto al grupo de las aves, en la ZEC de los Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón; la isla de Las Palomas, en el límite del ámbito del espacio marino protegido de la ZEC alberga junto con la isla de Terreros, en la provincia de Almería, las únicas colonias de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) del Mediterráneo peninsular. Datos de los años 90 estimaban la población en unas 100 parejas reproductoras en esta isla, mientras que censos más precisos llevados a cabo en 2008 la estiman en 37-88 parejas. Clásicamente se ha considerado al estrecho de Gibraltar como la línea divisoria en la distribución de las subespecies de pardela cenicienta (*C. d. borealis* y *C. d. diomedea*), si bien el frente oceánico Almería-Orán, habría funcionado como discontinuidad. Actualmente se sabe que existe una cierta zona de solapamiento entre núcleos reproductores de ambas subespecies. Así, dentro del Mediterráneo, el núcleo reproductor de la Isla de Terreros se sitúa geográficamente al norte del frente oceánico Almería-Orán y sus ejemplares pertenecen, sin embargo, a la subespecie atlántica (*C. d. borealis*), mientras que el núcleo reproductor de la isla de Las Palomas pertenece a la subespecie mediterránea (*C. d. diomedea*).

Por su parte, el paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) cuenta asimismo con un núcleo reproductor en la isla de Las Palomas. Las estimas de parejas reproductoras para esta isla son imprecisas, considerándose de forma muy conservadora un mínimo de 100 parejas. En la Península se reproducen las dos subespecies de paíño (*H.p. pelagicus* y *H. p.melitensis*), si bien las colonias mediterráneas corresponden a la población *H. p.melitensis*.

Ocasionalmente pueden observarse grupos de pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) descansando en el espacio marino protegido, sobre todo durante el otoño-invierno. Además, el espacio puede acoger a otras especies como el alcatraz atlántico (*Morus bassanus*), el alca común (Alca torda), el págalo pomarino (*Stercorarius pomarinus*), el págalo parásito (*Stercorarius parasiticus*), el págalo grande (*Stercorarius skua*), el negrón común (*Melanitta nigra*), el cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*), el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*), la gaviota sombría (*Larus fuscus*), la gaviota reidora (*Larus ridibundus*), la gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*), la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis atlantis*), la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), el fumarel común (*Chlidonias niger*), el charrán común (*Sterna hirundo*), el charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*), o el charrancito (*Sterna albifrons*) entre otras.

**Resultados de los trabajos de campo:** Durante los trabajos de campo se observaron algunas especies de gaviotas (*Larus spp*), además, dado que la presencia de diversas especies de aves marina está demostrada teóricamente según la bibliografía consultada, se tendrá en cuenta en el apartado de valoración de impactos y por lo tanto también a la hora elaborar el "Plan de Vigilancia Ambiental" de la instalación acuícola.

<sup>65</sup> POEM, Demarcación levantino-balear

#### **7.4.5 Grupo de los invertebrados**

Del total de 5.577 especies presentes en la Demarcación levantino-balear, 3.958 son invertebrados, destacando la presencia de especies como el dátil de mar (*Lithophaga lithophaga*), incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPE) para sus poblaciones mediterráneas, o diversas especies de corales y gorgonias incluidas en 2019 en el LESPE, como las mencionadas en la Demarcación del Estrecho y Alborán<sup>66</sup>.

Es importante señalar la presencia de especies que presentan algún grado de amenaza por lo que se encuentran incluidos en el Anexo II del Convenio de Berna y en el Anexo II del Convenio de Barcelona, así como en los listados de protección y catálogos, tanto nacional como autonómico. Entre ellas destacan:

##### **7.4.5.1 Dátil de mar (*Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758))<sup>67</sup>**

Molusco bivalvo, perteneciente a la misma familia que el mejillón (Mytilidae). Se distribuye por el Mediterráneo y por el Atlántico oriental templado. Su forma y tamaño lo asemejan a un dátil, de ahí su nombre vulgar. Dicha especie presenta la peculiaridad de vivir en agujeros de las rocas, que ella misma perfora, y ha sido muy apreciada para el consumo humano desde la antigüedad. La explotación de esta especie en algunas zonas del litoral mediterráneo, para cuya captura se requiere la destrucción de las rocas en las que vive, ha ocasionado importantes daños ecológicos locales, sobre todo en algunos tramos del litoral italiano y de la antigua Yugoslavia. Esto ha determinado que fuera propuesta en diversos foros internacionales como especie a proteger y, posteriormente, como consecuencia de ello, fue incluida en el anexo IV de la Directiva Hábitats (especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta), en el anexo II del Convenio de Berna (especies de fauna estrictamente protegidas) y en el Anexo II del Convenio de Barcelona (lista de especies en peligro o amenazadas).

Presenta una concha de forma cilíndrica y alargada, con los extremos redondeados, siendo un poco más ancha en la parte posterior. Es equivalva, es decir, con las dos valvas iguales, y muy inequilátera o asimétrica, con sus mitades anterior y posterior muy desiguales. El umbo se sitúa cerca del extremo anterior, el borde dorsal se arquea un poco en el centro y es ligeramente aquillado, mientras que el borde ventral es rectilíneo. En sección presenta la zona central de las valvas abombada y los extremos anterior y posterior algo comprimidos. La superficie externa es casi lisa, con finas líneas de crecimiento, más marcadas en el borde posterior, y estrías radiales apenas perceptibles. La coloración externa es de marrón amarillenta a castaña más o menos oscura. Internamente es algo nacarada y de color gris azulado pálido o blanquecina. El periostraco es marrón-castaño. La impresión muscular del aductor posterior es redondeada y grande, mientras que la del anterior es pequeña.

---

<sup>66</sup> la presencia de la lapa ferrugínea (*Patella ferruginea*), incluida en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA) como en peligro de extinción, y sólo presente en esta demarcación y en la levantino-balear (aunque en esta última es menos habitual). También destaca la presencia de la nacra (*Pinna nobilis*), especie declarada en situación crítica, y de diversas especies de corales, gorgonias, esponjas y madréporas incluidas en 2019 en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPE), como el coral negro (*Antipathella subpinnata*), el coral blanco duro (*Lophelia pertusa*), la gorgonia abanico (*Callogorgia verticillata*) o la gorgonia candelabro (*Ellisella paraplexauroides*), entre otras.

<sup>67</sup> "Estudio sobre la biología, conservación y problemática del dátil de mar (*Lithophaga lithophaga*) en España (Agosto 2000)"

En cuanto al hábitat, vive en orificios de sustratos rocosos calcáreos, principalmente de origen oolítico, normalmente entre 0 y 25 m de profundidad. Puede colonizar también detritos compactados y algunos sustratos orgánicos, como colonias del madreporario *Cladocora caespitosa* o los pseudo-arrecifes de verméticos. Las poblaciones con mayor densidad de ejemplares grandes (más de 6 cm) se dan entre 2 y 5 m, rango batimétrico que parece ser el óptimo de la especie (Galinou-Mitsoudi y Sinis, 1995). El intervalo más superficial (de 0 a 2 m) resulta más inhóspito para *L. lithophaga*, por el mayor impacto del oleaje, que dificulta el asentamiento de juveniles, y por la acusada incidencia que los cambios atmosféricos externos en estas zonas superficiales.

Prefiere instalarse en superficies verticales o en aquellas en las que no haya un exceso de sedimentación. Los orificios que perforan (de hasta 10 a 20 cm de profundidad) siguen preferentemente una dirección perpendicular a la superficie de la roca, de forma que se optimiza el uso del espacio y se evita el entrecruzamiento de estos.

#### **7.4.5.2 Nacra (*Pinna nobilis* Linnaeus, 1758)**

Molusco bivalvo. Especie típicamente mediterránea asociada generalmente a praderas de Posidonia, lo que explica su mayor abundancia en las costas del litoral de Almería y Murcia. Incluida en la categoría de "vulnerable" en el Catálogo Español de Especies Amenazadas desarrollado por el Real Decreto 139/2011.

Se ha observado, sin embargo, que la especie no se distribuye de forma continua y uniforme por las praderas, sino que aparece en algunas zonas y no está presente en otras, encontrándose las poblaciones más abundantes y mejor estructuradas bastante localizadas. Su distribución dentro de las praderas parece ser contagiosa, probablemente por las características reproductoras y por la relativamente escasa capacidad de dispersión de sus larvas en el plancton.

Entre las amenazas potenciales o reales que pueden afectar al estado de conservación de *Pinna nobilis*, estaría la pérdida de su principal hábitat, las praderas de Posidonia, que está viendo reducida su distribución en muchas zonas por la presión humana (obras litorales, pesca de arrastre, contaminación, regeneración de playas, etc.). Además, este gran bivalvo es una especie muy llamativa por su tamaño extraordinario, y muy apreciada por los coleccionistas y pescadores submarinos que la recogen con frecuencia como objeto de colección o decorativo. Sus valvas se enganchan asimismo con frecuencia en redes de pesca artesanal (trasmallos) y en sedales de pesca con caña. Todo ello hace que cada vez sea más escasa en muchas zonas donde antes era abundante, detectándose una reducción de las tallas, ya que normalmente se capturan los ejemplares de mayor tamaño.

**Resultados de los trabajos de campo:** Durante los trabajos de campo no se observaron en el área de estudio ejemplares de alguna de las especies antes mencionadas. Dado que la presencia de estas en la franja costera de la región de Murcia pudiera darse teóricamente según la bibliografía consultada, se tendrá en cuenta en el apartado de valoración de impactos y por lo tanto también a la hora elaborar el "Plan de Vigilancia Ambiental" de la instalación acuícola.

#### **7.5 Resultados de los estudios y modelizaciones oceanográficas**

El estudio del "clima marítimo", así como de la "dinámica litoral" persiguen caracterizar los diferentes procesos costeros causados por las distintas hidrodinámicas actuantes sobre el medio marino.

El “clima marítimo” consiste en estudiar o caracterizar cada una de las dinámicas que incide en una zona. En zonas costeras, este conocimiento permite conocer, en la medida de lo posible, prever y mitigar los posibles efectos negativos que el oleaje, el viento y las mareas pueden producir en el litoral.

Por otra parte, un elemento esencial dentro de la dinámica marina es el transporte litoral debido a la acción del oleaje, el viento, las mareas, que dan lugar a las corrientes.

La finalidad de predecir este transporte es vital a la hora de evaluar los posibles efectos y cambios en el perfil y la planta de playas, canales de navegación, etc. El estudio de las distintas hidrodinámicas, sus sinergias y correlaciones, y a través de la simulación de los escenarios más representativos suponen la herramienta para poder evaluar los efectos en una zona costera concreta.

En los siguientes subapartados se describe tanto el “clima marítimo” así como la “dinámica litoral”.

### **7.5.1 Clima marítimo**

De cara a determinar las condiciones hidrodinámicas en la zona es necesario disponer de un estudio detallado de clima marítimo basado en series temporales de los diferentes forzamientos marinos, así como de las corrientes presentes en el entorno. Esta caracterización permite obtener conclusiones estadísticamente relevantes, y probabilísticas, de los diferentes parámetros que caracterizan a cada una de las dinámicas. Además, se determinan las magnitudes, frecuencias y las direcciones de procedencias de las dinámicas marinas que actúan en la zona objeto de estudio y sirven de punto de partida para los estudios de dinámica litoral en la zona de proyecto.

Para disponer de esta información se ha hecho uso de datos meteoceánicos en aguas abiertas (excepto de nivel de mar) del ente público Puertos del Estado, el cual pone a disposición datos instrumentales y de modelos numéricos (datos sintéticos generados a partir de la reconstrucción de bases de datos de alta resolución espacial y temporal de oleaje, viento).

A continuación, se describen los datos utilizados en el presente estudio.

#### **7.5.1.1 Oleaje**

La siguiente figura, muestra la localización de los nodos “SIMAR\_2065088 (UTM 625.801,34 y 4.132.426,81), 2067089 (UTM 639.809,85 y 4.142.637,54), 2068088 (UTM 647.951,02 Y 4.132.789,08), 2069090 (UTM 654.688,92 y 4.151.779,71)” seleccionados frente a la costa de la Región de Murcia para caracterizar tanto el oleaje como el viento.





Figura 173. Localización de los nodos SIMAR (Fuente: Puertos del Estado)

**Subconjunto SIMAR**

El conjunto de datos SIMAR ofrece información desde el año 1958 hasta la actualidad se construyó a partir de un modelado numérico de alta resolución de atmósfera, por lo tanto, se trata de datos sintéticos de series temporales de viento y oleaje, el cual cubre todo el entorno litoral español<sup>68</sup>.

En el presente estudio se hace un análisis de los nodos SIMAR mencionados anteriormente:

Tabla 46. Características de los nodos SIMAR, (Fuente: Puertos del Estado)

Coordenadas UTM del nodo SIMAR, (Huso 30S)				
Nodo SIMAR	Coordenada X	Coordenada Y	Cadencia (horas)	Malla
2065088	625.801,34	4.132.426,81	1	AIB
2067089	639.809,85	4.142.637,54	1	AIB
2068088	647.951,02	4.132.789,08	1	AIB
2069090	654.688,92	4.151.779,71	1	AIB

A continuación, se describe brevemente el modo en que se generó el oleaje.

Para los datos de oleaje, generación de campos de oleaje, emplearon el “modelo numérico WAM”, modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje.

<sup>68</sup> Puerto del Estado

El modelo WAM utilizado para generar estos datos incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante, dada la resolución del modelo, se pueden considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para uso práctico los datos de oleaje deben de interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

#### Caracterización del oleaje en profundidades indefinidas<sup>69</sup>:

Se han tenido en cuenta los gráficos y análisis estadísticos del oleaje para los datos sobre altura de ola significativa ( $H_s(m)$ ), periodo medio ( $T_s(s)$ ) y periodo de pico ( $T_p(s)$ ). Los gráficos que se muestran son la serie temporal, función de distribución, Histograma y rosa de oleaje, además, se muestra la función estadística que más se adecua al conjunto de datos tanto para un régimen medio como extremal.

#### **Nodo SIMAR 2065088**

La serie temporal estudiada para este nodo se corresponde con el rango comprendido entre el 24 de octubre de 2013 hasta el 24 de octubre de 2023. En la siguiente figura se puede observar dicha serie temporal, en la cual, cabe destacar un evento extremal en la altura significativa entre las fechas 2022/04/04 00:00 hasta el 2022/04/05 23:00.

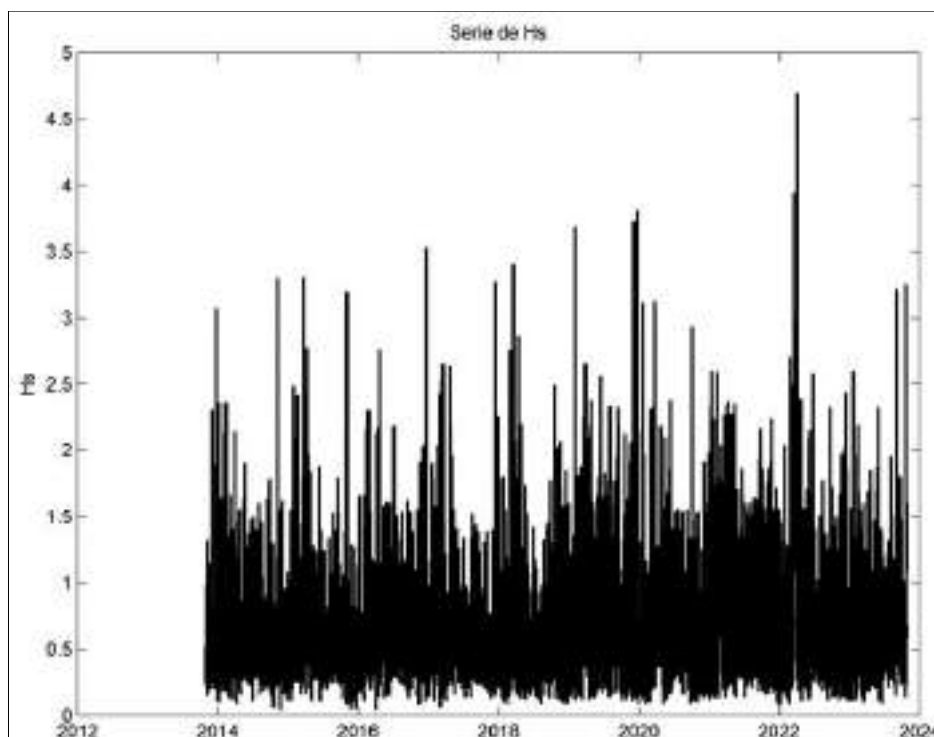


Figura 174. Serie temporal de altura significativa del oleaje,  $H_s(m)$

En las siguientes figuras se incluyen el histograma y la función de distribución de la altura significativa respectivamente. En ambas figuras se puede ver como la mayoría de las alturas significativas son bajas siendo menores a 1 m. En el histograma de frecuencias del periodo 2013-2023, muestra que la mayoría de los datos de altura de ola significativa están situados para valores inferiores a 1 m, suponiendo el 84.82%,

<sup>69</sup> Fuente de las diferentes figuras y tablas de este apartado: Puertos del Estado- Nodos SIMAR 2065088, 2067089, 2068088 y 2069090. Los datos no proceden de medidas directas, sino que se han obtenido mediante modelos numéricos.

seguido de alturas entre 1 y 1.5 m con un 11% y posteriormente alturas superiores a 1.5 m en un 4.1%. En particular de la función de distribución de la Figura 176 se tiene que el 75% de los datos son olas de altura inferior a 0.81 m

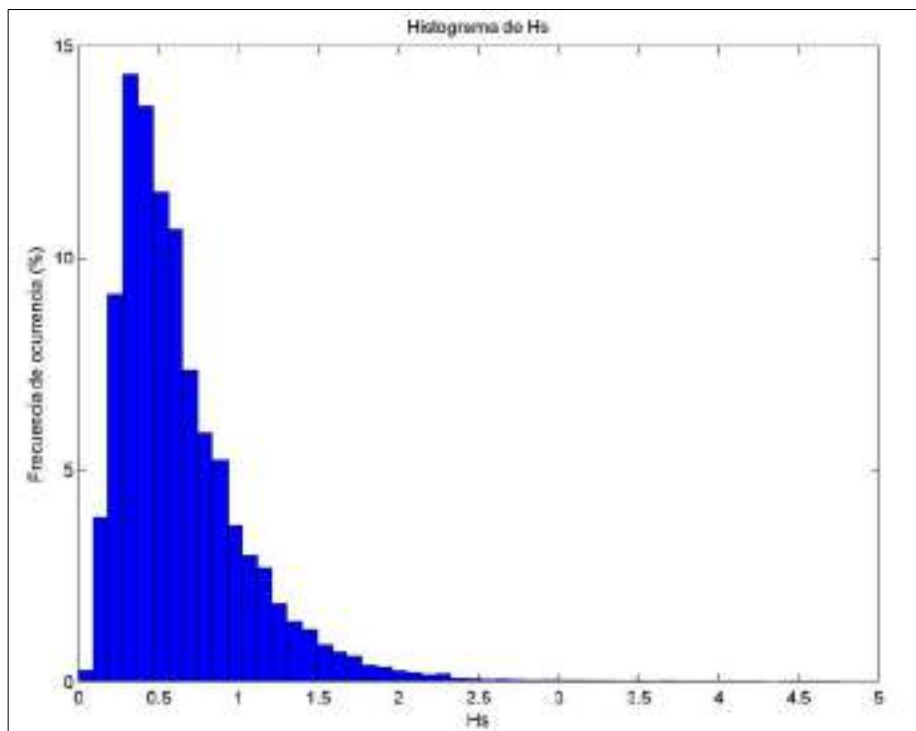


Figura 175. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a altura significativa de la ola Hs(m)

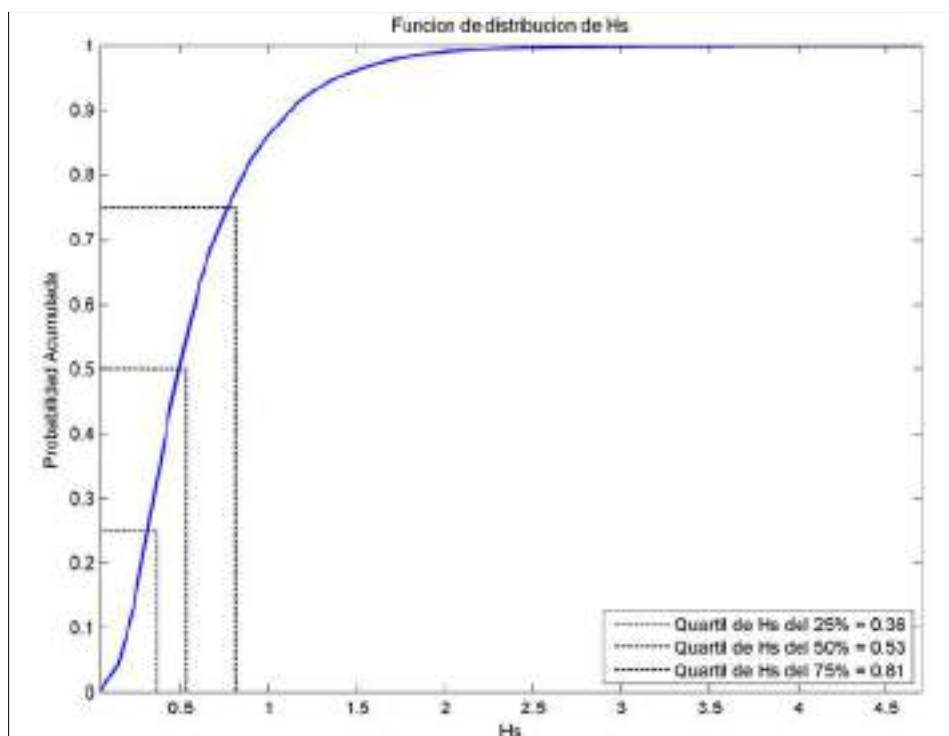


Figura 176. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente la altura significativa de la ola Hs(m)

Como se aprecia en la siguiente figura, el oleaje proviene principalmente del E, aproximadamente el 44% de la frecuencia de ocurrencia, siendo la segunda dirección en relevancia el SSW, con un 17% de presencia, con un 9% el S, un 7% tanto para la

dirección ESE como ENE y un 3% para las direcciones SE, SSE y SW. El resto de las direcciones de oleaje son prácticamente despreciables. No se presentan alturas con valores muy elevados, no es habitual que el oleaje supere los 2 metros, encontrándose la mayor parte del tiempo por debajo de este valor a excepción de un 1.23% del tiempo donde sí se superan.

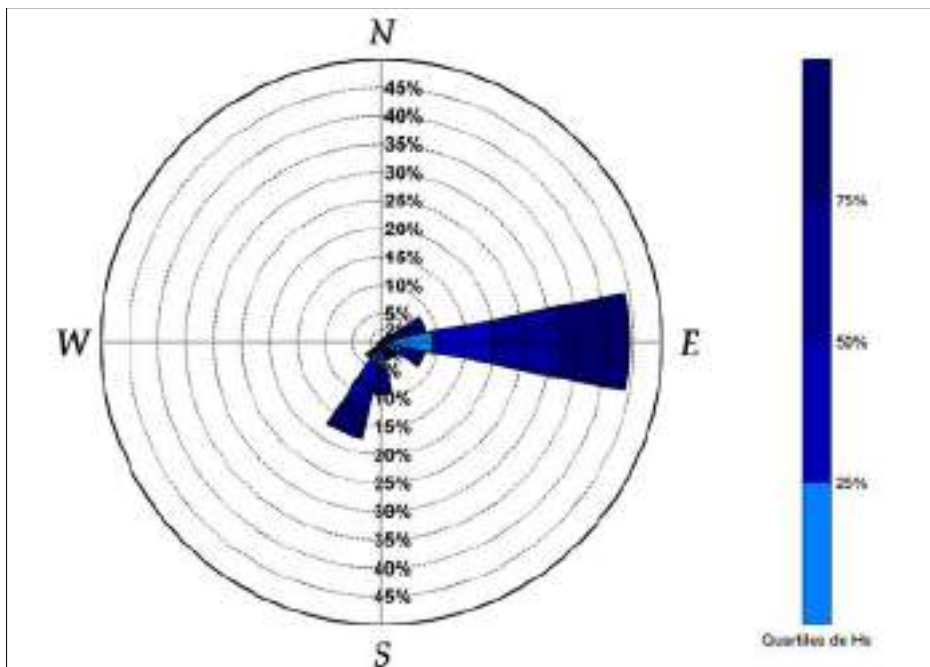


Figura 177. Rosa de Altura de ola significativa Hs(m) del punto SIMAR 2065088, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023

En las siguientes figuras, se muestran las gráficas estacionales de altura de ola, donde se observa que la distribución sigue un patrón global, todas las estaciones presentan como dirección principal el E y como dirección secundaria el SSW, siendo en invierno la estación en la que se equiparan los oleajes E y SSW. En invierno, ambas direcciones se presentan con una frecuencia similar, entorno a un 24%, sin embargo, en el resto de las estaciones destaca la dirección E con la mayor frecuencia en verano del 65% y la menor en invierno. En cuanto a la dirección SSW destaca su frecuencia en invierno con un 24% y teniendo su menor frecuencia en verano, entorno a un 8% con valores similares a las direcciones S y ESE. Cabe señalar que no son habituales los oleajes superiores a los 2 m de altura de ola, superando estos valores un 1.23% del tiempo y sólo en las estaciones de primavera e invierno.

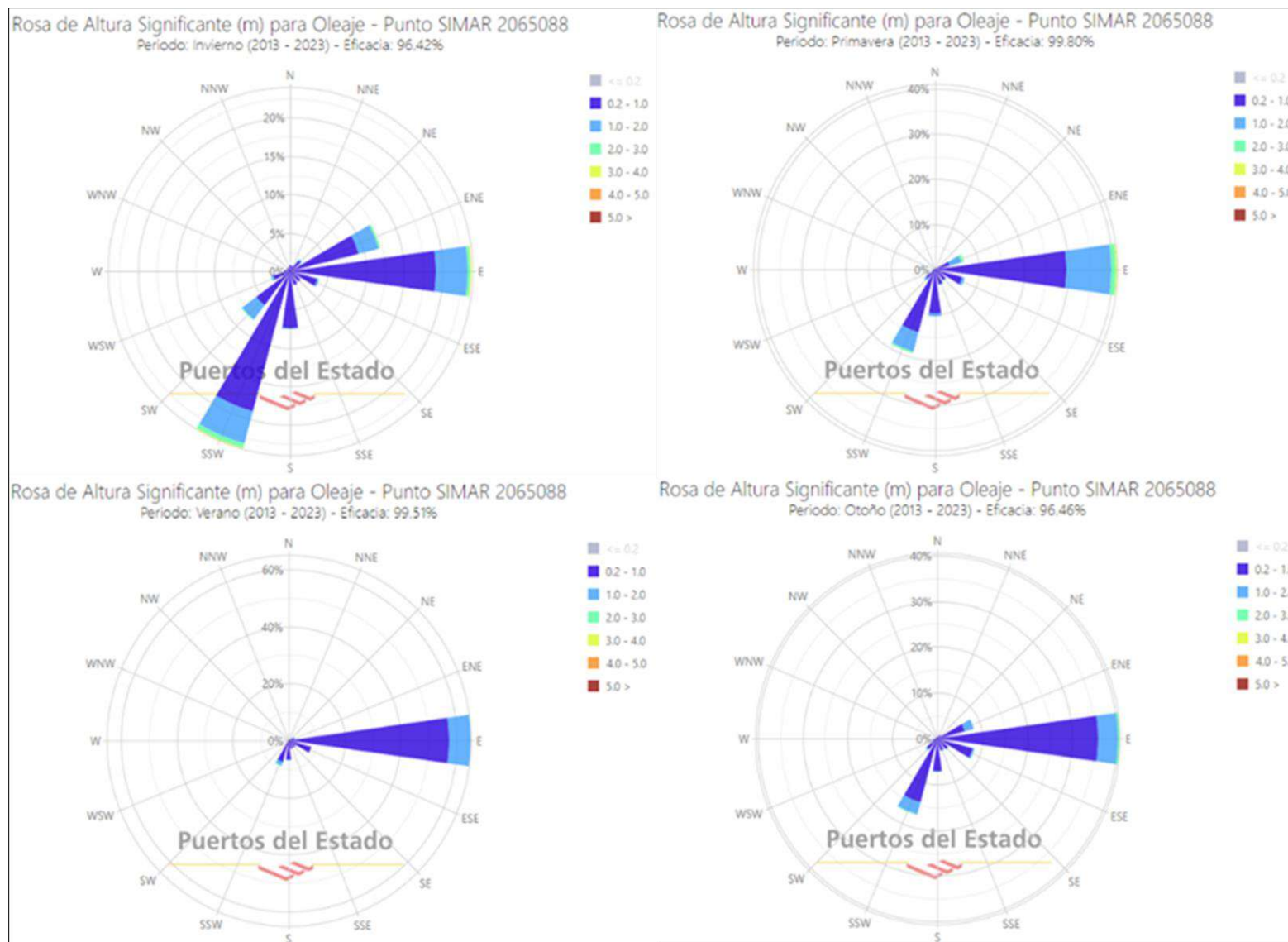


Figura 178. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m), punto SIMAR 2065088, periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)

La siguiente tabla, de doble entrada, enfrenta la altura significativa con el período pico (Hs-Tp) para el rango temporal de 2013-2023. En ella se puede apreciar como altura de ola principal se encuentra entre los 0-0.5 m con un 46.2%, le sigue las alturas de 0.5-1 m con un 38.7% y de 1-1.5 m con un 11%. Por otra parte, el periodo de pico más habitual se da entre 5-6 s con un 22.3%, seguido del rango 4-5 s con un 19.9%, el de 6-7 s con 17.5% y el de 3-4 s con un 16.1%. El porcentaje de Hs-Tp más alto reside en una altura inferior a 0.5 m con un periodo de 3-4 s, quedando representado por un 13% de la frecuencia de ocurrencia.

Tabla 47. Correlación Altura de ola significativa (Hs) en metros – Periodo de Pico (Tp) en segundos del punto SIMAR 2065088, del periodo 2013-2023

Eficacia: 98.06%		Periodo de Pico (s)											Total
		<= 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0 >	
Altura Significante (m)	<= 0.5	-	0.158	3.846	13.064	12.659	8.508	3.638	1.509	1.447	0.806	0.597	46.231
	1.0	-	0.001	0.396	2.965	6.619	11.471	9.157	2.102	1.922	2.192	1.891	38.715
	1.5	-	-	-	0.081	0.626	2.005	3.784	1.833	0.647	0.724	1.344	11.044
	2.0	-	-	-	-	0.015	0.295	0.736	0.642	0.492	0.168	0.514	2.862
	2.5	-	-	-	-	0.001	0.016	0.155	0.179	0.217	0.130	0.092	0.700
	3.0	-	-	-	-	-	-	0.023	0.044	0.049	0.073	0.096	0.225
	3.5	-	-	-	-	-	-	0.003	0.017	0.015	0.037	0.023	0.095
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	0.012	0.004	0.023
	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	0.008
	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	0.005
Total		-	0.158	4.242	16.110	19.919	21.294	17.497	6.327	4.796	4.141	4.516	100%

A continuación, se incluyen el histograma y función de distribución para el periodo medio en las siguientes figuras donde se puede observar que predomina el oleaje con un periodo medio comprendido entre 3 y 4 s.

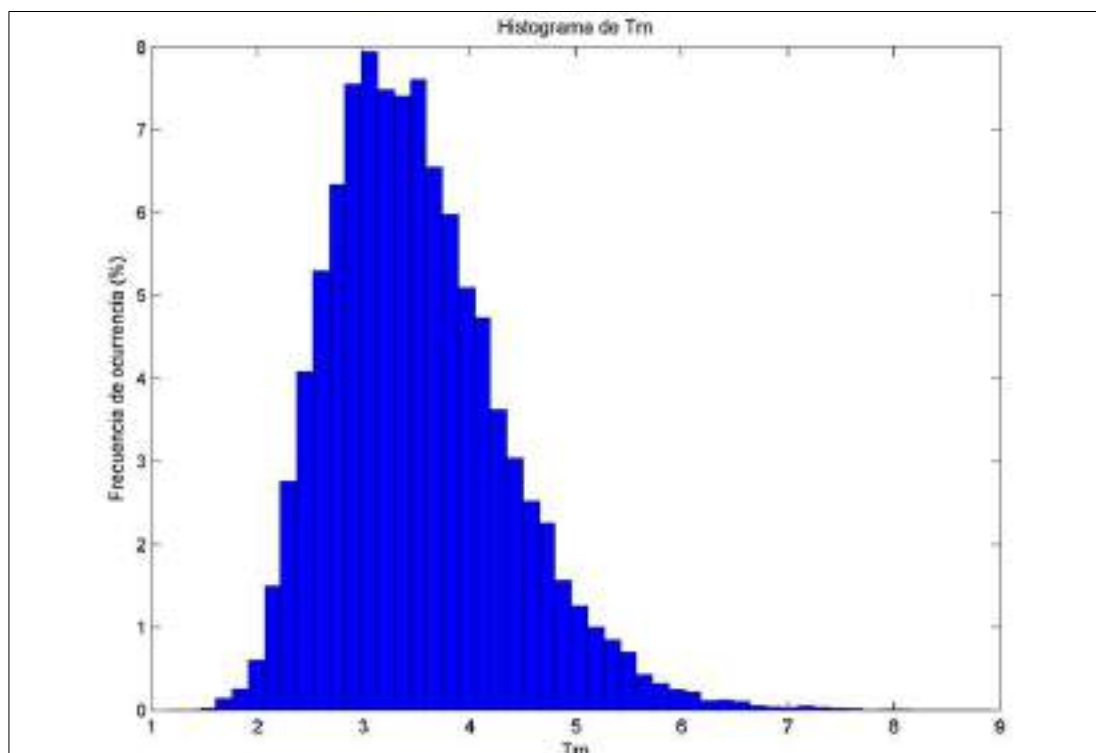


Figura 179. Histograma del periodo medio Tm(s) del oleaje

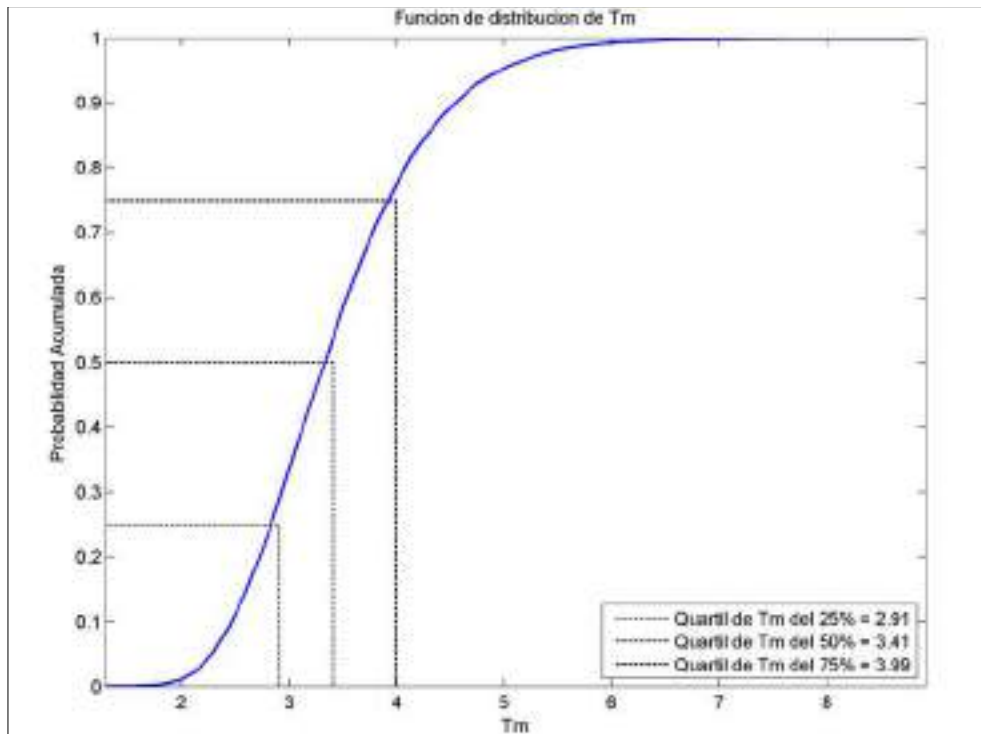


Figura 180. Función de distribución del periodo medio Tm(s) del oleaje

De igual manera, a continuación, se incluyen las figuras del período pico (histograma) y la función de distribución.

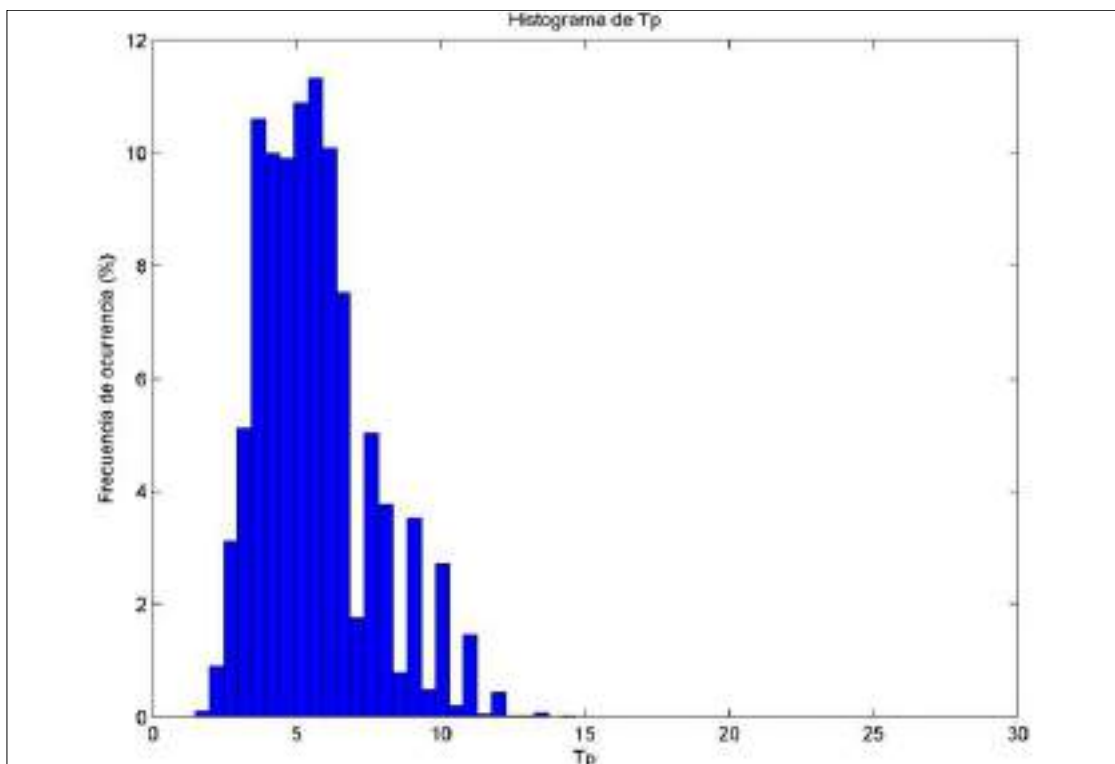


Figura 181. Histograma del periodo de pico del oleaje Tp(s)

La siguiente figura se observa como los periodos de pico más frecuentes se concentran en torno a 4,24 – 6,83 segundos suponiendo un 50 % de los datos, además se puede apreciar irregularidades en los periodos de pico superiores a 6,83 segundos.

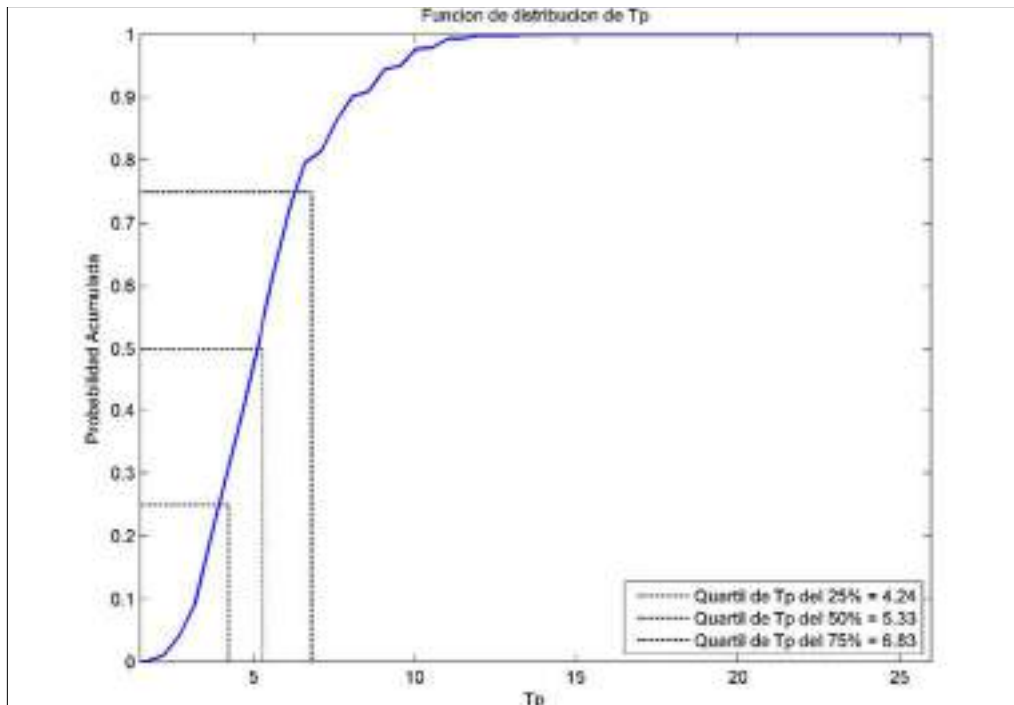


Figura 182. Función de distribución del periodo de pico del oleaje  $T_p$ (s)

**Nodo SIMAR 2067089**

La serie temporal estudiada para este nodo se corresponde con el rango comprendido entre el 24 de octubre de 2013 hasta el 24 de octubre de 2023. En la siguiente figura se puede observar dicha serie temporal, en la cual se tienen los mayores registros de la altura significativa entre las fechas 2022/04/04 05:00 hasta el 2022/04/04 23:00.

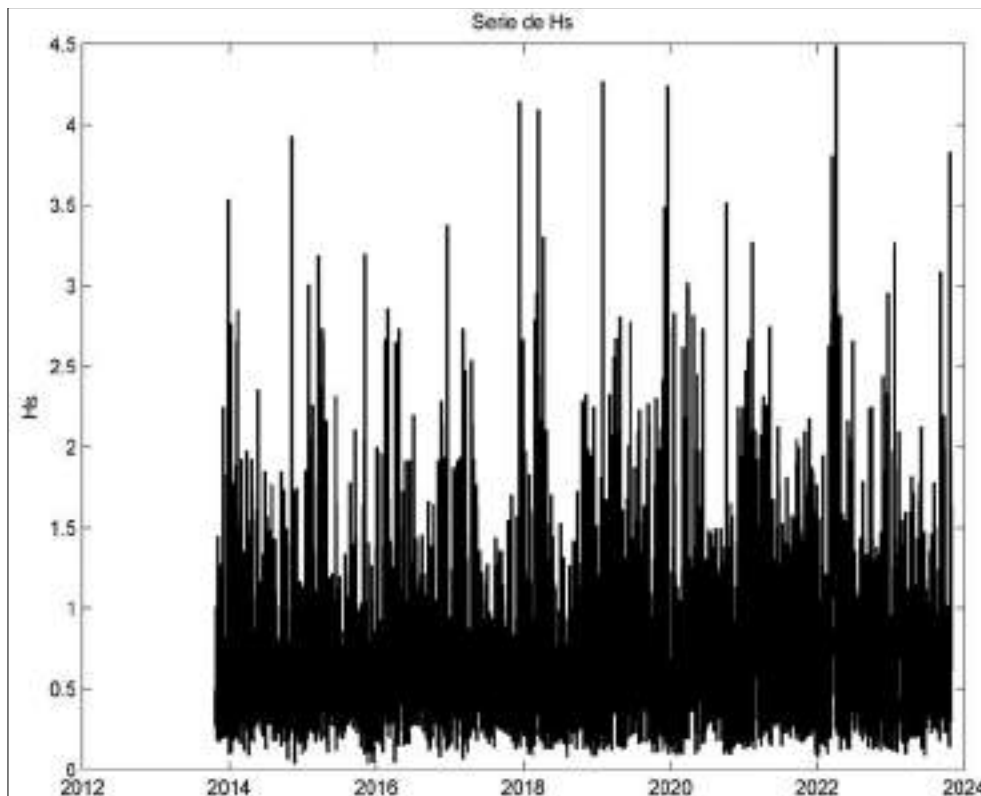


Figura 183. Serie temporal de la altura significante del oleaje,  $H_s$ (m)



Seguidamente en las siguientes figuras se incluyen el histograma y la función de distribución de la altura significativa respectivamente. En ambas se puede ver como la mayoría de las alturas significativas son bajas siendo menores a 1 m,

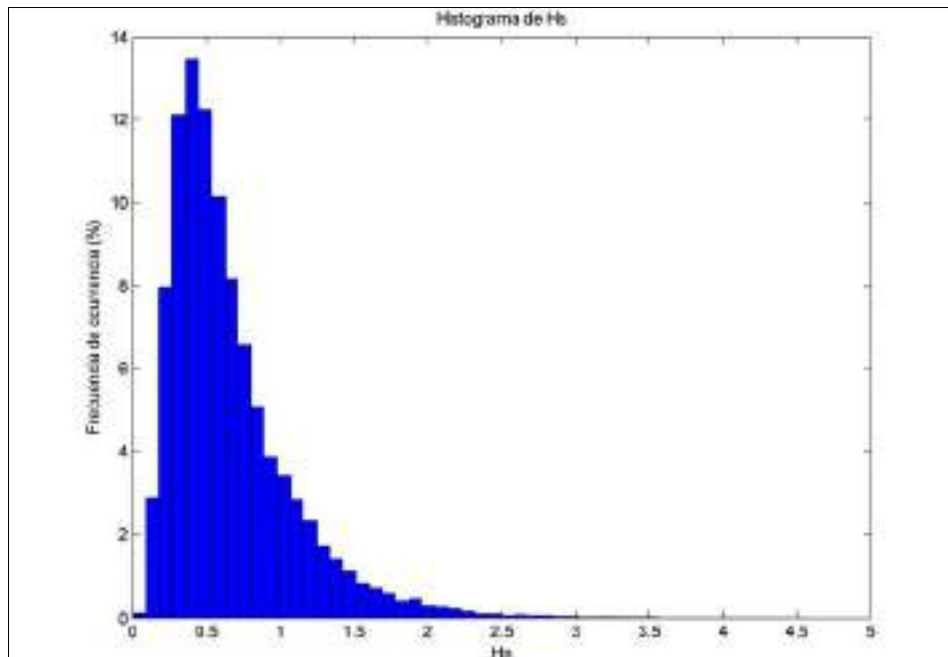


Figura 184. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la altura significativa de la ola  $H_s$ (m)

En el histograma de frecuencias anterior del periodo 2013-2023, muestra que la mayoría de los datos de altura de ola significativa están concentrados para valores inferiores a 1 m, suponiendo el 83.3%, seguido de alturas entre 1 y 1.5 m con un 11.97% y posteriormente alturas superiores a 1.5 m en un 4.96%.

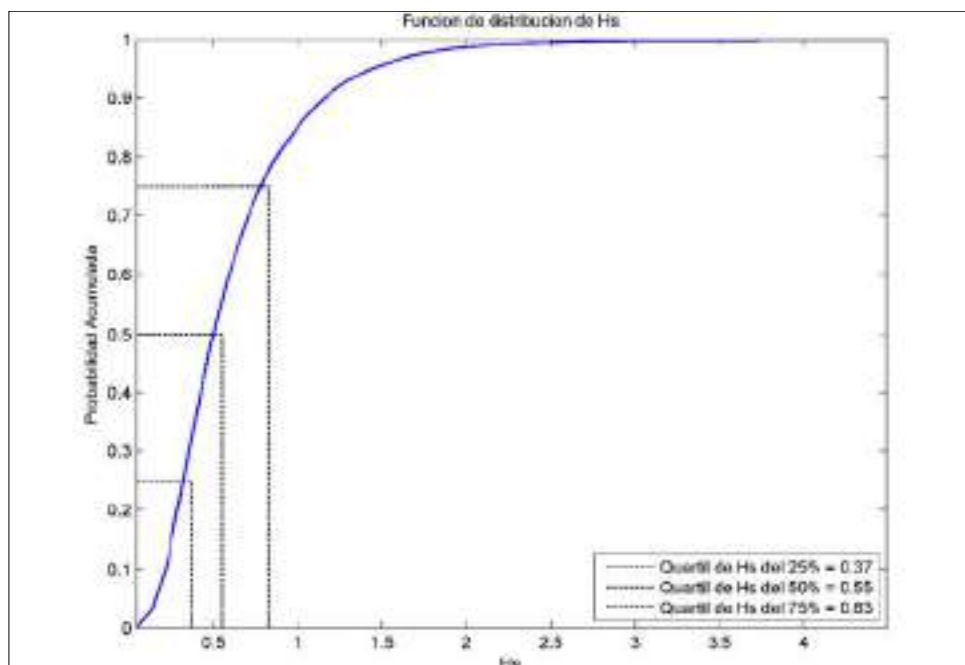


Figura 185. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente a la altura significativa de la ola  $H_s$ (m)

En la función de distribución anterior se puede observar que el 75% de los datos son olas de altura inferior a 0.83 m, concentrándose las alturas más frecuentes entre 0.37-0.83 m.

La siguiente figura muestra la Rosa de Altura de ola significativa  $H_s(m)$  del punto SIMAR 2067089, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023 en la que se ve que el oleaje proviene principalmente del E, aproximadamente el 44% de la frecuencia de ocurrencia, siendo la segunda dirección en relevancia el SSW, con un 17% de presencia, con un 9% el S, un 7% tanto para la dirección ESE como ENE y un 3% para las direcciones SE, SSE y SW. El resto de las direcciones de oleaje son prácticamente despreciables. No se presentan alturas con valores muy elevados, no es habitual que el oleaje supere los 2,0 metros, encontrándose la mayor parte del tiempo por debajo de este valor a excepción de un 1,23% del tiempo donde sí se superan.

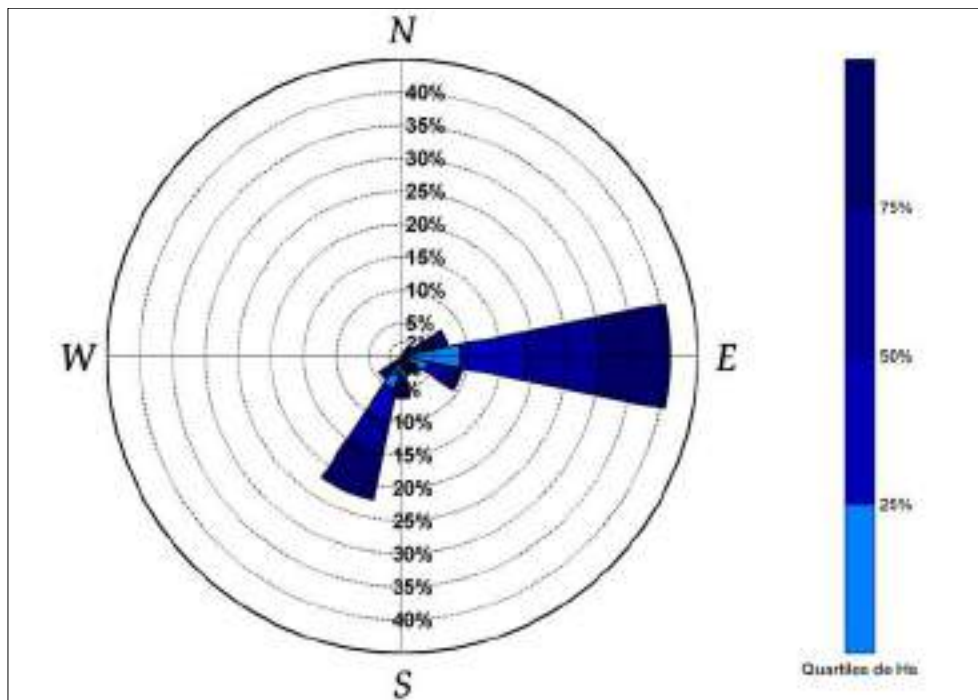


Figura 186. Rosa de Altura de ola significativa  $H_s(m)$  del punto SIMAR 2067089, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023

En las siguientes figuras se muestran las gráficas estacionales de altura de ola, al igual que el punto SIMAR 2065088 se observa que todas las estaciones presentan como dirección principal el E y como dirección secundaria el SSW, exceptuando en invierno en la que la dirección principal del oleaje es el SSW y como dirección secundaria el E. En invierno, destaca el oleaje SSW con la mayor frecuencia del 29,3%, siendo esta la estación con menor frecuencia de oleajes con dirección E con un 21,6%. En verano los oleajes SSW presentan la menor frecuencia con un 12,38% y los oleajes E presentan la mayor con un 60,3%. Con respecto a la altura de ola, no son habituales los oleajes superiores a los 2,0 m de altura de ola, superando estos valores un 1,42% del tiempo y destacando en las estaciones de primavera e invierno.

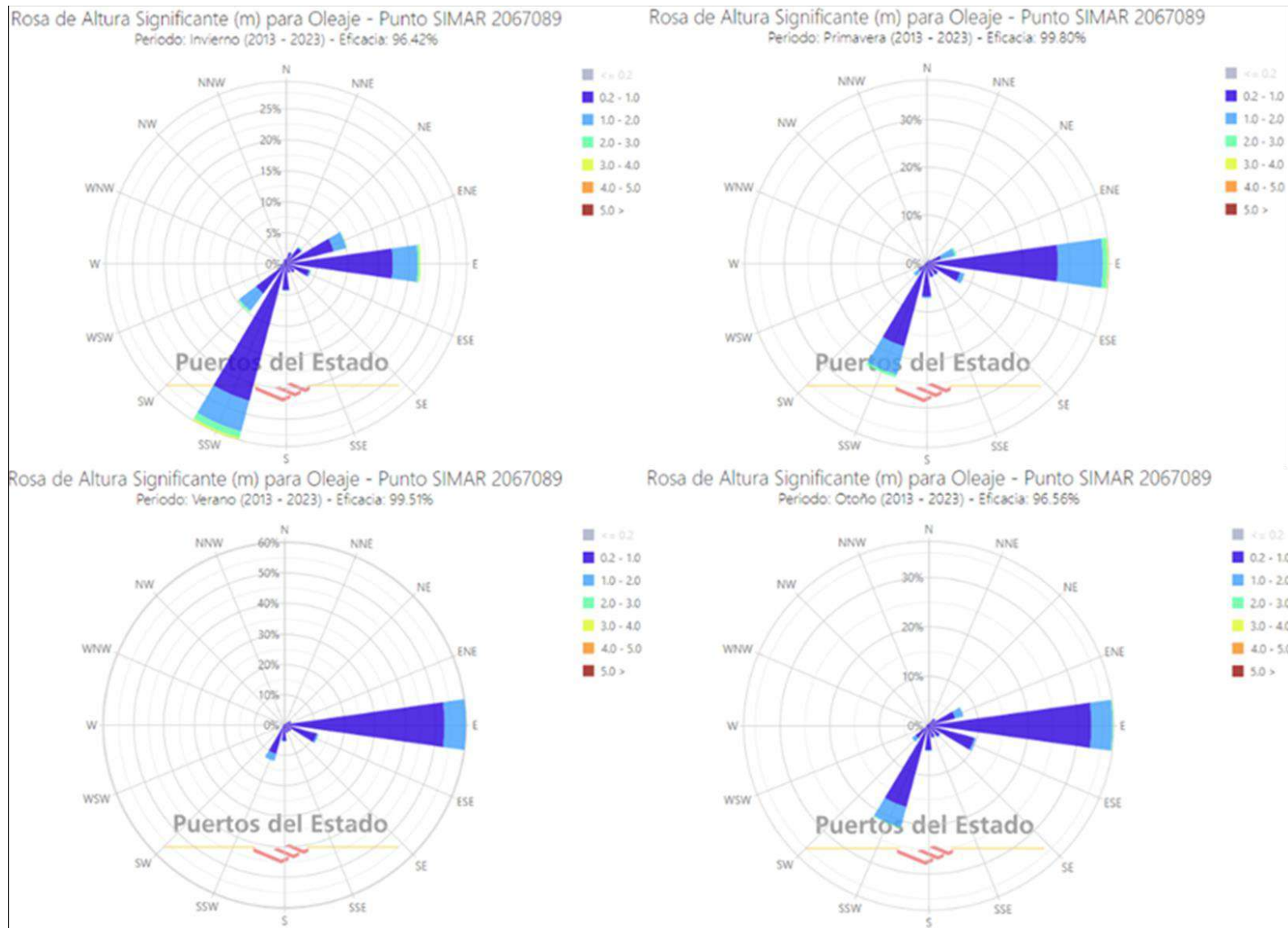


Figura 187. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m) del punto SIMAR 2067089, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)

La tabla de doble entrada Hs-Tp para el periodo de 2013-2023, muestra como altura de ola principal se encuentra entre los 0,0 – 0,5 m con un 44,55 %, le sigue las alturas de 0,5 - 1,0 m con un 39,15% y de 1,0 - 1,5 m con un 11,68 %. Por otra parte, el periodo de pico más habitual se da entre 5,0 – 6,0 s con un 22,2 %, seguido del rango 4,0 – 5,0 s con un 19,9 %, el de 6,0 – 7,0 s con 17,7 % y el de 3,0 – 4,0 s con un 15,7 %. El porcentaje de Hs-Tp más alto reside en una altura inferior a 0,5 m con un periodo de 3,0 -4,0 s, quedando representado por un 12,6 % de la frecuencia de ocurrencia.

Tabla 48. Correlación Altura de ola significativa (Hs) en metros – Periodo de Pico (Tp) en segundos del punto SIMAR 2067089, del periodo 2013-2023

Eficacia: 96,06%		Periodo de Pico (s)										Total	
		<= 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0		10.0 +
Altura Significativa (m)	<= 0.5	-	0.171	3.876	12.613	12.335	8.247	3.449	1.431	1.265	0.664	0.500	44.550
	1.0	-	-	0.319	3.000	6.989	11.691	9.212	2.113	2.047	2.151	1.624	39.147
	1.5	-	-	0.001	0.082	0.568	1.463	3.997	1.954	0.732	0.886	1.508	11.682
	2.0	-	-	-	-	0.008	0.259	0.761	0.492	0.573	0.220	0.712	3.223
	2.5	-	-	-	-	-	0.021	0.227	0.158	0.234	0.137	0.149	0.926
	3.0	-	-	-	-	-	0.004	0.033	0.073	0.060	0.074	0.065	0.290
	3.5	-	-	-	-	-	-	0.001	0.023	0.023	0.033	0.025	0.106
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.015	0.011	0.011	0.045
	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.002	0.013	0.018
	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		-	0.171	4.196	15.696	19.900	22.185	17.681	6.453	4.943	4.179	4.597	100%

A continuación, se incluyen el histograma y función de distribución para el periodo medio donde se puede apreciar que predomina el oleaje con un periodo medio comprendido entre 3,0 y 4,0 s, concretamente el 50,0 % de los datos se sitúa entre 2,91 y 4,01 s.

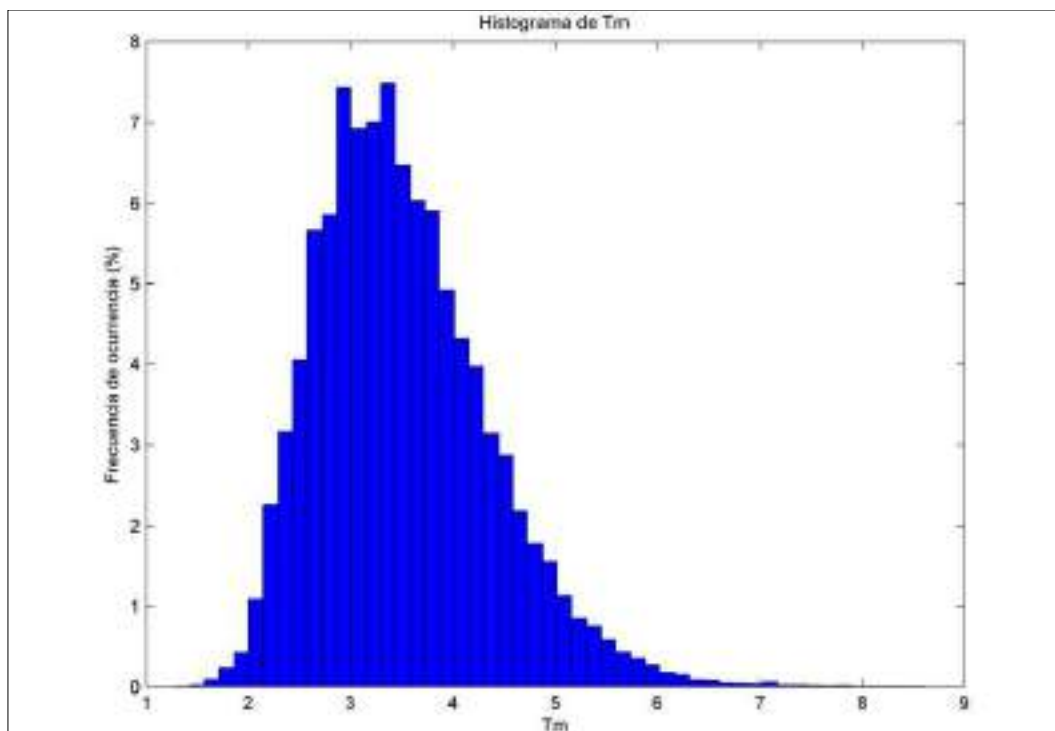


Figura 188. Histograma del periodo medio Tm(s) del oleaje

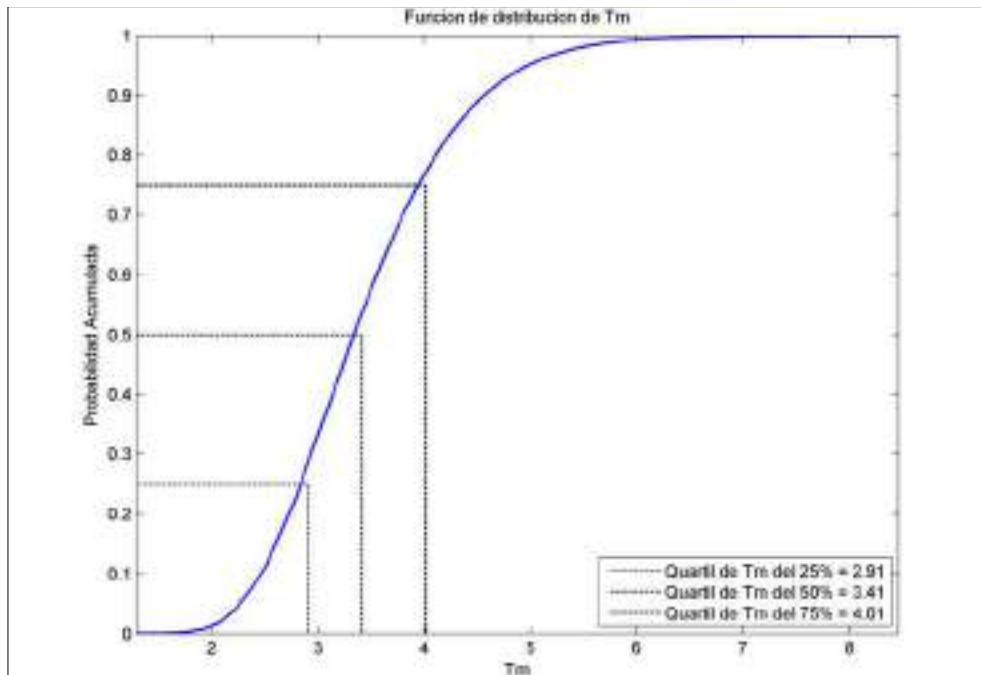


Figura 189. Función de distribución del periodo medio  $T_m$ (s) del oleaje

De igual manera, se incluyen las figuras del período pico donde se representan el histograma y la función de distribución.

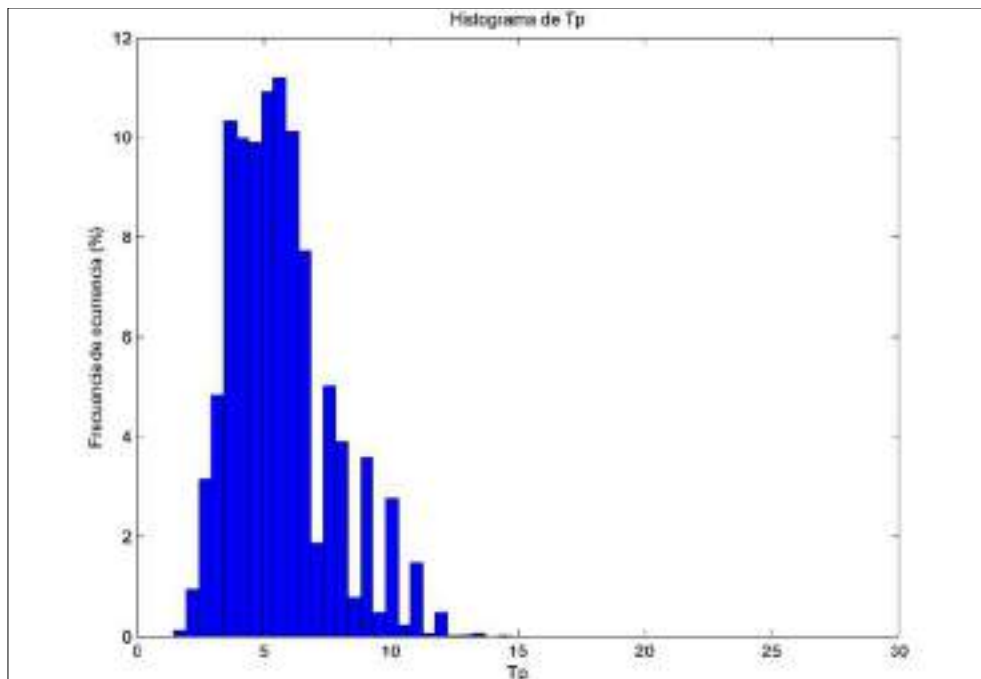


Figura 190. Histograma del periodo de pico del oleaje  $T_p$ (s)

En la siguiente figura se puede apreciar como los periodos de pico más frecuentes se concentran en torno a 4,24 – 6,83 segundos suponiendo un 50,0 % de los datos, además se pueden observar irregularidades en los periodos de pico superiores a 6,83 segundos al igual que en el nodo SIMAR anterior (2065088).

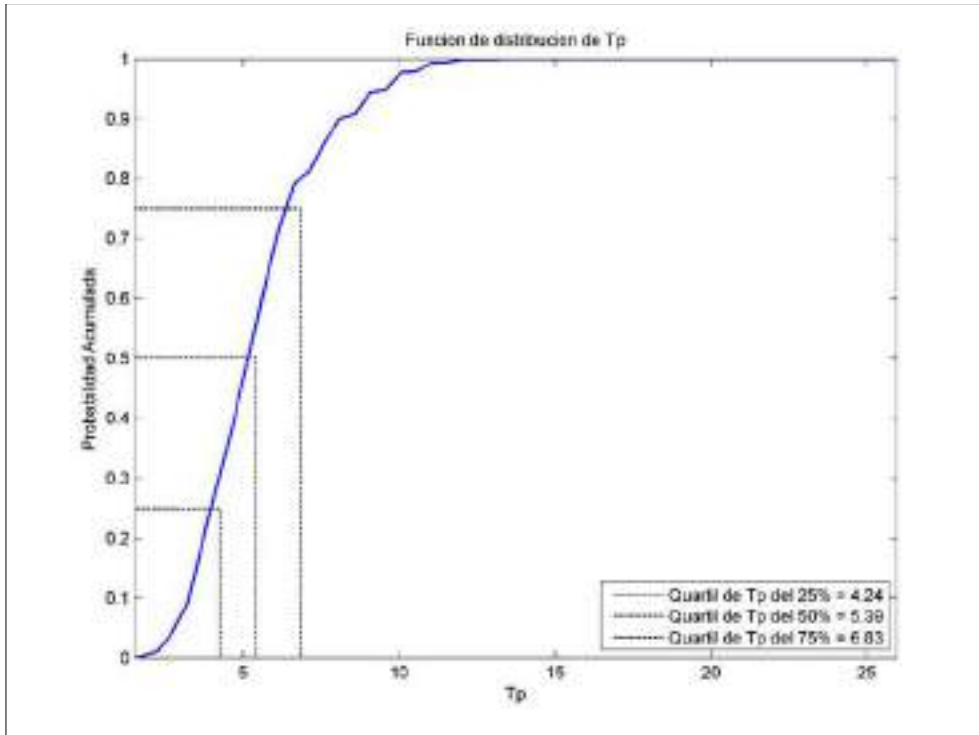


Figura 191. Función de distribución del periodo de pico del oleaje  $T_p$ (s)

**Nodo SIMAR 2068088**

La serie temporal estudiada para este nodo se corresponde con el rango comprendido entre el 24 de octubre de 2013 hasta el 24 de octubre de 2023. En la siguiente figura se puede observar dicha serie temporal, en la cual se alcanzan los mayores registros de altura significativa entre las fechas 2022/04/04 09:00 hasta el 2022/04/05 02:00 y el 2018/03/17 15:00 hasta 2018/03/17 20:00, con oleajes superando los 5,0 m.

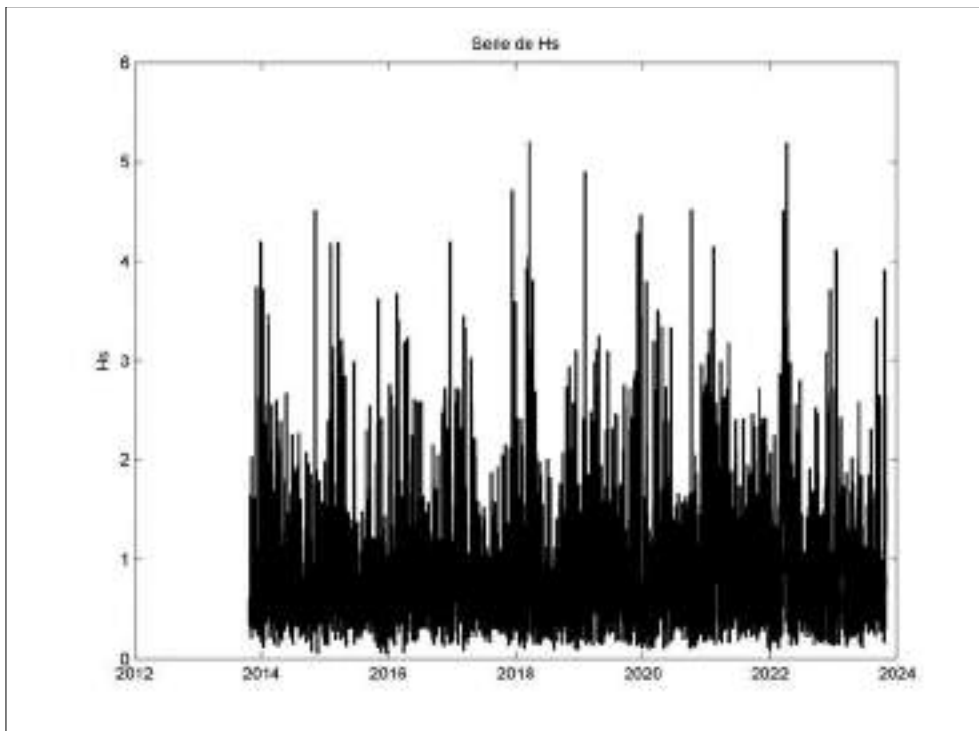


Figura 192. Serie temporal de la altura significativa del oleaje,  $H_s$ (m)

Seguidamente en las siguientes figuras, se incluyen el histograma y la función de distribución de la altura significativa respectivamente.

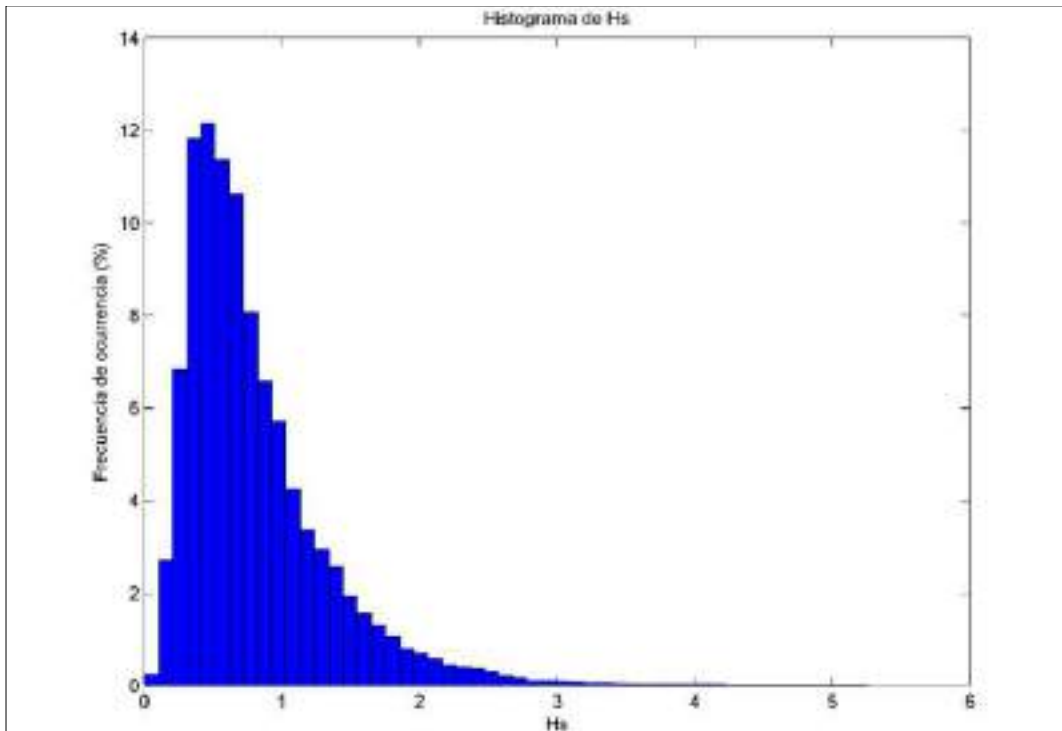


Figura 193. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la altura significativa de la ola  $H_s$ (m)

En el histograma de frecuencias anterior se muestra que la mayoría de los datos de altura de ola significativa están concentrados para valores inferiores a 1,0 m, suponiendo el 74,7 %, seguido de alturas entre 1,0 y 1,5 m con un 16,3 %, alturas entre 1,5 – 2,0 m un 6,0 % y posteriormente alturas superiores a 2,0 m en un 4,0 %.

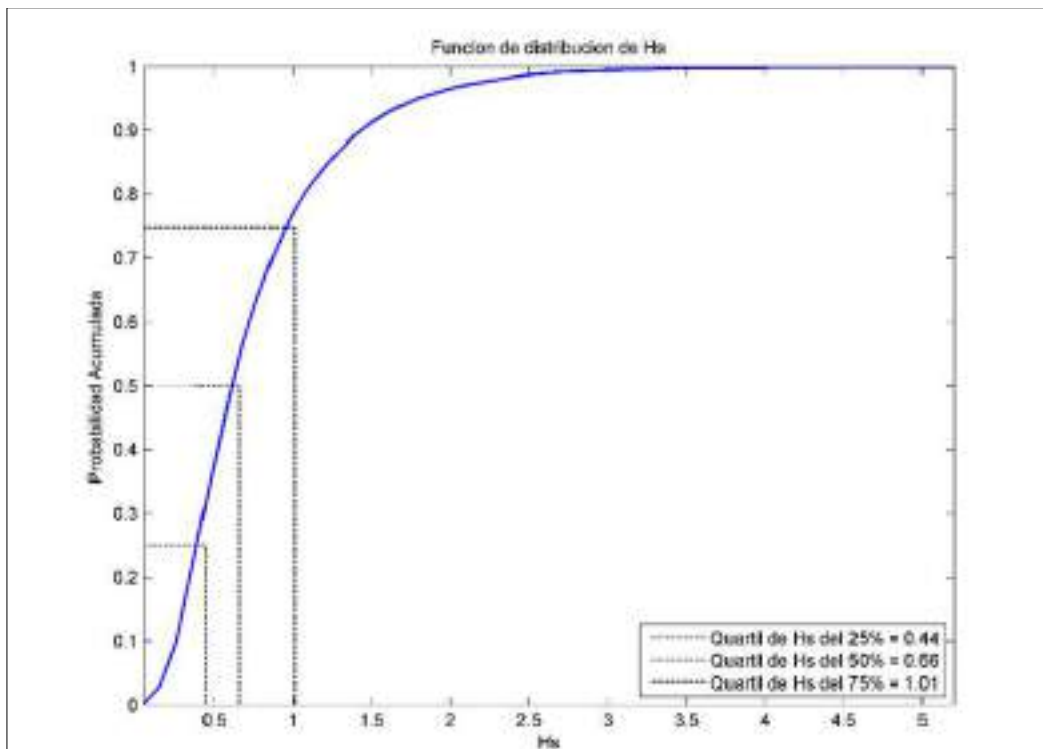


Figura 194. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente a la altura significativa de la ola  $H_s$ (m)

En la función de distribución anterior se puede apreciar como las alturas significativas se concentran en valores más elevados que en el resto de los puntos SIMAR, encontrándose el 75,0 % para alturas inferiores a 1,0 m, estando el 50,0 % en el rango 0,44 – 1,01 m.

En la siguiente figura se muestra la Rosa de Altura de ola significativa  $H_s$ (m) del punto SIMAR 2068088, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023 en la que se puede observar que el oleaje proviene principalmente del E, aproximadamente el 34,0 % de la frecuencia de ocurrencia, siendo las segundas direcciones más relevantes la ENE y SSW, con un 17,6 % y 17,4 % de presencia, seguidas por un 11,0 % para la dirección SW y las direcciones restantes comprendidas entre el E y W tienen una presencia inferior al 3,6 %. El resto de las direcciones de oleaje son prácticamente despreciables. No se presentan alturas con valores muy elevados, no es habitual que el oleaje supere los 2,0 metros, proviniendo la mayor parte de este oleaje de la dirección SSW un 1,5 %

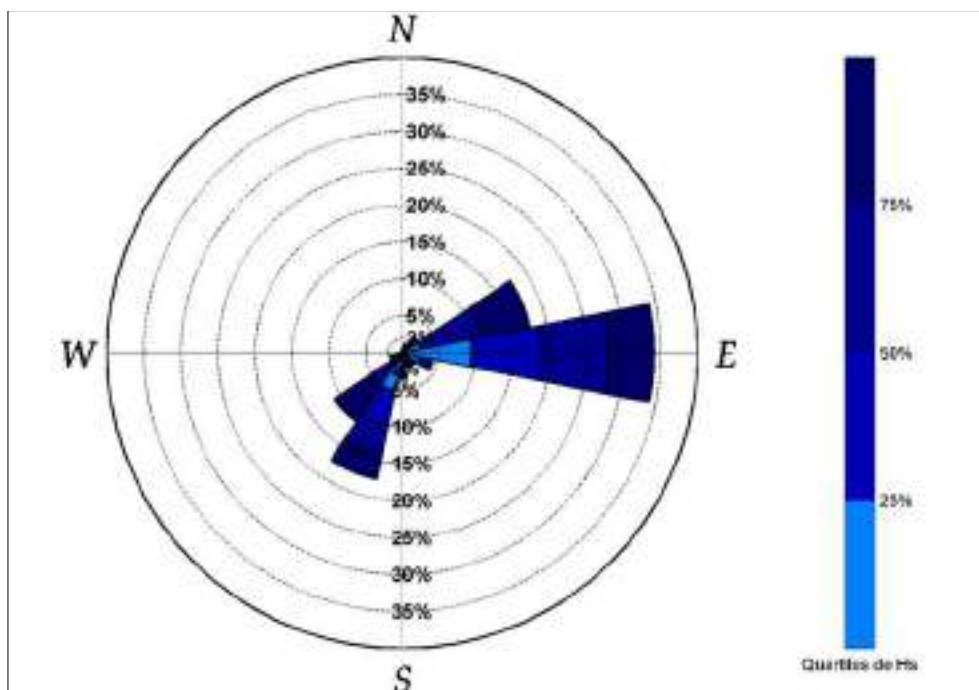


Figura 195. Rosa de Altura de ola significativa  $H_s$ (m) del punto SIMAR 2068088, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023

En las siguientes figuras se muestran las gráficas estacionales de altura de ola, al igual que en el resto de los puntos SIMAR la dirección E es la principal exceptuando en invierno en la que destaca la SSW. La dirección E alcanza su máxima frecuencia en verano con un 67,0 % y la mínima del SSW con un 15,0 %. En invierno la dirección predominante es el SSW con un 32,0 % de frecuencia frente a un 18,0 % E y 17,6 % ENE. Seguida de la dirección SSW cabe destacar la dirección ENE, siendo invierno y primavera las estaciones en las que se presenta con más frecuencia.



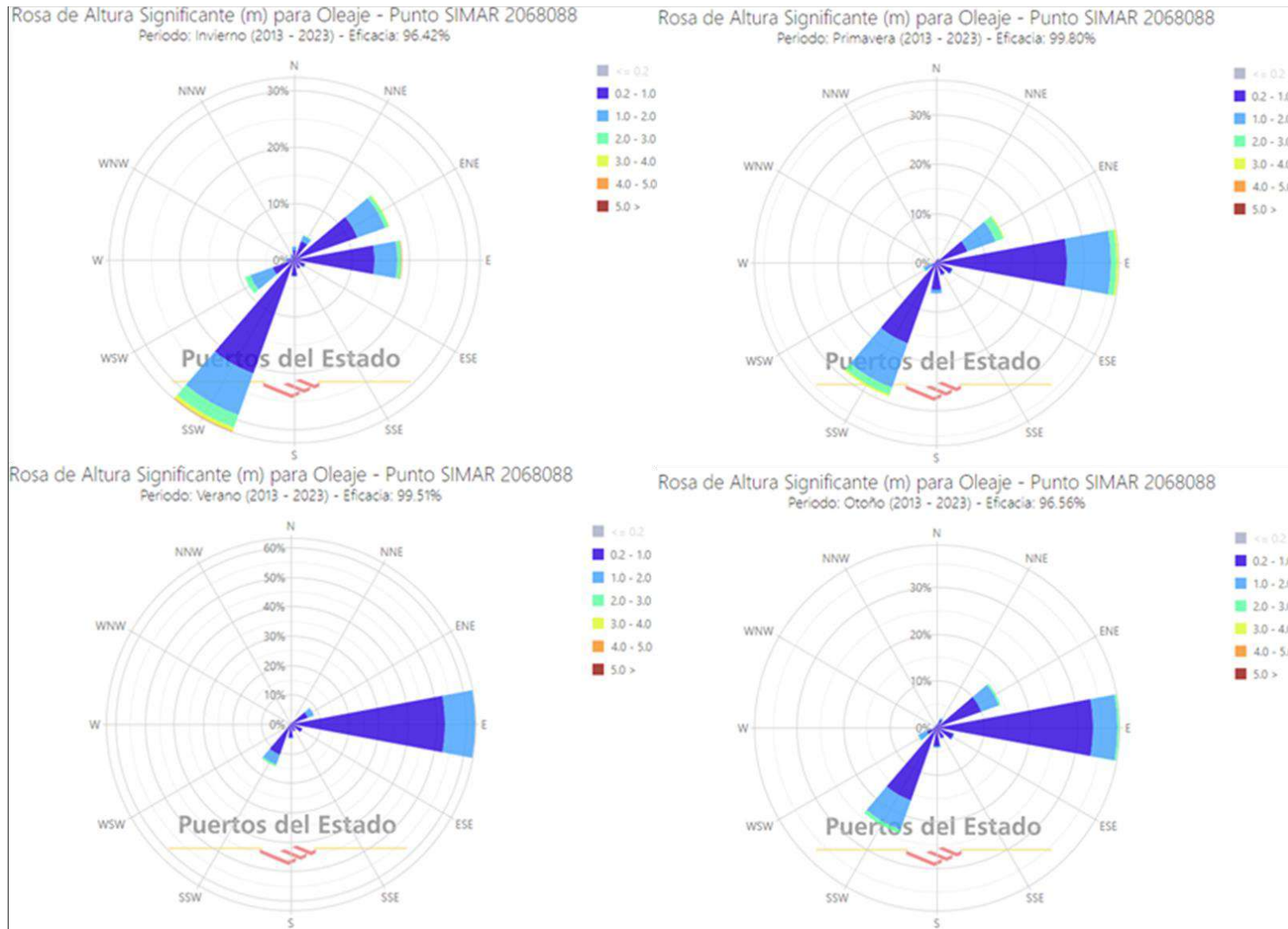


Figura 196. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m) del punto SIMAR 2068088, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)

La tabla de doble entrada Hs-Tp para el periodo de 2013-2023, se muestra a continuación en ella se puede apreciar como la altura de ola principal se encuentra entre los 0,5 -1,0 m con un 42,4 %, le sigue las alturas de 0,0 – 0,5 m con un 32,1 % y de 1,0 -1,5 m con un 15,9 %. Por otra parte, el periodo de pico más habitual se da entre 5,0 – 6,0 segundos con un 22,6 %, seguido del rango 4,0 – 5,0 s con un 19,6 %, el de 6,0 – 7,0 s con 18,5 % y el de 3,0 – 4,0 s con un 14,7 %. El porcentaje de Hs-Tp más alto reside en alturas entre 0,5 – 1,0 m con un periodo de 5,0 – 6,0 s, quedando representado por un 12,1 % de la frecuencia de ocurrencia.

Tabla 49. Correlación Altura de ola significativa (Hs) en metros – Periodo de Pico (Tp) en segundos del punto SIMAR 2068088, del periodo 2013-2023

Clase Hs (m)	Periodo de Pico (s)											Total
	<= 1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	>10,0	
<= 0,5	0	0,02	0,09	0,13	0,19	0,30	0,38	0,41	0,42	0,39	0,35	0,28
0,5 - 1,0	0,01	0,45	1,05	1,62	2,10	2,18	1,92	1,64	1,06	0,68	0,44	0,28
1,0 - 1,5	0	0,01	0,07	0,24	0,74	1,71	2,87	3,87	4,10	3,42	2,12	1,02
1,5 - 2,0	0	0	0,09	0,28	0,78	1,74	2,81	3,11	0,30	0,49	1,10	0,80
2,0 - 2,5	0	0	0	0,28	0,67	1,57	2,57	2,80	0,18	0,38	0,88	0,65
2,5 - 3,0	0	0	0	0,20	0,58	1,21	1,98	2,13	0,13	0,33	0,70	0,53
3,0 - 3,5	0	0	0	0,02	0,14	0,31	0,50	0,66	0,08	0,28	0,58	0,40
3,5 - 4,0	0	0	0	0	0	0,04	0,11	0,24	0,38	0,44	0,44	0,38
4,0 - 4,5	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0,17	0,34	0,51	0,50
4,5 - 5,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,10	0,21	0,27
5,0 - 5,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,07	0,08
Total	0	0,28	1,15	3,09	7,19	12,16	18,09	21,21	13,86	4,13	2,51	1,05

A continuación, se incluyen el histograma y función de distribución para el periodo medio en el que se puede observar que predomina el oleaje con un periodo medio comprendido entre 3,0 y 4,0 segundos, concretamente el 50,0 % de los datos se sitúa entre 2,98 y 4,07 segundos.

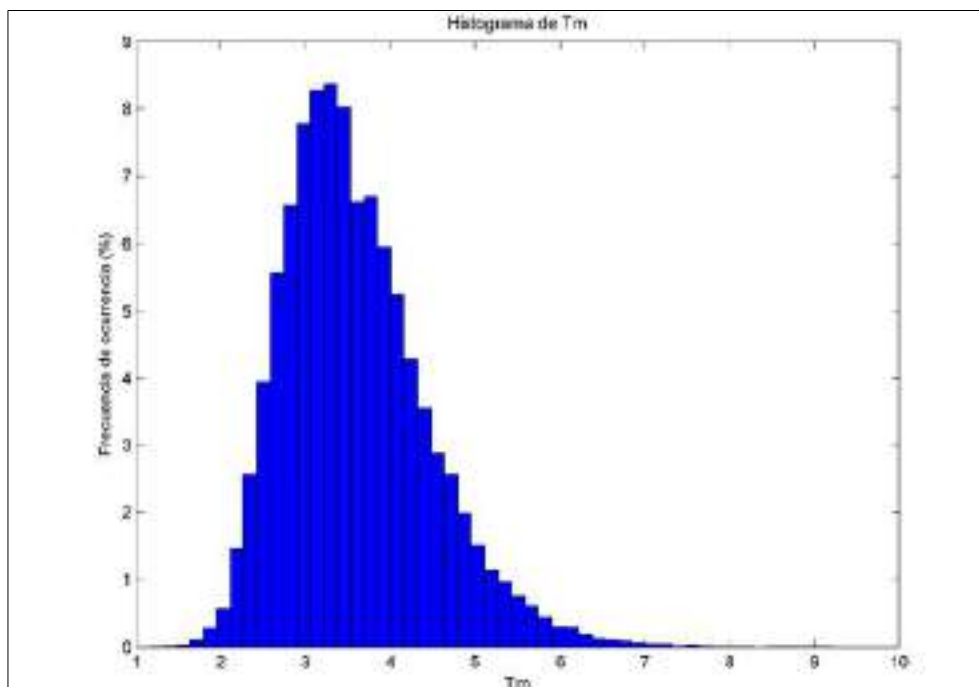


Figura 197. Histograma del periodo medio Tm(s) del oleaje

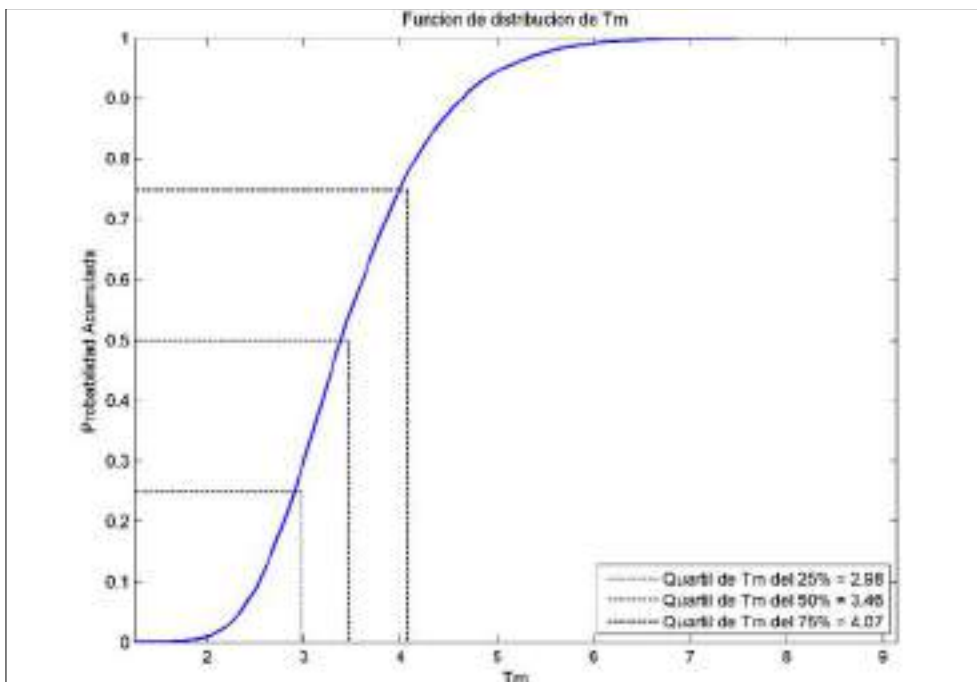


Figura 198. Función de distribución del periodo medio Tm(s) del oleaje

De igual manera, se incluyen las figuras del período pico donde se representan el histograma y la función de distribución.

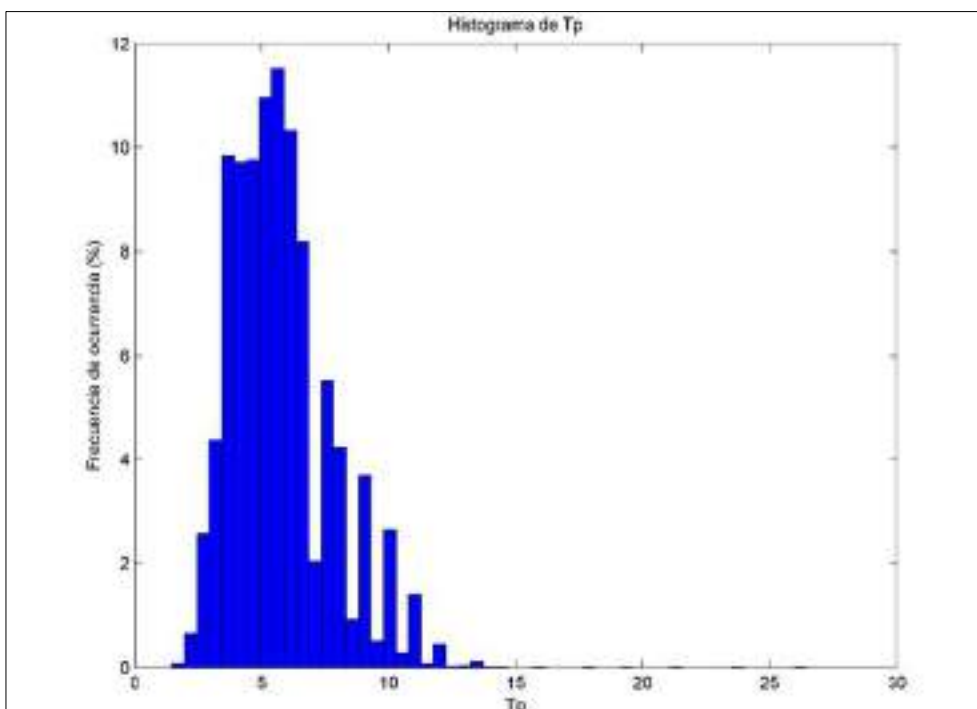


Figura 199. Histograma del periodo de pico del oleaje Tp(s)

En la siguiente figura se puede apreciar como los periodos de pico más frecuentes se concentran en torno a 4,24 – 6,83 segundos suponiendo un 50,0 % de los datos, además se pueden observar irregularidades en los periodos de pico superiores a 6,83 segundos al igual que en los otros SIMAR.

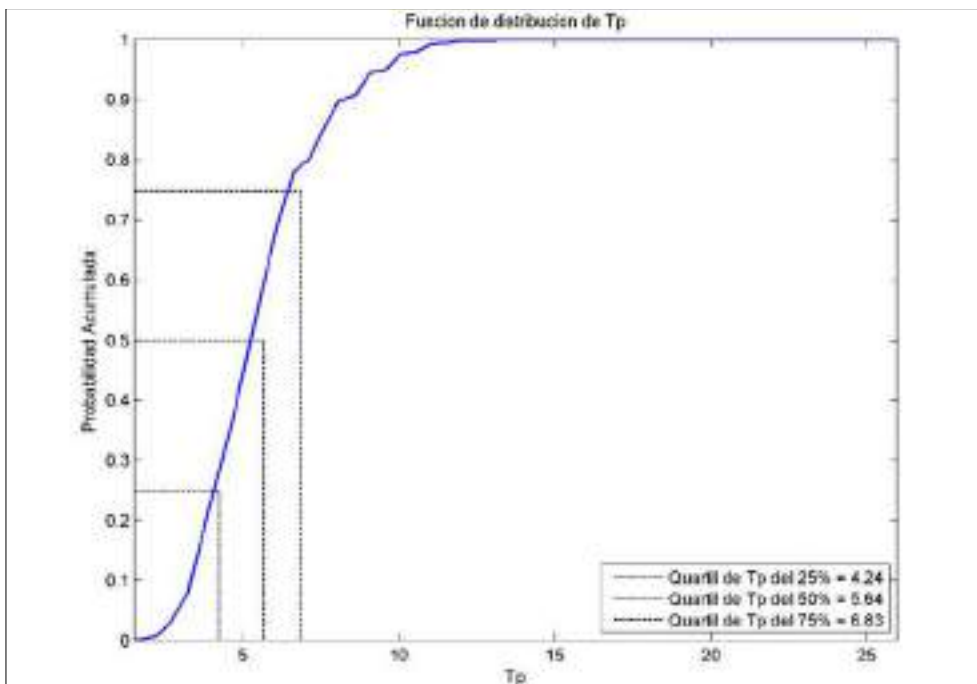


Figura 200. Función de distribución del periodo de pico del oleaje  $T_p$ (s)

**Nodo SIMAR 2069090**

La serie temporal estudiada para este nodo se corresponde con el rango comprendido entre el 24 de octubre de 2013 hasta el 24 de octubre de 2023. En la siguiente figura se puede observar dicha serie temporal.

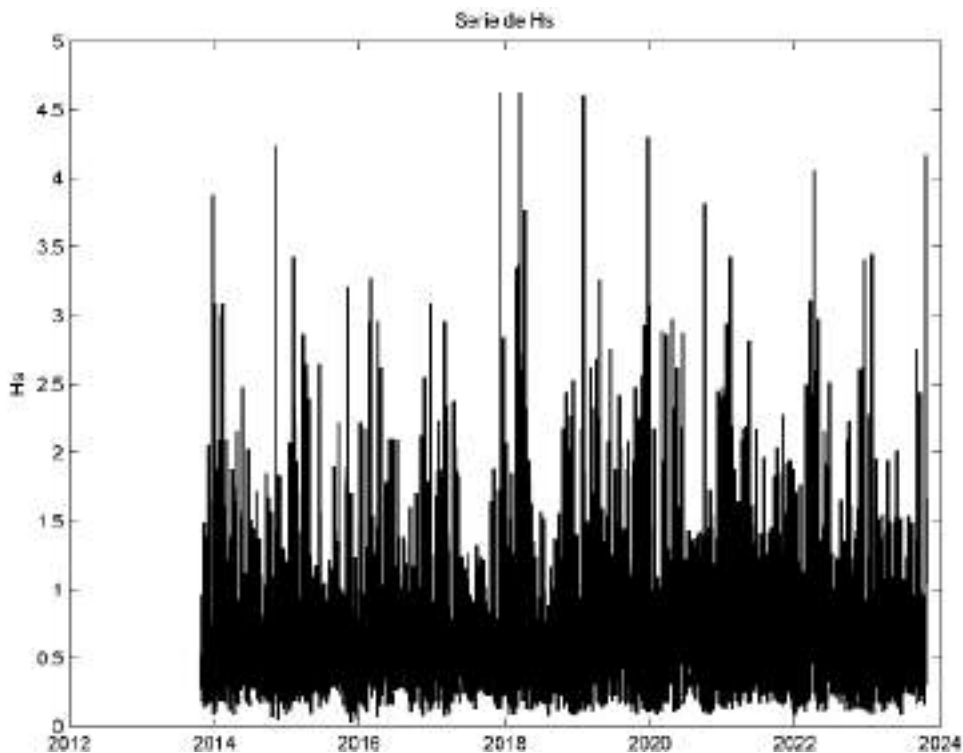


Figura 201. Serie temporal de la altura significativa del oleaje,  $H_s$ (m)

Seguidamente, en las siguientes figuras se incluyen el histograma y la función de distribución de la altura significativa respectivamente. Tanto el histograma como la función de distribución muestran que la mayor parte del oleaje tienen alturas inferiores

a 1 m. El 75,0 % de los datos son alturas inferiores a 0,8 m, estando el 50,0 % en el rango 0,36 – 0,8 metros.

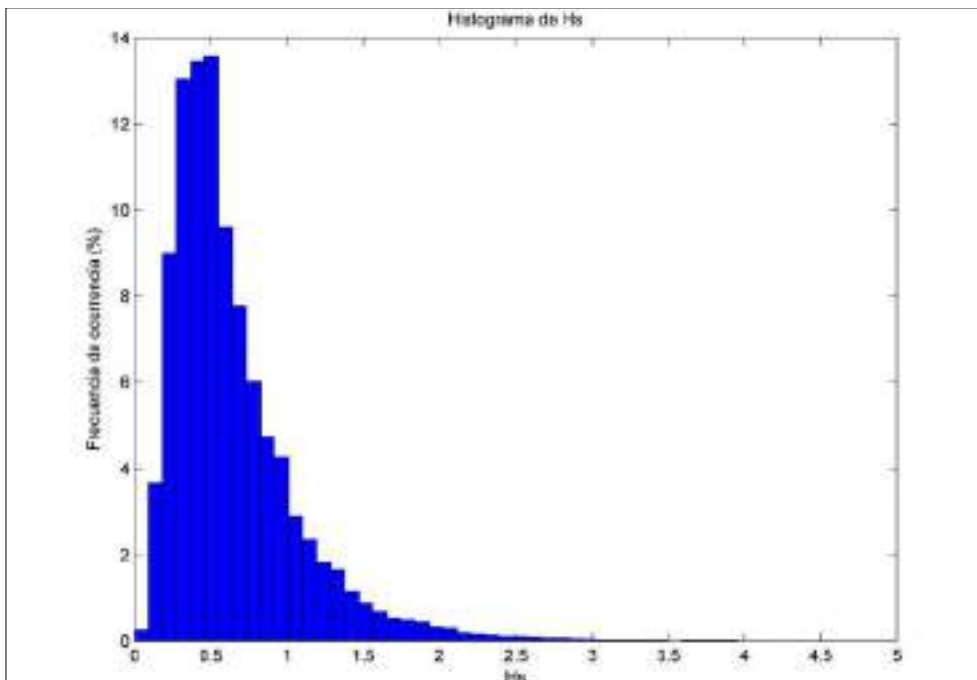


Figura 202. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la altura significativa de la ola Hs(m)

En el histograma de frecuencias anterior se muestra que la mayoría de los datos de altura de ola significativa están concentrados para valores inferiores a 1,0 metros, suponiendo el 85,0 %, seguido de alturas entre 1,0 y 1,5 metros con un 10,6 %, alturas entre 1,5 – 2 metros un 2,9 % y posteriormente alturas superiores a 2,0 metros en un 1,5 %.

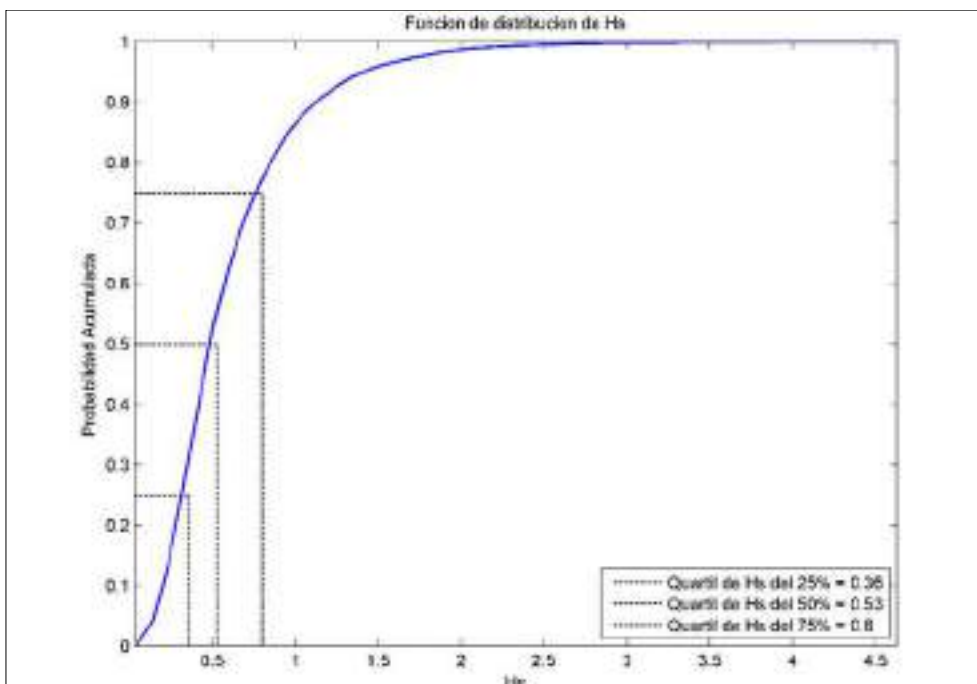


Figura 203. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente la altura significativa de la ola Hs(m)

En la siguiente figura se muestra la rosa de oleaje donde se puede apreciar que el oleaje proviene principalmente del E, aproximadamente el 36,0 % de la frecuencia de

ocurrencia, siendo la segunda dirección más relevante la SSW, con un 23,9 % de presencia, seguidas por un 15,2 % para la dirección ESE, un 5,0 % tanto para la dirección S como SW, y un 3,7 %, 3,4 % y 3,0 % para las direcciones ENE, SE y SSE. El resto de las direcciones de oleaje son prácticamente despreciables. No se presentan alturas con valores muy elevados, no es habitual que el oleaje supere los 2,0 metros, proviniendo la mayor parte de este oleaje de la dirección SSW.

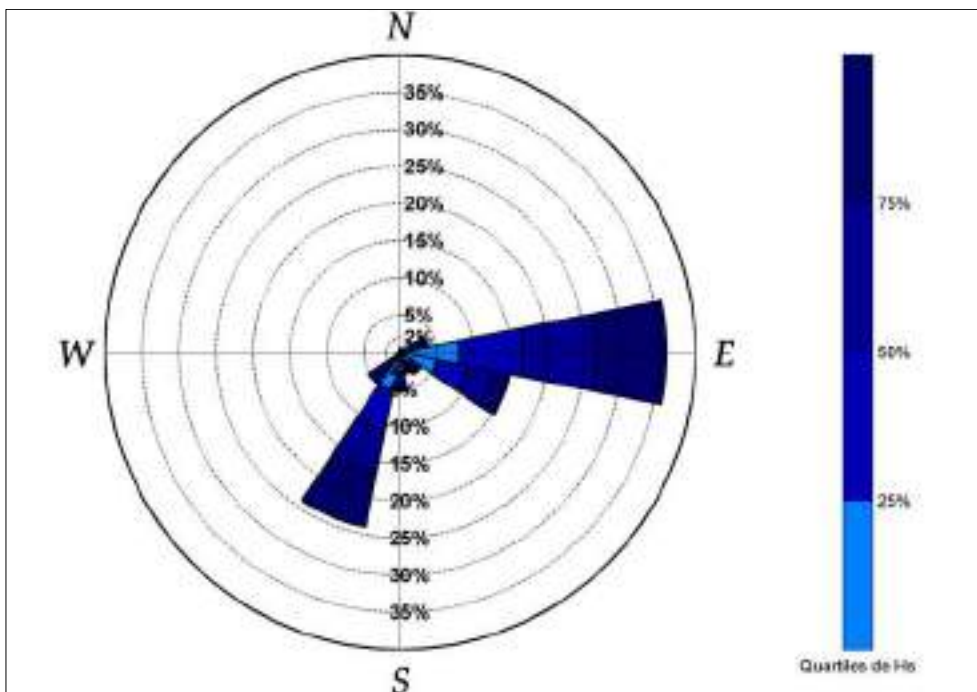


Figura 204. Rosa de Altura de ola significativa Hs(m) del punto SIMAR 2069090, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023

En las siguientes figuras se muestran las gráficas estacionales de altura de ola donde se puede observar que la dirección E es la principal y la SSW la secundaria exceptuando en invierno en la que la principal es la SSW. La dirección E alcanzando su máxima frecuencia en verano con un 61,0 % y la mínima del SSW con un 12,8 %. La dirección SSW destaca en invierno, primavera y otoño, alcanzando su máxima frecuencia en invierno con un 37,0 %.

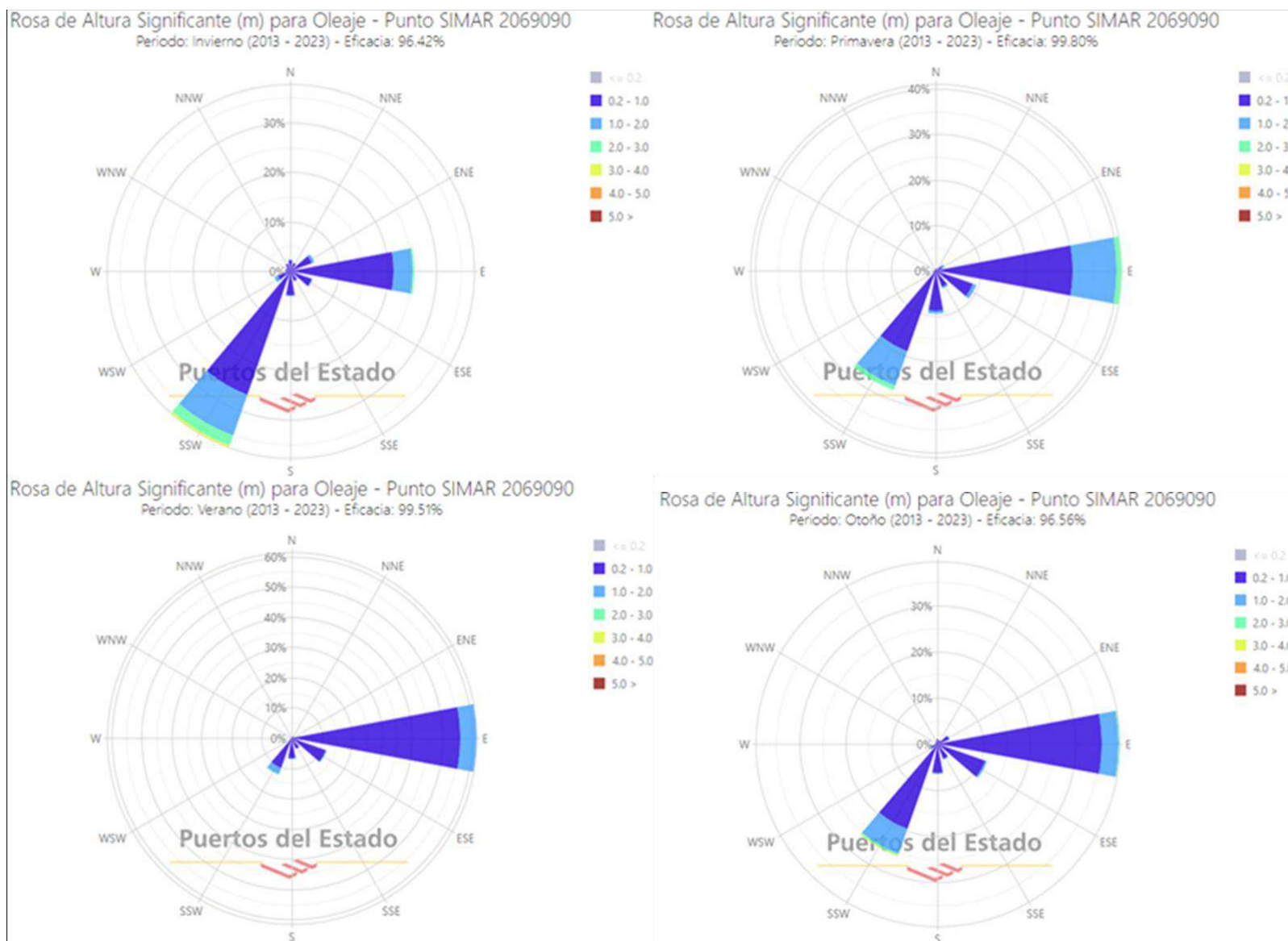


Figura 205. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m) del punto SIMAR 2069090, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)

A continuación, se muestra la tabla de doble entrada Hs-Tp para el periodo de 2013 - 2023, donde se puede distinguir como altura de ola principal se encuentra entre los 0,0 – 0,5 m con un 46,0 %, le sigue las alturas de 0,5 – 1,0 m con un 38,8 % y de 1,0 – 1,5 m con un 10,7 %. Por otra parte, el periodo de pico más habitual se da entre 5,0 – 6,0 s con un 21,9 %, seguido del rango 4,0 – 5,0 s con un 19,8 %, el de 6,0 – 7,0 s con 17,6 % y el de 3,0 – 4,0 s con un 15,5 %. El porcentaje de Hs-Tp más alto reside en alturas entre 0,0 – 0,5 m con un periodo de 4,0 – 5,0 s, quedando representado por un 12,4 % de la frecuencia de ocurrencia.

Tabla 50. Correlación Altura de ola significativa (Hs) en metros – Periodo de Pico (Tp) en segundos del punto SIMAR 2069090, del periodo 2013-2023

Altura Hs (m)		Periodo de Pico (s)											Total	
		< 2,0	2,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0			
Altura Hs (m)	< 0,5	-	8300	4348	12187	13250	8008	3388	1541	1085	5577	3405	46001	
	0,5	-	8801	3338	5029	6104	11895	8380	3223	2041	2176	1413	16749	
	1,0	-	-	8003	6086	5427	1488	2488	1084	676	567	1604	16764	
	2,0	-	-	-	6003	3215	2081	3647	3381	660	520	363	2852	
	2,5	-	-	-	-	3003	6013	3224	6181	620	6144	3164	3948	
	3,0	-	-	-	-	-	-	3346	3073	6079	3090	3079	3358	
	3,5	-	-	-	-	-	-	-	3003	6081	6038	6010	3004	3107
	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	6014	6033	6087	3018	3017
	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6004	6013	3008	3315
	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6003	3001	3303
	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	8304	5002	15484	18301	21806	17524	4456	4886	4183	4462	1985		

Seguidamente, se incluyen el histograma y función de distribución para el periodo medio donde se puede ver que predomina el oleaje con un periodo medio comprendido entre 3,0 y 4,0 segundos, concretamente el 50,0 % de los datos se sitúa entre 2,87 y 4,06 segundos.

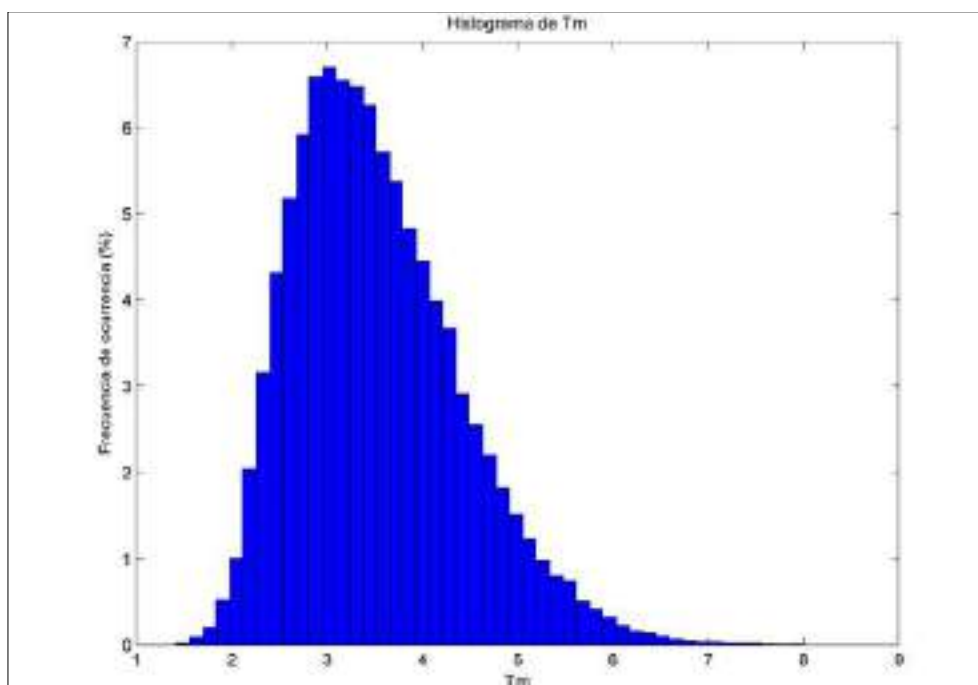


Figura 206. Histograma del periodo medio Tm(s) del oleaje



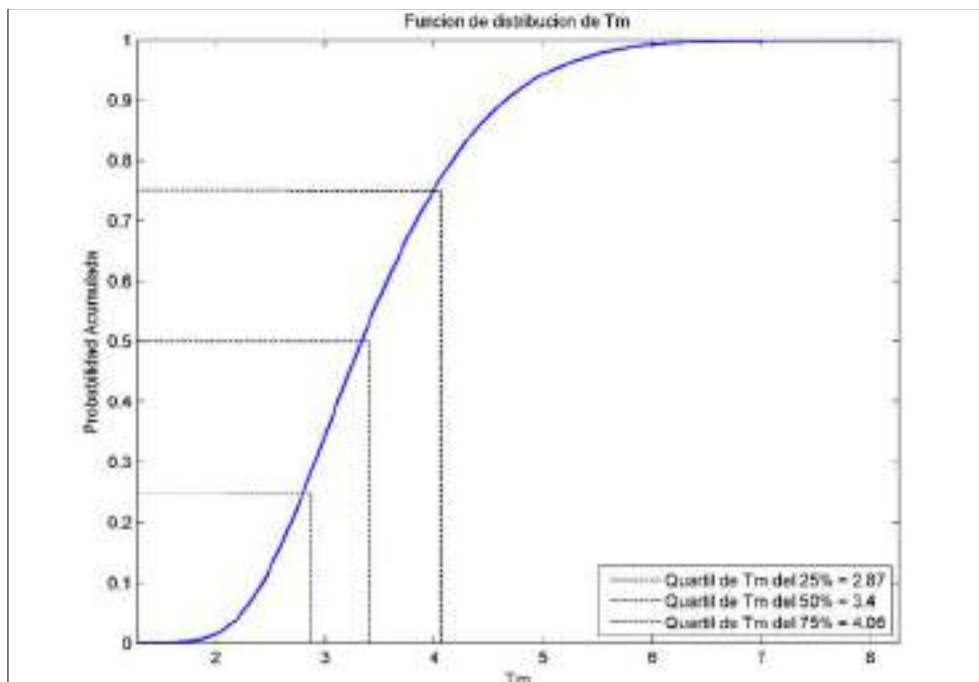


Figura 207. Función de distribución del periodo medio  $T_m$ (s) del oleaje

De igual manera, se incluyen las figuras del período pico donde se representan el histograma y la función de distribución.

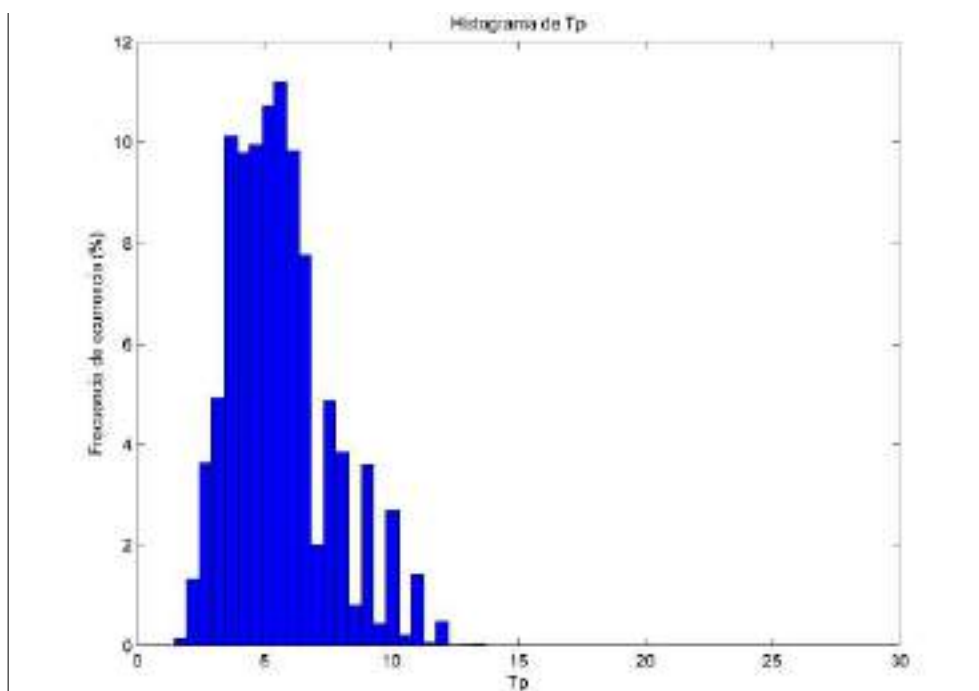


Figura 208. Histograma del periodo de pico del oleaje  $T_p$ (s)

En la siguiente figura se puede apreciar como los periodos de pico más frecuentes se concentran en torno a 4,24 – 6,83 segundos suponiendo un 50,0 % de los datos, además se pueden observar irregularidades en los periodos de pico superiores a 6,83 segundos al igual que en los otros nodos SIMAR.

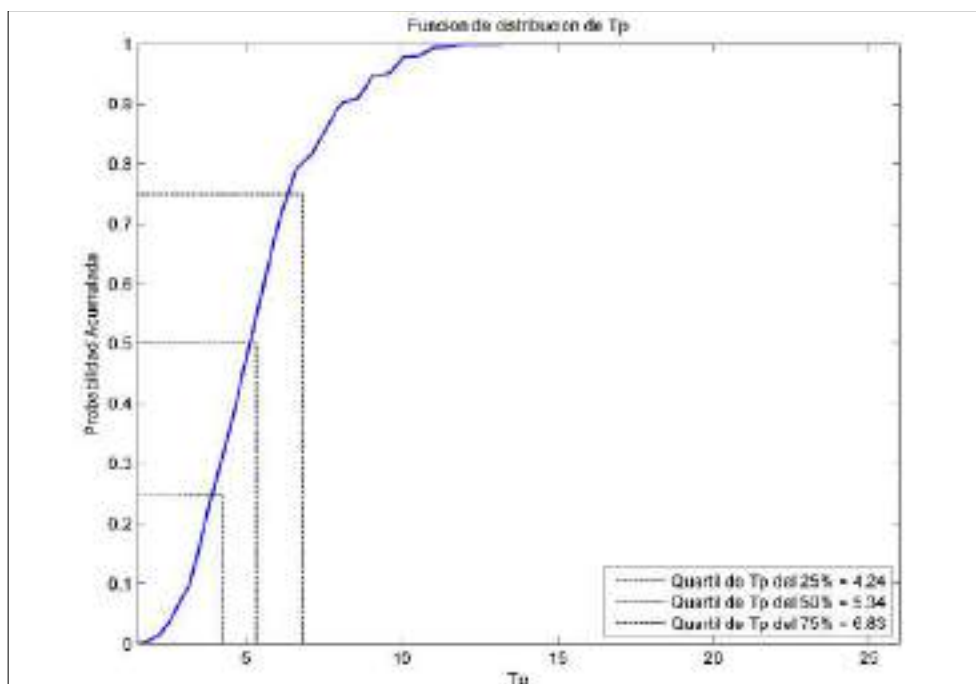


Figura 209. Función de distribución del periodo de pico del oleaje  $T_p$ (s)

### 7.5.1.2 Viento

El análisis de los datos relativos al viento procede de los mismos nodos SIMAR citados anteriormente. Se describe, a continuación, el modo en que se generó.

#### Viento:

Los datos de viento son obtenidos mediante un downscaling dinámico realizado con el modelo atmosférico regional RCA3.5 alimentado con los datos del retroanálisis atmosférico global del ERA-40. Las simulaciones fueron realizadas por la agencia estatal de meteorología (AEMET, [www.aemet.es](http://www.aemet.es)) con una resolución en la malla de 12' de latitud por 12' de longitud (aproximadamente 20 km por 20 km) (Puertos del Estado. Clima medio de oleaje. Nodos SIMAR).

Debido a las resoluciones de las mallas utilizadas en el modelo RCA3.5, no es posible reproducir el efecto de accidentes orográficos de extensión inferior 20 km. Tampoco quedan modelados la influencia en el viento de procesos de convección de escala local. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc. (Puertos del Estado. Clima medio de oleaje. Nodos SIMAR).

#### Caracterización del viento procedente del mar<sup>70</sup>:

Para la caracterización del viento se han tenido en cuenta la serie temporal de velocidades del viento, histogramas de velocidad de viento medio y rosas de viento, del intervalo de tiempo 24/10/2013-24/10/2023 de los puntos SIMAR 2065088, 2067089, 2068088 y 2069090.

A continuación, se muestran las figuras y su análisis.

#### **Nodo SIMAR 2065088**

<sup>70</sup> Fuente de las diferentes figuras y tablas de este apartado: Puertos del Estado- Nodos SIMAR 2065088, 2067089, 2068088 y 2069090. Los datos no proceden de medidas directas, sino que se han obtenido mediante modelos numéricos.

En la siguiente figura se observa que, en la última década comprendida desde octubre de 2013 hasta octubre de 2023, las velocidades medias mensuales se encuentran entre los 3,74 y 6,67 m/s, con unos mínimos que oscilan entre los 0,0 y 0,41 m/s, siendo los más intensos siempre asociados a los meses de invierno. Y finalmente los máximos mensuales que presentan una horquilla de entre 7,99 y 21,55 m/s, identificándose estos extremos en el año 2020.



Figura 210. Serie temporal de velocidad del viento (m/s), media, máximas y mínimos mensuales para el periodo octubre 2013 - 2023

Seguidamente, en la rosa de vientos se puede observar que los vientos se concentran en el primer cuadrante entre el N y el E, sin embargo, destacan vientos con una similar frecuencia todas las direcciones. La dirección principal es el NE con un 12,6 % de frecuencia, seguido por el ENE y E con un 9,0 %, NNE con una frecuencia del 8,7 % y el resto de las direcciones oscilan entre un 3,4 – 5,8 %. En cuanto a la intensidad, el 11,0 % del tiempo el viento supera velocidades de 8,0 m/s.

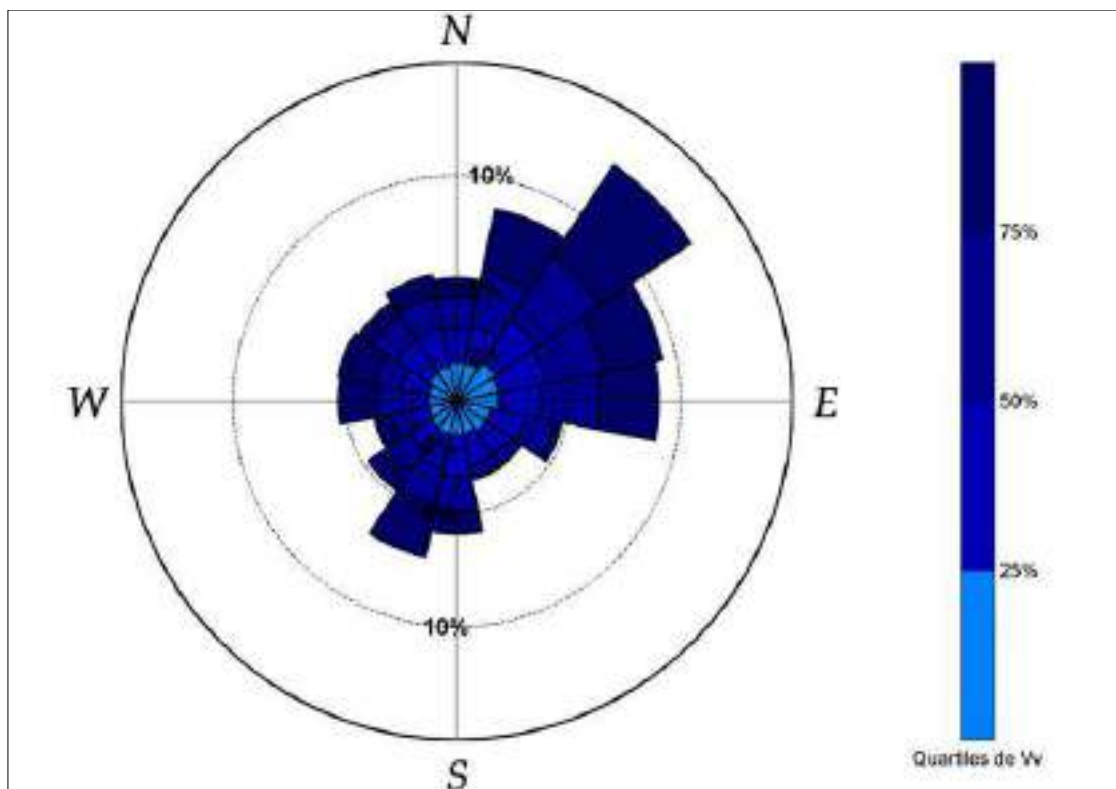


Figura 211. Rosa de viento (Vv media en frecuencia por dirección de procedencia)

A continuación, se obtienen las rosas estacionales para la misma década, con el objetivo de analizar la variabilidad del viento a lo largo de los años. El viento presenta una gran variabilidad a lo largo de la década, repartidos de manera equitativa en invierno, primavera y otoño destacando los vientos con dirección NE. En verano las direcciones del viento se concentran en el rango N-SSW, las direcciones más destacables en orden de importancia son la E, NE y ENE.

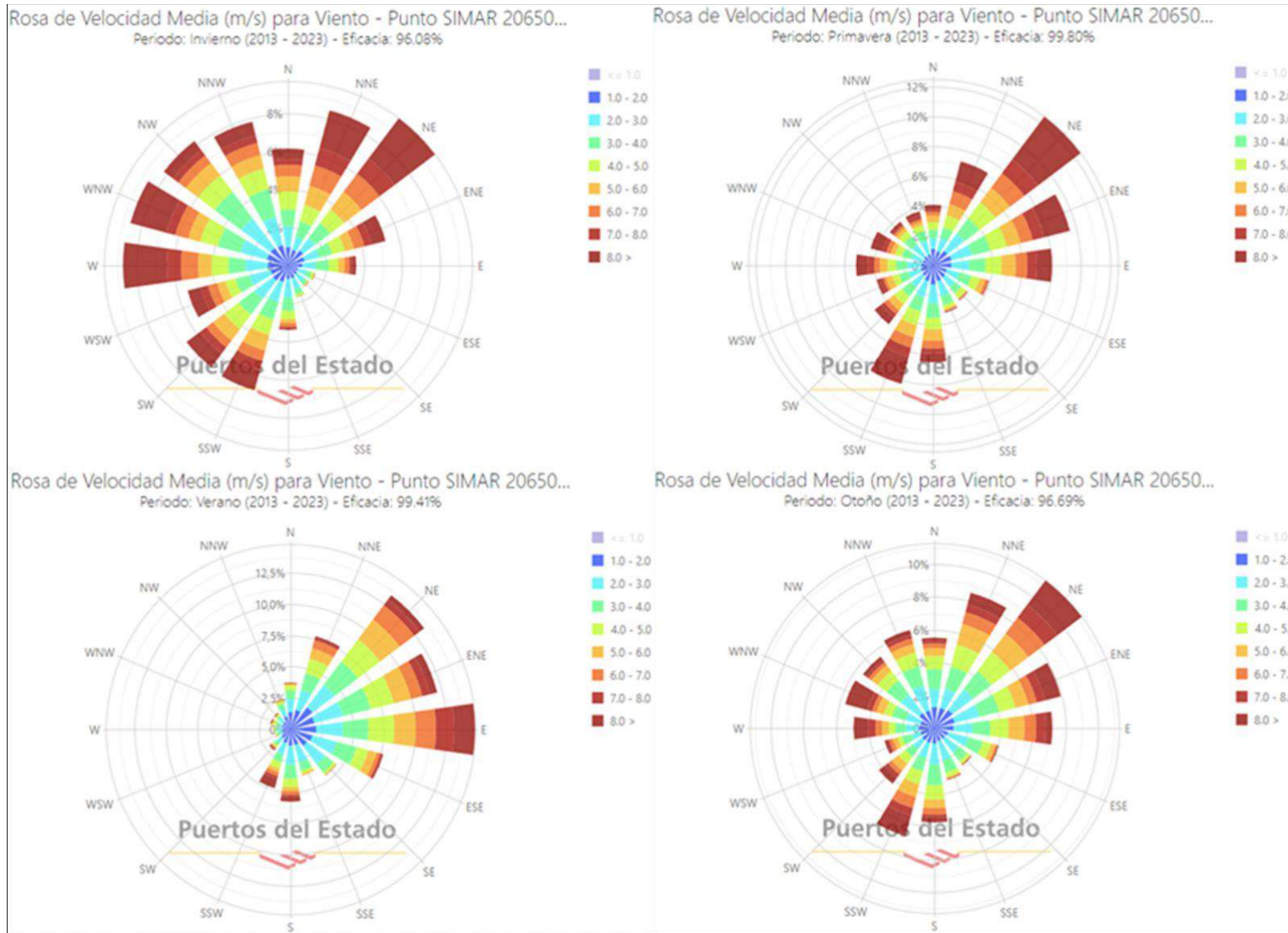


Figura 212. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2065088, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)

La intensidad o velocidad del viento se distribuye de forma homogénea entre los 5,0 y 11,0 m/s, destacando picos de intensidad superiores a los 11,0 m/s en los meses de invierno. La serie temporal estudiada se muestra a continuación:

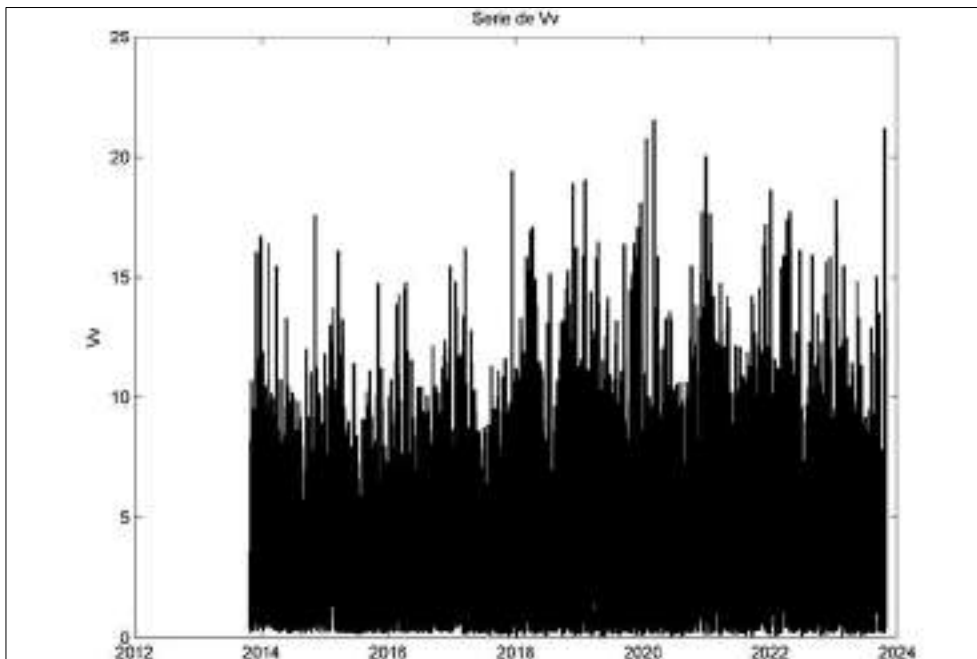


Figura 213. Serie temporal de la velocidad del viento, V (m/s)

Se muestra en las siguientes figuras el histograma y la función de distribución de la velocidad del viento, respectivamente.

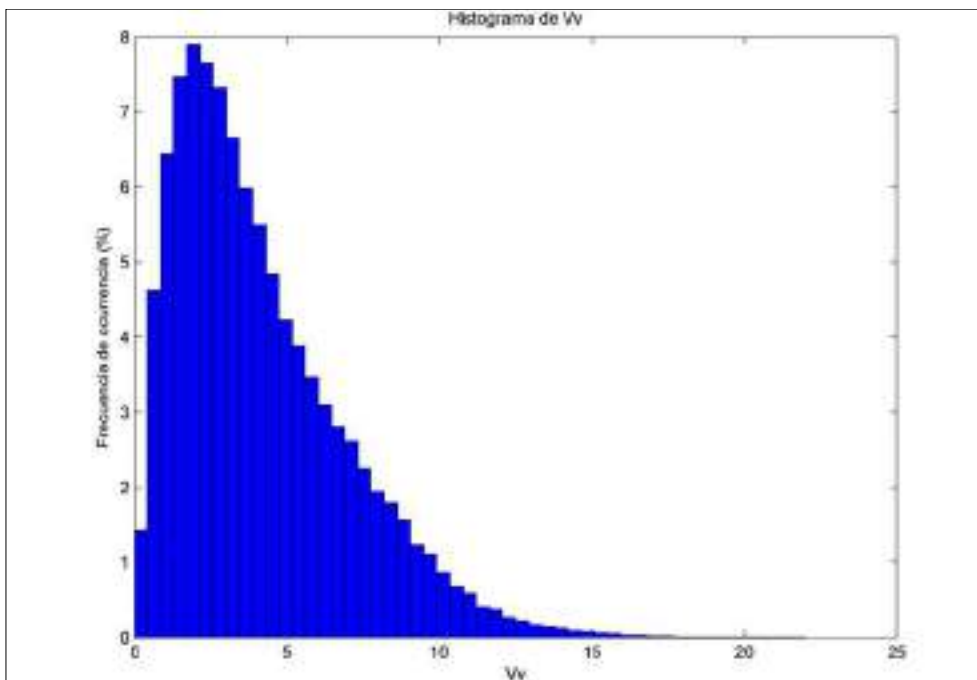


Figura 214. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s)

En el siguiente gráfico de distribución de frecuencias se indica que la densidad de los vientos es superior entorno a vientos de 1,0 – 3,5 m/s y decrece la frecuencia hasta velocidades de 17,0 m/s. Los vientos más frecuentes presentan velocidades de 2,0 – 2,5 m/s, con un 9,15 %.

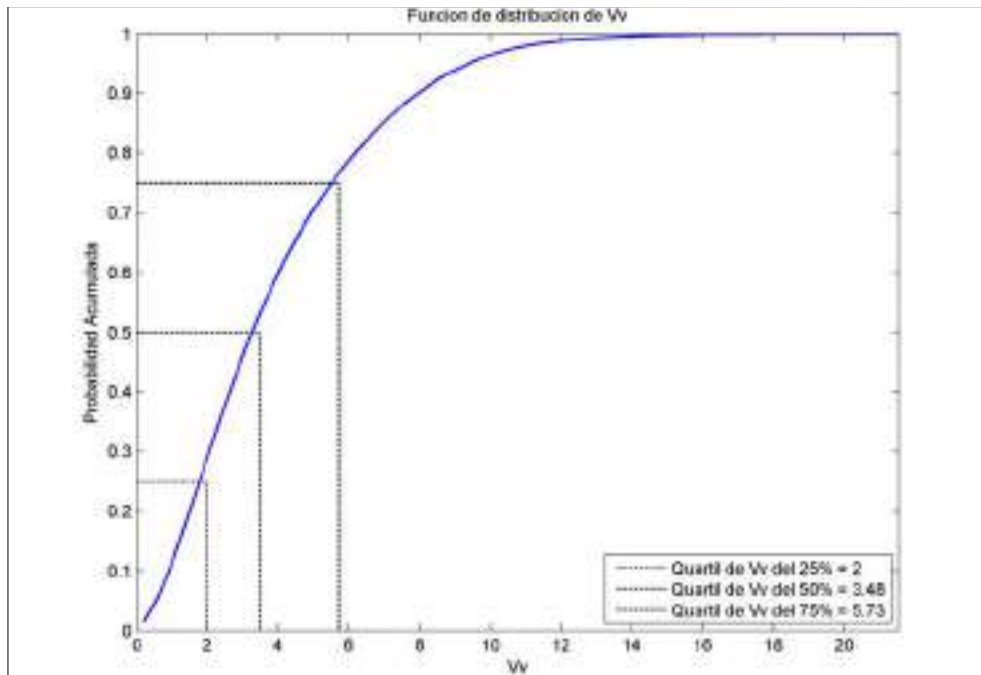


Figura 215. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s)



Figura 216. Distribución de frecuencias de la densidad del viento. Fuente: Puertos del Estado

**Nodo SIMAR 2067089**

En la siguiente figura donde está representada la serie temporal de velocidad mínima, media y máxima mensual del viento (m/s) se observa que, en la última década comprendida desde octubre de 2013 hasta octubre de 2023, las velocidades medias mensuales se encuentran entre los 3,74 y 6,74 m/s, con unos mínimos que oscilan entre los 0,0 y 0,47 m/s, siendo los más intensos siempre asociados a los meses de invierno. Y finalmente los máximos mensuales que presentan una horquilla de entre 8,49 y 22,48 m/s, identificándose estos extremos en enero de 2020.



Figura 217. Serie temporal de Velocidad mínima, media y máximo mensual del viento (m/s) del punto SIMAR 2067089

Seguidamente en la rosa de vientos se observa que los vientos se concentran en el primer y tercer cuadrante, destacando los vientos con dirección NNE, con una frecuencia del 16,0 %, como dirección secundaria NE con un 11,0 %, seguidos por las direcciones E, SSW, SW ENE y N oscilando en un 7,3 – 8,7 %. El resto de las direcciones suponen una frecuencia inferior al 5,5 %. En cuanto a la intensidad, el 8,5 % del tiempo el viento supera velocidades de 8,5 m/s.

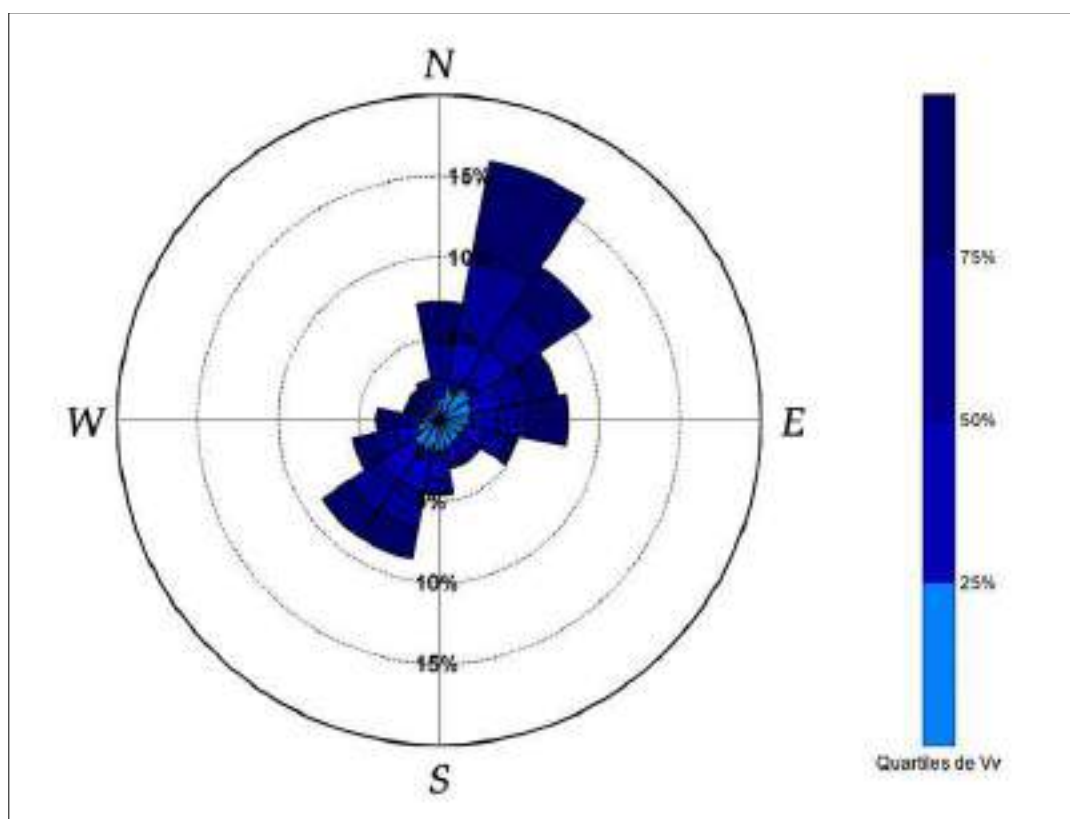


Figura 218. Rosa de viento (Vv media en frecuencia por dirección de procedencia)

Las siguientes imágenes muestran las rosas estacionales de la misma década, para analizar la variabilidad del viento a lo largo de los años. El viento presenta múltiples direcciones destacables a lo largo de la década siendo la dirección principal el NNE con la mayor frecuencia en verano con un 16,15 %. Como direcciones secundarias destacan las que aparecen entre N-E y SSW-WSW con rangos variados entorno a un 7,5 – 12,5 %. Cabe destacar que en invierno es en la estación que alcanza mayor frecuencia el SW en torno a 12,5 %.



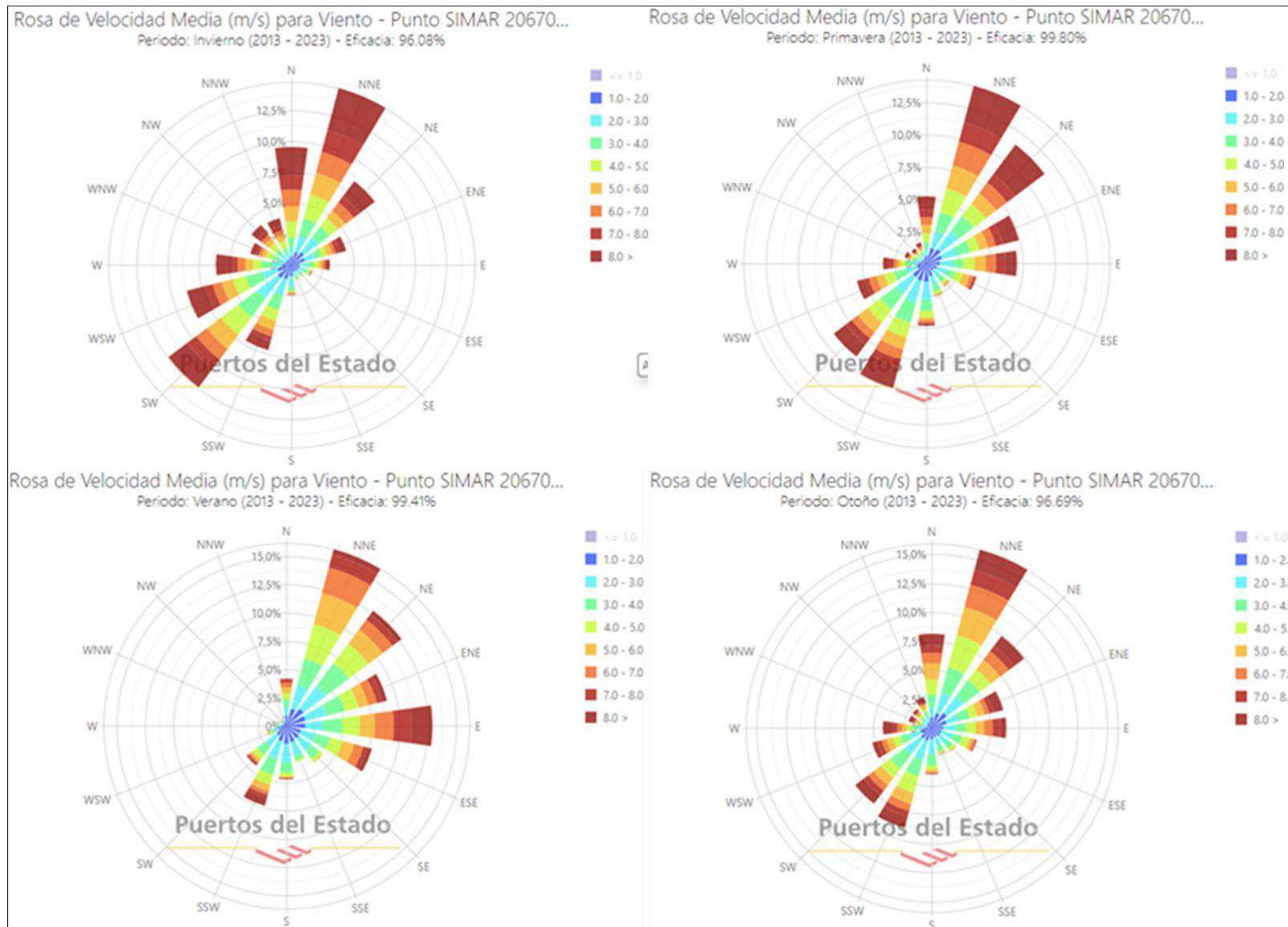


Figura 219. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2067089, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)

La intensidad o velocidad del viento se distribuye de forma homogénea entre los 4,0 y 10,0 m/s, destacando picos de intensidad superiores a los 10,0 m/s en los meses entre noviembre y abril. La serie temporal estudiada se muestra a continuación.

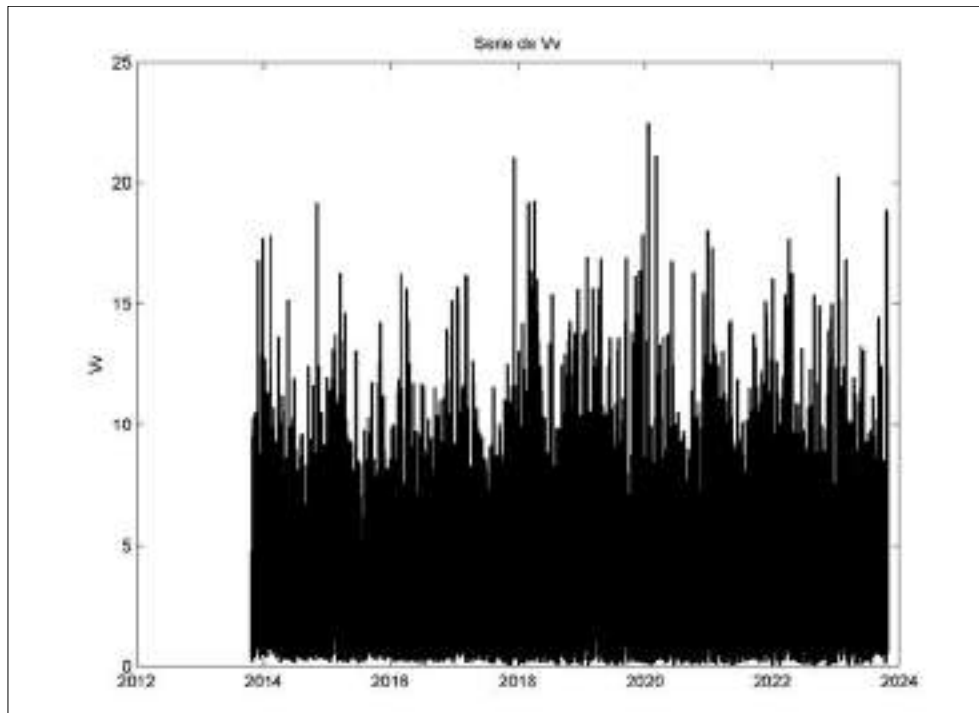


Figura 220. Serie temporal de la velocidad del viento, V (m/s)

En las siguientes figuras se presentan el histograma y la función de distribución de la velocidad del viento, respectivamente.

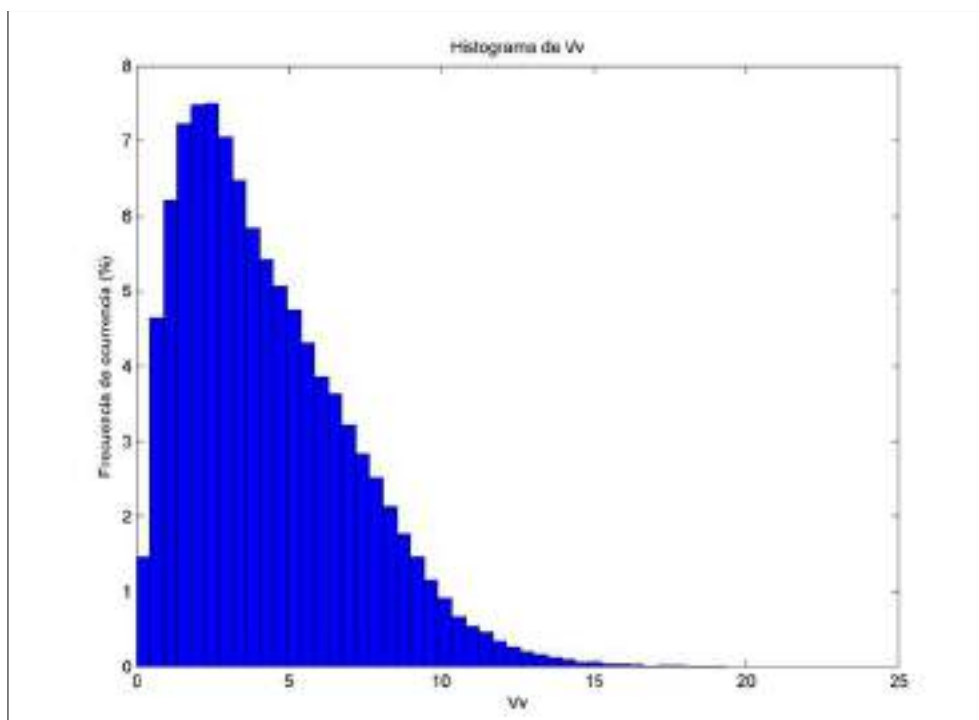


Figura 221. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s)

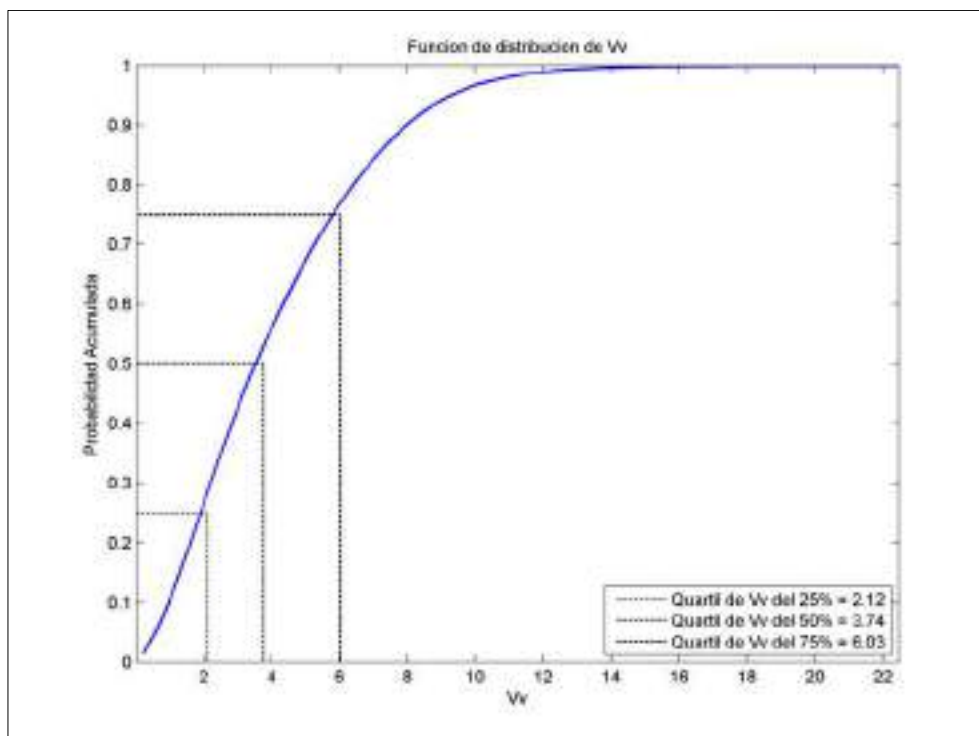


Figura 222. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s)

El gráfico de distribución de frecuencias que se muestra a continuación indica que la densidad de los vientos es superior entorno a vientos de 1,0 – 3,5 m/s y decrece la frecuencia hasta velocidades de 18,0 m/s. Los vientos más frecuentes presentan velocidades de 2,0 – 2,5 m/s, con un 8,32 %.



Figura 223. Distribución de frecuencias de la densidad del viento

**Nodo SIMAR 2068088**

En la siguiente figura donde está representada la serie temporal de velocidad mínima, media y máxima mensual del viento (m/s) se observa que, en la última década comprendida desde octubre de 2013 hasta octubre de 2023, las velocidades medias

mensuales se encuentran entre los 3,20 y 8,26 m/s, con unos mínimos que oscilan entre los 0,01 y 0,59 m/s, siendo los más intensos siempre asociados a los meses entre noviembre y marzo. Finalmente, los máximos mensuales presentan una horquilla entre 9,15 y 21,62 m/s, identificándose este extremo en enero de 2020.



Figura 224. Serie temporal de Velocidad mínima, media y máximo mensual del viento (m/s) del punto SIMAR 2068088

En la rosa de vientos se observa que los vientos se concentran en el primer y tercer cuadrante, destacando los de dirección NE, con una frecuencia del 13,4 %, como dirección secundaria NNE con un 11,7 %, seguidos por las direcciones SW, ENE, SSW, E con frecuencias del 10, 9 y 7,5 %. El resto de las direcciones suponen una frecuencia inferior al 6,7 %. En cuanto a la intensidad, el 11,7 % del tiempo el viento supera velocidades de 9,0 m/s.

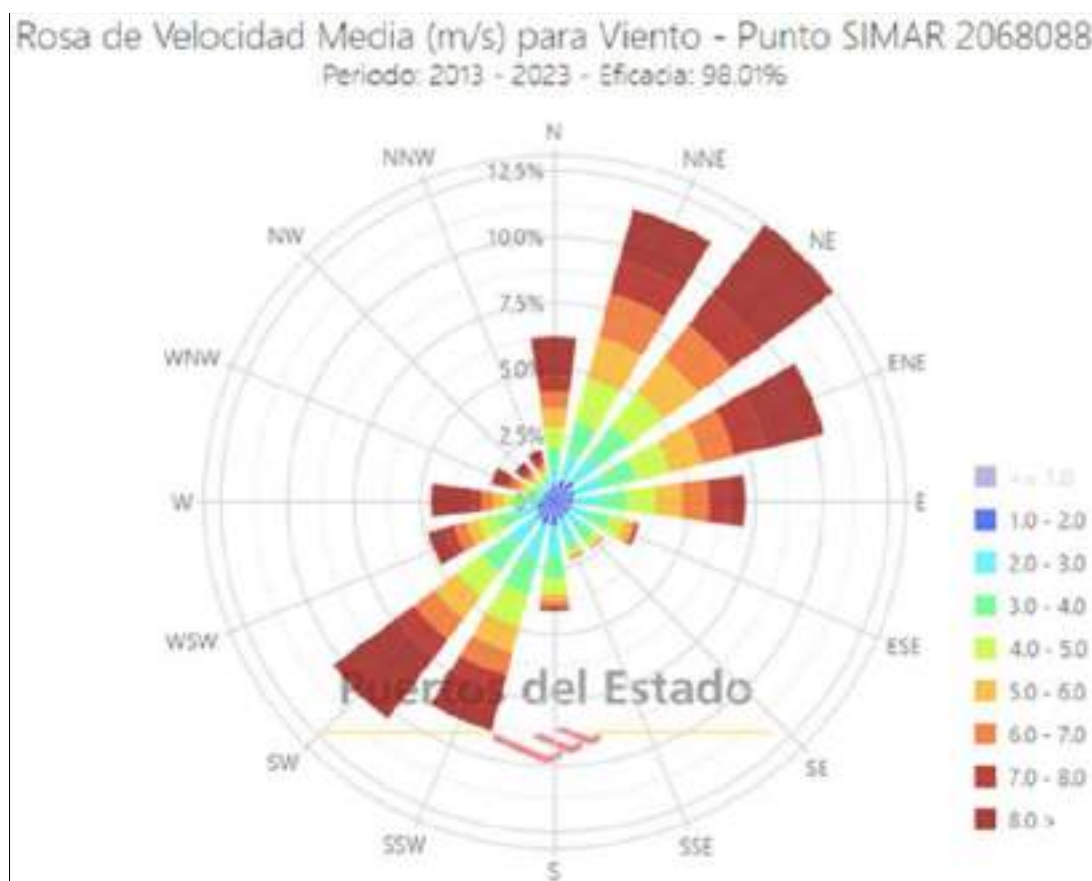


Figura 225. Rosa de viento (Vv media en frecuencia por dirección de procedencia) para la década 2013-2023

Seguidamente, se representan las rosas estacionales de la misma década, para analizar la variabilidad del viento a lo largo de los años. La dirección NE se presenta la más frecuente en todas las estaciones menos en invierno en la que destaca la SW. La dirección NE alcanza su máxima frecuencia en verano con un 15,7 % de frecuencia, por otro lado, la dirección NNE alcanza su mínima frecuencia en invierno con un 10,7 % siendo la principal el SW apareciendo un 15,4 % del tiempo. Caben destacar que las direcciones entre el NNE y E son más frecuentes en verano, sin embargo, en el resto de las estaciones predominan vientos entre el N-ENE y SSW-SW.

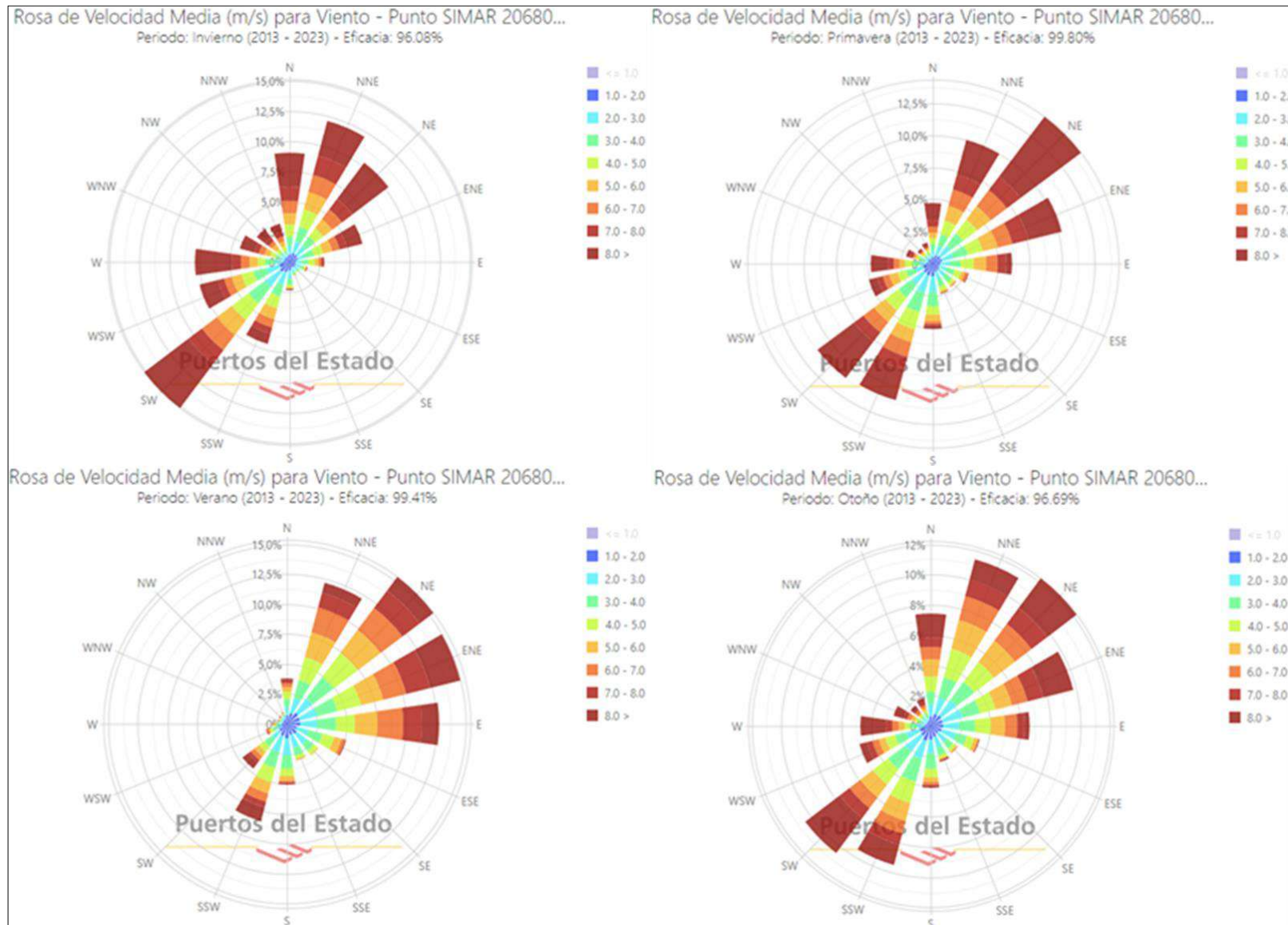


Figura 226. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2068088, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)

En la serie temporal que se muestra a continuación, se observa que la intensidad del viento fluctúa entre los meses de invierno y el resto, presentándose en invierno los picos de intensidad más altos.

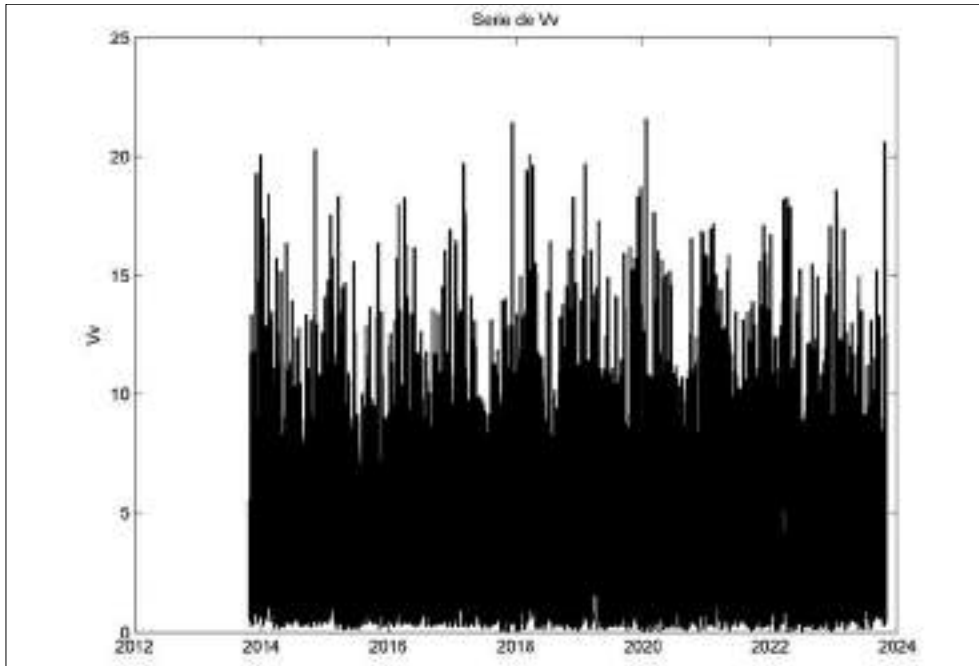


Figura 227. Serie temporal de la velocidad del viento, V (m/s)

Seguidamente, se presentan las siguientes figuras, que incluyen el histograma y la función de distribución de la velocidad del viento, respectivamente.

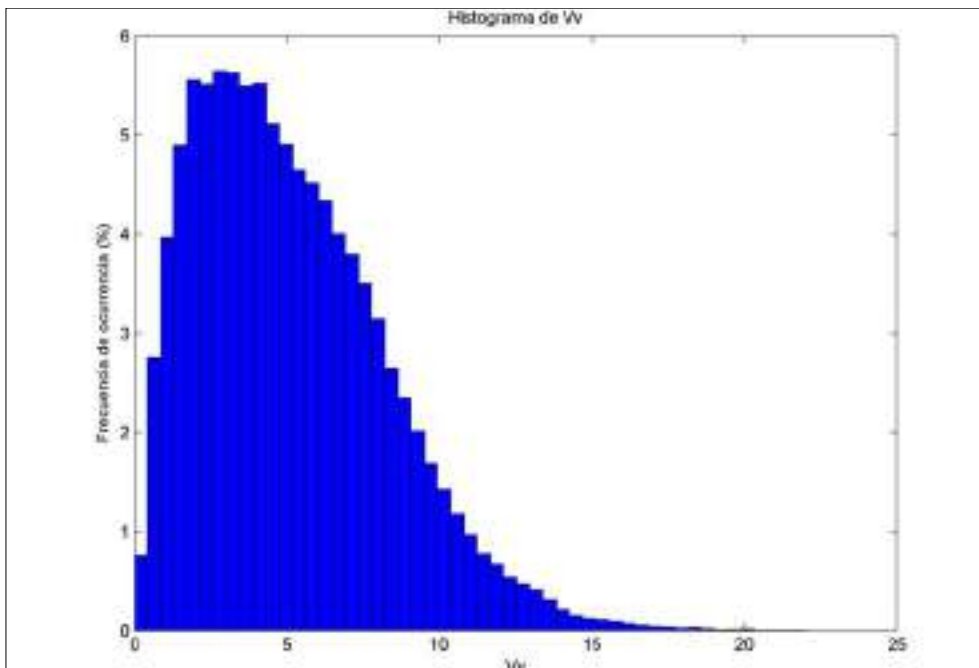


Figura 228. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s)

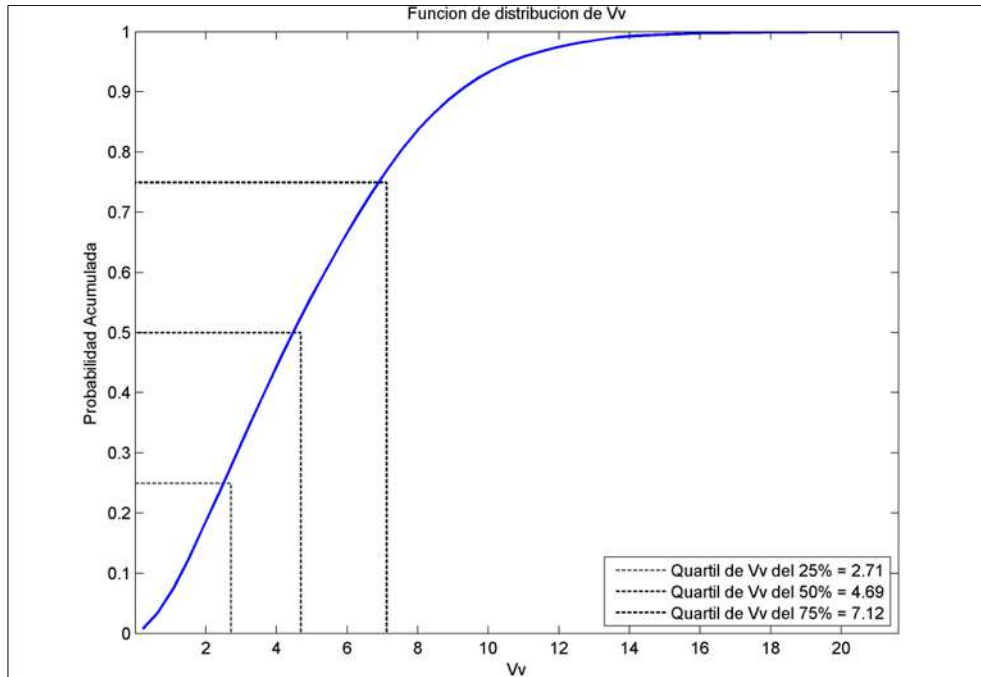


Figura 229. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s)

El gráfico de distribución de frecuencias que se muestra a continuación, indica que la densidad de los vientos es superior en vientos en torno a 2,0 – 4,5 m/s y decrece la frecuencia hasta velocidades de 20,0 m/s. Los vientos más frecuentes aparecen el 32,0 % del tiempo, estando los vientos el 75,0 % del tiempo con una velocidad inferior 7,12 m/s.

**Nodo SIMAR 2069090**

En la siguiente figura donde está representada la serie temporal de velocidad mínima, media y máxima mensual del viento (m/s) se observa que, en la última década comprendida desde octubre de 2013 hasta octubre de 2023, las velocidades medias mensuales se encuentran entre los 2,67 y 6,56 m/s, con unos mínimos que oscilan entre los 0,02 y 0,42 m/s, siendo de noviembre a marzo los meses con vientos más intensos. Finalmente, los máximos mensuales se encuentran entre los 7,3 y 22,5 m/s, identificándose este extremo en diciembre de 2017.



Figura 230. Serie temporal de Velocidad mínima, media y máximo mensual del viento (m/s) del punto SIMAR 2069090

En la rosa de vientos se observa que los vientos durante la década se encuentran distribuidos en todos los cuadrantes con intensidades significantes. Los vientos que



aparece con más frecuencia son los de la franja norte, siendo estos el N, NNE y NNW con un 9,8, 9,6 y 9,2 %. Seguido por el NE con un 8,7 % de frecuencia, el SW un 8,0 %, el SSW un 7,6 % y el ESE con un 7,2 %. El resto de las direcciones se encuentran presentes entre un 5,9 y un 3,0 %.

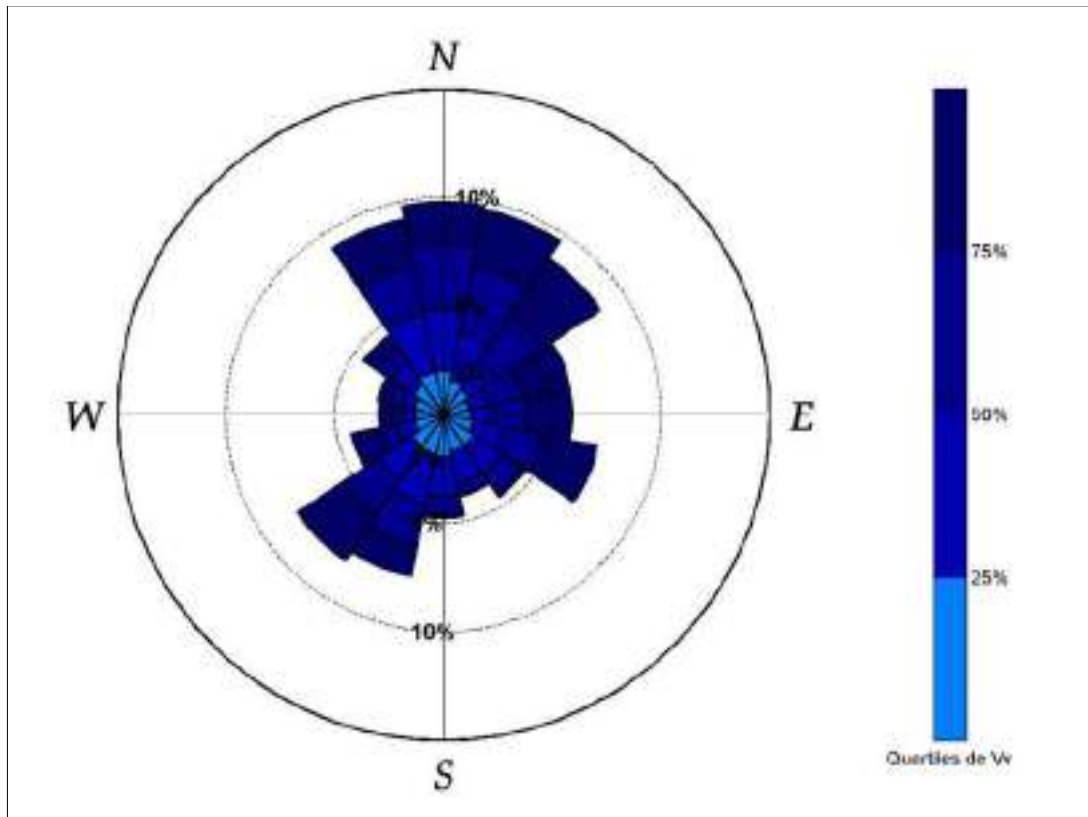


Figura 231. Rosa de viento (Vv media en frecuencia por dirección de procedencia)

A continuación, se muestran las rosas de vientos estacionales durante la década 2013-2023, para analizar la variabilidad del viento a lo largo de los años. Las direcciones del viento se encuentran repartidas de manera diferente en cada estación variando la dirección dominante, destacan el NNW en invierno (14,9 %), el NE en primavera (10,4%), N en otoño (11,0 %) y ESE en verano (13,4 %), acompañadas por un rango de frecuencias significativas entre el NNW-SW. Cabe destacar que en verano es la época del año en la que apenas vamos a encontrar vientos con direcciones W, WNW o WSW.

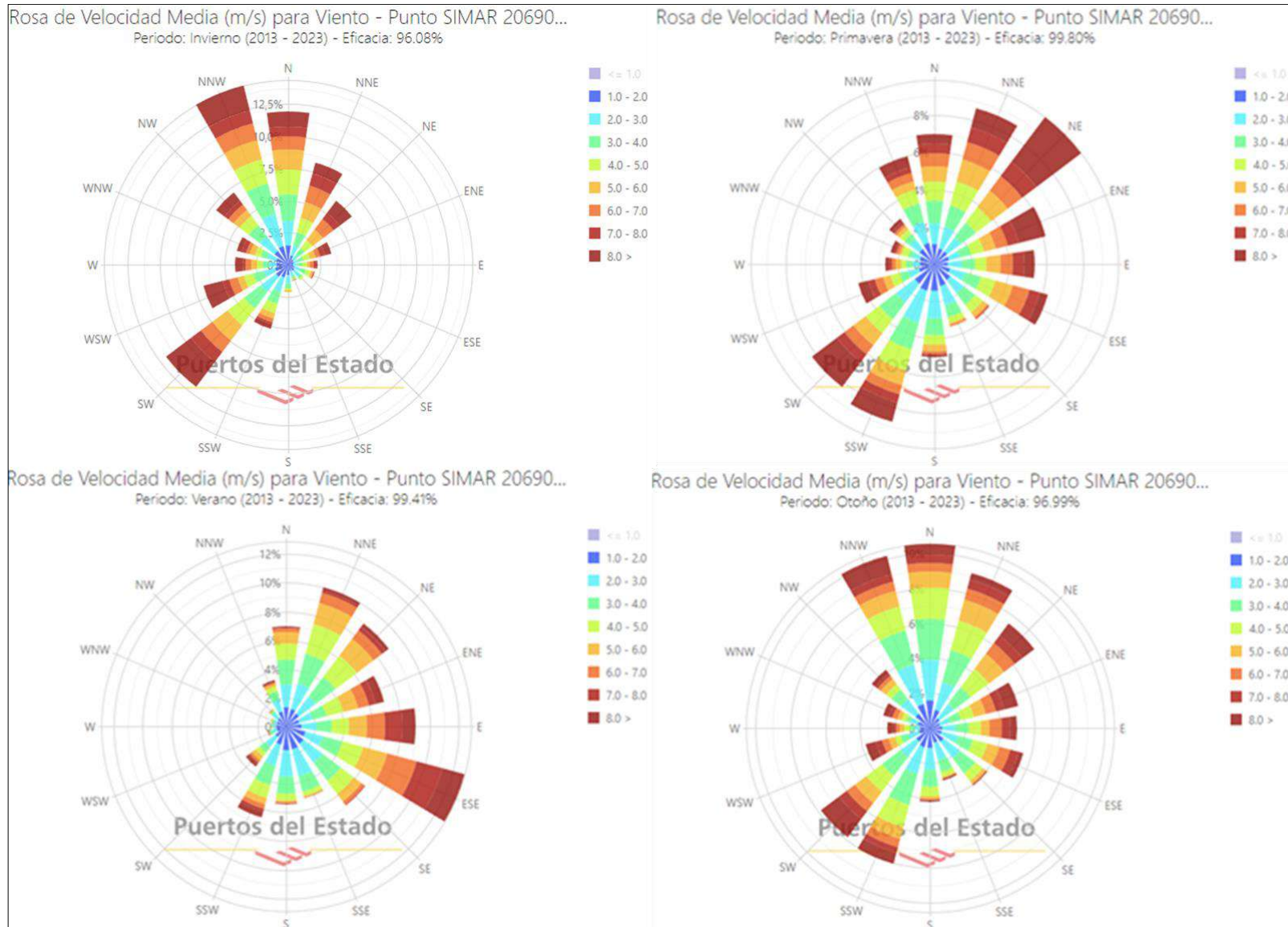


Figura 232. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2069090, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño)

En la serie temporal de la velocidad del viento que se muestra a continuación, se puede observar que la intensidad del viento fluctúa entre los meses de invierno y el resto, presentándose en invierno los picos de intensidad más altos.

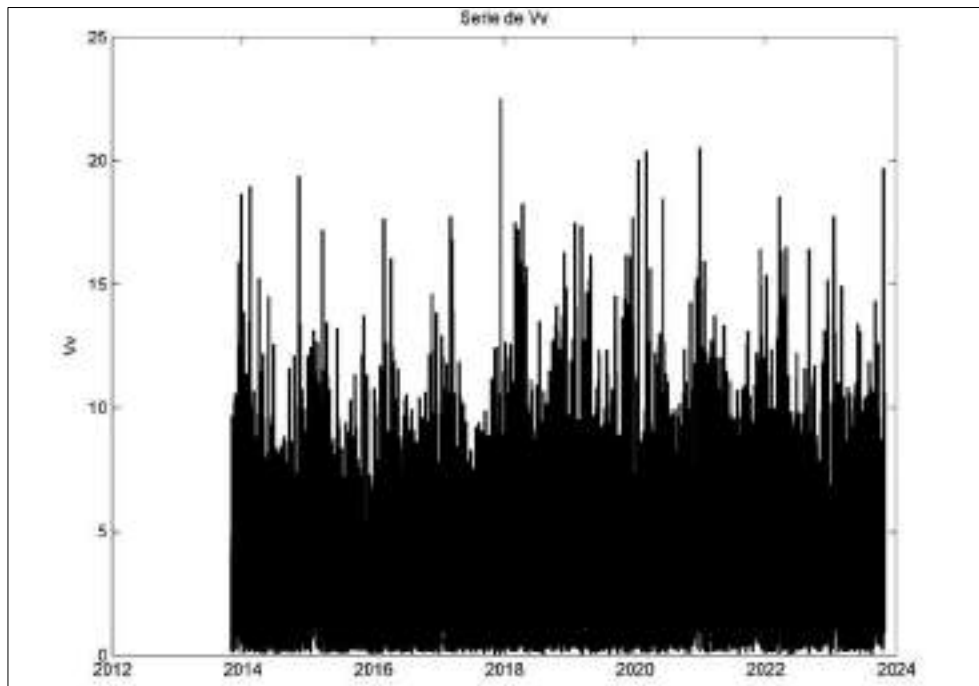


Figura 233. Serie temporal de la velocidad del viento, V (m/s)

Seguidamente, se presentan las figuras del histograma y la función de distribución de la velocidad del viento, respectivamente.

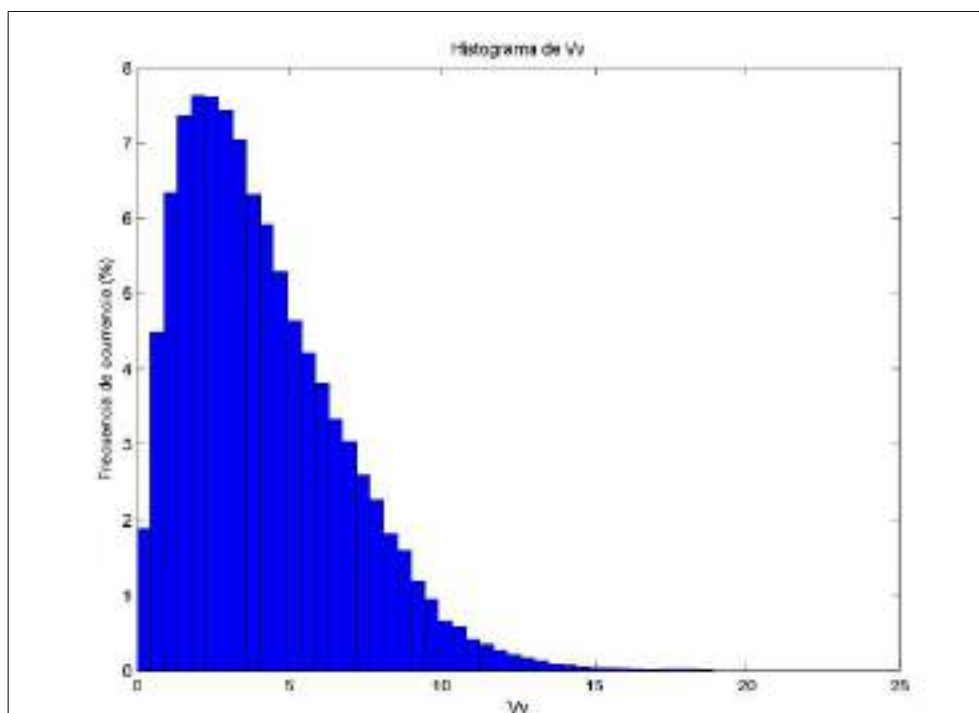


Figura 234. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s)

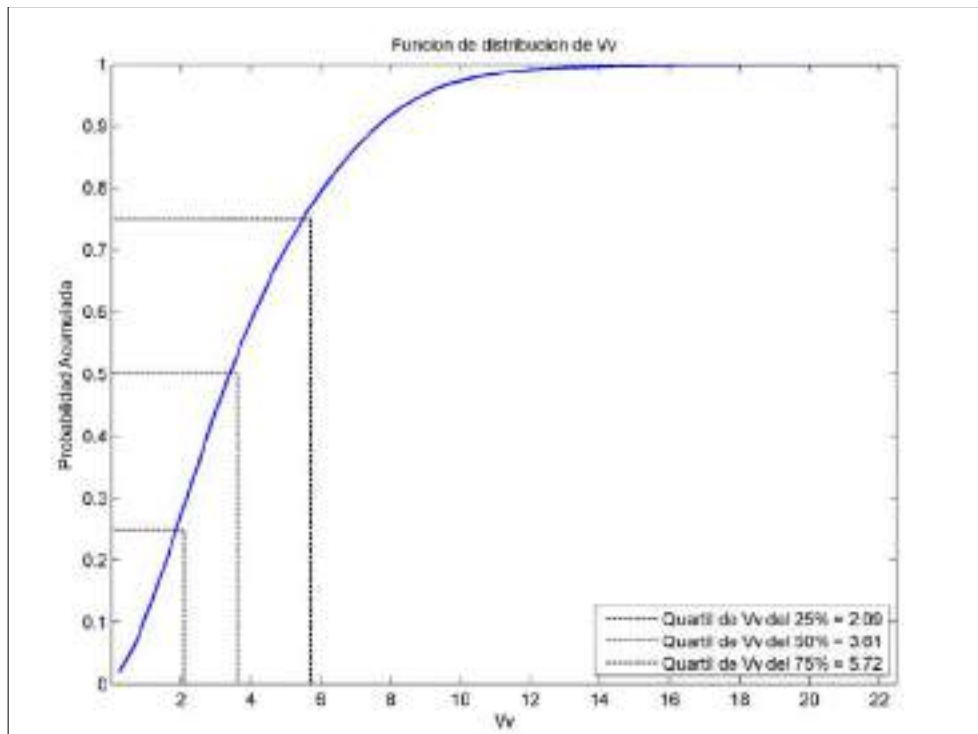


Figura 235. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s)

El gráfico de distribución de frecuencias de la siguiente figura se puede observar que la densidad de los vientos es superior en vientos en torno a 1,5 – 3,5 m/s y decrece la frecuencia hasta velocidades de 18,5 m/s. Los vientos más frecuentes aparecen el 33,0 % del tiempo, estando los vientos el 75,0 % del tiempo con una velocidad inferior 5,72 m/s.



Figura 236. Distribución de frecuencias de la densidad del viento

## 7.5.2 Régimen medio y extremal

En este apartado se exponen los resultados obtenidos del análisis de las series de datos estudiadas para el régimen medio y extremal.

### 7.5.2.1 Oleaje

#### Altura significativa de la ola, $H_s$ (m)

En las tablas sobre los estadísticos básicos, para cada SIMAR, se indican las frecuencias del oleaje, frecuencias por debajo de un cierto valor de altura significativa y la altura de ola que es superada 12 horas al año ( $H_{s_{12}}$ ). Se puede observar que en conjunto la dirección del oleaje predominante es el E con una frecuencia entre el 34,0 – 44,0 %, teniendo una altura de ola que supera 12 horas al año con un valor entre **2,8 m y 3,1 m**. La dirección más frecuente es la SSW, excepto en el SIMAR 2069090 la cual es la dirección ENE con un 17,58 % muy próximo a la SSW con un 17,39 %.

A continuación, en las tablas se remarca en amarillo la dirección principal, en verde de la secundaria y con un cuadro el valor  $H_{s_{12}}$  mas alto para cada uno de los nodos SIMAR.

Tabla 51. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significante de ola, nodo SIMAR 2065088

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Hs					
direcciones(*)	prob.direccion	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>12</sub>
N	0.0026	0.4500	0.6500	1.0542	1.0800
NNE	0.0032	0.4700	0.8500	1.0669	1.1600
NE	0.0081	0.5100	0.9300	2.2710	2.7942
ENE	0.0798	0.6700	1.5300	2.5200	3.3100
<b>E</b>	<b>0.4409</b>	<b>0.5800</b>	<b>1.2000</b>	<b>2.1400</b>	<b>3.1078</b>
ESE	0.0775	0.4000	0.7900	1.3000	1.6448
SE	0.0333	0.3700	0.7000	1.2742	1.7552
SSE	0.0338	0.3700	0.6900	1.2300	2.0911
S	0.0927	0.3800	0.7800	1.3561	1.6742
<b>SSW</b>	<b>0.1736</b>	<b>0.5900</b>	<b>1.2900</b>	<b>2.2700</b>	<b>3.1100</b>
SW	0.0355	0.7300	1.3100	1.8847	2.4150
WSW	0.0104	0.6600	1.0900	1.7190	2.2656
W	0.0037	0.5600	1.1400	1.3858	2.1200
WNW	0.0016	0.5150	0.8390	1.2298	1.2900
NW	0.0017	0.4000	0.7750	1.1500	1.1700
NNW	0.0016	0.4200	0.6500	0.8608	1.0300

Tabla 52. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significante de ola, nodo SIMAR 2067089

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Hs					
direcciones(*)	prob.direccion	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>12</sub>
N	0.0025	0.4650	0.8000	1.1160	1.2200
NNE	0.0073	0.5200	0.8510	1.5016	1.8605
NE	0.0163	0.4900	0.9680	2.0507	2.7136
ENE	0.0711	0.6800	1.4700	2.3326	3.2099
<b>E</b>	<b>0.4087</b>	<b>0.5900</b>	<b>1.1900</b>	<b>2.1200</b>	<b>3.0700</b>
ESE	0.0927	0.4200	0.8300	1.4100	1.5800
SE	0.0322	0.3700	0.6900	1.2839	1.6465
SSE	0.0298	0.3900	0.7300	1.2800	1.9241
S	0.0633	0.3700	0.7300	1.2624	1.7386
<b>SSW</b>	<b>0.2213</b>	<b>0.5900</b>	<b>1.3700</b>	<b>2.5300</b>	<b>3.5807</b>
SW	0.0427	0.8200	1.4900	2.1800	2.8860
WSW	0.0045	0.6100	1.2200	1.9009	2.6158
W	0.0021	0.5200	1.0000	1.4100	1.5000
WNW	0.0015	0.5300	0.8720	1.4502	1.5000
NW	0.0018	0.5100	1.0980	1.4467	1.5600
NNW	0.0022	0.5200	0.8950	1.2200	1.2500

Tabla 53. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significativa de ola, nodo SIMAR 2068088

TABLA ESTADÍSTICOS BASICOS					
Variable medida: Hs					
direcciones(°)	prob. direccion	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>30%</sub>	Hs <sub>10%</sub>	Hs <sub>1,2</sub>
N	0.0063	0.7700	1.3220	1.9291	2.0623
NNE	0.0129	0.7500	1.2700	1.9954	3.7227
NE	0.0268	0.7000	1.4790	2.6314	3.5990
ENE	0.1758	0.8200	1.7300	2.9000	4.0748
E	0.3409	0.6100	1.2400	2.3200	3.2774
ESE	0.0428	0.4200	0.8200	1.4310	1.7975
SE	0.0220	0.4400	0.8100	1.4200	1.8187
SSE	0.0215	0.4500	0.8100	1.7340	2.5355
S	0.0362	0.4500	0.8500	1.5000	2.0104
SSW	0.1739	0.6000	1.3600	2.4500	3.5500
SW	0.1113	1.0600	2.1410	3.4600	4.3035
WSW	0.0170	1.0100	1.7400	2.3965	2.9385
W	0.0043	0.7600	1.4440	2.0858	2.1596
WNW	0.0025	0.7150	1.3670	1.8084	1.9200
NW	0.0029	0.7250	1.4320	1.8164	2.2200
NNW	0.0029	0.7600	1.1900	1.7140	2.4300

Tabla 54. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significativa de ola, nodo SIMAR 2069090

TABLA ESTADÍSTICOS BASICOS					
Variable medida: Hs					
direcciones(°)	prob. direccion	Hs <sub>50%</sub>	Hs <sub>30%</sub>	Hs <sub>10%</sub>	Hs <sub>1,2</sub>
N	0.0070	0.5000	0.7300	1.1311	1.5581
NNE	0.0045	0.4500	0.7800	1.6586	2.0593
NE	0.0080	0.4700	0.9570	1.8408	2.1563
ENE	0.0372	0.5900	1.2300	2.0900	2.7430
E	0.3612	0.5700	1.1500	2.0100	2.8300
ESE	0.1518	0.4600	0.9100	1.3800	1.735
SE	0.0346	0.3600	0.6800	1.2800	1.600
SSE	0.0297	0.3900	0.6800	1.3200	1.69
S	0.0532	0.3800	0.7000	1.2008	1.7928
SSW	0.2397	0.5900	1.4300	2.7600	3.8768
SW	0.0518	0.8500	1.6100	2.3300	2.8662
WSW	0.0062	0.5700	1.0770	1.5236	2.8568
W	0.0035	0.5400	0.9910	1.5176	1.7000
WNW	0.0027	0.5100	0.9190	1.2596	1.5800
NW	0.0031	0.4850	0.8910	1.1400	1.1800
NNW	0.0058	0.5000	0.7730	1.0536	1.2044

A continuación, en las siguientes imágenes se muestran los regímenes medios de altura de ola para cada nodo SIMAR. Además, se ha realizado la representación en diferentes papeles probabilísticos resultando el mejor ajuste para todos los nodos SIMAR a la distribución Log-Normal.

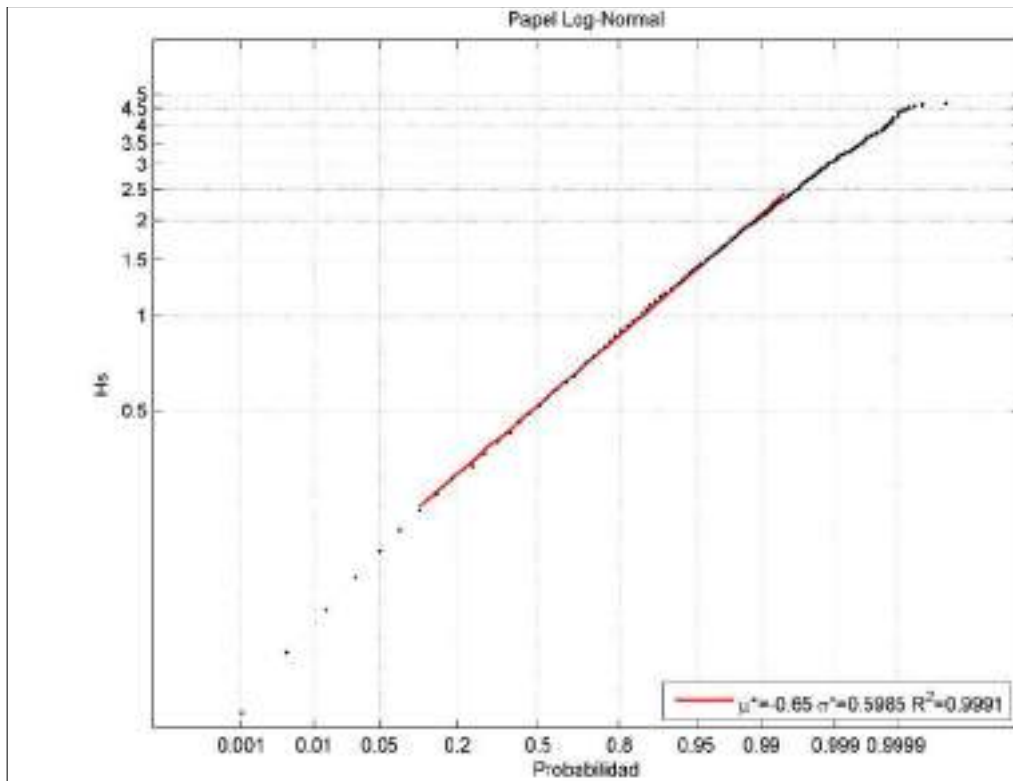


Figura 237. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2065088

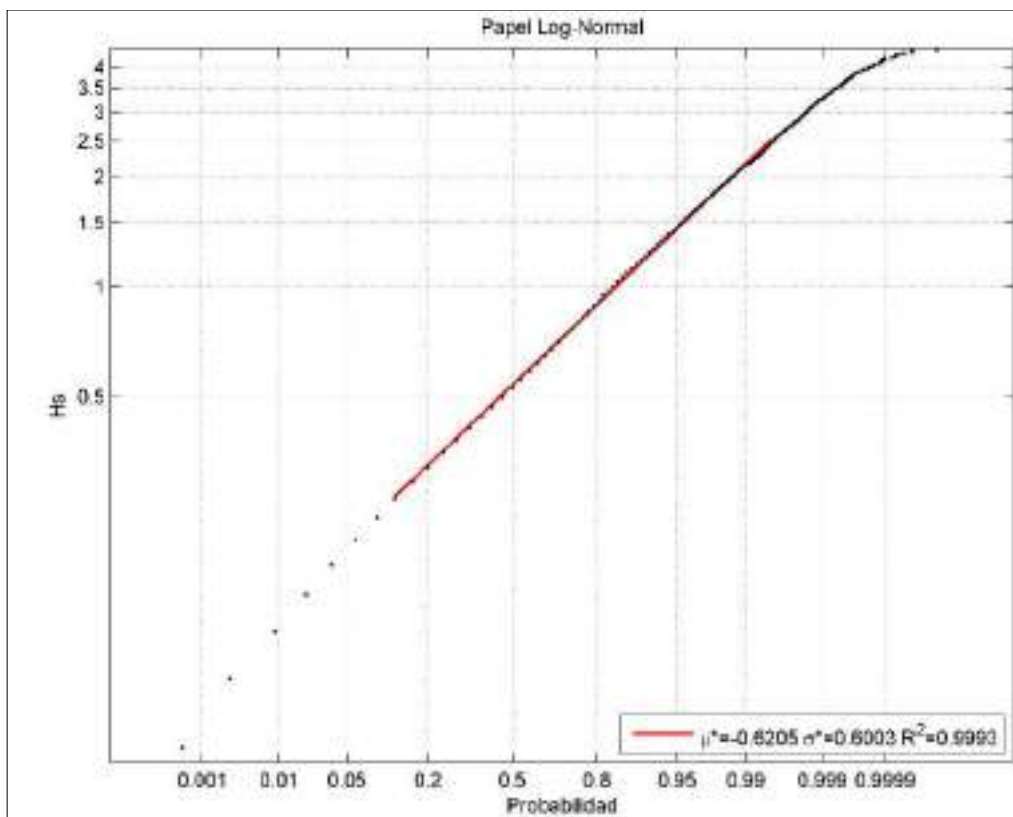


Figura 238. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2067089

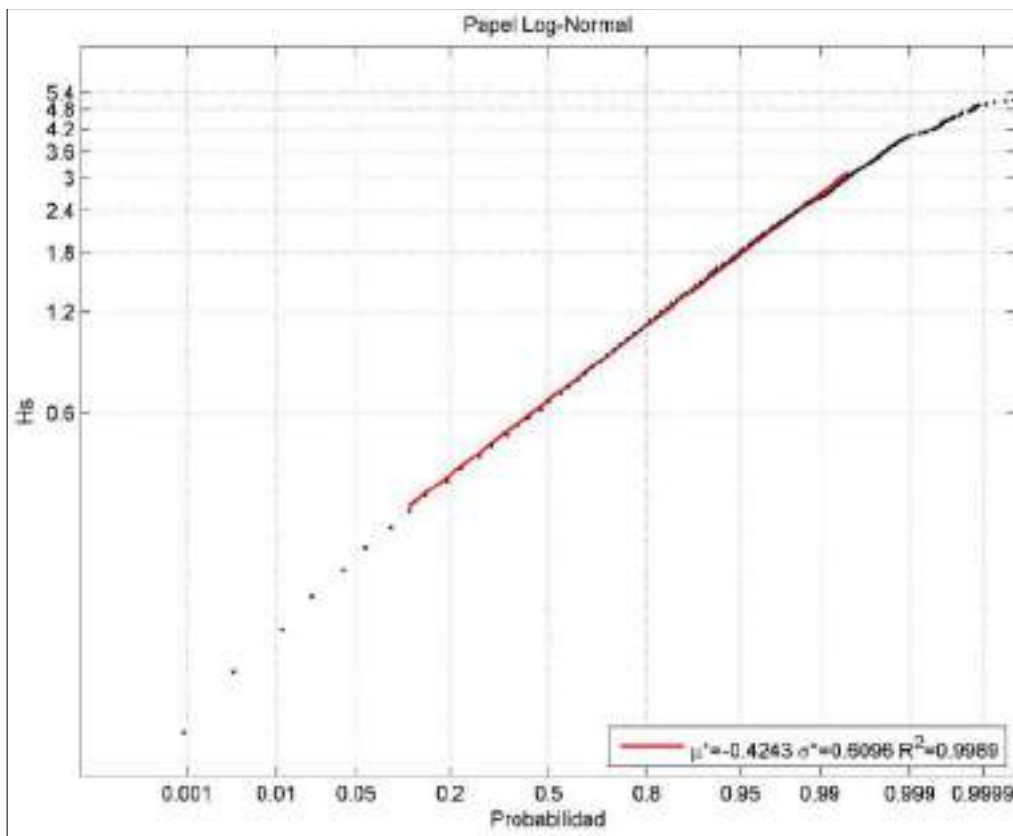


Figura 239. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2068088

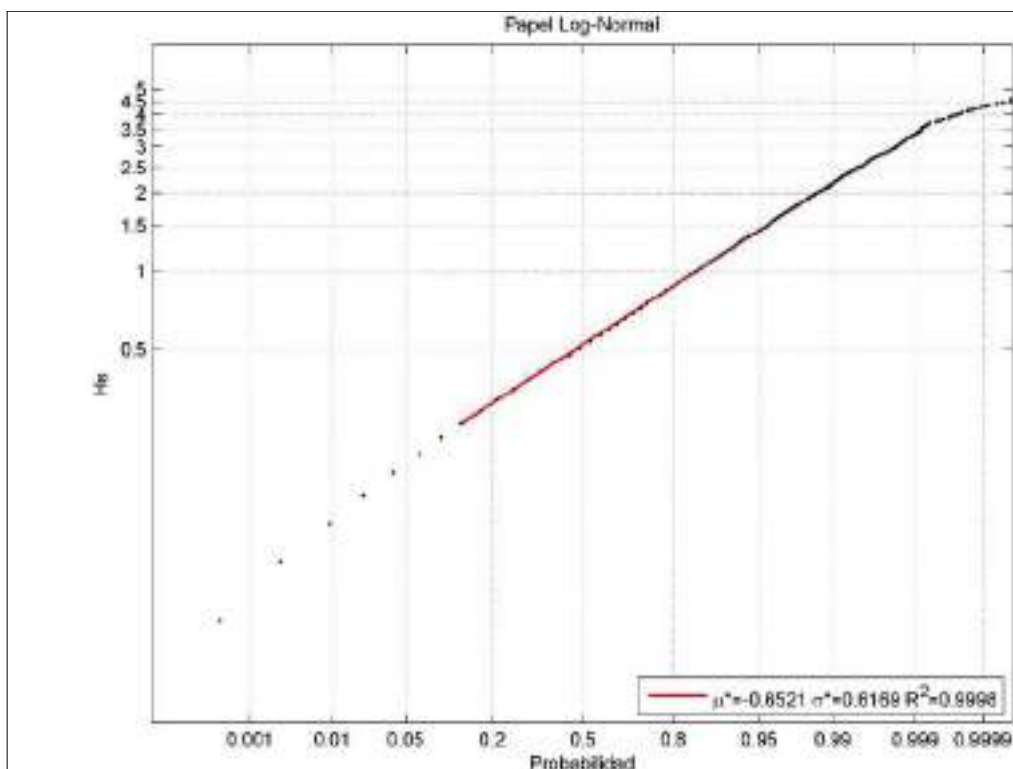


Figura 240. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2069090

El régimen extremal de altura de ola se calculó en base a la Función de Excedencias sobre un umbral (POT)  $H_{s99,5} = x$ , el cual, para períodos de retorno indica que el 99,5 % de los valores son menores a  $x$  metros. Este umbral (99,5 %) se encuentra entre los 2,36 – 3,07 metros siendo el nodo SIMAR 2068088 el que tiene el mayor umbral.



Estos valores de altura de ola se aproximan a los 5 m para periodos de retorno de 50 años, siendo de 4,85 m para el nodo SIMAR 2065088, de 4,76 m para el nodo SIMAR 2067089, de 5,43 m para el 2068088 y de 4,95 m para el SIMAR 2069090.

Por otra parte, ninguno supera los 5,6 metros para periodos de retorno de 100 años. Las mayores alturas de ola se dan para el nodo SIMAR 2068088 con 5,53 m y las menores en el SIMAR 2067089 con 4,88m.

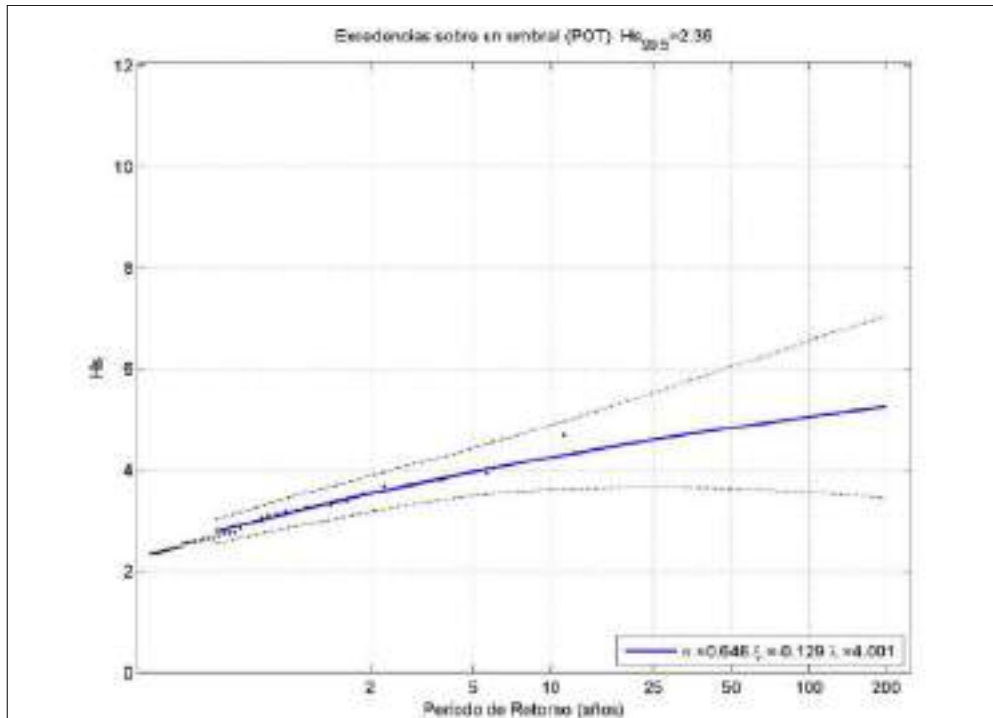


Figura 241. Régimen extremal de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el nodo SIMAR 2065088

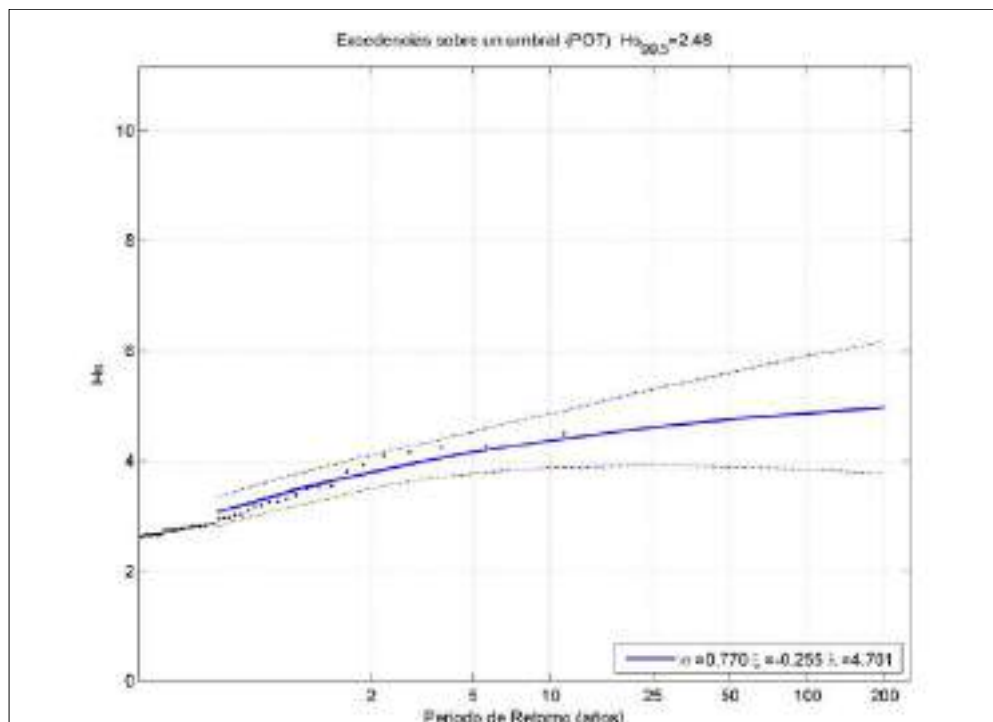


Figura 242. Régimen extremal de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el SIMAR 2067089

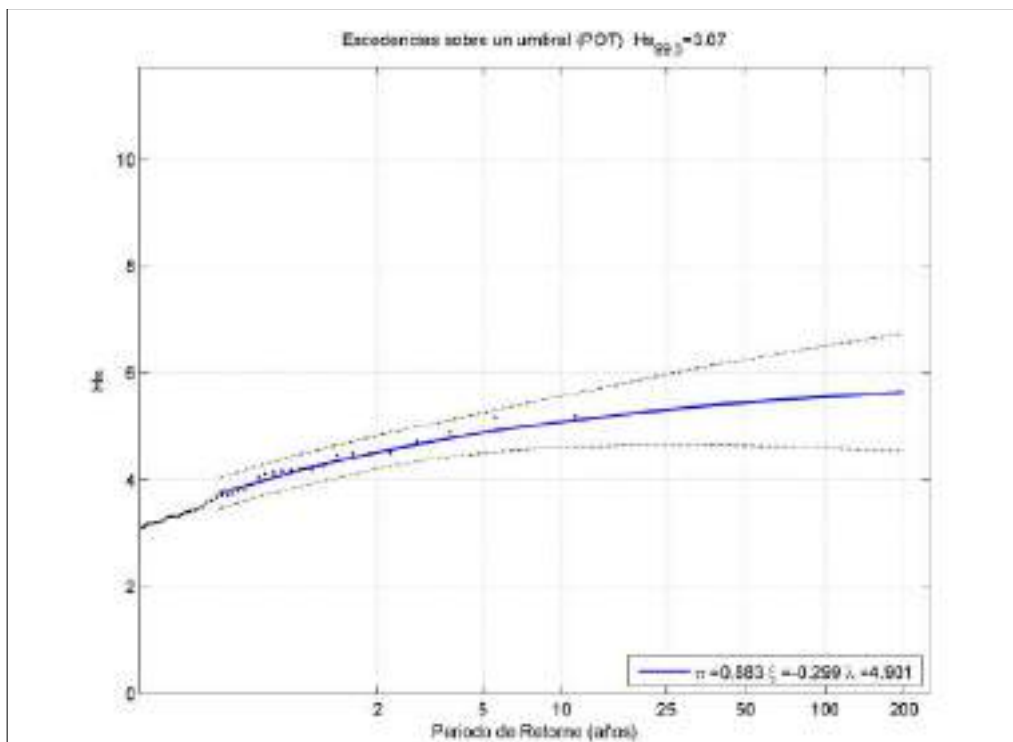


Figura 243. Régimen extremo de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el SIMAR 2068088

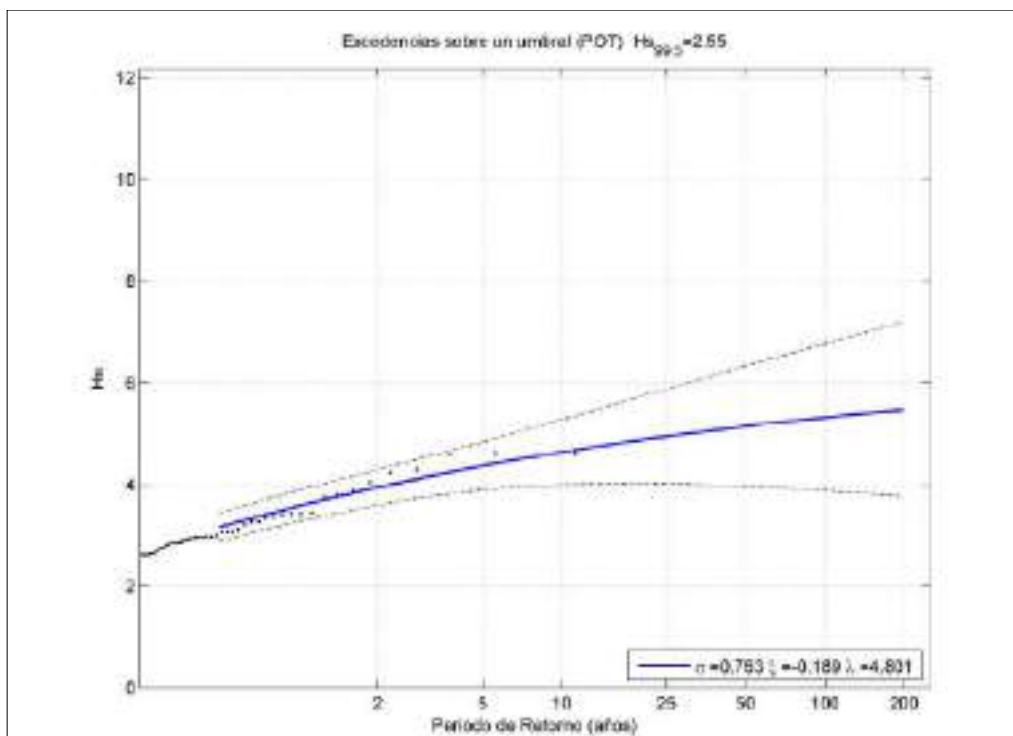


Figura 244. Régimen extremo de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el SIMAR 2069090

**Período medio,  $T_m$  (s)**

Al igual que pasaba con la altura significativa de ola, el período medio tiene una dirección E predominante en todos los nodos SIMAR. La dirección principal se comprende entre un 34,1 – 44,1 % de los datos obtenidos de los nodos SIMAR, como dirección secundaria destaca el SSW con una frecuencia que varía entre un 17,4 y 24,0 %. Cabe destacar que en el nodo SIMAR 2068088 la dirección secundaria es la ENE con una frecuencia del 17,6 %, valor muy similar al del SSW con un 17,4 %.

Los mayores valores del período medio máximo que supera 12 horas al año ( $T_{m_{12}}$ ), se encuentran en estas direcciones, ascendiendo a un valor entre **7,35 – 8,3 segundos**. El valor de  $T_{m_{12}}$  más alto se alcanza en la dirección SW para el nodo SIMAR 2068088. En las tablas se remarca en amarillo la dirección principal en verde la secundaria y con un cuadro el valor  $T_{m_{12}}$  más alto.

Tabla 55. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2065088

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: $T_m$					
direcciones(°)	prob.direccion	$T_{m_{50\%}}$	$T_{m_{90\%}}$	$T_{m_{99\%}}$	$T_{m_{12}}$
N	0.0026	2.4100	2.6520	3.0610	3.2400
NNE	0.0032	2.5400	3.0740	3.3700	3.5400
NE	0.0081	2.7600	3.4300	4.7120	5.2106
ENE	0.0798	3.4300	4.9600	6.4568	8.3024
<b>E</b>	<b>0.4409</b>	<b>3.6900</b>	<b>4.8700</b>	<b>6.2900</b>	<b>7.3100</b>
ESE	0.0775	3.2300	4.3600	5.2589	5.8748
SE	0.0333	2.9600	3.9500	4.8442	5.8949
SSE	0.0338	2.9200	3.8400	4.8294	5.7832
S	0.0927	2.9300	3.7200	4.5161	5.4542
<b>SSW</b>	<b>0.1736</b>	<b>3.4400</b>	<b>4.5300</b>	<b>5.5000</b>	<b>6.0548</b>
SW	0.0355	3.2700	4.0320	4.6300	5.0924
WSW	0.0104	2.7700	3.2100	3.7525	4.0425
W	0.0037	2.5300	3.0240	3.3361	3.7600
WNW	0.0016	2.4950	2.8880	3.7556	3.7900
NW	0.0017	2.2650	2.6750	3.0100	3.5100
NNW	0.0016	2.3300	2.7400	3.0108	3.1800

Tabla 56. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2067089

TABLA ESTADÍSTICOS BASICOS					
Variable medida: Tm					
direcciones(°)	prob. direccion	Tm <sub>50%</sub>	Tm <sub>50%</sub>	Tm <sub>90%</sub>	Tm <sub>12</sub>
N	0.0025	2.4300	2.8200	3.2850	3.4000
NNE	0.0073	2.5500	2.9000	3.4544	4.0284
NE	0.0163	2.6300	3.3200	4.3046	4.9527
ENE	0.0711	3.2800	4.6070	5.8300	7.1291
<b>E</b>	<b>0.4087</b>	<b>3.6200</b>	<b>4.8200</b>	<b>6.2200</b>	<b>7.3527</b>
ESE	0.0927	3.2300	4.3700	5.3500	5.9168
SE	0.0322	2.9400	4.0600	4.9800	5.7930
SSE	0.0298	2.9600	4.0100	4.8700	6.0582
S	0.0633	2.9200	3.8700	4.8348	5.9230
<b>SSW</b>	<b>0.2213</b>	<b>3.5200</b>	<b>4.7700</b>	<b>5.8600</b>	<b>6.6403</b>
SW	0.0427	3.6800	4.6720	5.4927	6.2240
WSW	0.0045	2.9100	3.4540	4.1571	4.2692
W	0.0021	2.6200	3.2100	3.8920	3.9800
WNW	0.0015	2.5800	3.0220	3.2085	3.2500
NW	0.0018	2.5100	3.0440	3.3089	3.3600
NNW	0.0022	2.4600	2.9000	3.2320	3.2900

Tabla 57. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2068088

TABLA ESTADÍSTICOS BASICOS					
Variable medida: Tm					
direcciones(°)	prob. direccion	Tm <sub>50%</sub>	Tm <sub>90%</sub>	Tm <sub>90%</sub>	Tm <sub>12</sub>
N	0.0063	2.8500	3.4500	3.9997	4.0648
NNE	0.0129	2.9100	3.4900	4.3127	5.3612
NE	0.0268	3.0100	4.0890	5.3414	5.8990
<b>ENE</b>	<b>0.1758</b>	<b>3.5600</b>	<b>4.9900</b>	<b>6.5904</b>	<b>7.7248</b>
<b>E</b>	<b>0.3409</b>	<b>3.5800</b>	<b>4.6800</b>	<b>5.9500</b>	<b>7.0200</b>
ESE	0.0428	3.1500	4.2500	5.1620	5.8175
SE	0.0220	3.0200	4.1600	5.2345	5.8408
SSE	0.0215	3.0300	4.0500	5.0400	5.8947
S	0.0362	2.9900	4.0000	4.9891	6.2659
SSW	0.1739	3.3200	4.3900	5.5400	6.2612
SW	0.1113	4.1000	5.2910	6.2700	6.8539
WSW	0.0170	3.4500	4.1500	4.7965	5.1066
W	0.0043	3.0300	3.6840	4.2379	4.4095
WNW	0.0025	2.8850	3.6140	4.0380	4.2300
NW	0.0029	2.8750	3.6400	4.0676	4.3200
NNW	0.0029	2.8700	3.4200	4.2450	4.4000

Tabla 58. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2069090

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Tm					
direcciones(*)	prob.direccion	Tm <sub>50%</sub>	Tm <sub>90%</sub>	Tm <sub>99%</sub>	Tm <sub>12</sub>
N	0.0070	2.4000	2.7300	3.2537	3.4966
NNE	0.0045	2.4850	2.9200	3.6760	4.3804
NE	0.0080	2.6300	3.4070	4.5104	4.6509
ENE	0.0372	3.0900	4.2500	5.2802	5.7300
<b>E</b>	<b>0.3612</b>	<b>3.5800</b>	<b>4.8400</b>	<b>6.1700</b>	<b>7.4131</b>
ESE	0.1518	3.2800	4.5300	5.6000	6.3169
SE	0.0346	2.8700	4.0400	5.3600	6.3146
SSE	0.0297	2.8900	4.0000	4.8457	5.9654
S	0.0532	2.9300	3.9700	4.7808	5.6855
<b>SSW</b>	<b>0.2397</b>	<b>3.5800</b>	<b>4.9400</b>	<b>6.1300</b>	<b>7.0268</b>
SW	0.0518	3.9200	5.1500	6.1100	6.6893
WSW	0.0062	2.8800	3.4670	4.1808	4.5587
W	0.0035	2.6700	3.2210	3.7450	4.0100
WNW	0.0027	2.5750	3.0490	3.7056	3.8300
NW	0.0031	2.4500	2.9020	3.3276	3.9000
NNW	0.0058	2.4000	2.6730	3.1724	3.6693

A continuación, se muestran los regímenes medios para cada nodo SIMAR, en ellos se indica la función de distribución que mejor se ajusta al régimen medio del conjunto de datos sobre el periodo medio. En todos los nodos SIMAR la función de distribución que mejor se ha ajustado es la Log-Normal.

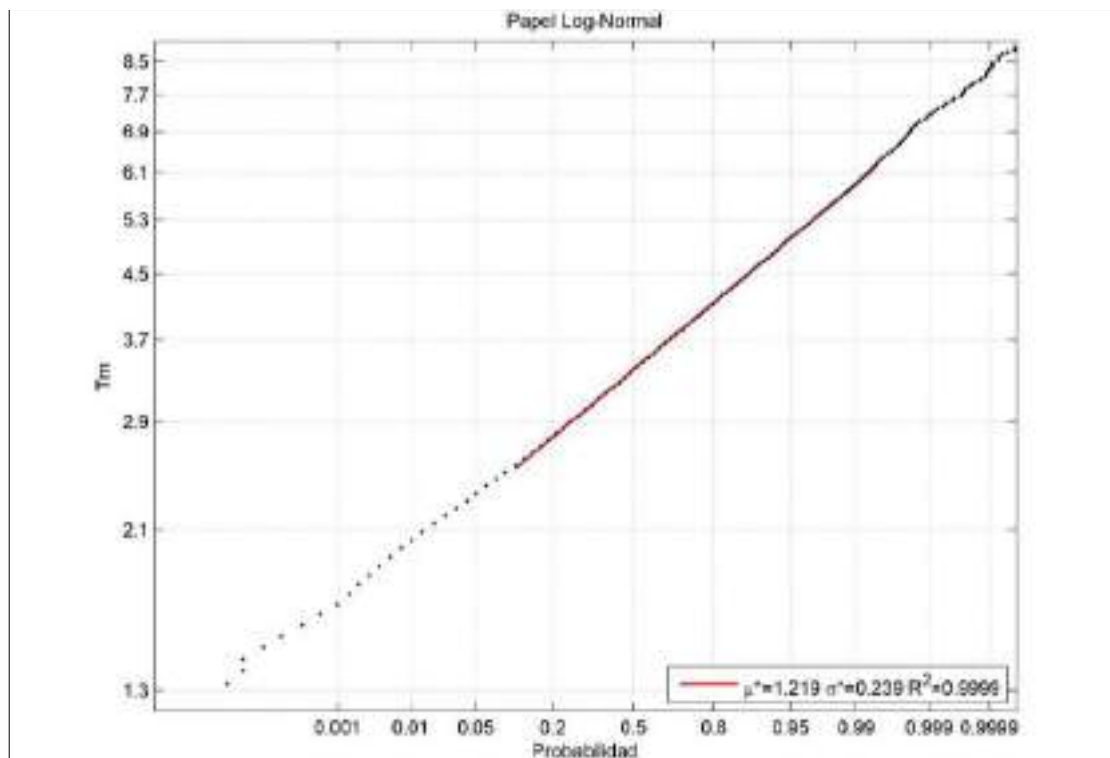


Figura 245. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2065088

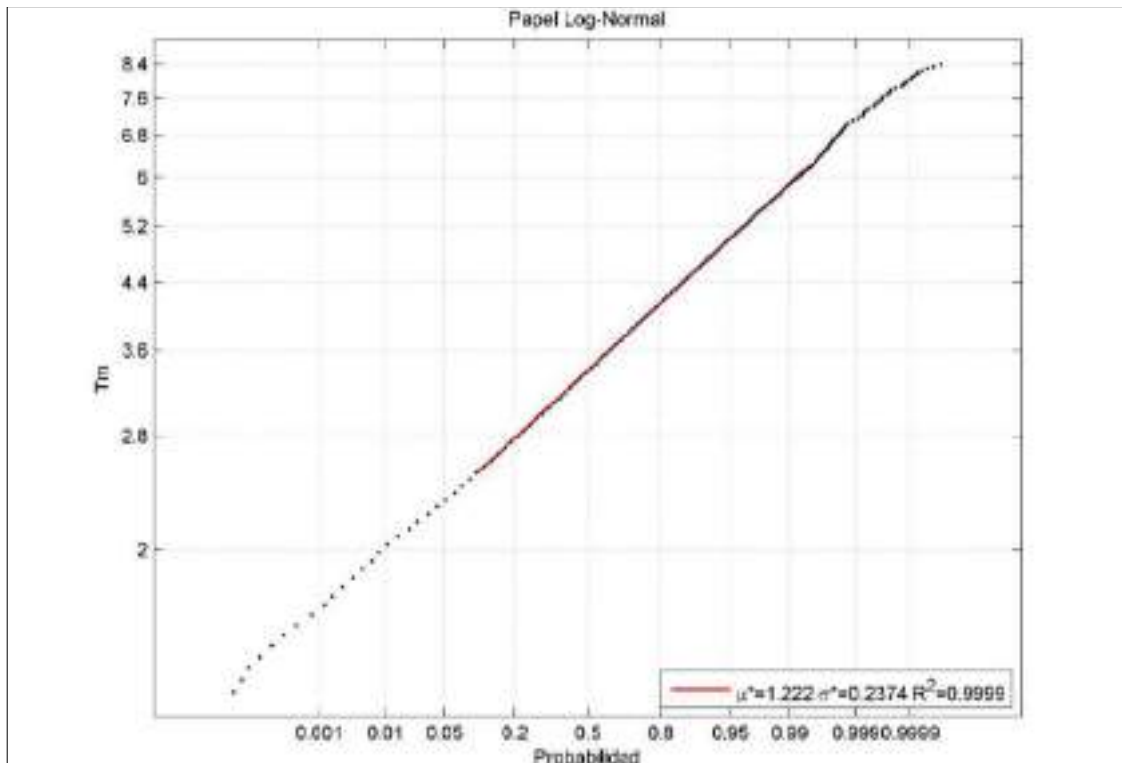


Figura 246. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2067089

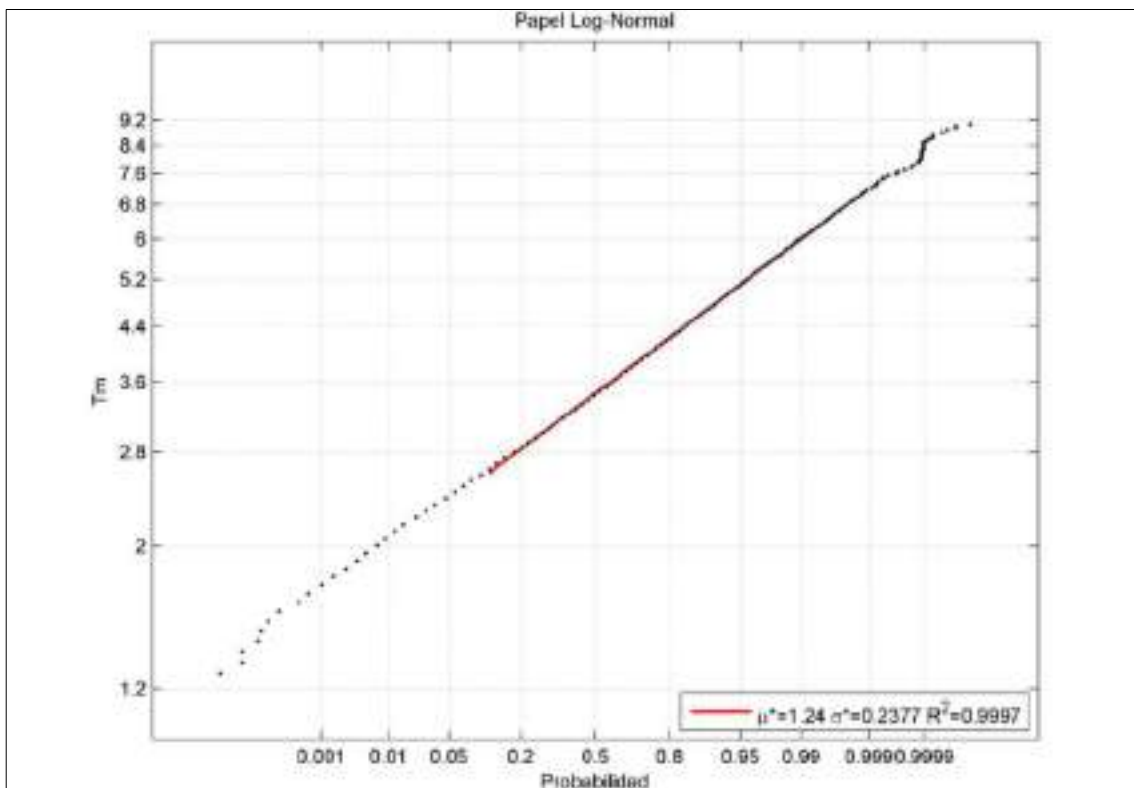


Figura 247. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2068088

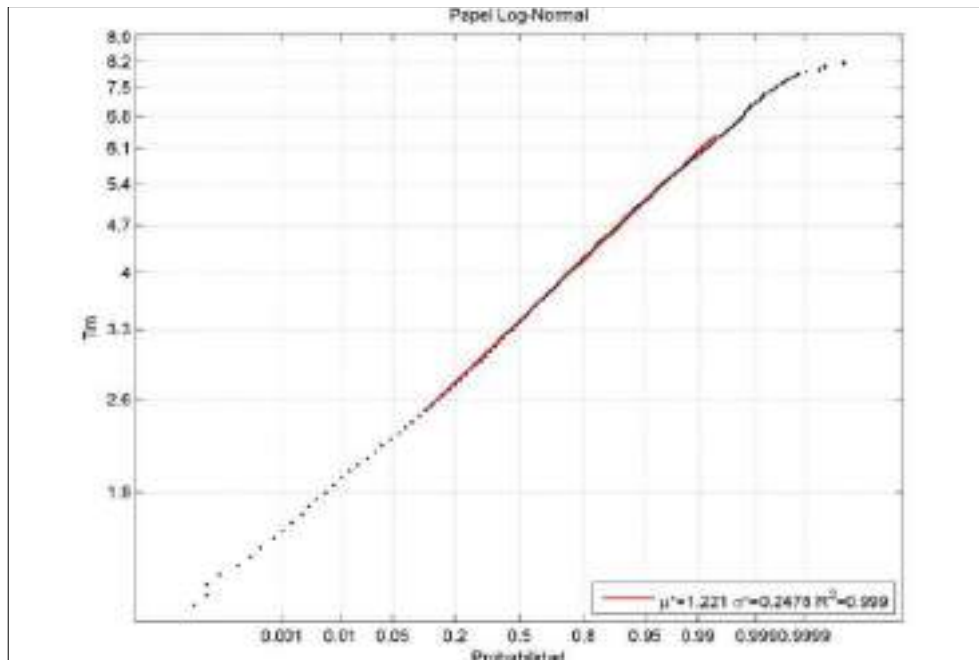


Figura 248. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2069090

El régimen extremal del periodo medio del oleaje se calculó con el método de excedencia de umbrales (POT). Se observa que, los periodos de retorno medios del 99,5 % se sitúan entre 6,25 – 6,36 segundos dependiendo del nodo SIMAR. Los periodos de retorno para 10 años se encuentran con periodos medios con un valor aproximado de 9,0 segundos, siendo el nodo SIMAR 2069090 la que menos crecimiento experimenta.

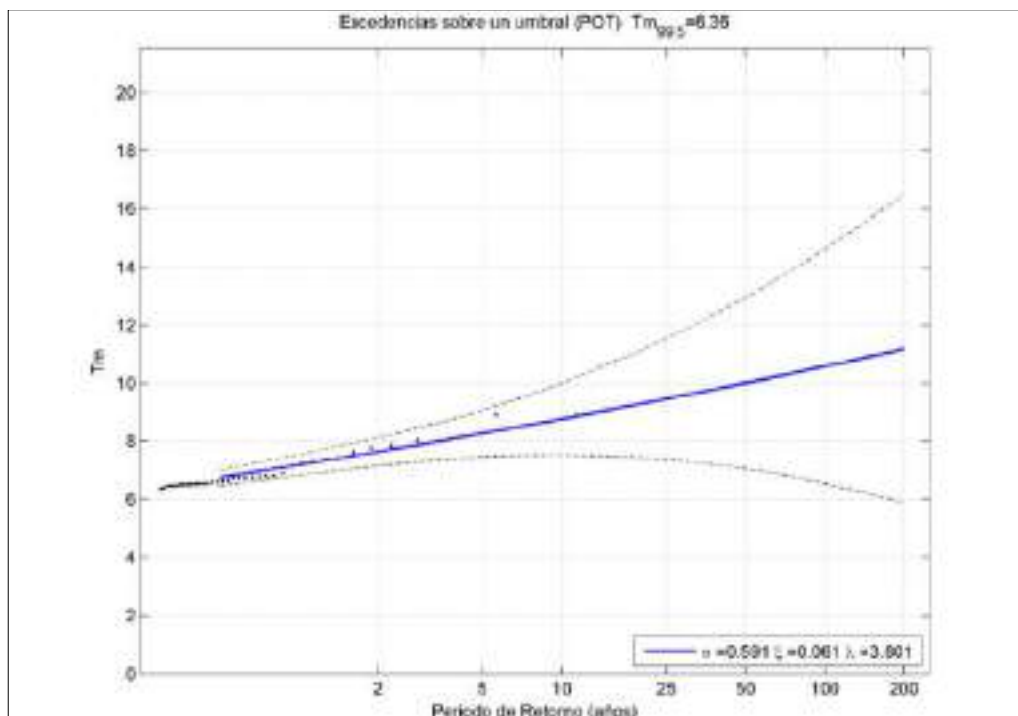


Figura 249. Régimen extremal del  $T_{m99,5} = 6.36$  s, método POT, SIMAR 2065088

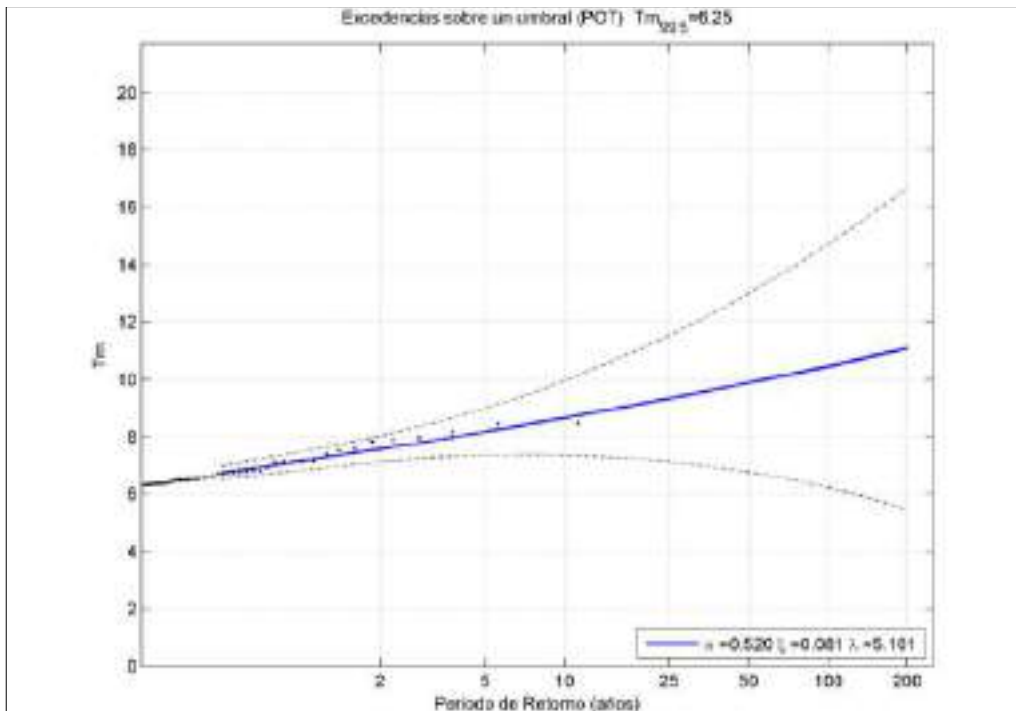


Figura 250. Régimen extremal del  $T_{m_{99,5}} = 6.25$  s, método POT, SIMAR 2067089

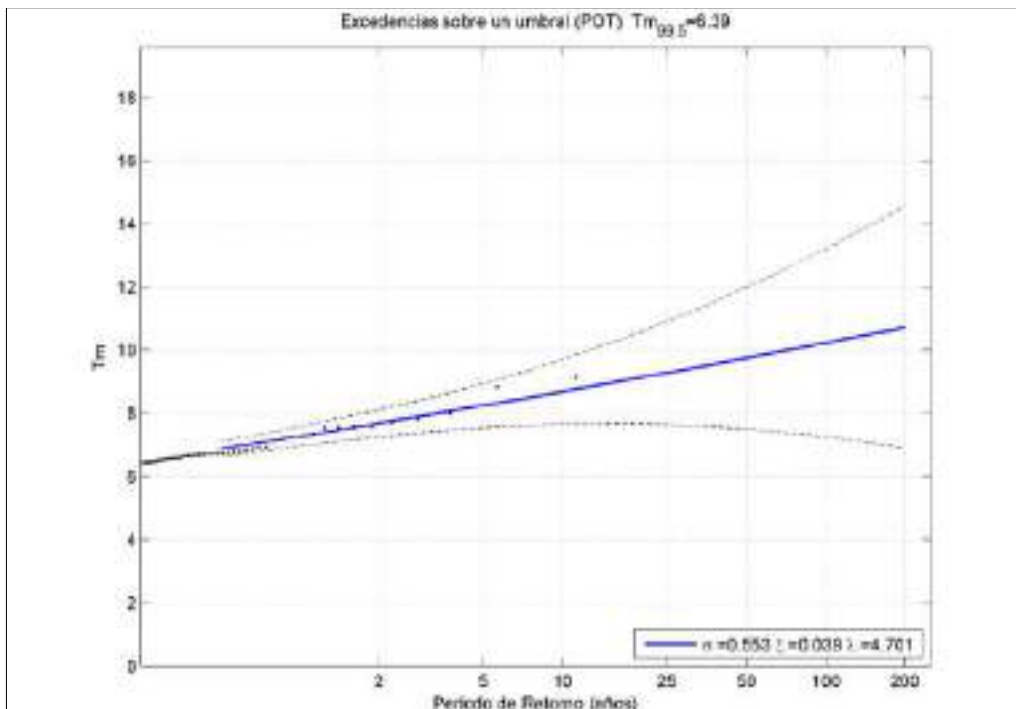


Figura 251. Régimen extremal del  $T_{m_{99,5}} = 6.39$  s, método POT, SIMAR 2068088.



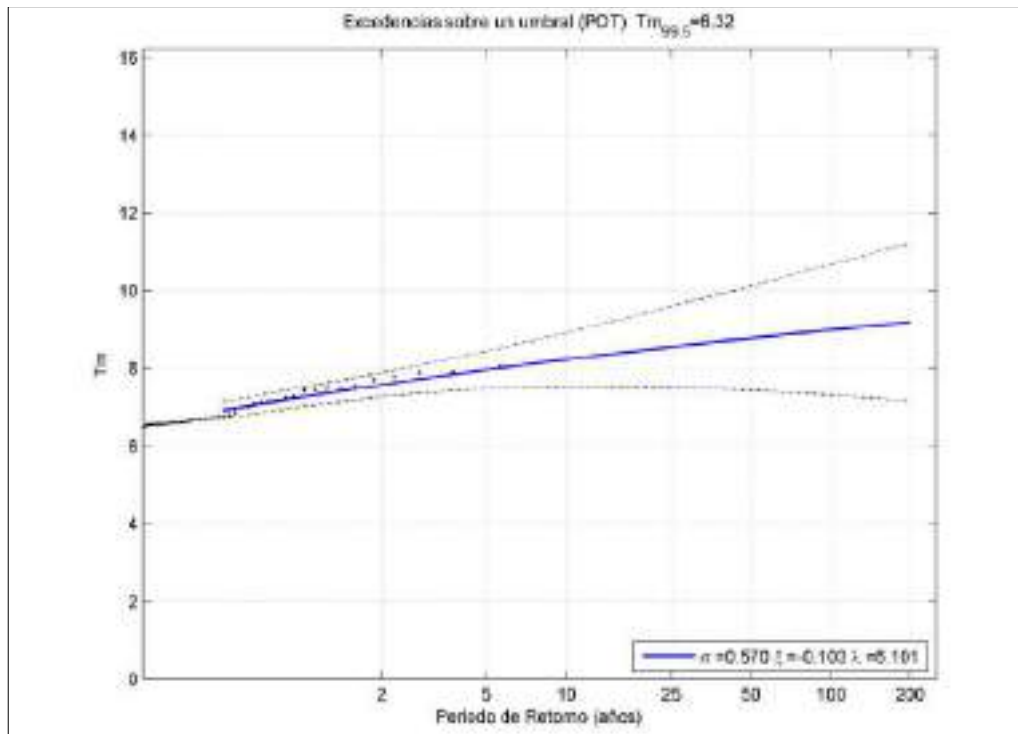


Figura 252. Régimen extremal del  $T_{m99,5} = 6,32$  s, método POT, SIMAR 2069090

### **Período pico, $T_p$ (s)**

Nuevamente, la dirección principal para el período pico es predominantemente del este en todos los SIMAR, entre un 34,1 – 44,1 % del total de los datos. Seguido de la dirección E se tiene la SSW con rango de entre 17,4 – 23,9 %, correspondiéndose el valor mínimo al nodo SIMAR 2068088 el cual es superado por la dirección ENE con un 17,6 %. Los valores máximos para un período pico máximo que supera las 12 horas anuales  $T_{p12}$  se encuentran entre las direcciones E, NE o N según el nodo SIMAR, encontrándose el período máximo en el nodo SIMAR 2068088 con dirección SW tomando **11,1 segundos**. En las tablas se remarca en amarillo la dirección principal, en verde la secundaria y con un cuadro el valor  $T_{p12}$  más alto.

Tabla 59. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2065088

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Tp					
direcciones(°)	prob.direccion	TP <sub>50%</sub>	TP <sub>90%</sub>	TP <sub>99%</sub>	TP <sub>12</sub>
N	0.0026	2.9000	8.7520	10.6801	13.3200
NNE	0.0032	4.0200	9.1080	12.9449	13.3200
NE	0.0081	4.6050	9.8870	12.0194	14.6600
ENE	0.0798	5.9550	9.2000	12.1100	14.4475
<b>E</b>	<b>0.4409</b>	<b>5.6500</b>	<b>7.5200</b>	<b>10.0100</b>	<b>12.1100</b>
ESE	0.0775	5.1100	7.5100	9.6045	12.1100
SE	0.0333	4.7500	7.5200	10.0100	11.4327
SSE	0.0338	4.2400	7.4400	10.0100	12.1100
S	0.0927	3.8600	6.0500	9.9983	11.0100
<b>SSW</b>	<b>0.1736</b>	<b>5.1300</b>	<b>9.1000</b>	<b>11.0100</b>	<b>12.2548</b>
SW	0.0355	9.2400	11.0100	12.1100	13.3225
WSW	0.0104	8.2700	11.0100	12.1100	12.1100
W	0.0037	3.5000	9.9860	11.0100	11.0100
WNW	0.0016	3.1900	9.8800	11.0100	11.0100
NW	0.0017	2.6300	8.2700	11.0100	11.0100
NNW	0.0016	2.7650	8.2520	10.3642	10.4300

Tabla 60. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2067089

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Tp					
direcciones(°)	prob.direccion	TP <sub>50%</sub>	TP <sub>90%</sub>	TP <sub>99%</sub>	TP <sub>12</sub>
N	0.0025	3.1500	9.1900	12.1050	14.6600
NNE	0.0073	3.4850	6.4660	10.0436	11.7047
NE	0.0163	3.5100	9.1000	12.0592	13.2700
ENE	0.0711	5.9300	9.2270	12.1100	14.3300
<b>E</b>	<b>0.4087</b>	<b>5.6500</b>	<b>7.5200</b>	<b>10.0100</b>	<b>12.1100</b>
ESE	0.0927	4.8500	6.8300	9.5786	11.9246
SE	0.0322	4.6800	7.5200	10.0100	11.0295
SSE	0.0298	4.4250	7.5200	10.0100	11.0100
S	0.0633	3.8600	6.2100	9.6948	11.2518
<b>SSW</b>	<b>0.2213</b>	<b>5.1300</b>	<b>9.0800</b>	<b>11.0100</b>	<b>12.1100</b>
SW	0.0427	9.2000	11.0100	12.1100	13.2720
WSW	0.0045	8.3400	10.3300	11.9413	12.1100
W	0.0021	8.2700	10.1200	11.0100	11.0100
WNW	0.0015	7.5200	10.0100	11.0100	11.0100
NW	0.0018	3.0000	10.0100	11.0100	11.0100
NNW	0.0022	2.9600	8.2700	10.1060	12.1100

Tabla 61. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2068088

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Tp					
direcciones(*)	prob.direccion	Tp <sub>50%</sub>	Tp <sub>90%</sub>	Tp <sub>99%</sub>	Tp <sub>12</sub>
N	0.0063	3.7000	7.0760	10.1749	12.7251
NNE	0.0129	3.8600	8.2700	11.2316	13.3200
NE	0.0268	5.1300	10.0100	13.3200	13.8320
ENE	0.1758	5.8400	9.1000	11.1804	13.3200
E	0.3409	5.6500	7.5200	9.9697	11.0100
ESE	0.0428	5.1300	7.5200	9.9240	11.0338
SE	0.0220	5.1300	7.6660	10.0758	12.1100
SSE	0.0215	5.1300	7.7900	10.3360	13.2288
S	0.0362	4.0800	7.4400	10.0100	13.3200
SSW	0.1739	4.6700	6.8300	9.1271	11.0100
SW	0.1113	7.5200	10.2000	12.1100	12.3058
WSW	0.0170	8.2700	11.0100	12.1100	12.1100
W	0.0043	7.5200	10.0100	12.1100	12.9057
WNW	0.0025	3.9750	9.8140	11.4824	11.6000
NW	0.0029	3.6050	10.0100	11.0100	12.1100
NNW	0.0029	3.5900	8.9800	10.9675	13.3200

Tabla 62. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2069090

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Tm					
direcciones(*)	prob.direccion	Tm <sub>50%</sub>	Tm <sub>90%</sub>	Tm <sub>99%</sub>	Tm <sub>12</sub>
N	0.0070	2.4000	2.7300	3.2537	3.4966
NNE	0.0045	2.4850	2.9200	3.6760	4.3804
NE	0.0080	2.6300	3.4070	4.5104	4.6509
ENE	0.0372	3.0900	4.2500	5.2802	5.7300
E	0.3612	3.5800	4.8400	6.1700	7.4131
ESE	0.1518	3.2800	4.5300	5.6000	6.3169
SE	0.0346	2.8700	4.0400	5.3600	6.3146
SSE	0.0297	2.8900	4.0000	4.8457	5.9654
S	0.0532	2.9300	3.9700	4.7808	5.6855
SSW	0.2397	3.5800	4.9400	6.1300	7.0268
SW	0.0518	3.9200	5.1500	6.1100	6.6893
WSW	0.0062	2.8800	3.4670	4.1808	4.5587
W	0.0035	2.6700	3.2210	3.7450	4.0100
WNW	0.0027	2.5750	3.0490	3.7056	3.8300
NW	0.0031	2.4500	2.9020	3.3276	3.9000
NNW	0.0058	2.4000	2.6730	3.1724	3.6693

A continuación, se muestran los regímenes medios para cada nodo SIMAR, en ellos se indica la función de distribución que mejor se ajusta al régimen medio del conjunto de datos sobre el periodo de pico. En todos los nodos SIMAR la función de distribución que mejor se ha ajustado es la Weibull de mínimos, menos en el 2068088 que ha sido la Log-Normal.

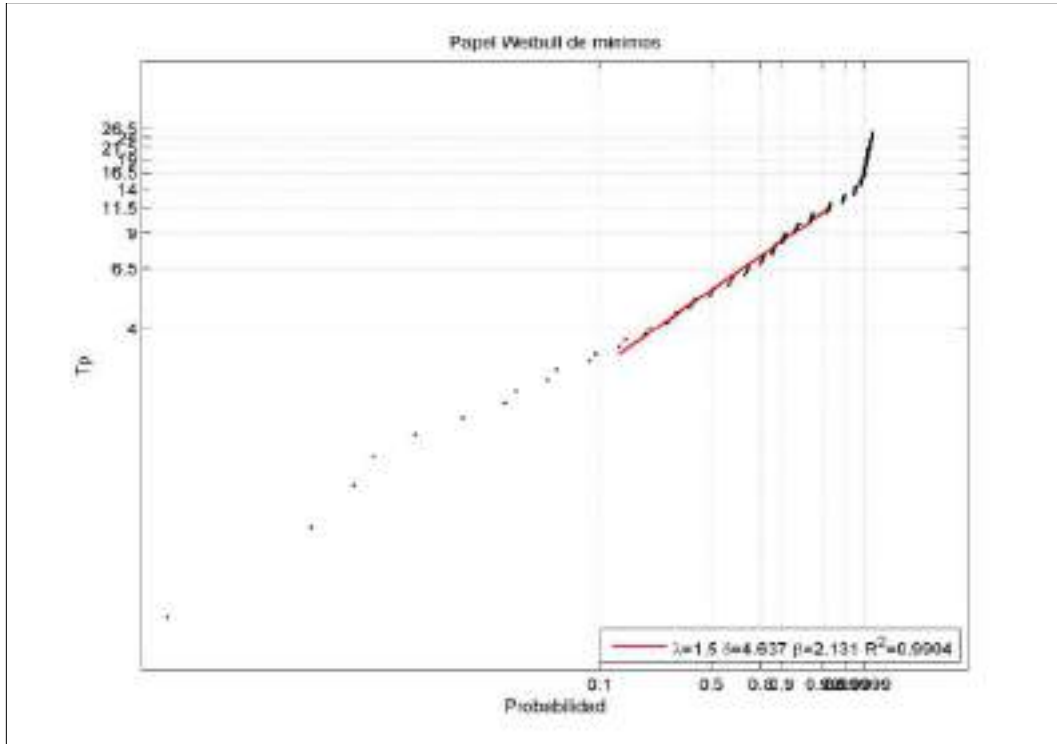


Figura 253. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel Weibull de mínimos, SIMAR 2065088

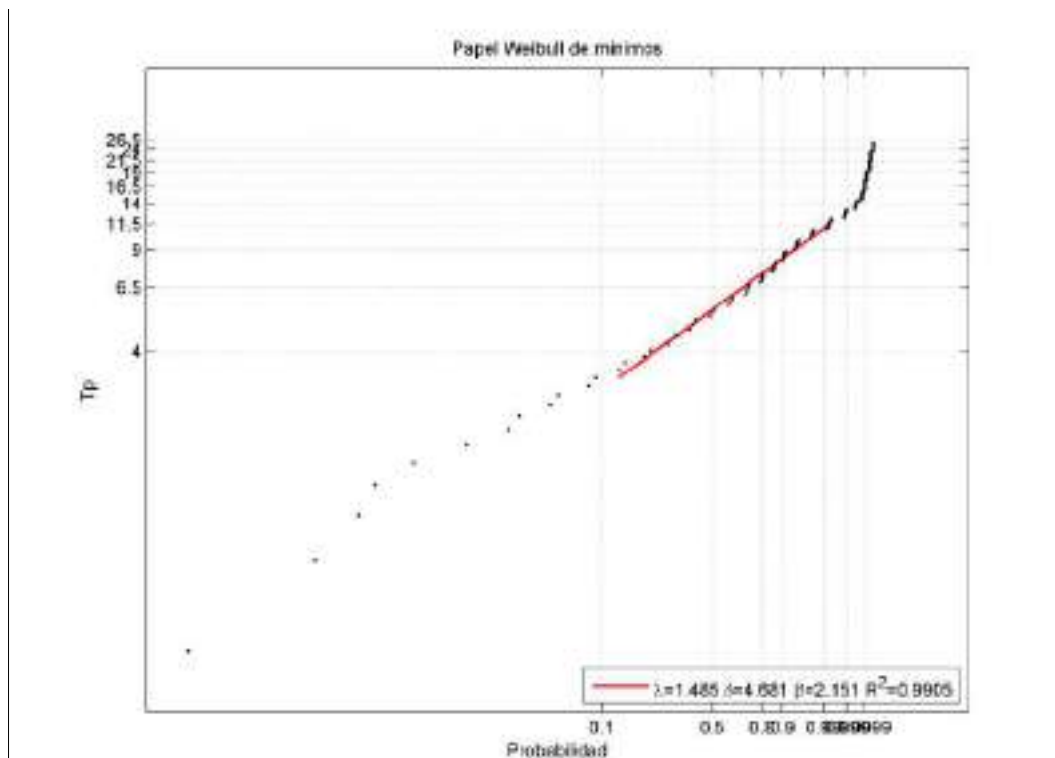


Figura 254. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel Weibull de mínimos, SIMAR 2067089

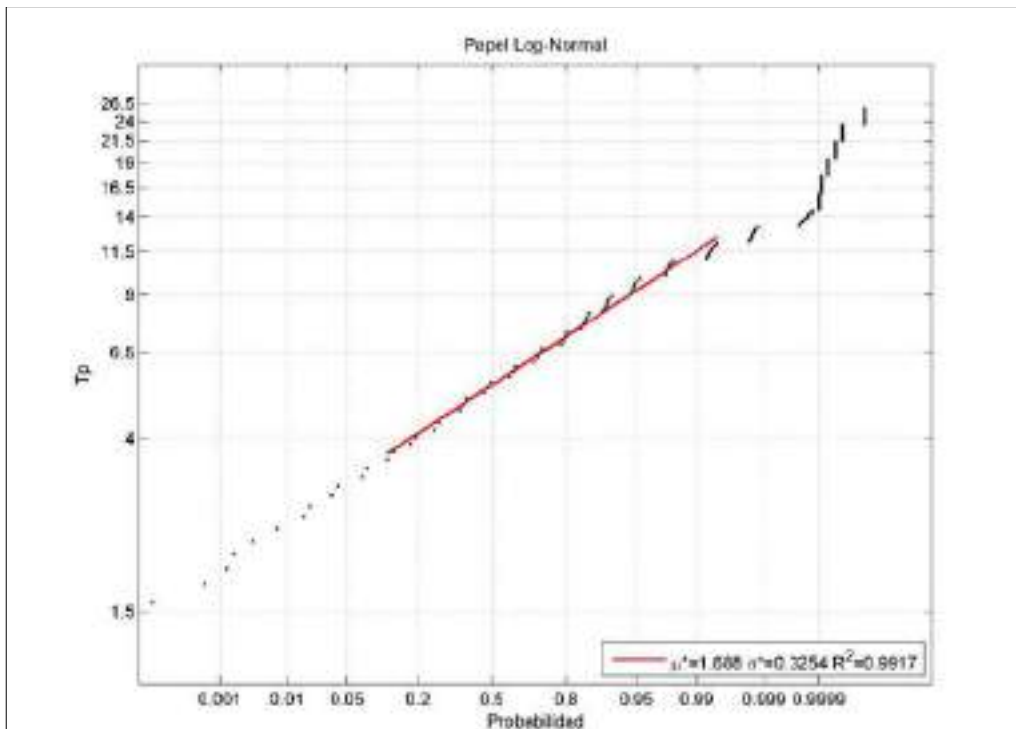


Figura 255. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel logarítmico-normal, SIMAR 2068088

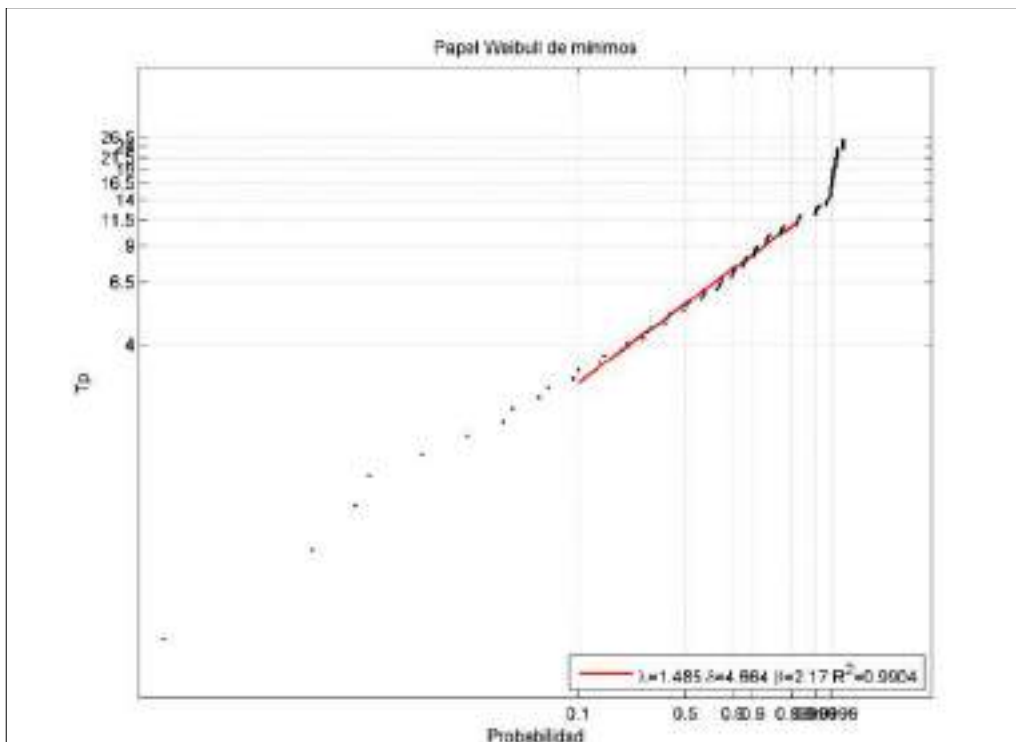


Figura 256. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel Weibull para mínimos, SIMAR 2069090

El régimen extremal del periodo de pico del oleaje se calculó en base al modelo de excedencia de umbrales (*POT*). De este modelo se observa que, para periodos de retorno, el 99,5 % de los valores son menores a 11,9 o 12,11 segundos dependiendo del nodo SIMAR. Sin embargo, estos valores crecen en el período de retorno en años, coincidiendo con un valor aproximado de 19,0 segundos para el de 10 años.

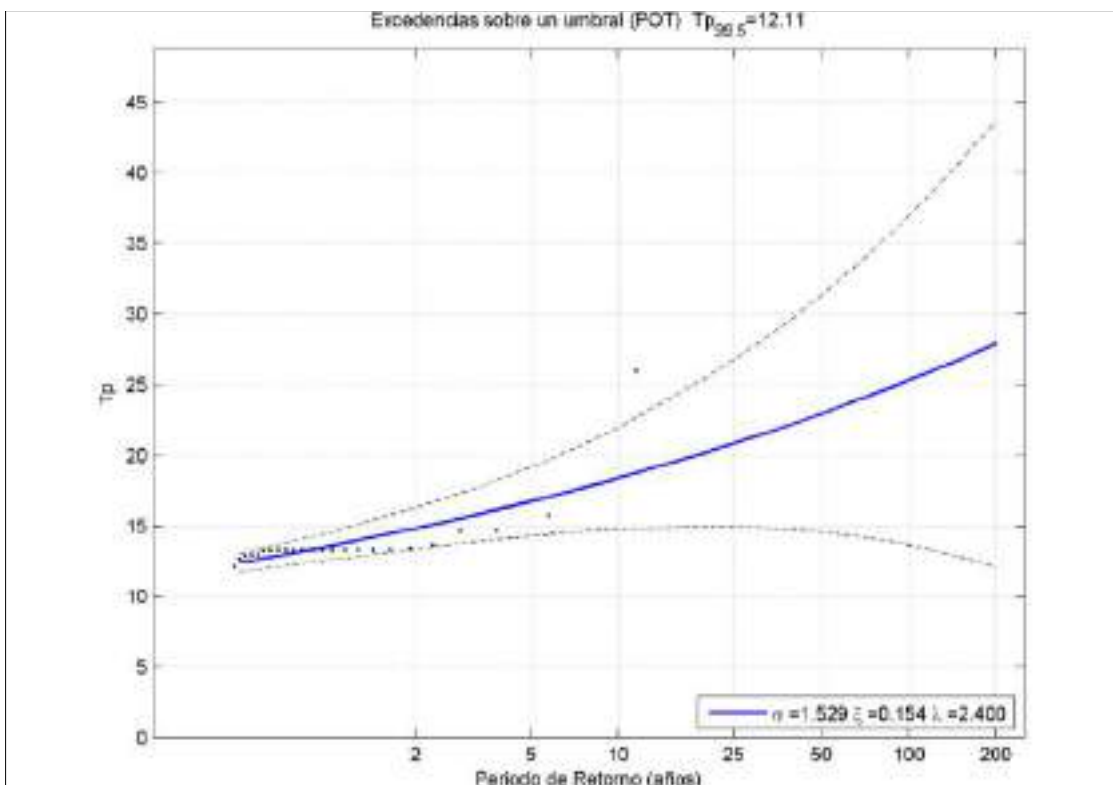


Figura 257. Régimen extremal del  $T_{p99,5} = 12,11$  s, método POT, SIMAR 2065088

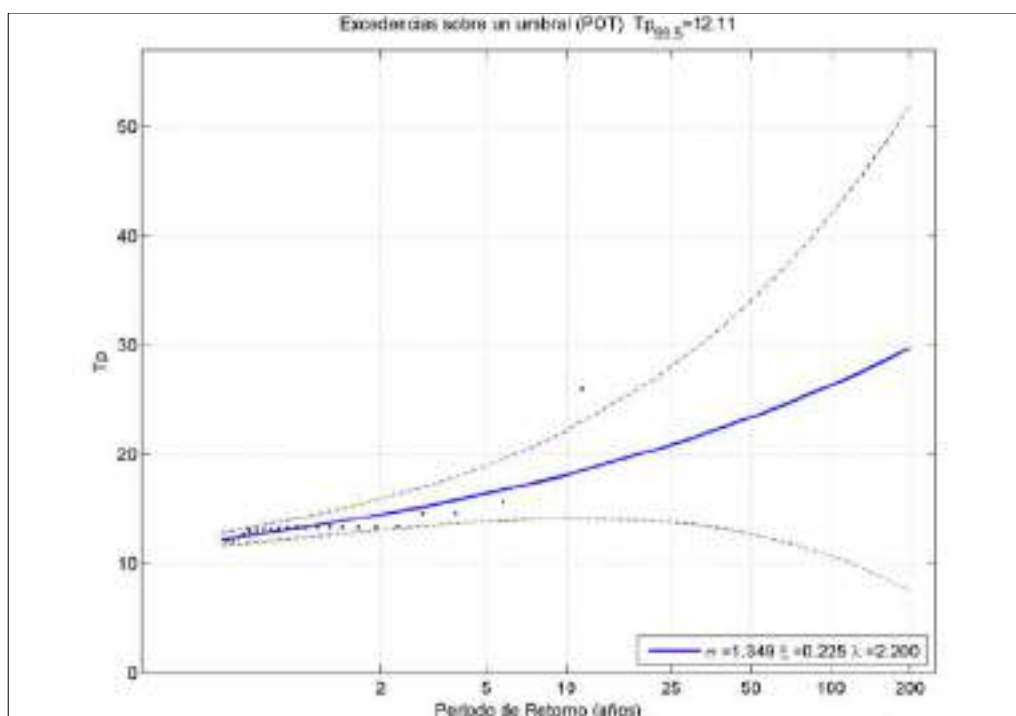


Figura 258. Régimen extremal del  $T_{p99,5} = 12,11$  s, método POT, SIMAR 2067089

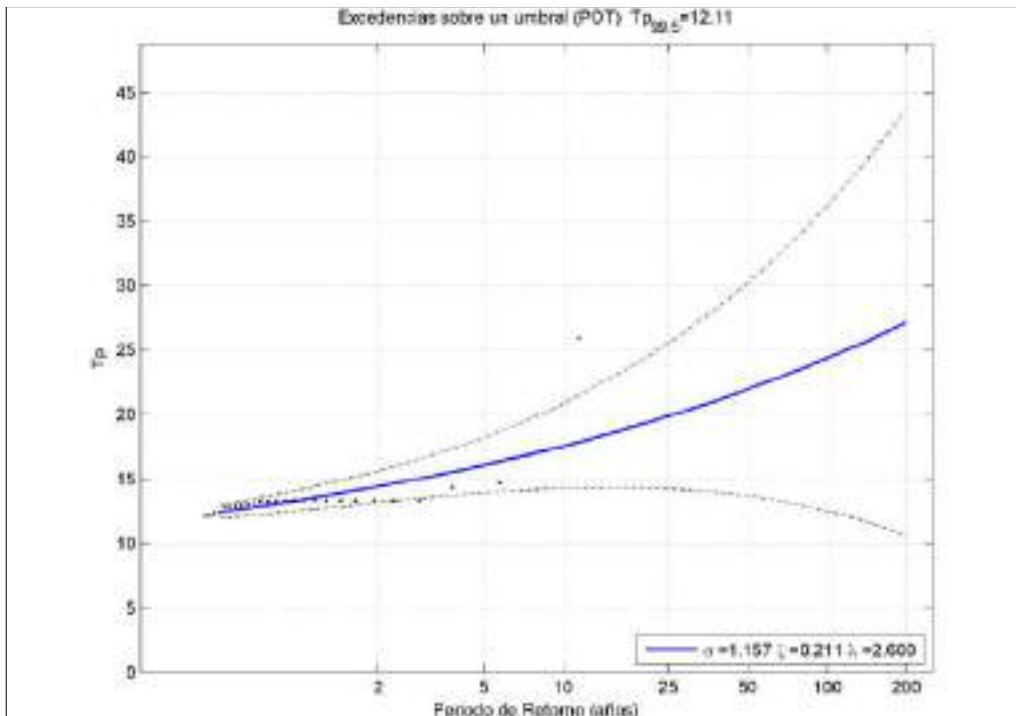


Figura 259. Régimen extremal del  $T_{p99.5}=12.11s$ , método POT, SIMAR 2068088

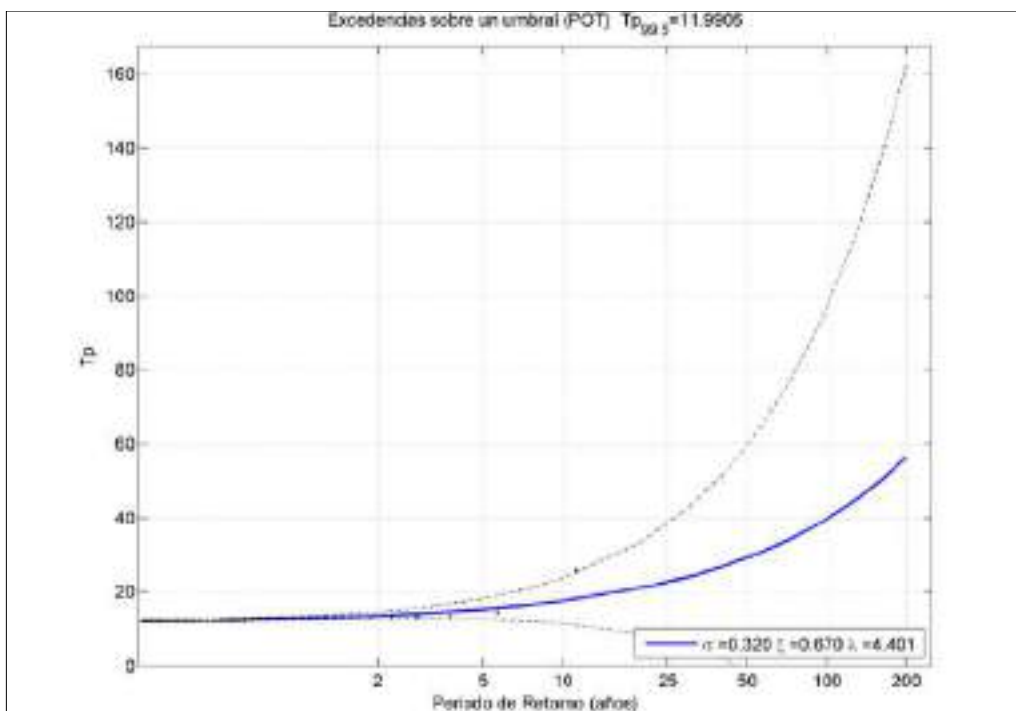


Figura 260. Régimen extremal del  $T_{p99.5}=11.99$ , método POT, SIMAR 2069090

### 7.5.2.2 Viento

#### Velocidad, V(m/s)

El viento tiene predominancia por las direcciones del primer cuadrante, con una probabilidad del **12,58 %** del **NE** para el nodo SIMAR 2065088, seguido de un **16,2 %** del **NNE** para el 2067089, un **13,5 %** del **NE** en el nodo SIMAR 2068088 y para la dirección **N** en el SIMAR 2069090 **9,8 %**. Sin embargo, los valores pico para las velocidades que

superan las 12 horas al año,  $V(m/s)_{12}$ , son del **SW**, excepto para el nodo SIMAR 2068088 que es de dirección WNW, con valores de entre **18,4 a 19,9 m/s**. En las tablas se remarca en amarillo la dirección principal, en verde la secundaria y con un cuadro el valor  $V(m/s)_{12}$  más alto.

Tabla 63. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2065088

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Vv					
direcciones(*)	prob.direccion	Vv <sub>50%</sub>	Vv <sub>90%</sub>	Vv <sub>99%</sub>	Vv <sub>12</sub>
N	0.0545	2.9800	6.6100	10.7082	15.2673
NNE	0.0867	4.3400	8.6200	12.0596	15.1772
<b>NE</b>	<b>0.1258</b>	<b>4.8300</b>	<b>9.3400</b>	<b>13.8967</b>	<b>16.1200</b>
<b>ENE</b>	<b>0.0937</b>	<b>3.9700</b>	<b>8.4100</b>	<b>11.5983</b>	<b>13.2975</b>
E	0.0903	4.1100	7.9240	10.3600	11.3018
ESE	0.0479	2.7200	5.2100	7.3456	8.9857
SE	0.0347	2.1700	3.9940	6.1929	8.4021
SSE	0.0353	2.2550	4.1700	6.9800	8.8793
S	0.0588	3.1600	6.9400	10.3500	13.2432
SSW	0.0702	4.1500	9.5000	13.9435	16.1562
SW	0.0476	3.2700	8.1100	14.6546	<b>18.4235</b>
WSW	0.0375	2.8600	7.3500	11.5943	13.0239
W	0.0531	3.8900	9.6000	13.8704	16.8116
WNW	0.0543	3.6900	10.1360	15.1042	18.2449
NW	0.0526	2.9500	6.4000	10.8705	13.6333
NNW	0.0570	3.0900	6.9100	11.0600	13.6008



Tabla 64. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2067089

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Vv					
direcciones(°)	prob.direccion	Vv <sub>50%</sub>	Vv <sub>50%</sub>	Vv <sub>90%</sub>	Vv <sub>12</sub>
N	0.0730	4.9400	8.8700	12.6889	16.7630
<b>NNE</b>	<b>0.1624</b>	<b>5.0600</b>	<b>8.6300</b>	<b>11.7198</b>	<b>14.0434</b>
<b>NE</b>	<b>0.1133</b>	<b>3.9700</b>	<b>8.7500</b>	<b>13.0404</b>	<b>16.1092</b>
ENE	0.0749	3.5200	8.1800	11.2260	13.1733
E	0.0802	4.2700	8.1300	10.0663	11.0422
ESE	0.0491	3.1400	6.5000	8.8192	9.7041
SE	0.0308	2.1200	4.1300	6.2670	7.4083
SSE	0.0303	1.9600	3.8420	6.2798	9.4475
S	0.0459	2.3900	4.7420	8.8035	12.6208
SSW	0.0869	3.6400	8.4000	13.4419	17.1017
SW	0.0875	3.6500	8.3400	14.3500	18.2108
WSW	0.0552	3.6200	8.2500	12.2205	14.4372
W	0.0392	3.9950	9.4370	13.5432	17.2216
WNW	0.0223	3.0500	8.5440	13.8118	18.5058
NW	0.0230	3.2600	7.8500	13.3595	15.6978
NNW	0.0259	3.3400	8.0560	12.9400	16.0233

Tabla 65. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2068088

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Vv					
direcciones(°)	prob.direccion	Vv <sub>50%</sub>	Vv <sub>50%</sub>	Vv <sub>90%</sub>	Vv <sub>12</sub>
N	0.0669	5.3000	9.7800	13.7892	18.1087
<b>NNE</b>	<b>0.1195</b>	<b>5.5100</b>	<b>9.0500</b>	<b>12.4768</b>	<b>14.9132</b>
<b>NE</b>	<b>0.1351</b>	<b>5.8500</b>	<b>10.5800</b>	<b>14.5350</b>	<b>17.6837</b>
ENE	0.1069	5.5400	9.3000	12.5800	14.9300
E	0.0747	4.6900	7.8000	9.6232	10.7776
ESE	0.0358	3.0400	5.5500	7.7064	9.9093
SE	0.0265	2.3900	4.2600	6.6441	8.3076
SSE	0.0267	2.3600	4.4590	7.2864	10.2965
S	0.0455	2.9500	5.6700	9.0274	11.9435
SSW	0.0927	4.5300	9.1880	13.4665	16.3305
SW	0.1028	5.2800	11.2430	16.7288	19.8945
WSW	0.0505	4.0000	8.7300	12.9777	15.5965
W	0.0479	5.7400	11.3400	14.7068	16.7657
WNW	0.0264	4.5200	10.0920	14.5370	17.2992
NW	0.0204	3.7300	8.7600	12.7144	15.2088
NNW	0.0219	3.6000	8.5790	12.3220	15.2334

Tabla 66. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2069090

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida: Vv					
direcciones(°)	prob.direccion	Vv <sub>50%</sub>	Vv <sub>90%</sub>	Vv <sub>99%</sub>	Vv <sub>12</sub>
N	0.0978	3.6500	7.1400	10.9529	14.6424
NNE	0.0962	4.2400	7.4700	10.3171	12.7315
NE	0.0867	4.8500	9.1900	13.7095	17.1651
ENE	0.0596	4.7800	8.8440	11.8600	14.1045
E	0.0594	4.5200	7.8780	9.8246	10.7945
ESE	0.0721	4.5600	7.8800	9.6700	10.7010
SE	0.0454	2.6400	4.9080	6.9586	8.1835
SSE	0.0381	2.2400	4.0400	6.4162	9.9381
S	0.0476	2.4400	4.5900	7.4098	10.3775
SSW	0.0758	3.3900	7.5500	12.5500	16.9106
SW	0.0808	4.0900	9.3470	15.2200	18.5750
WSW	0.0432	3.5600	9.0600	12.8666	16.5548
W	0.0300	2.7000	7.8070	12.3864	16.9756
WNW	0.0311	2.5100	7.4920	11.8028	16.7987
NW	0.0443	2.6600	7.0800	11.7318	14.9634
NNW	0.0919	3.5400	8.0100	11.6845	13.9381

A continuación, se muestran los regímenes medios para cada nodo SIMAR, en ellos se indica la función de distribución que mejor se ajusta al conjunto de datos sobre la velocidad media del viento. En todos los nodos SIMAR el mejor ajuste se realiza con Weibull de mínimos.

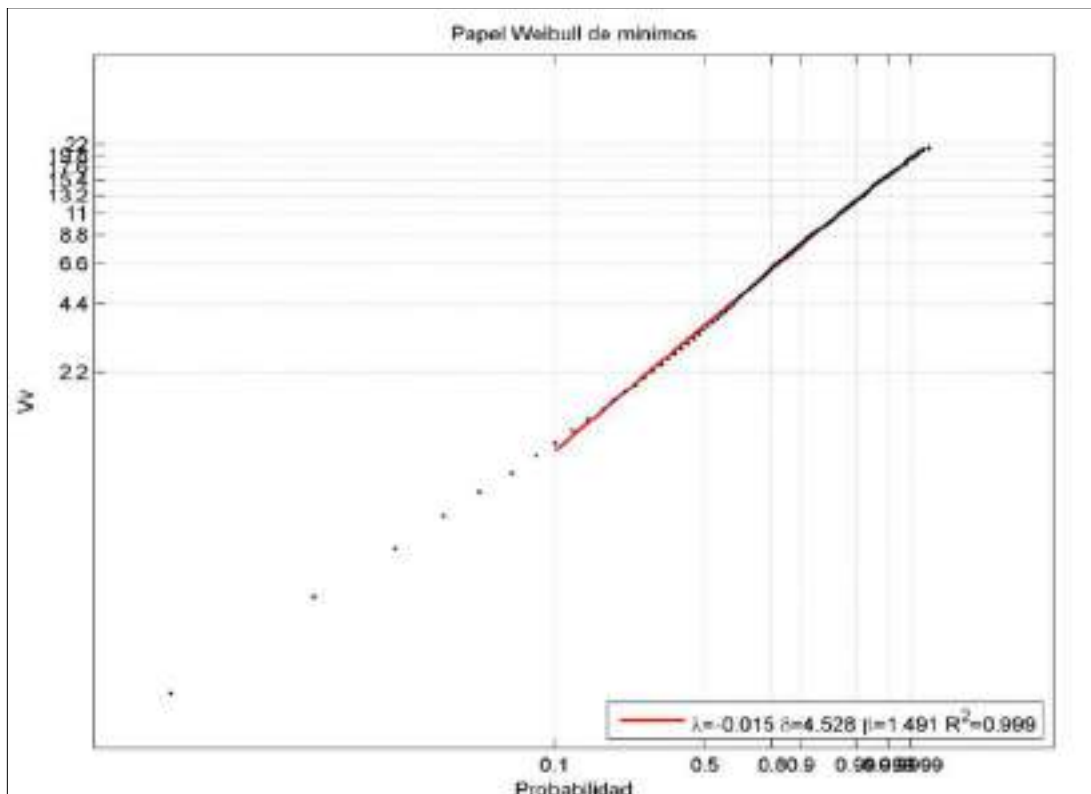


Figura 261. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2065088

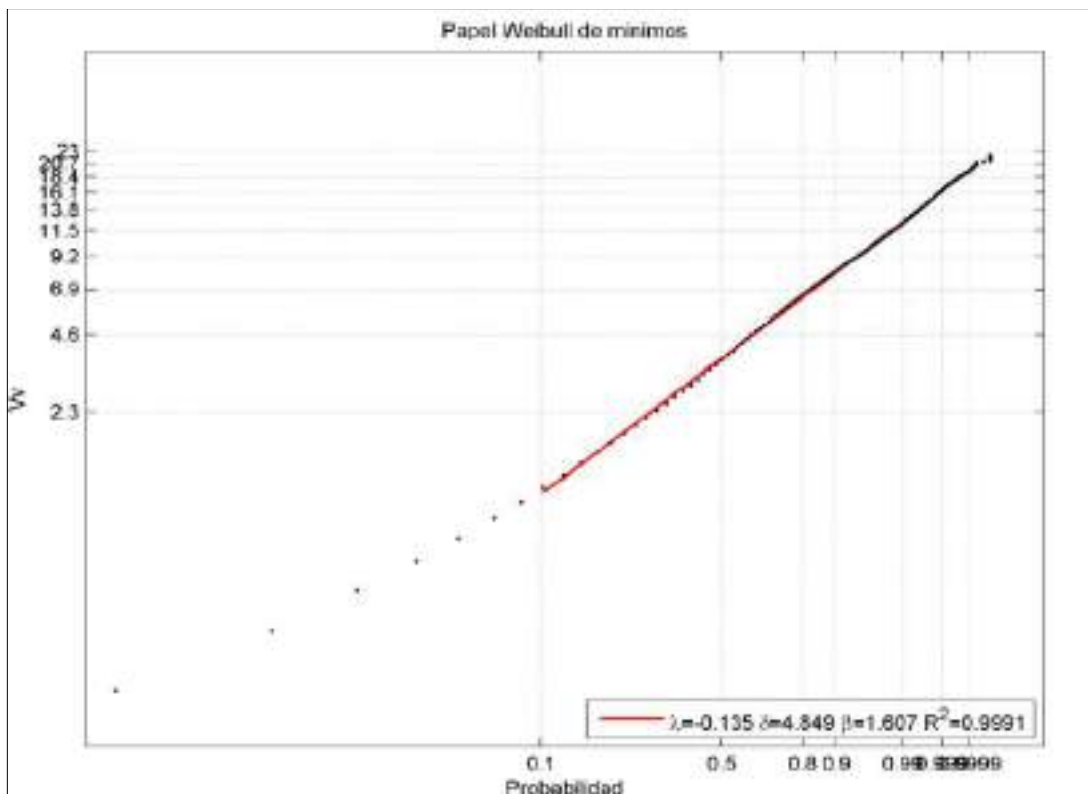


Figura 262. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2067089

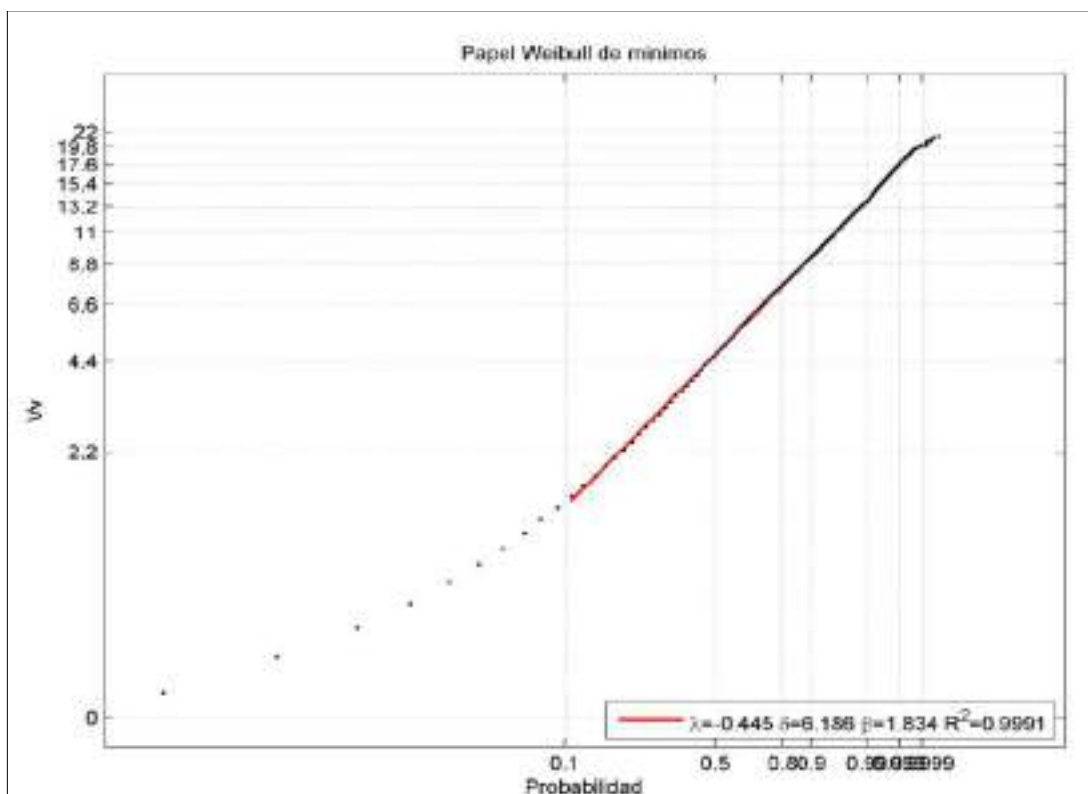


Figura 263. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2068088

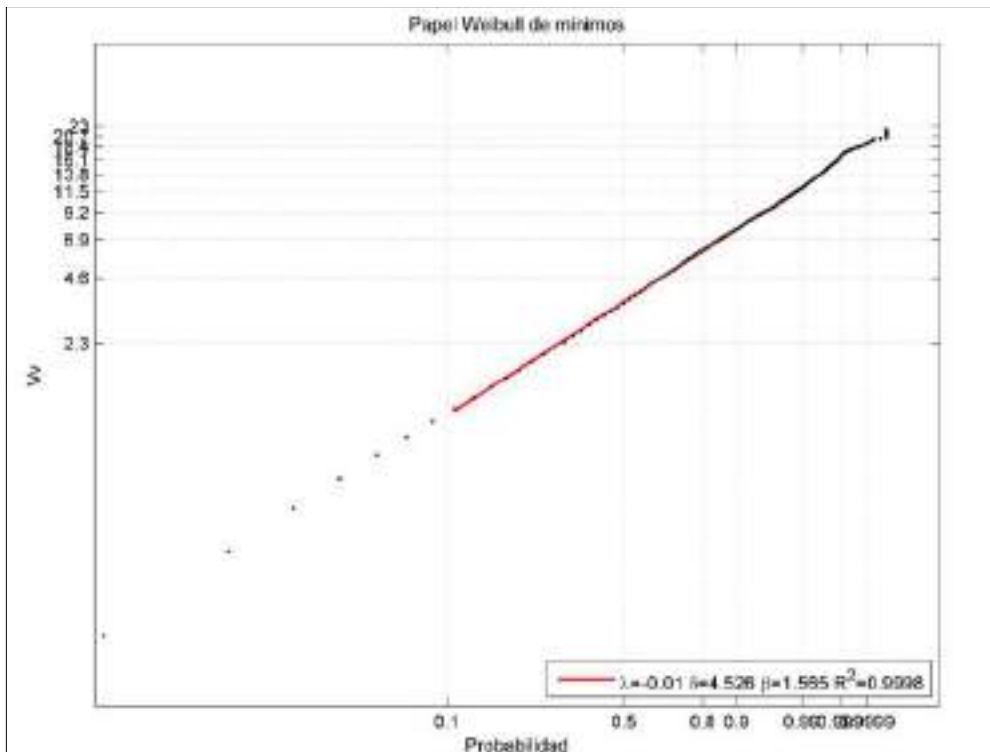


Figura 264. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2069090

El régimen extremal se calculó con el método de excedencia de umbrales (POT). La función muestra que los valores alcanzados en un **99,5 %** de los casos se encontraran por debajo de los **13,27 – 15,07 m/s** dependiendo del nodo SIMAR, siendo el 2068088 el que tiene el mayor umbral. Además, se aprecia una tendencia ascendente con el tiempo. Este valor de crecimiento en el período de retorno en años alcanza aproximadamente valores entre 21-22 m/s a los 10 años.

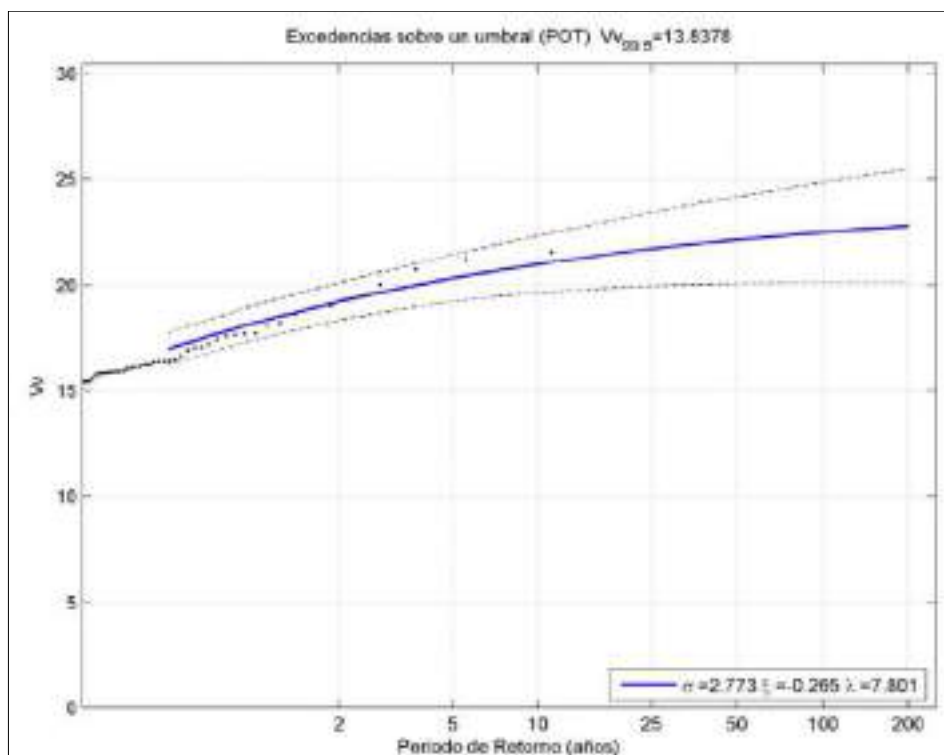


Figura 265. Régimen extremal del  $V_{99.5} = 13,8378$ , método POT, SIMAR 2065088

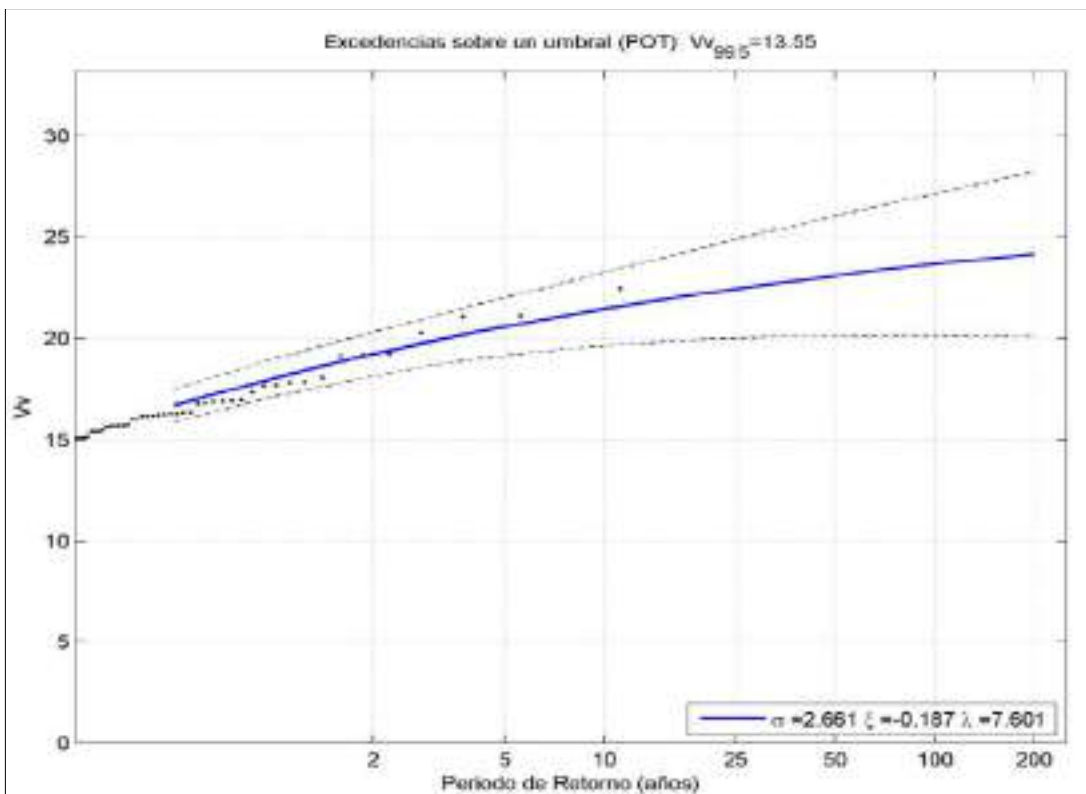


Figura 266. Régimen extremal del  $Vv_{99.5} = 13,55$ , método POT, SIMAR 2067089

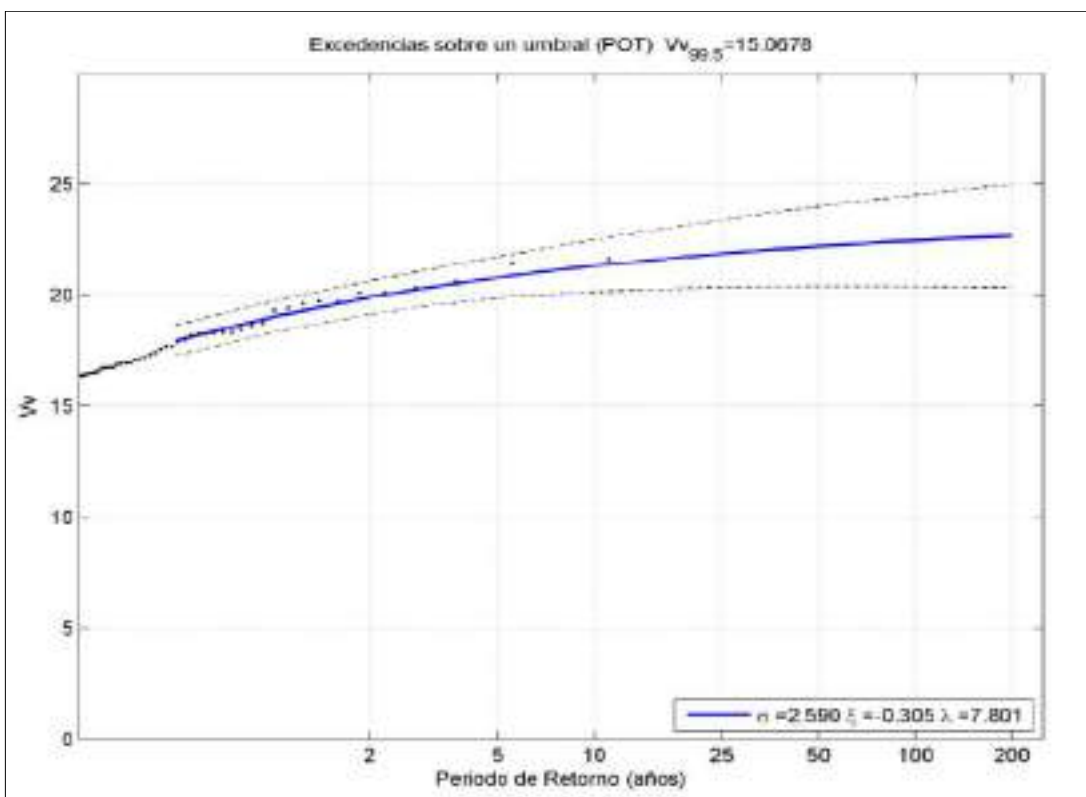


Figura 267. Régimen extremal del  $Vv_{99.5} = 15,0678$ , método POT, SIMAR 2068088

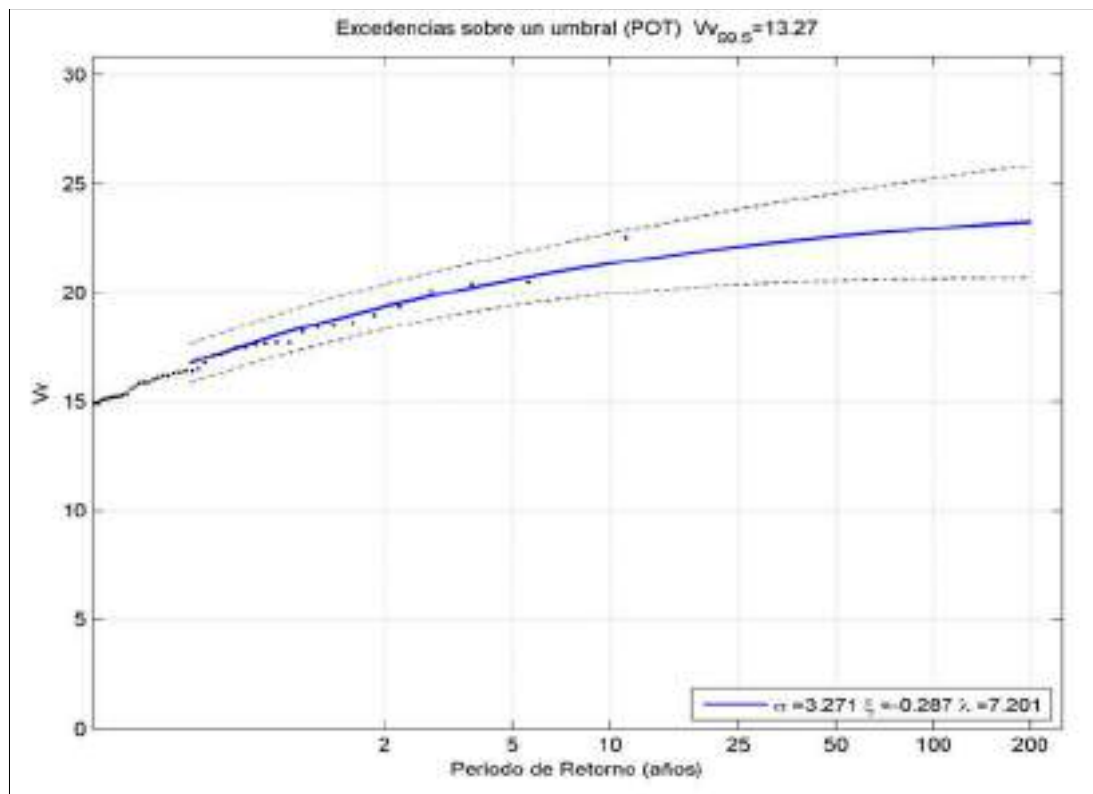


Figura 268. Régimen extremal del  $V_{v_{99,5}} = 13,27$ , método POT, SIMAR 2069090

### 7.5.3 Corrientes

Las variables de dirección y velocidad de corrientes han sido extraídas de los mismos puntos SIMAR que pone a disposición pública el ente nacional Puertos del Estado.

Son datos procedentes del modelo numérico de circulación de la malla IBI cuya cadencia temporal también es de 60 min.

#### Nodo SIMAR 2065088

En la siguiente figura se muestra la representación gráfica de los datos horarios de velocidad de corriente, medidos en centímetros por segundo, para los datos históricos desde 2014 hasta la actualidad. En dicha figura se aprecian velocidades medias en torno a los 0,2 cm/s.



Figura 269. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2014-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2065088)

Seguidamente, se incluye la rosa de corriente media para el período de 2013 - 2023, donde se observan 2 direcciones predominantes en ambos sentidos, aunque existen

corrientes en todas las direcciones. En orden de frecuencia de ocurrencia: NE (15,89 %), SW (13,9 %), ENE (12,35 %) y finalmente WSW (10,55 %). De manera menos frecuente, aparecen otras direcciones como NNE (7,69 %) u otras con una frecuencia menor al 5 %: E (4,53 %), SSW (4,43 %) y W (3,91 %).

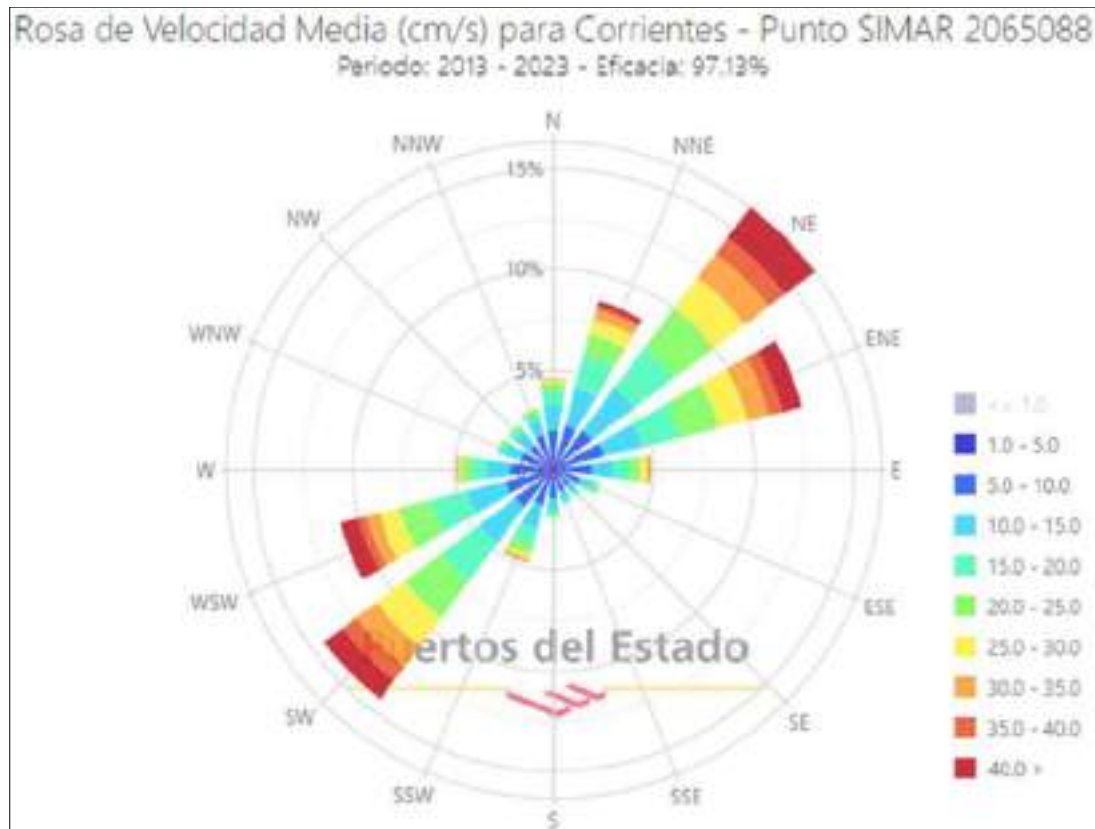


Figura 270. Rosa de velocidad de la corriente media para el periodo global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089)

Realizando el análisis de manera estacional se presentan las siguientes figuras donde se observan las mismas direcciones principales (NE, SW, ENE y WSW), encontrando en verano (abajo – izquierda) una mayor presencia en otras direcciones tales como NNE, N o W.

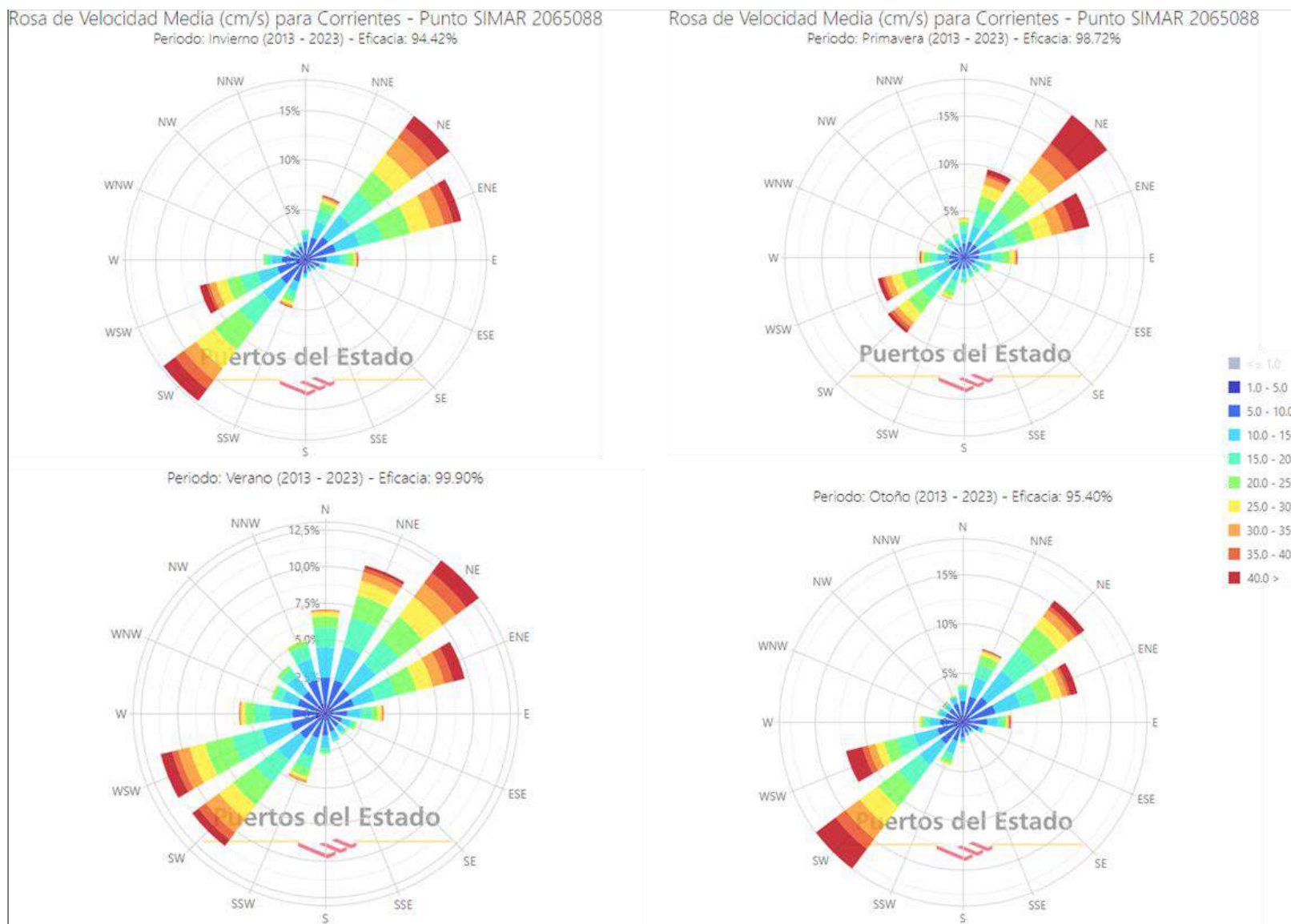


Figura 271. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2065088) (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño)



En invierno se mantienen las direcciones principales mencionadas anteriormente, siendo concretamente: NE con una frecuencia de ocurrencia del 17,32 % y una velocidad media más frecuente de entre 10,0 – 20,0 cm/s; seguidamente, dirección SW un 17,05 %, con velocidades más frecuentes en el rango 20,0 – 25,0 cm/s; ENE un 15,27 %, también con velocidad media más frecuente en el intervalo de 20,0 – 25,0 cm/s; WSW un 11,761 % con velocidades medias menores de 5,0 -15,0 cm/s, además de otras direcciones en menor medida tales como NNE un 5,93 % o SSW un 4,16 % con velocidades inferiores a 15,0 cm/s.

En primavera se tiene una dirección claramente predominante de NE con una frecuencia de ocurrencia del 18,53 % y la mayoría de las velocidades medias entre 20,0 – 30,0 cm/s, siendo la más frecuente en el rango 20,0 – 25,0 cm/s, un 2,68 %. Secundariamente, se tienen otras direcciones como: ENE un 13,28 %, con velocidades más comunes entre 15,0 – 20,0 cm/s; SW un 9,69 % del tiempo, con velocidades entre 10,0 -20,0 cm/s; NNE un 9,16 %, con velocidades medias de 10,0 – 20,0 cm/s; WSW un 8,99 % también con velocidades más frecuentes en el rango a 10,0 – 20,0 cm/s.

En verano se tiene la presencia de múltiples direcciones, siendo las principales por orden de frecuencia de ocurrencia: NE un 12,98 % con velocidades medias más frecuentes entre 10,0 – 15,0 cm/s; WSW un 11,46%, con velocidades medias en el rango 15,0 – 20,0 cm/s y finalmente las direcciones SW (11,24 %), NNE (10,37 %) y ENE (9,80 %), teniendo las tres direcciones velocidades medias de corriente más frecuentes en el intervalo de 10,0 – 15,0 cm/s.

Para la estación de otoño, se vuelven a tener las 4 direcciones principales de SW un 18,85 % con una velocidad media más frecuente en el intervalo de 15,0 – 20,0 cm/s; seguidamente, NE un 15,18 %, WSW un 12,05 % y ENE un 11,79 %, teniendo una velocidad media más frecuente en el rango de 10,0 – 15,0 cm/s.

En el histograma de frecuencias se observa que la velocidad media más frecuente se ubica en el intervalo de 6,0 – 8,0 cm/s, un 8,93 % del tiempo, seguido de los intervalos 8,0 – 10,0 cm/s un 8,29 %, 10,0 – 12,0 cm/s un 7,94 % y 4,0 – 6,0 cm/s un 7,98 %. La mayoría de los valores se encuentran en torno a los 8,0 – 9,0 cm/s, hallando un 33,14% del tiempo valores en el rango de 4,0 – 12,0 cm/s.

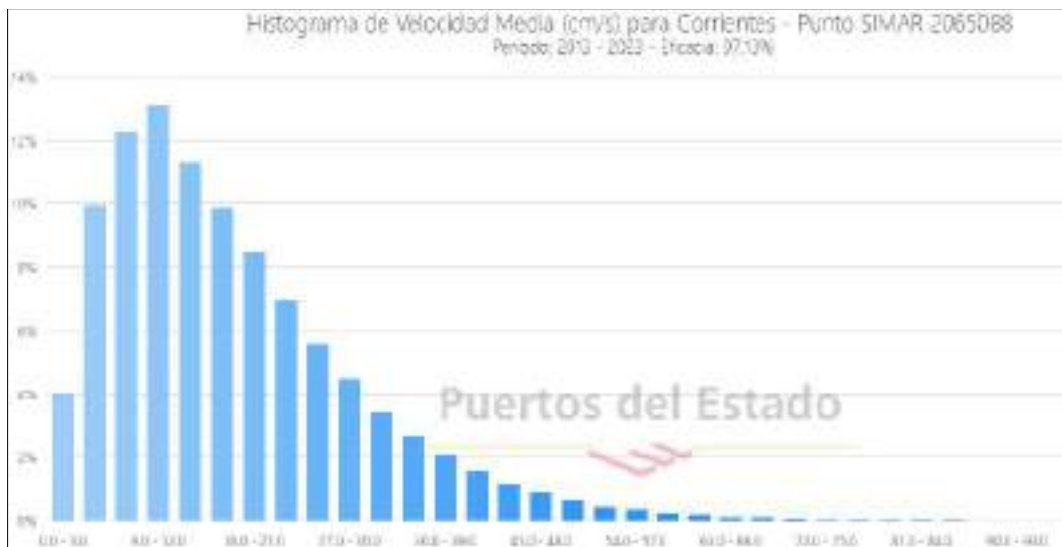


Figura 272. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2065088)

**Nodo SIMAR 2067089**

La representación gráfica de los datos horarios de velocidad de corriente, medidos en centímetros por segundo, para los datos históricos desde 2014 hasta la actualidad se muestran en la siguiente figura en la que se aprecian velocidades medias en torno a los 0,2 cm/s.



Figura 273. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2014-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089)

A continuación, se incluye la rosa de corriente media para el período de 2013 - 2023, donde se observa 1 dirección predominante en ambos sentidos, aunque existen corrientes en todas las direcciones.

En orden de frecuencia de ocurrencia: ENE (21,87 %) y WSW (15,3 %) principalmente, seguido de NNE (11,95 %), E (8,42 %), SSW (7,87 %) y W (6,34 %). Se encuentran otras direcciones, pero con menor frecuencia, como el N un 4,93 %. Las velocidades medias más frecuentes se dan en el intervalo de 10,0 – 20,0 cm/s, siendo más comunes en el rango 15,0 – 20,0 cm/s para las direcciones más frecuentes.

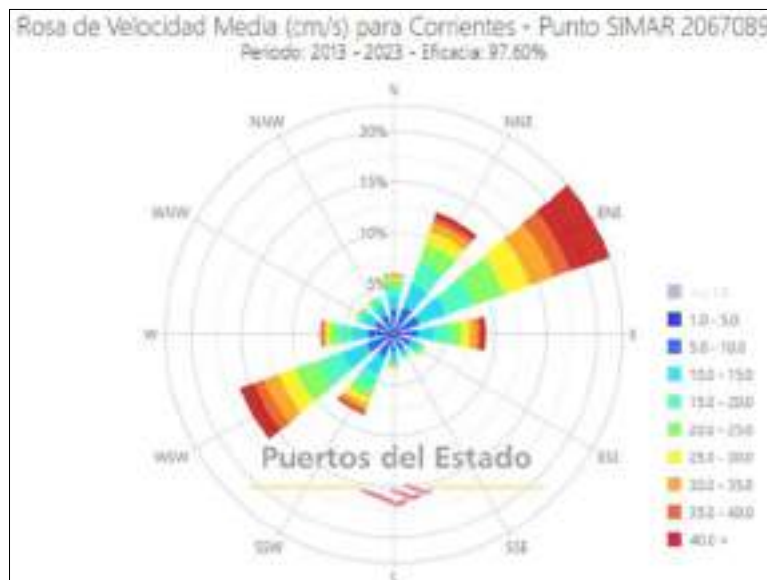


Figura 274. Rosa de velocidad de la corriente media para el periodo global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089)

Al realizar el análisis de manera estacional en las siguientes figuras, se pueden observar las mismas direcciones principales (NE, SW, ENE y WSW), pero durante el verano (abajo a la izquierda) se evidencia una mayor presencia en otras direcciones como NNE, N, E o SSW.

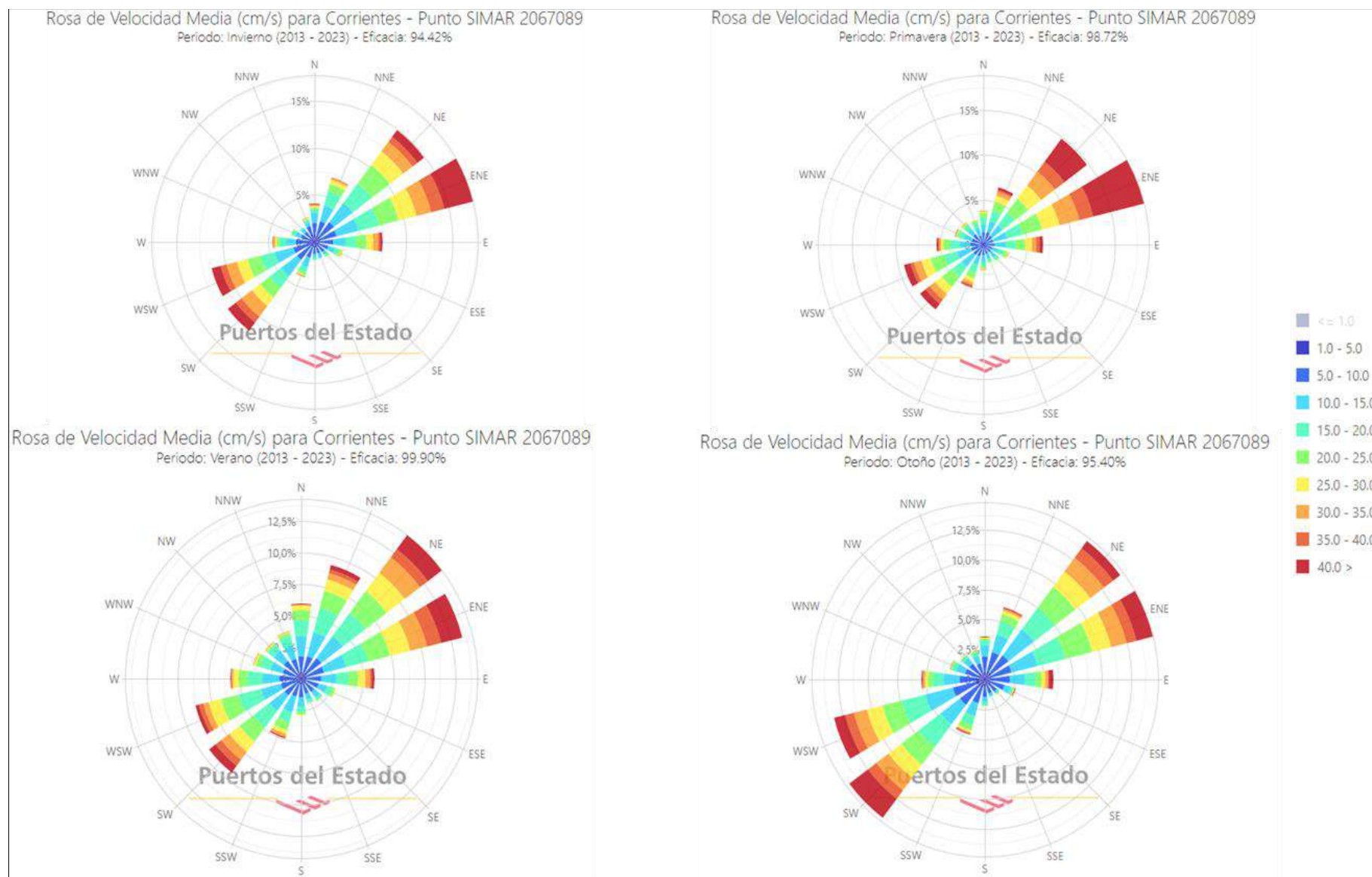


Figura 275. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089) (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño)

En invierno se cuenta con dos direcciones principales claramente definidas: ENE ocurriendo un 23,14 % del tiempo y WSW, con un 17,53 %. De forma secundaria, aparecen otras direcciones en menor medida, como NNE (12,51 %), E (10,31 %), SSW (7,81%) y W (6,33 %). El intervalo de velocidades medias más frecuente sucede en el intervalo de 10,0 – 25,0 cm/s, siendo de 10,0 – 15,0 cm/s el rango más frecuente dentro de esa selección.

En primavera se tiene una dirección principal, ENE con una frecuencia de 17,71 %, y 3 secundarias NE 13,53 %, WSW 7,84 % y SW 7,57 %. Aparecen también otras direcciones con menor presencia, de forma esporádica tales como E un 5,6 %, NNE un 5,10 % o W un 3,84 %. Se tiene una fuerte presencia de velocidades medias que superan el umbral de los 40,0 cm/s (5,94 %), estando repartidas en diferentes intervalos menores al 3,0 % (40 - 50: 2,74 % – 50 - 60: 1,59 % – 60-70: < 1 %). En las dos direcciones más frecuentes se tiene una velocidad media habitual en el intervalo de 20 -30 cm/s (4,30 %). Seguido, se tiene el rango 30 - 40 cm/s, con un 3,99 %, donde la mayor frecuencia de ocurrencia se halla entre 30 - 35 cm/s (2,32 %) siendo el más común de las direcciones principales ENE y NE. En las direcciones SW, WSW, E y NNE, el intervalo más frecuente está en velocidades medias más bajas, de 10,0 – 15,0 cm/s.

Para la estación de verano, aunque se tiene presencia de velocidades medias en todas las direcciones, se repite la dirección principal NE un 14,23 % del tiempo, con las velocidades medias más comunes en el intervalo de 15,0 – 20,0 cm/s, un 2,28 % del tiempo. Esta velocidad media se repite en la segunda dirección más frecuente, el ENE un 13,46 %. Siguiendo en orden descendente, se tiene el NNE un 9,6 %, SW un 9,34 %, WSW un 8,84 % y finalmente N, un 5,92 %. Todas estas direcciones tienen la franja de 10,0 – 20,0 cm/s como la más común.

En otoño se tienen nuevamente 4 direcciones principales: ENE un 14,71 %, NE un 14,4 %, SW un 14,38 % y WSW un 13,16 %, con un intervalo de velocidad media más frecuente entre 10,0 – 20,0 cm/s. Más concretamente, se tienen velocidades más comunes en el intervalo 10,0 – 15,0 cm/s en las direcciones NE (2,74 %) y WSW (2,45 %); el intervalo de 15,0 – 20,0 cm/s se da con mayor regularidad en las direcciones ENE (2,41 %) y SW (2,35 %). De forma secundaria, se tiene presencia destacable en otras direcciones tales como: NNE un 6,34 %, E un 5,82 %, W un 5,41 % y SSW un 4,82 %, con una mayor frecuencia de velocidades medias en el intervalo de 5,0 – 10,0 cm/s.

En el histograma de frecuencias se observa que la velocidad media más frecuente se ubica en el intervalo de 9,0 – 12,0 cm/s, un 12,40 % del tiempo, seguido de los intervalos 6,0 – 9,0 cm/s un 10,92 % y 12,0 – 15,0 cm/s un 10,75 %. Por debajo del 10,0 %, se tienen intervalos de entre 15,0 – 18,0 cm/s un 9,69 %, de 3,0 – 6,0 cm/s un 9,0 % y 18,0 – 21,0 cm/s un 8,51 %.

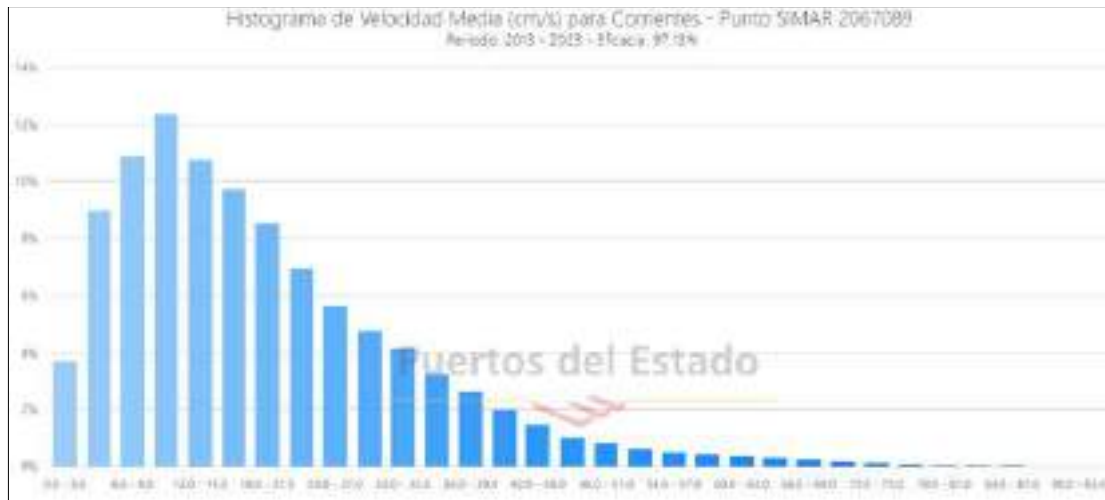


Figura 276. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089)

**Nodo SIMAR 2068088**

En la siguiente se muestra la representación gráfica de los datos horarios de velocidad de corriente, medidos en centímetros por segundo (cm/s), para los datos históricos desde octubre de 2013 hasta octubre de 2023. Analizando la figura, se tienen velocidades medias en torno a los 0,2 cm/s. En cuanto a valores extremales, los mínimos rondan el valor de 0,01 cm/s, mientras que el valor máximo alcanza 1,18 cm/s.



Figura 277. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2014-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088)

A continuación, se incluye la rosa de corriente media para el período de 2013 - 2023, donde se observa presencia de varias direcciones. Por orden de frecuencia de ocurrencia: WSW es la principal en un 15,26 % del tiempo, seguido de W (12,28 %) y ENE (11,77 %). Aparecen otras direcciones en menor medida, tales como NNE (9,65 %), E (9,24 %), WNW (7,73 %) o SSW (7,1 %). Las velocidades medias más frecuentes se dan en el intervalo de 10,0 – 20,0 cm/s.

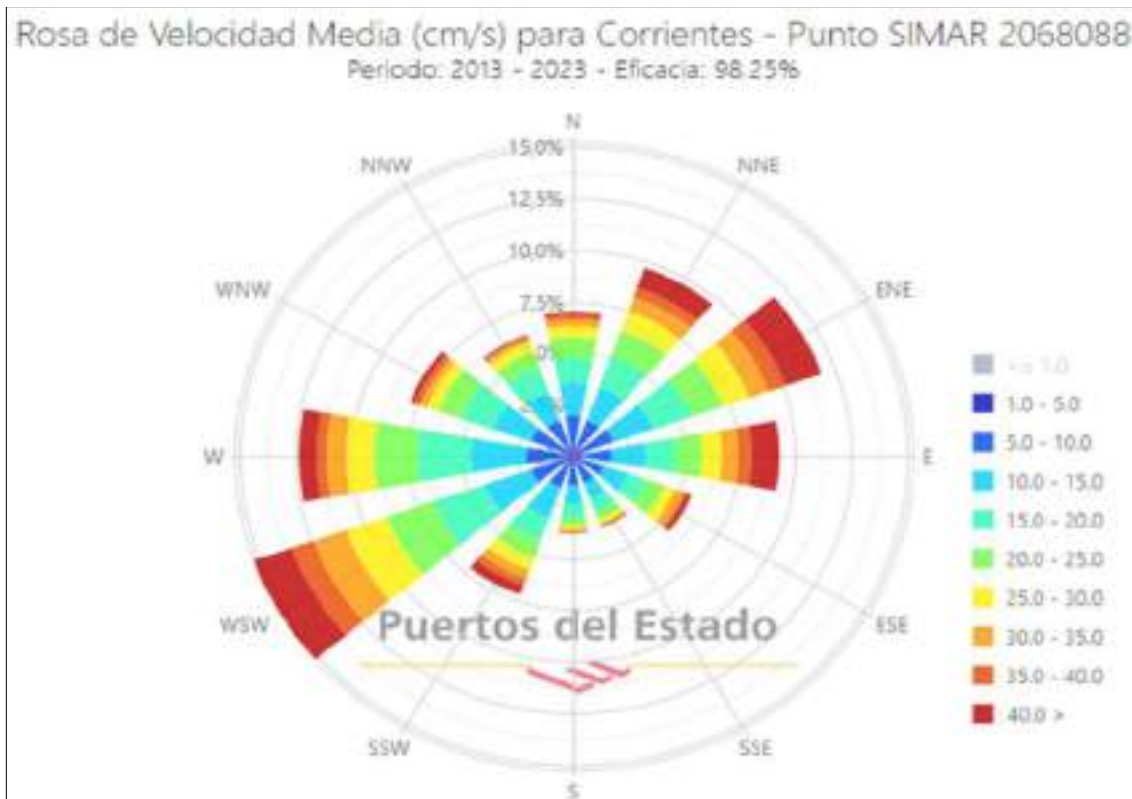


Figura 278. Rosa de velocidad de la corriente media para el periodo global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088).

Realizando el análisis de manera estacional, se observa presencia en todas las direcciones, con una ligera tendencia predominante para las direcciones ENE y WSW.

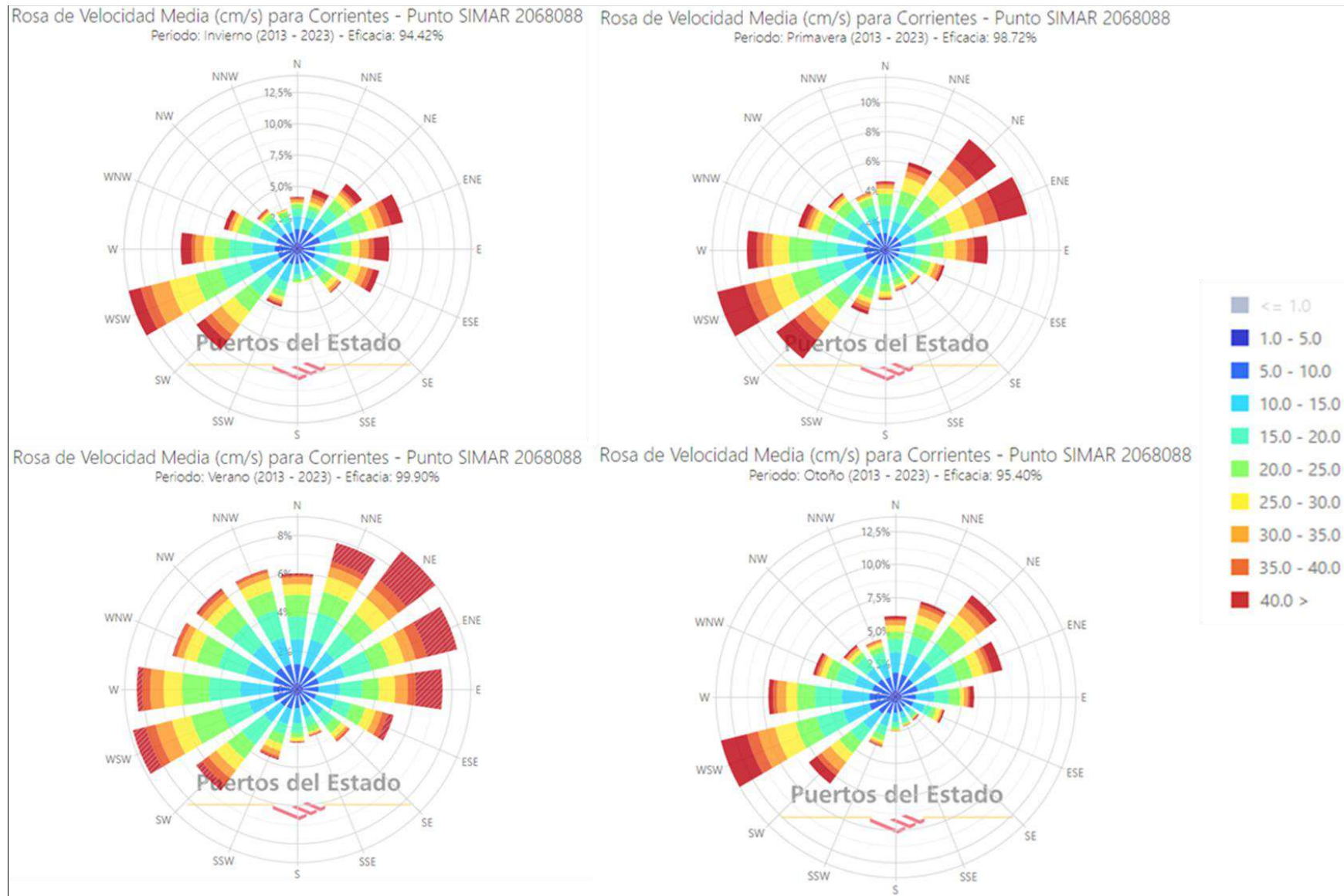


Figura 279. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088) (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño)

En invierno se cuenta con una dirección destacable, WSW ocurriendo un 13,55 % del tiempo, aunque se cuenta con presencia de corrientes en todas las direcciones. Por orden de ocurrencia, el resto de las corrientes son: SW un 9,66 %, W un 9,02 %, ENE un 8,18 %, E un 7,25 %, ESE un 6,32 % y WNW un 6,03 %. El intervalo de velocidades medias más frecuente sucede en el intervalo de 10,0 – 20,0 cm/s, siendo de 10,0 – 15,0 cm/s el rango más frecuente dentro de esa selección.

En primavera se tiene nuevamente una dirección destacable, WSW con una frecuencia de 11,32 %, y otras secundarias con menor presencia, siendo: ENE un 9,86 %, NE un 9,28 %, W un 9,24 % y SW un 9,21 %. El resto de las direcciones tienen una menor presencia, siendo E un 6,89 %, WNW un 6,06 % y NNE un 5,84 %. El intervalo de velocidad media más frecuente se da en la franja está repartido entre 10,0 – 30,0 cm/s, siendo más frecuente el intervalo de 10,0 -20,0 cm/s.

Para la estación de verano se tiene presencia de velocidades medias en todas las direcciones. De mayor a menor frecuencia de ocurrencia, se tiene: NE un 8,65 %, WSW un 8,39 %, ENE un 8,26 %, W un 8,04 %, NNE un 7,53 % y E un 7,27 %. La velocidad media más común se da en el intervalo de 15,0 – 20,0 cm/s, encontrando algunas direcciones con mayor ocurrencia en otros intervalos (WSW de 20,0 – 25,0 cm/s; E de 10,0 – 15,0 cm/s).

En otoño se tienen una dirección principal, el WSW con una frecuencia de ocurrencia del 14,01 %. De forma secundaria, y en orden de frecuencia de ocurrencia, se tiene: W un 9,88 %, NE un 9,25 %, SW un 8,3 % y ENE un 8,03 %. La velocidad media más frecuente se encuentra en el intervalo de 10,0 – 20,0 cm/s, siendo concretamente de 10,0 – 15,0 cm/s en todas las direcciones salvo la principal, WSW, donde es más frecuente en el intervalo de 15,0 – 20,0 cm/s (2,15 %).

En el histograma de frecuencias Figura 272 se observa que la velocidad media más frecuente se ubica en el intervalo de 9,0 – 12,0 cm/s, un 11,65 % del tiempo, seguido de los intervalos 12,0 – 15,0 cm/s un 11,26 % y 15,0 – 18,0 cm/s un 10,57 %. Por debajo del 10,0 %, se tienen intervalos de entre 18,0 – 21,0 cm/s un 9,68 %, de 6,0 – 9,0 cm/s un 9,20 % y 21,0 – 24,0 cm/s un 7,79 %.

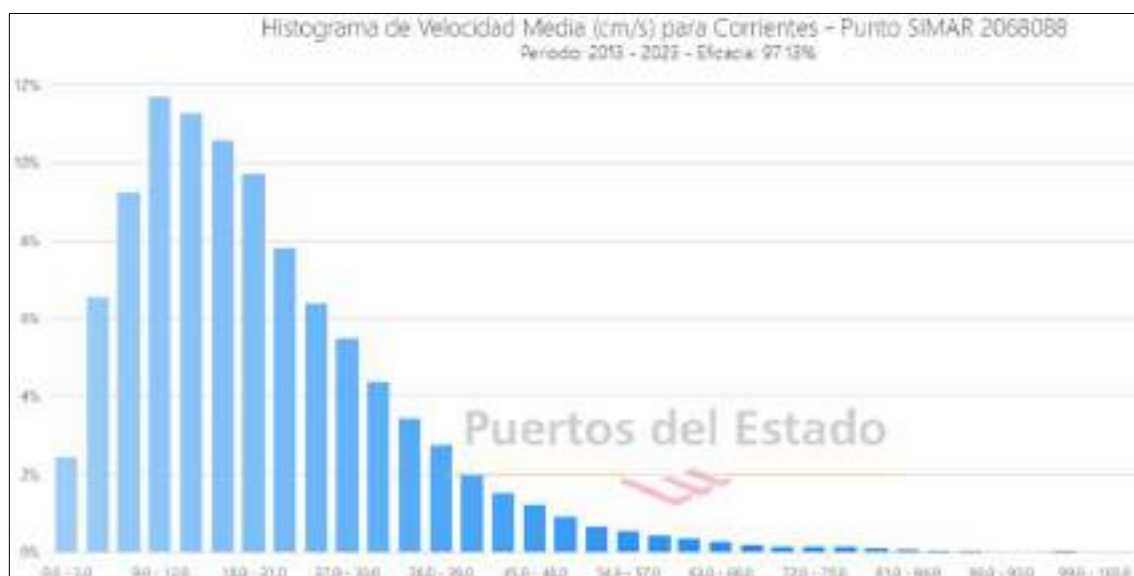


Figura 280. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088)



**Nodo SIMAR 2069090**

La representación gráfica de los datos horarios de velocidad de corriente, medidos en centímetros por segundo, para los datos históricos desde octubre de 2013 hasta la actualidad se muestran en la Figura 281. En dicha figura se aprecian velocidades medias en torno a los 0.15 cm/s, con valores mínimos de 0.02 cm/s y máximos puntuales de 1.07 cm/s.



Figura 281. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2013-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090)

Seguidamente, se incluye la rosa de corriente media para el mismo período de 2013 - 2023, donde se observa presencia en una dirección principal, E y varias secundarias tales como ENE o W. Por orden de frecuencia de ocurrencia: E, dirección principal con un 16,49 % del tiempo, seguido de ENE (13,56 %) y W (10,75 %). Aparecen otras direcciones en menor medida, tales como ESE (7,29 %), WNW (6,42 %), WSW (6,25 %) y NE (5,75 %).

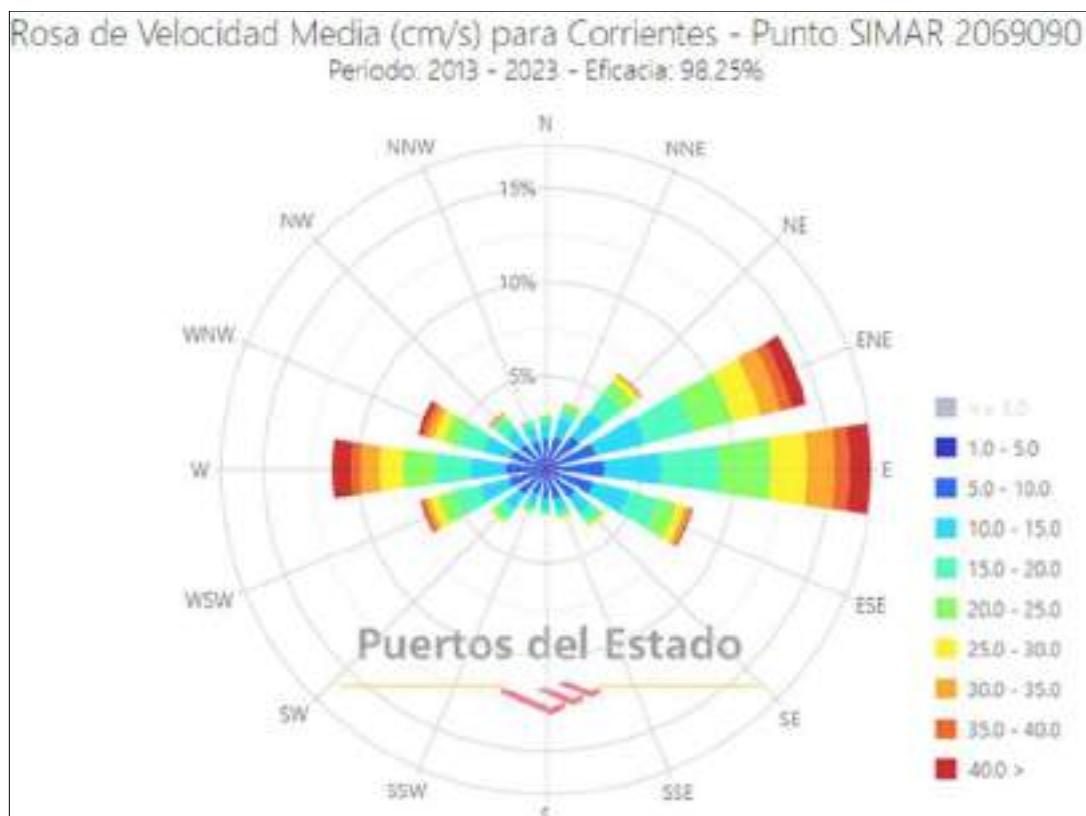


Figura 282. Rosa de velocidad de la corriente media para el período global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090)

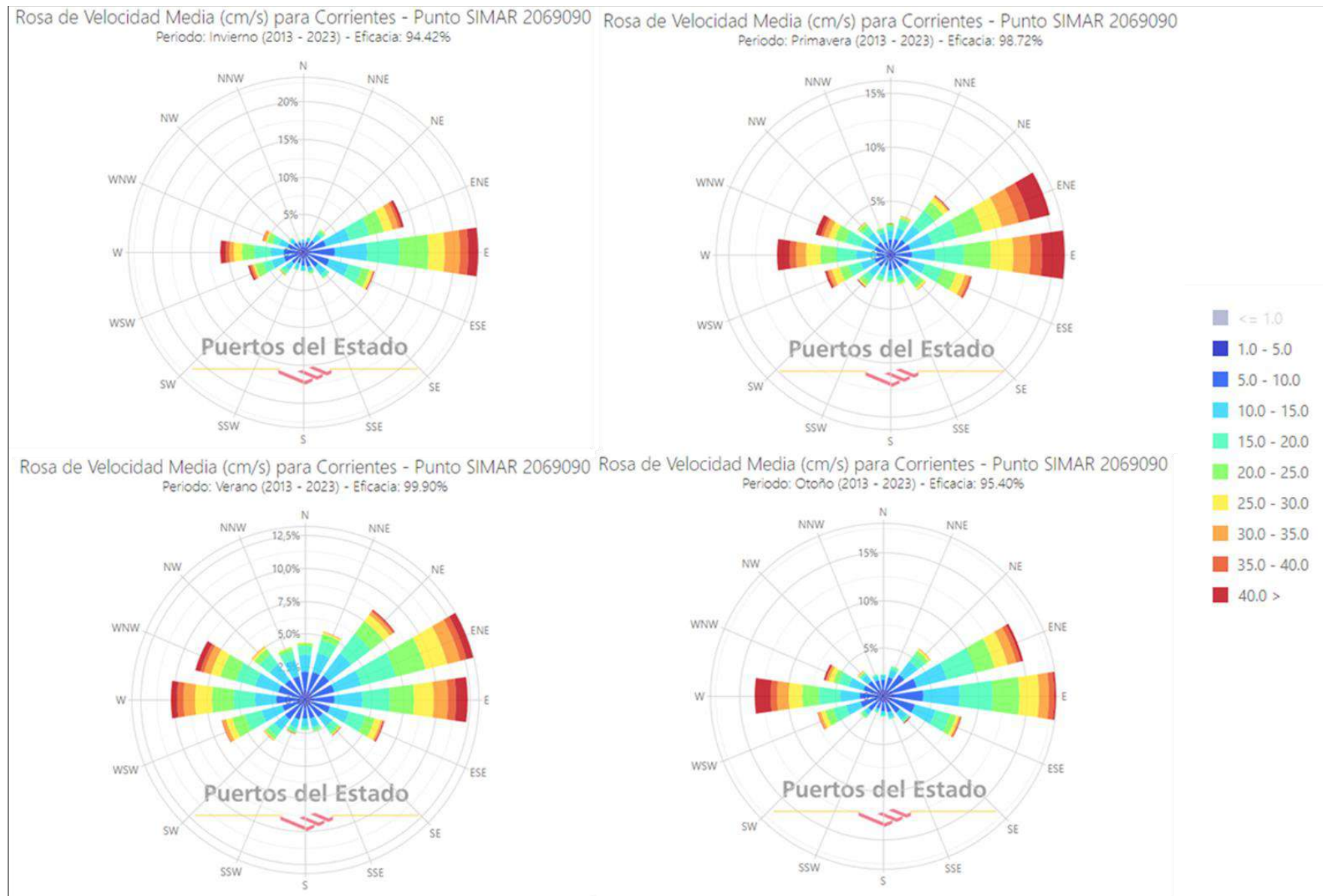


Figura 283. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090)

En invierno se cuenta con una dirección claramente destacable, el E ocurriendo un 23,08 % del tiempo, aunque se cuenta con presencia de corrientes en todas las direcciones. Por orden de ocurrencia, las corrientes secundarias son: ENE un 13,72 %, W un 11,09 % y ESE un 9,76 % del tiempo. El intervalo de velocidades medias más frecuente sucede en el intervalo de 10,0 – 15,0 cm/s, seguido del intervalo de 15,0 – 20,0 cm/s, en menor medida.

En primavera se tienen dos direcciones destacables: E con una frecuencia de ocurrencia del 16,13 % y ENE, con un 15,29 %. De forma secundaria, aparecen direcciones en otros sentidos tales como: ESE un 7,86 %, NE un 6,94 % y WSW un 6,25 %. El intervalo de velocidad media más frecuente se da en la franja está repartido entre 15,0 – 20,0 cm/s, seguido del intervalo de 20,0 – 25,0 cm/s.

Para la estación de verano se tiene presencia de velocidades medias en todas las direcciones. De mayor a menor frecuencia de ocurrencia, se tiene: NE un 8,65 %, WSW un 8,39 %, ENE un 8,26 %, W un 8,04 %, NNE un 7,53 % y E un 7,27 %. La velocidad media más común se da en el intervalo de 10,0 – 20,0 cm/s, más concretamente en el intervalo de 15,0 – 20,0 cm/s.

En otoño se tienen una dirección principal, el ENE con una frecuencia de ocurrencia del 16,8 %. De forma secundaria, y en orden de frecuencia de ocurrencia, se tiene: ENE un 13,96 % y el W un 12,87 %. La velocidad media más frecuente se encuentra en el intervalo de 10-15 cm/s, salvo para el E donde es más frecuente la velocidad de 15,0 – 20,0 cm/s (2,23 %).

En el histograma de frecuencias se observa que la velocidad media más frecuente se ubica en el intervalo de 9,0 – 12,0 cm/s, un 14,11 % del tiempo, seguido de los intervalos 6,0 – 9,0 cm/s un 12,94 % y 12,0 – 15,0 cm/s un 11,97 %. Por debajo, se tienen intervalos de entre 15,0 – 18,0 cm/s un 10,66 % y de un 10,48 % para velocidades 6,0 – 9,0 cm/s.

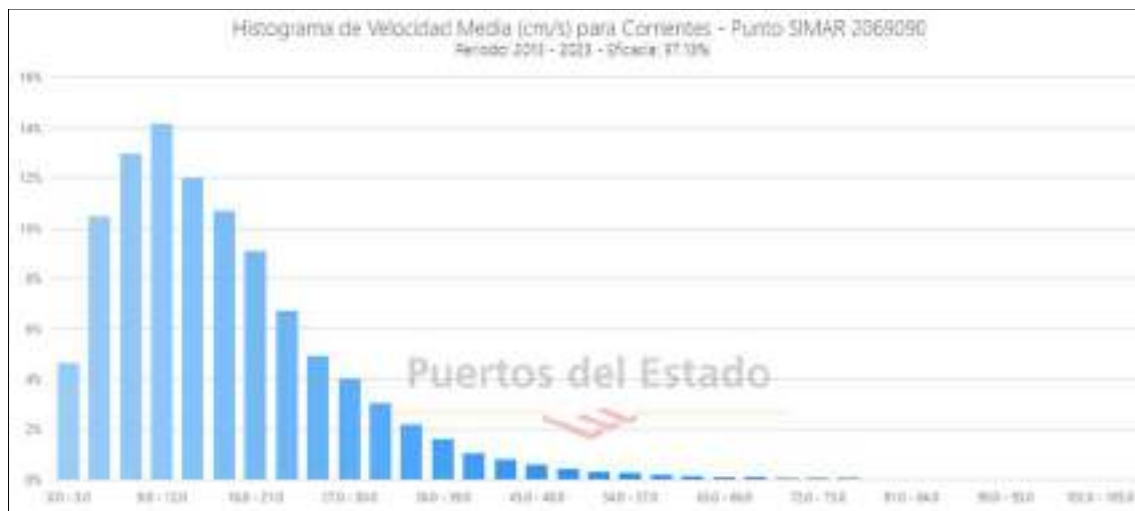


Figura 284. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090)

#### 7.5.4 Mareas

El conjunto de datos REDMAR lo forman las medidas de la "Red de Mareógrafos de Puertos del Estado", estos miden, graban, analizan y almacenan de forma continua y en tiempo real el nivel del mar y la marea en los puertos.

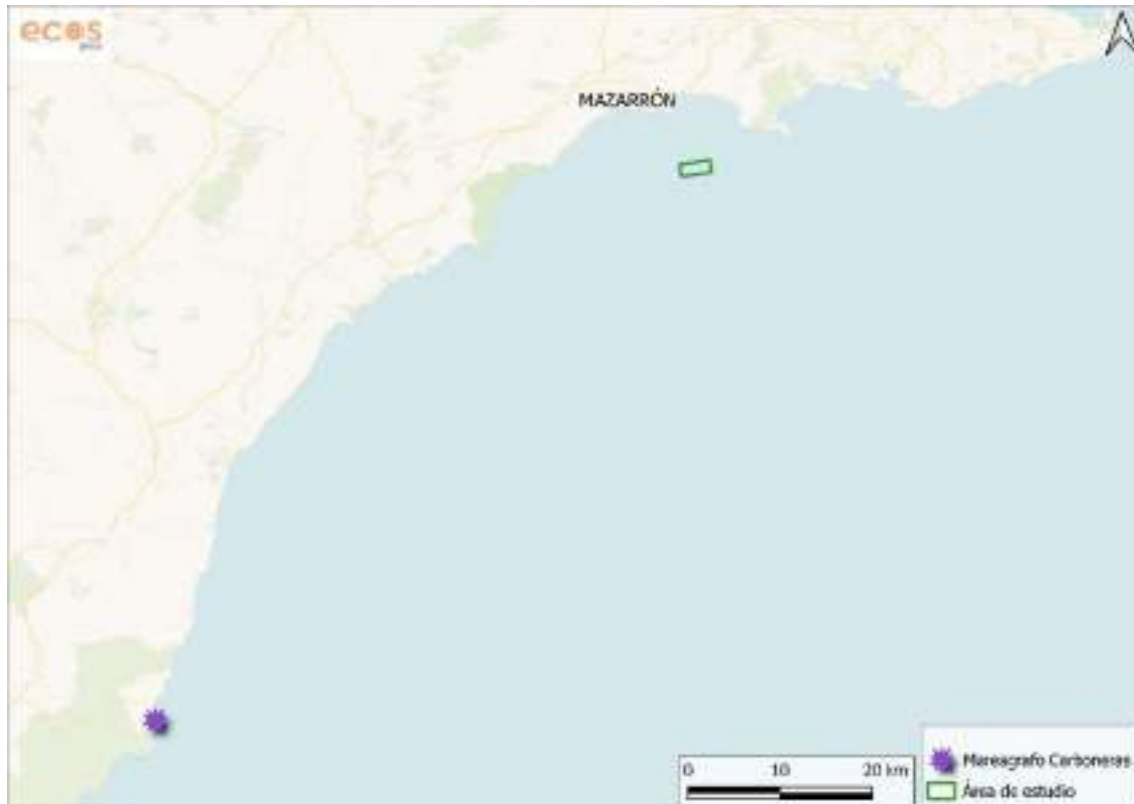


Figura 285. Localización del mareógrafo de Carboneras (Fuente: Puertos del Estado)

##### Nivel del mar:

El mareógrafo del Puerto de Carboneras cuenta con un sensor RADAR (Miros) desde el 25/06/2013. El mareógrafo está situado en la Longitud 1,90° W y Latitud 36,9707° N, el cual se encuentra situado en el extremo norte muelle Ribera 1, frente desaladora del Puerto. Presenta una cadencia de un dato minuto.

Los mareógrafos radar tienen un intervalo de muestreo de 0.5 segundos, realizando medidas durante todo un minuto. El dato minutil transmitido es el promedio de toda esa muestra.

En el caso de los mareógrafos acústicos se generan datos cada 5 minutos. No obstante, cada dato resulta de promediar registros tomados durante 30-40 segundos.

##### Caracterización del nivel del mar:

A la hora de caracterizar el nivel del mar, lo primero que se debe conocer es el esquema Datum de niveles. En este caso el Clavo de Referencia, MAREOGRAFO, indicada su situación y georreferenciación anteriormente, se encuentra a 4,21 metros sobre el Cero REDMAR al mismo nivel del Cero del Puerto, refiriéndose el cero hidrográfico a un nivel de + 0,01 metros, y para referir al cero geodésico nacional (IGN) o al NMMA a un nivel de - 0,008 m.



Figura 286. Esquema Datum Mareógrafo REDMAR Carboneras. (Fuente: Puertos del Estado)

Por otra parte, la siguiente figura muestra la variabilidad del nivel de mar en el puerto, esta figura de referencia de los niveles del mar ofrece las marcas de los niveles y alturas observados y astronómicos más utilizados para hacer referencias, utiliza como unidad de medida los centímetros, hace referencia al registro del periodo 2006 - 2017.

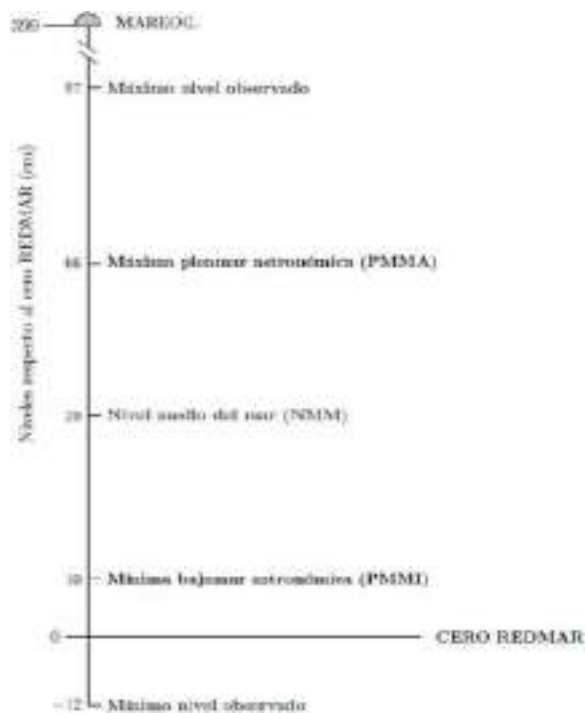


Figura 287. Referencias del nivel del mar para el periodo 2006-2017 respecto al cero REDMAR (Fuente: Puertos del Estado)

Esta figura nos indica los máximos y mínimos alcanzados sobre el cero redamar, así como la referencia vertical respecto del NMM.

A continuación, se muestra la siguiente tabla Tabla 67, donde se puede observar las mismas referencias y otros estadísticos referentes a bajamares y pleamares.

Tabla 67. Estadísticos de las pleamares y bajamares, expresados en centímetros para el periodo 2006-2017 (Fuente: Puertos del Estado)

Estadística Bajamares		Estadística Pleamares	
Mínima (m):	-0.12	Mínima (m):	0.39
Máxima (m):	0.30	Máxima (m):	0.97
Media (m):	0.26	Media (m):	0.52
Desv.Est. (m):	0.09	Desv.Est. (m):	0.09
Moda (m):	0.32	Moda (m):	0.48
Mediana (m):	0.28	Mediana (m):	0.51

Los datos de la tabla anterior muestran como la máxima y la mínima pleamar son de 0,97 y 0,39 m, respectivamente, probablemente coincidentes con una pleamar viva y una bajamar muerta.

Finalmente, para caracterizar el nivel del mar, cabe señalar que este es debido a la suma de la marea, oleaje, bajas presiones y otros factores. En nivel del mar total, se diferencia en niveles observados (registrados) y en la marea que es predecible, aquella que denominamos astronómica (de la cual se conoce su frecuencia, amplitud y fase y por tanto es predecible).

Los mareógrafos registran nivel del mar total, pero conocida la marea astronómica es fácil derivar que marea es residual o meteorológica. En la siguiente figura se muestran las diferentes referenciales del nivel del mar en el mareógrafo.

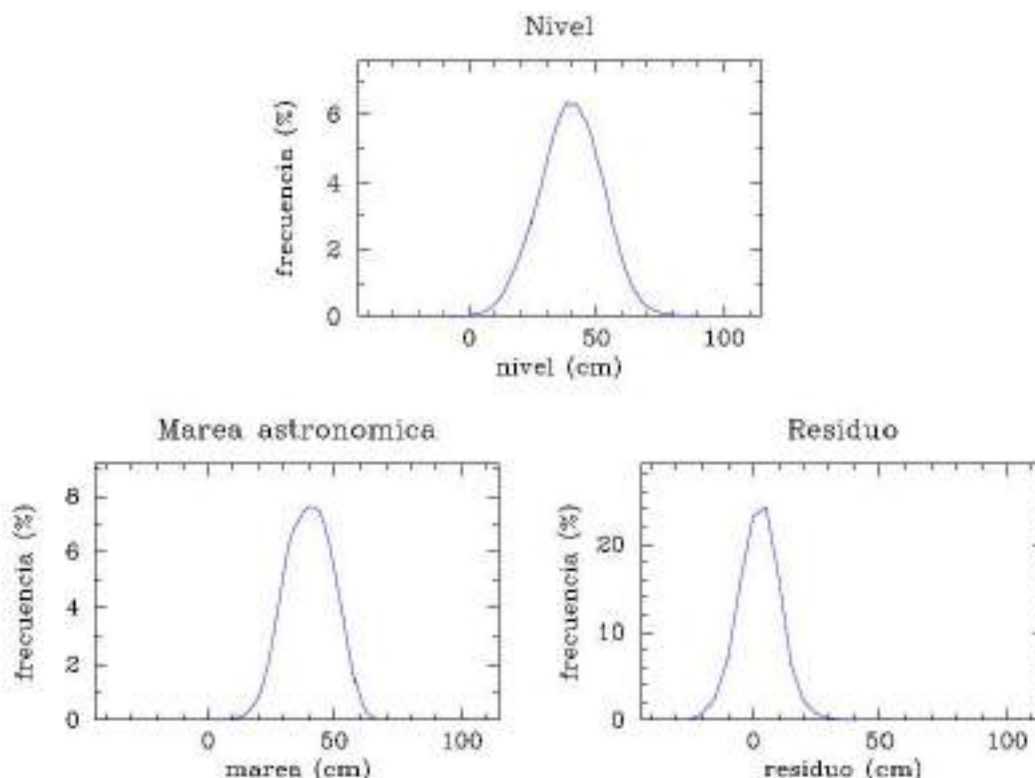


Figura 288. Distribución de frecuencia del nivel del mar total (superior), marea astronómica (inf izq.) y residuo meteorológico (inf dcha.), periodo 2006-2017. (Fuente: Puertos del Estado)

El nivel del mar o marea, imagen superior, coincide con la marea observada, siendo esta la suma de los efectos de los armónicos de marea (marea astronómica), y los debidos a los efectos meteorológicos (residuo o marea meteorológica). Es decir, la marea observada es el nivel que resulta de considerar la marea astronómica y la marea meteorológica. Coincidiendo con los -12,0 cm y los 97,0 cm de los niveles observados.

Por su parte, la marea astronómica, es la oscilación periódica del nivel del mar que se ve inducida por fuerzas gravitacionales actuando sobre las partículas de agua de la Tierra. El análisis armónico de la marea es el método más utilizado, basado en el conocimiento de que la marea observada está formada por un número de componentes armónicas cuyos periodos vienen establecidos por los periodos de algunos de los movimientos astronómicos relativos entre la tierra, el sol y la luna. La figura muestra como la marea astronómica más alta alcanzó los 66,0 cm y la más baja se situó a los 10,0 cm.

Por último, el gráfico del Residuo, la marea meteorológica (storm surge), es la respuesta del nivel medio del mar a las tensiones tangenciales inducidas por el viento y a generación de campos de presión atmosférica en forma de esfuerzos normales, pudiendo generar sobreelevaciones y depresiones del nivel medio. La figura muestra como las altas y bajas presiones registradas, a lo largo del periodo de datos registrados han llegado a suponer una elevación sobre la marea astronómica de 31,0 cm y un descenso de hasta - 22,0 cm.

Finalmente, la siguiente figura muestra los registros del puerto de las medias mensuales de nivel medio del mar de la serie 2006 -2018 (12 años), con una tendencia de bajada anual de  $-0.046 \pm 0.171$  cm.

Conocida la magnitud de la tendencia anual y error asociado, para 2030 se habría producido una bajada del nivel del mar, desde 2021, de -1.953 cm o una subida +1.125 cm. Planteando un horizonte hasta el año 2050 el rango oscilaría entre -6.29 cm y 3.62 cm.

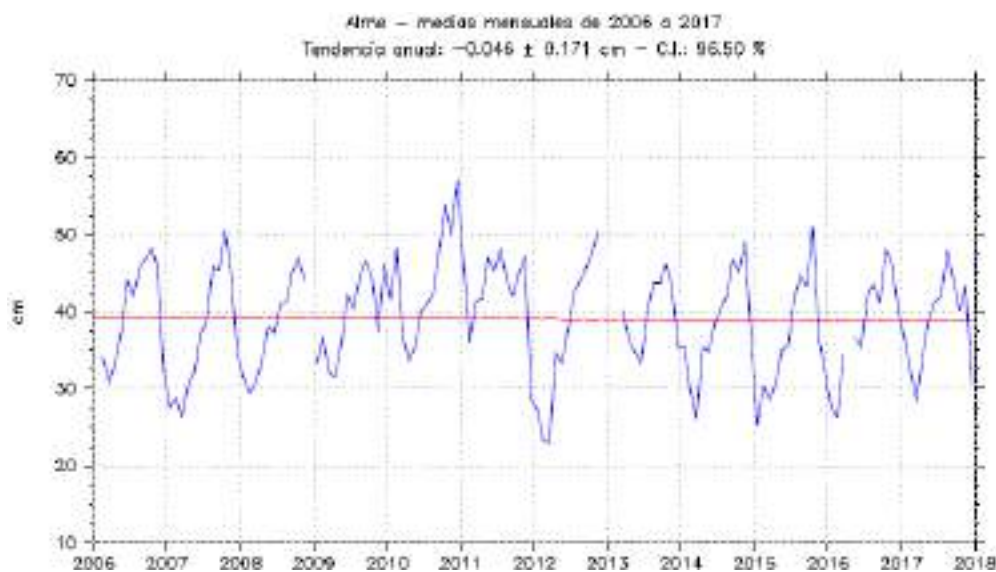


Figura 289. Serie de nivel medio del mar mensual y línea de tendencia de la serie

Por otra parte, el Reglamento General de Costas en el apartado 1, artículo 92. Contenido de la evaluación de los efectos del cambio climático, indica que deberá evaluarse los efectos del cambio climático incluyendo la consideración de la subida

del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones del oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de los temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona por el periodo de tiempo de la concesión y sus posibles prórrogas.

Por otro lado, respecto al cambio climático y a escala global con respecto a 1986 - 2005, la subida del nivel medio del mar, atendiendo a los escenarios descritos por el IPCC en 2013 para los horizontes temporales de 2030 y 2050, en el caso del RCP4.5 (medio) y RCP8.5 (extremal) son:

Tabla 68. Subida del nivel medio del mar a escala global (cm). Con respecto a 1986 - 2005 para el 1 de enero de cada año. Fuente: (IPCC 2013, Annex II: Climate Scenario Tables)

AÑO	Subida NM (cm)	
	RCP4.5 (medio)	RCP8.5 (extremal)
2030	13 [9-16]	13 [10-17]
2050	23 [17-29]	25 [19-32]

Debido a que los horizontes temporales pueden no coincidir con la concesión, y la escala espacial es global se tomará el valor más restrictivo para mayor seguridad, es decir el RCP8.5 para el horizonte 2050 (25cm). Es decir, se toma el extremo superior conocido y el incremento de nivel del mar para el año 2050, es decir sufriría un incremento de entre 18.71 y 28.62 cm más por encima del NMM.

Por la orografía y la orientación de la costa, las direcciones principales del oleaje, presumiblemente, serán las mismas que en la actualidad, aunque pueden verse modificadas las frecuencias.

Se desconoce aún cuanto podrán incrementarse la duración de los temporales o si bien lo que se producirán serán más habitualmente.

#### **7.5.5 Estudio Dinámica Litoral**

Los estudios de dinámica litoral persiguen caracterizar los diferentes procesos costeros causados por las distintas hidrodinámicas actuantes sobre el medio marino. Un elemento esencial dentro de la dinámica marina es el transporte sedimentario debido a la acción del oleaje, el viento, las mareas y las corrientes.

Conocido el clima marítimo del área de estudio es posible seleccionar aquellos casos que responden al régimen medio o habitual, y también quedan caracterizados aquellos escenarios eventuales que por su magnitud y consecuencias son de gran importancia, ya que pueden dar lugar a impactos negativos sobre la costa. Para ver los efectos de cada escenario se han realizado dos simulaciones, una que responde a la condición más habitual y un evento extremal.

La finalidad en este estudio es predecir este transporte. El estudio de las distintas hidrodinámicas, sus sinergias y correlaciones, y a través de la propagación de los escenarios más representativos suponen la herramienta para poder evaluar los efectos en una zona costera concreta.



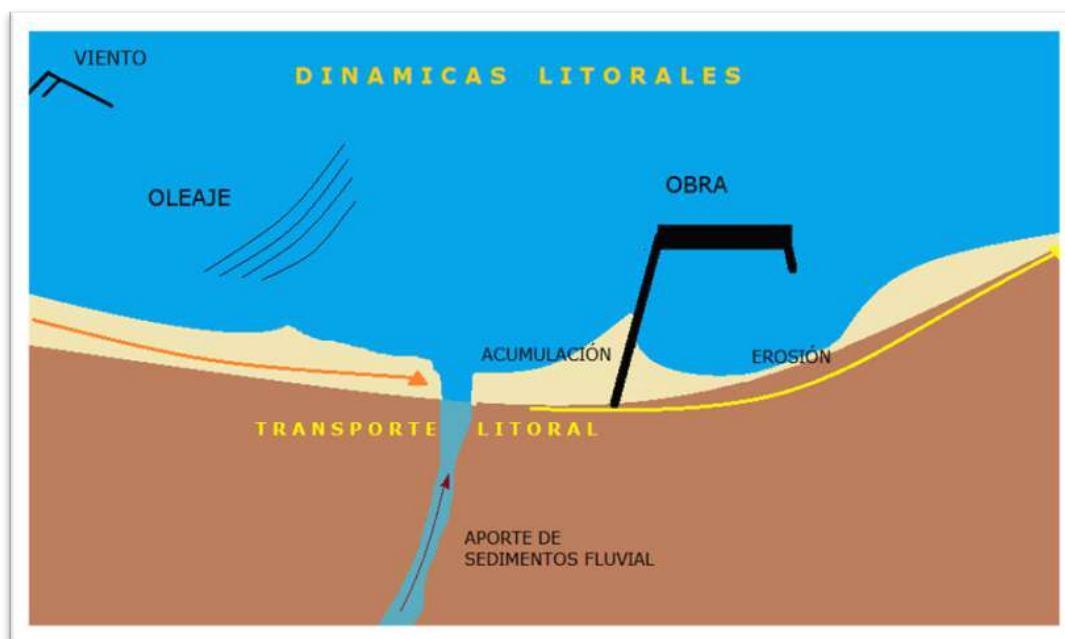


Figura 290. Dinámicas Litorales

Por ello para comprender la dinámica litoral a continuación se detalla el estudio hidrodinámico realizado sobre el que posteriormente se evaluó el transporte de sólidos.

#### 7.5.5.1 Estudio hidrodinámico, (modelo numérico)

Para abordar el estudio hidrodinámico se emplea el modelo matemático numérico que se encuentra implementado en el software MIKE, diseñado por la compañía danesa DHI, es el módulo conocido como MIKE 3D Mares y Costas.

##### **A. Elaboración del modelo hidrodinámico haciendo uso del software MIKE**

El módulo hidrodinámico de MIKE 3D se basa en la solución numérica de las ecuaciones promedio de Navier-Stokes, también conocidas como RANS. Para un fluido incompresible utiliza los supuestos de Boussinesq y la presión hidrostática para resolver las ecuaciones de continuidad, impulso, temperatura, salinidad y densidad, completado con un esquema de cierre de turbulencias.

En el dominio horizontal se han utilizado coordenadas cartesianas y la superficie libre se tiene en cuenta mediante un enfoque de transformación de coordenadas sigma equidistante. Y la discretización espacial de las ecuaciones se realiza con el método de volumen finito centrado en la celda. Para la integración del tiempo el enfoque es semi-implícito, los términos horizontales se tratan explícitamente y los verticales implícitamente.

Se ha empleado la versión MIKE 3 Flow Model FM y los módulos PP (Preprocesamiento y postprocesado), HD (Hidrodinámica) y AD (Advección-Dispersión) para lograr el modelado hidrodinámico y el transporte de sustancias:

- El módulo PP es útil para el análisis y presentación de resultados de las simulaciones realizadas (escenarios seleccionados).
- El modelo numérico HD se encarga de la elevación de la superficie y los componentes horizontales de la velocidad en los campos de flujo bidimensionales.

- El módulo AD (advección-dispersión) simula el transporte, la dispersión y la descomposición de partículas suspendidas o disueltas, conservativas o no conservativas.

## B. Construcción de los modelos hidrodinámicos

La construcción del modelo atiende al tratamiento de las ecuaciones fundamentales de la exposición de Tsanis et al., 2006.

Se incorpora en el modelo de simulación hidrodinámica el siguiente sistema de ecuaciones fundamentales:

### i. Las ecuaciones de conservación de masa y de momentum

Conservación de masa:

$$\frac{1}{\rho} \left( \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\partial \rho}{\partial z} \right) + \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0$$

Ecuaciones de momentum en dirección x-, y- & z-:

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial uu}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial uw}{\partial z} &= f_v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} - \left[ \frac{\partial \overline{u'u'}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v'u'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{w'u'}}{\partial z} \right] \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial vu}{\partial x} + \frac{\partial vv}{\partial y} + \frac{\partial vw}{\partial z} &= -f_u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - \left[ \frac{\partial \overline{u'v'}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v'v'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{w'v'}}{\partial z} \right] \\ \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial wu}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial y} + \frac{\partial ww}{\partial z} &= -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - \left[ \frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v'w'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{w'w'}}{\partial z} \right] \end{aligned}$$

### ii. La ecuación de transporte de temperatura y de conservación para la variable escalar:

Ecuación de transporte de temperatura:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial Tu}{\partial x} + \frac{\partial Tv}{\partial y} + \frac{\partial Tw}{\partial z} = - \left[ \frac{\partial \overline{u'T'}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v'T'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{w'T'}}{\partial z} \right]$$

Ecuación de conservación para una variable escalar C<sub>j</sub>:

$$\frac{\partial C_j}{\partial t} + \frac{\partial C_j u}{\partial x} + \frac{\partial C_j v}{\partial y} + \frac{\partial C_j w}{\partial z} = - \left[ \frac{\partial \overline{u'C_j'}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v'C_j'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{w'C_j'}}{\partial z} \right], \quad j = 0, 1, 2, \dots$$

### iii. La ecuación de estado. Las ecuaciones gobernantes escritas para las variables medias del flujo turbulento se presentan a continuación:

Ecuación de estado:  $\rho = \rho(s, T)$

Donde:

t: Tiempo

x, y, z: Coordenadas cartesianas

u, v, w: Componentes de velocidad en las direcciones x; y; z respectivamente

$\rho$ : Densidad del agua

g: Aceleración de la gravedad

$p$ : Presión

$s$ : Salinidad

$T$ : Temperatura

$C_j$ : Variable escalar conservativa, tal como  $s$  o  $T$

$u', v', w', C_j'$ : Fluctuaciones turbulentas de  $u, v, w, C_j$

$f = 2\omega \sin(\phi)$ : coeficiente de Coriolis

$\phi$ : Latitud geográfica del dominio

$\omega$ : Frecuencia de rotación de la Tierra

$u'u', v'v', w'w'$ : Esfuerzos normales turbulentos de Reynolds

$u'v', u'w', v'w'$ : Esfuerzos de corte turbulentos de Reynolds

### C. Suposiciones básicas:

#### Incompresibilidad:

Un fluido es incompresible si su densidad no cambia con la presión. En general, para los cuerpos de agua se asume que el agua es un fluido incompresible (Tsanis et al., 2006), por lo cual, el término  $-1/D \rho / Dt$  es muy pequeño comparado con los gradientes de velocidad, y, en consecuencia, la ecuación de conservación de masa toma la siguiente forma:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

#### Aproximación hidrostática

El flujo en el cuerpo de agua se caracteriza por ser dominado por las aceleraciones horizontales, permitiendo reducir la ecuación de transporte de momentum en la dirección vertical a la condición de presiones hidrostáticas:

$$0 = -\frac{\partial p}{\partial z} - \rho g$$

#### Aproximación de Boussinesq

En los flujos esperados las variaciones de densidad son del orden de  $10^{-3} \text{ Kg/m}^3$ , lo que tiene un efecto despreciable sobre los términos barotrópicos, por lo que  $\rho_s$  puede ser sustituida por una densidad de referencia constante  $\rho_0$ . Sin embargo, los efectos de flotación provocados por las diferencias de densidad del fluido en la superficie horizontal no pueden ser despreciados. En consecuencia, la variación de la densidad solo tiene efectos sobre los términos baroclínicos, lo que se conoce como la Aproximación de Boussinesq. Al reescribir las ecuaciones, utilizando la aproximación hidrostática y la de Boussinesq se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones:

#### Momentum en x:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial uu'}{\partial x} + \frac{\partial uw'}{\partial y} + \frac{\partial uw'}{\partial z} = fv - g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\zeta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \left[ \frac{\partial u'u'}{\partial x} + \frac{\partial v'u'}{\partial y} + \frac{\partial w'u'}{\partial z} \right]$$

#### Momentum en y:

$$\left[ \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial vu}{\partial x} + \frac{\partial vw}{\partial y} + \frac{\partial vw}{\partial z} = fu - g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\zeta g \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \left[ \frac{\partial u' u'}{\partial x} + \frac{\partial v' v'}{\partial y} + \frac{\partial w' w'}{\partial z} \right] \right]$$

*Momentum en z:*

$$\left[ \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial wu}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial y} + \frac{\partial ww}{\partial z} = - \left[ \frac{\partial u' w'}{\partial x} + \frac{\partial v' w'}{\partial y} + \frac{\partial w' w'}{\partial z} \right] \right]$$

#### Condiciones de contorno fundamentales

Para una correcta simulación es importante que las condiciones de contorno no se vean sobrecargadas. El propósito principal del módulo hidrodinámico de MIKE 3D es resolver las ecuaciones diferenciales parciales que gobiernan el flujo tridimensional y, como todas las demás ecuaciones diferenciales, necesitan condiciones de contorno. En general se necesitan los siguientes datos de contorno:

- Presión (o nivel de la superficie) en las fronteras abiertas y velocidades paralelas a las fronteras abiertas o
- Velocidades perpendiculares y paralelas a los límites abiertos
- Batimetría (profundidades y límites del terreno)
- Resistencia del lecho
- Velocidad, dirección y coeficiente de cizalladura del viento
- Presión barométrica (gradientes)

La óptima simulación en la aplicación particular de MIKE 3 depende en parte de una elección adecuada de los límites abiertos más que de cualquier otra cosa. Los factores que influyen en la elección de los límites abiertos pueden dividirse a grandes rasgos en dos grupos, a saber

- Consideraciones derivadas de la cuadrícula
- Consideraciones físicas

Las consideraciones físicas se refieren a la zona que se va a modelizar y a la orientación más razonable de la cuadrícula para que se ajuste a los datos disponibles.

La propia malla implica que los límites abiertos deben situarse en paralelo a uno de los ejes de coordenadas.

Los mejores resultados, se esperan, cuando el flujo es aproximadamente perpendicular a la frontera.

#### **D. Escenarios y forzamientos**

Los escenarios son definidos en función de números factores: agentes climáticos, fisicoquímicos, la naturaleza del elemento a transportar y la duración, entre otros.

Tras el análisis del clima marítimo se han definido dos simulaciones. Los principales agentes que se contemplarán en las simulaciones son el viento, las corrientes marinas y el nivel del mar, además de los parámetros fisicoquímicos, como la temperatura y la salinidad.

Cabe señalar que el modelo tiene en cuenta que nivel del mar cambia instantáneamente y la causa principal del cambio es la marea astronómica. Para el equilibrio hidrostático, se aplican modelos y ecuaciones específicos que se ajustan a zonas poco profundas.

Finalmente, los forzamientos que definen los escenarios de simulación empleados en la construcción del modelo son los que siguen:

Tabla 69. Escenarios hidrodinámicos

Escenario Hidrodinámico	Período (días)	Viento		Density type
		Velocidad (m/s)	Dirección (°)	
Calibración	10	0	—	Barotropic
Habitual	10	6	45-NE	
Excepcional	10	0	—	

La elección de estos datos se basa en la caracterización de las hidrodinámicas descritas en el apartado de Clima Marítimo.

La serie temporal de la marea se corresponde con los datos registrados por el mareógrafo de Carboneras de (Puertos del Estado) entre los días 1 y 31 de octubre de 2020. Se trata de la siguiente onda de marea:

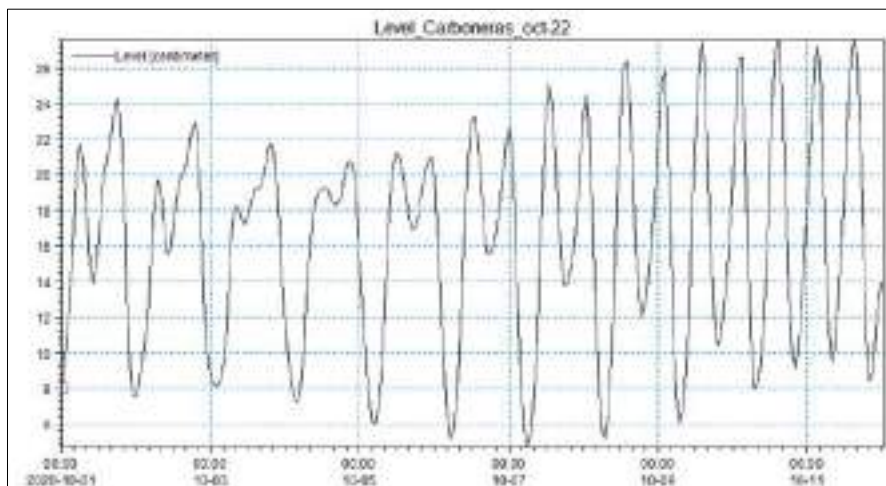


Figura 291. Onda de marea, octubre 2020, mareógrafo de Carboneras, puertos del Estado

La serie temporal de corrientes se extrajo del Copernicus Marine Signal, se muestra a continuación la localización de dicho punto:



Figura 292. Localización de la serie de corrientes, octubre 2022, de Copernicus Marine Signal

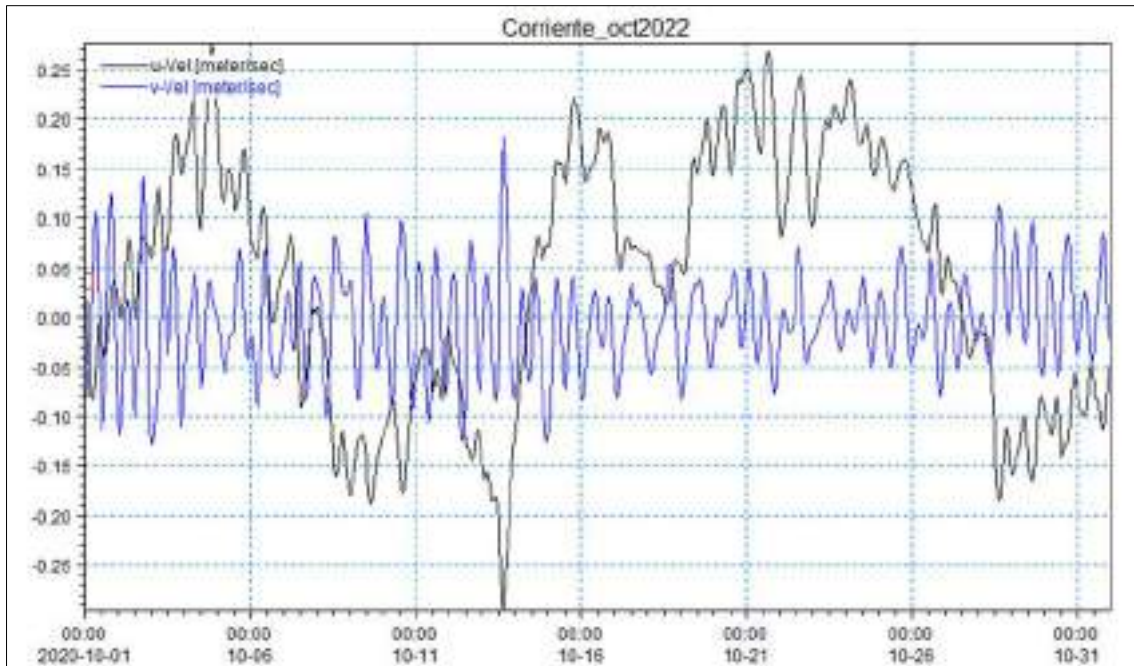
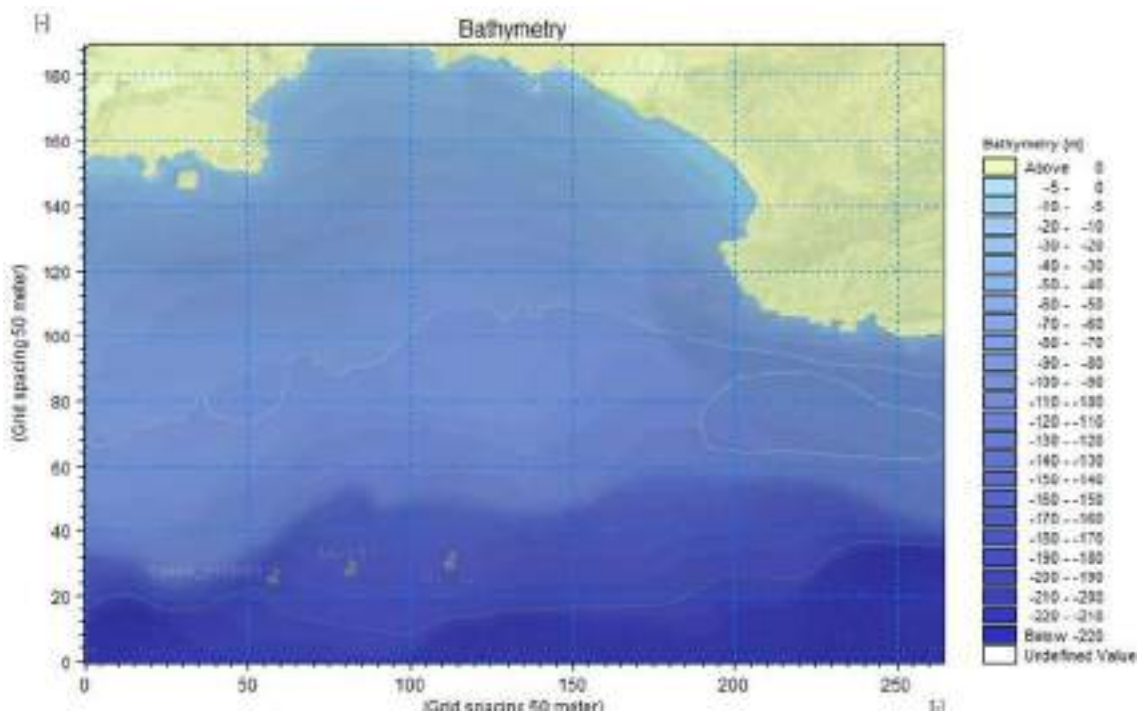


Figura 293. Componentes u y v de las corrientes marinas. Registro de octubre de 2022 de Copernicus Marine Signal

**E. Datos de entrada empleados en la construcción del modelo**

Además de los forzamientos el modelo hidrodinámico tiene en cuenta otros parámetros básicos de arranque, como la morfología (en este caso batimetría) de la zona de estudio la cual se extiende hasta la cota de 220 metros, la batimetría es de la campaña realizada en abril 2024 así como de la red Europea de Observación y Datos Marinos EMODnet. La unión de ambos levantamientos batimétricos, así como la regeneración en el modelo numérico discretizado cada 50 metros da lugar a la siguiente malla de cálculo.



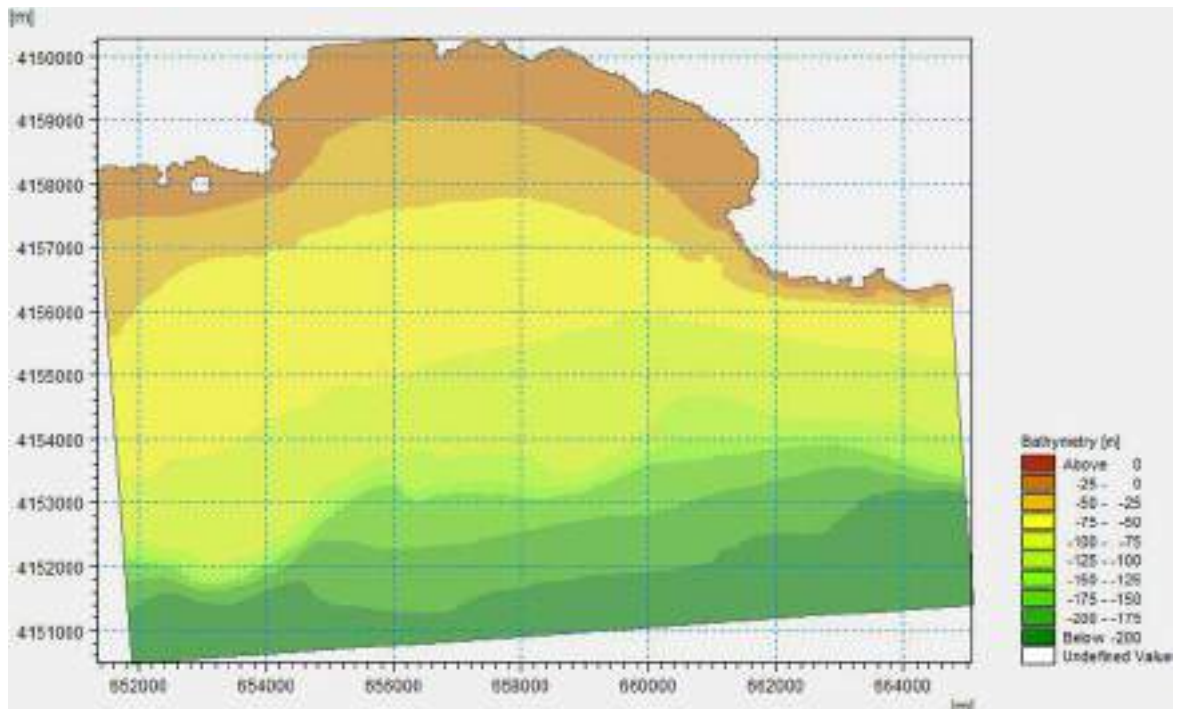


Figura 294. Batimetría regenerada- Malla de cálculo

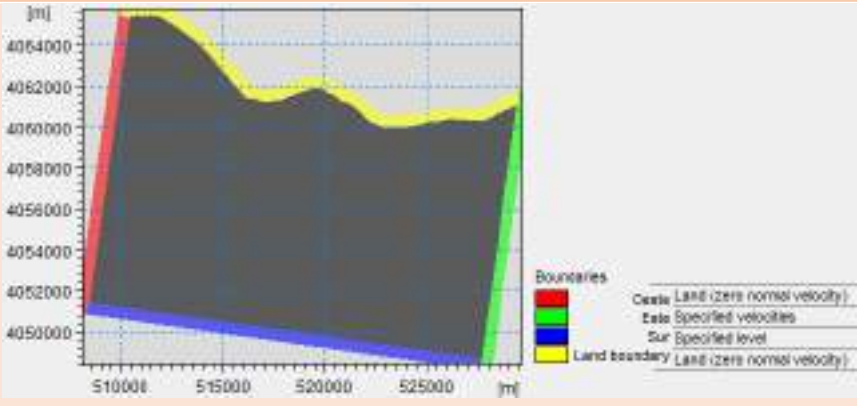
Las especificaciones de este dominio son las siguientes:

- Minimun Depth cutoff: -0,5 m
- Datum shift: 0 m
- Nodes in file: 41889
- Elements in file: 41363

El contorno que supone la batimetría, y a su vez la malla de cálculo que conforma el modelo se extiende sobre 126 km<sup>2</sup> de costa y mar al sur de la Sierra de la Muela, Cabo Tiñoso y Roldán, de Murcia.

Los parámetros de arranque básicos hidrodinámicos, son los que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 70. Parámetros básicos y contornos del modelo hidrodinámico

PARÁMETROS	DATOS															
Modulo selection	Hidrodinamics															
Environmental modules	HD, AD (Transport)															
<b>SIMULATION PERIOD</b>																
No. Time steps	241															
Time stp interval	3600 [sec]															
<b>HD MODULE</b>																
Basic Equations	Shallow wáter equations															
Time integration	Low order, fast algorithm															
Space discretization	Low order, fast algorithm															
Transport equiations	Minimun time step: 0.01 [sec] - Maximun time step:30 [sec] Critical CFL number →0.8															
Density	Barotropic															
Eddy Viscosity	Horizontal: Smagorinsky formulation: Constant: 0.28 Vertical: k-epsilon formulation (1.8e-6 – 0.4 m <sup>2</sup> /s)															
Bed resistance	Roughness height constnt 0.05m															
Coriolis type	Varying in domain															
Wind Forcing	S1: speed: 0m/s S2: speed: 6m/s Dirección: 45 deg															
Sources	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Source</th> <th>Easting</th> <th>Northing</th> <th>Layer</th> <th>Discharge</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MU-1.01</td> <td>655855</td> <td>4151987</td> <td>10</td> <td>0.01 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> <tr> <td>MU-1.02</td> <td>657381</td> <td>4152221</td> <td>10</td> <td>0.01 m<sup>3</sup>/s</td> </tr> </tbody> </table>	Source	Easting	Northing	Layer	Discharge	MU-1.01	655855	4151987	10	0.01 m <sup>3</sup> /s	MU-1.02	657381	4152221	10	0.01 m <sup>3</sup> /s
Source	Easting	Northing	Layer	Discharge												
MU-1.01	655855	4151987	10	0.01 m <sup>3</sup> /s												
MU-1.02	657381	4152221	10	0.01 m <sup>3</sup> /s												
Initial Condition	Surface elevation: 0.138 m															
Boundary conditions																
Turbulence Module	Empirical constants: Prandtl number 0.9; cmy: 0.09 Solution Technique: Low order, fast algorithm Dissipation of turbulent kinetic energy (H: 1.3; V: 1.3)															

A continuación, en la siguiente tabla se muestran otros parámetros del módulo de transporte (AD).

Tabla 71. Parámetros del modelo hidrodinámico del módulo de transporte (AD)

PARÁMETROS	DATOS
Component Specification	Nitrógeno (N), Carbono ( C), Fósforo (P)
Solution technique	Low order, fast algorithm



PARÁMETROS	DATOS
Dispersión Horizontal / Vertical	Scaled Eddy viscosity formulation
Sources	Type of component: specified concentration Format: Varying in time: N (633 kg/día); C (3.650 kg/día); P (27,5 kg/día)

#### F. Calibración del modelo tridimensional

A continuación, se presenta el proceso de calibración y validación del modelo hidrodinámico para simular las mareas y corrientes en el área de estudio.

Este apartado se centra en la comparación entre las mediciones realizadas por otros entes y las simulaciones realizadas, estimándose el error entre medición y simulación para determinar cuantitativamente la confiabilidad del modelo.

#### Calibración y validación

Para simular la circulación de esta zona de costa se han empleado todos los datos descritos en el apartado anterior, de los cuales se conocía su localización y han sido comparados con las mismas posiciones en el dominio del modelo numérico.

La ubicación de los puntos de medición empleados para la calibración y validación del modelo se indica en la siguiente tabla y figura se muestran dichas posiciones.

Tabla 72. Posición de los datos empleados en la validación

Fuente de datos	Coordenadas	
	Longitud	Latitud
Nodo de Copernicus	-1.249450° W	37.500360° N



Figura 295. Localización de los registros de datos empleados en la validación del modelo

La validación del modelo fue llevada a cabo usando las mediciones de las corrientes de 10 días del año (octubre de 2022). El intervalo de paso del tiempo usado en las corridas del modelo fue de 1 hora.

Los parámetros usados en el ajuste durante la calibración fueron, la fricción de fondo, los coeficientes de turbulencia de Eddy, la elevación superficial inicial, etc.

La validación definida como un procedimiento de comparación de los resultados del modelo y las observaciones satelitales, para probar la eficiencia de este se ha realizado validando mediante la simulación de las condiciones de niveles de

elevación de la superficie del mar y corrientes, sin cambiar los valores de los parámetros físicos y numéricos determinados en la calibración. Se efectuó la simulación de 10 días, para determinar el ajuste del modelo a las mareas.

A continuación, se presentan algunos gráficos en los que se comparan las variables de las observaciones satelitales con los datos simulados por el modelo hidrodinámico y tridimensional MIKE 3D.

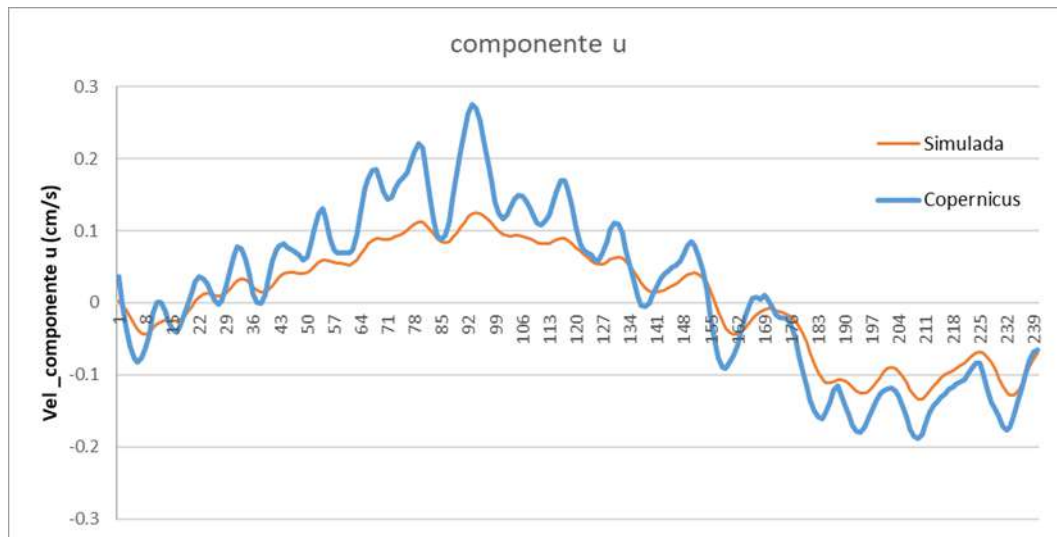


Figura 296. Comparación de las componentes u. En azul la serie satelital y en naranja las simuladas por el modelo numérico

Para el mismo periodo, las velocidades satelitales muestran valores que se sitúan entre los 0.27 cm/s de máxima y - 0.18 cm/s de mínima. En los registros de las simulaciones la componente u alcanza valores muy similares, siendo la mínima -0.13 y 0.13 la máxima.

El patrón es muy similar, los picos que alejan los valores pueden ser debidos a los vientos superficiales que estarían recogidos en el registro del Copernicus.

La validación sugiere que los errores entre los resultados de las simulaciones y las mediciones son pequeños. Los resultados obtenidos, están en el mismo rango que los reales.

La ausencia en la zona de datos de un mareógrafo cercano impide poder realizar una comparación de mayor detalle. Sin embargo, el patrón circulatorio es correcto así como los rangos de las intensidades.

### 7.5.5.2 Metodología dispersión de material particulado

El módulo usado para el cálculo de la sedimentación y dispersión de la pluma de material particulado es el módulo Particle Analysis (PA/SA), en el cual se observa la sedimentación del material particulado en base a las condiciones de producción establecidas.

El Análisis de partículas resuelve las ecuaciones de sedimentación generado por el material particulado.

El módulo PA/SA, también se encuentra implementado en el software de modelización numérica Mike 3, como se describe anteriormente este programa es de ingeniería profesional, y contiene un sistema de modelización para flujos con superficie libre en 3 dimensiones mediante la resolución de ecuaciones diferenciales parciales. Mike 3 se puede aplicar a la simulación hidráulica y fenómenos relacionados en lagos, estuarios,

bahías, áreas costeras y mares donde la estratificación o circulación vertical sea importante.

En la modelización se ha considerado como puntos de vertido el área de cada una de las jaulas flotantes de engorde, las cuales se encuentran en las siguientes posiciones

Tabla 73. Posiciones centrales de las jaulas flotantes de engorde

Coordenadas UTM de las Plataformas (Huso 30S), elipsoide WGS84		
Nº de Plataforma flotante	Coordenada X	Coordenada Y
MU 1.01	655.855	4.151.987
MU 1.02	657.381	4.152.221

En el proceso de sedimentación y transporte del material particulado se tienen en cuenta diferentes fenómenos como son, la re-suspensión del material, velocidad de sedimentación, batimetría y el efecto de las corrientes sobre el medio. A partir de estos datos se proporciona la sedimentación y dispersión en el vertido, en el tiempo y el espacio.

Dado la ausencia de datos de volúmenes de tasa de excreción y material no ingerido por las Seriola, se han tomado los datos de los estudios realizado en lubinas (*Dicentrarchus labrax*) que posee peores rendimientos fisiológicos que la Seriola (FCR 2,2).

El presente estudio no tiene en cuenta la degradación bacteriana del pienso ni de las heces, la mayor parte del pienso que sale de las jaulas en forma de "pelets" es ingerido por la ictiofauna salvaje. En cualquier caso, las posibles pérdidas de pienso son muy escasas debido al control automatizado de las tomas y la existencia de diferentes sensores que posibilitan minimizar las pérdidas.

A continuación, se describe la "tasa de excreción" en función de la ingesta y la cantidad desperdiciada por el pez según los datos obtenidos de la Tesis: "Dinámica de la producción de residuos particulados en granjas de peces mediterráneas: Influencia de la ictiofauna salvaje. (Ballester, M. 2016)."

La siguiente figura muestra el balance global de nutrientes en granjas de lubinas expresado en porcentaje sobre el alimento suministrado (Fs) y en peso seco en una producción anual de 1500 toneladas para las distintas fracciones de residuos. TN, TC y TP: contenido de nitrógeno, carbono y fósforo; WF: alimento desperdiciado, incluye el alimento no utilizado (Fu) y el desperdiciado por efecto del masticado (LbC); Fi: alimento ingerido; G: crecimiento, F: heces; DW: residuos disueltos.

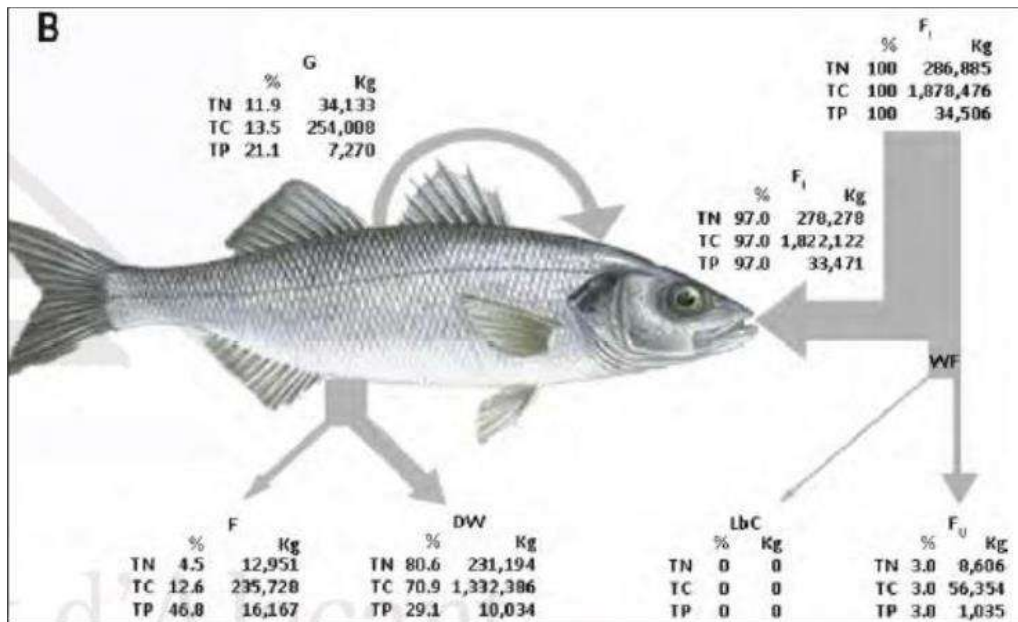


Figura 297. Balance global de nutrientes en granjas de lubinas (Fuente: Ballester, M. 2016)

Los datos hidrodinámicos empleados son los mismos que se indican en el apartado anterior. En base a estas estimaciones de producción, se ha calculado el contenido en nitrógeno, carbono y fósforo en cada uno de los elementos diferenciados, pienso desperdiciado, heces y residuos disueltos para las lubinas, obtenidos a partir de los datos de Ballester *et al.* 2016.

A continuación, se representan los datos de producción y consumo por jaula y parcela

Tabla 74. Producción y consumo de pienso por plataforma

Estructuras	Producción	Consumo de pienso
	Tn de peces	Tn de pienso/Año
MU 1.01	7.500	10.999,3
MU 1.02	7.500	10.999,3

Tabla 75. Heces y material alimenticio desperdiciado en la alimentación para 7.500 Tn

Estructuras	Pienso desperdiciado	Heces
	Tn /Año	Tn /Año
MU 1.01	329	1.328,70
MU 1.02	329	1.328,70

Las estimaciones de velocidades de sedimentación para los productos fecales y restos de piensos, las cuales tienen una velocidad sedimentación del orden de 0,06 y 0,15 m/s respectivamente. Tales velocidades de sedimentación limitan la zona de afección a la zona de sombra de las estructuras.

Estas partículas sufren una disgregación de las partículas, alcanzando tamaños de 31 y 63 mm, en este caso, las velocidades de sedimentación son  $6,0 \cdot 10^{-4}$  y  $2,4 \cdot 10^{-3}$  m/s respectivamente (Gowen y Bradbury, 1987).

### 7.5.5.3 Resultados

#### Resultados hidrodinámicos

A continuación, se presentan resultados de cuatro instantes de cada simulación (media marea subiendo, pleamar, media marea bajando y bajar).

**Simulación hidrodinámica**

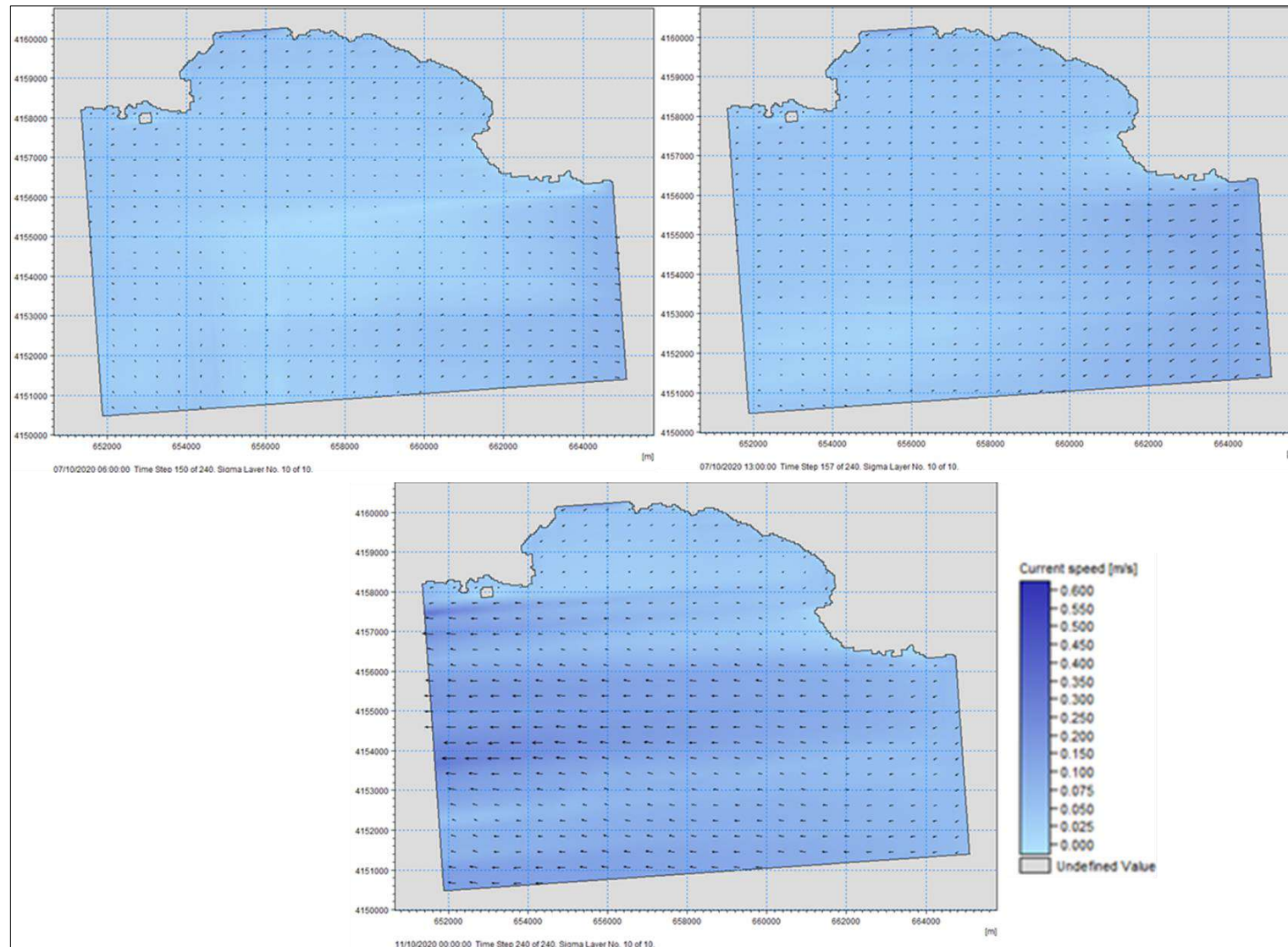


Figura 298. Condición habitual. Arriba: estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo)

**Resultados del transporte del transporte de nutrientes. Simulación condiciones habituales:** se presentan resultados de los mismos instantes de simulación.

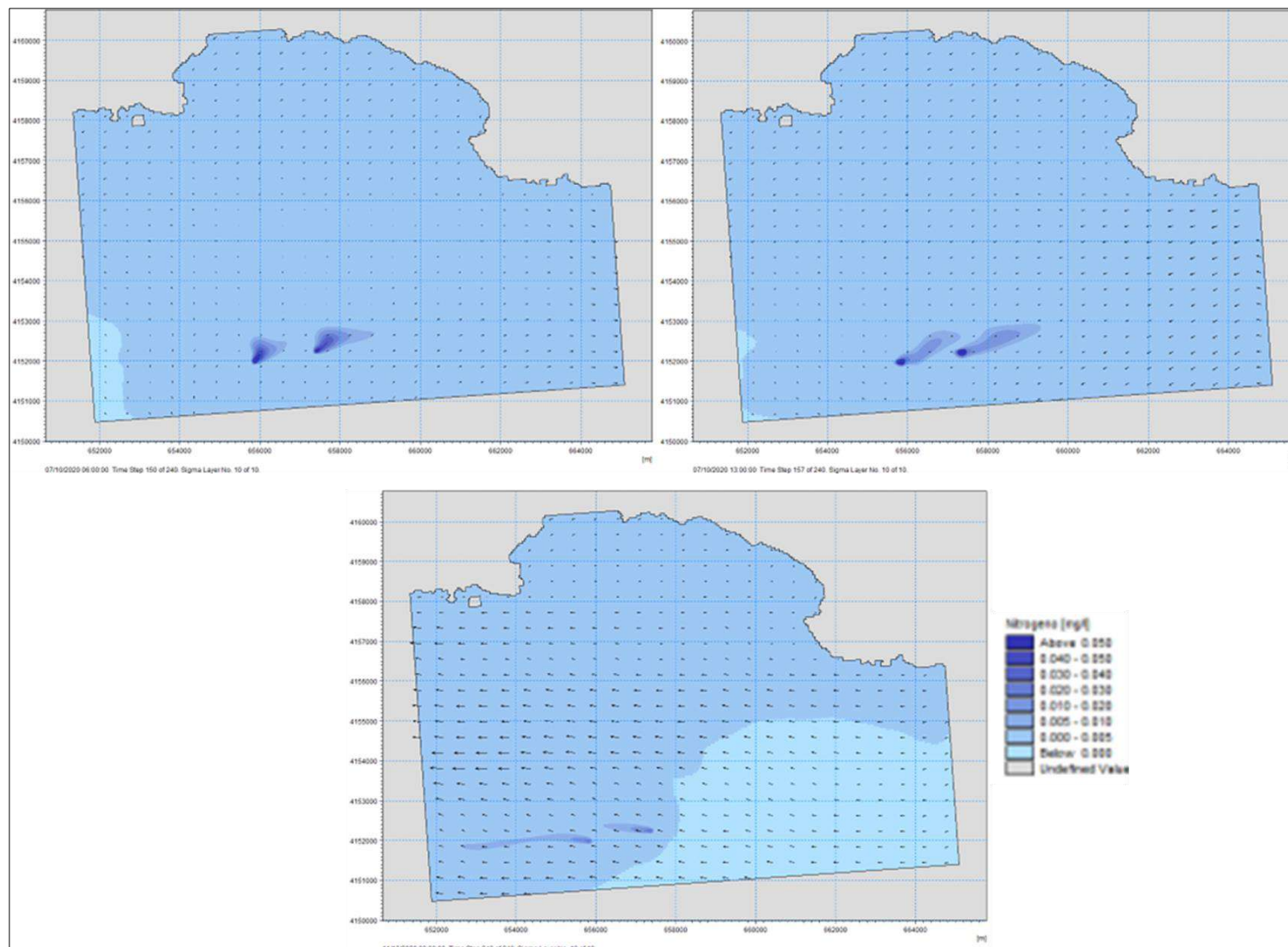


Figura 299. Condición Habitual. Situación de la pluma, **concentración de Nitrógeno**, estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo)

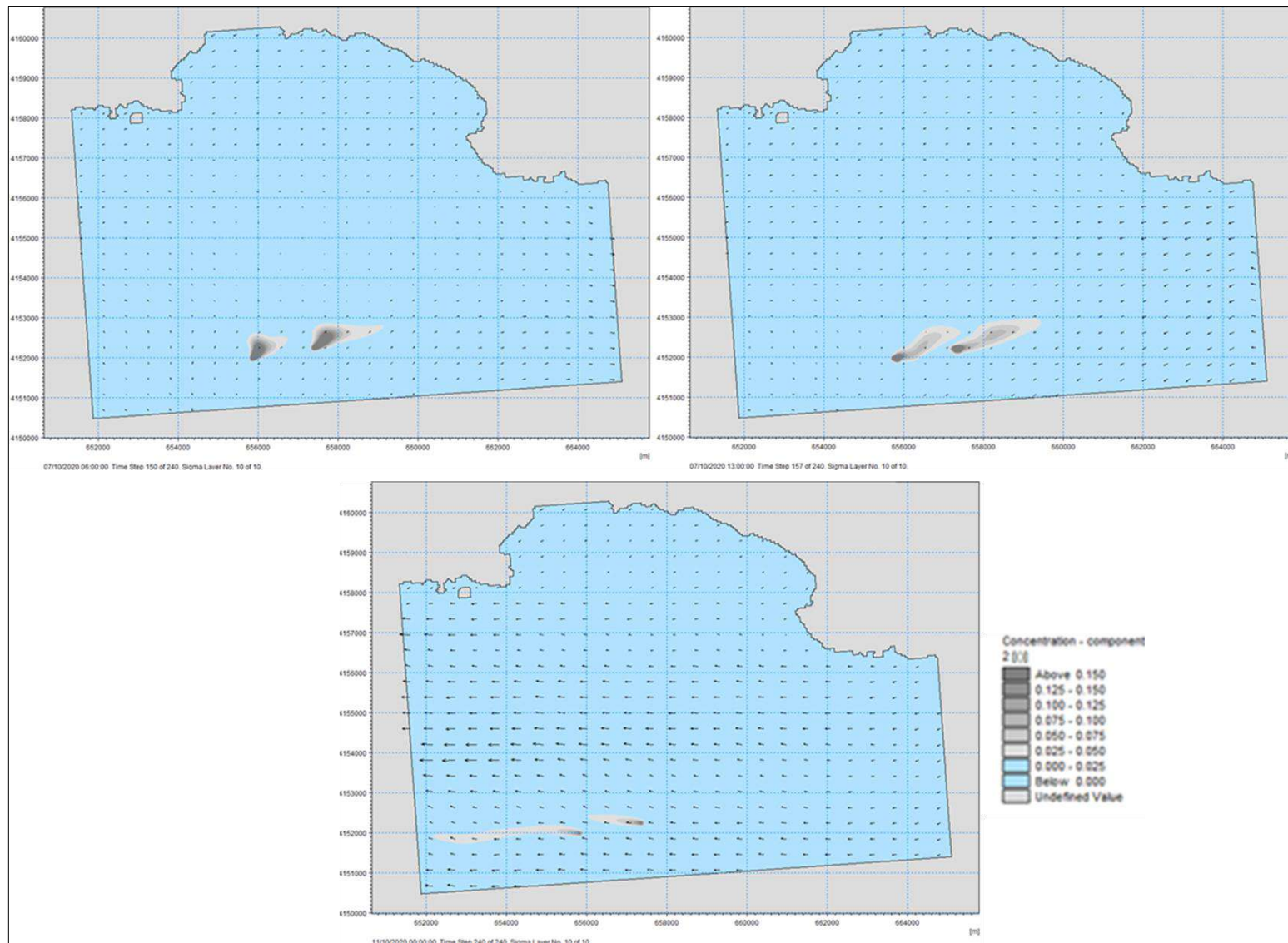


Figura 300. **Condición Habitual.** Situación de la pluma, **concentración de Carbono** Arriba: estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo)

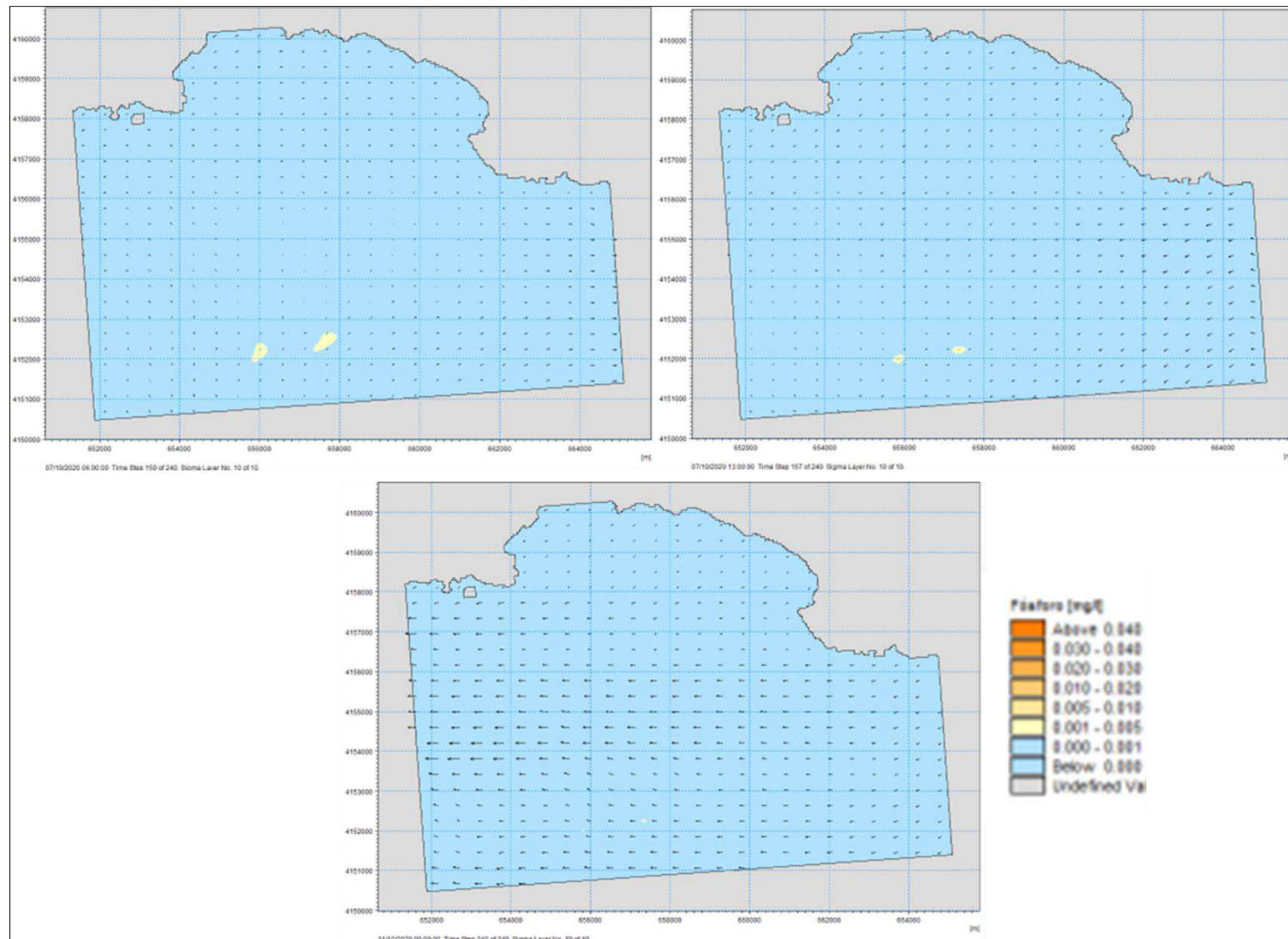


Figura 301. **Condición Habitual.** Situación de la pluma, **concentración de Fósforo**, en media marea bajando (arriba izq.), bajamar (arriba dcha.), media marea subiendo (abajo izq.) y pleamar (abajo dcha.)



**Simulación condición extremal (sin viento):** Nuevamente, se presentan resultados de los mismos instantes de cada simulación.

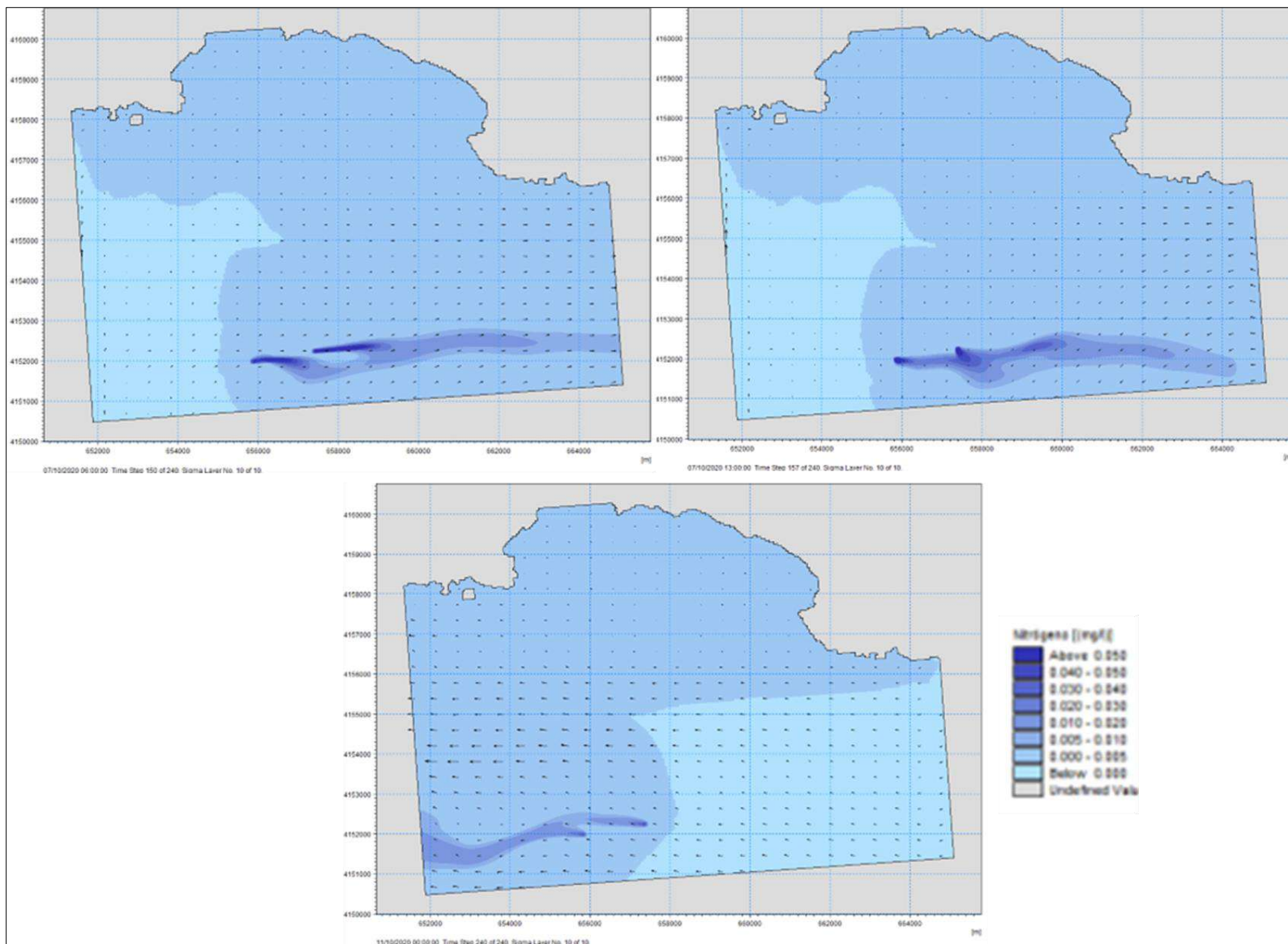


Figura 302. **Condición Extremal.** Situación de la pluma, **concentración de Nitrógeno**, estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo)

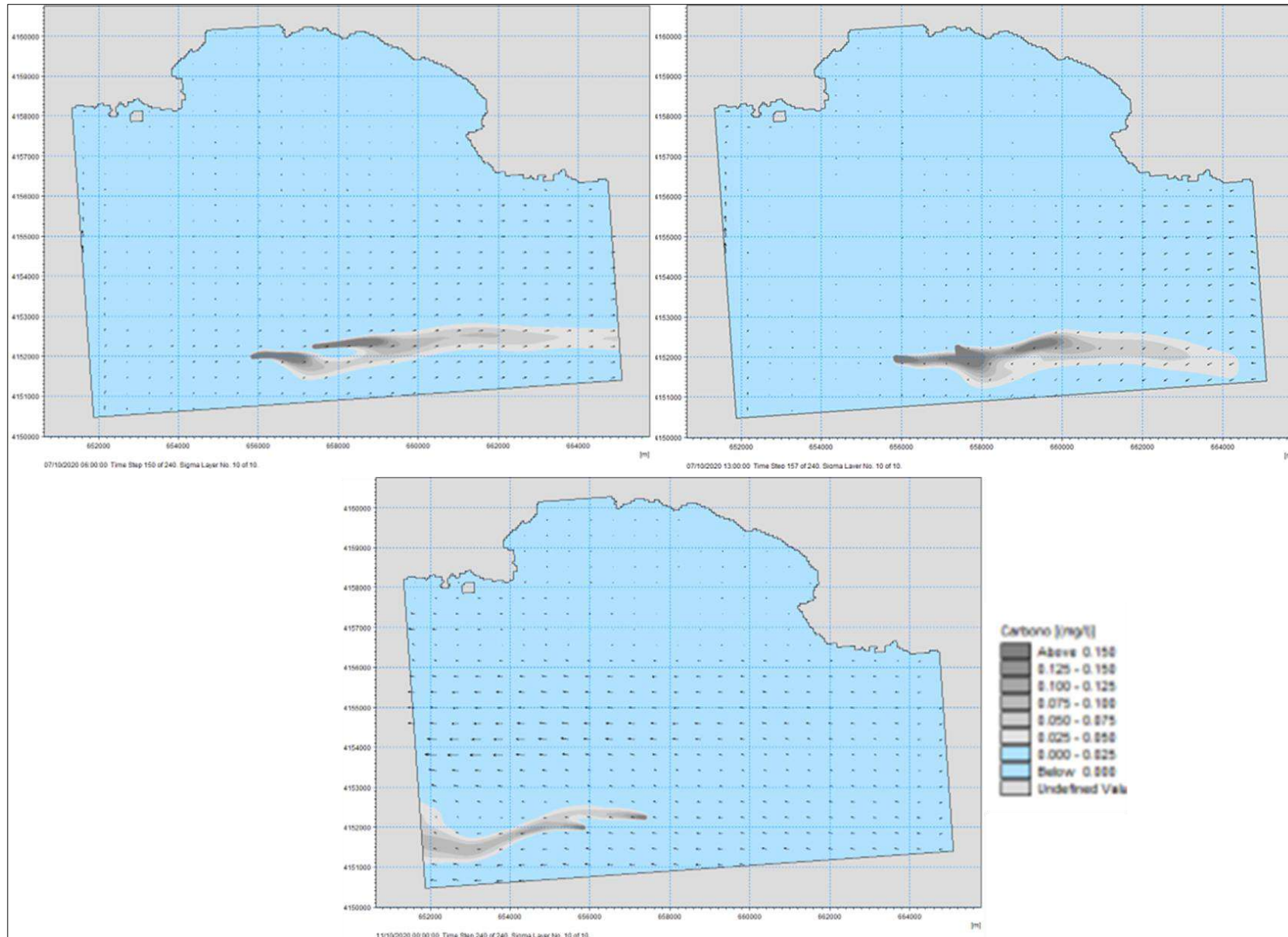


Figura 303. **Condición Extremal.** Situación de la pluma, **concentración de Carbono**, estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo)

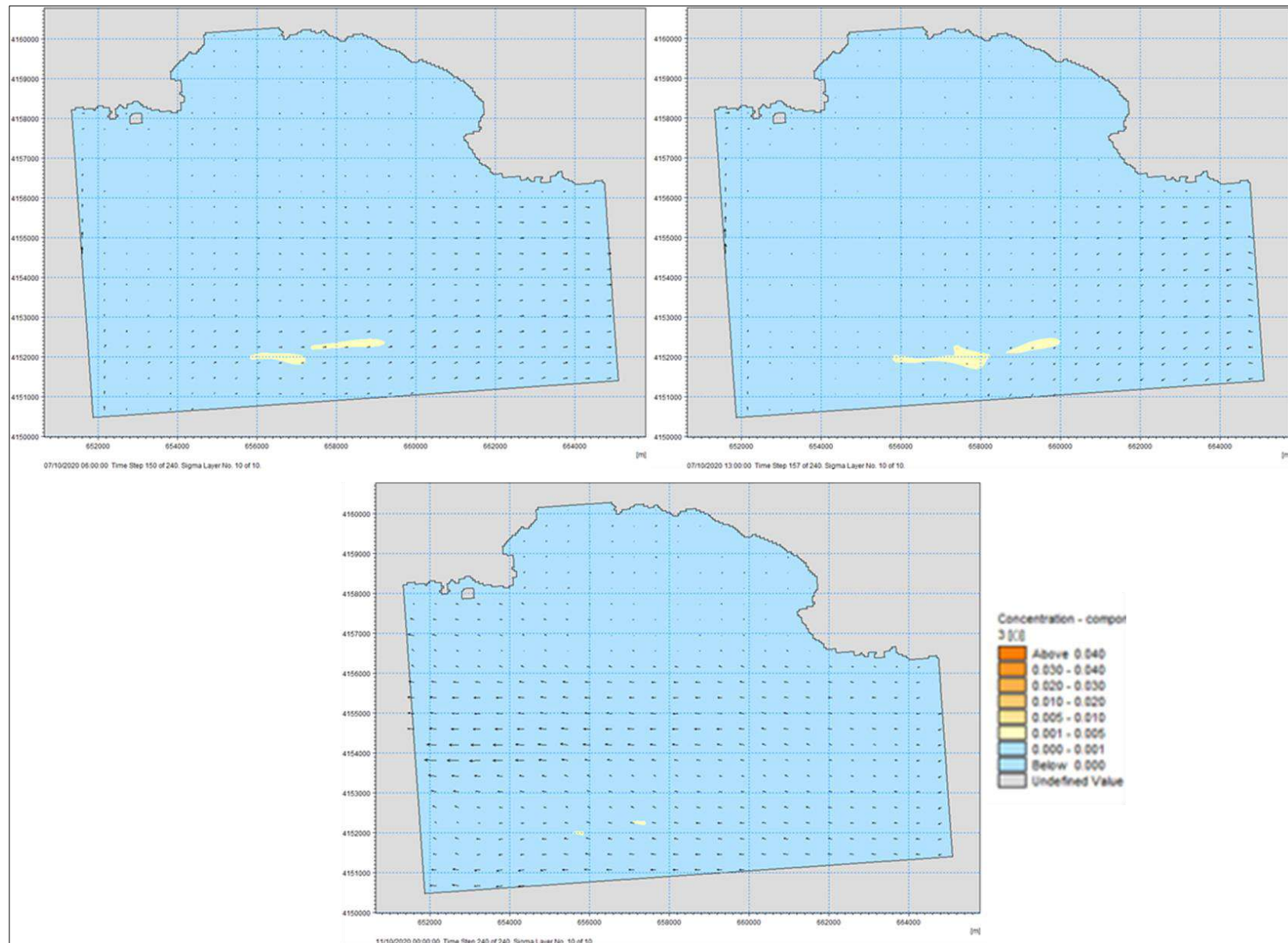


Figura 304. **Condición Extremal.** Situación de la pluma, **concentración de Fósforo**, estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo)

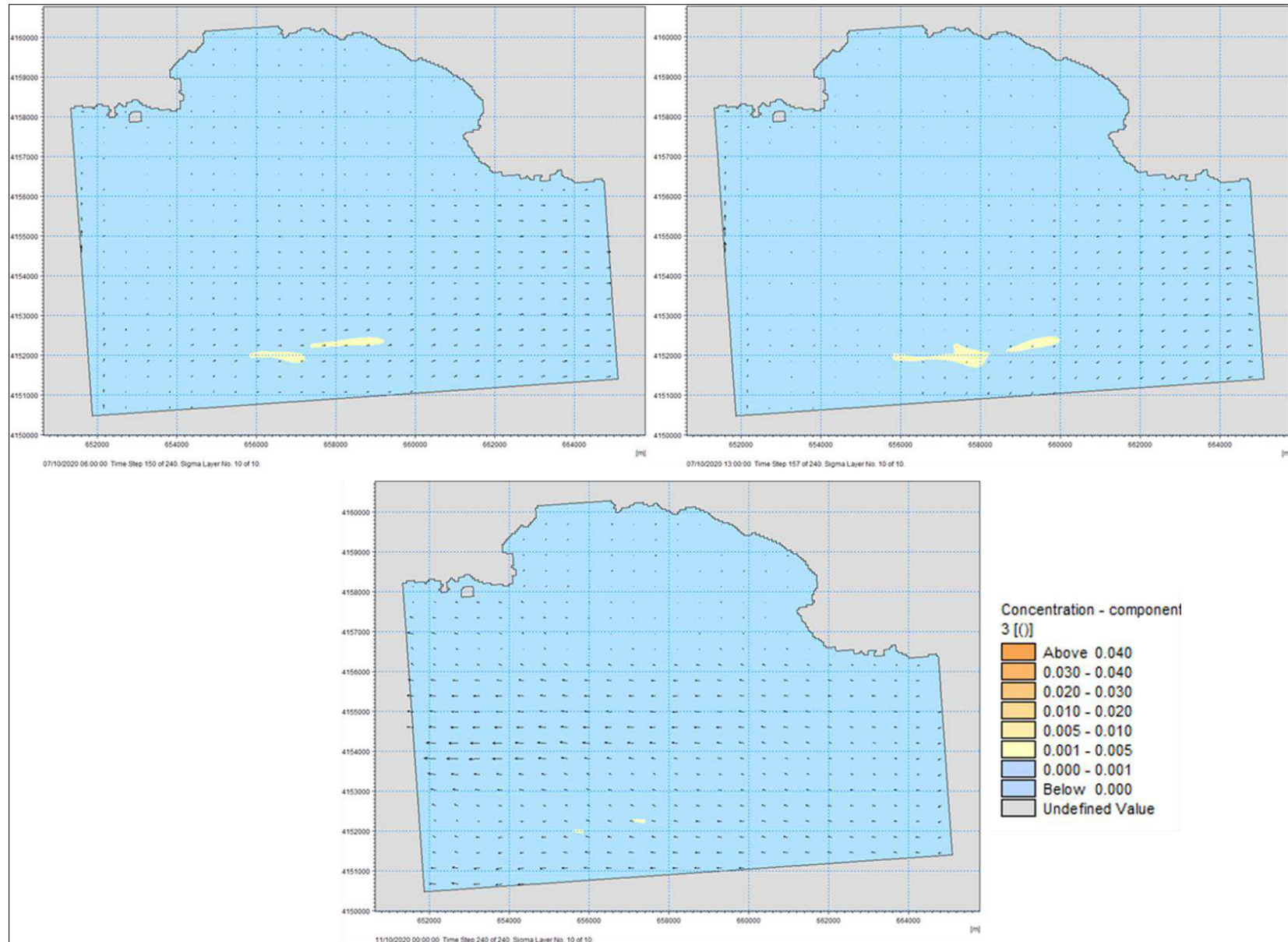


Figura 305. **Condición Extremal.** Situación de la pluma, **concentración de Fósforo**, estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo)

Resultado de la dispersión material particulado:

A continuación, se representan los resultados del modelo para condiciones meteorológicas de calma- sin viento (menor hidrodinámica) (Figura de la izquierda) y en condiciones habituales-con viento (mayor hidrodinámica) (Figura de la derecha). Ambas consideran, el hipotético caso, de viento o ausencia de este constante a lo largo de un año, esto es así para poder estimar el volumen total de material sedimentado.

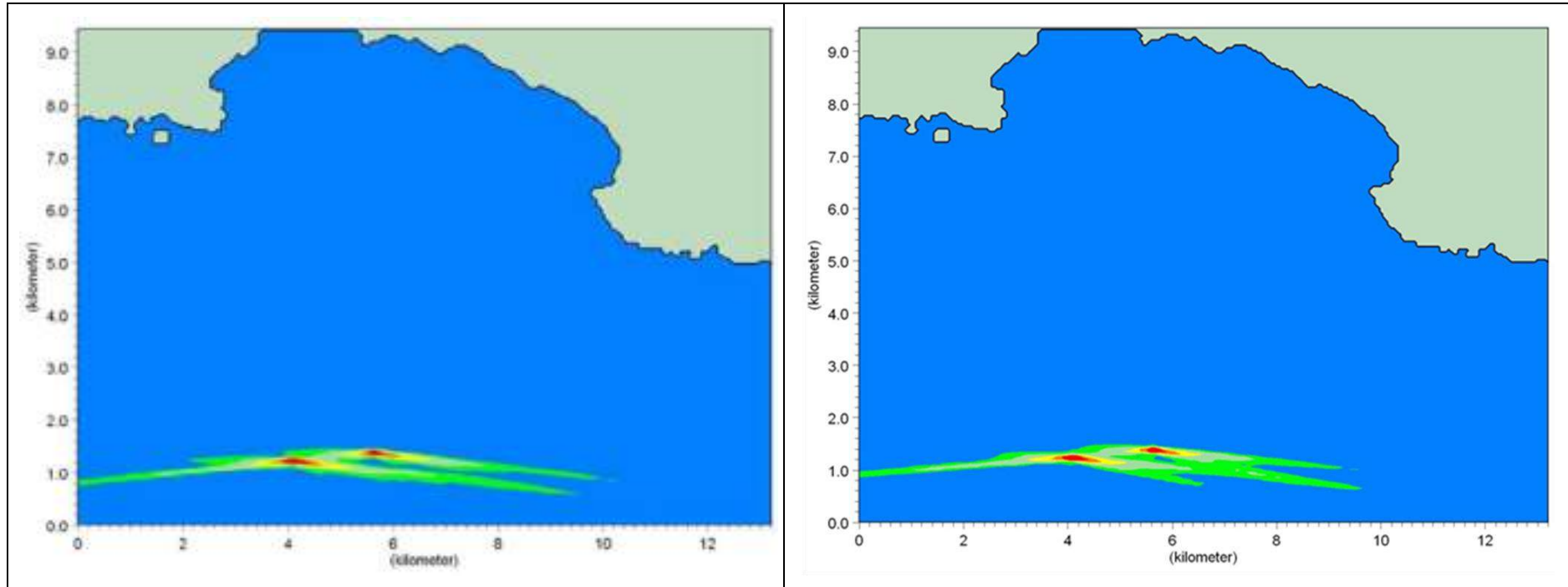


Figura 306. Sedimentación de heces y restos de pienso no ingeridos; condición de calma sin viento (izq.) y condición habitual con viento NE (dcha.)

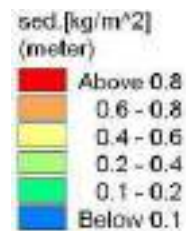


Tabla 76. Superficie afectada en función de la concentración sedimentada anual

Concentración (Kg/m <sup>3</sup> )	Superficie afectada (Ha) con Viento	Superficie afectada (Ha) sin Viento
> 0,8	7,25	7,5
0,8 - 0,6	9,25	8,5
0,6 - 0,4	18,5	14,25
0,4 - 0,2	74,25	86,25
0,2 - 0,1	167,25	171,25
0,1 - 0,001	1.447,75	1.642,25

#### 7.5.5.4 Conclusiones de las modelizaciones

En cuanto a las conclusiones relacionadas con el transporte de nutrientes:

- En pleamar la pluma vertida tiene una forma redondeada, esto puede ser a causa de que se produce una deceleración de las corrientes lo que propicia formas concéntricas.
- En media marea, las plumas son alargadas con un eje central que se viaja hacia el oeste cuando la marea está bajando y, en menor medida, hacia el este cuando está subiendo
- En bajamar también las formas son más redondeadas por la misma deceleración.
- Se observa la influencia del viento ya que la dispersión se incrementa notablemente, especialmente en los estados de pleamar donde las corrientes se minimizan y por tanto el forzamiento principal pasa a ser el viento. Motivo por el cual, en ausencia de este, la concentración de los compuestos empieza a incrementarse y lo hace de forma concéntrica.

La **concentración máxima puntual alcanzada en los 10 días de simulación es:**

- La **concentración máxima de nitrógeno de 1.38 mg/l** en la simulación sin viento y de **0,6 mg/l** en la simulación con viento o habitual.
- La **concentración máxima de carbono de 8 mg/l** en la simulación sin viento y en la habitual es de **3,4 mg/l**.
- La **concentración máxima de fósforo de 0.06 mg/l** y en la habitual es de **0,026 mg/l**.
- La **concentración máxima de los nutrientes** se localiza a más de 5 kilómetros de distancia de la costa.

A pesar no de no haber normativa vinculante con estos compuestos es sabido que la presencia de estos en aguas marinas donde habitan fanerógamas marinas puede dar lugar a una pérdida de biomasa de las praderas, sin embargo, las concentraciones máximas detectadas están por debajo de los límites que se pueden encontrar en la literatura científica como son el N es de 1,49 mg/l, y del P 0,11 mg/l en áreas con praderas de *Cymodocea nodosa*.

Respecto al material particulado:

A partir de las modelizaciones realizadas se puede observar que:

- La elevada distancia del copo al fondo del mar, y las condiciones hidrodinámicas más energéticas favorecen la dispersión del material. Consiguiendo bajas concentraciones de material sedimentado debajo del copo de las jaulas.
- En condiciones de viento habitual se produce una mayor dispersión del material particulado, abarcando una mayor área, pero con menores concentraciones.
- La concentración máxima de sedimentación se encuentra en la zona de sombra de las jaulas con valores que alcanzan los 1,58 Kg/m<sup>2</sup>, mientras que para la condición de viento el valor máximo es de 1,54 Kg/m<sup>2</sup> (siendo estos valores acumulados anuales).
- En la tabla de "Superficie afectadas en función la concentración sedimentada", se puede observar que la mayor área afectada por la sedimentación es la de menor concentración, es decir, entre 0,1 y 0,001 Kg/m<sup>2</sup>. Siendo aún mayor en el caso simulado con viento, esto es por el poder dispersivo del viento, que produce una hidrodinámica mayor que en estados de calma. Mayor dispersión del material en concentraciones muy bajas.
- En la misma tabla se observa que para el caso sin viento la dispersión es menor, por lo que el material sedimenta en áreas más próximas, alcanzándose mayores concentraciones y las áreas afectadas por la sedimentación de mayor concentración (>0,4 kg/m<sup>3</sup>) son mayores.

#### **7.6 Paisaje marino**

La zona de estudio prevista en las que se situarán las 2 jaulas de engorde que podría tener más incidencia en el paisaje marino es una superficie marina de 4,555 km<sup>2</sup> (455.5 Ha) aproximadamente, siendo la distancia entre los centros de las jaulas de 1,6 km aproximadamente. La distancia desde el centro de la jaula MU1.01 (situada a 182 metros de profundidad) a la costa más cercana es de 6,47 km (costa de Mazarrón) mientras que la de la jaula MU1.02 (situada a 180 metros de profundidad) se encontraría a 6,21 km (franja costera de La Azohía). En cuanto a las distancias al Puerto de Mazarrón de cada una de las jaulas son 7,0 km (jaula MU1.01) y 7,1 km (jaula MU1.02).



Figura 307. Distancias de los centros de cada jaula al punto más cercano a costa



Figura 308. Distancias de las jaulas al puerto de Mazarrón.

La zona propuesta para la ubicación de las jaulas flotantes se encuentra muy alejada de costa, por lo que a priori es muy difícil visualizar estas estructuras desde la franja costera.



## 8. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Dada la importancia de la implantación de este proyecto y su repercusión para el conjunto de la actividad acuícola en la Región de Murcia, se expondrán los datos sobre población, seguidos de los relativos a los aspectos económicos más relevantes como empleo, I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación tecnológica) y Producto Interior Bruto (PIB) de la Comunidad Autónoma.

### 8.1 Población<sup>71</sup>

Según las cifras de población del Padrón Municipal a 1 de enero de 2020, la población de la Región de Murcia ascendió a 1.511.251 personas, el 3,18 % del total nacional. Es ligeramente mayor la población masculina (50,07 %), de forma inversa al total de España, y en los últimos años va convergiendo el número de hombres y el de mujeres.

La población fue creciendo de forma continua desde el año 2006, pero a partir de 2008 fue reduciendo el ritmo de aumento, hasta llegar a un descenso en 2013 (0,16 %), y siguió cayendo en 2014 (0,36 %); y aunque en 2015 experimentó un ligero ascenso (0,03 %), en 2016 descendió un 0,17 %, pero volvió a aumentar en 2017 y ha seguido creciendo los siguientes años (un 1,16 % en 2020). La tendencia en el total nacional fue similar, aunque en 2015 y en 2016 cayó un 0,31 % y un 0,14 %, respectivamente, y en 2017 aumentó muy ligeramente (0,03 %), menos que en esta región, y los aumentos siguientes han sido también menores (0,90 % en 2020).

Los extranjeros venían aumentando, pasando de suponer un 14,49 % en 2007 a un 16,54 % en 2010, respecto del total de habitantes de la región; no obstante, desde 2011 su presencia comenzó a disminuir: descendieron un 6,56 % en 2014, y tras descensos que se fueron aminorando, crecieron en 2018 un 2,10 %; en 2019, un 4,35 %; y en 2020, un 5,20 %. En este último año agrupan al 14,70 % de la población regional.

Tabla 77. Población Región de Murcia por municipios de más de 30.000 habitantes, año 2020

Municipios	Total	Hombres	Mujeres
Águilas	35.722	17.832	17.890
Alcantarilla	42.345	20.981	21.364
Cartagena	216.108	107.478	108.630
Cieza	35.283	17.731	17.552
Lorca	95.515	48.838	46.677
Mazarrón	32.839	16.998	15.841
Molina de Segura	73.095	36.494	36.601
Murcia	459.403	224.929	234.474
San Javier	33.129	16.658	16.471
Torre-Pacheco	36.464	18.797	17.667
Totana	32.529	16.774	15.755
Yecla	34.834	17.502	17.332
Restos de municipios*	383.985	195.687	188.298
<b>TOTAL</b>	<b>1.511.251</b>	<b>756.699</b>	<b>754.552</b>

\* Incluye el resto de los municipios de menos de 30.000 habitantes

<sup>71</sup> Informe del Mercado de Trabajo de Murcia (Datos 2020) y CREM (Centro Regional de Estadística de Murcia)

Tabla 78. Evolución de la Densidad de población en la Región de Murcia

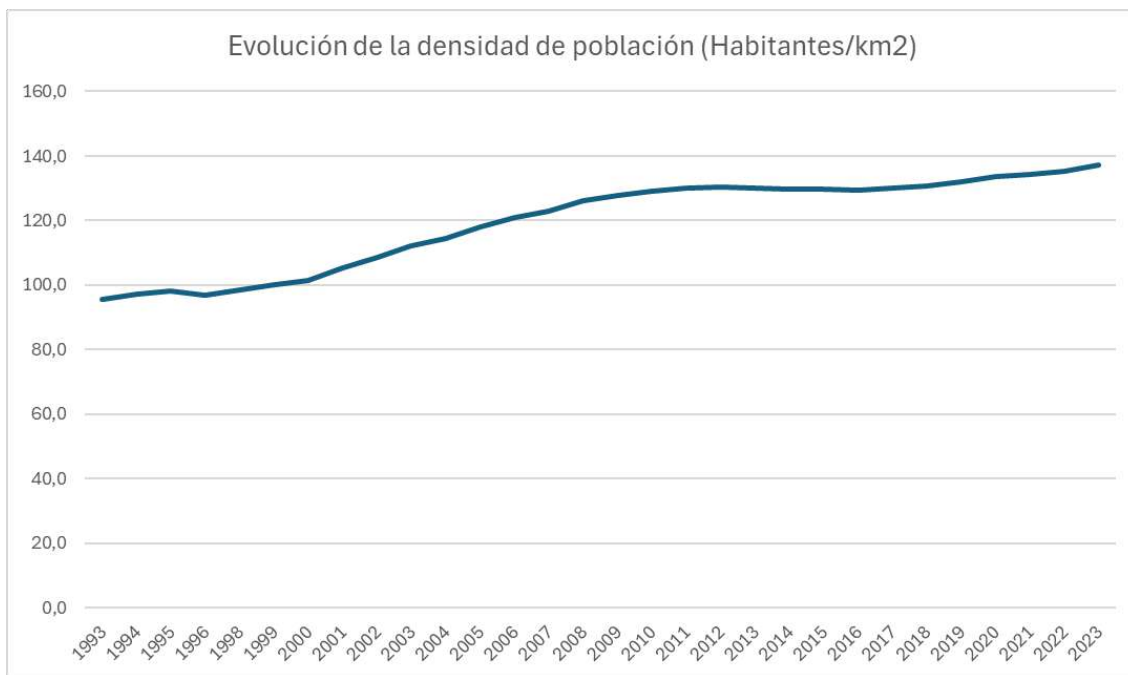


Figura 309. Evolución de la densidad de población en la Región de Murcia

Como se ha comentado en apartados anteriores, el área de estudio se sitúa frente a la costa de la Región de Murcia en la franja costera sur, donde existen los siguientes municipios:

- Águilas (coordenadas UTM: Latitud: 37.4038 y Longitud: -1.58116): municipio de la comunidad autónoma de la Región de Murcia situado en la costa del mar Mediterráneo, en el golfo de Mazarrón dentro de la Costa Cálida, en la comarca del Alto Guadalentín, ubicado en el extremo sureste de la Región. Cuenta con 35.956 habitantes (17.929 hombres y 18.027 mujeres). Su extensión superficial es de 251,77 Km<sup>2</sup>, Águilas se encuentra a una distancia de Murcia de 105 km y de Cartagena de 75 km. El término municipal posee varias pedanías y localidades: Barranco de los Asensios, Los Melenchones, Peñaranda, Todosol, Las Zurraderas, Los Geráneos, Los Arejos, Calarreona, El Cocón, Los Gallegos, Los Mayoriales, Calabardina, Cuesta de Gos, Cope, El Garrobillo de Águilas y Tébar.
- Lorca (coordenadas UTM: Latitud: 37.6713 y Longitud: -1.69879): municipio de la comunidad autónoma de la Región de Murcia situado en la comarca del Alto Guadalentín, ubicado en el extremo suroeste de la Región. Es la tercera población en importancia de la Región Murcia y Cartagena. Cuenta con 96.238 habitantes (49.260 hombres y 46.978 mujeres)<sup>9</sup>. Su extensión superficial es de 1675,21 Km<sup>2</sup>, Lorca se encuentra a una distancia de Murcia de 61 km. El término municipal posee 39 pedanías.
- Mazarrón (coordenadas UTM: Latitud: 37.5991 y Longitud: -1.31367): municipio de la comunidad autónoma de la Región de Murcia situado en la comarca del Bajo Guadalentín. Cuenta con 32.988 habitantes (17.021 hombres y 15.967 mujeres)<sup>14</sup>. Su extensión superficial es de 318,7 Km<sup>2</sup>, Mazarrón se encuentra a una distancia de Murcia de 46 km. El término municipal posee varias pedanías.
- Cartagena (coordenadas UTM: Latitud: 37.6057 y Longitud: -0.991294): municipio de la comunidad autónoma de la Región de Murcia situado en la costa del mar

Mediterráneo. Es la segunda población en importancia de la Región. Cuenta con 216.365 habitantes (107.458 hombres y 108.907 mujeres). Su extensión superficial es de 558,08 Km<sup>2</sup>, Cartagena se encuentra a una distancia de Murcia de 44 km. El término municipal posee 23 entidades colectivas de población o diputaciones.



Figura 310. Municipios cercanos a la futura instalación acuícola (Escala 1:100.000)

## 8.2 Aspectos económicos (empleo, PIB e i+d)

### 8.2.1 Empleo (población activa)<sup>72</sup>

En el IV Trimestre de 2020, las tasas de actividad y de empleo de la Región de Murcia fueron ligeramente superiores a las nacionales –sobre todo la de empleo–; y la de paro, ligeramente inferior, lo cual indica una situación algo más favorable en esta región que en el total del país.

La tasa de empleo (cociente entre el total de ocupados y la población de 16 y más años) vino cayendo de forma contraria al crecimiento de la de paro, pues esta aumentó progresivamente desde el año 2008 -coincidiendo con el comienzo del declive económico-, hasta alcanzar el 29,37% en el año 2012, más del triple de la del año 2007, aunque en 2013 comenzó a descender discretamente, y algo más sensiblemente en 2015 y 2016, pues pasó del 27,26 % en 2014 al 23,51 % en 2015 y al 18,58 %, en 2016.

En 2018 descendió al 15,83 %, pero en 2019 creció al 16,08 %, y en 2020 volvió a caer hasta el 15,39 %. La trayectoria seguida por la tasa de paro nacional fue semejante, aunque casi siempre en valores inferiores a los de la Región de Murcia, especialmente entre 2009 y 2014; y en 2019 fue del 13,78 %, más baja que el año anterior, al contrario que en esta región, pero en 2020 ascendió al 16,13 %.

<sup>72</sup> Informe del Mercado de Trabajo de Murcia (Datos 2020)

No obstante, el descenso en la tasa de paro, habiendo decrecido también la de empleo el último año, puede deberse a la salida de población de la situación de actividad, puesto que la tasa de esta ha descendido, aunque venía aumentando desde 2016, y esto puede atribuirse en parte a la pandemia de Covid 19.

Entre 2013 y 2018 la tasa de empleo fue aumentando, pero los dos últimos años descendió; y la caída del último año, situándose en el 49,75 %, se debe también a la pandemia citada, aunque podría haber sido mayor este descenso, al ser considerada como ocupada la población en situación de ERTE.

Por sexos, las tasas de actividad y empleo masculinas superaron a las femeninas, pero la tasa de paro de los hombres volvió a ser inferior, tras unos años en la crisis anterior (entre 2008 y 2010), probablemente debido al fuerte y rápido descenso del empleo en la construcción en esos años.

Los activos, ocupados y parados de la Región de Murcia suponen en torno al 3 % de los correspondientes en el conjunto nacional. Por sexos, los hombres superaron en número a las mujeres en activos (hombres, 55,87 %) y en ocupados (hombres, 57,73 %), mientras que había más mujeres paradas (54,25 %). Por sexto año consecutivo, en el cuarto trimestre de 2020 había más mujeres paradas que hombres, tras ocho años en que era a la inversa (aunque la distancia se venía acortando).

A finales de 2020 se produjo un descenso del 4,69 % en el número de desempleados, mayor en mujeres (6,33 %) que en hombres (2,48 %). Tomando el total del quinquenio 2016 a 2020, el paro masculino descendió un 16,64 % y el femenino, un 12,16 %. Complementariamente, en el último año los ocupados crecieron ligeramente, un 0,36 %; más los hombres (0,57 %) que las mujeres, que apenas variaron (0,04 %).

Pero, nuevamente, hay que tener en cuenta que las personas en ERTE han mantenido su condición de ocupados, por ello no hay descenso en su número, aunque el aumento es muy reducido. Además, los activos han disminuido tras varios años de aumento continuo, lo cual se atribuye a un volumen de personas que dejan de ser población activa, en gran medida causado por la pandemia, de modo que la población inactiva creció un 3,04 % en 2020.

Por su parte, en el conjunto nacional, el último año los ocupados de ambos sexos descendieron en torno al 3,10 %, un comportamiento claramente más desfavorable que el de esta región, y también han perdido población activa. En el caso de los parados, no solo han aumentado, al revés que el descenso regional, sino que el incremento ha sido notable, un 16,54 %, mayor en mujeres (18,13 %) que en hombres (14,76 %).

Tabla 79. Tasa de empleo Región de Murcia, trimestres 2021 (Fuente: INE)

REGIÓN	TASA DE EMPLEO AÑO 2021			
	Trimestre I	Trimestre II	Trimestre III	Trimestre IV
Murcia	52,24	52,58	52,44	49,59

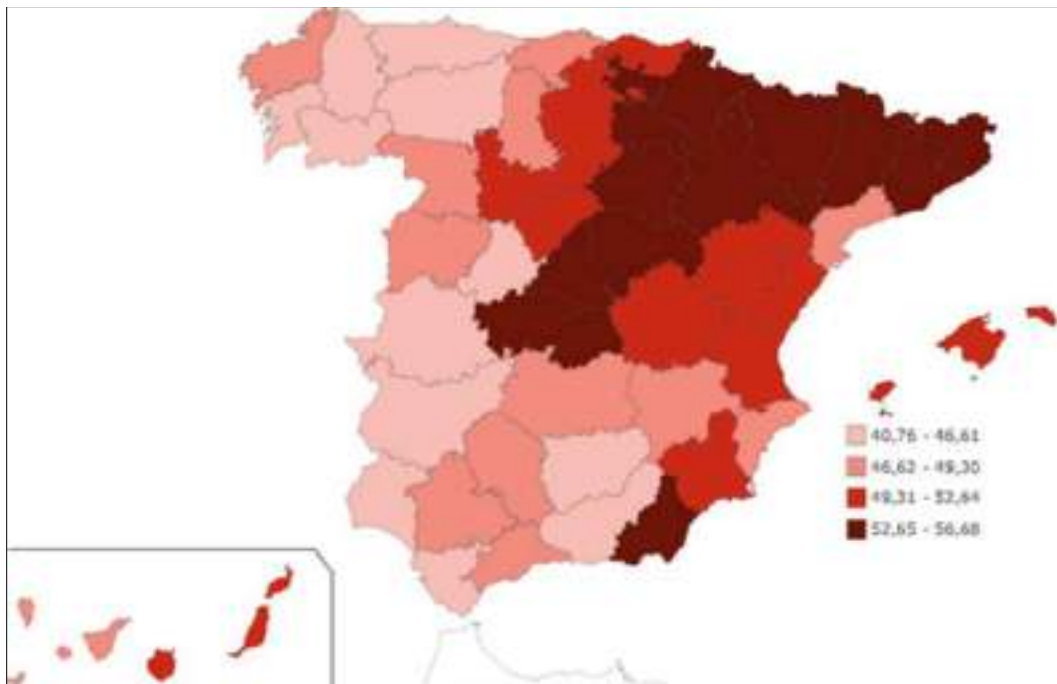


Figura 311. Tasa de empleo 2021 (último trimestre) en España por Comunidades Autónomas (Fuente INE)

Tabla 80. Población ocupada por sector económico periodo 2021-2023, Región de Murcia

POBLACIÓN OCUPADA (%) - SECTOR ECONÓMICO			
Sector	AÑO		
	2021	2022	2023
Agricultura	11,1	11,2	11
Industria	13,3	12,9	11,3
Construcción	6,6	5,9	6,4
Servicios	68,9	70	71,2

### 8.2.1.1 Empleo en acuicultura en la Región de Murcia<sup>73</sup>

El empleo directo que genera la acuicultura, si bien es cuantitativamente pequeño, es muy estable. Como se comprueba en la tabla siguiente, en la que se relaciona el número global de empleos directos entre el periodo 2014-2020, se observa que, incluso en los años de mayor crisis económica, el número de empleos se ha mantenido.

Tabla 81. Evolución del Empleo Directo en Acuicultura en la Región de Murcia (Fuente: Servicio de Pesca Gobierno de Murcia, "Plan estratégico acuícola de la Región de Murcia 2021-2027")

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Trabajadores	338	349	370	402	466	471	474

En cualquier caso, la media de empleados por empresa (algunas empresas tienen más de una granja) se sitúa en algo más de 30. Cuando se observa el número de trabajadores por empresa, se distingue fácilmente dos tipos de empresa. Aquellas que sólo tienen una granja y no tienen centro de procesado de pescado, tienen un número de trabajadores inferior a los 20. Por otro lado, están las empresas con más de una granja (en nuestra Región o también en provincias colindantes) y que además

<sup>73</sup> Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027 (Fuente: Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería, Pesca y Acuicultura)

tienen centros de procesado de pescado, con un número de trabajadores sensiblemente mayor. Se ha considerado exclusivamente el empleo directo de las empresas, pero la acuicultura genera mucho empleo indirecto relacionado con las redes, mantenimiento de embarcaciones, empresas auxiliares, etc, calculándose en cerca de 1.600 los puestos de trabajo tanto directos como indirectos que genera la acuicultura en la Región de Murcia.

### **8.2.2 Producto interior bruto<sup>74</sup>**

El Producto Interior Bruto (PIB) de la Región de Murcia supuso el 2,60 % del total nacional en el año 2019 (datos avance de dicho año), y este peso relativo descendió ligeramente con respecto al año anterior (2,62 %).

Por sectores, en la distribución del PIB regional destacaron los servicios, seguido de industria, construcción y agricultura. En el conjunto nacional se observa el mismo orden, aunque solo los servicios presentaron mayor peso relativo que en esta región, y la diferencia a favor de esta fue mayor en la agricultura, ya que en la Región de Murcia este sector supuso el 5,22 %, mientras que, en el total nacional, el 2,88 %. De hecho, el Valor Añadido Bruto (VAB) del sector agrario regional alcanzó el 4,70 % del total del país.

Con respecto al año 2018 se produjo un incremento en el PIB del 3,7 % (a precios de mercado, excluidos impuestos netos), superior al 3,4 % del total nacional. El sector que más creció fue la construcción (12,4 %), seguido a distancia de la industria (4,9 %) y los servicios (3,3 %); mientras que la agricultura descendió un 0,8 %. En el conjunto de España, los aumentos por sectores mantienen el mismo orden que en la región, pero los incrementos fueron inferiores y el descenso en la agricultura, superior.

Con respecto al año 2015, el PIB de la Región de Murcia creció un 14,6 %, y el mayor incremento lo experimentó la construcción (28,1 %), seguida de los servicios (15,7 %), la agricultura (8,6 %) y la industria (7,9 %). En el conjunto nacional, estos incrementos en dicho periodo 2015-2019 superaron a los correspondientes de la región –especialmente la agricultura (que creció un 15,7 % frente al 8,6 % de la región)-, aunque en la industria fue menor.

Por otra parte, la renta per cápita en 2019 (datos estimación avance) ocupó la decimotercera posición en valor, comparada con el resto de las comunidades, y ascendió un 2,60 % respecto del año anterior, un incremento superior al total del país (2,50 %). El índice sobre España (tomando España = 100) se situó en el 81,90 % y viene cayendo desde el año 2015, acercándose al valor registrado en 2011.

La agricultura, cuya presencia relativa en la región es claramente superior a la del conjunto nacional, presenta como mayor volumen de producción la de los cultivos herbáceos, especialmente en hortalizas, seguido de los leñosos, entre los que destacan los cítricos, como los más numerosos. La producción de los leñosos aumentó en 2020 (últimos datos disponibles), pero descendió en los herbáceos, así como la agrícola total.

La industria regional tiene como puntos más fuertes en su contribución al PIB a la de productos alimenticios con especial relevancia de la conserva de frutas y hortalizas, y en las cárnicas-; energética, metalurgia, fabricación de productos metálicos, la industria química y farmacéutica, la producción de caucho y plásticos, el sector textil,

---

<sup>74</sup> Informe del Mercado de Trabajo de Murcia (Datos 2020)

el cuero y calzado, la reparación e instalación de maquinaria y la fabricación de muebles. El Índice de Producción Industrial (IPI) descendió un 2,34 % en 2020 respecto del año anterior.

En el caso del sector servicios, los subsectores con más peso son el comercio mayorista y minorista, la Administración Pública, la sanidad, las actividades inmobiliarias, la hostelería y el transporte/almacenamiento.

Atendiendo a otros indicadores económicos, se observa un nivel de inflación inferior al ejercicio anterior, y con descensos en el año 2020 (0,4 % y 0,5 % en España) que contrastan con aumentos en el ejercicio precedente (0,7 % la región y 0,8 %, la media del país).

Tabla 82. Producto interior bruto a precios de mercado y valor añadido bruto a precios básicos por ramas de actividad, Murcia (unidad de valor en miles de euros)

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
<b>PRODUCTO INTERIOR BRUTO A PRECIOS DE MERCADO</b>	29.366.951	30.540.937	31.094.181	32.319.250	29.775.480
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1.619.930	1.629.685	1.540.231	1.617.920	1.519.277
Industrias extractivas, industria manufacturera, suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado, suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y descontaminación	4.990.286	5.195.295	5.105.053	5.306.154	4.816.771
De las cuales: Industria manufacturera	3.906.810	4.064.110	3.910.015	4.075.736	3.660.672
Construcción	1.576.588	1.644.819	1.723.682	1.909.159	1.632.555
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos de motor y motocicletas, transporte y almacenamiento, hostelería, información y comunicaciones	6.780.110	7.104.803	7.262.350	7.618.779	6.590.539
Actividades financieras y de seguros, actividades inmobiliarias, actividades profesionales, científicas y técnicas, actividades administrativas y servicios auxiliares	5.259.498	5.454.943	5.688.462	5.914.766	5.887.143
Administración pública y defensa, seguridad social obligatoria, educación, actividades sanitarias y de servicios sociales, actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento, reparación de artículos de uso doméstico y otros servicios	6.422.300	6.655.972	6.818.586	6.945.191	6.723.558
Valor añadido bruto total	26.648.712	27.685.517	28.138.364	29.311.969	27.169.843
Impuestos netos sobre los productos	2.718.239	2.855.420	2.955.817	3.007.281	2.605.637
<b>PRODUCTO INTERIOR BRUTO A PRECIOS DE MERCADO</b>	29.366.951	30.540.937	31.094.181	32.319.250	29.775.480

### 8.2.3 I+D+i<sup>75</sup>

La mejora del conocimiento de los mares y los océanos forma parte de las prioridades de los países marítimos europeos, y constituye uno de los ejes de acción impulsados por la Política Marítima Integrada de la UE. No se puede prever la magnitud de los

<sup>75</sup> Ley 8/2007, de 23 de abril, de Fomento y Coordinación de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

CREM (Centro Regional de estadística de Murcia), Nota de prensa, 10 de enero de 2024.

(POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar".

cambios futuros en los sistemas oceánicos, su repercusión en la actividad humana y las consecuencias de los cambios del comportamiento humano en los océanos sin comprender previamente su funcionamiento.

Además de su interés per se, el conocimiento del medio marino también puede contribuir a alcanzar otros objetivos prioritarios en el plano europeo: una mejor ordenación del espacio marítimo, una vigilancia marítima integrada y el desarrollo de la economía azul, sostenible y basada en una adecuada gestión del conocimiento y los datos disponibles.

El desarrollo de conocimientos sobre el medio marino empieza por la observación de mares y océanos. Los datos obtenidos se organizan y analizan para componer y estructurar la información y el conocimiento, y pueden aplicarse para conseguir un crecimiento sostenible e inteligente, para evaluar la salud del ecosistema marino y/o para proteger las comunidades costeras amenazadas.

En España existen un conjunto de entidades que abarcan desde Universidades, Centros tecnológicos, OPI y empresas con grandes capacidades tecnológicas de aplicación al conocimiento del medio marino y al desarrollo de tecnologías ligadas a este ámbito. En este contexto es de destacar la existencia de la Plataforma PROTECMA "Plataforma Tecnológica para la Protección de la Costa y del Medio Marino" a la que pertenecen un buen número de las citadas entidades. Su finalidad es desarrollar una Agenda Estratégica de Investigación.

Esta estrategia tiene como objetivo mejorar la capacidad tecnológica y la competitividad de las empresas y organizaciones españolas que ejercen su actividad en este ámbito, y al mismo tiempo contribuir a cumplir la legislación medioambiental vigente y los convenios regionales e internacionales suscritos.

En España existen diferentes plataformas científicas y tecnológicas instaladas en el espacio marítimo, destinadas tanto a la observación y generación de datos oceanográficos como al ensayo de tecnologías innovadoras y sostenibles para la generación de energía eléctrica. En concreto, ubicada en la Demarcación levantino-balear se encuentra la ICTS SOCIB (Infraestructura Científica y Técnica Singular Sistema de Observación Costero de las Islas Baleares) en la isla de Mallorca.

SOCIB es una iniciativa conjunta entre el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Gobierno de las Islas Baleares dirigida al desarrollo de una plataforma tecnológica de investigación e innovación en oceanografía operacional. Se trata de un Sistema de Observación Costero y de Predicción que emplea múltiples plataformas integradas (boyas, satélites, buques, planeadores autónomos, radares, boyas de deriva, etc.) y que asegura la disponibilidad de los datos en tiempo real, abiertos, tanto para investigadores como para la sociedad.

Así, SOCIB proporciona un flujo de datos oceanográficos, servicios de simulación numérica y nuevas tecnologías de apoyo a la oceanografía operacional en el marco europeo e internacional, contribuyendo a las necesidades de la investigación marina y costera en un contexto de cambio climático y cambio global.

Por último, cabe recordar que en la Demarcación marina levantino-balear no existe actualmente ninguna actividad de generación ni aprovechamiento de energías renovables, ni de investigación de tecnologías relacionadas con este campo con ocupación en el espacio marítimo.

En cuanto a la Región de Murcia, esta se ha dotado de los elementos necesarios para el fomento de estrategias capaces de coordinar las acciones de las administraciones y



de establecer nexos y mecanismos para desarrollar coordinadamente los programas y actividades de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica que llevan a cabo las distintas unidades y departamentos de la propia Administración regional, así como la colaboración con los centros de investigación e innovación y los sectores productivos. Destaca la "Ley 8/2007, de 23 de abril, de Fomento y Coordinación de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia" cuyo objetivo principal presente en el artículo 1: es *"regular la actuación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en materia de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (en adelante I+D+I), con el fin de impulsar el desarrollo económico, social y cultural de la Región de Murcia."*

El gasto en I+D en la Región de Murcia aumentó en 2022 un 10,3% respecto al año anterior, situándose en 387,5 millones de euros. Esta cantidad representa un gasto del 1,08% del PIB regional.

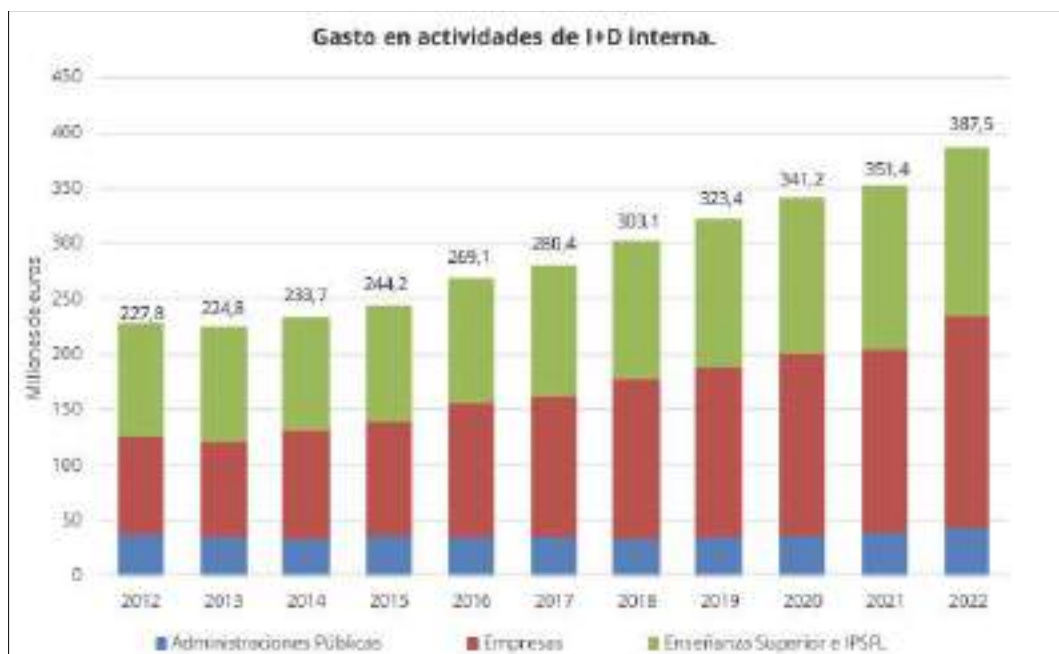


Figura 312. Gasto en actividades de I+D interna (Fuente: CREM)

Según sector de ejecución del gasto, el que más aportó al gasto en I+D en la Región de Murcia fue el sector Empresas, cuya inversión creció interanualmente un 16,1% hasta 192,2 millones de euros, lo que supone un 49,6% del total. Le sigue en importancia el sector Enseñanza Superior e IPSFL, que aumenta un 3,3% y suma un gasto en I+D interna de 152,1 millones de euros, que se traduce en un peso del 39,3% de la inversión global. Finalmente, el gasto del sector Administraciones Públicas aumenta un 11,1% respecto al registrado en el año anterior, resultando un gasto en 2022 de 43,2 millones de euros en I+D interna, el 11,1% del gasto total en la región. Dentro del sector Empresas y analizando el gasto según ramas de actividad económica, destacan las actividades profesionales, científicas y técnicas con un 28,9% del gasto en I+D, seguidas por comercio y hostelería con un 12,5%, la industria química y farmacéutica con un 11,5%, y el transporte y almacenamiento, información y comunicaciones con un 8,0%.

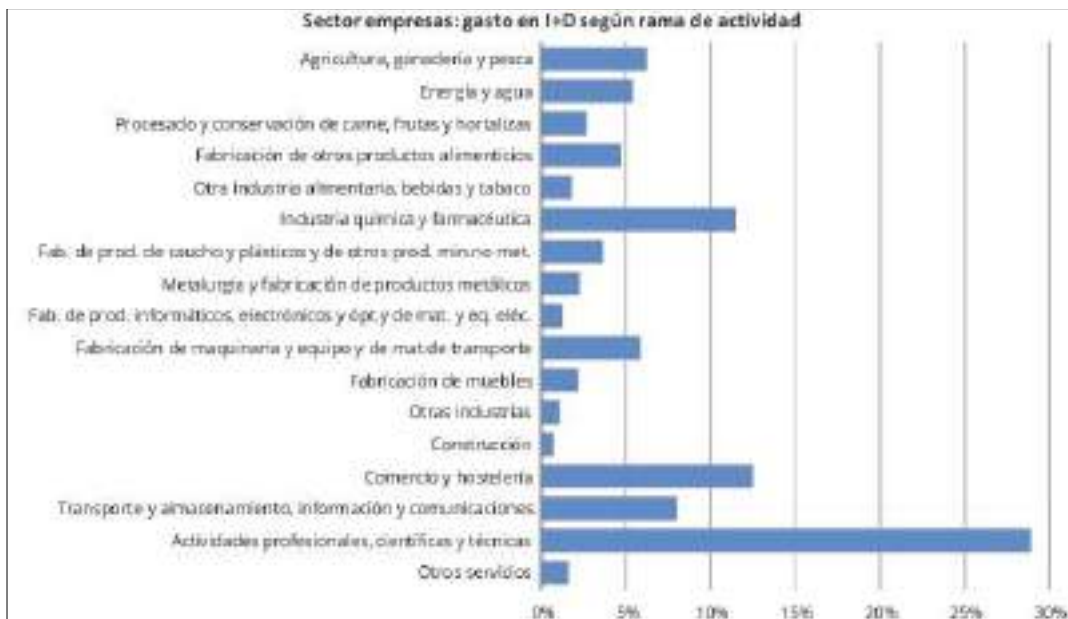


Figura 313. Sector empresas: gasto en I+D según rama de actividad (Fuente: CREM)

Respecto al personal empleado en I+D, un total de 7.165 personas en equivalencia a jornada completa (EJC) se dedicaron a actividades de I+D interna en 2022, lo que supone el 11,0 por mil de la población ocupada en la Región en el periodo analizado; además, esta cifra se traduce en un aumento del 5,6% respecto al personal empleado en 2021 para tal fin. Por sectores, un 52,0% del personal empleado en EJC para I+D desarrolló su actividad en el sector de enseñanza superior e IPSFL, un 39,5% en empresas y el 8,6% en administraciones públicas. De este personal, un 39,1% fueron mujeres, siendo los porcentajes más altos de participación femenina los presentados en el sector de la administración pública (45,2%) y en enseñanza superior e IPSFL (43,5%); en el sector empresas el porcentaje de participación femenina en actividades de I+D fue del 32,2%. Por ocupación dentro de las actividades de I+D, el colectivo de investigadores se situó en 4.631 personas en equivalencia a jornada completa, siendo los 2.535 restantes personal técnico y auxiliar.

### 8.3 Afección sobre otras actividades y usos en el medio marino

En este apartado se enumeran los diferentes usos y actividades tanto actuales como en algún caso futuros que pudieran darse en el ámbito marino, analizando la posible influencia sobre los mismos en relación con la presencia de la concesión acuícola.

#### 8.3.1 Zonas respecto a la defensa nacional<sup>76</sup>

La Defensa Nacional es un contenido esencial de la función política de Gobierno, y así lo expresa la Constitución Española en su artículo 149.1, al atribuir al Estado la competencia exclusiva de su defensa y al asignar al Gobierno la dirección de esta función en el artículo 97.

Compete, por tanto, al Gobierno dirigir la Política de Defensa y la Política Militar y adoptar, en consecuencia, las condiciones necesarias para su mejor eficacia. Esta eficacia precisa disponer sin perturbaciones de determinadas instalaciones militares y zonas de ejercicios permanentes para la instrucción y adiestramiento operativo de

<sup>76</sup> Texto y figuras; (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

unidades de las Fuerzas Armadas; todo ello para garantizar el cumplimiento de los objetivos derivados del adiestramiento, que aseguren el cumplimiento de las misiones asignadas a las Fuerzas Armadas en el artículo 15 de la Ley Orgánica 5/2005, de 17 de noviembre, de la Defensa Nacional.

Estas instalaciones y espacios están recogidas en el artículo 2 de la Ley 8/1975, de 12 de marzo, de "Zonas de Interés para la Defensa Nacional (ZIDN)", que las definen como extensiones de terreno, mar o espacio aéreo que así se declaren en atención a que constituyan o puedan constituir una base permanente a un apoyo eficaz de las acciones ofensivas o defensivas necesarias para tal fin. Su desarrollo reglamentario se encuentra aprobado por Real Decreto 689/1978, de 10 de febrero.

Como complemento a estas zonas de interés, existen un conjunto de zonas marítimas designadas para llevar a cabo ejercicios militares de diferente naturaleza, así como así actividades de experimentación y ensayo del sector aeroespacial. El uso de estas zonas es notificado de acuerdo con el preaviso y medios establecidos en la reglamentación vigente. Los ejercicios militares que se realizan en estas zonas pueden suponer una restricción al desarrollo de determinadas actividades en el mar.

En la Demarcación levantino-balear las diferentes zonas de ejercicios militares e instalaciones de interés para la defensa nacional<sup>77</sup> en el ámbito marítimo pasan a detallarse a continuación:

- Zonas permanentes de ejercicios anfibios (1er ciclo OEM): situada a más de 200 km.
- Zonas permanentes de ejercicios aéreos (1er ciclo OEM): situada a más de 30 km.

---

<sup>77</sup> Fuente: 1er ciclo OEM. Información proporcionada por el IHM (Instituto Hidrográfico de la Marina). Visor Infomar.



Figura 314. Ubicación de las plataformas respecto a la “Zona permanente de ejercicios aéreos” (Elaboración propia)

- Zonas permanentes de ejercicios submarinos (1er ciclo OEM): situada a más de 20 km.



Figura 315. Ubicación de las plataformas respecto a la “Zona permanente de ejercicios submarinos” (Elaboración propia)

- Zonas permanentes de ejercicios en superficie (1er ciclo OEM): las futuras instalaciones acuícolas previstas se situarán en una zona de este tipo tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 316. Ubicación de las plataformas respecto a la “Zona permanente de ejercicios en superficie” (Elaboración propia)

La presencia de esta zona en toda la franja costera del sur de la región de Murcia es considerada en el POEM como “Zonas de uso prioritario para la Defensa Nacional” y coincide con una “Zona de alto potencial para la acuicultura marina”.

La presencia de instalaciones acuícolas en zonas de uso prioritario para la Defensa Nacional es habitual pudiendo poner como por ejemplo en la propia Región de Murcia; la “Granja Marina frente a Cala Barrilla”, la “Granja Marina frente al Puerto de San Pedro del Pinatar”, la “Granja Marina Polígono acuícola San Pedro del Pinatar (parcela A)”, “Granja Marina Polígono acuícola San Pedro del Pinatar (parcela d)”, “Lebeche San Pedro 1 (parcela C)” y “Lebeche San Pedro 3 (parcela B)”, en la Comunidad Valenciana; “Piscifactorías Albaladejo”, “Granja Marina Bahía de Santa Pola Gramabasa N°30”, “Cultivos Marinos de Guardamar (CULMAR) 2 N°16”, “Cultivos Marinos de Guardamar (CULMAR) 1 N°19”, “Moluscos Santa Pola N° 57”, etc.

Por lo tanto, podemos concluir que es posible la coexistencia de las futuras instalaciones acuícolas con la presencia de una “Zona permanente de ejercicios en superficie” (Zona de uso prioritario para la Defensa Nacional según POEM).

- Zona perímetro de seguridad. Ejército del Aire, 2020 (1er ciclo OEM)<sup>78</sup>: situadas en el Mar Menor muy alejadas.
- Zonas de interés para la defensa nacional. Armada, 2020 (1er ciclo OEM): situada muy alejadas.
- Zonas de seguridad. Armada, 2020 (1er ciclo OEM): situada a 20 km en el Puerto de Cartagena.



Figura 317. Ubicación de las plataformas respecto a la “Zona de seguridad Armada 2020” (Elaboración propia)

### 8.3.2 Acuicultura (otras instalaciones presentes en la zona)<sup>79</sup>

La relación de empresas de acuicultura presentes en la Región de Murcia se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 83. Empresas Acuícolas en la Región de Murcia

REGA*	Propietario	Grupo
ES300030440033	Alevines del Sureste SL	Avramar
ES300030640069	Pesca Viva SL	Culmarex
ES300169940082	Caladeros del Mediterráneo	Fuentes
ES300169940084	Piscifactorías del Mediterráneo	Fuentes
ES300169940085	Lebeche Acuicultura	Culmarex

<sup>78</sup> Información proporcionada por el Ministerio de Defensa

<sup>79</sup> Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027 (Fuente: Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería, Pesca y Acuicultura)

REGA*	Propietario	Grupo
ES300362440001	Servicios Atuneros del Mediterráneo	Servicios Atuneros del Mediterráneo
ES300362440002	Lebeche Spain SLU	Culmarex
ES300362440003	Lebeche Spain SLU	Culmarex
ES300362440004	Tuna Graso SL	Fuentes
ES300362440005	The Blue & Green	Culmarex
ES300362440006	Lebeche Spain SLU	Culmarex
ES300362440007	Piscifactorías Albaladejo	Piscifactorías Albaladejo

\* Registro Nacional de Explotaciones Ganaderas

Por tanto, estaríamos hablando de 12 empresas (realmente son 10 por la fusión de las 3 de Lebeche) con actividad en acuicultura marina a final del 2020:

- Alevines del Sureste: esta empresa está integrada en el grupo griego Andrómeda y tanto la hatchery como la granja (incluidas las oficinas) se encuentran en Cabo Cope, Águilas.
- Caladeros del Mediterráneo y Tuna Graso: empresas pertenecientes al Grupo Fuentes dedicadas exclusivamente engorde de atún los últimos 4 años. Las granjas se sitúan en la bahía de El Gorguel y en el polígono de San Pedro y las oficinas en La Palma, Cartagena.
- Piscifactoría Albaladejo: tiene una granja que produce actualmente dorada, lubina y corvina situada en el Polígono de San Pedro del Pinatar. Las oficinas se encuentran en San Pedro del Pinatar.
- Servicios Atuneros del Mediterráneo: tiene una granja que produce actualmente dorada y lubina situada en el Polígono de San Pedro del Pinatar. Las oficinas se encuentran en San Pedro del Pinatar.
- Culmarex (Pesca Viva SL): tiene una granja en Águilas donde produce dorada, lubina y recientemente también corvina y es donde tiene las oficinas, así como la sala de procesado y envasado en el Polígono Industrial de Águilas. Es además la sede del Grupo Culmarex para toda España y es donde se procesa el pescado y donde se encuentra el equipo técnico que dirige todas las granjas de la Región de Murcia, así como las tres granjas de Andalucía y las tres de la Comunidad Valenciana.
- Blue & Green: pionera en San Pedro del Pinatar, perteneció al Grupo Conei, si bien en la actualidad está integrada dentro del Grupo Culmarex. Produce dorada y lubina.
- Lebeche Spain SLU Acuicultura: empresa de reciente aparición, engloba a las 4 granjas que han sido adquiridas por el Grupo Culmarex a Doramenor Acuicultura (las 3 instalaciones de San Pedro se fusionaron en una única granja). Estas granjas producen dorada y lubina, estando situadas en el Polígono Acuícola de San Pedro del Pinatar y en el polígono Acuícola de El Gorguel.

En la siguiente imagen se muestra la localización de las futuras instalaciones asociadas al proyecto en relación con la localización de las instalaciones acuícolas presentes en el sur de la Región de Murcia<sup>80</sup>.

<sup>80</sup> Fuentes: Acuivisor (<https://servicio.pesca.mapama.es/acuivisor/>) y visor "Infomar" (<https://infomar.miteco.es/visor.html>). Elaboración propia.



Figura 318. Situación de las jaulas respecto a las instalaciones acuícolas más cercanas

Las instalaciones acuícolas más cercanas se sitúan en el punto 1 de la figura anterior en el "Polígono denominado El Gorguel" que cuenta con 4 concesiones, todas en actividad:

- Granja marina polígono acuícola de Gorguel Parcela A
- Granja marina parcela en polígono acuícola del Gorguel
- Lebeche, El Gorguel (Parcela D)
- Granja marina polígono acuícola de Gorguel Parcela B

La distancia aproximada desde las futuras plataformas hasta el "Polígono El Gorguel" es de 30,68 kilómetros (16,56 millas náuticas):



Figura 319. Distancia de las futuras jaulas flotantes al "Polígono El Gorguel"



En cuanto a la distancia a las instalaciones presentes frente a la costa de la localidad de Águilas denominada "granja marina frente a Cala Barrilla", estas se situarían a 28,46 kilómetros (15,37 millas náuticas) aproximadamente:



Figura 320. Situación de las jaulas respecto a la granja marina frente a Cala Barrilla

### 8.3.3 Sector pesquero y marisquero

Dada la importancia de este punto por la presencia de varios caladeros de pesca cercanos a nuestra zona de estudio, así como diversos agentes pesqueros (Cofradías de pescadores, etc.) este apartado será objeto de un análisis específico en el "anexo IV, Estudio de compatibilidad con el sector pesquero" de este documento.



Figura 321. Situación de los caladeros de pesca frente a la costa de la región de Murcia (fuente: GALPEMUR y elaboración propia)

La situación de los caladeros de pesca respecto a las jaulas se muestra en la figura anterior. Los nombres de los caladeros son:

1. Caladero 1: El Verín
2. Caladero 2: Candeleros
3. Caladero 3: TF-6
4. Caladero 4: PPB-9
5. Caladero 5: TC-8
6. Caladero 6: TF-3
7. Caladero 7: TC-7
8. Caladero 8: TF-2
9. Caladero 9: TF-1
10. Caladero 10: PF-11
11. Caladero 11: Corredor de Cabo de Palos
12. Caladero 12: TF-5
13. Caladero 13: TF-4
14. Caladero 14: Les Pamelles
15. Caladero 15: Jijona
16. Caladero 16: Barrada de las Gallinas
17. Caladero 17: Levante
18. Caladero 18: Corea
19. Caladero 19: Seco Cabo de Palos
20. Caladero 20: Congo
21. Caladero 21: Caolla
22. Caladero 22: Embarres
23. Caladero 23: Seco 84

Como se puede apreciar, los caladeros de pesca se encuentran fuera de la zona prevista para la ubicación de las jaulas.

En cuanto a la distancia a:

1. Zona de veda de merluza: Se trata de un área de 22.151.541m<sup>2</sup>, localizada al oeste del polígono donde se ubicarán las jaulas, a unos 3,7 km de la jaula MU-1.01 y 5,3 km de la jaula MU-1.02.
2. Postas morunas: se trata de un arte de similar comportamiento que las almadrabas pero de menor tamaño, son conocidas también por almadrabillas. Está compuesta de una rabera que se coloca de manera perpendicular a costa desde la orilla, una vez chocan con el paño de red, los peces son dirigidos a las caracolas cuya función es dirigir la captura a la parte final del copo. Se sitúan en la costa por lo que estarían muy alejadas de la zona prevista para la ubicación de las jaulas (más de 7,3 km aproximadamente).
3. Almadraba de La Azohía: situada en dicha localidad se encuentra alejada a 7 km de la jaula MU-1.01 y 6 km de la jaula MU-1.02.



Figura 322. Situación de la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía en relación con la ubicación de las jaulas (Fuente: SIOM<sup>81</sup> y elaboración propia)

La “Zona de veda de merluza”, las “Postas morunas” y la “Almadraba de La Azohía” se encuentran alejadas del área prevista para la ubicación de las jaulas.

### 8.3.3.1 Agentes del sector pesquero

Se mencionan por localidades los diferentes agentes del sector pesquero asentados y con algún tipo de relación en materia pesquera con nuestra zona de estudio. Entre ellos destacarán; Cofradías de pescadores y otras entidades representativas del sector pesquero.

Las cofradías de la Región Es una corporación de derecho público, sin ánimo de lucro, con personalidad jurídica propia y plena capacidad de obrar para el cumplimiento de sus finalidades, está constituida por tiempo indefinido y ejerce la representación del sector pesquero y la actividad extractiva pesquera en un ámbito territorial, se rige mediante estatutos propios, que aprueba la Junta General, máximo órgano de gobierno de la entidad.

Ofrecen los siguientes servicios:

- Suministro de hielo
- Suministro de combustible
- Asesoramiento económico
- Asesoramiento laboral

La relación de Cofradías es la siguiente:

- **San Pedro del Pinatar**: Es una entidad sin ánimo de lucro y de ámbito local. Su función principal es la representación

<sup>81</sup> Sistema de Información Oceanográfico de la Región de Murcia-SIOM, es ofrecido por el Servicio de Pesca y Acuicultura y el IMIDA de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Este portal está enfocado a la gestión pesquera y la acuicultura en la Región de Murcia.

Patrón mayor: Jesús A. Gómez Escudero

Teléfono: 968181920 – Fax: 968185181 - [cofradíasanpedrodelpinatar@gmail.com](mailto:cofradíasanpedrodelpinatar@gmail.com)

- **Cartagena:**

Patrón mayor: Bartolomé Navarro Álvarez

Teléfono: 968506430 – Fax: 968500861 - [cofradíasanpedrodelpinatar@gmail.com](mailto:cofradíasanpedrodelpinatar@gmail.com)

- **Mazarrón:**

Patrón mayor: Juan Ballesta López

Teléfono: 968594215 – Fax: 868104051 - [cofradía@pescadoresmazarron.com](mailto:cofradía@pescadoresmazarron.com)

- **Águilas:**

Patrón mayor: Domingo Diaz Ortiz

Teléfono: 968410370 – Fax: 968410209 - [lcp.aguilas@gmail.com](mailto:lcp.aguilas@gmail.com)

Las cofradías se integran en la Federación Nacional de Cofradías de Pescadores. Además, habría que sumar a explotación de la almadraba de La Azohía, recurso que en régimen de concesión explota la empresa Almadraba La Azohía S.A, propiedad de la familia Paredes y las encañizadas del Mar Menor La Torre también se explotan en régimen de concesión. En este caso es la empresa Pescados Albadalejo quien cuenta con la concesión de explotación, recuperando este arte ancestral en el año 1996. Por último, reseñar la presencia en tierra de las “Postas morunas”.

En cuanto a otras entidades representativas cabe destacar:

- El Grupo de Acción Local de Pesca y Acuicultura de la Región de Murcia (GALPEMUR), es una entidad privada sin ánimo de lucro constituida el 28 de julio de 2014. Tiene como objetivo general la colaboración en la gobernanza de su ámbito de actuación, haciendo de interlocutor entre los sectores públicos y privados del sector, así como la parte socioeconómica de los municipios involucrados.

La “Organización de Productores de Pesca”, es una entidad en la que pueden agruparse los productores del sector pesquero y acuícola, constituyendo un mecanismo para la estabilización de los mercados mediante ajustes entre la oferta y la demanda, así como una herramienta para garantizar la renta de los productores del sector. No se observan este tipo de organizaciones ni tampoco otras fórmulas de asociación del sector pesquero que se distinguan de la cofradía de pescadores.

### **8.3.3.2 Reservas marinas**<sup>82</sup>

Constituye una figura de protección pesquera recogida por la Ley 3/2001 de Pesca marítima del Estado (Capítulo III, Título I sobre medidas de protección y regeneración de los recursos pesqueros) cuyo objetivo fundamental es la protección, regeneración y desarrollo de los recursos de interés pesquero para el mantenimiento de pesquerías sostenibles, de forma que los pescadores de la zona puedan preservar su tradicional modo de vida. En la selección de estas áreas se considera su estado de conservación y determinadas características que permitan la mejora de las condiciones de reproducción de las especies de interés pesquero y la supervivencia de sus formas juveniles.

---

<sup>82</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor “Infomar”

En cada reserva marina existe, al menos, una zona de reserva integral, zonas de protección total donde no se autoriza ninguna actividad extractiva; en el resto del área los usos se regulan, permitiéndose principalmente pesca artesanal y buceo. La pesca recreativa está permitida en algunas de ellas, al contrario que la pesca submarina. La investigación científica también se permite, aunque está sujeta a autorización.

En términos generales, la gestión de 12 Reservas Marinas se lleva a cabo mediante el control, seguimiento y divulgación del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), a través de la Secretaría General de Pesca (SGP), bien en régimen de gestión exclusiva (5) o bien mixta con la CCAA correspondiente (7). Se hallan repartidas fundamentalmente entre las aguas de las demarcaciones mediterráneas y canaria. Protegen un total de 103.468 ha, de las cuales 10.507 ha son zonas de Reserva integral en las que no se realiza ningún tipo de uso salvo el científico, sujeto a autorización.

En la Demarcación levantino-balear, 3 reservas marinas son de gestión exclusiva por la SGP: la "Reserva Marina de Masía Blanca", en Cataluña; la "Reserva Marina de las Islas Columbretes", en la Comunidad Valenciana, que lleva aparejada una zona de exclusión a la navegación; y la "Reserva Marina de cabo de Gata-Níjar", en Andalucía, compartida con la demarcación marina vecina, del Estrecho y Alborán. Además, existen también 5 reservas marinas de interés pesquero de gestión mixta entre SGP y CCAA: la "Reserva Marina de la Isla de Tabarca", en la Comunidad Valenciana, las "reservas marinas de Levante de Mallorca-Cala Ratjada y de la isla Dragonera", en las Islas Baleares, y las "reservas marinas de Cabo de Palos-Islas Hormigas y de Cabo Tiñoso", en la Región de Murcia.

Por otra parte, existen también las Reservas Marinas de Interés Pesquero declaradas en aguas interiores, competencia de las CCAA, y declaradas y gestionadas exclusivamente por ellas. De ellas, quince reservas han sido declaradas en las aguas marítimas españolas de la Demarcación levantino-balear: "Reserva Marina del Cabo de San Antonio" y "Reserva Marina de Interés Pesquero Sierra de Irta", en la Comunidad Valenciana; "Reserva Marina de las Illes Medes", "Reserva Marina de Ses Negres" y "Reserva Marina de Cap de Creus", en Cataluña; y las restantes 10 ("Reserva Marina de sa Punta de sa Creu", "Reserva Marina de la costa nordeste de Ibiza-Tagomago", "Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera", "Reserva Marina del Freu de sa Dragonera", "Reserva Marina de la Isla del Toro", "Reserva Marina de las Islas Malgrats", "Reserva Marina Bahía de Palma", "Reserva Marina del Migjorn de Mallorca", "Reserva Marina de la Illa de L'Aire" y "Reserva Marina del Norte de Menorca"), en Baleares.

En síntesis, de todas las reservas marinas presentes en la Demarcación levantino-balear la más cercana a la zona prevista para la instalación de las jaulas se trataría la de "Cabo Tiñoso" que se encontraría a 6,2 km y 5,5 km de las jaulas MU-1.01 y MU-1.02 respectivamente.

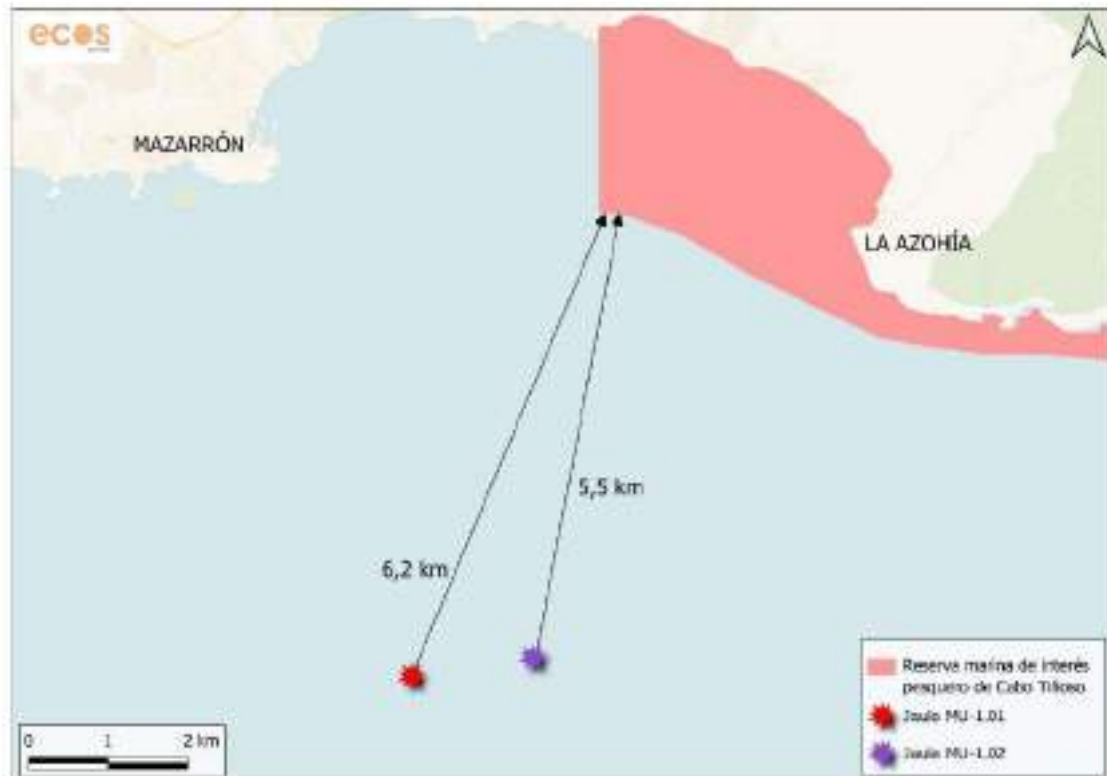


Figura 323. Situación de la "Reserva marina de Cabo Tiñoso" y ubicación de las jaulas

### 8.3.3.3 Arrecifes artificiales<sup>83</sup>

Constituyen otra de las medidas de protección y regeneración de los recursos pesqueros recogida específicamente en la Ley 3/2001 de Pesca marítima del Estado (Capítulo III, Título I sobre medidas de protección y regeneración de los recursos pesqueros). Gran parte de los arrecifes artificiales instalados hoy en día en aguas españolas están destinados a fines pesqueros, relacionados con la preservación e incremento de los recursos pesqueros litorales. Así, tienen una doble función; de protección de ecosistemas frente a pescas ilegales o de producción o atracción de especies de interés pesquero.

Además de los mencionados, los arrecifes tienen una amplia variedad de fines complementarios: contribuyen también a la protección de la costa, al fomento de actividades deportivas o a la recuperación y mejora de la biodiversidad de ecosistemas degradados.

Desde la perspectiva de la protección de los ecosistemas degradados, y en el marco de los Convenios internacionales de protección del medio marino de los que España es parte contratante, OSPAR y Barcelona, se ha optado por definir los arrecifes artificiales de forma idéntica, como: "(...) Una estructura sumergida colocada de manera deliberada sobre el suelo marino para imitar alguna de las características de un arrecife natural. Pueden estar expuestos parcialmente en algunos estados de marea". En ocasiones se ha planteado la instalación de estructuras en el fondo marino con fines diferentes e incluso usando materiales en desuso (como cascos de embarcaciones); ante el riesgo de efectos negativos en el medio, los Convenios Internacionales han elaborado y aprobado Directrices específicas al respecto.

<sup>83</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

Cualquier arrecife artificial, con independencia de su finalidad, tipología y características, debe considerarse una obra marítima que supone una instalación permanente en el fondo marino. Por tanto, implica la ocupación del dominio público marítimo-terrestre. Su instalación queda regulada por la Ley 22/1988 de Costas y por la Ley 41/2010 de Protección del Medio Marino.

El ministerio que ostente las competencias en materia pesquera puede autorizar la instalación de arrecifes artificiales en aguas exteriores, mientras que en los casos en los que los arrecifes ocupen simultáneamente aguas exteriores e interiores, la autorización se realizará conjuntamente por el Ministerio correspondiente y la Comunidad Autónoma titular de las aguas interiores.

En cuanto a la presencia de arrecifes artificiales en la Demarcación levantino-balear, se han instalado un total de 72 arrecifes artificiales, entre los que destacan para la Región de Murcia:

- Bahía de Mazarrón, Cabo Cope - Playa de los Hierros, Cabo de Palos, Cabo de Palos (Mar Menor), El Portús - Isla de las Palomas, Playa de los Hierros - Punta de Calnegre y Punta Parida - Puerto de Águilas.

Los posibles arrecifes artificiales presentes en la bahía de Mazarrón se situarían cerca de la costa muy alejados de la zona de la futura concesión acuícola tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 324. Situación de los arrecifes artificiales frente a la costa de Murcia (fuente: GALPEMUR y elaboración propia)

#### **8.3.3.4 Zona de protección pesquera del mediterráneo**

Esta zona se establece en el mar Mediterráneo como área de protección pesquera, delimitada por una línea imaginaria que, partiendo de Punta Negra-Cabo de Gata (1:36° 43', 35" norte- L:002° 09', 95" oeste), se dirige en dirección 181° (S 001 W) hasta el punto (1:35° 54', 5" norte- L:002° 12', 0" oeste), distante 49 millas náuticas del referido punto de partida, continuando al este hasta la línea equidistante con los países ribereños, trazada de conformidad con el Derecho Internacional, hasta la frontera marítima con Francia.

España tiene derechos soberanos a efectos de la conservación de los recursos marinos vivos, así como para la gestión y control de la actividad pesquera, sin perjuicio de las medidas que sobre protección y conservación de los recursos haya establecido, o pueda establecer, la Unión Europea.



Figura 325. Situación de las jaulas respecto a la zona de protección pesquera del mediterráneo (Fuente: INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el CEDEX)

Se encuentra situada a más de 23 km (12,47 millas náuticas) de la zona de estudio por lo que no se espera ninguna influencia.

#### 8.3.4 Actividad marisquera

Las zonas de producción de moluscos y otros invertebrados vivos en el litoral español aprobadas por las comunidades autónomas se recogieron por primera vez en la Orden de 20 de diciembre de 1993, modificada sucesivamente en diversas ocasiones, siendo su última actualización la realizada por medio de la Orden APM/392/2017, de 21 de abril. Desde la publicación de la última orden, determinadas comunidades autónomas han introducido modificaciones que se recogen en la Orden APA/771/2021, de 7 de julio, por la que se publican las nuevas relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral español. (BOE núm. 170 de 17/07/21), en vigor.

Para la Región de Murcia la normativa nacional en la Orden APA/771/2021 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, recoge 5 zonas de producción de moluscos<sup>84</sup>, para las que se han establecido varios periodos de veda para la pesca de moluscos bivalvos en aguas interiores de la región, siendo el último establecido en 2021 y por plazo de tres años<sup>85</sup>.

Tabla 84. Zonas de producción de moluscos y otros invertebrados de la Región de Murcia

<sup>84</sup> Orden de 29 de mayo de 1998, por la que se establecen y clasifican las zonas de producción de moluscos bivalvos en aguas interiores de la Región de Murcia.

<sup>85</sup> Orden de 7 de julio de 2021, de la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente, por la que se prorroga la veda para la pesca de moluscos bivalvos en aguas interiores de la Región de Murcia establecida por Orden de 16 de junio de 2005.



ZONA	UBICACIÓN	LÍMITES Y COORDENADAS ETRS89	ESPECIE NOMBRE CIENTÍFICO	ESPECIE NOMBRE COMÚN
MUR1/11	Punta Parda-Punta Matalentisco	Zona marítima comprendida entre Punta Parda (37° 22,60' N; 1° 37,40' W) y Punta de Matalentisco (37° 23,20' N; 1° 36,60' W)	<i>Chamelea gallina</i>	Chirla
MUR1/21	Isla Plana-Punta Azohía	Zona marítima entre Isla Plana (37° 34,40' N; 1° 12,50' W) y la Punta de la Azohía (37° 33,20' N; 1° 10,50' W)	<i>Chamelea gallina</i>	Chirla
MUR1/31	Cala Mojarra-Boletes	Zona marítima comprendida entre Cala Mojarra (37° 32,70' N; 01° 6,90' W) y los Boletes (37° 33,870' N; 1° 6,780' W)	<i>Chamelea gallina</i>	Chirla
MUR1/41	Junco Grande-Cala Reona	Zona marítima comprendida entre Junco Grande (37° 35,760' N; 0° 45,880' W) y Cala Reona (37° 37,020' N; 0° 42,820' W)	<i>Chamelea gallina</i>	Chirla
MUR1/51	Encañizadas del Mar Menor	Zona marítima de las encañizadas del Mar Menor	<i>Ruditapes decussatus</i>	Almeja fina

De las 5 zonas, la denominada MUR 1/21, se localiza en el sur de la Región y sería la más cercana respecto al lugar previsto para la instalación de las jaulas, aunque se encuentra muy alejada, 7,7 km (jaula MU 1.01) y 5,5 km (jaula MU 1.02) respetivamente como se puede apreciar en la siguiente figura:

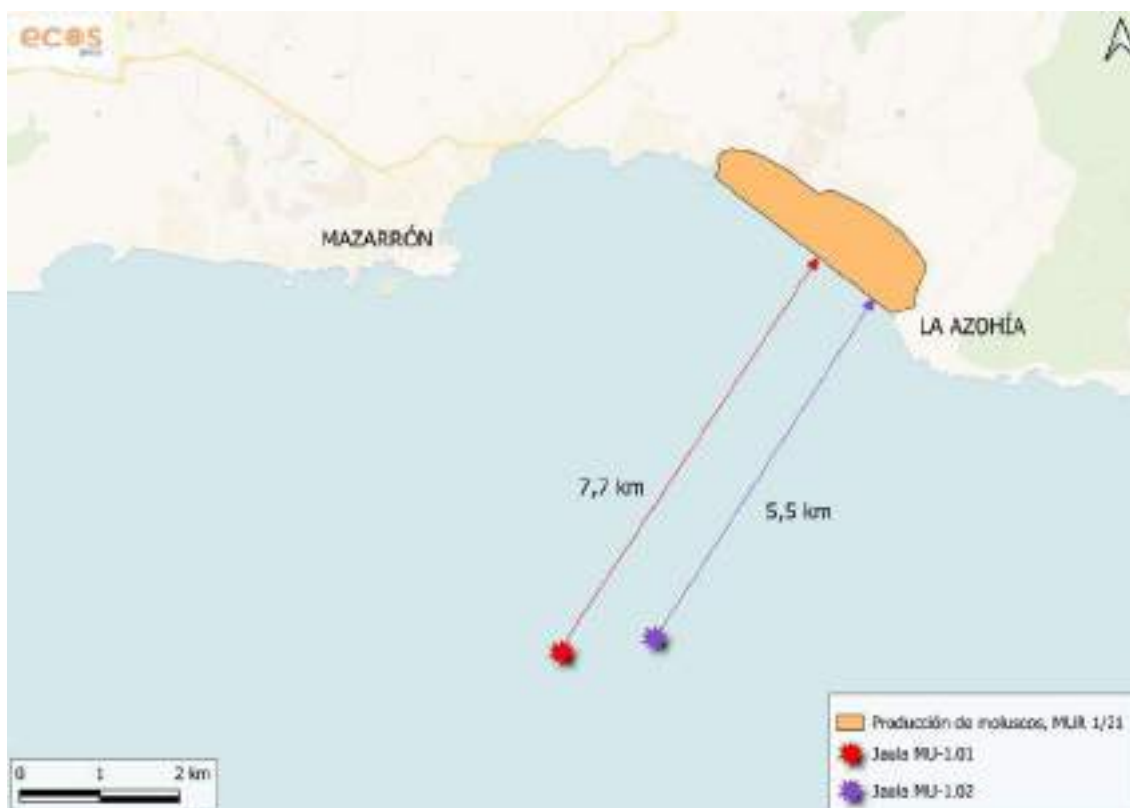


Figura 326. Situación de la zona MUR 1/21 respecto a las jaulas

La información más específica se recoge en el anexo denominado “Estudio de compatibilidad con el sector pesquero” adjunto a este documento de EIA.

### **8.3.5 Navegación marítima**<sup>86</sup>

La legislación al respecto para tener en cuenta en el ámbito nacional es el Texto Refundido de la “Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante” que establece las bases de la administración del sector marítimo y portuario. Corresponden al Ministerio de Fomento y, en particular a su Dirección General de la Marina Mercante, las competencias en materia de ordenación general de la navegación marítima y de la flota civil. No obstante, las competencias relativas a la actividad de la flota pesquera y ordenación del sector pesquero corresponden al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

La Dirección General de la Marina Mercante tiene específicamente atribuidas, entre otras las siguientes competencias:

- Control del tráfico marítimo y del despacho de los buques.
- Instrucciones respecto del auxilio, salvamento, remolque, hallazgos y extracciones marítimas.
- Ejecución y control de la normativa de protección marítima.
- Seguridad de la navegación y salvamento en el mar.
- Participación en la Comisión de Faros u otros instrumentos en materia de señalización marítima.
- Prevención y lucha contra la contaminación marina procedente de buques y plataformas, así como de la limpieza de las aguas marinas.

Cabe señalar que Ley designa a las Capitanías Marítimas como los órganos periféricos de referencia de la Administración Marítima española.

#### **8.3.5.1 Tráfico marítimo**

Por su dimensión internacional, los reglamentos y normas relativos al sector del transporte marítimo se acuerdan, adoptan y aplican a nivel internacional, siendo la “Organización Marítima Internacional (OMI)”, organismo especializado de las Naciones Unidas, la autoridad mundial encargada de establecer un marco normativo para la seguridad, la protección y el comportamiento ambiental del tráfico marítimo aplicable en el ámbito internacional.

En relación con los aspectos de seguridad marítima y de seguimiento y ayuda al tráfico marítimo en las aguas marítimas españolas, y a fin de mejorar y optimizar la seguridad tanto de los buques (incluyendo tripulación, pasaje y mercancía) como del medio ambiente marino, se ha establecido una serie de medidas de organización y control espacial de la navegación marítima. Se trata de los “dispositivos de separación de tráfico (DST)”, que surgieron como medida innovadora a partir del año 1972, cuando la Organización Marítima Internacional (OMI) aprobó el Reglamento Internacional para prevenir los abordajes, y que se halla en vigor desde 1977.

En las aguas marinas españolas, 7 DST ordenan el tráfico marítimo: cabo Finisterre, estrecho de Gibraltar, cabo de Gata, cabo Palos, cabo La Nao, y Canarias (DST oriental, entre Gran Canaria y Fuerteventura y DST occidental, entre Gran Canaria y Tenerife).

---

<sup>86</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor “Infomar”

Igualmente, la OMI contempla la posibilidad de declarar otras tipologías de zonas marinas con ordenación del tráfico marítimo, como son:

- Zonas especiales: en virtud del Convenio MARPOL<sup>87</sup>, donde se establecen medidas de protección específicas (condiciones de descarga más estrictas).

En sus Anexos I, II, IV y V el Convenio MARPOL define determinadas zonas como "zonas especiales" respecto de las cuales, por razones técnicas en relación con sus condiciones oceanográficas y ecológicas y por el tráfico marítimo de la zona, se hace necesario adoptar procedimientos especiales obligatorios para prevenir la contaminación del mar. El Convenio establece que estas zonas especiales cuenten con un nivel de protección superior al de otras zonas marinas.

En España, el Mediterráneo es una zona especial respecto a los Anexos I y V.

- Zonas marinas especialmente sensibles (ZMES): que requieren una protección especial, de acuerdo con las medidas que adopte la OMI, por su importancia ecológica, socioeconómica o científica reconocidas, o que puede ser vulnerable a los daños resultantes de las actividades marítimas internacionales. Cabe señalar que los criterios para determinar zonas marinas especialmente sensibles y los criterios para designar zonas especiales no son mutuamente excluyentes.

En España, dos zonas han sido declaradas zonas marinas especialmente sensibles: la ZMES Canarias y la ZMES de "Aguas Occidentales Europeas". En ambas se regula el tráfico marítimo mediante DST.

- Áreas que se deben evitar: en las que, por su sensibilidad ecológica, la navegación es particularmente peligrosa, o en las que es excepcionalmente importante evitar siniestros y, por lo tanto, deberían ser evitadas por todos o por determinadas clases de buques. Consecuentemente, se establece una restricción del tráfico marítimo.

En España, se han declarado un total de cinco zonas a evitar en la ZMES Canarias.

En las aguas marítimas españolas, el control y supervisión del tráfico recae en la entidad pública empresarial Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), adscrita a la Secretaría General de Transportes y Movilidad y dependiente de la DG de la Marina Mercante.

El control y supervisión del tráfico marítimo se lleva a cabo desde los Centros de Coordinación de Salvamento Marítimo, ubicados por toda la costa española, tanto en los DST (zonas de control en puntos de gran tráfico marítimo) como en los puertos en los que se lleva a cabo también dicho servicio. En aquellos puertos en los que se ubica un Centro de Coordinación, se suelen realizar labores de identificación de los buques a la entrada y salida del ámbito portuario, así como en sus aproximaciones. Los puertos, tanto por la concentración mayor o menor de tráfico que generan, como por determinados riesgos a la navegación que pueden existir en sus inmediaciones, constituyen áreas de especial consideración.

En determinados DST se ha previsto la obligatoriedad de que los buques notifiquen a los Centros de Coordinación su posición a su paso por determinados puntos. Existen sistemas de notificación obligatoria en el DST de Finisterre y en el de Tarifa (estrecho de Gibraltar). En el DST de cabo de Gata existe un sistema de notificación voluntaria. Hoy

---

<sup>87</sup> "Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques", adoptado por la OMI en 1973, también conocido como MARPOL y enmendado por los Protocolos de 1978 y 1997.

en día, el DST que registra un mayor tráfico es el de Tarifa, seguido por Finisterre y cabo de Gata.

En lo que concierne específicamente a la Demarcación levantino-balear, existen dos DST que regulan el tráfico a la altura de cabo de Palos y cabo de la Nao.

Por su localización esta demarcación marina sirve de paso a aquellos buques que siguen las rutas de navegación que comunican el océano Atlántico con la Costa Azul, donde destaca el puerto de Marsella, así como con la costa tirrena italiana (Genova, Livorno, La Spezia, entre otros), en su ruta por el Mediterráneo. Muestra densidades elevadas de buques en varios puntos: en el entorno de los puertos (principalmente Barcelona, Valencia y Tarragona), en la ruta que une Ibiza con Formentera, sobre la plataforma continental (debido a los buques pesqueros) y en el corredor que une estos puertos con el océano Atlántico, regulado por los DST Cabo de la Nao y Cabo de Palos. Ambos DST se localizan en las aguas meridionales de la demarcación, mientras que la zona septentrional, donde se registran los intensos flujos de tráfico relacionados con los puertos citados, no cuenta hoy en día con ninguna medida de ordenación del tráfico.

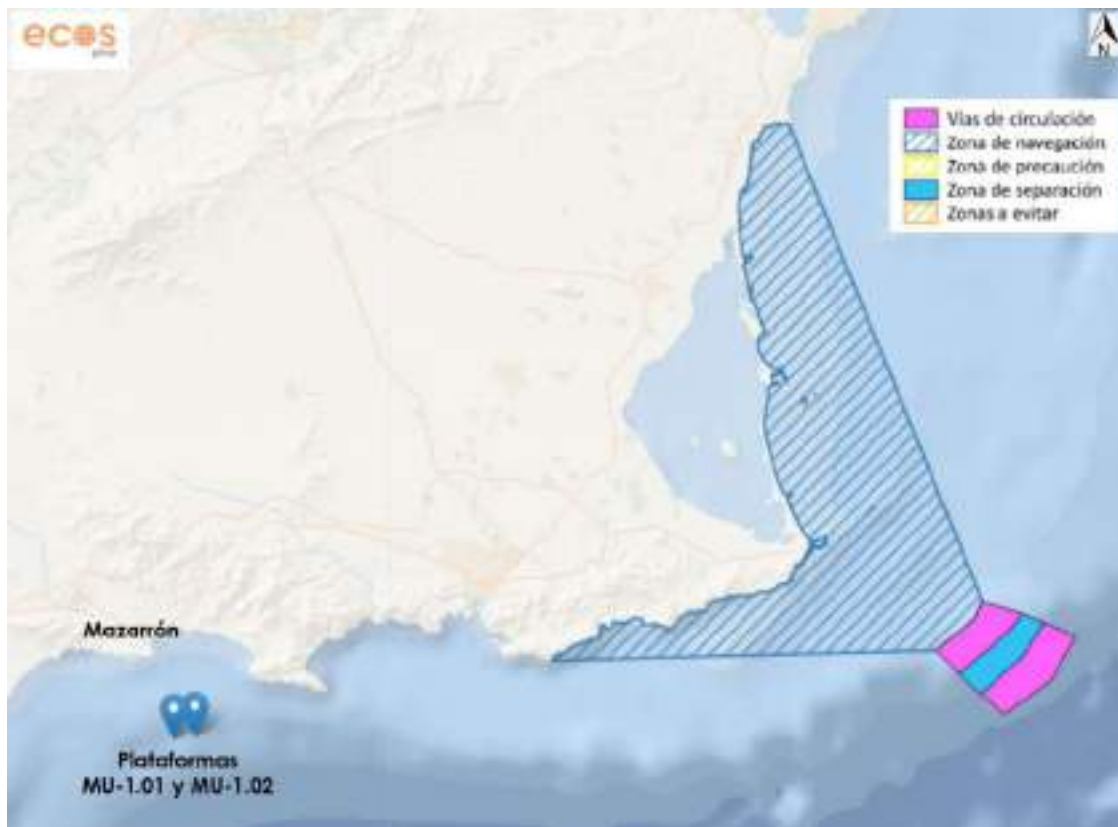


Figura 327. Ubicación de las plataformas respecto a "DST Cabo de Palos" (Fuente, INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el CEDEX)

La futura concesión acuícola objeto de este estudio se encontraría muy alejada del DST de Cabo de Palos.

### 8.3.5.2 Densidad de buques

La implantación del Sistema AIS en gran parte de los buques, con la cobertura de toda la costa española, permite realizar su seguimiento de forma continua y automatizada. El sistema AIS envía por radio VHF la información de la posición del buque, su velocidad y su identificación, entre otras informaciones. Estos sistemas son de gran

utilidad en emergencias de Búsqueda y Salvamento (SAR) y así como en cualquier otro tipo de accidentes donde no sólo ayudan a la inmediata identificación del buque en peligro, sino que también proveen un continuo seguimiento de las unidades aeromárítimas de respuesta a estos eventos.

En este título se hará un análisis y evaluación de la densidad del tráfico marítimo en la zona de influencia de la futura instalación acuícola en base a la información obtenida en las principales páginas Webs de seguimiento del tráfico marítimo (Marinetraffic, VesselFinder y Marinevesseltraffic, etc.).

La densidad de tráfico marítimo (medido en routes/0.08 km<sup>2</sup>/year, la escala se sitúa en el rango 1 y 279k+) a gran escala durante los años 2021 y 2022 frente a la Región de Murcia es bastante alta según se muestra en la siguiente figura debido al tráfico de embarcaciones de todo tipo (buques de carga, petroleros, graneleros, tanqueros, etc.) en su camino hacia o desde el "estrecho de Gibraltar" principalmente, además del tráfico asociado a los Puertos de Cartagena y Mazarrón.

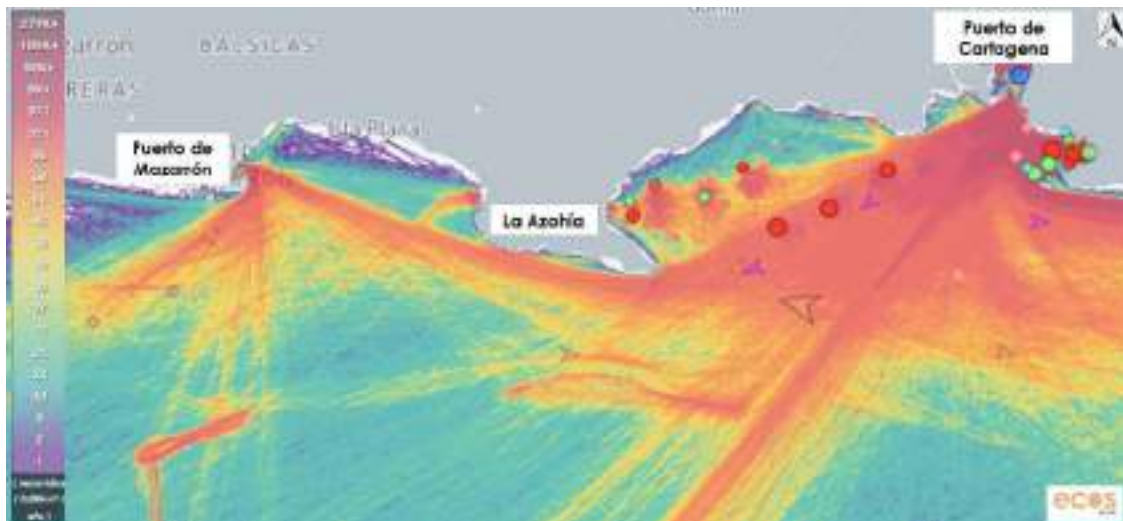


Figura 328. Mapa general de densidad de tráfico marítimo en 2021 y 2022 (Fuente: Marinetraffic)

Una vez obtenida una perspectiva general del tema nos acercamos a nuestra zona de estudio para realizar un análisis a pequeña escala, de esta forma obtendremos una visión más detallada de la posible influencia de la instalación acuícola sobre el tráfico marítimo. En las siguientes figuras se muestran los mapas de la densidad el tráfico marítimo en 2021, 2022 y la suma del tráfico en los años 2021 y 2022. El análisis de las imágenes permite observar:

1. Puerto de Cartagena: Existe una densidad alta de tráfico marítimo asociado a diferentes tipos de buques. Cabe destacar una alta especialización en "graneles líquidos"
2. Puerto de Mazarrón: Existe una densidad alta de tráfico marítimo asociado a diferentes tipos de buques pesqueros y recreativos principalmente.

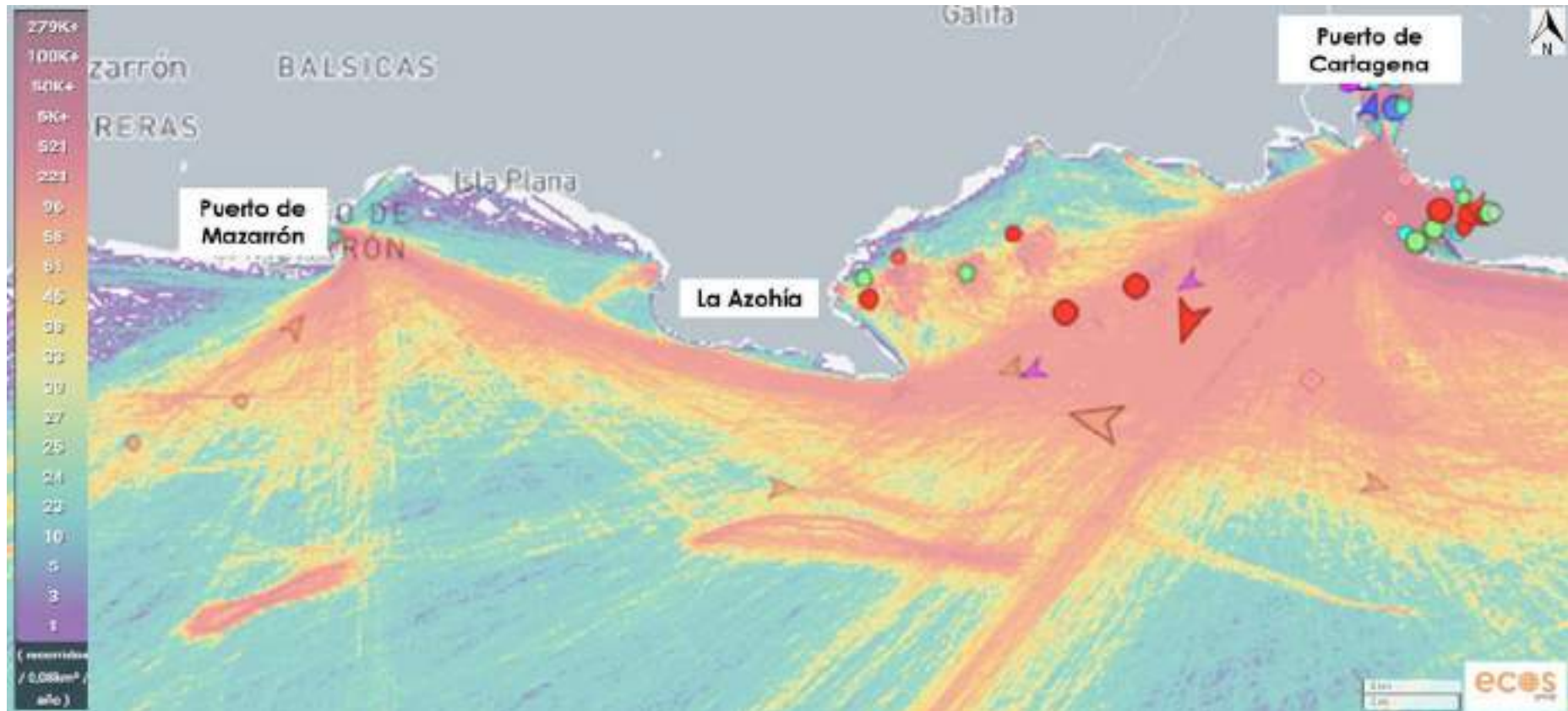


Figura 329. Mapa de densidad de tráfico marítimo en 2021 (Fuente: Marinetráfico)

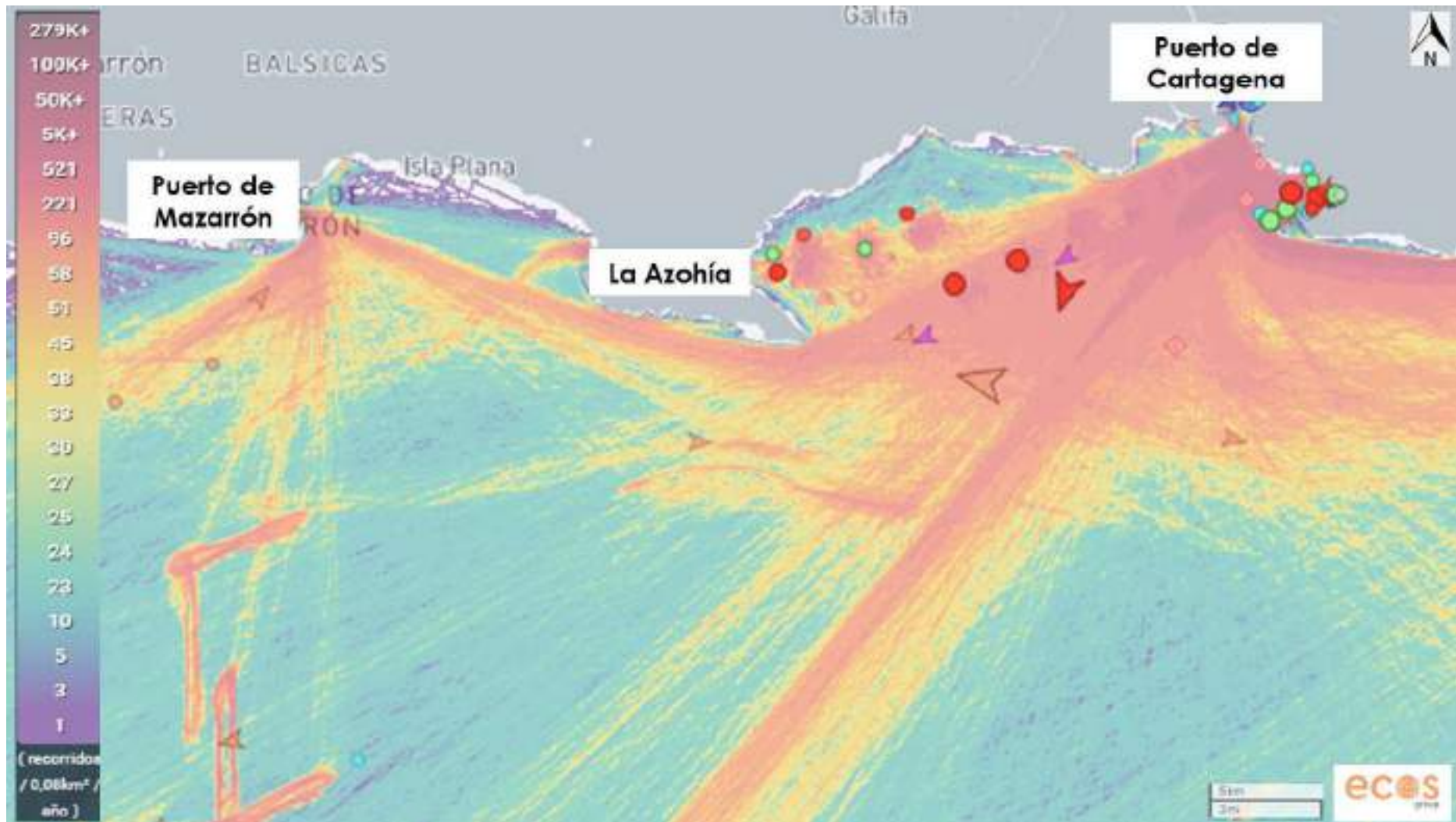


Figura 330. Mapa de densidad de tráfico marítimo en 2022 (Fuente: Marinetractic)

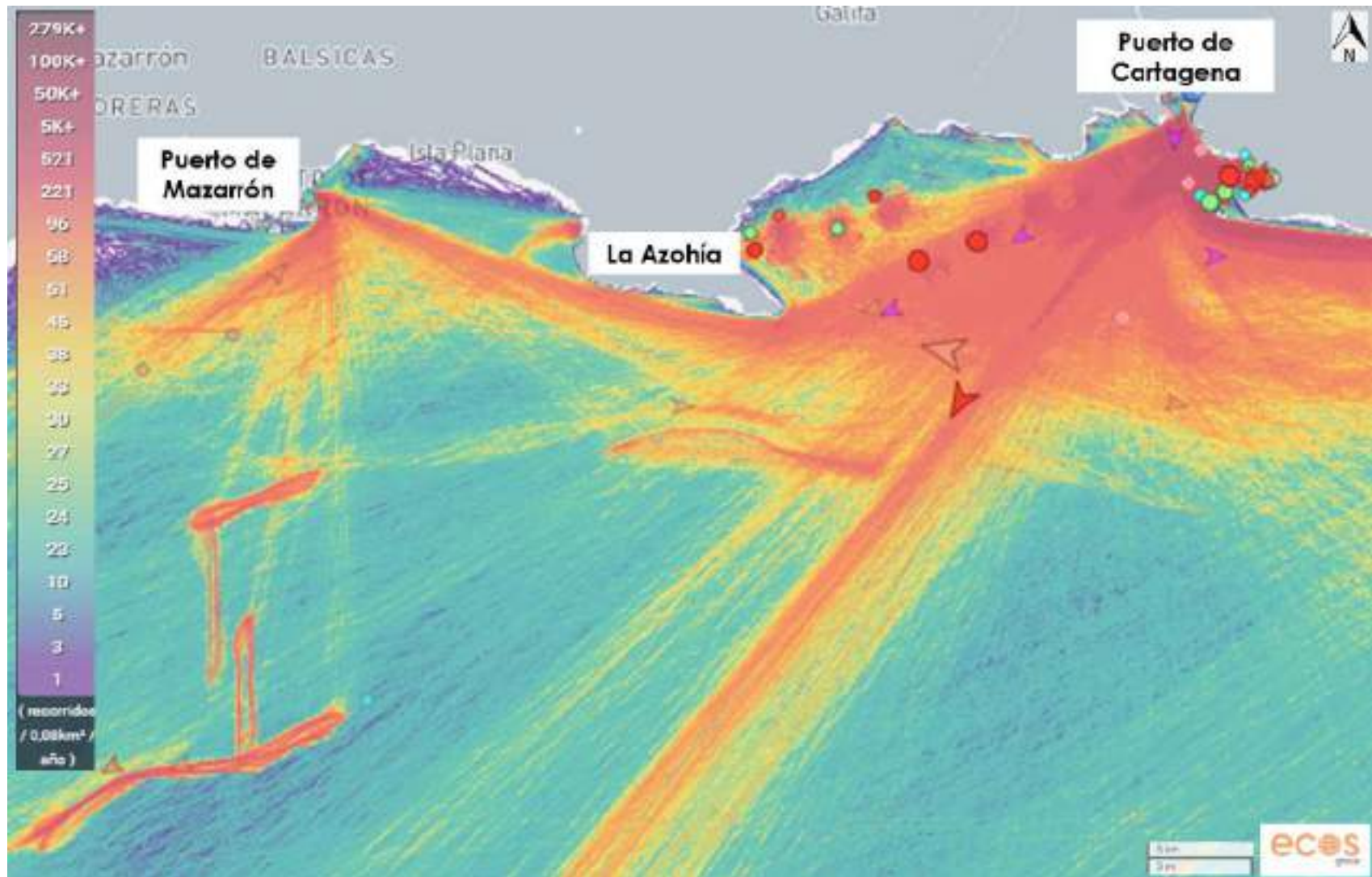


Figura 331. Mapa de densidad de tráfico marítimo en 2021 y 2022 (Fuente: Marinetráfico)



Una vez realizado el análisis del tráfico marítimo a escala local, situaremos la zona de estudio donde irán colocadas las jaulas:

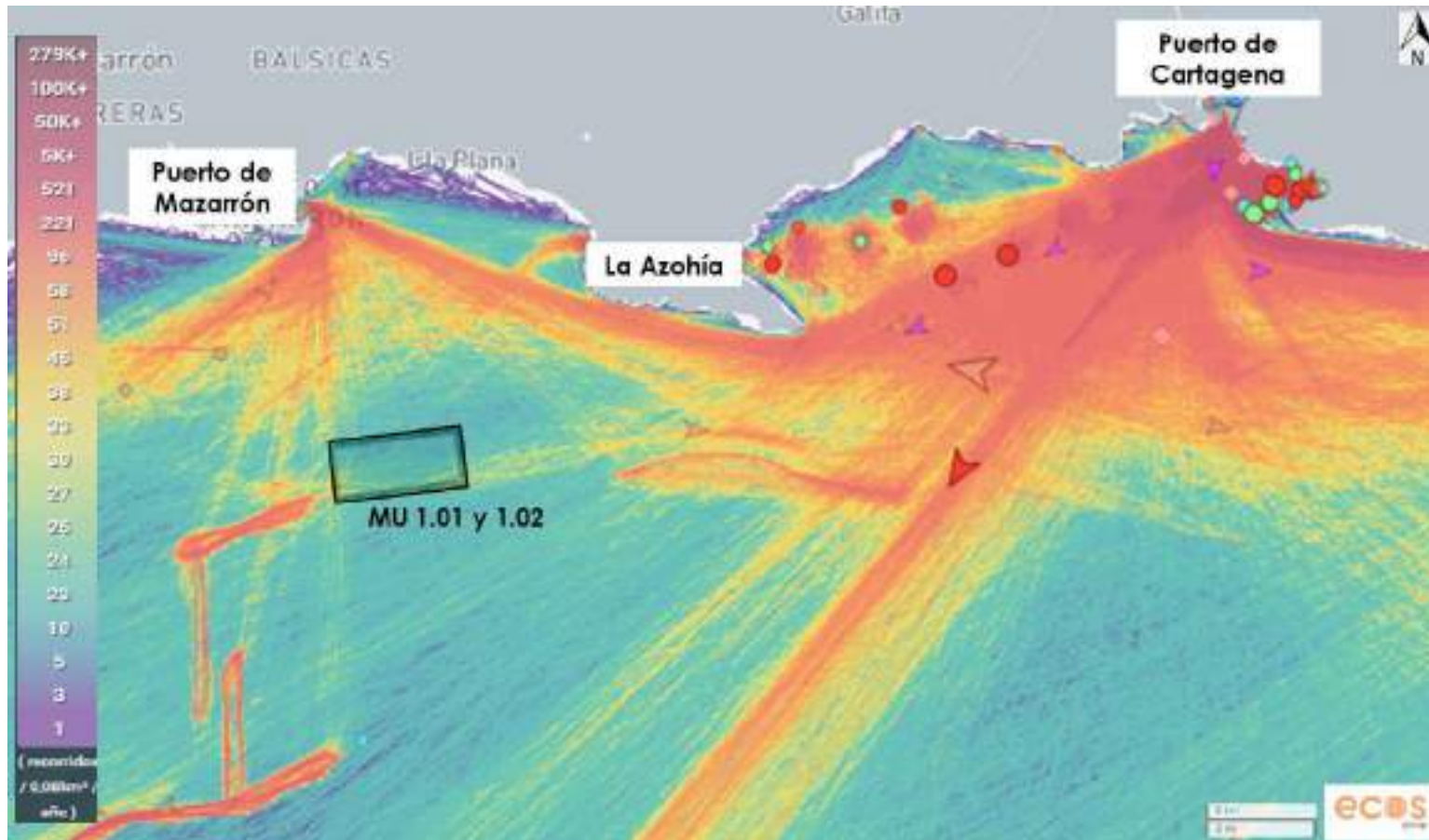


Figura 332. Zona de ubicación de las jaulas y densidad de tráfico marítimo en el periodo 2021-2022 (Fuente: Marinetráfico)

En conclusión, como se puede apreciar en la figura anterior, la zona de estudio está situada lejos de las principales rutas de tráfico marítimo considerando el tráfico más habitual cercano asociado posiblemente a buques de pesca y recreo.

### 8.3.5.3 Actividad portuaria<sup>88</sup>

El Sistema Portuario español de titularidad estatal está integrado por 46 puertos de interés general, gestionados por 28 autoridades portuarias. La coordinación y control de eficiencia de las autoridades portuarias corresponde al Organismo Público Puertos del Estado, órgano también dependiente del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Puertos del Estado ejecuta la política portuaria del Gobierno, y lleva a cabo la coordinación y el control de la eficiencia del sistema portuario de titularidad estatal, la coordinación general con los diferentes órganos de la Administración General del Estado que establecen controles en los espacios portuarios, y la planificación, coordinación y control de Salvamento y Seguridad Marítimos.

Los puertos de interés general forman parte del dominio público marítimo-terrestre (DPMT) e integran el dominio público portuario (DPP).

Los puertos de competencia autonómica son espacios de dominio público marítimo-terrestre necesarios para que las comunidades autónomas ejerzan sus competencias estatutarias en materia de puertos y son objeto de adscripción por la Administración General del Estado (AGE) a estas. Dentro de estos puertos se engloban puertos marítimos que no han sido declarados de interés general, puertos deportivos y zonas portuarias de uso náutico-deportivo, marinas y puertos pesqueros.

En el ámbito de la Demarcación levantino-balear, los órganos gestores del DPMT de gestión portuaria autonómica de Andalucía, de las Islas Baleares y de Cataluña (Agencia Pública de Puertos de Andalucía, Ports de les Illes Balears -Ports IB- y Ports de la Generalitat de Catalunya, respectivamente) gestionan un total de 114 puertos. No se dispone de datos del número de puertos gestionados por la Dirección General de Movilidad y Litoral de la Región de Murcia y la Dirección General de Puertos, Aeropuertos y Costas de la Generalitat Valenciana.

En la Demarcación Levantino-Balear se sitúan 7 Autoridades Portuarias y 14 Puertos de Interés General:

3. Autoridad Portuaria de Barcelona: Puerto de Barcelona.
4. Autoridad Portuaria de Tarragona: Puerto de Tarragona.
5. Autoridad Portuaria de Alicante: Puerto de Alicante.
6. Autoridad Portuaria de Castellón: Puerto de Castellón.
7. Autoridad Portuaria de Cartagena: Puerto de Cartagena, Puerto de Escombreras.
8. Autoridad Portuaria de Valencia: Puerto de Gandía, Puerto de Sagunto, Puerto de Valencia.
9. Autoridad Portuaria de Baleares: Puerto de Alcudía, Puerto de Eivissa, Puerto de La Savina, Puerto de Mahón, Puerto de Palma de Mallorca.

En el ámbito de la planificación y gestión del espacio portuario de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, se destaca Ley 3/1996, de 16 de Mayo, de Puertos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y la Ley 3/2017, de 14 de febrero,

---

<sup>88</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear, visor "Infomar", [https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=37290&IDTIPO=100&RASTRO=c394\\$m8860,958](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=37290&IDTIPO=100&RASTRO=c394$m8860,958)  
1

por la que se Modifica la Ley 3/1996, de 16 de mayo, de Puertos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Son puertos autonómicos los siguientes:

- 1) En Águilas, Puerto pesquero-deportivo, Puerto deportivo y Puerto deportivo Playa de Poniente "Casica Verde".
- 2) En Mazarrón, Puerto deportivo y Dársena deportiva.
- 3) En Cartagena, Puerto deportivo y Dársena de yates.
- 4) En Cabo de Palos, Puerto deportivo.
- 5) En La Manga del Mar Menor, Puerto deportivo Tomás Maestre, Puerto deportivo Dos Mares, Puerto deportivo La Manga.
- 6) Puerto deportivo Mar de Cristal.
- 7) Puerto deportivo Islas Menores.
- 8) Puerto deportivo Los Nietos.
- 9) Puerto deportivo Los Urrutias.
- 10) Puerto deportivo Los Alcázares.
- 11) Embarcadero fondeadero La Ribera.
- 12) Puerto deportivo de Lo Pagán.
- 13) En San Pedro del Pinatar, Puerto deportivo y Dársena deportiva "Marina de Las Salinas".

Los puertos más cercanos al área de estudio son<sup>89</sup>:

1. Puerto deportivo de Mazarrón: Está situado en el municipio de Mazarrón, a una distancia de 17,3 millas de la dársena deportiva de Águilas, a 0,7 millas del Puerto de Mazarrón y a 15,8 millas del puerto de Cartagena (coordenadas Latitud: 37° 33' 30,0" N y Longitud: 01° 16' 24,00" W). Se encuentra en la parte oriental del Cabezo de la Reya, de donde arranca un dique en forma de L invertida cuyo lado menor está orientado al Sureste, y cuyo lado mayor está orientado al Nordeste. Este dique y un muelle de costa, paralelo al lado mayor del dique, conforman la dársena del puerto. El puerto consta de un pantalán y muelles. Dispone de 200 amarres, con una eslora máxima de 20 metros y un calado de 3,50 en la bocana y de 1,5 metros en la dársena, en una superficie abrigada de 14.927 m<sup>2</sup>. Se trata de un Puerto considerado como de competencia autonómica. Situado a 3,77 millas náuticas (7,0 kilómetros) aproximadamente del área de estudio.
2. Dársena deportiva del puerto pesquero-deportivo de Mazarrón (Área interna del Puerto): El puerto ocupa el extremo occidental de la ensenada y consiste en una pequeña concha limitada al S por el citado cabezo del Puerto y al N por la punta del Rigüete. Se interna unos 400 m hacia el W. Sus orillas se hallan enmarcadas por las construcciones del poblado que se extiende hacia el W por todas las orillas de las playas citadas anteriormente hasta las proximidades del cabezo del Castelar, formando colonias veraniegas de chalets y hoteles para el turismo (coordenadas

---

<sup>89</sup> Consejería de Obras Públicas y Transportes, Puertos deportivos de la Región de Murcia y Datos Marine Traffic 05/2024

Latitud: 37° 34' 0.00" N y Longitud: 01° 15' 42.00" W). Esta instalación dispone de 331 amarres, con una eslora máxima de 30 metros y un calado de 3,00 metros, en una superficie abrigada de unos 35.000 m<sup>2</sup>. Se trata de un Puerto considerado como de competencia autonómica. Situado a 3,77 millas náuticas (7,0 kilómetros) aproximadamente del área de estudio.



Figura 333. Localización de los puertos en la localidad de mazarrón (Fuente INFOMAR; Primer ciclo de OEM, Información proporcionada por el CEDEX)

La distancia desde las jaulas al puerto pesquero-deportivo de Mazarrón se muestra en la siguiente figura



Figura 334. Localización de las jaulas respecto al puerto pesquero-deportivo de Mazarrón

Además, en cuanto a la posible planificación futura de proyectos relacionados con el desarrollo de las actividades portuarias (“Previsión de ampliación/reducción de dominio público portuario estatal” o “Previsión futura de dominio público marítimo-terrestre de gestión portuaria autonómica”), no se ha encontrado información al respecto en la zona prevista para la ubicación de las jaulas por lo tanto no existiría posible afección.

### **8.3.6 Suministro, abastecimiento y desalación de aguas<sup>90</sup>**

La actividad mayoritaria en las demarcaciones marinas españolas, en relación con el número de instalaciones extractivas, es la de desalación de agua de mar para obtener agua dulce principalmente para abastecimiento y, en menor medida, para riego en agricultura.

La desalación del agua de mar produce un residuo, “las aguas de rechazo”, que son también denominadas “salmueras”. Son aguas de elevada salinidad, que alcanzan entre 1,6 y 2,5 veces la salinidad del agua de mar, dependiendo del rendimiento de la instalación.

El aporte de “salmueras” al medio marino procedente de las estaciones desaladoras constituye una presión puntual perfectamente definida y localizada, y que puede ser perjudicial para los ecosistemas bentónicos. En todo caso resultan altamente perjudiciales para los organismos fijos, como las praderas de fanerógamas marinas, y en especial las praderas de *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*.

Cabe destacar que las praderas de fanerógamas juegan un rol clave en el funcionamiento y la preservación de los ecosistemas, puesto que asociados a ellas existe una alta diversidad biológica. Las praderas de fanerógamas proporcionan zonas de cría, alimentación y refugio a muchas comunidades de organismos (peces, moluscos, etc.). Por otro lado, contribuyen a la mejora de la calidad del agua y actúan como un elemento de protección contra la erosión costera.

Los vertidos de salmueras procedentes de las estaciones desaladoras son vertidos de aguas hiperdensas e hipersalinas que al entrar en el medio marino tienden a hundirse debido a su mayor densidad. Si el sistema de vertido no es el adecuado (el óptimo se corresponde con un vertido submarino mediante tramo difusor, con varias bocas difusoras orientadas hacia la superficie) la dilución en el campo cercano es muy pequeña, produciéndose una capa de mezcla de mayor densidad y salinidad que el agua de mar. Esta capa hiperdensa tapiza el fondo y evoluciona lentamente por gravedad hacia mayores profundidades. Si en su recorrido la capa de mezcla hiperdensa interacciona con praderas de fanerógamas, puede generar efectos muy negativos, puesto que a partir de salinidades superiores a ciertos umbrales pueden quedar afectados el crecimiento y el desarrollo de las mencionadas praderas.

En la Demarcación levantino-balear, durante el año 2015, el vertido al mar de las aguas de rechazo de las estaciones desaladoras de agua de mar, estimados a partir de la capacidad de producción nominal de las mismas, fue de unos 341 Hm<sup>3</sup>. Las CCAA de Valencia y Murcia (que comparten de manera importante la cuenca hidrográfica del Segura) son las que presentan más del 50% de los caudales de vertido computados, seguidas por Cataluña.

---

<sup>90</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor “Infomar”

El área objeto de estudio no afectará a ninguna de las siguientes zonas respecto al suministro, abastecimiento y desalación de aguas:

- Puntos de muestreo de captaciones de agua asociadas a desaladoras: el punto más próximo localizado en la costa de la Región de Murcia que se analizará está muy alejado de la zona de estudio prevista para la ubicación de las plataformas:
  - 1) Situado cerca de "El Mojón" (coordenadas UTM 4160431.18 N; 656876.30 E): se trata de un punto de muestreo de captaciones de agua asociadas a desaladoras con categoría "superficial costera" y tipo de captación "costera/mar/puerto". Se encuentra a 4,40 millas náuticas (8,15 km) de la jaula MU 1.01 y 4,24 millas náuticas (7,86 km) de la jaula MU 1.02, por lo tanto, no se verá afectado.



Figura 335. Ubicación de las jaulas respecto al "Punto de muestreo de captación de agua asociadas a desaladoras" (Fuente, INFOMAR)

- Captaciones de desaladoras: En España existen 110 desaladoras en funcionamiento que, en su conjunto, extraen unos caudales anuales de 988 Hm<sup>3</sup> en las aguas marinas españolas. En la Demarcación levantino-balear, durante el año 2015, el vertido al mar de las aguas de rechazo de las estaciones desaladoras de agua de mar, estimados a partir de la capacidad de producción nominal de las mismas, fue de unos 341 Hm<sup>3</sup>. Las CCAA de Valencia y Murcia (que comparten de manera importante la cuenca hidrográfica del Segura) son las que presentan más del 50% de los caudales de vertido computados, seguidas por Cataluña. En síntesis, el sector de la desalación tiene especial relevancia en la Demarcación levantino-balear, donde abundan estaciones desaladoras que suponen una elevada captación de agua de mar para uso doméstico y agrícola, fundamentalmente, y donde los vertidos de aguas de rechazo pueden provocar una interacción con otros sectores, principalmente por su posible afección a las praderas de fanerógamas marinas.

Existe algún punto de este tipo en el litoral sur de la Región de Murcia alejado de la zona de estudio prevista para la ubicación de las plataformas. El más cercano presenta las siguientes características:

- 1) Situado en el mar frente al punto de costa denominado "Cabezo el Mojón" en las coordenadas UTM 4159266.98 N; 656593.06 E: forma parte del complejo "Valdelentisco" se encuentra a 3,67 millas náuticas (6,80 km) de la jaula MU 1.01 y 3,54 millas náuticas (6,55 km) de la jaula MU 1.02 y por lo tanto no se verá afectado.



Figura 336. Ubicación de las jaulas respecto al "Punto de Captación de desaladoras" (Fuente, INFOMAR)

- Puntos de vertido al mar de aguas de rechazo de desaladoras: existen un total de 68 vertidos puntuales de aguas de rechazo de desaladoras en las aguas marinas españolas, lo que se traduce en un volumen total de 520 Hm<sup>3</sup> de caudales anuales vertidos al medio marino. En la Demarcación levantino-balear, los caudales de aguas de rechazo vertidas al mar por las desaladoras, se estima que ascenderían a 341 Hm<sup>3</sup>/año, calculados a partir de la capacidad máxima de diseño. La Comunidad Valenciana y Región de Murcia reúnen más de un 50 % de los anteriores caudales de vertido, junto con Cataluña, donde se encuentra una de las desaladoras de mayor capacidad en Europa, la desaladora de Llobregat.

El punto más próximo localizado en la costa sur de la Región de Murcia que se analizará está muy alejado de la zona de estudio prevista para la ubicación de las plataformas y coincide con el punto de "Captaciones de desaladoras" analizado anteriormente:

- 1) Situado en el mar frente al punto de costa denominado "Cabezo el Mojón" en las coordenadas UTM 4159266.98 N; 656593.06 E: forma parte del complejo "Valdelentisco" se encuentra a 3,67 millas náuticas (6,80 km) de la jaula MU 1.01 y 3,54 millas náuticas (6,55 km) de la jaula MU 1.02 y por lo tanto no se verá afectado (ver figura anterior).

### 8.3.7 Saneamiento, depuración y calidad de aguas de baño<sup>91</sup>

Las aguas marinas son las receptoras finales tanto de vertidos directos como de los que, de forma indirecta, llegan a través de los ríos y otros cursos fluviales intermitentes. Los contaminantes presentes en estos vertidos pueden afectar a los ecosistemas marinos; en el caso de los vertidos de aguas residuales urbanas, el elevado contenido en materia orgánica –entre otros compuestos- puede tener un impacto significativo sobre la calidad de las aguas de baño.

El saneamiento y depuración en España es competencia municipal, aunque desde la Administración General del Estado se pueden acometer actuaciones en ciertos casos, cuando estas han sido declaradas obras de interés general.

El número de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) en España, según datos del MITECO, asciende a 2.950, con una capacidad de depuración superior a los 4.000 Hm<sup>3</sup>/año. En la actualidad, se depura el 80% del agua residual que producen los núcleos de población y sus industrias.

El área objeto de estudio no afectará a ninguna de las siguientes zonas respecto al saneamiento, depuración y calidad de aguas de baño:

- Aglomeraciones urbanas de provincias costeras: la Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas y los plazos para su aplicación en función del tamaño de las aglomeraciones urbanas. Además, el "Plan DSEAR (Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización)" sienta las bases para fijar los criterios generales (económicos, sociales y ambientales) que permitan priorizar y estudiar la viabilidad de medidas y actuaciones en depuración y saneamiento en los planes hidrológicos de cuenca.

Considerando los "habitantes equivalentes<sup>92</sup>" existe un punto ubicado en la localidad de Mazarrón tierra adentro (se encuentra en la categoría de habitantes equivalentes 15.001-150.000). Se encuentra a 6,56 millas náuticas (12,14 km) de la jaula MU 1.01 y 6,94 millas náuticas (12,85 km) de la jaula MU 1.02 y por lo tanto no se verá afectado tal y como se muestra en la siguiente figura:

---

<sup>91</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

<sup>92</sup> Habitante Equivalente: es la carga orgánica biodegradable con una demanda biológica de oxígeno de 5 días (DBO<sub>5</sub>) de 60 g O<sub>2</sub>/día (artículo 2. d, del Real Decreto-Ley 11/1995).





Figura 337. Ubicación de las jaulas respecto a las “Aglomeraciones urbanas de provincias costeras” (Fuente, INFOMAR)

- Estaciones de depuración de aguas residuales en aglomeraciones costeras: el número de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) en España, según datos del MITERD, asciende a 2.950, con una capacidad de depuración superior a los 4.000 Hm<sup>3</sup>/año. En la actualidad, se depura el 80% del agua residual que producen los núcleos de población y sus industrias.

Existe un punto ubicado en la localidad de Mazarrón tierra adentro. Se encuentra a 5,14 millas náuticas (9,52 km) de la jaula MU 1.01 y 5,50 millas náuticas (10,19 km) de la jaula MU 1.02 y por lo tanto no se verá afectado tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 338. Ubicación de las jaulas respecto a las “Estaciones de depuración de aguas residuales en aglomeraciones costeras” (Fuente, INFOMAR)

- Puntos de vertido de depuradoras en aglomeraciones costeras: El Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas que transpone lo establecido en la Directiva 91/271/CEE relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, considera en su Anexo II que un medio acuático es zona sensible si puede incluirse en uno de los siguientes grupos:
  - Lagos, lagunas, embalses, estuarios y aguas marítimas que sean eutróficos o que podrían llegar a ser eutróficos en un futuro próximo si no se adoptan medidas de protección.
  - Aguas continentales superficiales destinadas a la obtención de agua potable que podrían contener una concentración de nitratos superior a 50 mg/l NO<sub>3</sub>-.
  - Masas de agua en las que sea necesario un tratamiento adicional al tratamiento secundario establecido en el art. 5 del Real Decreto-ley y en dicho Real Decreto 509/1996 para cumplir lo establecido en la normativa comunitaria.

La normativa de aguas residuales urbanas impone la obligación de someter a tratamiento más riguroso que el secundario que permita la eliminación de nutrientes (Nitrógeno o Fósforo totales) a todos aquellos vertidos de aguas residuales urbanas procedentes de aglomeraciones urbanas de más de 10.000 habitantes equivalentes que se produzcan en zonas sensibles o sus áreas de captación.

Además de los vertidos de aguas residuales urbanas, también los vertidos de carácter industrial pueden tener un impacto significativo en la calidad de las aguas marinas y sobre los ecosistemas. Las CCAA tienen la competencia en la autorización de los vertidos desde tierra al mar, para los que se establecen límites de emisión de los distintos contaminantes, que deben estar en consonancia con el cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos en los planes hidrológicos de cuenca (en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua) y por las Estrategias Marinas.

El punto más próximo localizado en la costa sur de la Región de Murcia que se analizará está muy alejado de la zona de estudio prevista para la ubicación de las plataformas y está muy próximo respecto al punto de "Estaciones de depuración de aguas residuales en aglomeraciones costeras" analizado anteriormente. Se encuentra a 5,14 millas náuticas (9,52 km) de la jaula MU 1.01 y 5,50 millas náuticas (10,19 km) de la jaula MU 1.02 y por lo tanto no se verá afectado (ver figura anterior).

- Complejos PRTR que vierten al litoral, 2017: El Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (Registro PRTR) incluye información de vertidos desde tierra producidos por instalaciones que superan los umbrales que se especifican en el "Real Decreto 508/2007, que regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas", y sus modificaciones posteriores. La información que se ofrece no es, por tanto, exhaustiva, sino que tiene en cuenta las instalaciones de mayor entidad.

La ubicación de las instalaciones que reportaron a este registro en 2017 y que vierten directamente al litoral indicarían que no existen puntos próximos al lugar previsto para la ubicación de las jaulas.

- Zona sensible: estas zonas fueron aprobadas en la Resolución de 6 de febrero de 2019, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se declaran las zonas sensibles en las cuencas intercomunitarias y el resto de las zonas sensibles en aguas costeras y de transición declaradas por las CCAA.

Al margen de las zonas sensibles de agua dulce, el resto de las zonas sensibles suelen localizarse o bien en aguas de transición y marismas, o en lagunas costeras.

Las zonas sensibles en la demarcación que se sitúan parcialmente en la costa (fuera de aguas de transición) son el Delta del Ebro; las Bahías de Palma, Alcudia y Pollença; la Albufera de Valencia; las lagunas de Torrevieja, la Mata y Santa Pola y el Mar Menor. Esta última que se encuentra en la Región de Murcia se situaría muy alejada respecto al lugar previsto para la ubicación de las jaulas.



Figura 339. Ubicación de las jaulas respecto a las "Zonas sensibles" (Fuente, INFOMAR)

- Calidad de agua en zonas de baño, 2019: en España una importante tradición en el uso recreativo de las aguas, tanto marítimas como continentales, por su buena climatología y longitud de sus costas. Las zonas de baño suelen ser utilizadas principalmente en periodo estival como recreo y para el ejercicio de deportes náuticos, aunque en ciertas demarcaciones, como es el caso de la Demarcación canaria, el uso se prolonga a lo largo de todo el año. Una gran parte del sector turístico nacional descansa sobre este recurso, que atrae no solo al turismo doméstico sino también, y en gran parte, internacional. Por ello, la administración sanitaria vigila la calidad de las aguas de baño desde hace más de dos décadas, con la finalidad de proteger la salud de los ciudadanos<sup>93</sup> según lo establecido en la Directiva 2006/7/CE<sup>94</sup>.

Las aguas de baño se definen como cualquier elemento de aguas superficiales:

<sup>93</sup> <https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/aguasBanno/home.htm>

<sup>94</sup> Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño

- I. donde se prevea que puedan bañarse un número importante de personas o exista una actividad cercana relacionada directamente con el baño,
- II. en el que no exista una prohibición permanente de baño ni se haya formulado una recomendación permanente de abstenerse del mismo, y
- III. donde no exista peligro objetivo para el público.

En cada zona de baño existe al menos un punto de muestreo (PM) para la recogida periódica de una muestra de agua para el control de calidad.

El control sanitario de las aguas de baño se realiza durante la temporada de baño, que es el periodo durante el cual es previsible una afluencia importante de bañistas, teniendo en cuenta las costumbres locales y las condiciones meteorológicas. La temporada es designada en cada territorio por la Comunidad Autónoma en la que se hallan las aguas de baño en cuestión. La unidad de información está constituida por la zona de aguas de baño, que queda definida como un área geográficamente delimitada de un término municipal, compuesta por una playa y sus aguas de baño.

Considerando los “puntos de muestreo de aguas de baño con clasificación (Excelente, Buena, Suficiente e Insuficiente)” existen más de 12 puntos (en la franja costera de Mazarrón) de este tipo todos muy alejados del área de estudio y por lo tanto no afectan tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 340. Ubicación de las jaulas respecto a la “Calidad de agua en zonas de baño, 2019” (Fuente, INFOMAR)

### 8.3.8 Vigilancia y control

Existen a lo largo del territorio nacional diferentes programas y redes de seguimiento con el objetivo de realizar la vigilancia y control y evaluar el buen estado ambiental de nuestras costas.

Se analiza la posible presencia de las siguientes áreas:

- Redes de medidas oceanográficas: Incluye diferentes redes:
  - “Red de Puertos del Estado”: Esta entidad ha desarrollado y mantiene sistemas de medida y previsión del medio marino con el objetivo fundamental de proporcionar al Sistema Portuario Español los datos océano-meteorológicos imprescindibles para su diseño y explotación, lo que permite reducir los costes y aumentar la eficiencia, sostenibilidad y seguridad de las operaciones portuarias. El sistema consta de redes de medida (boyas, mareógrafos y radares de alta frecuencia), servicios de predicción (oleaje, nivel del mar, corrientes y temperatura del agua) y de conjuntos climáticos, que describen tanto el clima marítimo en la actualidad como sus escenarios de cambio en el siglo XX. Esta red consta de 29 boyas, 41 mareógrafos, 5 estaciones meteorológicas y 13 antenas de radar.
  - “Estaciones del Instituto Español de Oceanografía”: hay 88 estaciones de este tipo destinadas a la evaluación del buen estado ambiental y el cumplimiento de los objetivos y de los programas de medida de la Directiva sobre la Estrategia Marina así como a la mejora del conocimiento del medio marino.
  - “Red de mareógrafos del Instituto Geográfico Nacional”: Consta de 9 estaciones operativas al largo de toda la costa del territorio nacional.
  - “Red de mareógrafos del Instituto Español de Oceanografía”: Consta de 11 estaciones fijas y operativas a lo largo de toda la costa del territorio nacional.
  - “Otras estaciones”: hay 12 estaciones como por ejemplo las del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Se analiza un punto con aparatos de medida de Puertos del Estado; el “Mareógrafo de Carboneras IGN” (coordenadas Longitud 1.90° O / Latitud 36.97° N) que se situaría muy alejado del área de estudio y no afecta.

- Red de medidas de radiactividad: Incluye las redes de medida del “Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del Consejo de Seguridad Nuclear”. Esta red está compuesta por 15 estaciones a lo largo del litoral español, estando este programa operativo desde 1993. Las muestras de agua se toman en superficie, con frecuencia trimestral, a una distancia de 10 millas de la costa, excepto en los puertos marítimos, donde las muestras se toman en la bocana.

Existe una estación de medida del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN, coordenadas 677796,67 E, 4160077,95 N) denominada “Puerto Cartagena-Mediterráneo”, localizada en el Puerto de esta localidad y por lo tanto muy alejada del área de estudio (11,6 millas náuticas, 21,59 km) y que no afectaría.

- Otras redes de medidas: Se incluyen los Programas de seguimiento de las EEMM, que están compuestos de 1.475 estaciones y 81 transectos de muestreo, y que tienen el objetivo de valorar la efectividad de los programas de medidas, evaluar del buen estado ambiental, así como el cumplimiento de los objetivos ambientales definidos en el ámbito de esta Directiva.

La estación más cercana a las jaulas es una estación de recogida de información para la “Directiva Marco del Agua” (DMA) (existen 1.188 estaciones de muestreo de los programas de seguimiento periódico de las aguas costeras de la DMA, incluyendo el control de vigilancia, el control operativo y control adicional de

zonas protegidas, que llevan a cabo las CCAA). Se encontraría a 2,16 millas náuticas, 4,0 km de la jaula MU 1.01:



Figura 341. Ubicación de las jaulas respecto a "Otras redes de medidas" (Fuente, INFOMAR)

### 8.3.9 Seguridad marítima<sup>95</sup>

En España, el balizamiento marítimo está gestionado por el Organismo Autónomo Puertos del Estado. En cuanto a la seguridad en el ámbito marítimo, la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR) según la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante tiene atribuida el servicio de "Salvamento de la vida humana en la mar".

El servicio de señalización marítima tiene como objeto la instalación, mantenimiento, control e inspección de las ayudas destinadas a mejorar la seguridad de la navegación por el mar litoral español, confirmar la posición de buques en navegación y facilitar sus movimientos.

Se entiende por ayuda a la navegación marítima el dispositivo visual, acústico, electrónico o radioeléctrico destinado a facilitar la seguridad de la navegación y sus movimientos, permitiendo confirmar la posición de buques en navegación. Las ayudas se fijan en función de los alcances requeridos, de las características físicas de la costa y de los riesgos para la navegación asociados a cada zona, de acuerdo con la evolución tecnológica y las recomendaciones de los organismos internacionales.

Se analiza la posible presencia de las siguientes áreas:

- **Señalización marítima (luces):** Las diferentes señales – marcas laterales, cardinales, auxiliares, luces de enfilación, etc.- que forman parte del sistema de balizamiento marítimo deben de usarse en todo caso de forma combinada con el resto de la información náutica disponible, como cartas náuticas, principalmente.

Considerando las "luces de señalización marítima"; faros, luces de estribor, babor, peligro, etc. existen más de 12 puntos de este tipo todos muy alejados del área de

<sup>95</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

estudio, la más cercana a 4,96 kilómetros (2,68 millas náuticas) de la jaula MU 1.02. no afectarían tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 342. Ubicación de las jaulas respecto a la "Señalización marítima (luces)" (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por el IHM)

- **Zonas SAR:** en el contexto de la seguridad marítima, la DG de la Marina Mercante asume, por medio de Salvamento Marítimo, la responsabilidad de salvamento sobre las aguas marítimas españolas. Esta superficie total se subdivide a su vez en 4 zonas SAR: Atlántico, Estrecho, Mediterráneo y Canarias.

Toda el área de estudio está rodeada por una zona SAR que cubre la Demarcación Marina levantino-balear, donde la responsabilidad de búsqueda y salvamento marítimo está asignada a España por la Organización Marítima Internacional (OMI).



Figura 343. Ubicación de las jaulas respecto a las “Zonas SAR” (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por el CEDEX)

### 8.3.10 Investigación científica y tecnológica<sup>96</sup>

Existen un conjunto de entidades que abarcan desde Universidades, Centros tecnológicos, OPI y empresas con grandes capacidades tecnológicas de aplicación al conocimiento del medio marino y al desarrollo de tecnologías ligadas a este ámbito. En este contexto es de destacar la existencia de la Plataforma PROTECMA “Plataforma Tecnológica para la Protección de la Costa y del Medio Marino” a la que pertenecen un buen número de las citadas entidades. Su finalidad es desarrollar una Agenda Estratégica de Investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

Se analiza la posible presencia de las siguientes áreas:

- Zonas de I+D+i: no existen zonas de este tipo cercanas al área de estudio. Además, en cuanto a la posible planificación futura de proyectos relacionados con este tipo de áreas, no se ha encontrado información al respecto en la zona prevista para la ubicación de las jaulas por lo tanto no existiría posible afección.
- Centros de investigación de acuicultura: en la franja costera de Mazarrón el IEO cuenta con una instalación de este tipo denominada “Centro Oceanográfico de Murcia (Planta Experimental de Cultivos Marinos)”. Estaría situado a 7,88 kilómetros (4,26 millas náuticas) de la jaula MU 1.02.

<sup>96</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor “Infomar”





Figura 344. Ubicación de las jaulas respecto a los “Centros de investigación de acuicultura” (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por Secretaría General de Pesca (MAPA))

### 8.3.11 Patrimonio cultural subacuático<sup>97</sup>

Se entiende por “Patrimonio Cultural Subacuático Español” aquel que, reuniendo las características del Patrimonio Histórico Arqueológico recogido en la legislación vigente, se encuentra en las aguas interiores y continentales españolas, incluidas las capas freáticas, y en las aguas marinas sobre las que España ejerce soberanía o jurisdicción, extendiendo esta consideración a aquel patrimonio de iguales características sobre el que España pueda ejercer alguna reclamación o invocar algún derecho por medio de las leyes nacionales y el derecho internacional.

Además, el Patrimonio Cultural Subacuático incluye, según la definición de la Convención de 2001 de la UNESCO para la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático:

- Todos los rastros de existencia humana que tengan un carácter cultural, histórico o arqueológico, que hayan estado bajo el agua, parcial o totalmente, de forma periódica o continua, por lo menos durante 100 años, tales como:
  - los sitios, estructuras, edificios, objetos y restos humanos, junto con su contexto arqueológico y natural;
  - los buques, aeronaves, otros medios de transporte o cualquier parte de ellos, su cargamento u otro contenido, junto con su contexto arqueológico y natural; y los objetos de carácter prehistórico.

La realización de la carta arqueológica subacuática española se considera una herramienta imprescindible para disponer de la información suficiente para elaborar políticas correctas de gestión del Patrimonio Cultural Subacuático. Por ello, ha de perseguir los siguientes objetivos:

<sup>97</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor “Infomar”

- o Localizar, identificar y evaluar el patrimonio susceptible de ser investigado con metodología arqueológica;
- o Diagnosticar su estado de conservación y los posibles riesgos para su conservación;
- o Proponer actuaciones que permitan proteger, conservar, investigar y difundir este patrimonio.

Las afecciones al Patrimonio Cultural Subacuático pueden ser fortuitas o no fortuitas. Ello supone que tanto las actividades lícitas (pesca, buceo, tendido de cables submarinos, etc.) como ilícitas (expolio, obras y levantamientos topográficos sin autorización, etc.) pueden incidir determinantemente en su conservación y, en consecuencia, en la regulación jurídica de la misma.

La necesidad de crear figuras específicas de protección del patrimonio cultural subacuático se traduce tanto en un régimen protector peculiar como en el proceso de protección o en las medidas administrativas especiales al efecto. Como punto de partida, y por imperio de la ley, todos los yacimientos subacuáticos ya declarados como "zonas arqueológicas" y aquellos sitios arqueológicos bien conocidos, delimitados y protegidos, son declarados Bienes de Interés Cultural (BIC) -o equivalente autonómico-, a fin de procurar la mayor protección jurídica posible.

En la Demarcación levantino-balear, la figura de Zonas de Protección Arqueológica ha sido usada por Andalucía y Cataluña, que han definido y establecido ciertas restricciones en las denominadas "Zonas de Servidumbre Arqueológica", "espacios de protección arqueológica" o "Áreas de Vigilancia Arqueológica". Dentro de las actuaciones prioritarias se ha propuesto que toda actividad en el medio marino —y muy especialmente aquéllas desarrolladas en las "Zonas de Protección Arqueológica" y en las "Zonas de Servidumbre Arqueológica"— deben someterse al informe de impacto arqueológico.

De acuerdo con la información elaborada por la Región de Murcia, a fecha de 2013 constaban en la Carta Arqueológica Regional de Murcia 45 yacimientos arqueológicos subacuáticos, con el detalle de sus coordenadas de localización y cultura predominante. Todos ellos se hallan ubicados en el espacio marítimo adyacente a la comunidad autónoma. Además, se hace constar que dichos yacimientos subacuáticos integrarán la carta arqueológica subacuática de esta comunidad, que está en proceso de elaboración por el Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQUA). De los 45 yacimientos subacuáticos citados, se dispone de información cartográfica en formato digital de 35. La localización de estos yacimientos no se hace pública ni se muestra su representación gráfica a petición expresa de los organismos competentes de su gestión y protección, para garantizar su salvaguarda.

Por último, cabe destacar que el Ministerio de Cultura y Deportes junto con los organismos competentes de las diferentes CCAA litorales, está desarrollando los trabajos de elaboración de la carta arqueológica subacuática española.

### **8.3.12 Hidrocarburos: petróleo y gas<sup>98</sup>**

El petróleo y el gas natural son recursos minerales, mezclas heterogéneas de hidrocarburos que proceden de la acumulación natural masiva de sedimentos

---

<sup>98</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

orgánicos, y posterior biodegradación. Comprenden un conjunto de sustancias minerales compuestas por combinaciones de carbono e hidrógeno, junto a pequeños porcentajes de otros minerales. En España, se han descubierto yacimientos de petróleo y gas en varios campos, tanto en tierra como en el subsuelo marino, que se han venido explotando durante las últimas cinco décadas.

Las actividades de exploración, investigación y explotación de hidrocarburos en nuestro país están reguladas por la actual Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, y por el Reglamento sobre investigación y explotación de hidrocarburos, aprobado por Real Decreto 2362/1976, de 30 de julio. En la Ley se establece el régimen jurídico de la exploración, investigación y explotación de los yacimientos de hidrocarburos y de los almacenamientos subterráneos para hidrocarburos; así como de las actividades de transporte, almacenamiento y manipulación industrial de los hidrocarburos obtenidos, realizados por los propios investigadores o explotadores y mediante instalaciones anexas a las de producción.

En base a datos de 2016, y diferenciando entre pozos marinos y terrestres, se ha estimado que la actividad de extracción de crudo de petróleo en España corresponde en un 94% al ámbito marino. En el caso de la extracción de gas natural, este porcentaje asciende a un 65%, mientras que, en el caso de las actividades de apoyo a la extracción de petróleo y gas natural, la parte relativa a la exploración y extracción de hidrocarburos en el mar asciende a un 93%.

La evolución reciente de la distribución espacial de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos en el subsuelo marino español refleja la disminución progresiva de los permisos de investigación de estos recursos.

Cabe destacar que, a partir de la entrada en vigor de la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética no se otorgarán nuevas autorizaciones para realizar actividades de exploración, permisos de investigación ni concesiones de explotación de hidrocarburos ni en tierra ni en aguas marinas españolas. Tampoco se podrán desarrollar actividades de fractura hidráulica, "fracking", para la explotación de hidrocarburos. Asimismo, las prórrogas vigentes no podrán seguir más allá del 31 de diciembre de 2042.

La Demarcación levantino-balear, y en particular la plataforma continental del Ebro ha sido objeto de interés para la industria de exploración e investigación de hidrocarburos offshore desde que a principios de la década de 1970 se descubrieran los primeros yacimientos de petróleo, cuya explotación se inició en la década posterior y se ha mantenido hasta la actualidad.

Se analiza la posible presencia de las siguientes áreas:

- Concesiones de hidrocarburos (datos MITECO, 2019): Considerando áreas de; "Almacenamiento o explotación vigentes" e "investigación ya sea solicitada, vigente o suspendida", no existen zonas de este tipo cercanas al área de estudio.
- Sondeos (datos MITECO): el más cercano respecto a la zona de estudio, situado en el mar en las coordenadas UTM 728406.20 E / 4205799,85 N denominado "TORREVIEJA MARINO C-1" (fecha de inicio 15/11/1978). Sin repercusión alguna en la futura instalación acuícola y viceversa (a 99,26 kilómetros, 53,59 millas náuticas). No consta ningún sondeo exploratorio nuevo desde 2011.

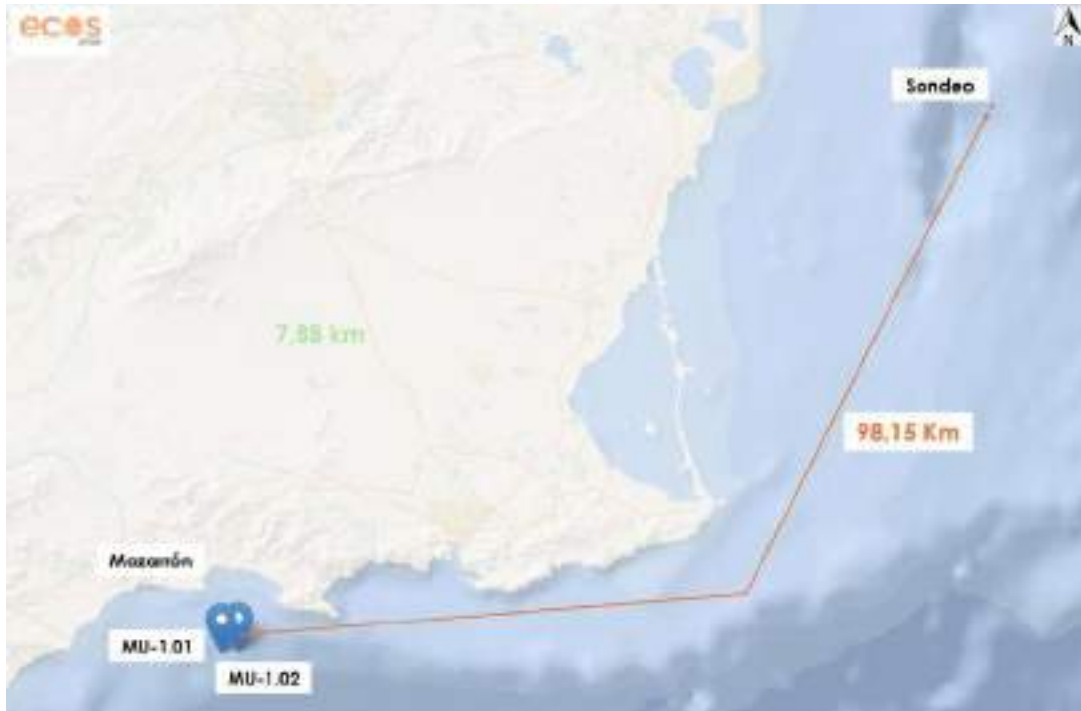


Figura 345. Zona de ubicación de las jaulas flotantes de engorde respecto al punto de sondeo (Fuente INFOMAR, Información proporcionada por CEDEX a partir de datos MITECO)

- Plataforma de petróleo y gas (datos Primer ciclo "Ordenación del Espacio Marítimo, Información proporcionada por el CEDEX): no existen zonas de este tipo cercanas al área de estudio.
- Gasoductos (datos SG Hidrocarburos del MITECO y Enagás, 2019): en relación con el transporte submarino de hidrocarburos, las instalaciones que forman el sistema gasista y la red básica de gas natural se encuentran establecidas en la citada Ley 34/1998 (art. 59). Estas incluyen las incluidas en la red básica, las redes de transporte secundario, las redes de distribución, los almacenamientos no básicos y demás instalaciones complementarias.

Así, las infraestructuras submarinas relativas a las redes de transporte y distribución incluyen principalmente gasoductos submarinos que conforman la red básica de transporte de gas natural, con conexiones internacionales, y las infraestructuras nacionales, es decir, tuberías que parten desde plataformas a partir de las cuales se llevan a cabo actividades de explotación o almacenamiento de hidrocarburos.

El gaseoducto desde Argelia a Almería se sitúa a más de 120 km en su punto más cercano de la futura instalación acuícola, sin repercusión alguna sobre él.



Figura 346. Zona de ubicación de las jaulas flotantes de engorde respecto al gaseoducto (Fuente INFOMAR, Información proporcionada por SG Hidrocarburos del MITECO y Enagás)

### 8.3.13 Almacenamiento<sup>99</sup> de CO<sub>2</sub>

La Ley 40/2010, de 29 de diciembre, de almacenamiento geológico de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es la que regula la posible actividad de almacenamiento geológico de dióxido de carbono, y sólo contiene previsiones puntuales en relación con la captura y el transporte. El objetivo del almacenamiento es su confinamiento permanente. La Ley se aplica en las estructuras subterráneas en España, incluyendo las de su mar territorial, su zona económica exclusiva (ZEE) y su plataforma continental, prohibiéndose de manera expresa el almacenamiento en la columna de agua (BOE núm. 317, 2010).

Con anterioridad a la promulgación de esta Ley, la Dirección General de Política Energética y Minas había dictado resoluciones en las que se publicaba la inscripción de propuesta de reserva provisional a favor del Estado para recursos de la sección B), relativa a las estructuras subterráneas susceptibles de ser un efectivo almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

Sin embargo, la Disposición transitoria segunda de la citada Ley establece que la inscripción de las Zonas de Reservas a favor del Estado al amparo de la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas, y relativas a estructuras subterráneas susceptibles de almacenar CO<sub>2</sub> que no estuviesen declaradas como reservas provisionales o definitivas

<sup>99</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

a su entrada en vigor quedan canceladas. Así, en virtud de dicha disposición, fueron canceladas las inscripciones de todas las propuestas de reservas.

Asimismo, cabe señalar que no se tiene constancia de haber otorgado ningún permiso de investigación para el almacenamiento de CO<sub>2</sub> que afecte al espacio marítimo de la demarcación marina levantino-balear.

#### **8.3.14 Energías renovables**

El Marco Estratégico de Energía y Clima, presentado por el Gobierno en febrero de 2019, busca la transformación de la economía española y el cumplimiento con los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030, en línea con la agenda y los compromisos europeos en esta materia.

Integrado por la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 y la Estrategia de Transición Justa, aspiran a constituir un marco estratégico estable para la descarbonización de su economía, con una hoja de ruta para la próxima década.

En este sentido, este marco aspira a que más del 70% de la generación eléctrica de España en 2030 sea renovable, frente al 40% actual, y que se alcance el 100% en 2050, lo que permitiría cumplir con los compromisos del Acuerdo de París. Asimismo, prevé que dicha producción de energía renovable se lleve a cabo a través de la industria nacional; para ello, plantea una elevada inversión en renovables eléctricas entre 2021 y 2030, tanto para nueva potencia como para repotenciación en capacidad existente. Además, busca propiciar nuevas oportunidades basadas en tecnología para mejorar la competitividad del tejido industrial, reforzando su vínculo con las universidades y centros de investigación mediante el desarrollo de actuaciones de I+D+i.

Por todo ello, el Consejo de Ministros, a propuesta del MITECO, aprobó en diciembre de 2021 la Hoja de Ruta para el desarrollo de la Eólica Marina y de las Energías del Mar en España que está en consonancia con la Estrategia de la UE sobre las Energías Renovables Marinas.

La generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables marinas incluye el aprovechamiento de los distintos recursos energéticos existentes en el mar, que se manifiestan de distintas formas: viento, oleaje, corrientes, mareas, diferencias de temperatura o gradientes térmicos y diferencias de salinidad. Ello da lugar a diferentes tecnologías claramente diferenciadas para el aprovechamiento de la energía del mar:

- Energía del viento o eólica
- Energía de las mareas o mareomotriz.
- Energía de las corrientes.
- Energía maremotérmica.
- Energía de las olas o undimotriz
- Energía del gradiente salino o potencia osmótica

En aguas españolas se tiene constancia de ensayos de prototipos para el aprovechamiento de la energía eólica offshore, undimotriz y de las corrientes.

### 8.3.14.1 Energía eólica marina

Los resultados del estudio de caracterización del recurso eólico, en términos de velocidad media anual de viento y potencia media total, para el ámbito de la Demarcación levantino-balear indican niveles del recurso eólico que oscilan desde bajo (< 5 m/s), medio-bajo (5 – 6,5 m/s), medio-alto (6,5 - 8 m/s) y alto (> 8 m/s), destacando claramente las zonas del noreste y sureste peninsular, así como un gradiente creciente hacia las zonas más alejadas de la franja costera.

Existe una zona de “alto potencial para el desarrollo de la energía eólica marina”, denominada “ESAL-2” (superficie 688,37 km<sup>2</sup>) según el POEM para la Demarcación marina del Estrecho y Alborán que se sitúa al oeste de la zona de estudio. Estaría muy alejada (196,8 kilómetros) por lo que no afectaría tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 347. Ubicación de las jaulas respecto a la “Zona de alto potencial para el desarrollo de la energía eólica marina” (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por el MITECO)

### 8.3.14.2 Energía undimotriz<sup>100</sup>

De la información extraída del POEM para la Demarcación levantino-balear en relación con el aprovechamiento energético del recurso de oleaje, se ha filtrado el recurso undimotriz, buscando identificar aquellas zonas del territorio de la demarcación que recogen valores de potencia media anual superiores a un umbral<sup>101</sup> de 10 kW/m, y que quedarían potencialmente disponibles para su explotación.

Si tenemos en cuenta la potencia máxima estacional, correspondiente a los meses invernales (diciembre, enero y febrero), las áreas disponibles para su explotación de acuerdo con la tecnología existente son muy reducidas, y quedan localizadas en su mayor parte al norte de Menorca, en una estrecha franja al este de Mallorca y en una zona muy limitada al norte de Cataluña. En términos generales esta Demarcación no

<sup>100</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor “Infomar”.

<sup>101</sup> Umbral sugerido por el IDAE y resultante de intercambios con representantes del sector de las energías renovables marinas en España.

registra intensidades de recurso undimotriz suficientes para llevar cabo su explotación comercial, siempre de acuerdo con el estado de la tecnología actual.

### 8.3.14.3 Energía de las corrientes

En relación con la energía de las corrientes, no se dispone hoy en día de información relativa a futuras instalaciones o a la delimitación concreta de zonas adecuadas para su aprovechamiento en las aguas marítimas españolas.

### 8.3.15 Transporte eléctrico y de telecomunicaciones<sup>102</sup>

Se tienen en cuenta en este apartado tanto los cables eléctricos como los de telecomunicaciones que son considerados infraestructuras críticas<sup>103</sup> por lo que no se conocen exactamente sus localizaciones, de forma que las figuras elaboradas y presentadas para los trabajos de ordenación del espacio marítimo muestran una ubicación aproximada de los cables submarinos para los cuales existe una disponibilidad de información, que ha sido facilitada por el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM).

La presencia del archipiélago balear en esta demarcación determina que gran parte de los cables tendidos sean los que conectan las islas entre ellas o con la Península Ibérica, fundamentalmente con Valencia, Sagunto y Barcelona. Al sur de la demarcación también se pueden hallar cables con dirección norte-sur, que unen España con África, y otros que conectan los países del Mediterráneo con el resto de los continentes, a través del Estrecho de Gibraltar o del Canal de Suez.

En los últimos años, nuevos cables han sido tendidos en la demarcación. Un primer tendido eléctrico entre la Península (Sagunto) y Mallorca (Santa Ponsa) estaba destinado a interconectar los dos subsistemas-antes independientes- de las Islas Baleares entre sí y, a su vez, con el sistema peninsular.

Por otra parte, y en relación con los cables de fibra óptica, destaca la reciente infraestructura que conecta Valencia con Orán, Argelia, cuya entrada en servicio estaba prevista en 2016.

En la siguiente tabla se muestran las características más importantes de los cables en la Demarcaciones levantino-balear y del Estrecho y Alborán que pudieran estar cercanos a la ubicación de la futura instalación acuícola y su localización en la Figura 348:

Tabla 85. Localización de los cables submarinos más cercanos a las jaulas (Fuente: infomar Cedex; Cables (1er ciclo OEM))

Tipo de cable	Zona	Localización en la figura
Telecomunicaciones	ROQUETAS - ALMERIA - MELILLA - S1.- La Cañada (Almería) - Villegas (Melilla)	1
Telecomunicaciones	ROQUETAS-ALMERIA-MELILLA - S2.- La Cañada (Almería) - Roquetas (Almería)	2

<sup>102</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

<sup>103</sup> Directiva 2008/114/CE del Consejo, de 8 de diciembre de 2008, sobre la identificación y designación de infraestructuras críticas europeas y la evaluación de la necesidad de mejorar su protección



Tipo de cable	Zona	Localización en la figura
Telecomunicaciones	ALMERIA - MELILLA - Almería - Ensenada de Los Galápagos (Melilla)	3
Telecomunicaciones	CAM (Almería - Melilla)	4
Telecomunicaciones	MAT 1.- Estepona (Málaga) - Palo (Italia)	5
Telecomunicaciones	COLUMBUS 3 - S1.- Mazara (Sicilia) - Caja conectora Conil	6

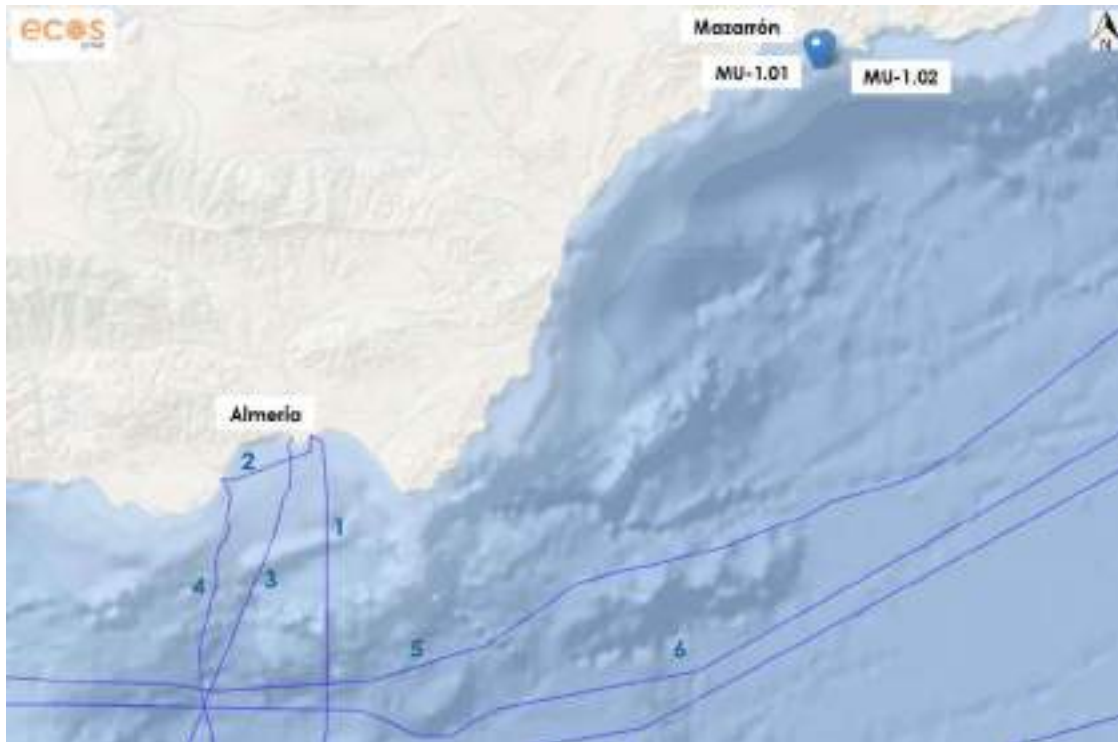


Figura 348. Ubicación de las jaulas flotantes de engorde respecto a los cables (Fuente: INFOMAR Cedex; Cables 1er ciclo OEM)

Como se puede apreciar en la figura anterior, los cables submarinos que transcurren por los fondos submarinos próximos se encuentran muy alejados del área de estudio. Además, en cuanto a la posible planificación futura de proyectos relacionados con el transporte eléctrico y de telecomunicaciones, no se ha encontrado información al respecto en la zona prevista para la ubicación de las jaulas por lo tanto no existiría posible afección.

### 8.3.16 Turismo y actividades recreativas<sup>104</sup>

El mar y la costa son dos de los principales recursos naturales en los que se ha apoyado el desarrollo del turismo en España. Los casi 8.000 km de costa españoles se encuadran en tres regiones biogeográficas litorales y una gran variedad de litologías que se traducen en un amplio abanico de paisajes litorales con una gran diversidad geomorfológica y biológica.

En global, el sector turístico aporta a la economía española el 11,7% del PIB y representa un 12,8% del total del empleo, (2,6 millones de empleos) según datos del

<sup>104</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y visor "Infomar"

INE de 2017, aunque no todos ellos se corresponden con las actividades realizadas en el espacio marítimo.

Cerca de la costa predomina el denominado "turismo de sol y playa", que en sus inicios se basaba en el descanso en la arena y los baños en el mar, pernoctando en alojamientos ubicados en la costa, y que hoy en día no se entiende sin la gastronomía, el ocio nocturno o los deportes acuáticos. En los últimos años, se ha diversificado con otros productos como la navegación deportiva, los cruceros, los deportes náuticos (vela, surf, buceo, esquí acuático, etc.), el avistamiento de cetáceos y la pesca recreativa.

Además, para fomentar el desarrollo de este sector se han construido toda una serie de infraestructuras en las inmediaciones de la ribera del mar que facilitan tanto la pernoctación de los turistas como la práctica de actividades recreativas.

En cuanto al número de plazas máximas disponibles en establecimientos hoteleros en las provincias costeras<sup>105</sup>, se observa que las Islas Baleares es la provincia dentro de la demarcación que más plazas oferta de las analizadas seguida de Barcelona. Es necesario resaltar que, aunque no todas las plazas ofertadas estarán relacionadas con el turismo de sol y playa, sí constituyen una parte sustancial. Es preciso mencionar la existencia de otro tipo de alojamientos como casas rurales, apartamentos, viviendas de uso turístico o viviendas de segunda residencia que no son tomadas en cuenta en este estudio.

La ocupación durante los meses cálidos es alta y en cuanto al tipo de alojamiento escogido, predominan los hoteles de cuatro estrellas, según los datos obtenidos del INE.

#### **8.3.16.1 Pernoctaciones**<sup>106</sup>

El municipio costero más importante de la Demarcación levantino-balear desde el punto de vista del turismo que más pernoctaciones recibió en 2017 fue Barcelona, con cerca de 19,7 millones de pernoctaciones, seguido de Benidorm, con cerca de 11,7 millones. Les siguen Palma de Mallorca y Calvià con cerca de 9 millones de pernoctaciones y Salou con más de 6 millones.

Las pernoctaciones en 2017 se sitúan en línea con las zonas de mayor ocupación. En la Demarcación levantino-balear, Islas Baleares es la provincia que lidera en términos de pernoctaciones llegando casi a alcanzar los 60 millones, seguida por las provincias de Barcelona que supera los 30 millones de pernoctaciones y Alicante con cerca de 20 millones de pernoctaciones. Por su parte, Murcia es la provincia en la que menos pernoctaciones se registraron, superando levemente los 3 millones en 2017.

La zona costera murciana más próxima a la futura instalación acuícola no se caracteriza por tener un elevado número de pernoctaciones.

#### **8.3.16.2 Playas y zonas de baño**

Se entiende zona de baño lo establecido en el Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño, Artículo 3.9:

---

<sup>105</sup> Encuesta de Ocupación Hotelera de 2017 (INE)

<sup>106</sup> (POEM) Documento de diagnóstico, Demarcación levantino-balear y Encuesta de Ocupación Hotelera de 2017 (INE)

*“cualquier elemento de aguas superficiales donde se prevea que puedan bañarse un número importante de personas o exista una actividad cercana relacionada directamente con el baño y en el que no exista una prohibición permanente de baño ni se haya formulado una recomendación permanente de abstenerse del mismo y donde no exista peligro objetivo para el público.”*

Es por tanto que las zonas de baños son aquellas en las que existe un número elevado de personas. Estas zonas se diferencian de otras playas o puntos de baño en que cuentan con un seguimiento sanitario regulado por ley. En lo que respecta a las playas, en este caso, se refiere a la formación geomorfológica de características determinadas que permiten el baño y que no cuentan con la suficiente afluencia como para ser declarada zona de baño. Comúnmente la baja afluencia se debe a la dificultad de acceso al lugar y/o a unas condiciones meteoceánicas poco adecuadas para el baño durante gran parte del año.

La Guía de Playas de 2018 publicada por el MITECO contabiliza la existencia de 3.514 playas, de las cuales 1.360 se localizan en la Demarcación levantino-balear. La Región de Murcia cuenta con 199 playas, 25 de ellas con el galardón de “bandera azul”. La zona costera murciana más próxima a la futura instalación acuícola cuenta con algunas playas que en cualquier caso se encuentran muy alejadas tal y como se aprecia en la siguiente figura:

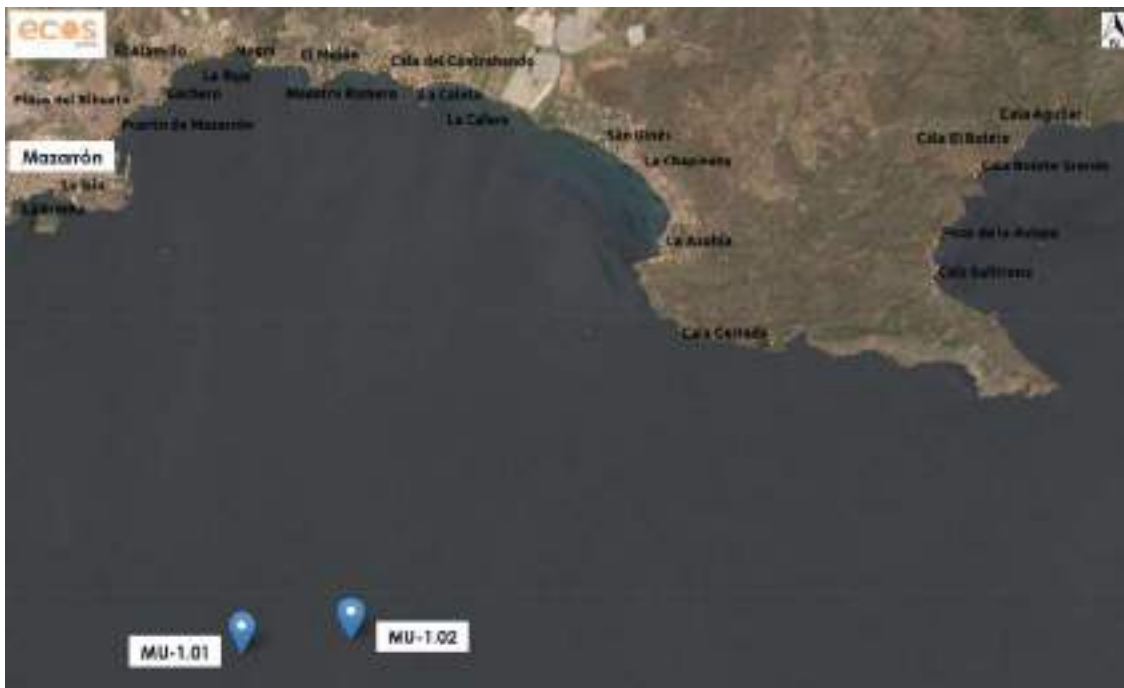


Figura 349. Zonas de baño con respecto a las jaulas (Fuente, INFOMAR; Playas, 2020. Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

Cabe destacar que de las playas que se muestran en la figura anterior la “Cala del Contrabando” tiene una zona de fondeo (Información proporcionada por el MITECO, Playas, 2020. Primer ciclo OEM).

### **8.3.16.3 Playas con zona de submarinismo**

La zona costera de Mazarrón más próxima a la futura instalación acuícola cuenta con algunas playas con zona de submarinismo que en cualquier caso se encuentran muy alejadas tal y como se aprecia en la siguiente figura:



Figura 350. Playas con zona de submarinismo cercanas a las jaulas (Fuente, INFOMAR; Playas, 2020. Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

#### 8.3.16.4 Zonas de surf

Según la información facilitada por la Federación Española de Surfing (2021), existen una serie de zonas de rompientes aptas para la práctica de este deporte y de áreas de influencia de condicionamiento de rompientes hasta los 40 metros de profundidad, así como de rutas de travesías y regatas de stand up paddle en la demarcación. Por otra parte, según los datos suministrados por "Surf & Nature Alliance (2020)", existe una serie de playas que poseen unas rompientes de un interés alto para la práctica de este deporte. Así, en la Demarcación marina levantino-balear el número de rompientes singulares para la práctica del surf es de 49, que se encuentran repartidas en las diferentes comunidades autónomas entre las 4 de Andalucía, las 6 de Murcia, las 11 de la Comunidad Valenciana y Baleares y los 17 rompientes singulares de Cataluña.

La zona costera de Mazarrón más próxima a la futura instalación acuícola cuenta con algunas zonas de surf de interés normal (existen 3 categorías en función del tipo de interés; normal, alto y muy alto) que en cualquier caso se encuentran muy alejadas:

1. El Mojón
2. Junta de Los Mares I
3. Junta de Los Mares II
4. El Castellar

En la siguiente figura se puede apreciar su localización respecto a la futura ubicación de las jaulas:



Figura 351. Zonas de surf cercanas a las jaulas (Fuente, INFOMAR; Primer Ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO y Surf&Nature)

## 9. DESCRIPCIÓN TERRITORIAL

Previo a la caracterización y descripción de impactos será importante destacar el conjunto de planeamientos y normativas que rigen en la zona, presentes en el ámbito de estudio, que puedan suponer limitaciones en uso y actividades. De esta manera se pretende conocer la compatibilidad del proyecto con las actividades y limitaciones derivadas de dichos elementos para conocer su viabilidad y alcance.

### 9.1 ¿Cómo se regula la ordenación del territorio en la región de Murcia?<sup>107</sup>

En España el dominio público marítimo-terrestre es de titularidad estatal pero la planificación de este corresponde de manera generalizada a las Comunidades Autónomas.

La actividad de la Administración Regional en materia de ordenación del territorio está recogida en la Ley 13/2015, de 30 de marzo, de Ordenación Territorial y Urbanística de la Región de Murcia (LOTURM). Concretamente, en el artículo 3 se establece que:

*"... La actividad administrativa en materia de ordenación del territorio se orienta, en aplicación de los principios constitucionales de la política económica y social, entre otras, a la consecución de las siguientes finalidades:*

1. *Promover el desarrollo equilibrado y armónico de la Región para la consecución de unos niveles adecuados en la calidad de vida de sus habitantes.*
2. *Lograr la utilización racional del territorio, de acuerdo con los intereses generales, la preservación y conservación del patrimonio histórico-artístico y la gestión eficaz de los recursos naturales, energéticos, del medio ambiente y del paisaje.*
3. *Establecer políticas de ordenación, protección y gestión del paisaje.*
4. *Garantizar la coordinación interadministrativa y la participación activa en la ordenación del territorio para asegurar una objetiva ponderación de los intereses públicos.*
5. *Posibilitar y encauzar las iniciativas públicas y privadas de singular importancia.*
6. *El progreso social y económico, mediante la modernización de infraestructuras y equipamientos y la regulación del uso del suelo para favorecer la funcionalidad del tejido productivo y la atracción de nuevas inversiones.*

*"La ordenación del territorio constituye la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y medioambientales con incidencia territorial, formulada mediante los instrumentos oportunos definidos en la presente ley."; artículo 19 (LOTURM)."*

- Instrumentos de ordenación territorial:

Las dos clases de instrumentos de ordenación territorial que se establecen en la LOTURM son (artículo 20):

1. Instrumentos ordinarios de ordenación del territorio, relacionados según su orden de prevalencia, los siguientes:
  - a) Directrices de Ordenación Territorial.
  - b) Planes de Ordenación Territorial.

<sup>107</sup> <https://sitmurcia.carm.es/web/sitmurcia/ordenacion-del-territorio>

c) Programas de Actuación Territorial.

2. Se establecen como instrumentos excepcionales de ordenación del territorio las Actuaciones de Interés Regional.

- Competencias:

Las competencias que la LOTURM atribuye a la administración regional en materia de ordenación territorial son las siguientes (artículo 6):

“... 1. Formular, tramitar, aprobar y desarrollar los instrumentos de ordenación del territorio.

2. Requerir y/o subrogarse en la adaptación del planeamiento municipal para su adecuación a los instrumentos de ordenación del territorio.

3. Establecer la distribución de usos globales en el territorio.

4. Definir los elementos vertebradores de la estructura territorial.

5. Fijar el marco territorial para las políticas sectoriales y urbanísticas.

6. Señalar las bases de gestión y concertación interadministrativa.

7. Promover actuaciones de interés regional.

8. Predecir, valorar y corregir el impacto de las actuaciones que incidan en el territorio y el paisaje.”

## **9.2 Dominio público marítimo terrestre**

El ámbito de estudio se sitúa en el dominio público marítimo-terrestre, en mar territorial que se incluye en la zona económica exclusiva regulados por la siguiente legislación:

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.
- Real Decreto 668/2022, de 1 de agosto, por el que se modifica el Reglamento General de Costas, aprobado por Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre.

## **9.3 Estrategias marinas**

La ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino, configura un marco normativo completo dirigido a garantizar la articulación de las actividades humanas en el mar, de manera que no se comprometa la conservación de los ecosistemas marinos, **con el principal objetivo de lograr o mantener un buen estado ambiental del medio marino.**

De esta manera se aprueba el Real decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas. Este real decreto se aplica a las actuaciones descritas en el Anexo I que requieran, bien la ejecución de obras o instalaciones en las aguas marinas, su lecho o su subsuelo, bien la colocación o depósito de materias sobre el fondo marino.

Según el Anexo I del Real decreto 79/2019 la actuación objeto de este informe corresponde a “Instalaciones de acuicultura marina para el cultivo o engorde de

especies comerciales" (apartado Q de la citada ley), dentro de los objetivos ambientales fijados para la Demarcación Marina.

Definiciones:

- **Actuación:** Cualquier actividad que requiera, bien la ejecución de obras o instalaciones en las aguas marinas, su lecho o su subsuelo, bien la colocación o depósito de materias sobre el fondo marino, así como los vertidos.
- **Objetivo ambiental:** Expresión cualitativa o cuantitativa del estado deseado de los diversos componentes del medio marino con respecto a cada demarcación marina, así como de las presiones y los impactos sobre dicho medio.
- **Criterios de compatibilidad:** Características técnicas, umbrales o elementos de juicio utilizados para valorar si las actuaciones son compatibles con la consecución de los objetivos ambientales de la estrategia marina correspondiente.

#### **9.4 Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM)**

Como continuación a las estrategias marinas, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) crea los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM), aprobados por el "*Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero, por el que se aprueban los planes de ordenación del espacio marítimo de las cinco demarcaciones marinas españolas*".

Los POEM de las cinco demarcaciones marinas están estructurados en cinco bloques. La parte común a todas las demarcaciones marinas se contiene en los bloques I, II, IV y V y la parte específica de cada una de las cinco demarcaciones marinas se contiene en el bloque III y está publicada únicamente en la página web del MITECO.

Los planes se sometieron a evaluación ambiental estratégica, conforme a lo establecido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Esta evaluación concluyó mediante la Resolución de 2 de diciembre de 2022, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formuló declaración ambiental estratégica de los planes de ordenación del espacio marítimo, publicada en el "Boletín Oficial del Estado de 16 de diciembre de 2022".

Los objetivos y finalidades de los POEM quedan recogidos en el artículo 1 del Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero. Estos planes pretenden cumplir la función de ordenación del espacio marítimo en base a la organización espacial de demarcaciones marítimas previamente descrita por las estrategias marítimas y establece más limitaciones definiendo zonas y usos.

En lo referente al ámbito de estudio de este proyecto, se debe consultar el Real Decreto 150/2023 y el "Documento de diagnóstico de la Demarcación levantino-balear" en el que se establecen las "Zonas de alto potencial para la acuicultura marina (ZAPAC)"<sup>108</sup>.

El proyecto objeto de EIA, se ubicará cerca de una "Zona de Alto Potencial para la Acuicultura (ZAPAC)". Por el carácter idóneo de estas zonas para el desarrollo de la acuicultura marina, se promoverá que el futuro desarrollo del sector se dirija primariamente a dichos espacios. Sin embargo, esto no limita el desarrollo de

---

<sup>108</sup> están consideradas por su alta idoneidad para el desarrollo de instalaciones de acuicultura. Comprenden aquellas áreas proporcionadas por las autoridades competentes de las CCAA, a través de JACUMAR, en la Propuesta de planificación espacial de la acuicultura (Diagnóstico disponible en la web del MITECO y su cartografía asociada en el visor InfoMAR).



instalaciones acuícolas fuera de las zonas aquí establecidas, siempre que estas otras posibles ubicaciones se consideren acordes con el resto de los criterios y condicionantes establecidos en los planes. Además, es importante recordar la “Medida AC3” recogida en el POEM respecto a las ZAPAC:

*“..... Medida AC3: Actuaciones relacionadas con la planificación espacial en el marco de la Estrategia de desarrollo sostenible de la acuicultura 2021-2030. Estas actuaciones a escala nacional y/o autonómica, podrán incluir: estudios para la identificación y selección de nuevas zonas, p.e. para acuicultura off-shore, y la actualización de los inventarios de usos existentes y futuros de la acuicultura. Además, podrán elaborarse nuevos planes de ordenación y gestión; análisis de capacidad de carga o análisis sobre efectos del cambio climático en las zonas de acuicultura. Además, se podrán poner en marcha acciones para la incorporación de nuevas tecnologías de cría o sistemas de monitoreo.”*

Al tratarse de un proyecto de acuicultura offshore ubicado a más de 100 metros de profundidad (límite superior de la isóbata de la ZAPAC) y el POEM no haber contemplado el desarrollo de este tipo de acuicultura, en la actualidad se están realizando las gestiones correspondientes para incluirla en la próxima revisión de los POEM.

#### **9.5 Polígonos acuícolas. Región de Murcia (Ley 2/2.007 de Pesca Marítima y Acuicultura)<sup>109</sup>**

En este apartado se ha realizado un análisis de Ley 2/2.007 de Pesca Marítima y Acuicultura con el objetivo de obtener información relativa a las “Polígonos acuícolas” de la Región.

En el artículo 10 del Estatuto de Autonomía de la Región de Murcia aprobado por Ley Orgánica 4/1982, de 9 de junio, contiene entre las competencias exclusivas atribuidas a esta Comunidad Autónoma la acuicultura, alguicultura y otras formas de cultivo industrial, así como protección de los ecosistemas en los que se desarrollan dichas actividades; fomento de la investigación científica y técnica en coordinación con el Estado, especialmente en materias de interés para la Región. La ordenación del sector acuícola carecía de un marco legal hasta la promulgación de la Ley 2/2.007, que en su título IV aborda por primera vez su regulación atendiendo a las especiales características en esta Comunidad Autónoma.

Las “zonas de interés” para cultivos marinos (artículo 74), junto con los “polígonos acuícolas” del artículo 75 han sido los verdaderos impulsores de la acuicultura en la Región de Murcia, ya que permite la declaración de áreas marítimas de interés acuícola donde se pueda desarrollar la actividad, acortando los plazos para la instalación gracias a una simplificación administrativa.

Los “polígonos de cultivos marinos” a semejanza con los polígonos industriales terrestres, esta figura administrativa ha permitido ofertar a los empresarios acuícolas, áreas de mar, previamente declaradas zonas de interés para cultivos marinos, estructuradas en parcelas, y listas para que las empresas procediesen a instalarse en las mismas. De esta forma se ha facilitado el ahorro en los costes de explotación al compartir un plan de vigilancia ambiental único, así como costes ligados a la vigilancia o al balizamiento de las instalaciones. A nivel de Declaraciones de Impacto,

---

<sup>109</sup> Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027 (Fuente: Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería, Pesca y Acuicultura).

éstas se han realizado basadas en la explotación de distintas especies, lo que permite la rápida adaptación administrativa a los cambios de mercado, al permitir cambiar de especie cultivable rápidamente.

Estas instalaciones no están exentas de riesgos sanitarios, al contrario, la elevada densidad de peces en pocas hectáreas es un factor epizootico de primer orden. No obstante, la actual tendencia a la concentración empresarial en los polígonos, así como a la creación de Agrupaciones de Defensa Sanitaria en el sector acuícola, los minimiza de forma notable al compartir entre ellos programas sanitarios comunes, y en muchos casos incluso las "hatcheries" de origen.

Actualmente la Región cuenta con 2 polígonos acuícolas, y está trabajando en la creación de un tercer polígono.

Está previsto que las instalaciones acuícolas objeto de este proyecto se ubiquen en un polígono acuícola, estando en la actualidad realizándose las gestiones correspondientes para ello.

#### **9.6 Zonas protegidas cercanas en el área de estudio**

En este apartado se considerarán los espacios protegidos cercanos al área donde se ubicarán las plataformas, para ello se tendrán en cuenta:

- Áreas protegidas por instrumentos internacionales:
  - Humedales Ramsar: La Lista Ramsar es un registro de prestigio internacional, ya que integra las zonas húmedas más importantes del mundo desde el punto de vista de su interés ecológico y para la conservación de la biodiversidad. La razón de ello es que sólo se admite la inclusión en este registro de humedales que cumplan alguno de los Criterios de Importancia Internacional que han sido desarrollados por el Convenio, lo que asegura la calidad de estos espacios. España ratificó el Convenio de Ramsar en 1982, y en ese momento incluyó dos espacios emblemáticos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional: Doñana y las Tablas de Daimiel. Desde entonces hasta el momento se han incluido muchos más humedales españoles en esta Lista<sup>110</sup>.
  - Red OSPAR de Áreas Marinas Protegidas: El convenio sobre protección del medio marino en el Atlántico Nordeste, que entró en vigor en 1998, tiene como una de las actuales líneas de trabajo prioritarias la creación de una Red de Areas Marinas Protegidas en las aguas objeto del acuerdo donde se pueden incluir aquellas zonas marinas que cumplan determinados requisitos ambientales. Para ello los estados miembros tienen la obligación de proponer zonas de interés dentro de sus respectivas aguas jurisdiccionales, incluyendo la zona económica exclusiva o aquellas zonas marinas donde el estado ejerza su soberanía. Complementa y actualiza la Convención de Oslo de 1972 sobre vertidos al mar y la Convención de París de 1974 sobre contaminación marina de origen terrestre<sup>111</sup>.
  - Reserva de la Biosfera (MaB): Las Reservas de la Biosfera son zonas que pertenecen a ecosistemas terrestres o costeros propuestos por los diferentes

<sup>110</sup> [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conservacion-de-humedales/ch\\_hum\\_ramsar\\_esp\\_lista.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conservacion-de-humedales/ch_hum_ramsar_esp_lista.html)

<sup>111</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/ospar.html>

Estados Miembros y reconocidas a nivel internacional por el programa "Hombre y Biosfera" (MaB). Las Reservas de la Biosfera incluyen una gran variedad de entornos naturales y tratan de integrar la protección de los elementos naturales existentes con la protección de formas tradicionales de explotación sostenible de los recursos naturales<sup>112</sup>.

- Zonas especialmente protegidas de importancia para el Mediterráneo (ZEPIM): Las ZEPIM son áreas que, por albergar ecosistemas específicos de la zona mediterránea o hábitats de especies en peligro, son importantes para la conservación de los componentes de la diversidad biológica en el Mediterráneo y tienen un interés científico, estético, cultural o educativo especial<sup>113</sup>.
- Espacios naturales protegidos (ENP): La Legislación estatal (Ley 42/2007) prevé cinco figuras de protección (Parques, Reservas Naturales, Áreas Marinas Protegidas, Monumentos Naturales, Paisajes Protegidos), la legislación autonómica relativa a la conservación de la naturaleza incrementa las denominaciones elevando la tipología de espacios naturales a más de 40<sup>114</sup>.
- Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE): La figura de "Área Marina Protegida" (AMP) fue creada en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, como una de las categorías de clasificación de espacios naturales protegidos (artículos 29 y 32). Según esta ley, las AMP, y otros espacios protegidos en el ámbito marino español, podrán formar parte de la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE). Con posterioridad, la Ley 41/2010, de 29 diciembre, de protección del medio marino crea formalmente la RAMPE, la regula y establece cuáles son sus objetivos, los espacios naturales que la conforman y los mecanismos para su designación y gestión. Especifica, asimismo, las funciones que el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) llevará a cabo en relación con la RAMPE<sup>115</sup>.
- Red Natura 2000: es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Consta de "Zonas Especiales de Conservación (ZEC)" establecidas de acuerdo con la "Directiva Hábitat" y de "Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)" designadas en virtud de la Directiva Aves. Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad. Es el principal instrumento para la conservación de la naturaleza en la Unión Europea (UE). Zonas de Especial Protección para la Aves (ZEPA) (63) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC) (176).
- Otros espacios de interés:
  - Hábitats críticos para cetáceos definidos en el marco de ACCOBAMS: Este Acuerdo intergubernamental representa la unidad de los países ribereños

---

<sup>112</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mab.html>

<sup>113</sup> [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/espacios-protegidos-por-instrumentos-internacionales/en\\_ap\\_zepim.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/espacios-protegidos-por-instrumentos-internacionales/en_ap_zepim.html)

<sup>114</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/enp.html>

<sup>115</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/biodiversidad-marina/espacios-marinos-protegidos/red-areas-marinas-protegidas-espana/red-rampe-index.html>

para preservar todas las especies de cetáceos y sus hábitats dentro de la zona geográfica del Acuerdo al exigir medidas más estrictas que las que se definen en los textos aprobados previamente. Su objetivo es reducir las amenazas a los cetáceos, en especial mejorando los conocimientos actuales sobre estos animales, y promoviendo una cooperación más estrecha entre las Partes, a fin de proteger todas las especies de cetáceos presentes en el área<sup>116</sup>.

- o Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBA): son aquellas zonas en las que se encuentran presentes regularmente una parte significativa de la población de una o varias especies de aves consideradas prioritarias por la BirdLife<sup>117</sup>.
- o EBSA MED 7 bentónicos: Áreas marinas de importancia ecológica o biológica (EBSA, por sus siglas en inglés) en este caso referida al sistema bentónico. La descripción de una EBSA es puramente un ejercicio científico y solo un primer paso. No significa necesariamente que se adoptarán medidas de ordenación, ni que se imponga qué tipos de medidas de ordenación se deben utilizar. Corresponde a los Gobiernos y las organizaciones intergubernamentales competentes decidir cómo utilizar la información sobre las EBSA<sup>118</sup>.
- o EBSA MED 6 pelágicos: Áreas marinas de importancia ecológica o biológica (EBSA, por sus siglas en inglés) en este caso referida al sistema pelágico. Sus características son similares a la anterior, pero para el área pelágica.

### 9.6.1 Áreas protegidas por instrumentos internacionales

#### 9.6.1.1 Humedales Ramsar

##### **“Lagunas de las Moreras”<sup>119</sup>**

Figura de protección: “Humedal, Lista RAMSAR” (1992)

Área: 72,570 ha (ámbito terrestre)

El humedal Lagunas de las Moreras se localiza en el sureste de la Península Ibérica (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia), en el término municipal de Mazarrón, y abarca una extensión total de algo más de 72 ha. Este sitio integra en sus límites el tramo final de la Rambla de las Moreras, hasta su desembocadura en el Mediterráneo. En la cabecera del espacio se desarrollan formaciones halófilas típicas del mediterráneo español, que incluyen diversos hábitats de interés comunitario (Directiva Hábitat 92/43/CEE). El tramo superior de la Rambla recibe descargas de aguas subterráneas que, sin llegar a aflorar en la superficie, imponen un mayor grado de humedad que favorece el desarrollo de una vegetación típica de criptohumedal en su lecho. En su tramo final, justo antes de la desembocadura de la Rambla en el Mediterráneo, se localiza una pequeña laguna con cierta influencia marina. Además,

<sup>116</sup> <https://www.cms.int/es/legalinstrument/accobams>

<sup>117</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ibas.html>

<sup>118</sup> chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cbd.int/cop/cop-14/media/briefs/es/cop14-press-brief-ebesa-es.pdf

<sup>119</sup> chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.boe.es/boe/dias/2011/02/04/pdfs/BOE-A-2011-2102.pdf

el sitio incluye una laguna de origen artificial (una antigua gravera separada del cauce de la rambla por una mota de tierra), cuya cubeta almacena agua de forma permanente por los aportes de una moderna depuradora de aguas residuales que la vierte tras su depuración. Se trata de una laguna bastante naturalizada, en cuyas orillas se desarrolla una extensa e inaccesible orla de carrizal y tarayal.

Antecedentes: Resolución de 25 de enero de 2011, de la Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 7 de enero de 2011, por el que se autoriza la inclusión en la lista del Convenio de Ramsar (2 de febrero de 1971), relativo a humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas, de las siguientes zonas húmedas españolas: Ría de Villaviciosa, Lagunas de Campotejar, Lagunas de las Moreras, Saladas de Sástago-Bujaraloz y Tremedales de Orihuela.

Caracterización ecológica: Este sitio se ha convertido en un lugar importante de invernada, migración y reproducción de numerosas especies de aves acuáticas, entre las que destacan por su alto grado de amenaza mundial la Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) y la Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), ambas nidificantes en la zona, así como el invernante Porrón pardo (*Aythya nyroca*).

Además, en el sitio está citada la presencia de algunos invertebrados endémicos de elevado interés (*Nebrioporus baeticus*, etc.), siendo igualmente destacable la presencia de fartet (*Aphanius iberus*), pez ciprinodóntido endémico del litoral ibérico catalogado como en peligro de extinción.



Figura 352. Situación de las jaulas respecto al "Humedal Lagunas de las Moreras" (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

Situado en la franja costera al oeste de la localidad de mazarrón y por lo tanto alejado de la zona prevista para la ubicación de las jaulas.

### 9.6.1.2 Red OSPAR de Áreas Marinas Protegidas

En el análisis de la información realizado, no consta información al respecto de la existencia de este tipo de áreas en la zona prevista para la ubicación de las jaulas de este proyecto (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO).

### 9.6.1.3 Reserva de la Biosfera (MaB)

En el análisis de la información realizado, no consta información al respecto de la existencia de este tipo de reservas en la zona prevista para la ubicación de las jaulas de este proyecto (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO).

### 9.6.1.4 Zonas especialmente protegidas de importancia para el Mediterráneo (ZEPIM)

En el análisis de la información realizado, no consta información al respecto de la existencia de este tipo de áreas en la zona prevista para la ubicación de las jaulas de este proyecto (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO).

### 9.6.2 Espacios naturales protegidos (ENP).

#### **“Sierra de las Moreras” (ES620005)**

Figura de protección: “Paisaje protegido” (1992)

Área: 2398,57 ha (ámbito terrestre)

El Paisaje protegido Sierra de las Moreras se localiza al sur de la Región de Murcia, en el municipio de Mazarrón. Se trata de una imponente sierra que se alza junto al Mediterráneo y en la que predomina el monte mediterráneo con matorral de tomillo, cornical, arto y palmito. También están presentes otros ambientes como pinares, barrancos, cultivos tradicionales, acantilados y calas muy apreciadas tanto por el entorno en el que se encuentran como por la riqueza de sus fondos marinos<sup>120</sup>.

Situado en la franja costera y por lo tanto alejado de la zona prevista para la ubicación de las jaulas como se puede apreciar en la siguiente figura:



Figura 353. Situación de las jaulas respecto a la “Sierra de las Moreras” (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

<sup>120</sup> <https://murcianatural.carm.es/web/guest/sierra-de-las-moreras2>

**“Islas e Islotes del Litoral Mediterráneo” (ES620023)**

Figura de protección: “Paisaje protegido” (2019)

Área: 42,16 ha (ámbito marino)

El Espacio natural Islas e islotes del litoral mediterráneo está formado por 18 islas e islotes del litoral regional. Presenta cuatro tipos de hábitats comunitarios incluidos en el anexo I de la Directiva Hábitats. La importancia de algunas islas de este Espacio ha hecho que se las haya designado ZEPA por las colonias de especies marinas que en ellas se encuentran. Es Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) de la Red Natura 2000<sup>121</sup>.

Situado en la franja costera y por lo tanto alejado de la zona prevista para la ubicación de las jaulas:



Figura 354. Situación de las jaulas respecto a las “Islas e Islotes del Litoral Mediterráneo” (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

**9.6.3 Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE)**

Incluye la “Zona Especial Conservación (ZEC)” de los “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón (ES6200048)” y la “Zona de Especial Protección para las Aves, ZEPA” denominada “Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería (Código ES0000507)”. La información relativa será tratada en el apartado siguiente de “Red Natura”.

**9.6.4 Red Natura 2000****“Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón (ES6200048)”<sup>122</sup>**

Figura de protección: “Zona Especial Conservación, ZEC” (incluida en la Red de Áreas Marinas Protegidas de España, RAMPE).

<sup>121</sup> <https://murcianatural.carm.es/web/guest/islas-e-islotes-del-litoral-mediterraneo>

<sup>122</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

Área: 154.081,66 ha (ámbito marino).

Antecedentes: En julio de 2000, y en cumplimiento de la Directiva Comunitaria 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, se propuso la designación como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) del espacio denominado Valles submarinos del escarpe de Mazarrón, anteriormente denominado Medio Marino, con código ES6200048. El LIC fue propuesto debido a la presencia de los tipos de hábitats naturales de interés comunitario “Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda”, “Praderas de Posidonia (*Posidonium oceanicae*)” y “Arrecifes” (códigos 1110, 1120 y 1170 del anexo I de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, respectivamente), así como de las especies de interés comunitario *Tursiops truncatus* (delfín mular) y *Caretta caretta* (tortuga boba) (anexo II de la Ley 42/2007).

La aprobación de este espacio como LIC tuvo lugar el 21 de septiembre de 2006 mediante la publicación en el “Diario Oficial de la Unión Europea” (DOUE) de la Decisión 2006/613/CE de la Comisión, de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea.

Se trata de una ZEC declarada por la Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto, por la que se declaran zonas especiales de conservación de lugares de importancia comunitaria de la Región Marina Mediterránea de la Red Natura 2000, se aprueban sus correspondientes medidas de conservación y se propone la ampliación de los límites geográficos de dos lugares de importancia comunitaria. La gestión del sitio es responsabilidad de Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), esta zona cuenta con un plan de gestión real según la Orden AAA/1366/2016 antes mencionada<sup>123</sup>.

Ámbito territorial: incluye el medio marino comprendido entre las aguas situadas al sur de la isla del Fraile en el municipio de Águilas hasta una distancia de aproximadamente 11,79 km en dirección este trazada desde el cabo de Palos, sito en Cartagena. Alcanza en su límite exterior meridional una amplitud máxima de 88,16 km, así como un ancho máximo en la parte más oriental de 26,85 km, cubriendo una superficie total de 154.081,655 ha.

Encuadrado en el extremo suroeste de la cuenca Algero-Provenzal, conforma una zona de transición con el mar de Alborán. La profundidad varía desde 20-25 m en la zona más próxima al litoral, llegando a alcanzar los 2.000 metros de profundidad en su sector más meridional.

La ZEC es colindante con el espacio de la Red Natura 2000 denominado LIC ES6200029 Franja Litoral Sumergida de la Región de Murcia y con la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) ES0000271 Isla de Las Palomas, espacio también incluido en dicha Red. Además, engloba el 35,29% de la superficie de la ZEPA ES0000507 Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería, así como el 2,66% de la superficie de la ZEPA ES0000508 Espacio marino de Tabarca-Cabo de Palos.

Por otra parte, su superficie coincide aproximadamente con el 3,96% de la superficie de la Reserva Marina Cabo de Palos-Islas Hormigas (Decreto nº 15/1995, de 31 de marzo, por el que se declara reserva marina de interés pesquero la zona de Cabo de

<sup>123</sup> [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-7738](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-7738)



Palos - Islas Hormigas. (B.O.R.M. núm. 92 de 21 de abril de 1995) y Orden de 22 de junio de 1995, por la que se establece una reserva marina en el entorno del Cabo de Palos - Islas Hormigas (B.O.E. núm 161 de 7 de julio de 1995)). De igual modo, su distribución es coincidente con el 0,26 % de la superficie de la ZEPIM denominada Mar Menor y zona mediterránea oriental de la costa murciana, declarada como tal en la XII Reunión Ordinaria de la Partes Contratantes del Convenio de Barcelona, celebrada en noviembre de 2001.

El espacio marino protegido queda englobado en la Zona Especial del mar Mediterráneo, en virtud de lo establecido en la Regla 10 del anexo I (Hidrocarburos) así como en la Regla 1 del anexo 5 (Basuras) del Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques y su protocolo que lo modifica o MARPOL 73/78. Asimismo, son de aplicación en el ámbito del espacio protegido el Convenio para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo o Convenio de Barcelona y el acuerdo sobre la conservación de los cetáceos del Mar Negro, el mar Mediterráneo y la zona Atlántica contigua o ACCOBAMS.

Caracterización ecológica: El espacio marino protegido alberga numerosas biocenosis asociadas a los fondos rocosos, entre las que se encuentran biocenosis de algas fotófilas infralitorales de modo calmo (sobre roca o sedimentos consolidados, bien iluminados y protegidos del fuerte hidrodinamismo), biocenosis de algas esciáfilas infralitorales de régimen calmo, comunidades de precoralígeno (presente en enclaves rocosos no sometidos a un hidrodinamismo importante y protegidos de la iluminación directa) y coralígeno, y biocenosis de grutas semioscuras y extraplomos.

Además, entre los hábitats de interés presentes en el espacio marino protegido destacan los fondos de maërl, comunidades asociadas a los fondos detríticos costeros, que se originan por la acumulación de algas calcáreas. La presencia de estas formaciones de algas calcáreas perennes modifica la granulometría del sedimento y su estructura, dando lugar a una mayor heterogeneidad y por tanto a una elevada diversidad biológica. En los fondos sumergidos del espacio marino protegido se han identificado fondos detríticos con facies de maërl en varios enclaves, destacando los rodolitos calcáreos de *Lithothamnion sp.* y *Phymatolithon calcareum*, asociados a especies de la familia Peyssoneliáceas como *Peyssonelia rosa-marina*, *P. rubra*, *P. polymorpha* y *P. orientalis*.

Considerado como uno de los puntos más estrechos de la plataforma continental en la costa del Mediterráneo occidental, engloba el espacio protegido un sistema de valles submarinos cuyos procesos asociados va a determinar la presencia de especies marinas de gran interés. Actúa así el espacio como corredor migratorio y zona de alimentación de gran importancia para diversas especies de cetáceos, tortugas y aves marinas. Su fisiografía induce zonas de afloramiento y de agregación de presas, convirtiendo la zona en punto clave para especies cuyos hábitos alimenticios incluyen presas de profundidad asociadas a zonas de gran productividad. Esto justifica la existencia de importantes poblaciones de calderón común (*Globicephala melas*), calderón gris (*Grampus griseus*), la presencia ocasional de ejemplares de zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) y la habitual presencia en épocas migratorias de ejemplares de cachalote (*Physeter macrocephalus*) y de rorcual común (*Balaenoptera physalus*) que utilizan el área como zona de alimentación. Supone además una zona relevante para especies de delfínidos como el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) o el delfín común (*Delphinus delphis*). Por el contrario, el delfín mular (*Tursiops truncatus*), muestra en el espacio protegido preferencia por zonas de plataforma continental, no siendo corriente observarlos en aguas con profundidades superiores a 1000 metros.

Respecto a las especies de tortugas marinas, la importancia de la cuenca occidental del Mediterráneo como zona de congregación y alimentación de ejemplares de tortuga boba (*Caretta caretta*), tanto mediterránea como atlántica, es ampliamente conocida. Los datos obtenidos revelan que el Mediterráneo occidental es una zona de gran importancia para esta especie, no sólo durante el verano, sino también el resto del año, principalmente la cuenca de Alborán, los montes submarinos del Seco de los Olivos, los cañones del golfo de Vera, el escarpe de Mazarrón y la zona oriental del Estrecho. En los últimos años, los estudios llevados a cabo para el seguimiento de tortuga boba en el mar de Alborán y sus áreas contiguas del golfo de Cádiz y golfo de Vera han permitido constatar que los movimientos de la mayoría de los ejemplares marcados parecen seguir el recorrido de las corrientes marinas superficiales predominantes en el Mediterráneo occidental. Los ejemplares de tortuga boba presentes en las aguas del espacio marino protegido pertenecerían mayoritariamente a la población del Atlántico occidental, que atravesando el estrecho de Gibraltar llega al Mediterráneo donde permanecerá varios años, produciéndose su migración de retorno al acercarse su maduración sexual. Asimismo, se ha constatado en la zona de estudio la presencia de un número importante de ejemplares de tortuga boba con origen en el Atlántico oriental (Cabo Verde) (Monzón-Argüello, et al, 2010). Esta población ha sido clasificada recientemente como la población de tortuga careta más amenazada del Atlántico y una de las 11 poblaciones mundiales de tortuga marina más amenazada del mundo (Wallace et al. 2011, IUCN-MTSG).

Si bien la casi totalidad de tortugas avistadas en el entorno del espacio marino protegido han sido ejemplares de tortuga boba, la llegada ocasional hasta sus aguas de ejemplares de tortuga verde (*Chelonia mydas*) es evidente como demuestra el avistamiento de tres ejemplares en 2011 en playas del TTMM de Águilas. Esta especie, aunque tiene una distribución tropical, puede aparecer en las zonas más meridionales del Mediterráneo occidental. Por su parte, el avistamiento de un ejemplar vivo de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el entorno del seco de los Olivos, así como la llegada en la última década de tres ejemplares muertos hasta las costas de la Región revela asimismo la presencia de esta especie en el ámbito del espacio. Su alimentación, basada principalmente en invertebrados planctónicos y medusas, hace que se encuentre en alta mar asociada a las grandes corrientes oceánicas de la cuenca occidental del Mediterráneo.

Respecto al grupo de las aves, la isla de Las Palomas, en el límite del ámbito del espacio marino protegido alberga junto con la isla de Terreros, en la provincia de Almería, las únicas colonias de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) del Mediterráneo peninsular. Datos de los años 90 estimaban la población en unas 100 parejas reproductoras en esta isla, mientras que censos más precisos llevados a cabo en 2008 la estiman en 37-88 parejas. Clásicamente se ha considerado al estrecho de Gibraltar como la línea divisoria en la distribución de las subespecies de pardela cenicienta (*C. d. borealis* y *C. d. diomedea*), si bien el frente oceánico Almería-Orán, habría funcionado como discontinuidad. Actualmente se sabe que existe una cierta zona de solapamiento entre núcleos reproductores de ambas subespecies. Así, dentro del Mediterráneo, el núcleo reproductor de la Isla de Terreros se sitúa geográficamente al norte del frente oceánico Almería-Orán y sus ejemplares pertenecen, sin embargo, a la subespecie atlántica (*C. d. borealis*), mientras que el núcleo reproductor de la isla de Las Palomas pertenece a la subespecie mediterránea (*C. d. diomedea*).

Por su parte, el paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) cuenta asimismo con un núcleo reproductor en la isla de Las Palomas. Las estimas de parejas reproductoras para esta

isla son imprecisas, considerándose de forma muy conservadora un mínimo de 100 parejas. En la Península se reproducen las dos subespecies de paño (*H.p. pelagicus* y *H. p.melitensis*), si bien las colonias mediterráneas corresponden a la población *H. p.melitensis*.

Ocasionalmente pueden observarse grupos de pardela balear (*Puffinus puffinus mauretanicus*) descansando en el espacio marino protegido, sobre todo durante el otoño-invierno. Además, el espacio puede acoger a otras especies como el alcatraz atlántico (*Morus bassanus*), el alca común (*Alca torda*), el págalo pomarino (*Stercorarius pomarinus*), el págalo parásito (*Stercorarius parasiticus*), el págalo grande (*Stercorarius skua*), el negrón común (*Melanitta nigra*), el cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis*), el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*), la gaviota sombría (*Larus fuscus*), la gaviota reidora (*Larus ridibundus*), la gaviota cabecinegra (*Larus melanocephalus*), la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis atlantis*), la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), el fumarel común (*Chlidonias niger*), el charrán común (*Sterna hirundo*), el charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*), o el charrancito (*Sterna albifrons*) entre otras. Finalmente, cabe destacar la presencia en el ámbito del espacio protegido de ejemplares de pez luna (*Mola mola*) que utilizan el área como zona de alimentación durante sus migraciones.

La situación de la ZEC se muestra en la siguiente figura:

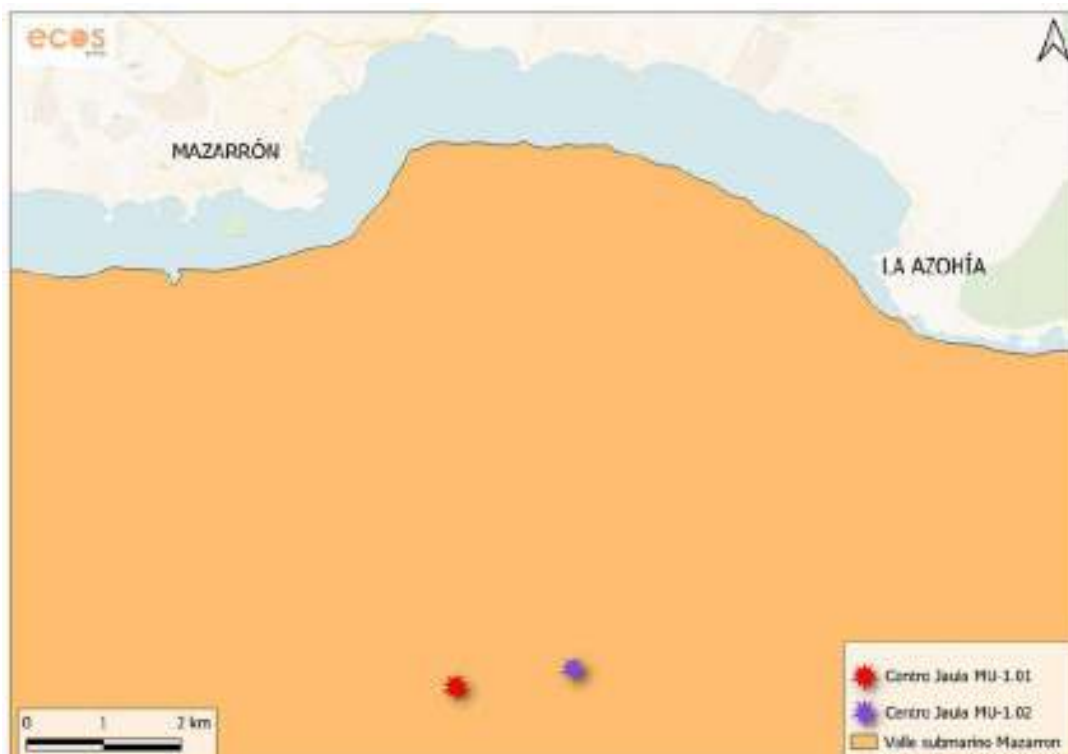


Figura 355. Situación de las jaulas respecto a la ZEC "Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón" (Elaboración propia, Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

#### **"Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería (Código ES0000507)"**

Figura de protección: "Zonas de Especial Protección para las Aves, ZEPA" (incluida en la Red de Áreas Marinas Protegidas de España, RAMPE).

Área: 12.335 ha (ámbito marino).

Antecedentes: Se trata de una ZEPA declarada por la Orden AAA/1260/2014, de 9 de julio, por la que se declaran Zonas de Especial Protección para las Aves en aguas marinas españolas. La gestión del sitio es responsabilidad de Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), esta zona no cuenta con un plan de gestión real<sup>124</sup>

Ámbito territorial: Espacio marino con dos sectores diferenciados, correspondientes, cada uno, a las extensiones marinas en torno a la isla de Terreros (Almería) y de las Palomas (Murcia). Estos islotes acogen las únicas poblaciones reproductoras de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) en el litoral peninsular español y, en el caso de Terreros, la única colonia del mediterráneo, junto con las Islas Chafarinas, donde cría la subespecie atlántica. También cría en ambos enclaves el paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*), principalmente en la isla de las Palomas<sup>125</sup>.

Caracterización ecológica: no se reportan tipos de hábitat para el sitio. Las especies a las que se refiere el artículo 4 de la Directiva 2009/147/CE y enumeradas en el Anexo II de la Directiva 92/43/CEE son las siguientes aves:

- Alca, Alca torda Linnaeus, 1758. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 2 acuerdos internacionales.
- Pardela cenicienta, *Calonectris diomedea* (Scopoli, 1769). Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 3 acuerdos internacionales.
- Charrán negro, *Chlidonias niger* (Linnaeus, 1758). Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 3 acuerdos internacionales.
- Petrel de tormenta o paíño europeo, *Hydrobates pelagicus* (Linnaeus, 1758). Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 3 acuerdos internacionales.
- Gaviota de Audouin, *Larus audouinii* Payraudeau, 1826. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 6 acuerdos internacionales.
- Gaviota de lomo negro menor, *Larus fuscus* Linnaeus, 1758. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otro acuerdo internacional.
- Gaviota mediterránea, *Larus melanocephalus* Temminck, 1820. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 5 acuerdos internacionales.
- Gaviota patiamarilla, *Larus michahellis* Naumann, 1840. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 2 acuerdos internacionales.
- Gaviota Reidora, *Larus ridibundus* Linnaeus, 1766. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 2 acuerdos internacionales.
- Pardela de Manx (subespecie balear), *Puffinus puffinus mauretanicus* Lowe, 1921, Sinónimo de *Puffinus mauretanicus*. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 5 acuerdos internacionales.
- Charrancito, *Sterna albifrons* Pallas, 1764. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 6 acuerdos internacionales.
- Charrán común, *Sterna hirundo* Linnaeus, 1758. Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 3 acuerdos internacionales.

<sup>124</sup> <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ES0000507>

<sup>125</sup> Orden AAA/1260/2014, de 9 de julio, por la que se declaran Zonas de Especial Protección para las Aves en aguas marinas españolas.

- Charrán sandwich, *Sterna sandvicensis* (Latham, 1787). Protegida por la Directiva de aves de la UE y otros 6 acuerdos internacionales.

La situación de la ZEPA se muestra en la siguiente figura:

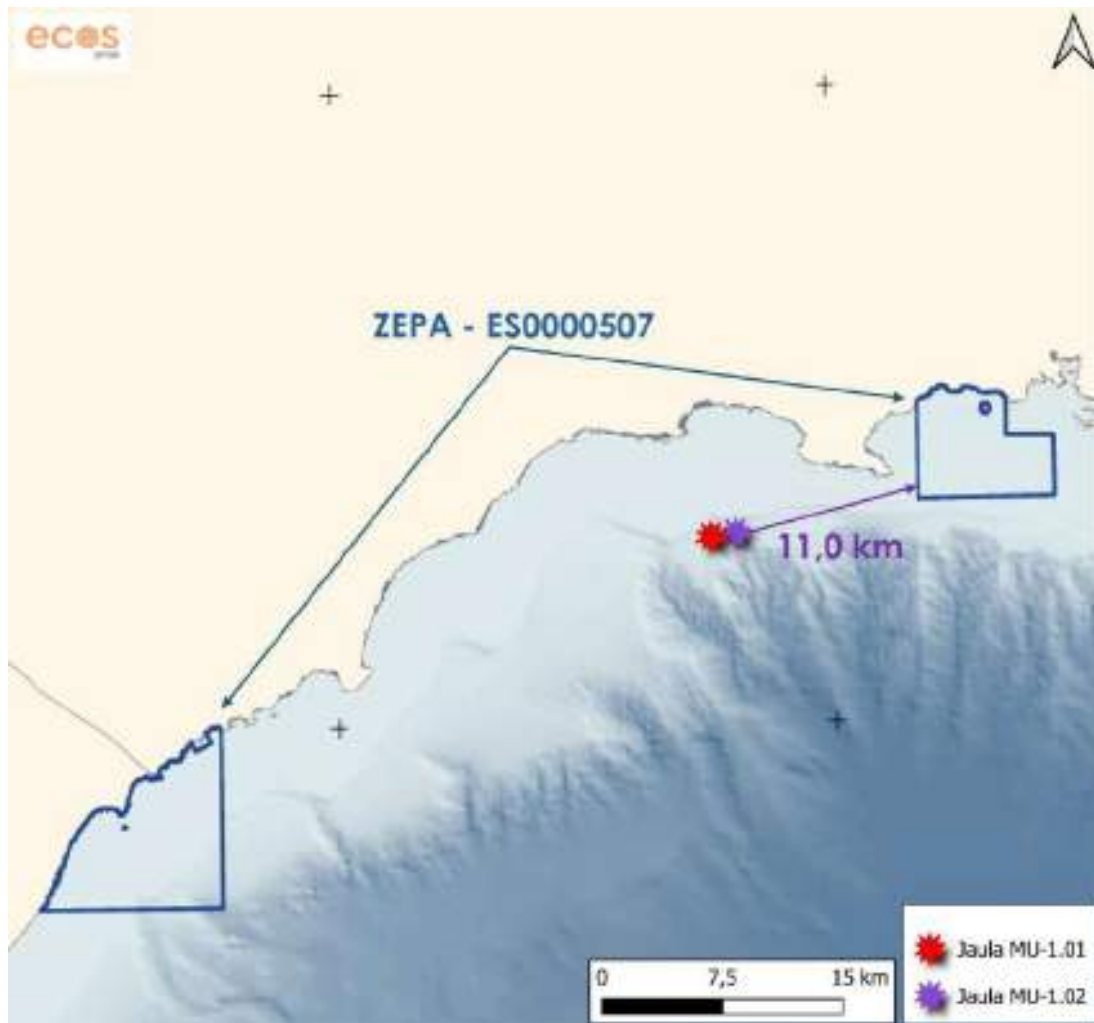


Figura 356. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA "Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería"

Situado en la franja costera y por lo tanto alejado de la zona prevista para la ubicación de las jaulas.

Por último, con respecto a las ZEPA, existen tres de ámbito terrestre; la "ZEPA-ES0000264, La Muela-Cabo Tiñoso" y la "ZEPA-ES0000261, Almenara-Moreras\_Cabo Cope" y "ZEPA-ES0000536, Laguna de Las Moreras"), localizadas en la franja costera y muy alejados del área prevista para la instalación de las jaulas:



Figura 357. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA-0000261, ZEPA-0000536 y ZEPA-0000264 “, (Fuente SIOM)

#### **“Franja litoral Sumergida de la Región de Murcia (Código ES6200029)”<sup>126</sup>**

Figura de protección: “Lugar de Interés Comunitario, LIC”.

Área: 13.683,02 ha (ámbito marino).

Antecedentes: Mediante Decisión de la Comisión de las Comunidades Europeas, en 2006 se aprueba la Lista de Lugares de Importancia Comunitaria, actualizada en 2013, en la que se incluye esta LIC.

Ámbito territorial: Se localiza a lo largo del litoral de la Región de Murcia frente a los términos municipales de San Pedro del Pinatar, San Javier, Cartagena, Mazarrón y Águilas y en los Distritos Marítimos de San Pedro del Pinatar, Cartagena, Mazarrón y Águilas. El LIC incluye una franja litoral sumergida, de anchura variable, con tres tramos diferenciados: el primer tramo se extiende desde el Mojón (San Pedro del Pinatar), en el límite con la provincia de Alicante, hasta cabo Negrete (Cartagena); el segundo tramo se localiza en la zona de Cabo Tiñoso (Cartagena), desde la playa de la Parajola hasta el inicio de la playa de la Azohía; y, el tercer tramo, se localiza en Águilas, y se extiende desde la Punta del Sombrero hasta Punta Parada, en el límite con la provincia de Almería. El LIC incorpora a su vez: un polígono rectangular que comprende los fondos de isla Hormiga y del islote del Hormigón, así como los bajos del Mosquito, la Losa y de Fuera; y la franja litoral sumergida de la isla de Escombreras, isla de Las Palomas, isla de Adentro o de Mazarrón e Isla Cueva de Lobos. El LIC se superpone con la ZEPIM “Área del Mar Menor y Zona Oriental Mediterránea de la Costa de la Región de Murcia” (frente marino entre El Mojón y Cabo Negrete y franja marina en torno a las Islas Hormigas) y con las ZEPA “Islas Hormigas”, “Isla de las Palomas” e “Isla Cueva de Lobos”.

Caracterización ecológica: El LIC abarca una superficie de 13.683,02 ha, de las cuales el 12.187,70 ha presentan tipos de hábitats de interés comunitario, lo que supone el 89% de la superficie cartografiada. Se han cartografiado los 4 tipos de hábitats de interés comunitario descritos para la franja mediterránea de la Región de Murcia, siendo uno de ellos prioritario, y presentando en su mayor parte un estado de conservación excelente.

<sup>126</sup> <https://murcianatural.carm.es/web/guest/visor-contenidos-dinamicos?artId=81766>

Se han citado 23 especies con interés de conservación: 19 se recogen en el Anexo II del Convenio de Barcelona y, de ellas, 2 también se encuentran en el Anexo II de la Directiva de Hábitats (*Caretta caretta*, especie prioritaria, y *Tursiops truncatus*), y 10, incluidas las dos anteriores, se encuentran en el Anexo IV de la Directiva de Hábitats. La franja marina del Mediterráneo tiene gran importancia como área de alimentación para siete especies nidificantes en los espacios mencionados: *Calonectris diomedea* (pardela cenicienta), *Phalacrocorax aristotelis desmarestii* (cormorán moñudo), *Hydrobates pelagicus* (paíño europeo), *Larus audouinii* (gaviota de Audouin), *Larus genei* (gaviota picofina), *Sterna hirundo* (charrán común) y *Sterna albifrons* (charrancito común), explotando estas tres últimas los recursos de la franja marina más costera. Además, constituye un área de paso en invernada y alimentación en época reproductora para *Puffinus mauretanicus* (pardela balear).

La situación del LIC se muestra en la siguiente figura:



Figura 358. Situación de las jaulas respecto al LIC "Franja litoral Sumergida de la Región de Murcia"

Situado en la franja costera y por lo tanto alejado de la zona prevista para la ubicación de las jaulas tal y como se muestra en la figura anterior.

## 9.6.5 Otros espacios de interés

### 9.6.5.1 Hábitats críticos para cetáceos definidos en el marco de ACCOBAMS

Nombre: The Alborán Sea and the Strait of Gibraltar

Categoría: Areas of special importance and diversity for various cetacean species

La situación de esta área se muestra en la siguiente figura:

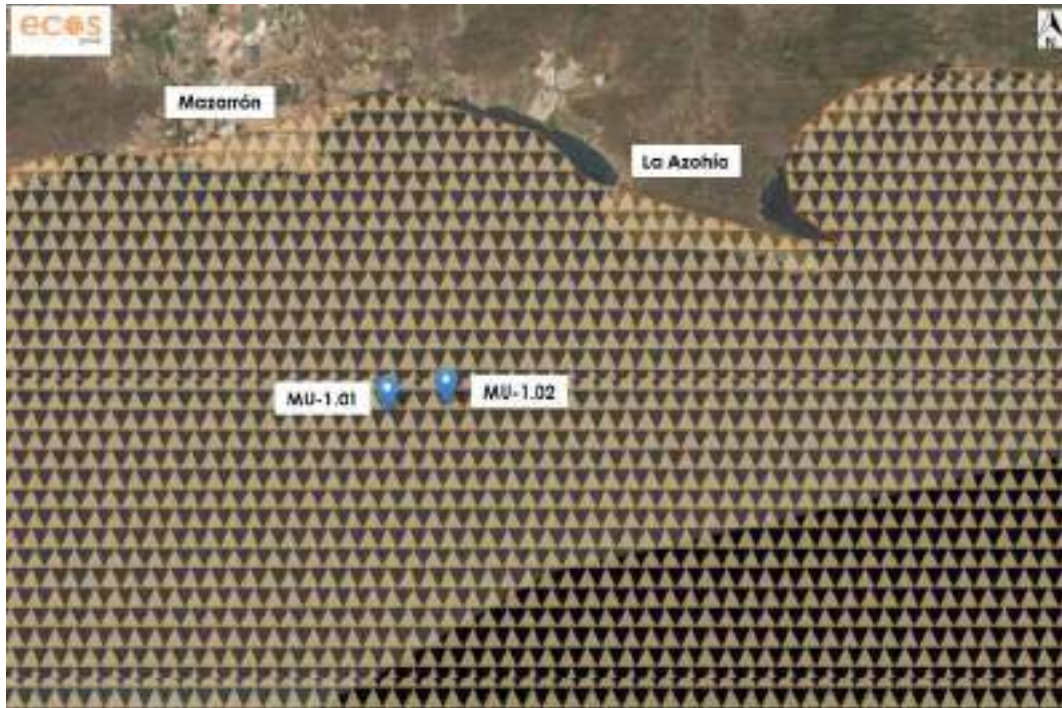


Figura 359. Situación de las jaulas respecto al área (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

La localización de las jaulas en un área de este tipo no implica a priori limitaciones.

#### **9.6.5.2 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad (IBA)**

Las IBA más cercanas respecto a la zona de estudio, coinciden con la ZEPA de ámbito marino del "Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería (Código ES0000507)" y las de ámbito terrestre; "ZEPA-ES0000264, La Muela-Cabo Tiñoso" y la "ZEPA-ES0000261, Almenara-Moreras\_Cabo Cope".

#### **9.6.5.3 FBSA MED 7 bentónicos**

Nombre: North Western Mediterranean Benthic Ecosystem

La situación de esta área se muestra en la siguiente figura:





Figura 360. Situación de las jaulas respecto al área "EBSA MED 7 bentónicos" (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

La localización de las jaulas en un área de este tipo no implica limitaciones. La descripción de una EBSA es puramente un ejercicio científico y solo un primer paso. No significa necesariamente que se adoptarán medidas de ordenación, ni que se imponga qué tipos de medidas de ordenación se deben utilizar. Corresponde a los Gobiernos y las organizaciones intergubernamentales competentes decidir cómo utilizar la información sobre las EBSA<sup>127</sup>

#### **9.6.5.4 EBSA MED 6 pelágicos**

En el análisis de la información realizado, no consta información al respecto de la existencia de este tipo de áreas en la zona prevista para la ubicación de las jaulas de este proyecto (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO).

#### **9.6.5.5 Zona para la conservación de praderas de fanerógamas marinas en aguas marinas del mediterráneo español. Proyecto de Real Decreto**

En la actualidad existe en un "Proyecto de Real Decreto para la conservación de praderas de fanerógamas marinas en aguas marinas del mediterráneo español" que está en fase de tramitación.

En el artículo 4, apartado 1) c), cita:

*" 1. De acuerdo con lo previsto en el artículo 57.1 a) y c) de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, y salvo en los casos y circunstancias excepcionales previstos en el artículo 61 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, quedan prohibidas, en el ámbito al que se refiere este real decreto:*

<sup>127</sup> [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cbd.int/cop/cop-14/media/briefs/es/cop14-press-brief-eb-sa-es.pdf](https://www.cbd.int/cop/cop-14/media/briefs/es/cop14-press-brief-eb-sa-es.pdf)

c) Las nuevas instalaciones y obras de todo tipo sobre praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* o en ubicaciones que puedan afectarlas indirectamente, como:

17) Instalaciones de acuicultura marina para el cultivo o engorde de especies comerciales.

En el apartado 1) d), cita:

“d) Se prohíbe con carácter general, la instalación de nuevas instalaciones de acuicultura y los puntos de vertido a través de conducciones de vertido procedentes de estaciones de depuración de aguas residuales o desaladoras, entre otras, a una distancia inferior a 2.500 metros del límite de distribución de pradera más próximo, determinado conforme a la mejor información disponible.....”

Aun siendo un proyecto de Real Decreto y en el caso de que se aprobara, se considera de importancia señalar que la futura instalación acuícola offshore objeto del presente estudio de EIA estaría a más de 2.500 metros del límite de distribución de pradera más próximo, determinado conforme a la mejor información disponible.

### **9.7 Patrimonio de interés cultural y arqueológico**

El Servicio de Patrimonio Histórico de la Región de Murcia, es una unidad administrativa integrada en la Dirección General de Bienes Culturales, dependiente de la Consejería de Cultura y Turismo.

Se encarga de la protección, promoción y difusión de los bienes integrantes del Patrimonio Histórico de la Región de Murcia, mediante la formación y conservación del inventario general de bienes muebles e inmuebles, del patrimonio arqueológico, paleontológico, etnológico, etnográfico, monumental y artístico de la tramitación de declaraciones de bienes de interés cultural, y de la adopción de cuantas medidas sean necesarias para su tutela, conservación, acrecentamiento y puesta en valor.

Tiene como finalidad el acercamiento a los ciudadanos del Patrimonio Cultural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, dentro de una organización administrativa en continuo desarrollo, al que se une la necesidad de una mayor dinamización de su estructura y actividad, fruto también del compromiso con una sociedad cada vez más involucrada en la preservación, divulgación y estudio de su propio patrimonio.

Para la elaboración de este apartado, no se tendrá en cuenta la información relativa al ámbito terrestre al ser un proyecto que se desarrollará en el ámbito marino.

La existencia de posibles elementos generadores de impactos que pueden llegar a provocar algún tipo de afección sobre el patrimonio de interés cultural y arqueológico está relacionada con los trabajos submarinos de anclaje y creación de las líneas de fondeo y amarres de las jaulas flotantes de engorde que permitirán su sujeción y que pueden producir alteraciones puntuales del lecho marino.

Debido a su posible importancia, este apartado se ha desarrollado realizando una búsqueda general del patrimonio arqueológico subacuático, basado en:

- Trabajo de gabinete: realización de una extensa búsqueda bibliográfica relacionada con el Patrimonio Arqueológico Subacuático de las aguas marinas sobre las que España ejerce soberanía o jurisdicción, poniendo especial atención a la información encontrada sobre la Región de Murcia.

- Estudios de “prospección geofísica”: realizado en abril de 2024 con un Sónar de Barrido Lateral (SBL) permitió caracterizar la naturaleza geomorfológica del fondo marino.
- Visualización de “grabaciones submarinas”: obtenidas durante los trabajos de campo llevados a cabo en abril/mayo 2024.

En la siguiente imagen se muestra la cartografía de actividades e impactos de la ZEC ES6200048 “Valles submarinos del escarpe de Mazarrón” en la que se ha incluido el área donde se localizaría la futura instalación acuícola objeto de este estudio, de forma que aprovechando que se indican los puntos donde estarían los barcos hundidos podemos hacernos una idea de la posible afección al patrimonio subacuático que en este caso parece poco probable. Además, se ha preparado una tabla que incluye las coordenadas donde existen “barcos hundidos” en base a este plano:

Tabla 86. Posiciones de los barcos hundidos en la ZEC ES6200048 “Valles submarinos del escarpe de Mazarrón” con relación a la ubicación de las jaulas

Coordenadas UTM de los barcos hundidos respecto a los centros de las jaulas, (Huso 30S)					
Posición en el plano	Coordenada X	Coordenada Y	Distancia a la jaula MU-1.01 (km)	Distancia a la jaula MU-1.02 (km)	Observaciones
1	703.932	4.166.255	52,0	50,2	1 barco
2	671.705	4.143.052	18,3	17,0	1 barco
3	662.586	4.146.176	9,0	8,0	1 barco
4	672.721	4.160.106	19,4	17,6	2 barcos
5	654.492	4.157.709	5,8	6,0	1 barco
6	632.518	4.142.465	25,3	26,5	8 barcos
7	703.279	4.143.740	48,3	46,8	1 barco

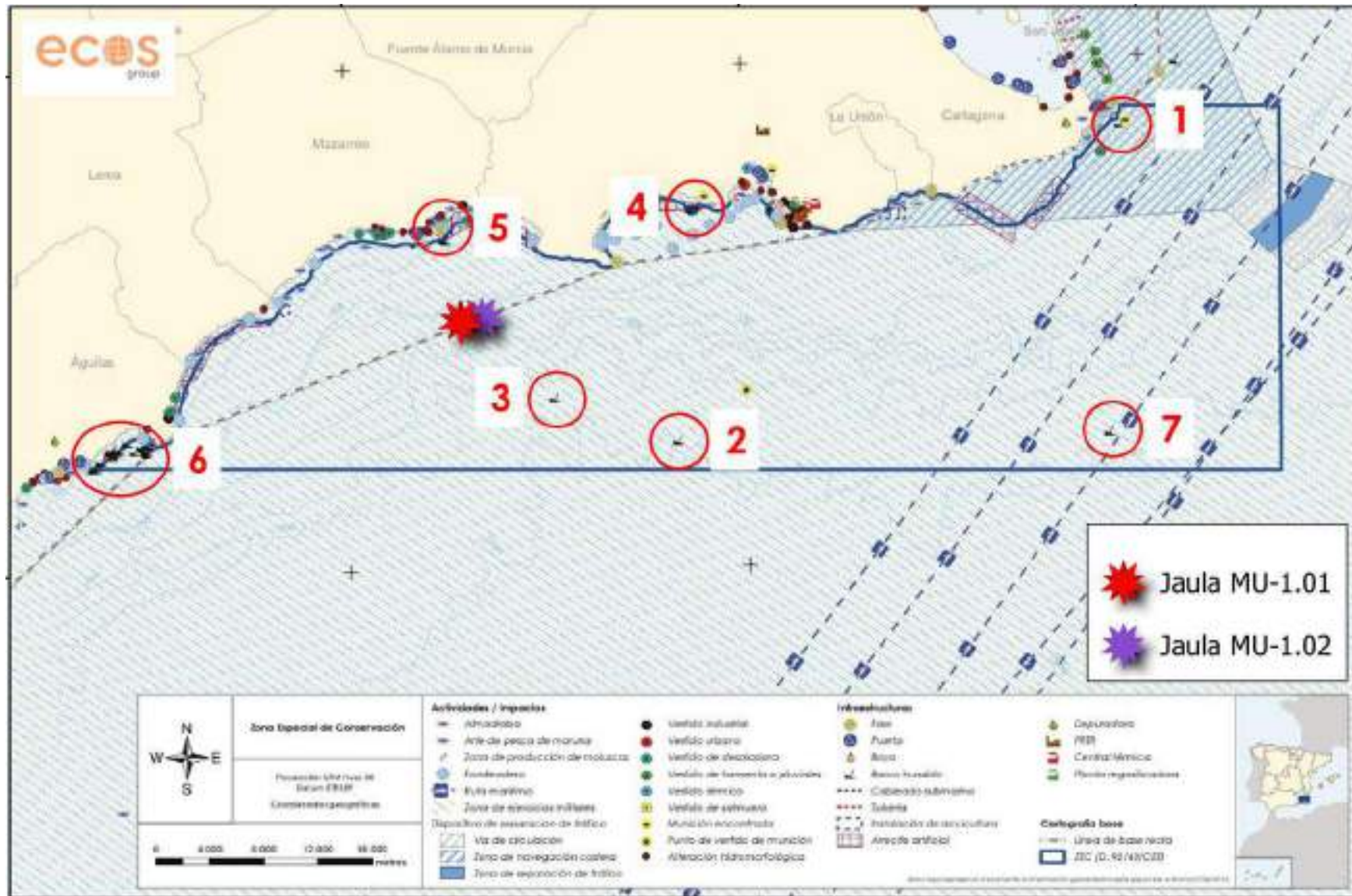


Figura 361. Localización de las jaulas respecto a la cartografía de actividades e impactos de la ZEC "Valles submarinos del escarpe de Mazarrón" (Fuente Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto)

En el espacio marino protegido ZEC-ES6200048, “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón” consta la existencia de 18 barcos hundidos, y ocho frente a la costa de Águilas, en principio alejados del área de estudio (ver tabla anterior). Además, existe un punto de vertido declarado de municiones y explosivos, situado al sur de la bahía de Cartagena también alejado de nuestra área de estudio<sup>128</sup>.

Es importante destacar que no se ha detectado la presencia de restos arqueológicos subacuáticos de interés en la zona de estudio atendiendo a los resultados de los trabajos realizados con sonar de barrido lateral (SBL) y visualización de grabaciones submarinas (la bibliografía disponible tampoco indica la presencia de este tipo de restos):

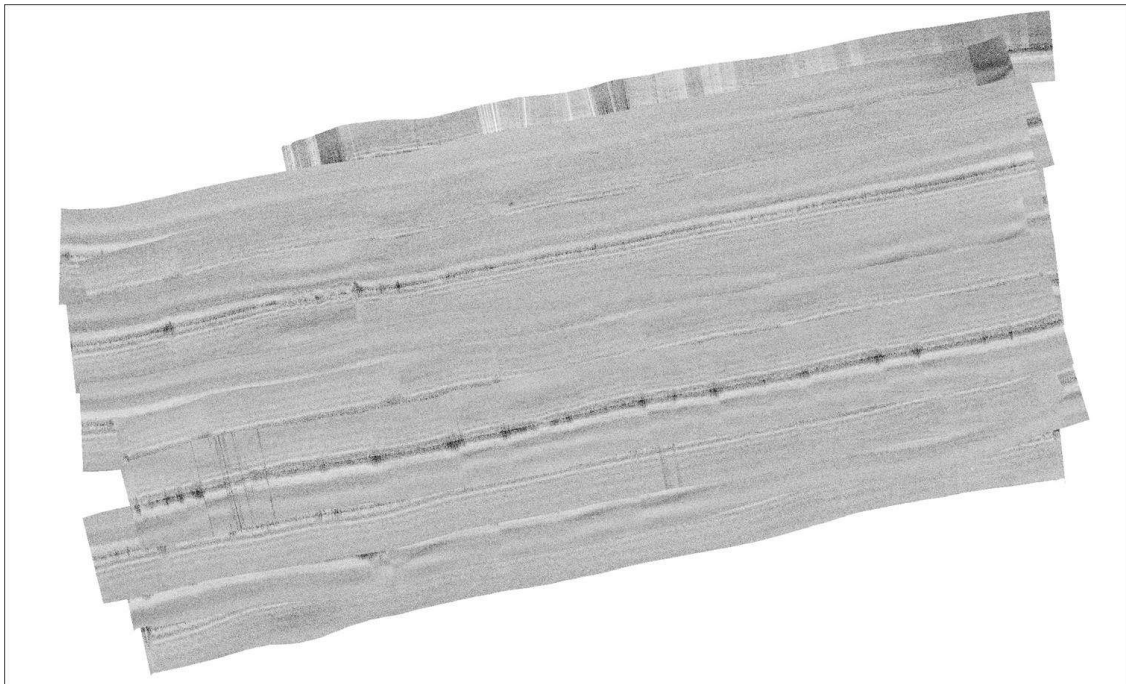


Figura 362. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio

Por último, recordar que de acuerdo con la información elaborada por la Región de Murcia, a fecha de 2013 constaban en la Carta Arqueológica Regional de Murcia 45 yacimientos arqueológicos subacuáticos, con el detalle de sus coordenadas de localización y cultura predominante. Todos ellos se hallan ubicados en el espacio marítimo adyacente a la comunidad autónoma. Además, se hace constar que dichos yacimientos subacuáticos integrarán la carta arqueológica subacuática de esta comunidad, que está en proceso de elaboración por el Museo Nacional de Arqueología Subacuática (ARQUA). De los 45 yacimientos subacuáticos citados, se dispone de información cartográfica en formato digital de 35. La localización de estos yacimientos no se hace pública ni se muestra su representación gráfica a petición expresa de los organismos competentes de su gestión y protección, para garantizar su salvaguarda por eso no se ha podido analizar con exactitud en este documento. En cualquier caso, si durante las fases de construcción y producción se encontrasen elementos de este tipo, se deben tener en cuenta y tomar las medidas apropiadas para su conservación.

<sup>128</sup> Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto

## 10. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

### 10.1 Identificación de las acciones susceptibles de producir impacto

Durante el desarrollo del "proyecto de cultivo de Seriola y Corvina en la costa de la región de Murcia", en sus distintas fases, se realizarán acciones que pueden causar impactos de distinto grado en alguno de los elementos ambientales anteriormente descritos. En este apartado se pretende identificar dichos elementos generadores de impactos como primer paso del análisis de impactos.

#### 10.1.1 Fase constructiva

De la totalidad del ciclo de vida del proyecto, es en la fase constructiva, en la que posiblemente se desarrollarán las acciones que podrán generar un mayor impacto sobre el medio.

Inicialmente, se deberán realizar diferentes tareas en el área portuaria como el acopio de material, puesta a punto final de las jaulas flotantes de engorde, posteriormente deberán remolcarse hasta la posición definitiva en el mar. También se incluye en esta fase la instalación de los diferentes elementos del sistema de anclaje al lecho marino que posibilitarán la creación de las líneas de fondeo que permitirán amarrar las jaulas flotantes al sistema de sujeción y crear el entramado. Así, durante esta fase constructiva se realizarán todas las actividades necesarias para la puesta en operación de la instalación:

- Ensamblaje y montaje de las jaulas flotantes de engorde: Para iniciar el proyecto será necesario llevar a cabo la construcción de cada una de las jaulas flotantes de engorde en un astillero poniendo sus diferentes tecnologías a punto antes de transportarlas al mar. Para el montaje completo de las jaulas flotantes será posible requerir diversos servicios y maquinaria tanto en tierra (por ejemplo, grúas) como en el mar. Durante esta fase de construcción se llevarán a cabo las siguientes tareas:
  - Transporte de material y maquinaria por tierra
  - Uso de maquinaria (En tierra y mar)
- Anclajes de los sistemas de sujeción, líneas de fondeo y amarres: En esta fase se llevará a cabo la instalación de los sistemas de sujeción que componen las líneas de fondeo sobre el fondo arenoso. En primer lugar, se transportarán los diferentes elementos del sistema de fondeo (anclas, cadenas, etc.) hasta el lugar de instalación y una vez allí se dejarán sobre el lecho marino. Tras ello, se llevarán a cabo las pruebas necesarias para comprobar que resiste las fuerzas mínimas exigidas por el diseño y se pasará a conectar las líneas de fondeo a una boya temporal que mantendrá la línea de fondeo en su posición hasta conectar las jaulas flotantes:
  - Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria
  - Uso de maquinaria
  - Anclaje en el fondo marino (geomorfología de la zona)
  - Ocupación del lecho marino
- Transporte y conexión de las jaulas flotantes de engorde a las líneas de fondeo: Una vez la jaula flotante esté construida y lista para ser instalada en la ubicación seleccionada, y se hayan finalizado las tareas necesarias para la instalación de

los sistemas de fondeo, se procederá a remolcar las jaulas flotantes. Situadas en este punto, deberán ser lastrada hasta su calado de instalación y se procederá a realizar la conexión rápida a los amarres o líneas de fondeo instalados previamente:

- Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria.
- Uso de maquinaria.
- Balizamiento del área: Instalación de boyas perimetrales que señalarán la superficie de explotación. Este proceso conlleva la fijación de boyas por medio de muertos al fondo marino:
  - Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria.
  - Uso de maquinaria.
  - Activación de luces de señalización.

### 10.1.2 Fase productiva

Una vez se ponga en marcha el proyecto, existirán unas actividades que se prolongaran en el tiempo, estas quedan recogidas a continuación:

- Presencia física de las jaulas flotantes de engorde (posibles alteraciones del paisaje): por el posible impacto derivado de la instalación de las jaulas flotantes de engorde:
  - Uso de maquinaria.
  - Ocupación de la zona marina.
  - Activación de luces de señalización.
  - Interacción con la fauna salvaje (aves, tortugas, cetáceos, etc.).
  - Interacción con zonas de tráfico marítimo.
- Presencia física de los anclajes y líneas de fondeo (posibles alteraciones de las comunidades bentónicas): por el posible impacto derivado de la instalación de los anclajes de sujeción y las líneas de fondeo que permitirán el amarre de las jaulas flotantes de engorde.
  - Ocupación del lecho marino.
- Presencia de los ejemplares a cultivar en la jaula flotante de engorde (producción)
  - Generación de residuos (ejemplares muertos o enfermos) y fouling.
  - Utilización de medicamentos.
  - Fugas accidentales.
  - Metabolismo de los peces (excreción).
  - Liberación de sustancias químicas al medio natural.
  - Posibilidad de escapes.
- Alimentación: se realizará de forma automática con el fin de conseguir los objetivos de producción con el mínimo efecto posible sobre el medio marino.
  - Generación de residuos (pienso no ingerido) bajo las jaulas.
  - Consumo de recursos (energía, combustibles y materias primas para el pienso).

- Posible contaminación orgánica particulada y disuelta en la zona tanto en el agua como en el sedimento.
- Labores de mantenimiento: Para el correcto funcionamiento de las jaulas flotantes de engorde será necesario llevar a cabo diversas tareas de mantenimiento de las que derivarán diferentes impactos:
  - Navegación y transporte de material y trabajadores (emisión de gases y ruidos).
  - Uso de maquinaria.
- Balizamiento:
  - Activación de luces de señalización.

### 10.1.3 Fase de desmantelamiento

- Retirada de las instalaciones: actividades de desmontaje de las plataformas y sistemas de fondeo.
- Tráfico de embarcaciones:
  - Emisión de gases y ruidos.
  - Retirada de los elementos de la granja, muertos, fondeos, jaulas, etc.

## 10.2 Descripción de los factores del medio receptor susceptibles de recibir impactos

El medio receptor puede verse afectado por las distintas actividades previstas en el proyecto en cada una de sus fases. Los elementos receptores de impacto para cada uno de los medios son los siguientes:

- **Medio Físico**:
  - Calidad del agua: Variaciones de los parámetros fisicoquímicos (contaminación) que caracterizan la calidad del agua.
  - Calidad del sedimento: Variaciones de los parámetros fisicoquímicos (contaminación) que caracterizan el sedimento.
  - Calidad del aire: Variaciones de los parámetros que caracterizan la calidad del aire.
  - Calidad lumínica: Variaciones de los parámetros que caracterizan la calidad lumínica.
  - Calidad acústica (medio aéreo y marino): Variaciones de los parámetros que caracterizan la calidad acústica tanto del medio aéreo como marino.
  - Dinámica litoral: Variaciones de las corrientes, oleaje o dinámica litoral.
- **Medio Biótico**:
  - Comunidades bentónicas: Análisis de posibles impactos sobre estas comunidades presentes en la zona prevista de instalación de las jaulas flotantes de engorde.
  - Comunidades pelágicas: Análisis de posibles impactos sobre estas comunidades presentes en la zona prevista de instalación de las jaulas flotantes de engorde incluyendo cetáceos y tortugas.
  - Aves: Análisis de posibles impactos sobre las aves presentes en la zona prevista de instalación de las jaulas flotantes de engorde.



- Hábitats protegidos: Análisis de posibles impactos sobre hábitats presentes o cercanos en la zona prevista de instalación de las jaulas flotantes de engorde.
- Espacios protegidos: Análisis de posibles impactos sobre espacios marinos presentes o cercanos en la zona prevista de instalación de las jaulas flotantes de engorde.

• **Medio Socioeconómico**:

- Población: Análisis de posibles impactos sobre la población tanto local como visitante (turismo).
- Pesca: Análisis de posibles variaciones sobre las capturas procedentes de la pesca profesional como consecuencia de la instalación de las jaulas flotantes de engorde.
- Paisaje: Análisis de afecciones derivadas de la instalación de las jaulas flotantes de engorde.
- Tráfico marítimo: Análisis de posibles alteraciones en la navegación de embarcaciones.
- Aspectos socioeconómicos: Aceptación de la actividad por parte de la población.
- Restos arqueológicos subacuáticos: Análisis de afecciones sobre posibles restos arqueológicos por parte de los sistemas de sujeción.

### 10.3 **Identificación de impactos**

Una vez identificadas las actividades y tareas que se van a realizar durante el proyecto podemos prever que impactos generaran sobre el medio ambiente que los alberga.

Como se hizo en el apartado anterior se van a separar por las distintas fases de desarrollo del proyecto.

#### 10.3.1 **Fase constructiva**

Como vimos, existen una serie de tareas en esta fase que se repiten en distintas acciones del proyecto. Para simplificar este apartado se identificarán los impactos que a priori originarían las tareas, sin tener en cuenta la zona específica donde se ejecuten ya que esto se analizará en el siguiente apartado denominado valoración de impactos.

• **Transporte de material y maquinaria por tierra**: Será necesario transportar la totalidad de los elementos y la maquinaria necesaria para construir la jaula flotante. Derivado de esta tarea se darán los siguientes posibles impactos:

- Emisión de humos de combustión: Derivado del uso de vehículos para el transporte de elementos y material (**Calidad del aire**).
- Perturbación temporal del paisaje: La presencia de maquinaria pesada en la zona ocasionará un impacto paisajístico temporal, en ambos medios (**Paisaje**).

• **Uso de maquinaria**: El uso de maquinaria especializada es una tarea común a la construcción de todas las infraestructuras necesarias para el funcionamiento:

- Emisión de humos de combustión: Este impacto se generará en ambos medios, marino y terrestre, durante el uso de la maquinaria necesaria para llevar a cabo cada tarea (**Calidad del aire**).

- Peligro de vertidos de aceites o combustibles: Durante el uso de maquinaria podrán darse vertidos, tanto en el medio marino, durante las tareas de instalación, como terrestre, en la zona portuaria durante las tareas de ensamblaje. En el caso del vertido en tierra el peligro será menor ya que se dará en la zona de puerto, zona completamente antropizada y asfaltada. Será en el caso de vertidos sobre la masa de agua donde deberá prestarse especial atención (**Calidad del agua, Comunidades bentónicas, Comunidades pelágicas**).
- Generación de ruidos tanto en el medio aéreo como marino: Toda obra genera un ruido, más notorio si la zona previamente es una zona carente de impactos acústicos previos. El tránsito y funcionamiento de la maquinaria y la construcción de infraestructuras son las principales tareas de esta fase en donde se generará ruido. (**Calidad acústica**).
- Generación de residuos: en los diferentes procesos se generan diversos tipos de residuos, que habrá que gestionar adecuadamente. La construcción, remolque y las maniobras de fondeo y amarre de las jaulas flotantes son las principales tareas de esta fase en donde se generarán residuos. (**Comunidades pelágicas**).
- Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como profesional: El tránsito de embarcaciones y maquinaria para realizar las diferentes tareas de fondeo y amarre de las jaulas flotantes podrían tener efectos puntuales sobre las capturas. (**Pesca**).
- Efectos sobre la perturbación temporal del paisaje: El tránsito de embarcaciones y maquinaria para realizar las diferentes tareas de fondeo y amarre de las jaulas flotantes podrían cambiar de forma puntual el paisaje hasta que las jaulas queden instaladas. (**Paisaje**).
- Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: la navegación en la zona prevista para la instalación de las jaulas flotantes de engorde puede verse alterada puntualmente sobre todo en el proceso de traslado, fondeo y amarre de las unidades. (**Tráfico marítimo**).
- **Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria**: Para la instalación de los diferentes elementos será necesario transportar la totalidad de las infraestructuras desde el puerto hasta el punto de instalación. Esta actividad generará los siguientes impactos:
  - Emisión de humos de combustión: Durante la fase de navegación se dará este impacto (**Calidad del aire**).
  - Peligro de vertidos de aceites o combustibles: Al igual que durante el uso de maquinaria, esta tarea podrá provocar vertidos accidentales en la masa de agua (**Calidad del agua, Comunidades bentónicas, Comunidades pelágicas**).
  - Generación de ruidos tanto en el medio aéreo como marino: Igual que el uso de maquinaria, esta tarea generará ruidos, aunque de menor entidad. (**Calidad acústica**).
  - Generación de residuos: se podrían generar diferentes tipos de residuos que terminen por afectar a las comunidades y que habrá que gestionar adecuadamente. (**Comunidades pelágicas**).
  - Efectos sobre la perturbación temporal del paisaje: el remolque de las jaulas flotantes podría alterar de forma puntual el paisaje cercano a costa al ser

- estructuras llamativas, aunque este efecto desaparecerá en cuanto las unidades queden fondeadas. (**Población, Paisaje**).
- o Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como profesional: el trasiego de embarcaciones, maquinaria y las maniobras de fondeo y amarre podrán provocar efectos puntuales sobre las embarcaciones de pesca que faenan en la zona, aunque este efecto desaparecerá en cuanto las unidades queden instaladas. (**Pesca**).
  - o Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: Igual que en el caso anterior el tráfico marítimo puede verse alterado de forma muy puntual por las tareas de anclaje, fondeo y amarre de las jaulas. (**Tráfico marítimo**).
- **Anclaje en el fondo marino**: Para la instalación de los diferentes elementos será necesario transportar la totalidad de las infraestructuras desde el puerto hasta el punto de instalación. Esta actividad generará los siguientes impactos:
    - o Efectos sobre la variación en la geomorfología de la zona: las anclas y líneas de fondeo pueden provocar alteraciones puntuales y muy localizadas en el fondo marino. (**Calidad del sedimento**).
    - o Generación de ruidos en el medio marino: igual que en el caso anterior se generan ruidos que desaparecerán desde que terminen las maniobras de instalación de las anclas y líneas de fondeo. (**Calidad acústica**).
    - o Emisión de pluma de dispersión de sedimento arenoso: serán puntuales y muy localizados y desaparecerán desde que terminen las maniobras de instalación de las anclas y líneas de fondeo. (**Comunidades bentónicas**).
    - o Daño puntual a la cobertura vegetal y fauna invertebrada: serán puntuales y muy localizados. (**Comunidades bentónicas**).
    - o Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas: en el caso de producirse serán puntuales y muy localizados desapareciendo en cuanto los trabajos terminen. (**Comunidades pelágicas**).
  - **Ocupación del lecho marino**: anclas y líneas de fondeo ocuparán zonas del lecho marino y podrían generar los siguientes impactos:
    - o Generación de ruidos en el medio marino: de poca entidad como para tener efectos sobre las diferentes especies. (**Calidad acústica**).
    - o Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como de la pesca profesional: en estas zonas la pesca podría quedar condicionada por la presencia de nuevas estructuras. (**Pesca**).
    - o Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: la presencia de las boyas de señalización hará que la navegación en la zona sea diferente. (**Tráfico marítimo**).
  - **Activación de luces de señalización**: Por la presencia de las jaulas flotantes fondeadas y operativas, esta actividad generará los siguientes impactos:
    - o Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas: aparición de nuevas señales en una zona donde antes no había. (**Calidad lumínica**).

- Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: la presencia de las luces de señalización de las jaulas flotantes hará que la navegación en la zona sea diferente. (**Tráfico marítimo**).
- **Impactos comunes a todas las actividades constructivas**: Además de las ya comentadas anteriormente existen varios impactos comunes a todas las obras y en el medio terrestre y marino:
  - Generación de ruidos y residuos: Derivado de todas las tareas se generarán una serie de ruidos y residuos que deberán ser gestionados correctamente. (**Población**).
  - Perturbación temporal del paisaje: La presencia de maquinaria pesada en la zona ocasionará un impacto paisajístico temporal, en ambos medios (**Paisaje**).
  - Generación de actividades económicas: La obra activará la economía de la zona ya que se debe contar con operarios, conductores, maquinarias, etc. (**Aspectos Socioeconómicos**).

### 10.3.2 Fase productiva

Una vez empiecen a funcionar las jaulas, los impactos que se generen serán los siguientes:

- **Uso de maquinaria**: El uso de maquinaria especializada relacionada con las tareas de mantenimiento y maniobras de los buques de apoyo:
  - Emisión de humos de combustión: Derivado del uso de vehículos para el transporte de elementos y material de mantenimiento y personal. (**Calidad del aire**).
  - Peligro de vertidos de aceites o combustibles: Durante el uso de maquinaria y maniobras del barco de apoyo podrán darse vertidos en el medio marino. En el caso de vertidos sobre la masa de agua deberá prestarse especial atención. (**Calidad del agua, Comunidades bentónicas, Comunidades pelágicas**).
  - Generación de ruidos en el medio aéreo: relacionados con las tareas de mantenimiento, navegación de la embarcación de apoyo y la generada por el funcionamiento de la propia jaula flotante. (**Calidad acústica**).
  - Generación de residuos: el mantenimiento principalmente y los diferentes procesos en esta fase generan diversos tipos de residuos, que habrá que gestionar adecuadamente. (**Comunidades pelágicas**).
- **Ocupación de la zona marina**: la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes de engorde ocupará una zona marina que antes no lo estaba:
  - Peligro de vertidos de aceites o combustibles: Al igual que durante el uso de maquinaria, esta tarea podrá provocar vertidos accidentales en la masa de agua (**Calidad del agua, Comunidades bentónicas, Comunidades pelágicas**).
  - Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas (cetáceos, tortugas, etc.): la presencia de las jaulas flotantes en un lugar en el que antes no había nada podría provocar alteraciones en el comportamiento de las diferentes especies. (**Calidad lumínica, Comunidades pelágicas, Avifauna**).

- Generación de ruidos en el medio aéreo: Igual que el uso de maquinaria, esta tarea generará ruidos, aunque sean menor entidad en una zona en la que antes no existían. **(Calidad acústica)**.
- Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como la pesca profesional: en el caso de que se faenara en la zona por parte de embarcaciones profesionales o recreativas, la ocupación de la zona por las jaulas flotantes pudiera modificar la forma de hacerlo. **(Pesca)**.
- Efectos sobre el cambio en el paisaje: la presencia de las jaulas flotantes modificará el paisaje, pero al estar sumergidas casi en su totalidad solo se verán estando, navegando cerca de ellas. **(Paisaje)**.
- Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: Igual que en el caso anterior, el tráfico marítimo puede verse alterado de forma puntual por la presencia de las jaulas flotantes. **(Tráfico marítimo)**.
- Generación de actividad económica: está previsto que se genere una fuerte actividad económica. **(Aspectos socioeconómicos)**.
- Funcionamiento de la instalación y generación de empleo de larga duración: está previsto que se generen empleos tanto directos como indirectos. **(Aspectos socioeconómicos)**.
- Alteración de la dinámica litoral: la posible alteración de la dinámica litoral se evaluará, pero al localizarse las jaulas flotantes lejos de costa no se cree que se produzca. **(Dinámica litoral)**.
- **Activación de luces de señalización**: Por la presencia de las jaulas flotantes fondeadas y operativas, esta actividad generará los siguientes impactos:
  - Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas (cetáceos, tortugas, etc.): Este impacto se generará en el medio marino por la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes. **(Calidad lumínica, Comunidades pelágicas, Avifauna)**.
  - Cambio en el paisaje: al igual que en el caso anterior, este impacto se generará en el medio marino por la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes. **(Paisaje)**.
  - Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: este impacto se generará en el medio marino por la presencia de las jaulas flotantes que hará que la navegación en la zona sea diferente. **(Tráfico marítimo)**.
- **Ocupación del lecho marino**: anclas y líneas de fondeo ocuparán zonas del lecho marino y podrían generar los siguientes impactos:
  - Alteración de los parámetros fisicoquímicos del sedimento: Este impacto se generará por la presencia permanente de las anclas y las líneas de fondeo en un lugar del lecho marino donde antes no estaban. **(Calidad del sedimento)**.
  - Generación de ruidos en el medio marino: esta tarea generará ruidos, aunque de menor entidad por la presencia de las líneas de fondeo. **(Calidad acústica)**.
  - Alteración del comportamiento de las comunidades bentónicas: se generará por la presencia de las jaulas flotantes operativas. **(Comunidades bentónicas)**.

- Daño a la cobertura vegetal y fauna invertebrada: por la presencia de las anclas y líneas de fondeo. **(Comunidades bentónicas)**.
- Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como la pesca profesional: si se faenará en la zona la forma de pescar podría verse modificada por la presencia de las jaulas flotantes. **(Pesca)**.
- Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: Igual que en el caso anterior, el tráfico marítimo puede verse alterado de forma puntual por la presencia de las boyas de señalización de la instalación. **(Tráfico marítimo)**.
- Alteración de la dinámica litoral: este impacto se podría generar por la presencia de las jaulas flotantes, se evaluará, aunque no se espera que sea importante al estar alejadas de costa. **(Dinámica litoral)**.
- **Generación de residuos (ejemplares muertos o enfermos y pienso no ingerido)**: provocados por la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes de engorde:
  - Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua y del sedimento: Este impacto se generará en el medio marino por el uso de pienso, excreciones de peces etc. **(Calidad del agua, Calidad del sedimento)**.
  - Alteración del comportamiento de las comunidades bentónicas: Este impacto se generará en el medio marino también por el uso de pienso, excreciones de peces etc. **(Comunidades bentónicas)**.
  - Daño a la cobertura vegetal y fauna invertebrada: por la presencia de las anclas y líneas de fondeo. **(Comunidades bentónicas)**.
  - Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas: Este impacto se generará por la presencia y alta concentración de animales vivos en un lugar en el que antes no existían. **(Comunidades pelágicas)**.
- **Utilización de medicamentos**: provocados por la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes de engorde:
  - Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua y del sedimento: Este impacto se generará en el medio marino por el posible uso de medicamentos. **(Calidad del agua, Calidad del sedimento)**.
  - Alteración del comportamiento de las comunidades bentónicas: **(Comunidades bentónicas)**.
  - Daño a la cobertura vegetal y fauna invertebrada: **(Comunidades bentónicas)**.
  - Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas: **(Comunidades pelágicas)**.
- **Navegación y transporte de material y trabajadores**: tareas necesarias para mantener las jaulas flotantes de engorde operativas:
  - Peligro de vertidos de aceites o combustibles: Al igual que durante el uso de maquinaria, esta tarea podrá provocar vertidos accidentales en la masa de agua. **(Calidad del agua, Comunidades bentónicas, Comunidades pelágicas)**.
  - Emisión de humos de combustión: Derivado del uso de vehículos para el transporte de elementos y material de mantenimiento y personal. **(Calidad del aire)**.

- o Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas: Este impacto se generará por la presencia de las jaulas flotantes en un lugar en el que antes no había nada podría provocar alteraciones en el comportamiento de las diferentes especies. **(Calidad lumínica, Avifauna)**.
- o Generación de ruidos en el medio aéreo: Igual que el uso de maquinaria, esta tarea generará ruidos, aunque sean menor entidad en una zona en la que antes no existían **(Calidad acústica)**.
- o Generación de residuos: el mantenimiento principalmente y los diferentes procesos en esta fase generan diversos tipos de residuos, que habrá que gestionar adecuadamente. **(Comunidades pelágicas)**.
- o Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como de la pesca profesional: si se faenará en la zona la forma de pescar podría verse modificada por la presencia de las jaulas flotantes. **(Pesca)**.
- o Cambio en el paisaje: al igual que en el caso anterior, este impacto se generará en el medio marino por la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes. **(Paisaje)**.
- o Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: Igual que en el caso anterior, el tráfico marítimo puede verse alterado de forma puntual por la presencia de las jaulas flotantes. **(Tráfico marítimo)**.
- o Generación de actividad económica: está previsto que se genere una fuerte actividad económica. **(Aspectos socioeconómicos)**.
- o Funcionamiento de la instalación y generación de empleo de larga duración: **(Aspectos socioeconómicos)**.
- **Fugas accidentales**: por roturas:
  - o Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua: Este impacto se generará en el medio marino. **(Calidad del agua)**.
  - o Alteración del comportamiento de las comunidades bentónicas: Este impacto se generará en el medio marino. **(Comunidades bentónicas)**.
  - o Daño a la cobertura vegetal y fauna invertebrada: Este impacto se generará en el medio marino. **(Comunidades bentónicas)**.
  - o Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas: Este impacto se generará en el medio marino **(Comunidades pelágicas)**.
- **Metabolismo de los peces (excreción)**: alimentación y engorde de los peces:
  - o Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua y del sedimento: Este impacto se generará en el medio marino. **(Calidad del agua, Calidad del sedimento)**.
  - o Alteración del comportamiento de las comunidades bentónicas: Este impacto se generará en el medio marino. **(Comunidades bentónicas)**.
  - o Daño a la cobertura vegetal y fauna invertebrada: Este impacto se generará en el medio marino. **(Comunidades bentónicas)**.
  - o Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas: Este impacto se generará en el medio marino. **(Comunidades pelágicas)**.

- **Impactos comunes a todas las actividades productivas:** Además de la ya comentadas anteriormente existen varios impactos comunes en el medio marino:
  - Generación de ruidos y residuos: Derivado de todas las tareas se generarán una serie de ruidos y residuos que deberán ser gestionados correctamente. **(Población).**
  - Perturbación temporal del paisaje: La presencia de maquinaria pesada en la zona ocasionará un impacto paisajístico, en ambos medios. **(Paisaje, Población).**
  - Generación de actividades económicas: La obra activará la economía de la zona ya que se debe contar con operarios, conductores, maquinarias, etc. **(Aspectos Socioeconómicos).**
  - Alteración de hábitats: por la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes de engorde. **(Hábitats protegidos).**
  - Ocupación de espacios protegidos: por la entrada en funcionamiento de las jaulas flotantes de engorde. **(Espacios protegidos).**

### 10.3.3 **Fase de desmantelamiento**

En esta fase los impactos que se generen serán los siguientes:

- **Transporte de material y maquinaria por tierra:** Será necesario transportar la totalidad de los elementos y la maquinaria necesaria para construir la jaula flotante. Derivado de esta tarea se darán los siguientes posibles impactos:
  - Emisión de humos de combustión: Derivado del uso de vehículos para el transporte de elementos y material **(Calidad del aire).**
  - Perturbación temporal del paisaje: La presencia de maquinaria pesada en la zona ocasionará un impacto paisajístico temporal, en ambos medios **(Paisaje).**
- **Uso de maquinaria:** El uso de maquinaria especializada es una tarea común a la retirada de las infraestructuras que componen la instalación:
  - Emisión de humos de combustión: Este impacto se generará en ambos medios, marino y terrestre, durante el uso de la maquinaria necesaria para llevar a cabo cada tarea **(Calidad del aire).**
  - Peligro de vertidos de aceites o combustibles: Durante el uso de maquinaria podrán darse vertidos, tanto en el medio marino, durante las tareas de instalación, como terrestre, en la zona portuaria durante las tareas de ensamblaje. En el caso del vertido en tierra el peligro será menor ya que se dará en la zona de puerto, zona completamente antropizada y asfaltada. Será en el caso de vertidos sobre la masa de agua donde deberá prestarse especial atención **(Calidad del agua, Comunidades bentónicas, Comunidades pelágicas).**
  - Generación de ruidos tanto en el medio aéreo como marino: Toda obra genera un ruido, más notorio si la zona previamente es una zona carente de impactos acústicos previos. El tránsito y funcionamiento de la maquinaria y la construcción de infraestructuras son las principales tareas de esta fase en donde se generará ruido. **(Calidad acústica).**
  - Generación de residuos: en los diferentes procesos se generan diversos tipos de residuos, que habrá que gestionar adecuadamente. La construcción, remolque



y las maniobras de fondeo y amarre de las jaulas flotantes son las principales tareas de esta fase en donde se generarán residuos. (**Comunidades pelágicas**).

- o Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como profesional: El tránsito de embarcaciones y maquinaria para realizar las diferentes tareas de fondeo y amarre de las jaulas flotantes podrían tener efectos puntuales sobre las capturas. (**Pesca**).
- o Efectos sobre la perturbación temporal del paisaje: El tránsito de embarcaciones y maquinaria para realizar las diferentes tareas de fondeo y amarre de las jaulas flotantes podrían cambiar de forma puntual el paisaje hasta que las jaulas queden instaladas. (**Paisaje**).
- o Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: la navegación en la zona prevista para la instalación de las jaulas flotantes de engorde puede verse alterada puntualmente sobre todo en el proceso de traslado, fondeo y amarre de las unidades. (**Tráfico marítimo**).
- **Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria**: Para el desmantelamiento de la instalación será necesario transportarlos desde la concesión hasta el puerto. Esta actividad generará los siguientes impactos:
  - o Emisión de humos de combustión: Durante la fase de navegación se dará este impacto (**Calidad del aire**).
  - o Peligro de vertidos de aceites o combustibles: Al igual que durante el uso de maquinaria, esta tarea podrá provocar vertidos accidentales en la masa de agua (**Calidad del agua, Comunidades bentónicas, Comunidades pelágicas**).
  - o Generación de ruidos tanto en el medio aéreo como marino: Igual que el uso de maquinaria, esta tarea generará ruidos, aunque de menor entidad. (**Calidad acústica**).
  - o Generación de residuos: se podrían generar diferentes tipos de residuos que terminen por afectar a las comunidades y que habrá que gestionar adecuadamente. (**Comunidades pelágicas**).
  - o Efectos sobre la perturbación temporal del paisaje: el remolque de las jaulas flotantes podría alterar de forma puntual el paisaje cercano a costa al ser estructuras llamativas, aunque este efecto desaparecerá en cuanto las unidades queden fondeadas. (**Población, Paisaje**).
  - o Efectos sobre las capturas procedentes tanto de la pesca deportiva como profesional: el trasiego de embarcaciones, maquinaria y las maniobras de fondeo y amarre podrán provocar efectos puntuales sobre las embarcaciones de pesca que faenan en la zona, aunque este efecto desaparecerá en cuanto las unidades queden instaladas. (**Pesca**).
  - o Efectos sobre la navegación de recreo, pesca profesional y resto de buques: Igual que en el caso anterior el tráfico marítimo puede verse alterado de forma muy puntual por las tareas de anclaje, fondeo y amarre de las jaulas. (**Tráfico marítimo**).
- **Retirada de elementos del fondo marino**: será necesario transportar la totalidad de las infraestructuras desde la concesión hasta el puerto. Esta actividad generará los siguientes impactos:

- o Efectos sobre la variación en la geomorfología de la zona: las anclas y líneas de fondeo pueden provocar alteraciones puntuales y muy localizadas en el fondo marino. (**Calidad del sedimento**).
- o Generación de ruidos en el medio marino: igual que en el caso anterior se generan ruidos que desaparecerán desde que terminen las maniobras de instalación de las anclas y líneas de fondeo. (**Calidad acústica**).
- o Emisión de pluma de dispersión de sedimento arenoso: serán puntuales y muy localizados y desaparecerán desde que terminen las maniobras de instalación de las anclas y líneas de fondeo. (**Comunidades bentónicas**).
- o Daño puntual a la cobertura vegetal y fauna invertebrada: serán puntuales y muy localizados. (**Comunidades bentónicas**).
- o Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas: en el caso de producirse serán puntuales y muy localizados desapareciendo en cuanto los trabajos terminen. (**Comunidades pelágicas**).

#### 10.4 Valoración de impactos

Previo a la valoración de los impactos provocados en el medio por el presente proyecto, se lleva a cabo una breve descripción de la metodología seguida para la valoración. Con esta metodología se pretende dar una escala de valores para que el receptor del documento detecte las afecciones más relevantes.

##### 10.4.1 Metodología

La identificación realizada en el apartado anterior va a servir de base para que, una vez conocidas las características más reseñables de la zona a intervenir, pueda estimarse la importancia del impacto, que será función directa del valor del lugar afectado evaluado atendiendo a sus características.

La valoración de los impactos se debe llevar a cabo **en función de la escala** de este en el medio y espacio **y de su magnitud**. Además, para valorar la primera variable se deben considerar los siguientes factores: el signo, la extensión, la persistencia y la reversibilidad. De esta manera, la evaluación se lleva a cabo de la siguiente manera:

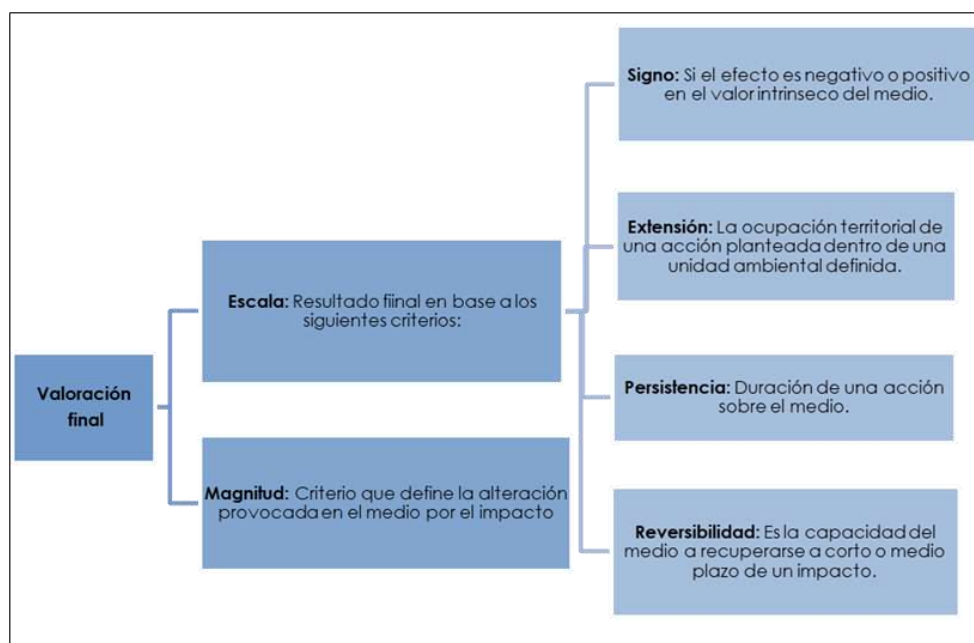


Figura 363. Diagrama de la metodología seguida en la valoración de impactos

### **Definición de las características del impacto (Escala)**

En primer lugar, se lleva a cabo definición de las características de los impactos que definirán su incidencia en el espacio, duración de la acción y reversibilidad del medio afectado, según los siguientes criterios:

- **Criterios de signo:** Serán positivas aquellas acciones que mejoren la situación preoperacional en cualquiera de sus aspectos, siendo negativas aquellas en las que la situación final posea un valor intrínseco inferior.
- **Criterio de extensión:** En este sentido, se definen tres clases distintas de acciones: puntuales, aquellas que se restringen en su afección a una pequeña extensión de terreno dentro de una unidad ambiental bien definida, parciales, que afectan a un área moderada y extensas definidas como aquellas que afectarían sobre una gran superficie de dicha unidad.
- **Criterios de persistencia:** Se refiere a la duración de la acción que generará el impacto evaluado. Serán temporales aquellas acciones que se manifiesten con relativa intensidad durante un tiempo muy definido. Por el contrario, se definirán como permanentes aquellas acciones que se prolonguen en el tiempo y sean de largo duración.
- **Criterio de reversibilidad:** Será reversible, el efecto que pueda ser asimilado por el entorno a corto o medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales o de tareas de restauración específicas. El impacto se definirá como irreversible cuando exista una imposibilidad o dificultad extrema de volver a la situación anterior a la acción evaluada en el lugar donde se desarrolla.

Para simplificar las tablas de valoración se abreviarán las características del impacto según los criterios antes descritos, en la siguiente tabla:

Tabla 87. Abreviaturas de los criterios de valoración del alcance del impacto

CRITERIO	ABREVIATURAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO SEGÚN LOS CRITERIOS
De signo	Positivo (+)
	Negativo (-)
De extensión	Puntual (Punt.)
	Parcial (Parc.)
	Extenso: (Ext.)
De persistencia	Temporales (Temp.)
	Permanentes (Perm.)
De reversibilidad	Reversible (Rev.)
	Irreversible (Irrev.)

Una vez definidas las diferentes características según los criterios mencionados, se pasa a determinar el resultado final derivado de estas, que se denominará escala del impacto. De esta manera, en función de la combinación de estos criterios, cada impacto presentará la siguiente escala:

Tabla 88. Valores de escala en base a los criterios que lo definen

Extensión	Persistencia	Reversibilidad	ESCALA
Puntual	Temporal	Reversible	<b>Baja</b>
Puntual	Temporal	Irreversible	<b>Baja</b>
Puntual	Permanente	Reversible	<b>Baja</b>
Puntual	Permanente	Irreversible	<b>Media</b>
Parcial	Temporal	Reversible	<b>Baja</b>
Parcial	Temporal	Irreversible	<b>Media</b>
Parcial	Permanente	Reversible	<b>Media</b>
Parcial	Permanente	Irreversible	<b>Alta</b>
Extenso	Temporal	Reversible	<b>Media</b>
Extenso	Temporal	Irreversible	<b>Alta</b>
Extenso	Permanente	Reversible	<b>Alta</b>
Extenso	Permanente	Irreversible	<b>Muy alta</b>

Para entender el funcionamiento de esta metodología debemos imaginarnos la diferencia en escala entre la excavación y el hormigonado para implantación de un poste para la regulación del tráfico en contraposición con la excavación y el hormigonado para la construcción de una carretera de 20 km. En el primer caso la escala será mucho menor tanto en términos de extensión como de persistencia en el tiempo, por lo que se espera que el impacto también lo sea.

#### **Clasificación según la magnitud del impacto**

Para clasificación de los impactos según su magnitud se ha optado por la siguiente nomenclatura: **Nada significativo, poco significativo, significativo, muy significativo**, según la importancia del efecto de cada acción.

#### **Valoración final del impacto**

Por último, para la valoración final del impacto, se ha rechazado específicamente en este trabajo la metodología que sugiere la cuantificación numérica de los impactos, puesto que las diferentes características no son comparables más que a través de un juicio de valor. En caso de que se realizase dicha cuantificación lo único que se conseguiría sería perder claridad en la exposición de las medidas correctoras e introducir aún mayor subjetividad en la evaluación, ya que cada agente implicado en la obra presentará una ponderación distinta de cada uno de los impactos detectados. Estas consideraciones sobre la metodología se encuentran ampliamente respaldadas por los sucesivos informes de la administración.

Finalmente, se definirá cada uno de los impactos según la nomenclatura establecidas en normativas estatales, como en Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que en su Anexo IV, punto 4 propone: "Se indicarán los impactos ambientales **compatibles, moderados, severos y críticos** que se prevean como consecuencia de la ejecución del proyecto". La definición para cada uno de estos impactos según esta ley es la siguiente:

- **Impacto ambiental compatible**: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.

- Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Tabla 89. Simbología de la clasificación de impactos en las tablas

Compatible
Moderado
Severo
Crítico

Es importante destacar que, en el presente documento, se lleva a cabo la valoración de un impacto en base a la valoración de los criterios de escala y magnitud. Sobre cada impacto se valorarán ambos criterios, definidos previamente, y se definirá la valoración final en base a estos. Para la valoración final no se ha establecido una relación de valores fijos entre criterios para poder evaluar cada impacto de manera individual y permitir al técnico redactor del proyecto evaluarlos de una manera más pormenorizada. En base a esto, un impacto significativo que sea temporal, puntual y reversible podrá ser compatible. De la misma manera, un impacto poco significativo permanente, extenso e irreversible podría ser severo.

De tal manera, **los valores finales del impacto mencionados se asignarán en base a los criterios mencionados de alcance (signo, extensión, persistencia y reversibilidad) y de magnitud.** Esta asignación no se hará por clasificaciones de matriz y relaciones fijas para poder realizar una evaluación pormenorizada de cada uno de los impactos.

A continuación, se hace una primera diferenciación de zonas para localizar el foco del impacto y su afección. Seguidamente, se pasan a valorar los diferentes impactos en función del elemento afectado y en base a la metodología arriba definida.

#### **10.4.2 Diferenciación de zonas del proyecto**

Para facilitar la comprensión de la valoración de los impactos y dado que, como vimos anteriormente, las características del proyecto hacen que los elementos ocupen medios distintos, se van a dividir varias zonas. De esta forma se podrá afinar más en la valoración de los impactos generados por las distintas tareas para cada una de las unidades ambientales. Las zonas que consideraremos son:

- Zona de Operaciones: Se trata de toda el área de influencia del proyecto incluyendo las zonas terrestres portuarias, zonas marinas de navegación, etc.
- Zona Implantación: Se corresponde con el área de estudio prevista para la instalación de las jaulas objeto de los diferentes estudios llevados a cabo durante el trabajo de campo (es una parte pequeña de la zona de operaciones)



Figura 364. Diferenciación de zonas de proyecto en función de las tareas realizadas

**10.4.3 Valoración de impactos, fase constructiva**

**Calidad del agua:** Los impactos identificados para este elemento ambiental son los siguientes:

Tabla 90. Impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del agua	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación, transporte de material y uso de maquinaria	Todas

Los peligros de vertidos de aceites o combustibles, aunque reales se prevén muy aislados y la afección a la masa de agua sería muy rara. En todo caso, de producirse un vertido accidental, la zona se encuentra alejada de lugares de alto valor ambiental y las tareas se realizan en una zona portuaria con alta frecuencia tránsito de buques y barcos, por lo que la calidad del agua de esta zona ya se ve comprometida.

En caso de que la afección se produjese en la zona de la instalación de la jaula flotante, no se espera que afecte a ningún hábitat ni especie de alto valor ambiental.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre la calidad del agua: **Compatible.**

Tabla 91. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del agua en fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Permanente	Reversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>

Además, se ha tenido en cuenta el contenido que agrega la Ley 21/2018 al artículo 45 de la Ley 13/2013 en su punto e):

“... e) Cuando el proyecto pueda causar a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel en una masa de agua subterránea que puedan impedir que alcance el buen estado o potencial, o que puedan suponer un deterioro de su estado o potencial...”

Revisadas las características del proyecto y las acciones previstas en sus diferentes fases en ningún momento se causará a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel de una masa de agua subterránea.

**Calidad del sedimento:** Los impactos identificados para este elemento ambiental son los siguientes:

Tabla 92. Impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del sedimento	Variación en la geomorfología de la zona	Anclaje en el fondo marino y ocupación del lecho marino	Implantación

Para la fijación y aseguramiento de las jaulas, no será necesario modificar en gran medida las características del suelo natural. Si bien la técnica de fijación al lecho puede resultar invasiva, la ocupación real con los medios propuestos es muy reducida y en todo caso se llevará a cabo sobre zonas de fango (resultados confirmados por los trabajos con SBL y granulometría) con precaución de no afectar a ninguna especie de fauna presente.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre la geomorfología: **Compatible**.

Tabla 93. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad del aire:** A continuación, se muestra en una tabla los impactos que afectarían a la calidad del aire, las tareas del proyecto que los provocan y las zonas afectadas.

Tabla 94. Impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del aire	Emisión de humos de combustión	Transporte de material y maquinaria por tierra. Uso de maquinaria. Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria	Operaciones

Durante esta fase estaría previsto planificar el fondeo de las jaulas y sus elementos adyacentes reduciendo la frecuencia de los viajes desde tierra sin que ello afecte a la seguridad, de esta forma se maximiza la productividad del trabajo. Las causas de posibles impactos identificados son de poca entidad como para causar variaciones importantes en la insolación o en la temperatura de la zona de estudio y por lo tanto será valorado nada significativo sobre este elemento.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre la calidad del aire: **Compatible**.

Tabla 95. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Emisión de humos de combustión	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad lumínica:** La calidad lumínica se verá afectada en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 96. Impactos identificados sobre la calidad lumínica en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad lumínica	Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ruidos y vibraciones. Emisiones luminosas	Implantación

Las instalaciones estarán señalizadas con los diferentes dispositivos que sean necesarios para permitir la navegación en la zona en condiciones de máxima seguridad como cualquier otro buque. Las posibles causas de estos impactos identificados son de poca entidad como para causar variaciones en el comportamiento de la avifauna y las comunidades marinas.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre la calidad lumínica: **Compatible**.



Tabla 97. Valoración de impactos identificados sobre la calidad lumínica en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad acústica (medio aéreo y marino):** La calidad acústica tanto del medio aéreo como marino se verá afectada en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 98. Impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad acústica	Generación de ruidos en el medio aéreo	Transporte de material y maquinaria por tierra. Uso de maquinaria. Ruidos y vibraciones	Operaciones
	Generación de ruidos en el medio marino	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ruidos y vibraciones	Implantación

Si bien los ruidos asociados a la instalación de las jaulas y sus elementos adyacentes en mar abierto pudieran ocasionar un desplazamiento de algunas especies marinas (sobre todo especies pelágicas), estos efectos se esperan que sean puntuales volviéndose a la normalidad una vez finalicen las tareas constructivas. Las posibles causas de estos impactos identificados son de poca entidad como para causar variaciones importantes.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre la calidad acústica tanto del medio aéreo como marino: **Compatible**.

Tabla 99. Valoración de impactos identificados sobre la calidad acústica en fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Generación de ruidos en el medio aéreo	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Generación de ruidos en el medio marino	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Comunidades bentónicas:** Las comunidades bentónicas se podrían ver afectadas en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 100. Impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Comunidades bentónicas	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria	Todas
	Emisión de pluma de dispersión de sedimento arenoso	Anclaje en el fondo marino (geomorfología de la zona)	Implantación
	Daño puntual a la cobertura vegetal y fauna invertebrada	Anclaje en el fondo marino (geomorfología de la zona). Ocupación del lecho marino	Implantación

De los impactos identificados, la emisión de la pluma de dispersión durante las tareas de fijación, estos no tendrán la entidad suficiente como para crear incidencia en la geomorfología de la zona.

El daño puntual a la cobertura vegetal en la zona marina (instalación de muertos y líneas de fondeo) será prácticamente nula dado que no existen aparentemente comunidades vegetales de gran extensión en la zona.

El vertido de aceites y combustibles se consideran muy raros y en caso de producirse no se espera que lleguen a zonas donde exista vegetación en el fondo por encontrarse a mucha profundidad y distancia.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre las comunidades bentónicas: **Compatible**.

Tabla 101. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Temporal	Reversible	Medio	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Emisión de pluma de dispersión de sedimento arenoso	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Daño puntual a la cobertura vegetal y fauna invertebrada	-	Puntual	Permanente	Reversible	Bajo	Poco significativo	<b>Compatible</b>

**Comunidades pelágicas:** Las comunidades pelágicas se podrían ver afectadas en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 102. Impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Comunidades pelágicas	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria	Implantación
	Generación de residuos	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria	Implantación
	Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas	Ruidos y vibraciones	Implantación

La emisión humos puede afectar a animales tanto en la respiración como en la visión. En este caso las emisiones no tendrán suficiente entidad como para variar la calidad actual del ambiente y por tanto no se esperan consecuencias graves.

Los posibles vertidos de combustible en el caso de producirse, serían muy localizados y de pequeñas cantidades al tratarse de derrames accidentales de alguna máquina. Si el lugar donde se utilizará la maquinaria fuera la zona portuaria, se trata de una zona altamente antropizada sin valores naturales. Por lo tanto, no se esperan que las afecciones sobre la fauna sean de gran entidad.

En todas las tareas, en mayor o menor medida, se producirán ruidos que a su vez afectarán a las especies animales existentes en la zona, pudiendo verse obligados a trasladarse de hábitat. Pudieran ser de mayor entidad los ruidos y vibraciones derivados de las tareas de instalación de los muertos y líneas de fondeo y de amarre de las jaulas.

Por último, del conjunto de tareas a realizar resultarán diversos tipos de residuos que serán gestionados correctamente en función del tipo según lo expuesto en la normativa.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre las comunidades pelágicas: **Compatible**.

Tabla 103. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Permanente	Reversible	Bajo	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Generación de residuos	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Población:** Los impactos que afectarán a las personas que vivan o transiten por los alrededores de las zonas de instalación de las infraestructuras del proyecto, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 104. Impactos identificados sobre la población en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Población	Perturbación temporal del paisaje	Todas	Todas
	Generación de ruidos y residuos	Todas	Todas

Aquellas obras que se realizan en el ámbito terrestre coinciden con zonas alejadas del núcleo urbano y con actividades industriales mucho más generadoras de ruido y de afección al paisaje, por tanto, en esta zona ambos impactos serán apenas perceptibles.

Aquellas tareas realizadas en la zona marina se encontrarán muy alejadas de la población como para provocar un impacto perceptible.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre la población: **Compatible**.

Tabla 105. Valoración de impactos identificados sobre la población en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Perturbación temporal del paisaje	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Generación de ruidos y residuos	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Pesca:** La pesca se podría ver afectada en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 106. Impactos identificados sobre la pesca en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Pesca	Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca deportiva	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino	Implantación
	Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca profesional	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino	Implantación

Según la información obtenida, la situación de los caladeros se localizaría muy alejados del área prevista para la ubicación de las jaulas tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 365. Situación de los caladeros de pesca frente a la costa de la región de Murcia (fuente: GALPEMUR. Elaboración propia)

En cuanto a su posible efecto sobre la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía, las jaulas también estarían muy alejadas:



Figura 366. Situación de la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía con relación a la ubicación de las jaulas (Fuente: SIOM. Elaboración propia)

Aunque la información pública disponible indicaría a priori que la actividad pesquera en la zona no es importante, el área propuesta para ubicar las jaulas se ha consensado en varias reuniones con los representantes del sector pesquero profesional (Cofradía de Mazarrón principalmente) de manera que afecten lo menos posible a los caladeros existentes cercanos y cuya información no es pública. Durante esta fase no se espera afección sobre la pesca profesional en la zona ya que esta se realizaría de forma muy puntual, situándose las zonas de pesca más importantes fuera del área prevista para la ubicación de las jaulas.

En cuanto a su repercusión sobre las capturas procedentes de la "Pesca Marítima de Recreo" en cualquiera de sus modalidades (desde tierra, embarcación o submarina), no se han localizado registros. De cualquier forma, se considera la "Pesca Marítima de Recreo", la que se realiza por entretenimiento, deporte o afición y sin ánimo de lucro, y en la cual sus capturas no podrán ser objeto de venta ni transacción por lo que no tendría caladeros definidos y la que se pudiera realizar en la zona prevista para la ubicación de las jaulas se podría realizar en otras áreas.

Por todo lo anterior, la previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre la pesca se consideraría: **Compatible**.

Tabla 107. Valoración de impactos identificados sobre la pesca en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca deportiva	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca profesional	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Paisaje:** El paisaje se verá afectado en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 108. Impactos identificados sobre el paisaje en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Paisaje	Perturbación temporal del paisaje	Transporte de material y maquinaria por tierra. Uso de maquinaria. Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria	Todas

Las perturbaciones temporales del paisaje en el medio terrestre están asociadas a la presencia en la zona de estudio de los medios de transporte y la maquinaria necesaria para la realización de las tareas constructivas del proyecto. Dada la antropización de la zona y su aislamiento de núcleos urbanos, este impacto visual temporal será de poca entidad. La perturbación temporal del paisaje del medio marino en su mayoría terminará cuando acaben las tareas de fondeo (se retirarán los remolcadores, barcos de apoyo, etc.) de las jaulas flotantes quedando ya fondeados.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre el paisaje: **Compatible**.

Tabla 109. Valoración de impactos identificados sobre el paisaje en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Perturbación temporal del paisaje terrestre	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Perturbación temporal del paisaje marino	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Tráfico marítimo:** El tráfico marítimo se verá afectado en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 110. Impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Tráfico marítimo	Efectos sobre la navegación de recreo	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino. Emisiones luminosas	Todas
	Efectos sobre la navegación pesca profesional	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino. Emisiones luminosas	Todas
	Efectos sobre el resto de navegación	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino. Emisiones luminosas	Todas

La navegación en general se verá afectada temporalmente por las tareas de remolque, anclajes, creación de las líneas de fondeo, etc. de las jaulas, en cuanto finalicen los trabajos desaparecerán en gran medida. Los planes de trabajo en general asociados se comunicarán a las administraciones correspondientes para que se tengan en cuenta; por ejemplo, los planes de remolque si los hubiera, se comunicarán a la administración con competencias en la materia para que se realicen los avisos a los navegantes.

Está prevista que la presencia de la concesión una vez obtenidos todos los permisos sea comunicada a las administraciones responsables de la navegación para que tome las medidas pertinentes (inclusión en cartas náuticas de la zona, etc.).

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre el tráfico marítimo: **Compatible**.

Tabla 111. Valoración de impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre la navegación de recreo	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Poco significativo	Compatible
Efectos sobre la navegación pesca profesional	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Poco significativo	Compatible
Efectos sobre el resto de navegación	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Poco significativo	Compatible

**Aspectos socioeconómicos:** Los aspectos socioeconómicos se podrían ver afectados en las siguientes tareas de la fase de construcción:

Tabla 112. Impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Aspectos socioeconómicos	Generación de actividad económica	Todas	Todas

Un impacto importante es el de la generación de actividad económica durante las diferentes fases de puesta en marcha de las jaulas flotantes de forma directa e indirecta.

- o Impactos económicos directos: Contratación de vehículos y maquinaria, de transportes de material, de gestores autorizados residuos y residuos peligrosos, de operarios de construcción y de jefes de obra, seguridad y control medioambiental, etc.
- o Impactos económicos indirectos: Sector servicios (restauración, intendencia, alojamiento).

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre los aspectos socioeconómicos: **Compatible**.

Tabla 113. Valoración de impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Generación de actividad económica	+	Parcial	Permanente	Irreversible	Alto	Significativo	Compatible

**Restos arqueológicos subacuáticos:** Los restos arqueológicos subacuáticos se podrían ver afectados en las diferentes tareas de la fase de construcción. Sin embargo, tras consultar los datos bibliográficos disponibles, revisar las filmaciones e imágenes y resultados del SBL obtenidas de la zona por el Equipo ECOS, se puede comprobar que la zona no presenta elementos catalogados como patrimonio arqueológico



subacuático y por tanto no se producirían perturbaciones directas o indirectas sobre ninguno de estos elementos.

Tabla 114. Impactos identificados sobre los Restos arqueológicos subacuáticos en la fase constructiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Restos arqueológicos subacuáticos	Presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático	Todas	Todas

En la siguiente imagen se muestra la cartografía de actividades e impactos de la ZEC ES6200048 “Valles submarinos del escarpe de Mazarrón” en la que se ha incluido la localización de las jaulas de la futura instalación acuícola objeto de este estudio, de forma que aprovechando que se indican los puntos donde estarían los barcos hundidos podemos hacernos una idea de la posible afección al patrimonio subacuático que en este caso parece poco probable.

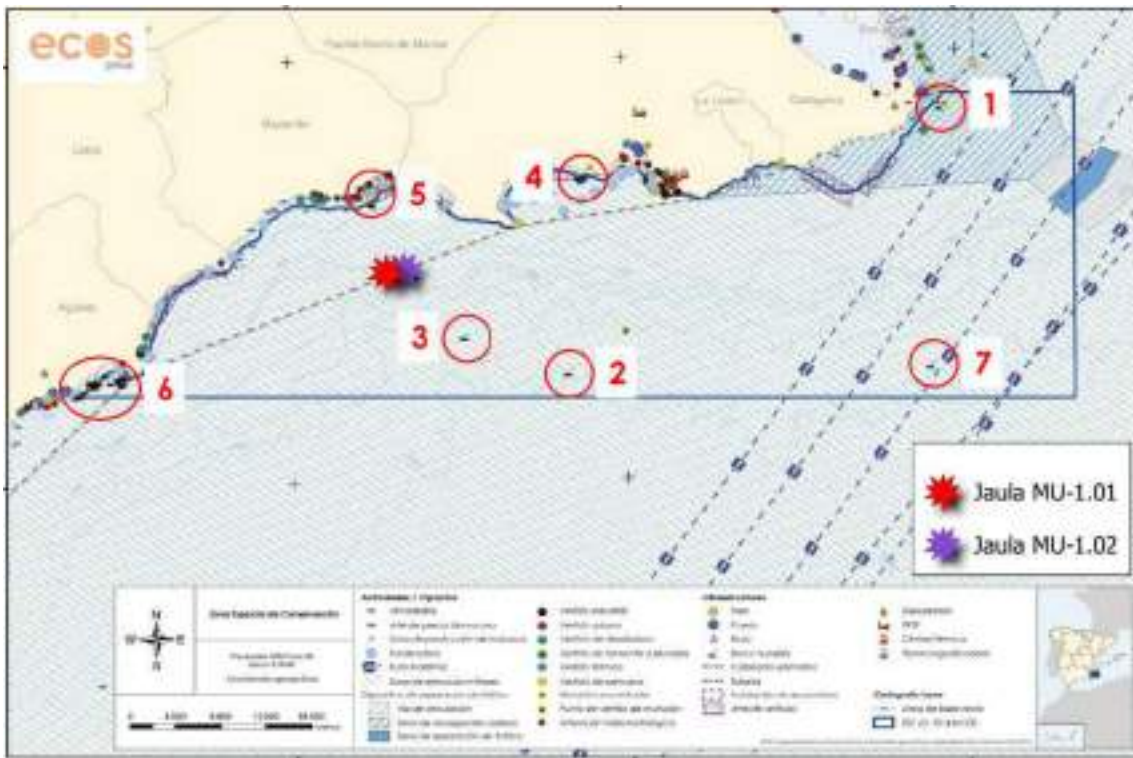


Figura 367. Localización de las jaulas respecto a la cartografía de actividades e impactos de la ZEC “Valles submarinos del escarpe de Mazarrón” (Fuente, Orden AAA/1366/2016, de 4/08/2016)

Además, se ha preparado una tabla que incluye las coordenadas aproximadas donde existen “barcos hundidos” en base a este plano:

Tabla 115. Posiciones de los barcos hundidos en la ZEC ES6200048 "Valles submarinos del escarpe de Mazarrón" con relación a la ubicación de las jaulas

Coordenadas UTM de los barcos hundidos respecto a los centros de las jaulas, (Huso 30S)					
Posición en el plano	Coordenada X	Coordenada Y	Distancia a la jaula MU-1.01 (km)	Distancia a la jaula MU-1.02 (km)	Observaciones
1	703.932	4.166.255	52,0	50,2	1 barco
2	671.705	4.143.052	18,3	17,0	1 barco
3	662.586	4.146.176	9,0	8,0	1 barco
4	672.721	4.160.106	19,4	17,6	2 barcos
5	654.492	4.157.709	5,8	6,0	1 barco
6	632.518	4.142.465	25,3	26,5	8 barcos
7	703.279	4.143.740	48,3	46,8	1 barco

La imagen del mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL en la zona indica la ausencia de posibles restos arqueológicos submarinos:

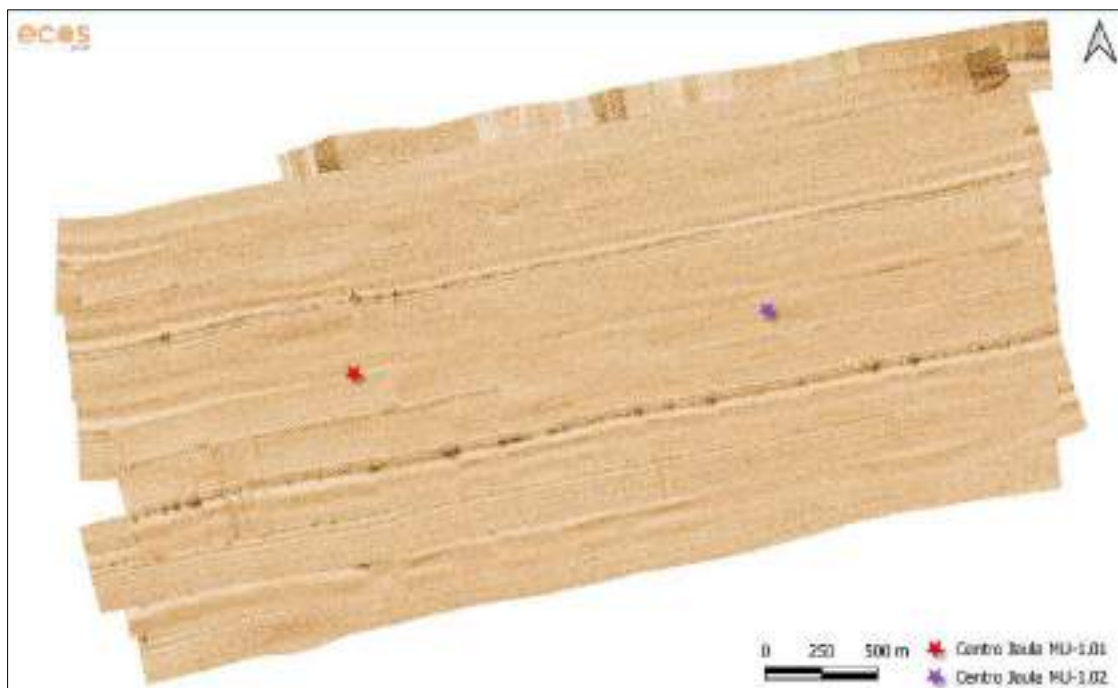


Figura 368. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio

Si durante las tareas de construcción y operación se encontrasen elementos de este tipo, se deben tener en cuenta y tomar las medidas apropiadas para su conservación.

Por todo lo anterior, la previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre los restos arqueológicos subacuáticos se considera:  
**Compatible.**

Tabla 116. Valoración de impactos identificados sobre la posible presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

En resumen, la valoración final de la fase constructiva del proyecto en función de cada uno de los elementos naturales evaluados se muestra en la siguiente tabla, en la que se establece como valoración final, el resultado más restrictivo:

Tabla 117. Resumen de valoración de impactos sobre elementos naturales en la fase constructiva

ELEMENTO NATURAL	VALORACIÓN FINAL
Calidad del agua	Compatible
Calidad del sedimento	Compatible
Calidad del aire	Compatible
Calidad lumínica	Compatible
Calidad acústica (medio aéreo y marino)	Compatible
Comunidades bentónicas	Compatible
Comunidades pelágicas	Compatible
Población	Compatible
Pesca	Compatible
Paisaje	Compatible
Tráfico marítimo	Compatible
Aspectos socioeconómicos	Compatible
Restos arqueológicos subacuáticos	Compatible

#### 10.4.4 Valoración de impactos, fase productiva

**Calidad del agua:** Durante la fase productiva, las afecciones en teoría serán menores, ya que se deja de usar maquinaria pesada utilizada durante la instalación de las jaulas flotantes de engorde.

Tabla 118. Impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del agua	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación, transporte de material y uso de maquinaria	Implantación

	Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua	Generación de residuos (ejemplares muertos o enfermos y pienso no ingerido). Utilización de medicamentos. Fugas accidentales. Metabolismo de los peces (excreción)	Implantación
--	------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------

La afección de vertidos accidentales a la calidad del agua estará limitado a posibles accidentes generados por las embarcaciones y las tareas de mantenimiento de las jaulas, siendo muy poco relevantes y siempre en un contexto de fallo en la operación normal. En cualquier caso, las jaulas son unidades con un gran grado de automatización lo que permitiría reducir la frecuencia de los viajes desde tierra minimizando posibles riesgos.

Entre los efectos producidos por las instalaciones de acuicultura las posibles emisiones sobre el medio ambiente de nitrógeno y fósforo podrían ser las más relevantes y afectar a la calidad del agua. Estos elementos que se pueden descargar ya sean por la excreción de los animales o por los residuos de pienso no ingerido pueden provocar un aumento de la actividad biológica y de la materia orgánica (eutrofización) por ello en el marco del "Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)" se llevarán a cabo los análisis necesarios para su seguimiento y control. Es importante señalar que durante los trabajos de campo asociados al presente estudio de EIA se han llevado a cabo toma de muestras de agua y caracterización de la columna de agua con sonda multiparamétrica cuyos resultados indicarían valores normales en la zona para los diferentes parámetros. Además, está previsto un "plan preoperacional" que incluiría la continuación de estos muestreos y su posterior seguimiento en el marco del PVA de la instalación.

En cuanto a posibles afecciones de las líneas de fondeo a la calidad del agua, no se esperan que sean significativas.

Se consideran el conjunto de impactos generados sobre la lámina de agua: **Compatibles.**

Tabla 119. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Alteración de los parámetros fisicoquímicos del agua	-	Puntual	Temporal	Reversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad del sedimento:** Durante la fase productiva, las afecciones a la calidad del sedimento que se podrían producir son:

Tabla 120. Impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del sedimento	Alteración de los parámetros fisicoquímicos del sedimento	Ocupación del lecho marino. Generación de residuos (ejemplares muertos o enfermos y pienso no ingerido). Utilización de medicamentos. Metabolismo de los peces (excreción)	Implantación

Durante esta fase, la fijación y aseguramiento de las jaulas se habrá consolidado una vez emplazadas las jaulas en su destino final. No se esperan más modificaciones que afecten a las características del suelo natural. Si bien la técnica de fijación al lecho puede resultar invasiva, la ocupación real con los medios de fondeo propuestos es reducida y en todo caso se llevará a cabo sobre zonas de fango con precaución de no afectar a ninguna especie de fauna presente.

Entre los efectos producidos por las instalaciones de acuicultura las posibles emisiones sobre el medio ambiente de nitrógeno y fósforo podrían ser las más relevantes y afectar a la calidad del sedimento. Estos elementos que se pueden descargar ya sean por la excreción de los animales o por los residuos de pienso no ingerido pueden provocar un aumento de la actividad biológica y de la materia orgánica (eutrofización) por ello en el marco del "Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)" se llevarán a cabo los análisis necesarios para su seguimiento y control.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre la calidad del sedimento: **Compatible.**

Tabla 121. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Alteración de los parámetros fisicoquímicos del sedimento	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad del aire:** En la fase productiva, las afecciones a la calidad del aire son menores debido a que se deja de utilizar maquinaria pesada, la única afección detectada es la derivada de las tareas de mantenimiento que se reduciría ya que las jaulas son unidades con un gran grado de automatización lo que permitiría reducir la frecuencia de los viajes desde tierra:

Tabla 122. Impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del aire	Emisión de humos de combustión	Navegación y transporte de trabajadores y elementos y uso de maquinaria	Operaciones

Tanto las tareas ligadas al mantenimiento como aquellas requeridas para la monitorización y control de las diferentes tecnologías asociadas al funcionamiento de las jaulas serán frecuentes, sobre todo al inicio de la instalación. Para ello será necesario el transporte de operarios y maquinaria necesaria en barcos de apoyo que podrá generar emisiones de humos de combustión. A priori, este impacto tendrá muy poca magnitud en condiciones normales además de ser muy puntual y localizado.

En el marco del “Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)” se recoge la posibilidad del cálculo de la huella de carbono a partir de los consumos de combustible. Para minimizarla se valorará en la medida de lo posible avanzar en la transición energética hacia fuentes menos contaminantes y neutras en emisiones de CO<sub>2</sub> utilizando biocombustibles o combustibles con emisiones cero como alternativas a los combustibles fósiles.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre la calidad del aire: **Compatible**.

Tabla 123. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Emisión de humos de combustión	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad lumínica:** Durante la fase productiva, las afecciones a la calidad lumínica que se podrían producir sobre las jaulas flotantes de engorde:

Tabla 124. Impactos identificados sobre la calidad lumínica aire en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad lumínica	Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas	Navegación y transporte de trabajadores y elementos. Ocupación de la zona marina. Emisiones luminosas	Implantación

La entrada en funcionamiento de la instalación llevará aparejada su señalización lumínica en un lugar en el mar donde antes no existían luces. Está previsto que esta señalización sea la necesaria para evitar conflictos con el tráfico marítimo, pesca, etc. utilizando métodos de iluminación nocturna que no afecten al comportamiento o provocar molestias en la medida de lo posible a la fauna silvestre.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre la calidad lumínica: **Compatible**.

Tabla 125. Valoración de impactos identificados sobre la calidad lumínica aire en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre el comportamiento de las aves y las comunidades marinas	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad acústica (medio aéreo y marino):** La calidad acústica tanto del medio aéreo como marino se verá afectada en las siguientes tareas de la fase de operativa:

Tabla 126. Impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad acústica	Generación de ruidos en el medio aéreo	Navegación y transporte de material y trabajadores. Uso de maquinaria. Ocupación de la zona marina	Todas
	Generación de ruidos en el medio marino	Ocupación del lecho marino	Implantación

Las causas de estos impactos identificados se considerarían de poca entidad como para causar variaciones importantes, tienen que ver con la entrada en funcionamiento de las jaulas y la generación de sus ruidos asociados pudiendo ser comparables a los ocasionados por un barco cuando fondea en un lugar determinado.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre la calidad acústica tanto en el medio aéreo como marino: **Compatible**.

Tabla 127. Valoración de impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Generación de ruidos en el medio aéreo	-	Puntual	Permanente	Irreversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Generación de ruidos en el medio marino	-	Puntual	Permanente	Irreversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>

**Dinámica litoral:** La dinámica litoral se podría ver afectada en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 128. Impactos identificados sobre la dinámica litoral en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Dinámica litoral	Alteración de la dinámica litoral	Ocupación de la zona marina. Ocupación del lecho marino.	Implantación

Al ser jaulas localizadas lejos de la costa no se espera afección sobre la dinámica litoral.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre la dinámica litoral: **Compatible**.

Tabla 129. Valoración de impactos identificados sobre la dinámica litoral en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Alteración de la dinámica litoral	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Comunidades bentónicas:** Las comunidades bentónicas se podrían ver afectadas en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 130. Impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Comunidades bentónicas	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación y transporte de trabajadores y elementos. Uso de maquinaria. Ocupación de la zona marina	Todas
	Alteración del comportamiento de las comunidades bentónicas	Ocupación del lecho marino. Ruidos y vibraciones. Generación de residuos (ejemplares muertos o enfermos y pienso no ingerido). Utilización de medicamentos. Fugas accidentales. Metabolismo de los peces (excreción)	Implantación
	Daño a la cobertura vegetal y fauna invertebrada	Generación de residuos (ejemplares muertos o enfermos y pienso no ingerido). Utilización de medicamentos. Fugas accidentales. Metabolismo de los peces (excreción)	Implantación

El impacto identificado para la vegetación a profundidades entre 150/220 metros se considera a priori muy aislado y de poca entidad por lo que no afectaría de manera significativa a la vegetación.

El posible aumento de las concentraciones de fósforo y nitrógeno por excedentes de pienso no consumido o heces que pudieran afectar a las comunidades bentónicas se controlará realizando los muestreos y análisis necesarios de estos elementos en el marco del "Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)" de la instalación.

Por último, señalar, que no se espera a priori efectos sobre "hábitats de interés comunitario" existentes en la ZEC "Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón" que estarían muy alejados de la zona prevista para la ubicación de las jaulas ni especies bentónicas portegidas.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase operativa sobre las comunidades bentónicas: **Compatible**.



Tabla 131. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Poco significativo	Compatible
Alteración del comportamiento de las comunidades bentónicas	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Poco significativo	Compatible
Daño a la cobertura vegetal y fauna invertebrada	-	Puntual	Permanente	Reversible	Bajo	Poco significativo	Compatible

**Comunidades pelágicas:** Las comunidades pelágicas se podrían ver afectadas en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 132. Impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Comunidades pelágicas	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación y transporte de trabajadores y elementos. Uso de maquinaria	Operaciones
	Generación de residuos	Navegación y transporte de material y trabajadores. Uso de maquinaria	Implantación
	Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas	Ocupación de la zona marina. Activación de luces de señalización. Generación de residuos (ejemplares muertos o enfermos y pienso no ingerido). Utilización de medicamentos. Fugas accidentales. Metabolismo de los peces (excreción)	Implantación

La generación de ruidos y vibraciones provocados por el funcionamiento de las jaulas puede ocasionar efectos nocivos para la fauna pelágica (peces, cetáceos, tortugas etc. Etc.), que puede verse desplazada a otros nichos puntualmente. Este tipo de afección parece poco significativa, más cuando el sistema de fijación de las estructuras no es muy invasivo y una vez finalizados los trabajos de instalación cabría esperar la normalización del comportamiento de las especies pelágicas.

El posible aumento de las concentraciones de fósforo y nitrógeno por excedentes de pienso no consumido o heces que pudieran afectar a las comunidades pelágicas se controlará realizando los muestreos y análisis necesarios de estos elementos en el marco del "Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)" de la instalación. Además, las jaulas son unidades con un gran grado de automatización que cuentan con diferentes elementos tecnológicos que permitan controlar los excedentes de pienso no consumido, mortalidad, etc.

El lugar propuesto para las jaulas se encuentra en la ZEC de los “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón (ES6200048)”. Este LIC fue propuesto debido a la presencia de hábitats naturales de interés (códigos 1110, 1120 y 1170 del anexo I de la Ley 42/2007, así como de las especies de interés comunitario *Tursiops truncatus* (delfín mular) y *Caretta caretta* (tortuga boba) (anexo II de la Ley 42/2007), de 13 de diciembre.

Su fisiografía induce zonas de afloramiento y de agregación de presas, convirtiendo la zona en punto clave para especies cuyos hábitos alimenticios incluyen presas de profundidad asociadas a zonas de gran productividad. Esto justifica la existencia de importantes poblaciones de calderón común (*Globicephala melas*), calderón gris (*Grampus griseus*), la presencia ocasional de ejemplares de zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*) y la habitual presencia en épocas migratorias de ejemplares de cachalote (*Physeter macrocephalus*) y de rorcual común (*Balaenoptera physalus*) que utilizan el área como zona de alimentación. Supone además una zona relevante para especies de delfínidos como el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) o el delfín común (*Delphinus delphis*). Por el contrario, el delfín mular (*Tursiops truncatus*), muestra en el espacio protegido preferencia por zonas de plataforma continental, no siendo corriente observarlos en aguas con profundidades superiores a 1.000 metros.

Respecto a las especies de tortugas marinas, la importancia de la cuenca occidental del Mediterráneo como zona de congregación y alimentación de ejemplares de tortuga boba (*Caretta caretta*), tanto mediterránea como atlántica, es ampliamente conocida. Los datos obtenidos revelan que el Mediterráneo occidental es una zona de gran importancia para esta especie, no sólo durante el verano, sino también el resto del año, principalmente la cuenca de Alborán, los montes submarinos del Seco de los Olivos, los cañones del golfo de Vera, el escarpe de Mazarrón y la zona oriental del Estrecho. En los últimos años, los estudios llevados a cabo para el seguimiento de tortuga boba en el mar de Alborán y sus áreas contiguas del golfo de Cádiz y golfo de Vera han permitido constatar que los movimientos de la mayoría de los ejemplares marcados parecen seguir el recorrido de las corrientes marinas superficiales predominantes en el Mediterráneo occidental. Los ejemplares de tortuga boba presentes en las aguas del espacio marino protegido pertenecerían mayoritariamente a la población del Atlántico occidental, que atravesando el estrecho de Gibraltar llega al Mediterráneo donde permanecerá varios años, produciéndose su migración de retorno al acercarse su maduración sexual. Asimismo, se ha constatado en la zona de estudio la presencia de un número importante de ejemplares de tortuga boba con origen en el Atlántico oriental (Cabo Verde) (Monzón-Argüello, et al, 2010). Esta población ha sido clasificada recientemente como la población de tortuga careta más amenazada del Atlántico y una de las 11 poblaciones mundiales de tortuga marina más amenazada del mundo (Wallace et al. 2011, IUCN-MTSG).

Si bien la casi totalidad de tortugas avistadas en el entorno del espacio marino protegido han sido ejemplares de tortuga boba, la llegada ocasional hasta sus aguas de ejemplares de tortuga verde (*Chelonia mydas*) es evidente como demuestra el avistamiento de tres ejemplares en 2011 en playas del TTMM de Águilas. Esta especie, aunque tiene una distribución tropical, puede aparecer en las zonas más meridionales del Mediterráneo occidental. Por su parte, el avistamiento de un ejemplar vivo de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) en el entorno del seco de los Olivos, así como la llegada en la última década de tres ejemplares muertos hasta las costas de la Región revela asimismo la presencia de esta especie en el ámbito del espacio. Su alimentación, basada principalmente en invertebrados planctónicos y medusas, hace

que se encuentre en alta mar asociada a las grandes corrientes oceánicas de la cuenca occidental del Mediterráneo.

En el PVA se tendrá en cuenta la presencia de cetáceos y tortugas.

Por todo lo anterior la previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase operativa sobre las comunidades pelágicas se consideraría: **Compatible**.

Tabla 133. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Permanente	Reversible	Bajo	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Generación de residuos	-	Puntual	Temporal	Irreversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas	-	Puntual	Temporal	Irreversible	Bajo	Significativo	<b>Compatible</b>

**Avifauna:** La avifauna se podría ver afectada en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 134. Impactos identificados sobre la avifauna en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Avifauna	Efectos sobre el comportamiento de la avifauna	Activación de luces de señalización. Ocupación de la zona marina. Navegación y transporte de material y trabajadores	Todas

La generación de ruidos y vibraciones provocados por el funcionamiento de las jaulas puede ocasionar efectos en el comportamiento de la avifauna. No se espera impacto sobre la fauna por mortalidad de aves por colisión con las jaulas adoptando medidas encaminadas a evitar el enmalle. Se revisarán las redes anti-pájaros frecuentemente por si algún ave quedara atrapada en su interior. En tal caso se liberará el ejemplar, o, caso de estar herido, se avisará a un centro de recuperación de fauna. Los colores de las redes anti-pájaros deberían ser de un color distinguible para las aves, especialmente las pescadoras por zambullida.

En cuanto a la ZEPA, del "Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería (Código ES0000507)", su ámbito territorial es marino y se localiza en dos sectores diferenciados, correspondientes, cada uno, a las extensiones marinas en torno a la isla de Terreros (Almería) y de las Palomas (Murcia). Estos islotes acogen las únicas poblaciones reproductoras de pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) en el litoral peninsular español y, en el caso de Terreros, la única colonia del mediterráneo, junto con las Islas Chafarinas, donde cría la subespecie atlántica. También cría en ambos enclaves el paño europeo (*Hydrobates pelagicus*), principalmente en la isla de las Palomas. Su ubicación estaría muy alejada de la zona prevista para la instalación de las jaulas por lo que no se espera afección alguna a priori, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura:

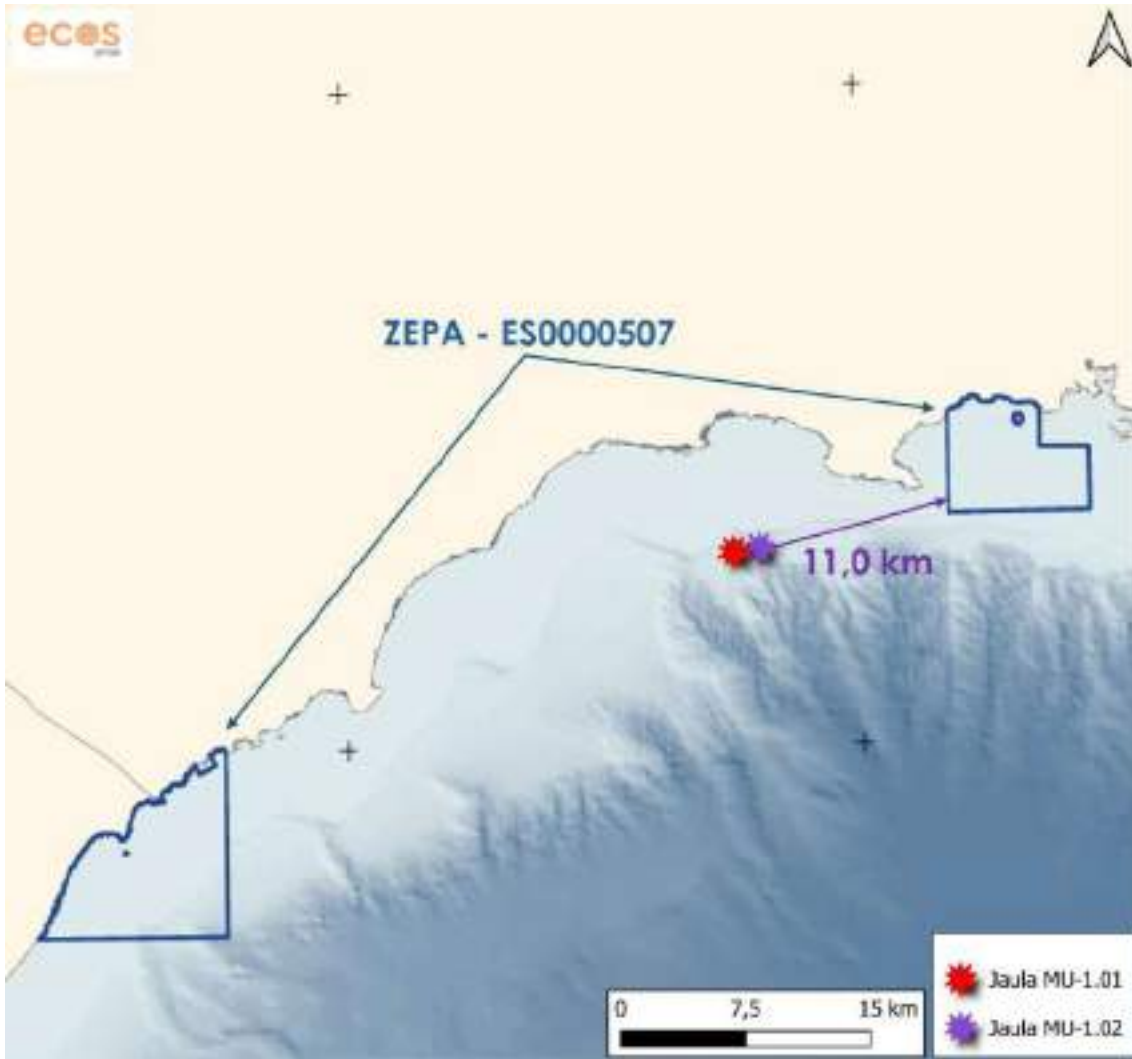


Figura 369. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA “Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería”

En la franja costera de Mazarrón, existen dos ZEPA de ámbito terrestre; la “ZEPA-ES0000264, La Muela-Cabo Tiñoso” y la “ZEPA-ES0000261, Almenara-Moreras\_Cabo Cope”, ambas localizadas en tierra y por lo tanto muy alejados del área prevista para la instalación de las jaulas.



Figura 370. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA-0000261 y ZEPA-0000264 (Fuente SIOM)

Durante las tareas de mantenimiento, los impactos identificados como la generación de ruido o el peligro por pequeños vertidos accidentales derivados parecen mínimos, temporales y muy localizados.

Las luces utilizadas para señalar la instalación serán intermitentes y cumplirán con la legislación ambiental prevista por lo que no se espera que tengan una incidencia importante en el comportamiento de la avifauna.

Por todo lo anterior, la previsión general del posible efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre la avifauna se considera: **Compatible**.

Tabla 135. Valoración de impactos identificados sobre la avifauna en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre el comportamiento de la avifauna	-	Puntual	Permanente	Reversible	Bajo	Poco significativo	<b>Compatible</b>

**Hábitats protegidos:** Los hábitats protegidos podrían verse afectados en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 136. Impactos identificados sobre los hábitats protegidos en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Hábitats protegidos	Alteración del hábitat	Todas	Implantación

El lugar propuesto para las jaulas se encuentra en la ZEC de los "Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón (ES6200048)". Este LIC fue propuesto debido a la presencia de los tipos de hábitats naturales de interés comunitario "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda", "Praderas de Posidonia (*Posidonium oceanicae*)" y "Arrecifes" (códigos 1110, 1120 y 1170 del anexo I de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre. Todos estos hábitats estarían muy alejados de la zona propuesta para la instalación de las jaulas.

En cuanto a los hábitats; "1180, Estructuras submarinas causadas por emisiones de gases" y "8330, Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas" tras consultar la información disponible, visualizar las imágenes de los trabajos de campo y sonar de barrido lateral se descarta su presencia.

Es importante destacar que en cuanto a la posible existencia de otros tipos de hábitats de interés como las "comunidades de maërl", estos estarían localizadas en el entorno de Águilas, cabo Tiñoso, Calblanque (el área conocida como La Plana) y cabo de Palos. Además, los resultados de los trabajos con sonar de barrido lateral y visualizar las imágenes, confirmarían su ausencia en la zona.

Los "Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda, 1110" más cercanas estarían en áreas costeras a más de 5,6 km aproximadamente de nuestra zona de estudio:



Figura 371. Hábitats 1110 más cercanos a nuestra zona de estudio

Los Hábitat 1120, "Pradera de posidonia", existen en zonas costeras muy alejadas de nuestra zona de estudio (más de 5 km).



Figura 372. Hábitats 1120 más cercanos a nuestra zona de estudio

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre los hábitats protegidos: **Compatible**.

Tabla 137. Valoración de impactos identificados sobre los hábitats protegidos en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Alteración del hábitat	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	Compatible

**Espacios protegidos:** Los espacios protegidos podrían verse afectados en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 138. Impactos identificados sobre los espacios protegidos en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Espacios protegidos	Ocupación de espacios protegidos	Todas	Todas

A pesar de tratarse de unas jaulas y estar localizadas en alta mar, el lugar propuesto para su ubicación se encuentra en la ZEC de los "Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón (ES6200048)" (ocupa una superficie marina de 154.081,66 ha) y es compatible con la existencia de la ZEC según la "Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto, por la que se declaran zonas especiales de conservación de lugares de importancia comunitaria de la Región Marina Mediterránea de la Red Natura 2000, se aprueban sus correspondientes medidas de conservación y se propone la ampliación de los límites geográficos de dos lugares de importancia comunitaria", en su anexo I se establece la regulación de usos y actividades. Se incluyen medidas reglamentarias y administrativas relativas a usos y actividades que con carácter general se aplicarán en el ámbito de las ZEC, con el fin de establecer una regulación común que permita alcanzar los objetivos de conservación establecidos en los respectivos planes de gestión, sin perjuicio de la normativa sectorial específica.

En este sentido y relacionado con la acuicultura objeto de este estudio cita:

"Se prohíben las siguientes actividades: La ubicación de jaulas sobre hábitats sensibles como praderas de fanerógamas marinas, fondos coralígenos y fondos de Mäerl. El cultivo de especies exóticas o localmente ausentes de manera natural. De acuerdo con el artículo 3.3 de la ley 41/2010 de protección del medio marino, las nuevas instalaciones acuícolas requerirán de informe de compatibilidad con la estrategia marina que tendrá en cuenta los objetivos de conservación de las ZEC. Para la emisión de tal informe será preciso contar con el informe favorable del órgano gestor del espacio. Los proyectos de instalaciones acuícolas incluirán un estudio específico que permita definir su área de influencia, de modo que se garantice la ubicación de las instalaciones a una distancia suficiente para no afectar al estado de conservación de los hábitats sensibles señalados. El uso por las instalaciones acuícolas de pingers u otros dispositivos acústicos de disuasión requerirá autorización administrativa del órgano gestor de los espacios, previa adecuada justificación de su necesidad y evaluación posterior de su efectividad. Con el fin de minimizar las interacciones que el desarrollo de esta actividad pudiera ocasionar sobre las manadas costeras de delfín mular (*Tursiops truncatus*), se evitará la interacción en el agua entre buzos de las granjas y cetáceos, así como la alimentación intencionada de los animales que puedan aproximarse a las mismas. La presencia de uno o varios ejemplares de la especie *Tursiops truncatus* de manera permanente en instalaciones de acuicultura

interactuando con los buzos o embarcaciones, deberá ser comunicada al órgano gestor del espacio.....”



Figura 373. Situación de las jaulas respecto a la ZEC “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón” (Elaboración propia, Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO)

Por todo lo anterior, la previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre los espacios protegidos se consideraría: **Compatible**.

Tabla 139. Valoración de impactos identificados sobre los espacios protegidos en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Ocupación de espacios protegidos	-	Puntual	Temporal	Irreversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>

**Población:** Los impactos que afectarán a las personas que vivan o transiten por los alrededores de las zonas de instalación de las infraestructuras del proyecto, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 140. Impactos identificados sobre la población en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Población	Perturbación del paisaje	Todas	Todas
	Generación de ruidos y residuos	Todas	Todas



La lejanía de las instalaciones acuícolas a costa y núcleos urbanos limita los posibles efectos en la población, por lo que los ruidos que se puedan ocasionar serán imperceptibles.

Con respecto a las zonas de baño, se encuentran muy alejadas de la futura instalación.

La visibilidad las jaulas flotantes operativas desde los núcleos de población más cercanos (mazarrón, La Azohía, etc.) se prevé será a priori muy baja.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre la población: **Compatible**.

Tabla 141. Valoración de impactos identificados sobre la población en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Perturbación temporal del paisaje	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Generación de ruidos y residuos	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Pesca:** La pesca se podría ver afectada en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 142. Impactos identificados sobre la pesca en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Pesca	Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca deportiva	Ocupación de la zona marina. Navegación y transporte de trabajadores y elementos. Ocupación del lecho marino	Implantación
	Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca profesional	Ocupación de la zona marina. Navegación y transporte de trabajadores y elementos. Ocupación del lecho marino	Implantación

Según la información obtenida, la situación de los caladeros se localizaría muy alejados del área prevista para la ubicación de las jaulas tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 374. Situación de los caladeros de pesca frente a la costa de la región de Murcia (fuente: GALPEMUR. Elaboración propia)

En cuanto a su posible efecto sobre la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía, las jaulas también estarían muy alejadas:



Figura 375. Situación de la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía en relación con la ubicación de las jaulas (Fuente: SIOM. Elaboración propia)

Aunque la información pública disponible indicaría a priori que la actividad pesquera en la zona no es importante, el área propuesta para ubicar las jaulas se ha consensado en varias reuniones con los representantes del sector pesquero profesional (Cofradía de Mazarrón principalmente) de manera que afecten lo menos posible a los caladeros existentes cercanos y cuya información no es pública. Durante esta fase no se espera a priori afectación sobre las capturas procedentes del sector pesquero profesional (el esfuerzo pesquero se realizaría de forma muy puntual,

situándose las zonas de pesca más importantes fuera del área prevista para la ubicación de las jaulas).

En cuanto a su repercusión sobre las capturas procedentes de la “Pesca Marítima de Recreo” en cualquiera de sus modalidades (desde tierra, embarcación o submarina), no se han localizado registros. De cualquier forma, se considera la “Pesca Marítima de Recreo”, la que se realiza por entretenimiento, deporte o afición y sin ánimo de lucro, y en la cual sus capturas no podrán ser objeto de venta ni transacción por lo que no tendría caladeros definidos y la que se pudiera realizar en la zona prevista para la ubicación de las jaulas se podría realizar en otras áreas.

Por último, referido al marisqueo, de las 5 zonas de marisqueo de la región de Murcia, la denominada MUR 1/21, localizada en el sur de la Región, sería la más cercana respecto al lugar previsto para la instalación de las jaulas, aunque se encuentra muy alejada, 7,7 km (jaula MU 1.01) y 5,5 km (jaula MU 1.02) respetivamente como se puede apreciar en la siguiente figura:

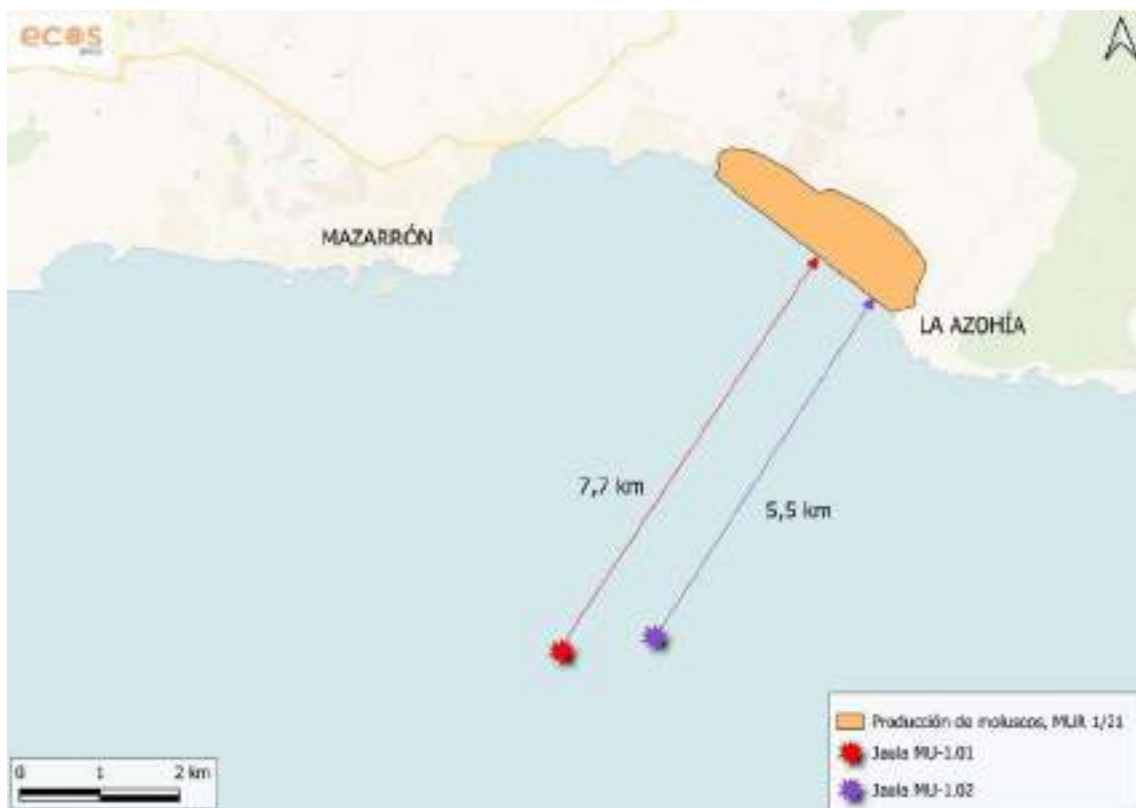


Figura 376. Situación de la zona MUR 1/21 respecto a las jaulas

Por todo lo expuesto anteriormente, la previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase operativa sobre la pesca y el marisqueo se consideraría:

**Compatible.**

Tabla 143. Valoración de impactos identificados sobre la pesca en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca deportiva	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca profesional	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
----------------------------------------------------------------	---	---------	----------	------------	------	--------------------	-------------------

**Paisaje:** El paisaje se podría ver afectada en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 144. Impactos identificados sobre el paisaje en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Paisaje	Cambio en el paisaje	Navegación y transporte de material y trabajadores. Ocupación de la zona marina. Activación de luces de señalización	Implantación

La visión de las jaulas desde costa a priori será muy escasa al tratarse de jaulas flotantes ubicadas en alta mar (más de 5 kilómetros aproximadamente). Es verdad que estas estructuras si son llevadas a puerto por mantenimiento pueden ser llamativas, pero y alterar el paisaje portuario de forma muy puntual.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase operativa sobre el paisaje: **Compatible.**

Tabla 145. Valoración de impactos identificados sobre el paisaje en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Cambio en el paisaje	-	Parcial	Permanente	Irreversible	Media	Poco Significativo	<b>Compatible</b>

**Tráfico marítimo:** El tráfico marítimo se podría ver afectada en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 146. Impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Tráfico marítimo	Efectos sobre la navegación de recreo	Navegación y transporte de material y trabajadores. Ocupación de la zona marina. Ocupación del lecho marino. Activación de luces de señalización	Implantación
	Efectos sobre la navegación pesca profesional	Navegación y transporte de material y trabajadores. Ocupación de la zona marina. Ocupación del lecho marino. Activación de luces de señalización	Implantación
	Efectos sobre el resto de navegación	Navegación y transporte de material y trabajadores. Ocupación de la zona marina. Ocupación del lecho marino. Activación de luces de señalización	Implantación

La navegación en general se podría ver afectada por la entrada en funcionamiento de la instalación acuícola, aunque parece que el tipo de buques más afectados

podrían ser las embarcaciones pesqueras y recreativas. Está prevista que la presencia de las jaulas sea comunicada a las administraciones responsables de la navegación para que tome las medidas pertinentes (inclusión en cartas náuticas de la zona, etc.). El tráfico marítimo en general deberá tener en cuenta la presencia de las jaulas flotantes debiendo corregir el rumbo para evitar interaccionar con los elementos de la instalación acuícola.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre el tráfico marítimo: **Compatible**.

Tabla 147. Valoración de impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre la navegación de recreo	-	Puntual	Permanente	Irreversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre la navegación pesca profesional	-	Puntual	Permanente	Irreversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre el resto de navegación	-	Puntual	Permanente	Irreversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>

**Aspectos socioeconómicos:** Los aspectos socioeconómicos se podrían ver afectados en las siguientes tareas de la fase productiva:

Tabla 148. Impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase productiva

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Aspectos socioeconómicos	Funcionamiento de la instalación y generación de empleo de larga duración	Ocupación de la zona marina. Navegación y transporte de material y trabajadores	Todas
	Generación de actividad económica	Ocupación de la zona marina. Navegación y transporte de material y trabajadores	Todas

La entrada en funcionamiento de la instalación acuícola generará riqueza directa, con la creación de empleos de larga duración, e indirecta en el sector servicios, con la compra de material asociado al proyecto y los gastos del personal en la zona.

Por último, cabe destacar que la interacción de la instalación de la jaula flotante con el uso pesquero en esta zona y su impacto socioeconómico sea muy positiva, buscando sinergias entre ambas actividades. Se tendrá en cuenta en el Anexo de pesquerías correspondiente.

Las ventajas de la implantación y desarrollo de la acuicultura en la zona permitirán diversificar la economía estimando un impacto positivo.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase productiva sobre los aspectos socioeconómicos: **Compatible**.

Tabla 149. Valoración de impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase productiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Funcionamiento de la instalación y generación de empleo de larga duración	+	Parcial	Permanente	Irreversible	Alto	Significativo	<b>Compatible</b>
Generación de actividad económica	+	Parcial	Permanente	Irreversible	Alto	Significativo	<b>Compatible</b>

**Restos arqueológicos subacuáticos:** Los restos arqueológicos subacuáticos se podrían ver afectados en las diferentes tareas de la fase producción. Sin embargo, tras consultar los datos bibliográficos disponibles, revisar las filmaciones e imágenes y back obtenidas de la zona por el Equipo ECOS, se puede comprobar que el área no presenta elementos catalogados como patrimonio arqueológico subacuático y por tanto no se producirán perturbaciones directas o indirectas sobre ninguno de estos elementos. Si durante las tareas de producción y operación se encontrasen elementos de este tipo, se deben tener en cuenta y tomar las medidas apropiadas para su conservación.

Tabla 150. Impactos identificados sobre los Restos arqueológicos subacuáticos en la fase operativa

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Restos arqueológicos subacuáticos	Presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático	Todas	Todas

En el espacio marino protegido ZEC- ES6200048, "Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón" donde se ubicaría las jaulas de este proyecto consta la existencia de 18 barcos hundidos, y ocho frente a la costa de Águilas, en principio alejados del área de estudio. Cabe señalar que existe un punto de vertido declarado de municiones y explosivos, situado al sur de la bahía de Cartagena también alejado de nuestra área de estudio.

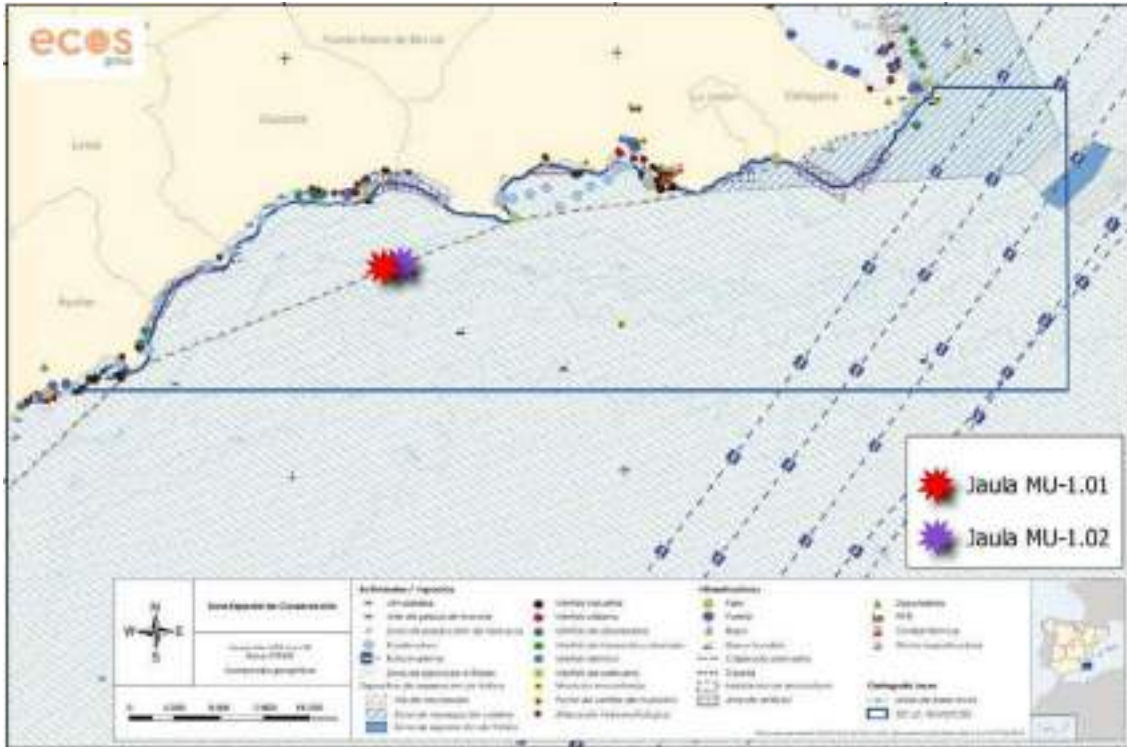


Figura 377. Localización de las jaulas respecto a la cartografía de actividades e impactos de la ZEC "Valles submarinos del escarpe de Mazarrón" (Fuente, Orden AAA/1366/2016, de 4/08/2016)

La imagen del mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL en la zona indica la ausencia de posibles restos arqueológicos submarinos:

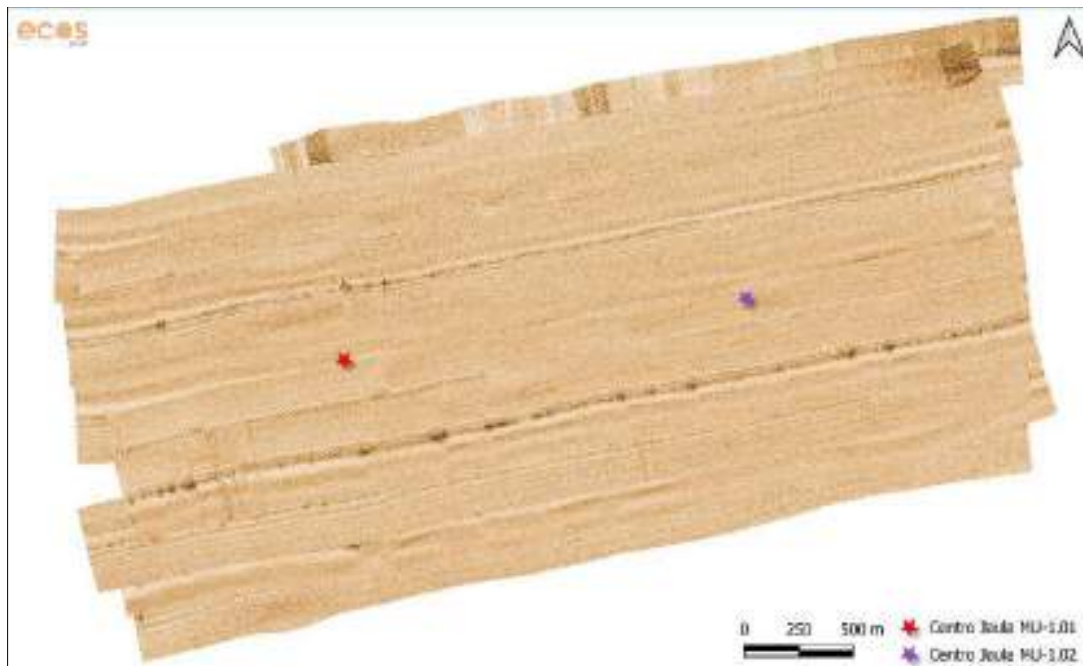


Figura 378. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio

Si durante las tareas de construcción y operación se encontrasen elementos de este tipo, se deben tener en cuenta y tomar las medidas apropiadas para su conservación.

Por todo lo anterior, la previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase constructiva sobre los restos arqueológicos subacuáticos se considera: **Compatible.**

Tabla 151. Valoración de impactos identificados sobre la posible presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático en la fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

En resumen, la valoración final de la fase productiva del proyecto en función de cada uno de los elementos naturales evaluados se muestra en la siguiente tabla, en la que se establece como valoración final, el resultado más restrictivo:

Tabla 152. Resumen de valoración de impactos sobre elementos naturales en la fase productiva

ELEMENTO NATURAL	VALORACIÓN FINAL
Calidad del agua	Compatible
Calidad del sedimento	Compatible
Calidad del aire	Compatible
Calidad lumínica	Compatible
Calidad acústica (medio aéreo y marino)	Compatible
Dinámica litoral	Compatible
Comunidades bentónicas	Compatible
Comunidades pelágicas	Compatible
Avifauna	Compatible
Población	Compatible
Espacios protegidos	Compatible
Población	Compatible
Pesca	Compatible
Paisaje	Compatible
Tráfico marítimo	Compatible
Aspectos socioeconómicos	Compatible
Restos arqueológicos subacuáticos	Compatible



### 10.4.5 Valoración de impactos, fase de desmantelamiento

**Calidad del agua:** Los impactos identificados para este elemento ambiental son los siguientes:

Tabla 153. Impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del agua	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación, transporte de material y uso de maquinaria	Todas

Los peligros de vertidos de aceites o combustibles, aunque reales se prevén muy aislados y la afección a la masa de agua sería muy rara. En todo caso, de producirse un vertido accidental, la zona se encuentra alejada de lugares de alto valor ambiental y las tareas se realizan en una zona portuaria con alta frecuencia tránsito de buques y barcos, por lo que la calidad del agua de esta zona ya se ve comprometida.

En caso de que la afección se produjese en la zona de la instalación de la jaula flotante, no se espera que afecte a ningún hábitat ni especie de alto valor ambiental. Es preciso recordar que el objetivo de esta fase es desmantelar la instalación dejando la zona en las condiciones más parecidas a las iniciales por lo que cualquier contratiempo relacionado con este punto se subsanaría a priori aplicando los protocolos medioambientales vigentes en la instalación.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre la calidad del agua: **Compatible**.

Tabla 154. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del agua en fase constructiva

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Permanente	Reversible	Media	Poco significativo	<b>Compatible</b>

Además, se ha tenido en cuenta el contenido que agrega la Ley 21/2018 al artículo 45 de la Ley 13/2013 en su punto e):

*"... e) Cuando el proyecto pueda causar a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel en una masa de agua subterránea que puedan impedir que alcance el buen estado o potencial, o que puedan suponer un deterioro de su estado o potencial..."*

Revisadas las características del proyecto y las acciones previstas en sus diferentes fases en ningún momento se causará a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel de una masa de agua subterránea.

**Calidad del sedimento:** Los impactos identificados para este elemento ambiental son los siguientes:

Tabla 155. Impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del sedimento	Variación en la geomorfología de la zona	Anclaje en el fondo marino y ocupación del lecho marino	Implantación

Para desmantelar la fijación y aseguramiento de las jaulas, no será necesario modificar en gran medida las características del suelo natural. Si bien la técnica de fijación al lecho puede resultar invasiva, la ocupación real con los medios propuestos es muy reducida y en todo caso se llevará a cabo la retirada de una zona de fango con precaución de no afectar a ninguna especie de fauna presente. El objetivo final es dejar la zona sin elementos que afecten a la calidad del sedimento.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre la geomorfología: **Compatible**.

Tabla 156. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad del aire:** A continuación, se muestra en una tabla los impactos que afectarían a la calidad del aire, las tareas del proyecto que los provocan y las zonas afectadas.

Tabla 157. Impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad del aire	Emisión de humos de combustión	Transporte de material y maquinaria por tierra. Uso de maquinaria. Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria	Operaciones

Las causas de estos impactos identificados son de poca entidad como para causar variaciones importantes en la insolación o en la temperatura de la zona de estudio y por lo tanto será valorado nada significativo sobre este elemento.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre la calidad del aire: **Compatible**.

Tabla 158. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Emisión de humos de combustión	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Calidad acústica (medio aéreo y marino):** La calidad acústica tanto del medio aéreo como marino se verá afectada en las siguientes tareas de la fase de desmantelamiento:

Tabla 159. Impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Calidad acústica	Generación de ruidos en el medio aéreo	Transporte de material y maquinaria por tierra. Uso de maquinaria. Ruidos y vibraciones	Operaciones
	Generación de ruidos en el medio marino	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ruidos y vibraciones	Implantación

Las causas de estos impactos identificados son de poca entidad como para causar variaciones importantes. Además, se consideran puntuales por lo que al terminar las tareas de desmantelamiento desaparecerán.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre la calidad acústica tanto del medio aéreo como marino: **Compatible.**

Tabla 160. Valoración de impactos identificados sobre la calidad acústica en fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Generación de ruidos en el medio aéreo	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Generación de ruidos en el medio marino	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Comunidades bentónicas:** Las comunidades bentónicas se podrían ver afectadas en las siguientes tareas de la fase de desmantelamiento:

Tabla 161. Impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Comunidades bentónicas	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria	Todas
	Emisión de pluma de dispersión de sedimento arenoso	Anclaje en el fondo marino (geomorfología de la zona)	Implantación
	Daño puntual a la cobertura vegetal y fauna invertebrada	Anclaje en el fondo marino (geomorfología de la zona). Ocupación del lecho marino	Implantación

De los impactos identificados, la emisión de la pluma de dispersión durante las tareas de retirada de la fijación, estos no tendrán la entidad suficiente como para crear incidencia en la geomorfología de la zona.

El daño puntual a la cobertura vegetal en la zona marina (retirada de muertos y líneas de fondeo) será prácticamente nula dado que no existen aparentemente comunidades vegetales en la zona.

El vertido de aceites y combustibles se consideran muy raros y en caso de producirse no se espera que lleguen a zonas donde exista vegetación en el fondo por encontrarse a mucha profundidad y distancia. Además, en el caso de posible percance se activaría el protocolo medioambiental con el objetivo de minimizar daños.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre las comunidades bentónicas: **Compatible**.

Tabla 162. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Temporal	Reversible	Medio	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Emisión de pluma de dispersión de sedimento arenoso	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Daño puntual a la cobertura vegetal y fauna invertebrada	-	Puntual	Permanente	Reversible	Bajo	Poco significativo	<b>Compatible</b>

**Comunidades pelágicas:** Las comunidades pelágicas se podrían ver afectadas en las siguientes tareas de la fase de desmantelamiento:

Tabla 163. Impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Comunidades pelágicas	Peligro de vertidos de aceites o combustibles	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria	Implantación
	Generación de residuos	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria	Implantación
	Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas	Ruidos y vibraciones	Implantación

La emisión humos puede afectar a animales tanto en la respiración como en la visión. En este caso las emisiones no tendrán suficiente entidad como para variar la calidad actual del ambiente y por tanto no se esperan consecuencias graves.

Los posibles vertidos de combustible en el caso de producirse, serían muy localizados y de pequeñas cantidades al tratarse de derrames accidentales de alguna máquina. Si el lugar donde se utilizará la maquinaria fuera la zona portuaria, se trata de una zona altamente antropizada sin valores naturales. Por lo tanto, no se esperan que las afecciones sobre la fauna sean de gran entidad.

En todas las tareas, en mayor o menor medida, se producirán ruidos que a su vez afectarán a las especies animales existentes en la zona, pudiendo verse obligados a trasladarse de hábitat. Pudieran ser de mayor entidad los ruidos y vibraciones derivados de las tareas de retirada de los muertos y líneas de fondeo y de amarre de las jaulas.

Por último, del conjunto de tareas a realizar resultarán diversos tipos de residuos que serán gestionados correctamente en función del tipo según lo expuesto en la normativa.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre las comunidades pelágicas: **Compatible**.

Tabla 164. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Peligro de vertidos de aceites o combustibles	-	Puntual	Permanente	Reversible	Bajo	Poco significativo	<b>Compatible</b>
Generación de residuos	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre el comportamiento de los cetáceos y tortugas	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Población:** Los impactos que afectarán a las personas que vivan o transiten por los alrededores de las zonas de retirada de las infraestructuras del proyecto, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 165. Impactos identificados sobre la población en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Población	Perturbación temporal del paisaje	Todas	Todas
	Generación de ruidos y residuos	Todas	Todas

Aquellas acciones que se realizan en el ámbito terrestre coinciden con zonas alejadas del núcleo urbano y con actividades industriales mucho más generadoras de ruido y de afección al paisaje, por tanto, en esta zona ambos impactos serán apenas perceptibles.

Aquellas tareas realizadas en la zona marina se encontrarán muy alejadas de la población como para provocar un impacto perceptible.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre la población: **Compatible**.

Tabla 166. Valoración de impactos identificados sobre la población en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Perturbación temporal del paisaje	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Generación de ruidos y residuos	-	Parcial	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

**Pesca:** La pesca se podría ver afectada en las siguientes tareas de la fase de desmantelamiento:

Tabla 167. Impactos identificados sobre la pesca en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Pesca	Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca deportiva	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino	Implantación
	Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca profesional	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino	Implantación

Durante esta fase las diferentes labores de retirada de los anclajes, líneas de fondeo, etc. pueden ocasionar variaciones en la forma de pescar en la zona o desplazamientos ocasionales de la flota hacia otros lugares. Una vez retirados todos los elementos de la instalación, la pesca en el área de la concesión se podría realizar a pesar de que no se considerara una zona habitual.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre la pesca: **Compatible**.

Tabla 168. Valoración de impactos identificados sobre la pesca en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca deportiva	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	Compatible
Efectos sobre las capturas procedentes de la pesca profesional	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	Compatible

**Paisaje:** El paisaje se verá afectado en las siguientes tareas de la fase de desmantelamiento:

Tabla 169. Impactos identificados sobre el paisaje en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Paisaje	Perturbación temporal del paisaje	Transporte de material y maquinaria por tierra. Uso de maquinaria. Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria	Todas

Las perturbaciones temporales del paisaje en el medio terrestre están asociadas a la presencia en la zona de los medios de transporte y la maquinaria necesaria para la retirada de los elementos del proyecto. Dada la antropización de la zona y su aislamiento de núcleos urbanos, este impacto visual temporal será de poca entidad. La perturbación temporal del paisaje del medio marino en su mayoría terminará cuando acaben las tareas de retirada (los remolcadores, barcos de apoyo, etc. dejaran de operar) de los diferentes elementos de la instalación acuícola.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre el paisaje: **Compatible**.

Tabla 170. Valoración de impactos identificados sobre el paisaje en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Perturbación temporal del paisaje terrestre	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	Compatible
Perturbación temporal del paisaje marino	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	Compatible

**Tráfico marítimo:** El tráfico marítimo se verá afectado en las siguientes tareas de la fase de desmantelamiento:

Tabla 171. Impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase de desmantelamiento

ELEMENTO	IMPACTO	TAREA	ZONA
Tráfico marítimo	Efectos sobre la navegación de recreo	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino. Emisiones luminosas	Todas
	Efectos sobre la navegación pesca profesional	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino. Emisiones luminosas	Todas
	Efectos sobre el resto de navegación	Navegación transporte de infraestructuras y maquinaria. Uso de maquinaria. Ocupación del lecho marino. Emisiones luminosas	Todas

La navegación en general se verá afectada temporalmente por las tareas de retirada de anclajes, las líneas de fondeo, etc. de las jaulas. En cuanto finalicen los trabajos desaparecerán en gran medida.

Previsión general del efecto medioambiental del proyecto en la fase de desmantelamiento sobre el tráfico marítimo: **Compatible**.

Tabla 172. Valoración de impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase de desmantelamiento

IMPACTO	Criterios que definen la escala del impacto				Escala	Magnitud	Valoración final
	Signo	Extensión	Persistencia	Reversibilidad			
Efectos sobre la navegación de recreo	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre la navegación pesca profesional	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>
Efectos sobre el resto de navegación	-	Puntual	Temporal	Reversible	Bajo	Nada significativo	<b>Compatible</b>

En resumen, la valoración final de la fase de desmantelamiento del proyecto en función de cada uno de los elementos naturales evaluados se muestra en la siguiente tabla, en la que se establece como valoración final, el resultado más restrictivo:



Tabla 173. Resumen de valoración de impactos sobre elementos naturales en la fase de  
desmantelamiento

ELEMENTO NATURAL	VALORACIÓN FINAL
Calidad del agua	Compatible
Calidad del sedimento	Compatible
Calidad del aire	Compatible
Calidad acústica (medio aéreo y marino)	Compatible
Comunidades bentónicas	Compatible
Comunidades pelágicas	Compatible
Población	Compatible
Pesca	Compatible
Paisaje	Compatible
Tráfico marítimo	Compatible

**11. EFECTOS DEL PROYECTO SOBRE MASAS DE AGUAS SUPERFICIAL O NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA**

Las masas de agua que bañan las costas de la Región de Murcia se engloban en el extremo suroeste de la cuenca Algero-Provenzal, conformando una zona de transición con el mar de Alborán. La masa de agua superficial presente en nuestra área de estudio se trata de "Aguas costeras mediterráneas no influenciadas por aportes fluviales, profundas arenosas". Sus características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 174. Características de las masas de agua superficial presente en nuestra área de estudio<sup>129</sup>

Código de la masa de agua	Nombre masa de agua	Código Demarcación Hidrográfica	Demarcación Hidrográfica	Superficie (km²)
ES070MSPF010300100	La Manceba-Punta Parda	ES070	SEGURA	390,7302

La Ley 21/2018 agrega contenido de una EIA al artículo 45 de la Ley 13/2013, y en su punto e) dice lo siguiente.

- e) ".....Cuando el proyecto pueda causar a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel en una masa de agua subterránea que puedan impedir que alcance el buen estado o potencial, o que puedan suponer un deterioro de su estado o potencial..."

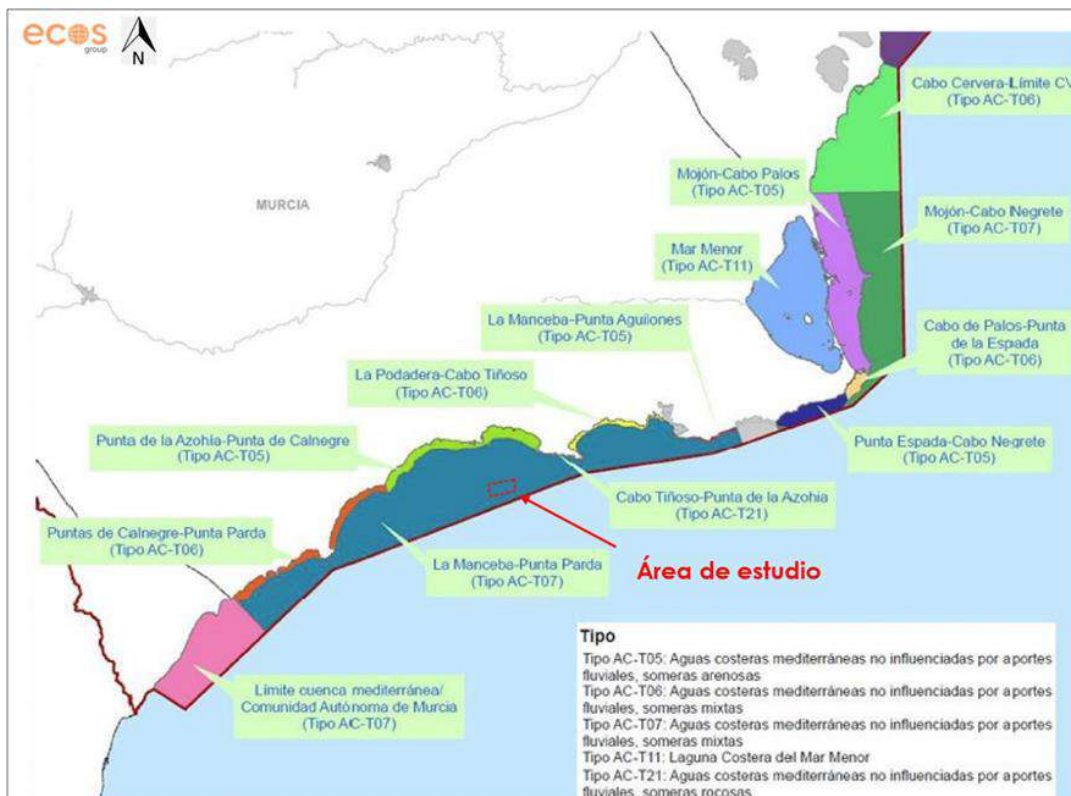


Figura 379. Situación del área de estudio respecto a las masas de agua (Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015/2021. Anejo 12, Caracterización de las masas de agua de la DHS

<sup>129</sup> Fuente: Puertos del Estado- SIMAR 2050079

---

Revisadas las características del proyecto y las acciones previstas en sus diferentes fases no se considera que se causará a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel de una masa de agua subterránea.

## 12. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ACUICULTURA

Para elaborar este apartado se han tenido en cuenta las siguientes fuentes bibliográficas principalmente:

- Cristina García Díez, C. & Remiro Perlado, J. P. 2014. Impactos del Cambio Climático sobre la Acuicultura en España. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 38 pág.
- FAO "Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura" (Cochrane et al. 2009)
- FOESA (2013). Cambio climático y acuicultura. FOESA, Madrid, España. 210 páginas. Fundación Observatorio Español de Acuicultura Madrid, España.
- CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN DE MURCIA, DEL ACUERDO DE PARÍS A LA EMERGENCIA CLIMÁTICA. Trabajos del Observatorio Regional del Cambio Climático. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente. ISBN: 978-84-09-26245-8 Depósito legal: MU 64-2021.
- Estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático (diciembre 2019). Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente.
- LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO LOCAL GALPEMUR 2021-2027. Grupo de Acción Local de Pesca y Acuicultura de la Región de Murcia (GALPEMUR). Versión-1, diciembre 2023.
- "Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027". Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería, Pesca y Acuicultura.

### 12.1 Introducción

Según el 5º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado. Las emisiones continuas de gases de efecto invernadero causarán un mayor calentamiento y nuevos cambios en todos los componentes del sistema climático. Para contener el cambio climático, será necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

### 12.2 El cambio climático en la región de Murcia

Este apartado tiene por finalidad, considerar el cambio climático y su integración, óptima y efectiva, en el procedimiento de evaluación ambiental que acompaña a la aprobación y a su Evaluación Ambiental.

#### 12.2.1 Evidencias del cambio climático en la Región de Murcia<sup>130</sup>

En cuanto a las evidencias del cambio climático, atendiendo a la caracterización del medio físico que realiza la Confederación Hidrográfica del Segura, existen dos tipos de clima en la franja litoral de la Región de Murcia:

<sup>130</sup> LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO LOCAL GALPEMUR 2021-2027.

1º. El tipo climático mediterráneo subtropical semiárido: Desde Águilas hasta Cabo Tiñoso, ya en el municipio de Cartagena.

- La temperatura media del mes más cálido está entre 26-27°C; la temperatura media de máximas de dicho mes está entre 29 y 31°C.
- La precipitación media anual se sitúa entre 150 y 200 mm; por tanto, los periodos secos tienen una duración entre 11 y 12 meses.

2º. El tipo climático mediterráneo subtropical cálido o semicálido: Desde Cabo Tiñoso hasta San Pedro del Pinatar.

- Las temperaturas medias del mes más cálido están entre 26 y 28°C, con medias de máximas entre 32 y 34°C.
- La precipitación media anual es de 200-300 mm. El periodo seco tiene una duración de 7-11 meses, según las estaciones.

La Agencia Española de Meteorología nos ofrece un análisis de la evolución del clima en España, sintetizando la información del período que va del año 1981 al año 2010.

En esta cartografía, muestra la tipología del clima en cada espacio, conforme a la escala climática de Köppen.

El clima del litoral murciano occidental se califica como BWh, categoría que define el clima de este espacio como desértico cálido. Los inviernos son suaves. Los veranos son cálidos o muy cálidos. En algunas zonas con este clima las temperaturas en verano son extremadamente altas, y se han registrado las máximas del planeta. Las precipitaciones son muy escasas.

El resto del litoral murciano responde al tipo BSh, clima estepario cálido. En estos espacios los inviernos son suaves y los veranos cálidos o muy cálidos. Las precipitaciones son escasas.

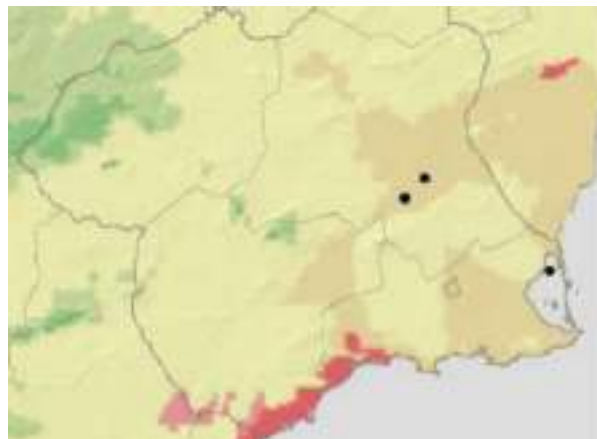


Figura 380. Clasificación climática de Köppen de la Región de Murcia (Fuente: Confederación Hidrográfica del Segura; en "La estrategia de desarrollo local GALPEMUR 2021-2027")

En los gráficos que ofrece AEMET de la síntesis 1981-2010, observamos las características del litoral murciano, destacando el nivel de insolación, las bajas precipitaciones y una temperatura media alta, en comparación con el resto de España.

A efectos de diagnóstico se apuntan datos que ofrece la Agencia Española de Meteorología (AEMET), datos que se refieren al conjunto de la Región, pero que pueden asumirse como parte del diagnóstico en la zona donde se ubicaría la futura instalación acuícola.

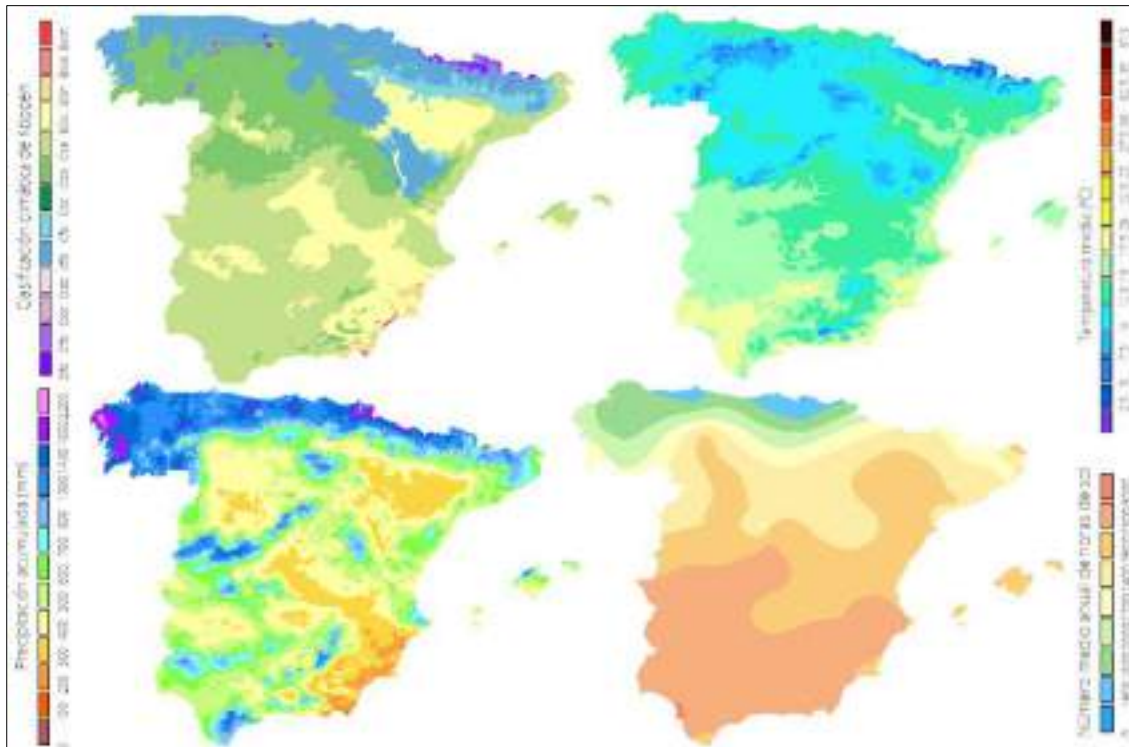


Figura 381. Situación del clima periodo 1981-2000 (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027).

(Clasificación climática de Köpen (izq. Superior), Temperatura media (°C) (drch. Superior), Precipitación acumulada (mm) (izq. Inferior), Número medio anual de horas de sol (drch. Inferior)

Si observamos el carácter de las series mensuales/anual de temperatura del observatorio de Murcia, comprobaremos como la serie analizada, comprendida entre los años 1991 y 2018, nos muestra la existencia de años muy cálidos en los últimos años, sumando a esta frecuencia la frecuencia de años más cálidos de lo habitual y la de años cálidos.

Carácter de las series mensuales/anuales de temperatura del observatorio de Murcia

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009													
2010													
2011													
2012													
2013													
2014													
2015													
2016													
2017													
2018													

Legend for temperature deviation from the 1981-2010 normal:

- ←← frío < 5%
- + frío 2.5% y 50%
- frío > 20% y 540%
- normal < 40% y 560%
- cálido < 60% y 580%
- + cálido < 80% y 595%
- cálido > 95%

Figura 382. Carácter térmico mensual en relación con la distribución normal del periodo de referencia (1981-2010) Murcia. Fuente: Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010. AEMET. 2019

Este aumento de temperatura se constata también en la evolución de la temperatura de la superficie del Mar Mediterráneo, evolución que muestra una línea de tendencia con una pendiente claramente positiva.

Si se observan las anomalías o desviaciones, las que se producen en los últimos años muestran un evidente calentamiento del Mar Mediterráneo.

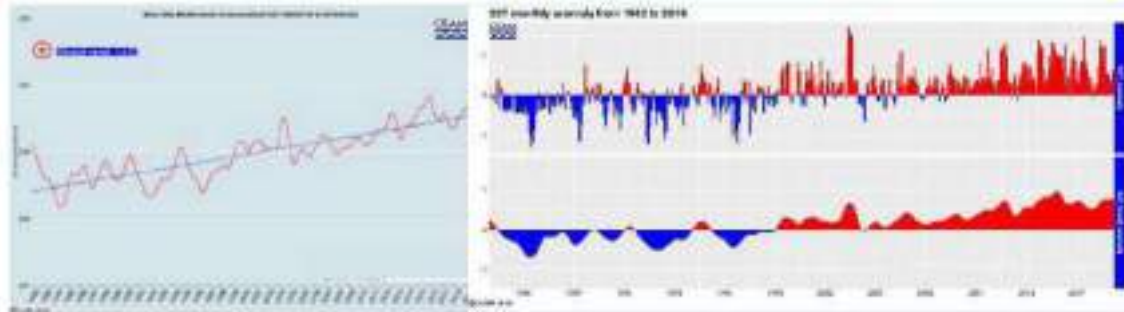


Figura 383. Evolución temperatura Mar Mediterráneo 1982-2019 (Fuente Fundación Centros de Estudios del Mediterráneo (CEAM) en GALPEMUR 2021-2027)

Las proyecciones que ofrece la AEMET en el horizonte 2100 para la Región de Murcia muestran un aumento paulatino de las temperaturas máximas, de la duración de las olas de calor y del número de días cálidos tal y como se puede apreciar en las siguientes figuras:

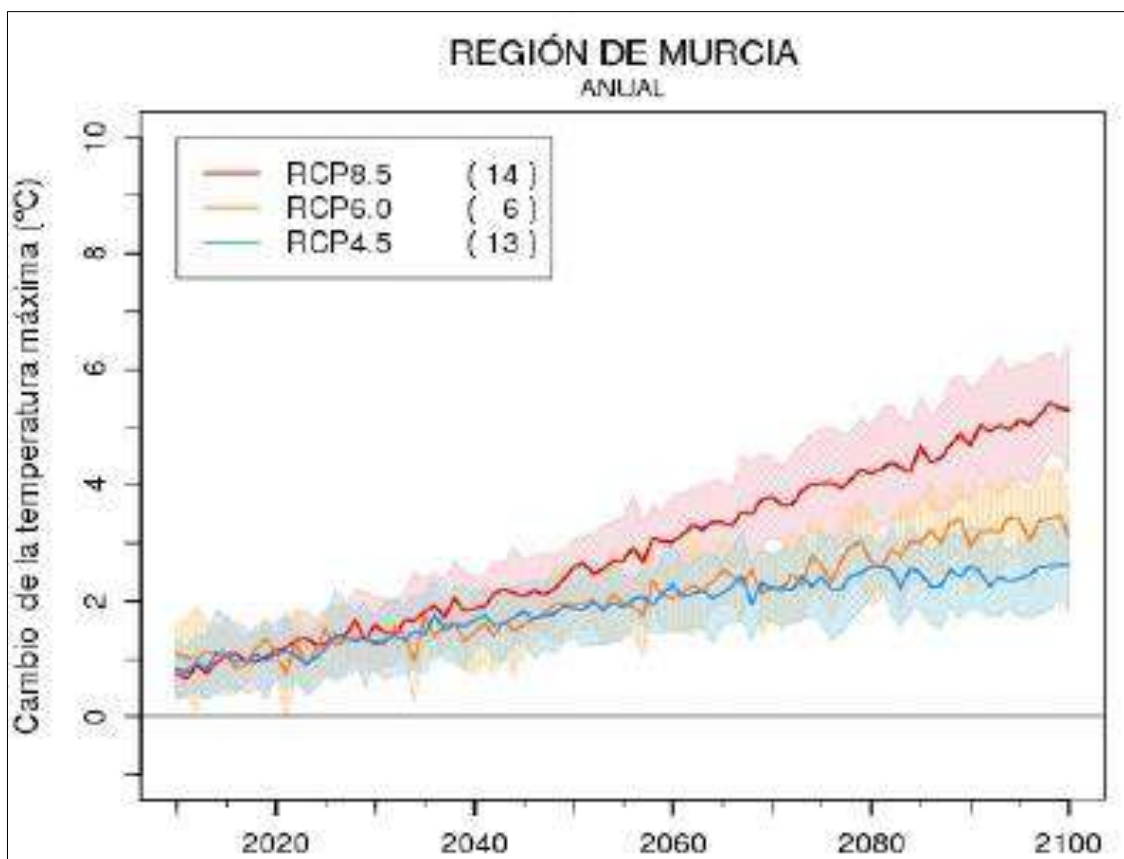


Figura 384. Proyección datos clima 2100. Cambio de la temperatura máxima (°C), (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027)

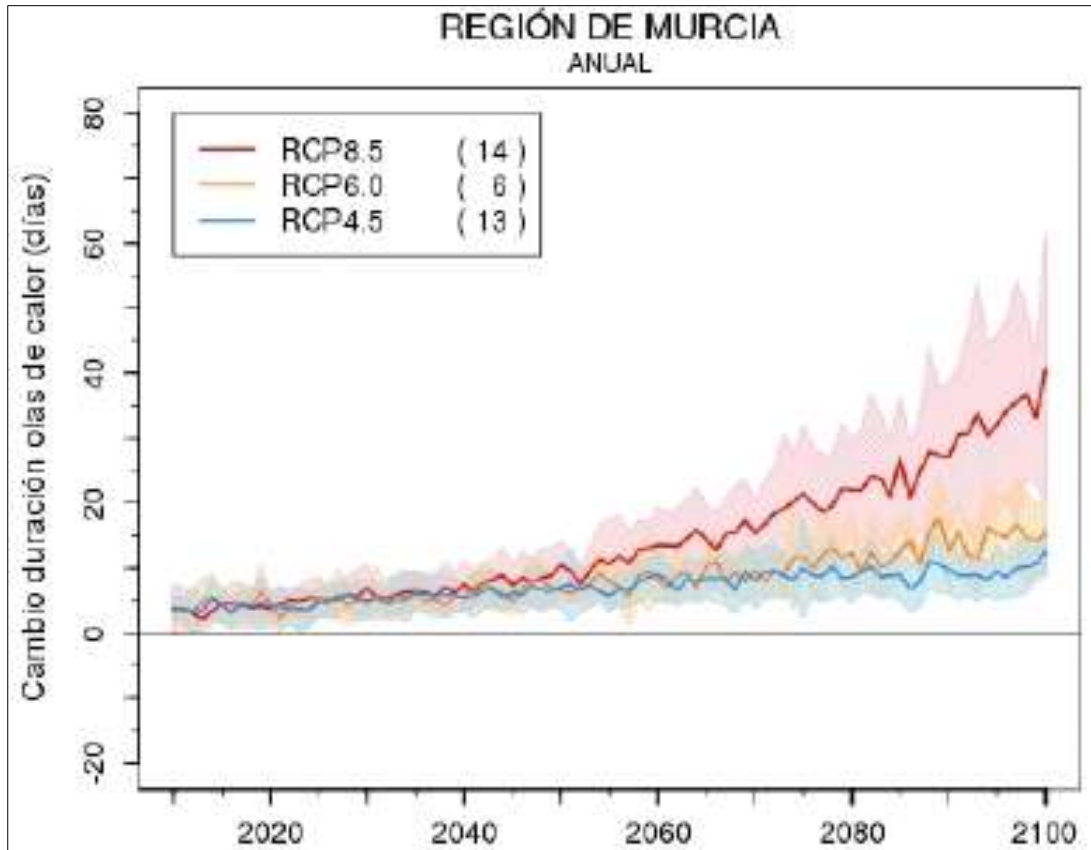


Figura 385. Proyección datos clima 2100. Cambio duración olas de calor (días) , (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027)

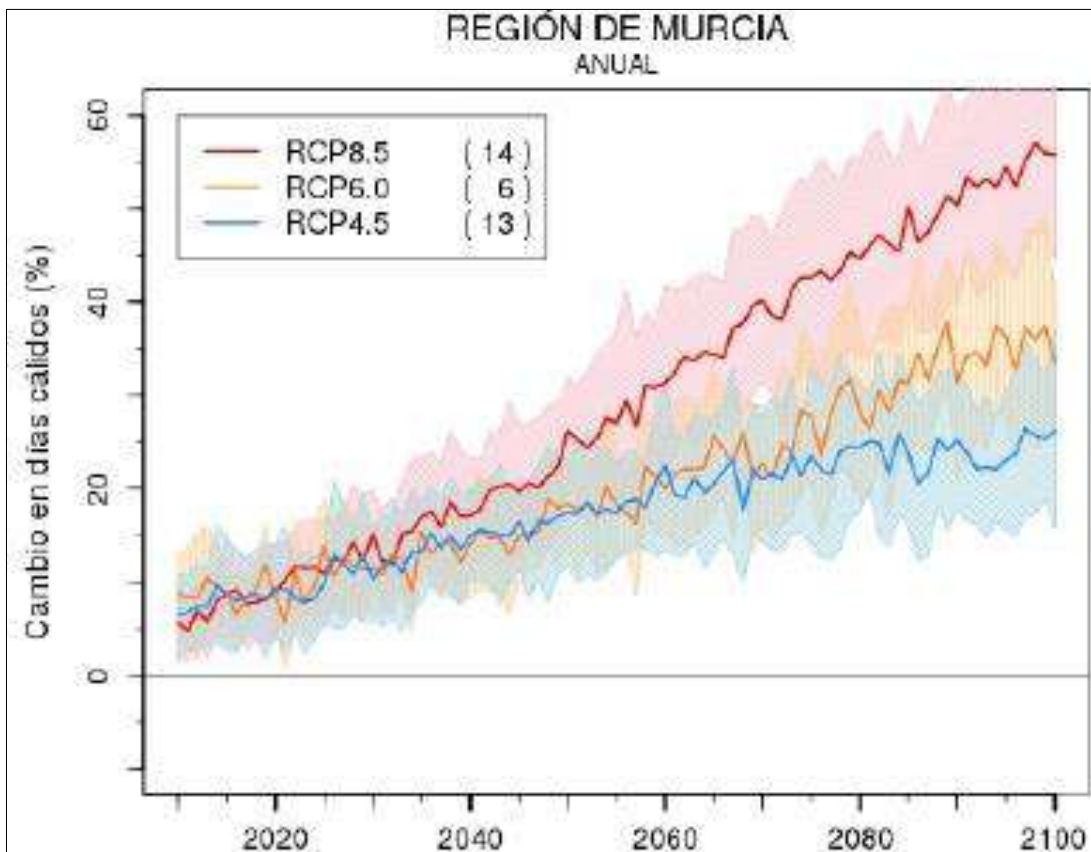


Figura 386. Proyección datos clima 2100. Cambio en días cálidos (%), (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027)



Estos modelos afectan a la habitabilidad de los diferentes espacios, a la biodiversidad y al nivel del mar.

Entre las medidas de respuesta del Gobierno autonómico frente al cambio climático destaca el documento de "Estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático" que tiene su origen en los mandatos de la Asamblea Regional y del Consejo de Gobierno. Tras su formulación por el departamento competente en materia de cambio climático, fue sometida a la consideración por el "Observatorio Regional del Cambio Climático"<sup>131</sup> y a la consulta a los departamentos del gobierno regional.

### **12.2.2 Estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático**<sup>132</sup>

Para orientar la intervención administrativa de los departamentos sectoriales de la Administración Regional y el resto de las administraciones y organizaciones de la economía y la sociedad la Estrategia definida en este documento concreta dos grandes objetivos:

1. Reducir emisiones de los sectores difusos en un 26% en 2030
2. Conseguir una región menos vulnerable al cambio climático

Estos objetivos contemplan el desarrollo de diversas líneas estratégicas de actuación.

Llegados a este punto es importante mencionar la información recogida respecto al cambio climático en el documento del "Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027" (apartado 5.3.2. D7: CAMBIO CLIMÁTICO) que contempla como objetivo focal, "afrontar los retos del cambio climático en la acuicultura":

El Pacto Verde pretende convertir a Europa en el primer continente climáticamente neutro en el año 2050, en los siguientes ámbitos de actuación:

- Energía limpia: fuentes de energía alternativas más limpias
- Industria sostenible: garantizar unos ciclos de producción más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente
- Construir y renovar: un sector de la construcción más limpio
- Movilidad sostenible: Fomentar medios de transporte más sostenibles
- Biodiversidad: medidas para proteger nuestro frágil ecosistema
- "De la granja a la mesa": garantizar una cadena alimentaria más sostenible
- Eliminar la contaminación: Medidas para reducir la contaminación de manera rápida y eficiente

La "Estrategia de la Granja a la Mesa" tiene como objetivos:

---

<sup>131</sup> Orden de 19 de febrero de 2007, de la extinta Consejería de Industria y Medio Ambiente, por la que se crea el Observatorio Regional del Cambio Climático establece entre sus objetivos actuar como órgano permanente de recogida y análisis de la información, promoviendo la investigación sobre los procesos de cambio y las medidas de adecuación y proponer, a partir de los datos recogidos, soluciones concretas.

<sup>132</sup> Estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático (diciembre 2019). Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente y "Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027" (Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería, Pesca y Acuicultura).

- Garantizar que la transición sea justa y equitativa para todos los que trabajan en el sector agrícola y marítimo europeo.
- Reducir significativamente la dependencia, el riesgo y el uso de los plaguicidas químicos, así como de los abonos y antibióticos.
- Desarrollar técnicas agrícolas y pesqueras innovadoras que protejan las cosechas de plagas y enfermedades.

En este documento además se contempla que entre las actuaciones previstas dirigidas tanto a promover la adaptación de la acuicultura al cambio climático, como a incrementar el compromiso que la acuicultura tiene con la mitigación se desarrollarán actuaciones dirigidas a:

- Promover el desarrollo de planes de previsión de catástrofes en instalaciones derivados de fenómenos oceanográficos y climatológicos.
- Promover el uso de monitoreo de parámetros ambientales en continuo.
- Desarrollo de sistemas de alerta temprana relacionados con especies invasoras y detección de enfermedades emergentes derivadas del cambio climático.
- Elaboración de procedimientos que determinen la huella de carbono de los productos pesqueros acuícolas, y desarrollo de programas de minimización de emisiones.
- Actuaciones dirigidas a favorecer la biodiversidad en el entorno de las instalaciones acuícolas.

Por todo lo comentado anteriormente, el proyecto objeto del presente estudio de EIA pretende adaptar el tipo y distribución de jaulas a los avances en nuevas técnicas de jaulas flotantes de grandes dimensiones en mar abierto, permitiendo la automatización de los procesos, con mejora del rendimiento de producción encaminadas entre otras circunstancias a reducir el impacto ambiental mediante las siguientes soluciones:

- Jaulas de mayores dimensiones y totalmente autónomas, con posibilidad de realizar operaciones básicas de forma remota y sin necesidad de personal permanente, reduciendo la densidad de biomasa en cada jaula al tiempo que se optimiza la aplicación de los equipos de proceso automatizado en un menor número de jaulas.
- Con un mínimo número de jaulas de mayores dimensiones, a gran distancia de la costa y manteniendo la distancia relativa entre ellas y la cota de profundidad para reducir el impacto ambiental sobre la costa y lecho marino al mismo tiempo que se minimiza el riesgo de contagio de patologías.
- Utilización de redes de DYNEMA, material de alta resistencia, lo que permite reducir el peso de la red, mejorar la oxigenación de los peces y reducir los esfuerzos de la red sobre la estructura.
- Diseño de red con cuña profunda en el fondo lo que permite aplicación de sistemas automáticos de retirada de bajas en cada una de las jaulas.
- El diseño de los segmentos exteriores permite una mayor eficiencia en la tensión de la red, para permitir primero un mejor comportamiento frente a las deformaciones ocasionadas por las corrientes y segundo facilitar el lavado de las

redes en su posición, con reducción de tiempos de manipulación y limpieza, así como minimización del impacto ambiental de estas operaciones.

- Alimentación autónoma y centralizada desde los silos, gestionada remotamente desde tierra con control de cámaras submarinas y sistema neumático de alimentación. Este sistema reduce los tiempos de transporte de pienso y mejora la eficiencia en la alimentación de los peces, con el consiguiente ahorro de pienso y reducción de impacto ambiental.
- Jaulas diseñadas para operar en MAR ABIERTO y adaptarse de forma dinámica a la meteorología existente, pudiendo alterar ligeramente su calado según las circunstancias, minimizando las cargas dinámicas de las olas, y con sus redes profundas permite a los peces adaptarse a la mejor temperatura del agua buscando profundidad.

### 12.3 Efectos del cambio climático sobre la acuicultura

Los impactos del cambio climático sobre las pesquerías afectarán a la acuicultura de, al menos, dos maneras diferentes:

- Impacto directo: alterando la disponibilidad de peces para los pescadores.
- Impacto indirecto: variando el precio y la disponibilidad de productos de la pesca y los insumos de la pesca.

A continuación, en la siguiente figura, se presentan los impactos potenciales del cambio climático sobre la acuicultura:



Figura 387. Impactos potenciales del cambio climático sobre la acuicultura y las posibles formas de manifestarse (Fuente. FAO/NACA 2012)

Las repercusiones de los potenciales impactos serían:

- **Temperatura**: Considerando el aumento de temperatura global, se predice que estos cambios, serán más significativos en las aguas frías y que afectarán con más relevancia a la acuicultura de las regiones templadas, donde se cultivan salmónidos y moluscos. El aumento de la temperatura del agua del mar también puede producir

cambios en la determinación del sexo de los peces, incluso cambios pequeños de 1 o 2°C pueden alterar significativamente la proporción de sexos machos-hembras de 1:1 hasta 3:1 (Ospina-Álvarez & Piferrer 2008).

La subida de la temperatura del agua de mar también podrá afectar al control operacional en los cultivos con sistemas de recirculación cerrada ya que dicho aumento puede hacer proliferar las floraciones algales causando obstrucciones en conductos, tuberías, bombas, ocasionando cambios sobre el mantenimiento de los sistemas e incluso obligando a cambios de piezas por otros materiales, etc.

- **Acidificación:** Los océanos han disuelto hasta un 37% del CO<sub>2</sub> antropogénico liberado a la atmósfera por la quema de los combustibles fósiles entre 1980 y 2005 (Bindoff et al. 2007), contribuyendo a la mitigación parcial del calentamiento global. Esta disolución ha alterado dramáticamente la química del carbono inorgánico del agua de mar mediante la reducción de la saturación de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> y el pH (Feely et al. 2004). La disminución de la concentración de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> tiene efectos perjudiciales sobre los organismos calcificadores (Miller et al. 2009), mientras que los cambios en la presión parcial del CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>) y el pH se espera que afecten a la fisiología de los organismos marinos (Melzner et al. 2009). Los procesos oceánicos (ej, afloramientos) y continentales (ej, descargas a los ríos) pueden crear una zona costera con aguas poco oxigenadas sobresaturadas de CO<sub>2</sub> y con baja concentración de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> y bajo pH (Koch & Gobler 2009). Por otra parte, la alcalinidad de las aguas continentales puede contribuir mayoritariamente a la concentración de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> en la zona costera. Naturalmente una elevada alcalinidad puede prevenir o retrasar el CaCO<sub>3</sub> bajo saturación en las aguas costeras en función de futuros escenarios de acidificación de los océanos (Fernández-Reiriz et al. 2011).

- **Floraciones de algas nocivas (FANs):** Se han detectado también incrementos de floraciones de dinoflagelados tóxicos en las costas de las islas (microalgas).

- **Disponibilidad de alimentos:** El costo ecológico de los piensos para animales cultivados es muy alto, y la acuicultura de especies carnívoras, que en la actualidad representa solo una pequeña proporción de todos los productos cultivados, no es una excepción a este respecto.

Como las pesquerías representan una de las principales fuentes de insumos para la acuicultura al suministrar, en particular, piensos y en menor medida semilla, las alteraciones resultantes del cambio climático mundial que se registren en ellas se harán sentir en los sistemas de acuicultura.

El uso de la harina y el aceite de pescado es muy variado y el mayor uso conjunto de harina y aceite de pescado corresponde a los camarones, los peces marinos y los salmones.

Las harinas y aceites de pescado se producen, principalmente, a partir de la sardina y la anchoveta peruana, esta pesquería se ve gravemente afectada por el fenómeno de El Niño, provocando variaciones importantes en los suministros a la industria transformadora de harinas y aceites de pescado limitando la disponibilidad de materia prima transformable.

- **Tormentas:** Las fugas masivas de las instalaciones acuícolas causadas por los fenómenos meteorológicos extremos, muy distintas de las fugas de unos pocos individuos que tienen lugar normalmente a lo largo del tiempo, podrían influir en la estructura genética de las poblaciones nativas y perjudicarlas a largo plazo. Existe

también el riesgo potencial de transmisión de patógenos a través de los movimientos de los peces escapados y salvajes.

A modo de resumen se muestran las repercusiones potenciales del cambio climático en los sistemas de acuicultura:

Tabla 175. Repercusiones potenciales del cambio climático en los sistemas de acuicultura. Fuente: De Silva & Soto (2009) en FAO "Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura", Cochrane et al. 2009

Generador del cambio	Repercusiones en la acuicultura	Repercusiones operativas
Cambios en la temperatura de la superficie del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento de la proliferación de algas perjudiciales</li> <li>✓ Disminución del O<sub>2</sub> disuelto</li> <li>✓ Aumento de las enfermedades y parásitos</li> <li>✓ Prolongación de las temporadas de crecimiento</li> <li>✓ Cambios en la ubicación y ámbito de distribución de las especies adecuadas</li> <li>✓ Reducción de la mortalidad natural en invierno</li> <li>✓ Aumento del índice de crecimiento y de transformación alimentaria</li> <li>✓ Competencia, parasitismo y depredación producidos por la alteración de los ecosistemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cambio en la infraestructura y en los costos operacionales</li> <li>✓ Aumento del número de organismos obstructores, plagas, especies nocivas y depredadores</li> <li>✓ Expansión del área de distribución geográfica de las especies</li> <li>✓ Cambios en los niveles de producción</li> </ul>
Cambios en otras variables oceanográficas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Disminución de los índices de flujo y de la disponibilidad de alimento para crustáceos</li> <li>✓ Cambios en la abundancia de las especies usadas para la producción de alimentos y harinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acumulación de desechos bajo las redes</li> <li>✓ Aumento de los costos operativos</li> </ul>
Subida del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pérdida de áreas dedicadas a la acuicultura</li> <li>✓ Pérdida de áreas dedicadas que proporcionan refugio</li> <li>✓ Aumento del riesgo de inundaciones</li> <li>✓ Infiltraciones de sal en las capas freáticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Daños a las infraestructuras</li> <li>✓ Cambios en la determinación de zonas adecuadas a las actividades acuícolas</li> <li>✓ Aumento en los costos de los seguros</li> <li>✓ Reducción de la disponibilidad de agua dulce</li> </ul>
Intensificación de las tormentas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento del tamaño de las olas</li> <li>✓ Marejadas ciclónicas más altas</li> <li>✓ Inundaciones causadas por las precipitaciones</li> <li>✓ Cambios en la salinidad</li> <li>✓ Daños estructurales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Escaseo</li> <li>✓ Daños a las instalaciones</li> <li>✓ Aumento en los costos por diseño de nuevas instalaciones</li> <li>✓ Aumento en los costos de los seguros</li> </ul>
Estrés hídrico y por sequía	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cambios en la salinidad</li> <li>✓ Espesamiento de la calidad del agua</li> <li>✓ Aumento de las enfermedades</li> <li>✓ Inseguridad en el abastecimiento hídrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pérdida de capital</li> <li>✓ Daños a las instalaciones</li> <li>✓ Conflictos con los usuarios exteriores de aguas</li> <li>✓ Reducción de la capacidad productiva</li> <li>✓ Modificaciones en las especies cultivadas</li> </ul>

Con todo lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta las posibles medidas de adaptación ante las repercusiones del cambio climático en los sistemas de acuicultura, esta puede contribuir a la mitigación del cambio climático en los océanos a través de ciertas formas de cultivo y especies fijadoras de CO<sub>2</sub> como los sistemas extensivos de moluscos (mejillón, ostras y almejas), la producción de algas y la acuicultura multitrófica integrada (AMTI).

#### **12.4 Vulnerabilidad sobre el cultivo de especies (lubina, etc.) por posibles efectos del cambio climático**

Los peces marinos y demás especies que son alimentadas con piensos, a priori, no serán tan vulnerables como las especies cuyo alimento depende de las condiciones oceanográficas idóneas para su producción (caso de los moluscos). Aunque, en cierta manera estos piensos, cuyo ingrediente fundamental son las harinas y aceites de pescado, verán su precio aumentar, entre otras cosas, por las variaciones, que ya hemos venido observando (fenómenos conocidos como El Niño y La Niña) en las descargas de la pesquería productora de estos aceites y harinas (anchoveta

peruana). La lubina además requiere de aguas más frías que otras especies como la dorada, en aguas donde la temperatura media es ya suficientemente alta, dichas especies encontrarán más dificultades en reproducirse y/o en crecer hasta los tamaños comerciales, disminuyendo su rentabilidad.

También presentan vulnerabilidad frente al potencial aumento de tormentas, las cuales pueden dañar las estructuras flotantes provocando roturas en las redes y el consecuente escape de peces, causando pérdidas económicas para la empresa e impactos sobre las especies y pesquerías locales.

Es importante recordar que es si el cambio ambiental supera los límites fisiológicos de las especies (oxígeno disuelto, temperatura, salinidad), se podrían producir daños severos.

La siguiente tabla muestra las posibles medidas de adaptación ante las repercusiones del cambio climático en los sistemas de acuicultura en viveros:

Tabla 176. Resumen repercusiones del cambio climático en los sistemas de acuicultura tipo viveros y medidas de adaptación. Fuente De Silva & Soto (2009) en FAO "Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura", Cochrane et al. 2009

Acuicultura/ otras actividades	Impactos		Medidas de adaptación
	+/-	Tipo	
Todas: viveros, estanques; peces	-	Aumento de la temperatura por encima del rango óptimo de tolerancia	Mejores piensos; cría selectiva para conseguir la tolerancia a temperaturas más altas
Peces carnívoros	-	Limitación del suministro y precio de la harina y aceite de pescado	Sustitución harinas y aceites; nuevas fórmulas; uso de aceites antes de la cosecha; cultivo de especies de nivel bajo en la cadena trófica
<b>Aumento del nivel del mar y otros cambios en la circulación</b>			
Todas; principalmente en las regiones estuarinas y lagunas costeras	+/-	Infiltración de aguas saladas; pérdida de hábitat	Desplazamiento aguas arriba de las especies estenohalinas; cambio costoso, nuevas especies eurihalinas en las instalaciones viejas
		Pérdida de tierras agrícolas	Adopción de medios de vida alternativos por medio de la acuicultura; creación de capacidad e infraestructuras
Peces marinos carnívoros	-/+	Reducción de las capturas provenientes de las pesquerías costeras artesanales; pérdida de ingresos para los pescadores	Reducción de los suministros de piensos; pero se fomenta el uso de piensos granulados: costos mayores/menor degradación ambiental
Cambios y pérdidas de hábitat	-	Influencia indirecta en la acuicultura de estuario; poca disponibilidad de semilla	Ninguna
<b>Estrés hídrico (más sequías, etc.)</b>			
Parques de cultivo de zonas costeras	-	Disponibilidad reducida de reservas de semillas salvajes/cambios en las épocas de recolección	Adopción de semillas propagadas artificialmente; mayores costos
<b>Fenómenos meteorológicos extremos</b>			
Viveros flotantes y otros	-	Destrucción de instalaciones; pérdida de poblaciones; pérdidas de actividades comerciales; fugas masivas de ejemplares con repercusiones potenciales en la biodiversidad	Fomento de la contratación de seguros individuales o colectivos; mejora de los diseños de las instalaciones para minimizar las fugas masivas; fomento del uso de especies autóctonas para minimizar las repercusiones en la biodiversidad

## 12.5 Huella de carbono

El término 'huella de carbono' (HC) de un producto, proceso o servicio se refiere a las emisiones de GEI, cuantificadas como CO<sub>2</sub> equivalentes, que son liberadas a la atmósfera a lo largo del ciclo de vida de un producto, proceso o servicio. El cálculo de este indicador permite, actuar sobre los principales responsables de las emisiones de GEI y reducir las mismas mediante el desarrollo de acciones de mejora e identificando las posibles ineficiencias en el proceso bajo estudio.

Los motivos por los que se calcula la HC son varios:

- Saber cuál es la carga ambiental de un producto o actividad en cuanto a su contribución al cambio climático.
- Poder obtener valores de referencia sobre los que establecer reducciones de las emisiones de GEI.

- Comunicar la HC a todos los elementos de la cadena de valor incluidos los consumidores finales.

Para el caso del proyecto objeto de estudio se propone el cálculo de la huella de carbono a partir de los consumos de combustible en la fase operativa en el marco del "Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)". Se trataría de un cálculo anual con la finalidad de realizar un seguimiento a lo largo de toda la fase operativa de la instalación y estará supeditado a la obtención de los documentos necesarios.

La metodología podría basarse en los sistemas de gestión ambiental (ISO 14040:1997 e ISO 14044: 2006) o en la metodología ambiental (PAS 2050, 2012). En cualquier caso, la finalidad del trabajo es obtener los kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalentes por kilogramo de lubina producida.

Un ejemplo<sup>133</sup> de HC para una instalación de producción de lubinas en un año es de 0,55 Kg CO<sub>2</sub>/kg lubina producida teniendo en cuenta una producción anual de 701.469 kg, pienso anual 1.388.019 kg, número de lotes sembrados 4, transporte por viaje consumo de 300 litros por 127 viajes totales, gasoil B 4.000 l/mes, gasolina= 600 l/mes y gasoil (gasóleo A) 200 l/mes.

La HC se ha de contextualizar y comparar con otros valores de esta o similar categoría de producto. En este sentido algunos datos de referencia en cuanto a la HC de especies acuícolas son<sup>134</sup>:

- Mejillón producido en long-lines en Escocia, año 2010 fue de 1.585.948 kg de CO<sub>2</sub> equivalentes por tonelada (eq/tn)
- Mejillón en conserva (pack 3 latas); 4,46 kg CO<sub>2</sub> eq (9,84 kg CO<sub>2</sub> eq/kg)
- Varitas de bacalao (1 kg de producto); 2,0 kg CO<sub>2</sub> eq (2,0 kg CO<sub>2</sub> eq/kg)
- Varitas de abadejo (1 kg de producto); 1,25 kg CO<sub>2</sub> eq (1,25 kg CO<sub>2</sub> eq/kg)
- Varitas de merluza (pack 10 varitas); 0,68 kg CO<sub>2</sub> eq (2,12 kg CO<sub>2</sub> eq/kg)
- Ostras cultivadas en la zona intermareal en Escocia, año 2010, HC 297.264 kg CO<sub>2</sub> eq/tn
- Merluza (2009, Atlántico Norte/palangre); 7,21 kg CO<sub>2</sub>/kg
- Merluza (2009, Atlántico Norte/arrastre); 6,96 kg CO<sub>2</sub>/kg
- Cigala (2009, Atlántico Norte/palangre); 28,30 kg CO<sub>2</sub>/kg
- Maruca (2009, Atlántico Norte/palangre); 3,13 kg CO<sub>2</sub>/kg
- Marrajo (2009, Azores/palangre); 9,02 kg CO<sub>2</sub>/kg
- Tintorera (2009, Azores/palangre); 3,37 kg CO<sub>2</sub>/kg
- Pulpo (2009, Mauritania/arrastre); 7,35 kg CO<sub>2</sub>/kg

---

<sup>133</sup> Trabajo Fin de Máster Interuniversitario en Acuicultura, "Cálculo de la huella de carbono en el engorde de lubina". Paula I. Perelló, Universidad Politécnica de Valencia

<sup>134</sup> Fuente: Iribarren et al. (2010); Sund V (2009); Vázquez-Rowe (2012); Vázquez-Rowe et al. (2013)

### **13. IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS ESPERADOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE DERIVADOS DE LA VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE RIESGOS DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES**

Este apartado responde al nuevo contenido agregado en la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, y que en su punto veinticuatro modifica el artículo 45 de la Ley 21/2013 donde en su punto f) dice lo siguiente:

*f) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto. El promotor podrá utilizar la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con otras normas, como la normativa relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la normativa que regula la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.*

Las acciones que se prevén realizar durante las distintas fases del presente proyecto no tienen apenas vulnerabilidad ante accidentes graves o catástrofes. Los posibles accidentes de las jaulas flotantes de engorde serían puntuales y de poca entidad, no generando emisiones de ningún tipo, ni un perjuicio significativo al medio circundante.

Este apartado queda desarrollado a modo de anexo V “estudio de vulnerabilidad ante riesgos de accidentes graves o catástrofes”.



## 14. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS O COMPENSATORIAS

En este apartado se definen y describen todas aquellas medidas que deberán ser introducidas en el proyecto, propuestas para evitar, minimizar o corregir los impactos negativos identificados, o a reponer los posibles daños ocasionados. Los objetivos para cubrir por las medidas planteadas serán siempre bajo el principio de mejora continua y cíclica, que consiste en plantear objetivos limitados y alcanzables en un primer ciclo para ir mejorándolos en otros sucesivos.

Aun siendo la mayoría de los impactos compatibles con las condiciones medioambientales actuales se propondrán medidas correctoras para que todos estos impactos tengan el mínimo efecto posible o incluso un efecto nulo.

A continuación, veremos cada una de las medidas preventivas y correctoras (no se contemplan compensatorias) recomendadas para cada fase del proyecto, **al final de la proposición de la medida se identificará el impacto que evita o minimiza y el elemento ambiental que protege dicha medida**, tal y como se muestra en el siguiente esquema:

Medida propuesta (Impacto que evita o minimiza, **Elemento que se protege**)

### 14.1 Medidas preventivas

Las medidas preventivas son aquellas que se anticipan a la tarea del proyecto para que su efecto negativo se evite o se minimice.

En el presente proyecto se realizaron campañas para la obtención de información del fondo marino y calidad del agua, entre otros análisis, seguido de estudios en gabinete que han permitido generar el conocimiento necesario para facilitar la decisión de ubicación de las distintas infraestructuras del proyecto, con esto se ha garantizado que la instalación no generará daños sobre hábitats de elevado valor.

#### 14.1.1 Fase constructiva

A continuación, se enumeran las medidas preventivas propuestas para evitar o minimizar los impactos en la fase constructiva:

- Elaboración de un "Plan de Contingencias ante vertidos accidentales" para poder ofrecer una rápida respuesta ante posibles accidentes de este tipo, minimizando los riesgos ambientales. (Vertidos accidentales - Medio terrestre y marino. **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas, pesca y población**).
- Exigir y revisar la documentación de inspección técnica de la maquinaria y de los vehículos de transporte utilizados durante el proyecto en ambos medios (Emisión de humos combustión – Posibilidad de vertidos de aceites o combustibles, generación de ruidos. **Calidad del agua, calidad del sedimento, calidad del aire, comunidades bentónicas y pelágicas, pesca y población**).
- En el caso de realizar llenados de combustibles llevarlos a cabo en zonas portuarias en el caso de embarcaciones (Posibilidad de vertidos de aceites o combustibles. **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas, pesca y población**).
- Señalización de las zonas de trabajo, para evitar accidentes y colisiones. (Afección a la navegación. **Pesca y Tráfico marítimo**).

- Identificación preliminar del emplazamiento exacto de los elementos que componen la instalación acuícola planteada evitando de esta forma la ocupación innecesaria de zonas del fondo marino no previstas y todo lo que conllevaría la corrección posterior (Modificación de las características de calidad de agua y del sedimento - Pérdida de vegetación- Pérdida de fauna invertebrada- Modificación del paisaje. **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas, y paisaje**).
- Previo a la ejecución de los anclajes, y con el fin de minimizar los daños sobre el fondo marino, disponer de un estudio ecocartográfico actualizado. (Episodios de turbidez, perdida de comunidades bentónicas, **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas y restos arqueológicos subacuáticos**).
- Se consensuarán las labores de instalación en la fase constructiva con la autoridad competente en materia de tráfico marítimo y portuaria (plan de trabajo, plan de remolque si fuera necesario, etc.), para ocasionar las menores interferencias posibles (Afección a la navegación en las zonas de operaciones e implantación poniendo especial atención al tráfico en las áreas portuarias. **Pesca y Tráfico marítimo**).
- Se utilizará maquinaria especializada para las labores de instalación de los anclajes al fondo marino que minimice la emisión de sedimentos a la columna de agua. (Episodios de turbidez, **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas y restos arqueológicos subacuáticos**).
- Se utilizará maquinaria en buen estado y de última tecnología que reduzcan el ruido y vibraciones generadas a la hora de instalar los sistemas de fondeo (Ruido y vibraciones, **Comunidades bentónicas y pelágicas**).
- Se colocarán contenedores de residuos para evitar su dispersión en las diferentes zonas de trabajo, así como contratar con un gestor de residuos autorizados (Generación de residuos, **Calidad del agua**).
- Se acotará una zona para la gestión de residuos peligrosos, estos deben estar bien etiquetados para el posterior transporte por gestor autorizado. (Generación de residuos peligrosos. **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas, Pesca**).
- Comunicar a los trabajadores de la obra la información presente en el "Protocolo de Buenas Prácticas y de Sensibilización Ambiental" para prevenir en la medida de lo posible indeseables accidentes mediambientales (Todos, Flora, Fauna, **Calidad del Agua**).
- Colocar en el puerto puntos estratégicos con contenedores de residuos de la construcción y de residuos comunes para evitar su dispersión (Generación de residuos de obra- Generación de residuos del firme, generación de residuos comunes, **Calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas, Pesca**).
- Posibilidad de establecer un registro de avistamientos de aves marinas, cetáceos y tortugas teóricamente presentes en la zona durante las labores de instalación de las jaulas en su lugar definitivo (Avifauna, cetáceos y tortugas. **Comunidades pelágicas**).

### 14.1.2 Fase productiva

Durante esta fase, las medidas preventivas propuestas son las siguientes:

- Llevar a cabo el mantenimiento periódico recomendado por los fabricantes, para el correcto funcionamiento de las diversas tecnologías y minimizar los vertidos accidentales. (Vertidos accidentales, **Comunidades bentónicas y pelágica, pesca y población**).
- Exigir y revisar la documentación de inspección técnica de la maquinaria y de los vehículos de transporte utilizados durante las tareas de mantenimiento en ambos medios (Emisión de humos combustión – Posibilidad de vertidos de aceites o combustibles, generación de ruidos, **Calidad del aire, calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágica, pesca y población**).
- Se tendrán en cuenta las medidas adecuadas, para minimizar los posibles efectos de los anclajes y sistemas de fondeo sobre la pesca y el tráfico marítimo. (interferencias y complicaciones en la navegación – interacción con artes de pesca, **Pesca, tráfico marítimo y comunidades bentónicas y pelágica**).
- Comprobar que los elementos que componen la instalación emiten el ruido esperado. (Generación ruidos. **Comunidades pelágicas y población**).
- Hay que asegurar que las luces utilizadas en las balizas cumplen los requisitos legales y están en buen estado (**Pesca y tráfico marítimo**).
- Plantear la posibilidad de instalar dispositivos disuasorios o de control de colisiones disponibles y testados en su eficacia en el momento de la instalación de las jaulas, en el caso de detectar alteraciones de comportamiento de las aves durante la fase de operación (Impacto sobre avifauna. **Avifauna**).
- Posibilidad de establecer un registro de avistamientos de cetáceos y tortugas teóricamente presentes en la zona seleccionada para el establecimiento de las jaulas (**Comunidades pelágicas**).
- Elaboración y activación de un “Plan de Vigilancia Ambiental” que permita el seguimiento de las distintas variables y acciones que pudieran tener efecto sobre el medio ambiente. (Vertidos accidentales - Medio terrestre y marino-, **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas**).
- Elaboración de un “Plan de Contingencias ante vertidos accidentales” para poder ofrecer una rápida respuesta ante posibles accidentes de este tipo, minimizando los riesgos ambientales. (Vertidos accidentales - Medio terrestre y marino-, **Calidad del agua, calidad del sedimento, comunidades bentónicas y pelágicas, pesca y población**).
- Elaboración de un “Protocolo de Buenas Prácticas y de Sensibilización Ambiental” para ser facilitado a todos los trabajadores de la obra (Todos, Flora, Fauna, **Calidad del Agua**).
- Elaboración un “Plan de actuación ante escapes masivos en las jaulas” a activar en caso de que se produzcan roturas en las redes por las consecuencias de los efectos de los fenómenos meteorológicos adversos, colisión de embarcaciones, etc. (Peligro de vertido de combustibles, **Calidad del agua, Calidad del sedimento y Comunidades bentónicas y pelágicas**).
- Cálculo de la Huella de Carbono. Para minimizarla se valorará en la medida de lo posible avanzar en la transición energética hacia fuentes menos contaminantes y

neutras en emisiones de CO<sub>2</sub> utilizando biocombustibles o combustibles con emisiones cero como alternativas a los combustibles fósiles (Emisiones. **Calidad del aire**).

- Con respecto a la avifauna se adoptarán medidas encaminadas a evitar el enmalle. Se revisarán las redes anti-pájaros frecuentemente durante las visitas de alimentación y se inspeccionará si alguna ha quedado atrapada en su interior, además se utilizarán colores de las redes anti-pájaros distinguibles para las aves, especialmente las pescadoras por zambullida (Colisión de aves. **Avifauna**).
- Las embarcaciones vinculadas a la futura instalación acuícola evitarán pasar cerca de las posibles "balsas de aves" (Colisión de aves. **Avifauna**).

## 14.2 Medidas correctoras

Las medidas correctoras se proponen para impactos que ya se han generado, su fin es gestionar esta situación para que las consecuencias de dichos impactos se minimicen en la medida de lo posible.

### 14.2.1 Fase constructiva

A continuación, se enumeran las medidas correctoras propuestas para evitar o minimizar los impactos ocasionados en la fase de construcción:

- Contratar un servicio de recogida de residuos de obras, peligrosos y comunes para retirarlos de manera periódica de las diferentes zonas de trabajo una vez generados (Generación de residuos de obra y comunes. **Aspectos socioeconómicos, comunidades bentónicas y pelágica, calidad del agua y calidad del sedimento**).
- Activación del "Plan de Contingencias en caso de que exista un vertido accidental" de aceites, combustibles, etc. (Peligro de vertido de combustibles. **Calidad del agua, calidad del sedimento, Comunidades bentónicas y pelágicas**).

### 14.2.2 Fase productiva

- Asegurar con la administración competente la retirada de los residuos comunes generados resultantes de tareas de control y los que no son de su competencia llevarlos al punto limpio. (Generación de residuos. **Población y comunidades bentónicas y pelágicas**).
- La gestión de estos residuos ya sea por un gestor público o privado con autorización debe seguir la legislación vigente en la Comunidad Autónoma (**Aspectos socioeconómicos**).
- Activación del "Plan de Contingencias ante vertido accidental" de aceites, combustibles, etc. (Peligro de vertido de combustibles. **Calidad del agua, Calidad del sedimento y Comunidades bentónicas y pelágicas**).
- Activación del "Plan de actuación ante escapes masivos en las jaulas" en caso de que se produzcan roturas en las redes por las consecuencias de los efectos de los fenómenos meteorológicos adversos, colisión de embarcaciones, etc. (Peligro de vertido de combustibles. **Calidad del agua, Calidad del sedimento y Comunidades bentónicas y pelágicas**).
- Con respecto a la avifauna, en el caso de que alguna quedará atrapada en su interior, se liberará el ejemplar, o, caso de estar herido, se avisará a un centro de recuperación de fauna. (Colisión de aves. **Avifauna**).

- En el caso de colisión de las embarcaciones vinculadas a la futura instalación acuícola con tortugas o cetáceos quedando estos heridos se avisará a un centro de recuperación de fauna. (Colisión de tortugas y cetáceos. **Comunidades pelágicas**).
- Se tendrán en cuenta los posibles eventos meteorológicos adversos que afecten a las instalaciones, de forma que el promotor pondrá a la mayor brevedad posible los medios necesarios para retirar cualquier resto o estructura procedente de la instalación que pueda afectar al fondo marino o a la costa (Generación de residuos. **Calidad del agua, Calidad del sedimento y Comunidades bentónicas y pelágicas**).

### 14.3 Medidas compensatorias

Aunque el proyecto interacciona con el "delfin mular" y la "tortuga boba", con particular grado de protección y además estaría ubicada en la ZEC ES6200048 Valles sumergidos del escarpe de Mazarrón, no se ve la necesidad de compensar con inversión en la conservación de especies o protección de espacios afectados ya que la actividad acuícola es compatible a priori con la conservación de las especies y hábitats. Además, estas circunstancias se tendrán en cuenta en el marco del PVA tomando las medidas adecuadas para ello.

Si durante la vigilancia ambiental de cada una de las fases se localizarán nuevos impactos sobre especies protegidas se debe informar y proponer medidas compensatorias adecuadas.

Como medida de mitigación para limitar la contribución a las emisiones que derivan de las actividades acuícolas se propone que el consumidor sea informado del índice de emisiones de carbono asociadas con los diferentes productos, así como se hace para indicar la trazabilidad. En este contexto, la acuicultura es, en conjunto, una actividad menos costosa y que podría contribuir más al secuestro de carbono que otros sistemas de cultivos agrícolas terrestres.

## 15. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

El alcance del "Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)" incluye la definición del programa de seguimiento de las actuaciones y del contenido de los informes, su frecuencia y su periodo de emisión. Cabe destacar que la frecuencia y el número de informes estarán supeditados a las posibles intervenciones o paradas por mantenimiento de las jaulas, así como a la duración del proyecto.

El PVA se basa en la selección de determinados parámetros cuantificables y representativos del sistema afectado a modo de indicadores, recogidos en una secuencia temporal que abarque las diferentes fases; de construcción, producción y futuro desmantelamiento de la instalación. El PVA se divide en tres fases; constructiva, operativa y desmantelamiento, para todas se consideran los siguientes aspectos:

- El promotor designará una persona responsable del seguimiento ambiental de la instalación del cultivo de peces. Esta persona velará por el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental, será el responsable de redactar y firmar los informes con los resultados del PVA y de remitirlos con periodicidad anual al órgano administrativo correspondiente.
- Cualquier futura modificación que se pretenda realizar del proyecto técnico evaluado en este procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada (cambios en las especies a cultivar, capacidad de producción, cambio de posición de los elementos estructurales, etc.), deberá ser remitida con carácter previo a las administraciones correspondientes para obtener su visto bueno y saber si es objeto de someter o no a un nuevo procedimiento de evaluación de impacto ambiental de proyectos.
- En el caso de producirse interacciones de especies protegidas con las instalaciones que pudieran provocar daños para las mismas (colisiones, accidentes, enmalle de aves, tortugas, elasmobranquios o cetáceos) deberán tomarse las medidas oportunas para solucionar el problema.
- En el caso de producirse escapes parciales o masivos deberá ponerse en funcionamiento un "Protocolo de Actuación para la Prevención y Mitigación de Escapes de Peces de Cultivo en jaulas de cultivo". Se trata de un documento redactado específicamente por el promotor con el objetivo principal de mitigar los efectos de posibles escapes.
- En cuanto al "Plan de Contingencias", la empresa elaborará un documento con el "Protocolo de Actuación para la Prevención y Mitigación de los efectos de posibles vertidos (sacos de alimentación, retirada de bajas, etc.) en jaulas de cultivo". Redactado específicamente por el promotor con el objetivo principal de mitigar los efectos sobre la columna de agua de vertidos accidentales.
- La empresa creará un "Plan de Gestión Ambiental": reflejado en un Manual de Buenas Prácticas, cuyo contenido mínimo será el siguiente:
  - Gestión de la Alimentación.
  - Manejo de la Salud y Bienestar Animal.
  - Gestión de los Residuos.
  - Seguridad de las Instalaciones.

- Formación periódica en legislación ambiental, en los valores naturales del entorno y en los condicionantes o medidas correctoras de la actividad.
- Se tendrán en cuenta los posibles eventos meteorológicos adversos que afecten a las instalaciones, de forma que el promotor pondrá a la mayor brevedad posible los medios necesarios para retirar cualquier resto o estructura procedente de la instalación que pueda afectar al fondo marino o a la costa.

### 15.1 Seguimiento en la fase constructiva

Se deberá poner especial atención a los siguientes aspectos, además de los comunes para todas las fases citados en el apartado anterior:

- Control del calendario de obra previsto, adecuándolo en la medida de lo posible y minimizando los retrasos por imprevistos.
- Control de los diferentes elementos que componen la instalación para que se ubiquen en los lugares previstos en el proyecto, además se realizarán las notificaciones portuarias que sean necesarias con el objeto de garantizar en la medida de lo posible los trabajos en condiciones de máxima seguridad.
- La maquinaria utilizada dispondrá de la documentación técnica actualizada para su utilización en condiciones de seguridad. Así mismo los vehículos de transporte estarán en posesión de la "Instrucción Técnica de Vehículos (ITV)" en vigor.
- La instalación de los elementos de fondeo de las jaulas, muertos (bloques de hormigón) y cadenas no deberá llevarse a cabo dejando que caigan hasta el fondo por su propio peso desde la embarcación, y con las herramientas apropiadas.
- Se contará con un "Plan de Contingencias" ante vertidos accidentales y se contratará un servicio de recogida de residuos de obras, peligrosos y comunes.
- Se utilizarán contenedores de residuos para evitar su vertido directo al suelo evitando de esta forma posibles filtraciones al suelo. Si se generaran residuos peligrosos estos estarán acotados en una zona segura.
- En cuanto a la posible existencia de elementos patrimoniales submarinos susceptibles de catalogarse y a pesar de que los trabajos realizados en el marco del presente documento descartan su presencia en la zona, se pondrá especial atención corroborando la no afección al patrimonio subacuático.
- La empresa facilitará un Protocolo de Buenas Prácticas y de Sensibilización ambiental a los trabajadores.
- Una vez finalizadas las obras, se comunicará a la administración correspondiente la información necesaria para su inclusión en las cartas náuticas correspondientes.
- Se establecerá un programa preoperacional de toma de datos de parámetros cuantificables y representativos del sistema afectado a modo de indicadores que permitan establecer las condiciones iniciales de la zona antes del inicio de la actividad.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, un posible modelo de estadillo de control para esta fase se muestra a continuación:

Figura 388. Modelo de estadillo de seguimiento de los trabajos previstos durante la fase constructiva

Fecha	Número de Informe		
Vigilante ambiental	Expediente		
Encargado	Áreas visitadas		
Medida ambiental	Cumple	No cumple	Observaciones
Control del calendario de obra			
Control de la ubicación de los diferentes elementos que componen la instalación			
Control de la documentación técnica de la maquinaria e ITV de los vehículos			
Control de fondeos			
Cumplimiento del Plan de Contingencias ante vertidos accidentales			
Funcionamiento de servicio de recogida de residuos de obras, peligrosos y comunes			
Posible existencia de residuos peligrosos			
Cumplimiento del Protocolo de Buenas Prácticas y de Sensibilización ambiental			
Posible existencia de información que se deba remitir a las administraciones			
Comprobación de los trabajos de acuerdo con lo previsto en el proyecto técnico			
Comprobación de posible existencia de elementos susceptibles de ser catalogados como "Patrimonio subacuático"			
Comprobación de posibles interacciones con especies protegidas			
En el caso de producirse eventos meteorológicos adversos evaluación de estos sobre las obras			
<b>Anotaciones</b>			

Durante esta fase y desde el primer mes de inicio de las obras se completará uno de estos estadillos al mes. Es importante señalar que este documento se trata de una propuesta realizada en el marco de la EIA por lo tanto es dinámico y susceptible de sufrir modificaciones en función de lo que determine la administración correspondiente.



Como se ha comentado anteriormente, es importante destacar que en esta fase y antes de la construcción se propondrá recabar información sobre parámetros cuantificables y representativos del sistema afectado a modo de indicadores que permitan establecer las condiciones iniciales de la zona antes del inicio de la actividad. Para ello se plantean las siguientes medidas:

Tabla 177. Medidas ambientales y periodicidad propuestas, fase preoperacional

Medida ambiental	Periodicidad
Controles analíticos de la calidad del sedimento	Cada dos meses
Controles analíticos de la calidad del agua en la columna	Cada dos meses
Perfiles de la columna de agua	Cada dos meses
Inspección visual del fondo de la instalación	Trimestral
Seguimiento de la comunidad íctica salvaje	Trimestral
Seguimiento de aves, elasmobranquios, tortugas marinas y cetáceos	Trimestral
Control de calidad de las aguas de baño en playas*	Cada dos meses

\* Se determinará la localización más adelante proponiendo alguna de las localizadas en la franja costera desde la localidad de Mazarrón hasta La Azohía.

La definición y calendario específico de los trabajos en el marco del programa preoperacional quedará pendiente de establecer una vez se tenga información detallada del calendario de construcción de la instalación. La idea sería iniciar los trabajos un año antes de la fecha prevista para la construcción de las jaulas.

## 15.2 Seguimiento en la fase operativa

La emisión de informes, especialmente en la fase operativa, se verá condicionada por las circunstancias del proyecto. Durante esta fase se prestará especial atención a los siguientes aspectos, además de los comunes para todas las fases citados en el apartado de introducción de este tema:

- La instalación acuícola deberá permanecer en todo momento en un estado óptimo de limpieza, gestionándose correctamente todas las clases de residuos y respetándose las normas de sanidad animal. La revisión, y sustitución si fuese necesario, de todos los elementos estructurales de la instalación, debe realizarse con la periodicidad adecuada para garantizar la estabilidad y seguridad de la granja.
- En el caso de detectarse la aparición de cualquier enfermedad infecciosa en el cultivo, eventos de mortalidad masiva, proliferaciones o 'blooms' de bacterias, cianobacterias u otras especies tóxicas o con carácter invasor en las jaulas o zonas adyacentes, deberá comunicarse de inmediato al órgano ambiental.
- En el caso de escapes masivos se activará el "Protocolo de Actuación para la Prevención y Mitigación de Escapes de Peces de Cultivo en jaulas de engorde".
- Con respecto a la avifauna se adoptarán medidas encaminadas a evitar el enmalle. Se revisará las redes anti-pájaros frecuentemente su estado y de forma diaria durante las visitas de alimentación se inspeccionará si algún ave ha quedado atrapada en su interior. En tal caso se liberará el ejemplar, o, caso de estar herido, se avisará a un centro de recuperación de fauna. Los colores de las redes anti-pájaros deberían ser de un color distinguible para las aves, especialmente las pescadoras por zambullida.

En la siguiente tabla se muestran las medidas ambientales y periodicidad propuestas en el marco del PVA para su seguimiento durante el ciclo operativo de la instalación:

Tabla 178. Medidas ambientales y periodicidad propuestas en el marco del PVA, fase operativa

Medida ambiental	Primer año	Segundo y Tercer año	Cuarto año en adelante
	Periodicidad		
Cálculo de la huella de carbono	Anual	Anual	*
Controles analíticos de la calidad del sedimento	Trimestral	Trimestral	
Controles analíticos de la calidad del agua en la columna	Trimestral	Trimestral	
Perfiles de la columna de agua	Trimestral	Trimestral	
Inspección visual del fondo de la instalación	Trimestral	Trimestral	
Seguimiento de la comunidad íctica salvaje	Trimestral	Semestral	
Seguimiento de aves, elasmobranquios, tortugas marinas y cetáceos	Trimestral	Semestral	
Control de calidad de las aguas de baño en playas**	Trimestral	Semestral	

\* Al finalizar el tercer año se evaluará el PVA de la instalación en base al análisis de los resultados obtenidos durante los tres primeros años adecuándolo al resto del ciclo operativo.

\*\* Se determinará la localización más adelante proponiendo alguna de las localizadas en la franja costera desde la localidad de Mazarrón hasta La Azohía.

A continuación, se describen brevemente cada una de las medidas ambientales:

- Cálculo de la huella de carbono: este cálculo se hará de forma anual a partir de los consumos de combustible y está supeditado en gran medida a la existencia de la información necesaria.
- Controles analíticos de la calidad del sedimento: se realizará mediante la toma de muestras del fondo en 4 puntos dentro del área prevista para la instalación de las jualas y dos de control de forma trimestral tanto el primer año como el segundo y tercer año. Las muestras se someterán a los siguientes análisis:
  - o Granulometría
  - o Materia orgánica
  - o Potencia redox (Eh)
  - o pH
  - o Sulfuros
  - o Infauna: Riqueza de familias (S), Abundancia (N), Índice de Margalef o índice de diversidad específica de Margalef (d), Equitatividad (J'), Índice de diversidad de Shannon (H'), Índice de Simpson (1-lambda).

Las coordenadas de los puntos propuestos para la toma de muestras de sedimentos se muestran en la siguiente tabla y figura, estando sujetos a la aprobación de la administración correspondiente en el marco del PVA:

Tabla 179. Propuesta de puntos para toma de muestras de sedimentos en el marco del PVA (Coordenadas UTM, Huso 30S)

Puntos muestreo	Coordenada X	Coordenada Y
1	655111	4152121
2	657181	4152539
3	656098	4151703
4	657836	4152178
Control-1	654099	4153202
Control-2	658448	4153713

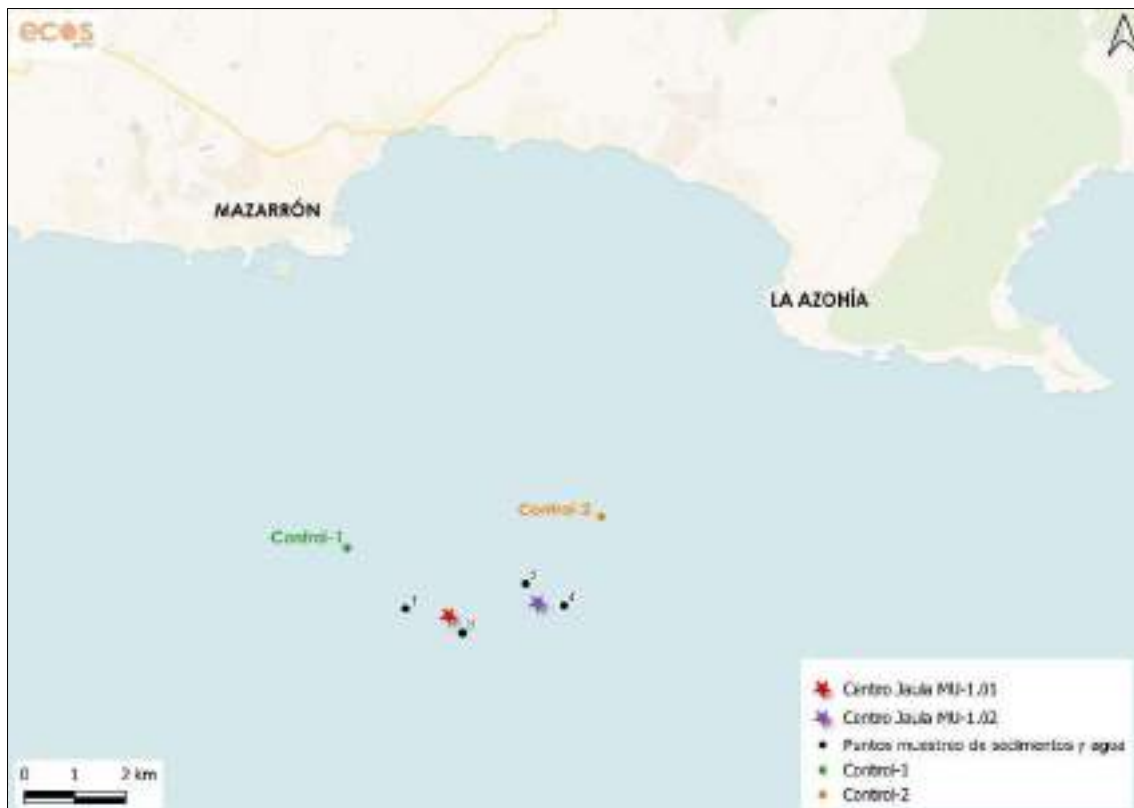


Figura 389. Localización de los puntos propuestos para la toma de muestras de sedimentos en el marco del PVA

- Controles analíticos de la calidad del agua en la columna: se realizará mediante la toma de 3 muestras (superficie, media agua y fondo) en los mismos 5 puntos propuestos para la toma de muestras de sedimentos. Se añadirá un punto de control donde se tomará una muestra más de agua. Este punto de control se definirá cuando finalicen las obras de construcción.

El control analítico del sedimento se realizará de forma trimestral tanto el primer año como el segundo y tercero. Los parámetros analizados en laboratorio acreditado serán los siguientes:

- Nitratos
- Nitritos

- o Fosfatos
- o Amonio
- o Sólidos sedimentables

Las coordenadas de los puntos propuestos para la toma de muestras de agua se muestran en la Tabla 179 y Figura 389 (coinciden con los puntos propuestos para la toma de muestras de sedimentos), estando sujetos a la aprobación de la administración correspondiente en el marco del PVA.

- Perfiles de la columna de agua: en los mismos puntos que en el apartado anterior, se realizarán perfiles de la columna de agua en los primeros 30 metros aproximadamente de forma trimestral, tanto el primer año como el segundo y tercero, de las siguientes variables:
  - o Temperatura (°C)
  - o Salinidad (ppt)
  - o Conductividad (mS/cm)
  - o pH (Ud.pH)
  - o Oxígeno disuelto (mg/l)
  - o Turbidez (NTU)
  - o Clorofila "a" (ppb)

Las coordenadas de los puntos propuestos para la toma de muestras de agua se muestran en la Tabla 179 y Figura 389 (coinciden con los puntos propuestos para la toma de muestras de sedimentos y calidad analítica de aguas), estando sujetos a la aprobación de la administración correspondiente en el marco del PVA.

- Inspección visual del fondo de la instalación: se realizarán mediante filmaciones con dispositivos de grabación (cámara subacuática, ROV, etc). Las zonas seleccionadas se establecerán una vez la instalación entre en funcionamiento.
- Seguimiento de la comunidad íctica salvaje: se realizará mediante grabaciones submarinas en varios puntos por determinar de forma trimestral el primer año y semestral el segundo y tercer año.
- Seguimiento de aves, elasmobranquios, tortugas marinas y cetáceos: se realizará de forma trimestral el primer año y semestral el segundo y tercer año. La metodología se determinará más adelante.
- Control de calidad de las aguas de baño en Playas: se propone analizar los siguientes parámetros en 3 puntos (dos en la playa y uno de control por determinar a definir una vez puesta en marcha la instalación).:
  - o Temperatura (°C)
  - o Salinidad (ppt)
  - o pH (Ud.pH)
  - o Oxígeno disuelto (mg/l)

Se determinará la playa más adecuada, proponiendo alguna de las localizadas en la franja costera desde la localidad de Mazarrón hasta La Azohía.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, un posible modelo de estadillo de control para esta fase se muestra a continuación:

Figura 390. Modelo de estadillo de seguimiento de los trabajos previstos durante la fase operativa

Fecha	Número de Informe		
Vigilante ambiental	Expediente		
Encargado	Áreas visitadas		
Medida ambiental	Cumple	No cumple	Observaciones
Cálculo de la huella de carbono			
Seguimiento de la comunidad íctica salvaje			
Controles analíticos de la calidad del sedimento			
Controles analíticos de la calidad del agua en la columna			
Perfiles de la columna de agua			
Inspección visual del fondo de la instalación			
Control de calidad de las aguas de baño en Playa*			
Posible existencia de información que se deba remitir a las administraciones			
Comprobación de posibles interacciones con especies protegidas			
En el caso de producirse eventos meteorológicos adversos evaluación de estos sobre las obras			
<b>Anotaciones</b>			

\* Se determinará la localización más adelante proponiendo alguna de las localizadas en la franja costera desde la localidad de Mazarrón hasta La Azohía.

Esta propuesta de seguimiento estará sujeta a aprobación por parte de las administraciones correspondientes y en su caso formará parte del PVA de la instalación. En cualquier caso, una vez completados los tres primeros años de seguimiento se valorará, en base a los resultados obtenidos la necesidad de continuar con los mismos o la inclusión de nuevas medidas y la periodicidad de las visitas durante los próximos años.

Por último, hay que señalar que el equipo de vigilancia siempre estaría abierto a recibir notificaciones de hechos ambientales que acontezcan puntualmente y aportar posibles soluciones.

### **15.3 Seguimiento en la fase de desmantelamiento**

Durante esta fase se prestará especial atención al siguiente aspecto, además de los comunes para todas las fases citados anteriormente:

- El desmantelamiento de la futura instalación acuícola deberá ser completo y sin quedar ninguna estructura (muertos de fondeos, cadenas, cabos, redes, sacos, plásticos, herramientas, tubos, etc.), ni restos de esta en el fondo ni en la columna de agua. Al final de la fase de funcionamiento del presente proyecto deberá realizarse el desmantelamiento de todas las instalaciones de la misma forma indicada anteriormente.

### **15.4 Responsable del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)**

El encargado de llevar a cabo el seguimiento del PVA del Proyecto debe ser un titulado superior en la rama medioambiental, con experiencia contrastada en el seguimiento de instalaciones acuícolas y con conocimiento del medio natural y familiarizado con las diferentes metodologías y equipos utilizados en estudios marinos. Las responsabilidades que debe asumir son las siguientes:

- Revisar las recomendaciones propuestas para el PVA en los documentos ambientales del presente proyecto y aportar nuevas perspectivas con la información que se vaya recabando.
- Identificar los impactos generados y no previstos durante los documentos ambientales previos. Proponer medidas que minimicen dichos impactos e incluirlas en el estadillo de seguimiento.
- Mantener comunicación permanente con el jefe o responsable de la instalación para solucionar problemas ambientales puntuales.

## 16. CONCLUSIONES

En base a lo descrito en la presente Evaluación Ordinaria de Impacto Ambiental, a las tareas definidas en cada fase del proyecto de instalación de un cultivo de Seriola y Corvina en la costa de la Región de Murcia, sus impactos asociados y la valoración de estos, podemos concluir que las acciones que se esperan llevar a cabo, si se cumplen las medidas preventivas y correctoras definidas en el presente documento, son **COMPATIBLES** con el estado ambiental que existe en la actualidad.

En el medio marino, dada la tecnología utilizada, sin cimentaciones fijas y con la línea de fondeo tendidas directamente sobre el fondo marino, se espera que tras la fase constructiva los impactos sobre elementos físicos y biológicos sean mínimos. No se ha tenido en consideración el impacto visual que supondrá la nueva presencia de las jaulas flotantes de engorde, ya que la distancia a los núcleos de población más cercanos (Mazarrón) hace que su visibilidad sea a priori nula.

Las instalaciones aparejadas al proyecto que se han descrito en este documento y situadas en el medio terrestre no han sido objeto de evaluación ambiental.

Las Palmas de Gran Canaria, a 07 de junio de 2024

Manuel A. Ruiz de la Rosa

## 17. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Acuicultura y Pesca

- Observatorio Europeo del Mercado de los Productos de la Pesca y de la Acuicultura de la Comisión Europea (EUMOFA):  
<http://www.eumofa.eu/>.
- "El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción". Roma. FAO (2020):  
<https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- Comunicación de la Comisión al Parlamento europeo, al Consejo, al Comité económico y social europeo y al Comité de las regiones sobre un nuevo enfoque de la economía azul sostenible de la UE. Transformar la economía azul de la UE para un futuro sostenible. COM/2021/240 final.
- Estrategia "de la granja a la mesa", "Pacto Verde Europeo":  
[https://ec.europa.eu/food/farm2fork\\_en](https://ec.europa.eu/food/farm2fork_en)
- Directorio Nacional de Establecimientos de Acuicultura (ACUIDIR). SGP-MAPA (2019).
- Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística del MAPA, 2019.
- Listado de especies autorizadas para acuicultura (2019). SGP-MAPA.
- Esfuerzo de la flota de palangre de superficie (MITECO), Segundo Ciclo de Estrategias Marinas, publicados por el Instituto Español de Oceanografía:  
[http://barretosm.md.ieo.es/arcgis/rest/services/MSFD/Programas\\_seguinto\\_EEM\\_M\\_DM\\_levantino-balera/MapServer](http://barretosm.md.ieo.es/arcgis/rest/services/MSFD/Programas_seguinto_EEM_M_DM_levantino-balera/MapServer)
- "Distribution of fishing effort for the Canary artisanal fleet: a survey based approach":  
<https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/56289>
- Plan Estratégico Acuícola de la Región de Murcia 2021-2027 (Servicio de Pesca y Acuicultura. D.G. Ganadería ,Pesca y Acuicultura)  
[chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/plan-estrategico-acuicola-de-la-region-de-murcia\\_2021-27\\_tcm30-660249.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/plan-estrategico-acuicola-de-la-region-de-murcia_2021-27_tcm30-660249.pdf)
- PÉREZ PIERNAS, P. y ESPEJO MARÍN, C. 2012. La pesca como factor de desarrollo del turismo sostenible. El caso de Águilas (Murcia). Universidad de Murcia. Cuadernos de Turismo, 30: 267-284.
- Diagnóstico sector pesquero región de Murcia diagnóstico cuantitativo EDLP GALPEMUR 2021-2027

### Cambio climático, contaminación y medio marino

- Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente . Diciembre de 2016. MAPAMA, 2016.



- Tercer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) – con horizonte temporal 2014-2020.
- Protección de la costa y el medio marino:  
<http://www.ptprotecma.es/protecma/mapa/mapa.html>.
- Convenio MARPOL: Anexo I: "Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos"; Anexo II: "Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel"; Anexo IV: "Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques"; y Anexo V: "Reglas para prevenir la contaminación por las basuras de los buques".
- "Nueva metodología para la evaluación de fuentes de basuras marinas en playas" (E.S.T. 2017-2020/85). Informe técnico para la Dirección General de la Costa y el Mar, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Clave: 23-417-5-006. CEDEX (2020).
- Tudor D., Williams A.T. (2004). Development of a 'Matrix Scoring Technique' to determine litter sources at a Bristol Channel beach. *Journal of Coastal Conservation*, 9: 119-127.
- "Plan Estatal para la Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación". Orden AAA/702/2014, de 28 de abril, forma parte del Sistema Nacional de Respuesta, aprobado por el Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre.  
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/plan-ribera/default.aspx>  
[https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/07082018\\_planribera\\_web\\_es\\_tcm30-505737.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/07082018_planribera_web_es_tcm30-505737.pdf)
- "Plan Marítimo Nacional". Orden FOM/1793/2014, de 22 de septiembre, por la que se aprueba el Plan Marítimo Nacional de respuesta ante la contaminación del medio marino  
<https://www.boe.es/eli/es/o/2014/09/22/fom1793/dof/spa/pdf>
- "Cuarto Estudio de la OMI sobre los Gases de Efecto Invernadero (2020) - Informe final". Organización Marítima Internacional. Comité de Protección del Medio Marino MEPC 75/7/15.
- Catálogo de Playas y Zonas de baño en Canarias  
<https://www.gobiernodecanarias.org/cmsgobcan/export/sites/emergencias/descargas/emergencias/seguridadplayas/Catalogo-General-de-Playas-y-otras-Zona-de-Bano-Maritimas-de-Canarias.pdf>
- JEREZ, S., MOTAS, M., CÁNOVAS, R. A., TALAVERA, J., ALMELA, R. M. y BAYÓN DEL RÍO, A. 2010. Accumulation and tissue distribution of heavy metals and essential elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Spanish Mediterranean coastline of Murcia. *Chemosphere*, 78: 256–264.
- OTERO, M., CEBRIAN, E., FRANCOUR, P., GALIL, B., SAVINI, D. 2013. Monitoreo de especies marinas invasoras en áreas marinas protegidas (AMP) del Mediterráneo: Estrategia y guía práctica para gestores. UICN. 136 pág. Programa de vigilancia de contaminantes en cetáceos varados en la Región de Murcia. Sexto Congreso de la Sociedad Española de Cetáceos, 2013, Tarifa.

- VARGAS YÁÑEZ, M., GARCÍA MARTÍNEZ, M. C., MOYA RUIZ, F., TEL, E., PARRILLA, G., PLAZA, F., y LAVÍN, A. Cambio climático en el Mediterráneo español. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, 159 pp.

### **Energías renovables**

- Hoja de Ruta para el desarrollo de la Eólica Marina y de las Energías del Mar en España.  
[https://www.miteco.gob.es/es/prensa/211210hreolicamarinayenergiasdelmarenespana\\_tcm30-533945.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/prensa/211210hreolicamarinayenergiasdelmarenespana_tcm30-533945.pdf)
- Estudio Estratégico del Litoral para la Instalación de Parques Eólicos Marinos. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009).
- Análisis del Recurso. Atlas Eólico de España. Estudio Técnico Per 2011- 2020. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid. IDAE (2011).
- Evaluación del potencial de la energía de las olas. Estudio Técnico PER 2011-2020. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid. IDAE, 2011.
- “Marco Estratégico de Energía y Clima”: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/participacion-publica/marco-estrategico-energia-y-clima.aspx>
- “Plan Nacional Integrado de Energía y Clima” (PNIEC) 2021-2030.
- “Estrategia de Transición Justa”
- “Estrategia de Descarbonización a largo plazo (2050)”
- “Estrategia de pobreza energética”
- PLOCAN, “Red Marina Inteligente”:  
<https://www.plocan.net/index.php/es/infraestructuras/instalaciones?view=article&id=2182>

### **Estrategias marinas**

- Normativa
- Documentos del primer ciclo de estrategias marinas (2012-2018)  
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/demarcacion-estrecho-alboran.html>
- Documentos del segundo ciclo de estrategias marinas (2018-2024)  
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/demarcacion-estrecho-alboran.html>
- Propuesta de adecuación de la Red Natura 2000 marina”, como parte del Proyecto “LIFE IP INTEMARES Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español (mayo 2021)”.
- Estrategia marina demarcación marina levantino-balear, parte I. Marco general, evaluación inicial y buen estado ambiental. 2012. División para la Protección del Mar. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Economía y Competitividad.
- Estrategias marinas VI. Programas de seguimiento VI.1: anexo fichas indicadores. División para la Protección del Mar. Centro de Estudios y Experimentación de Obras

Públicas (CEDEX). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Economía y competitividad.

- Estrategias marinas VI. Programas de seguimiento VI.3: Propuesta de programas de seguimiento; Anexo 4: Fichas de subprogramas DM levantino-balear. División para la Protección del Mar. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Economía y Competitividad.
- Estrategias marinas VI. Programas de seguimiento. División para la Protección del Mar. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Economía y Competitividad.
- Estrategias marinas. Grupo mamíferos marinos. Evaluación inicial y buen estado ambiental. 2012. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Estación Biológica de Doñana, Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Ministerio de Economía y Competitividad. División para la Protección del Mar. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 448 pp.

### **Impacto ambiental**

- Segunda Evaluación Inicial de las aguas de las demarcaciones marinas españolas. Parte II: análisis de presiones e impactos. Ministerio para la Transición Ecológica. MITECO (2019).

### **Administraciones públicas, Investigación y estadísticas**

- IOC-UNESCO. 2017. Global Ocean Science Report - The current status of ocean science around the world. L. Valdés et al. (eds), Paris, UNESCO Publishing.
- PLOCAN: <https://plocan.eu/>
- INE: <https://www.ine.es/>
- Portal estadístico de la Región de Murcia  
<https://econet.carm.es/>
- ARTAL TUR, A. Comercio exterior y especialización portuaria: análisis de la realidad española y su posición en el entorno europeo. Departamento de Economía. Universidad Politécnica de Cartagena. Murcia. 39 pp.
- Programa de desarrollo Rural de la Región de Murcia 2007-2013. Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en zonas rurales. Gobierno de España. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 508 pp.

### **Modelización**

- Ballester, M. 2016. Dinámica de la producción de residuos particulados en granjas de peces mediterráneas: Influencia de la ictiofauna salvaje. AquaTIC. ISSN-e 1578-4541, N°. 48, 2017, págs.15-16.
- I.K. Tsanis, Jian Wu, Huihua Shen, Caterina Valeo, H.,2006. Environmental Hydraulics: Hydrodynamic and Pollutant Transport Modelling of Lakes and Coastal Waters. Science Direct. Volume 56, Pages 1-360
- Odum E. 1985. Trend expected in stressed Ecosystems. Bioscience. 35 (7): 419-422.
- Odum E. 1988. Ecologia. Rio de Janeiro. R.J., Brasil, Guanabara koogan S.A.(Ed.). 434 p.

- Pearson T.H, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*. 16: 229-311.
- Rhoads D.C., Germano, J.D. 1986. Interpreting long-term changes in benthic community structure: a new protocol, *Hydrobiologia*. 142: 291-308.

### **Navegación, tráfico y salvamento marítimo y Puertos**

- Informe ejecutivo sobre el impacto económico de la náutica de recreo en 2017. Asociación Nacional de Empresas Náuticas (ANEN). Consultado el 30/10/19. [http://www.anen.es/download/general/Impacto-economico-Sector-Nautico\\_2017.-Resumen-Ejecutivo-.pdf](http://www.anen.es/download/general/Impacto-economico-Sector-Nautico_2017.-Resumen-Ejecutivo-.pdf)
- Zonas marinas especialmente sensibles (ZMES):  
<https://www.imo.org/es/OurWork/Environment/Paginas/PSSAs.aspx>
- Salvamento marítimo:  
<http://www.salvamentomaritimo.es/conocenos>  
<http://www.salvamentomaritimo.es/conocenos/nuestros-medios/87-unidades-maritimas-y-aereas>  
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/plan-ribera/planribera-21-mediosdisponibles.aspx>  
<http://www.salvamentomaritimo.es/conocenos/nuestra-actividad/mision-y-area-de-responsabilidad>
- Puertos del Estado:  
<https://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>
- Autoridad Portuaria  
<https://www.palmasport.es/es/>

### **Ordenación marítima y terrestre**

- Planes territorial Región de Murcia  
<https://112murcia.es/index.php/proteccion-civil/planes-por-territorio/platemur>
- POEM  
<https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/ordenacion-del-espacio-maritimo.html>

### **Patrimonio cultural subacuático**

- "Plan Nacional de Protección del Patrimonio Arqueológico Subacuático" (PNPPAS).
- Portal de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia:  
<https://www.patrimur.es/>

### **Ruido**

- Weilgart, L. (2018) *The Impact of Ocean Noise Pollution on Fish and Invertebrates*. Dalhousie University and OceanCare. Publicación.

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2012). Documento técnico sobre impactos y mitigación de la contaminación acústica marina. Madrid, 146 pp.

### **Turismo**

- Estudio Ocean Economy 2030:  
<https://www.oecd.org/environment/the-ocean-economy-in-2030-9789264251724-en.htm>.

### **Vertidos y Aguas**

- Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas 2022-2027.  
[https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/PPHH\\_tercer\\_ciclo.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/PPHH_tercer_ciclo.aspx)
- Riesgo de inundación:  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/planes-gestion-riesgos-inundacion/>
- Aguas:  
<https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/aguasBanno/home.htm>
- Informe 2018, Autorizaciones de Vertido, Información del Ministerio (MITECO):  
[https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/informe-av-dpmt-2018\\_tcm30-507208.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/informe-av-dpmt-2018_tcm30-507208.pdf)
- Censo Nacional de vertidos, Resumen ejecutivo 2021:  
[https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/inf\\_autorizacion\\_vertido.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/inf_autorizacion_vertido.aspx)
- Censo Nacional de vertidos, Información del Ministerio (MITECO):  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vertidos-de-aguas-residuales/censo-vertidos/>  
<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/censo-nacional-vertidos.aspx>
- Masas de agua, Información del Ministerio (MITECO):  
<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/estado-masas-agua-phc-2015-2021.aspx>

### **Visores**

- Visor de información geográfica marina InfoMAR
- Visor: ACUIVISOR
- Visor: SIOM (Sistema de Información Oceanográfico de la Región de Murcia)

### **Geofísica**

- ACOSTA YEPES, J., RIVERA MARTÍNEZ, J., MUÑOZ RECIO, A., LEÓN REYNES, C. y ELVIRA JIMÉNEZ E. Mapa topobatimétrico en relieve del margen continental del sureste español. Cómo es el fondo marino y su geología en el margen sureste español. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid, 28 pp.

- DEL RAMO JIMÉNEZ, A. y GUILLÉN MONDÉJAR, F. Historia geológica de la Región de Murcia. 2009. Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia. Eubacteria, 23: 1-18.
- Derrotero de las Costas del Mediterráneo. Núm.3-Tomo I. 2007. Instituto Hidrográfico de la Marina. Ministerio de Defensa.
- Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Escala 1:200.000. Murcia. Instituto Tecnológico Geominero de España. Primera edición. 1992, Madrid.
- ROBINSON, A. R., LESLIE, W. G., THEOCHARIS, A. y LASCARATOS, A. 2001. Mediterranean Sea Circulation. Ocean Currents, 1-19.
- RODRÍGUEZ VIDAL, J. y GRACIA PRIETO, F. J. Evolución geomorfológica del Sur de Iberia durante el Neógeno y el Cuaternario. Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre. Geología. 124-133.
- VERA, J. A. 2000. El Terciario de la Cordillera Bética: estado actual de conocimientos. Rev. Soc. Geol. España, 13 (2): 345-373.

### **Especies, hábitats**

- Actuaciones de conservación y seguimiento de las poblaciones de delfines mulares del litoral de la Región de Murcia. Convenio entre la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y la Asociación Cultural Proyecto Alnitak. Informe final, mayo 2011.
- AGUADO-GIMÉNEZ, F. y RUIZ-FERNÁNDEZ, J. M. Influence of an experimental fish farm on the spatio-temporal dynamic of a Mediterranean maërl algae community. 2012. Marine Environmental Research, 74: 47-55.
- ÁGUILA GUILLÉN, M., CALVÍN CALVO, J. C. y GIMÉNEZ MARTÍNEZ, L. Las comarcas naturales de la Región de Murcia. Libro 2: El Litoral Sur, de Águilas a Cartagena. Un recorrido por el patrimonio natural de la Red Natura 2000. 156 pp.
- Aplicación del Plan de Conservación del Delfín Mular *Tursiops truncatus* a los Planes de Gestión del Lugar de Interés Comunitario LIC "Medio Marino" ES 6200048. Acción PCDMMAN-006 del Plan de Conservación del Delfín Mular. Propuesta desarrollada por la Sociedad Española de Cetáceos en el marco del proyecto LIFE02NAT/E/8610 Conservación de cetáceos y tortugas en Murcia y Andalucía. 85 pp.
- Aves marinas en la Región de Murcia. Programa de seguimiento biológico de especies de fauna silvestre protegidas. Dirección General de Medio Ambiente. Región de Murcia.
- BÁEZ, J. C., MACÍAS, D., GARCÍA-BARCELONA, S. y REAL, R. 2014. Interannual Differences for Sea Turtles Bycatch in Spanish Longliners from Western Mediterranean Sea. The Scientific World Journal, 2014, artículo 861396, 7 pp.
- BALLESTER SABATER, R. Cuadernos de Biodiversidad. Diversidad biológica y protección ambiental del litoral sumergido de la Región de Murcia. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Comunidad Autónoma de Murcia.
- BARBERA, C., BORDEHORE, C., BORG, J. A., GLÉMAREC, M., GRALL J., HALL-SPENCER, J. M., DE LA HUZ, CH., LANFRANCO, E., LASTRA, M., MOORE, P. G., MORA, J., PITA, M. E., RAMOS-ESPLÁ, A. A., RIZZO, M., SÁNCHEZ-MATA, A., SEVA, A., SCHEMBRI, P. J. y VALLE, C.

2003. Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems*, 13: S65–S76.

- BÉCARES, J., RODRÍGUEZ, B., TORRENT, J., BARROS, A., ROMAI, C. D., RUIZ A., y ARCOS, J. M. Distribución del paño europeo *Hydrobates pelagicus* en aguas peninsulares españolas durante el periodo reproductor. 2008. Actas del 6º Congreso del GIAM (Grupo Ibérico de aves Marinas) y el Taller internacional sobre la Ecología de Paños y Pardelas en el sur de Europa: 123-126.
- CANALES CÁCERES, R., GIMÉNEZ CASALDUERO, F., MORAL CENDÓN, M. y MÉNDEZ CAMPUZANO, A. 2013. Análisis de los avistamientos de calderón gris (*Grampus griseus*), durante los años 2012-2014, en el golfo de Vera. Sexto Congreso de la Sociedad Española de Cetáceos, 2013, Tarifa.
- CANALES CÁCERES, R.M., MÉNDEZ CAMPUZANO, A., GIMÉNEZ CASALDUERO, F., MENGUAL MOLINA, R. M. y FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, E. Avistamiento de cetáceos en la Región de Murcia. Actas del cuarto congreso de la naturaleza de la Región de Murcia y primero del Sureste Ibérico, Murcia, noviembre 2008. 83-90.
- Caracterización, diagnóstico y definición de propuestas de gestión del ecosistema marino comprendido en la zona de cabo Tiñoso (Documento de síntesis). 2007. Tragsatec. Servicio de Pesca y Acuicultura. Dirección General de Ganadería y Pesca. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. 30 pp.
- Caracterización, diagnóstico y definición de propuestas de gestión del ecosistema marino comprendido en la zona de cabo Tiñoso. 2007. Tragsatec. Servicio de Pesca y Acuicultura. Dirección General de Ganadería y Pesca. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. 238 pp.
- Caracterización, diagnóstico y definición de propuestas de gestión del ecosistema marino comprendido en la zona de cabo Cope. 2007. Tragsatec. Servicio de Pesca y Acuicultura. Dirección General de Ganadería y Pesca. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia. 369 pp.
- Conservation of cetacean and sea turtles in Murcia and Andalusia. 2006. Todos por la mar. LIFE02NAT/E/8610. Sociedad Española de Cetáceos. Universidad de Cádiz. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio de Medio Ambiente. Región de Murcia. Junta de Andalucía. 12 pp.
- Desarrollo de tecnologías para reducir las capturas accidentales de especies protegidas de la fauna marina: tortuga boba y delfín mular. Informe final. Octubre 2008. Alnitak, Marine Environment Research and Education Centre. 136 pp.
- El IEO estudia los fondos de maerl de la zona propuesta como reserva marina en Cabo Tiñoso (nota de prensa). 2010. Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid.
- Estudio de la recuperación de los bancos de extracción de *Chamelea gallina* en aguas interiores de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Informe del año 2004. Taxon Estudios Ambientales. Servicio de Pesca y Acuicultura de la Dirección General de Ganadería y Pesca. Región de Murcia.
- Estudio ecocartográfico del litoral de las provincias de Granada, Almería y Murcia para la Dirección General de la Sostenibilidad de la Costa y el Mar. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009.
- FONT, J. The path of the Levantine Intermediate Water to the Alboran Sea. 1987. *Deep-Sea Research*, vol. 34, nº 10: 1745-1755.

- Formulario normalizado de las ZEPA declaradas en la Región de Murcia. ES0000261 ZEPA Almenara-Moreras-Cabo Cope  
<https://murcianatural.carm.es/web/guest/visor-contenidos-dinamicos?artId=82061>
- Formulario normalizado de las ZEPA declaradas en la Región de Murcia. ES0000264 ZEPA La Muela-Cabo Tiñoso  
<https://murcianatural.carm.es/web/guest/visor-contenidos-dinamicos?artId=82121>
- GARCÍA CHARTON, J. A. El litoral sumergido murciano en el contexto mediterráneo. 2006. Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia. Eubacteria, 18: 19-21.
- GARCÍA MELLADO, M. J. 2010. Acciones de Seguimiento Biológico y Control de Información sobre Especies Marinas en la Región de Murcia, Julio 2010. Altair, Biología de la Conservación. 16 pp.
- GÓMEZ DE SEGURA, A., TOMÁS, J. y RAGA, J.A. Proyecto Mediterráneo, sector centro (Comunidad Valenciana y Región de Murcia). 2002. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia.
- Informe de fauna marina del Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de la Región de Murcia "El Valle". 31 pp.
- Informe de ingresos de aves marinas, tortugas marinas y cetáceos en el Centro de recuperación de fauna silvestre "El Valle" de la Región de Murcia, 2003-2010. Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia.
- Informe de ingresos de cetáceos en el Centro de recuperación de fauna silvestre "El Valle" de la Región de Murcia, 2009-2011. Dirección General de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Consejería de Agricultura y Agua. Región de Murcia.
- Informe sobre las comunidades bentónicas presentes en la zona de fondeaderos de la ensenada este de Cabo Tiñoso. 2010. Centro Oceanográfico de Murcia (Cartagena). Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Informe técnico sobre la caracterización de actividades y presiones en Zonas de Especial Protección para las Aves y en futuras Zonas Especiales de Conservación de competencia estatal. 2013. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Interacciones entre delfines mulares (*Tursiops truncatus*) y la acuicultura en el LIC ES7020017 del Suroeste de Tenerife, diciembre 2002. Grupo de investigación de cetáceos TANAI. 107 pp.
- Interacciones entre pesquerías y Delfín mular (*Tursiops truncatus*), en las costas del Sureste de la Península Ibérica (informe final provisional). Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE) y Fundación Biodiversidad, 2009 2011. 240 pp.
- Inventario de cetáceos mediterráneos ibéricos: status y problemas de conservación. Memoria final. Departamento de Biología Animal (Vert.). Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
- Las tortugas marinas en el Mediterráneo. Amenazas y soluciones para la supervivencia. 2006. Obra social Caja Madrid. Oceana, Madrid. 38 pp.



- MORATA, A., GAUFFIER, P., ESTEBAN, R., MURCIA, J. L., GARCÍA, P., CAÑADAS, A., DEBONS, E., BRÉVART, C., CARBOU, M., MEADE, R., WIERUCKA, K., COLMANT, L., DE STEPHANIS, R. y VERBORGH P. 2013. Definición de unidades de gestión de calderón común (*Globicephala melas*) en el Mediterráneo occidental. Sexto Congreso de la Sociedad Española de Cetáceos, 2013, Tarifa.
- <https://murcianatural.carm.es/web/guest>
- OTERO, M., CEBRIAN, E., FRANCOUR, P., GALIL, B., SAVINI, D. 2013. Monitoreo de especies marinas invasoras en áreas marinas protegidas (AMP) del Mediterráneo: Estrategia y guía práctica para gestores. UICN. 136 pág.
- Propuesta de Plan de Conservación para el delfín mular (*Tursiops truncatus*) en Andalucía y Murcia. Sociedad Española de Cetáceos. Resumen de la versión aprobada por el Comité Científico Externo de Gestión y Monitorización. Junio 2006. Proyecto LIFE02NAT/E/8610.
- Revista de distribución gratuita de la Región de Murcia: Murcia enclave ambiental, 33, 4º trimestre de 2012, 62 pp.
- RUIZ, J. M. y GARCÍA, P. Cartografía de una pradera de *Posidonia oceanica* entre el Cabo del Agua y la Cala del Gorguel (Cartagena, Murcia). Centro Oceanográfico de Murcia. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Ministerio de Ciencia e Innovación. 9 pp.
- SAGARMINAGA, R., CAMIÑAS, J.A., BÁEZ, J. C., ECKERT, S. y RUEDA, L. 2006. Programa de reducción del impacto de las capturas accidentales de la tortuga boba (*Caretta caretta*) en palangres de superficie (memoria final). Sociedad Española de Cetáceos. LIFE02NAT/E/8610 "Conservación de cetáceos y tortugas en Murcia y Andalucía". 88 pp.
- SAGARMINAGA, R., CAÑADAS, A., Y URQUIOLA E. y VÁZQUEZ J. A. Propuesta de Plan de conservación para la tortuga boba (*Caretta caretta*) en el Mediterráneo español (Región de Andalucía y Murcia). Síntesis de la versión aprobada por el Comité Científico Externo de Gestión y Monitorización y el Comité de Seguimiento. 2006. Sociedad Española de Cetáceos. Proyecto LIFE02NAT/E/8610. 94 pp.
- SOUSA, M., ÁLVAREZ, I. y MARCO, A. 2012. Impacto del cambio climático en la incubación de *Caretta caretta* en Cabo Verde: estimaciones actuales y proyecciones futuras. ACT 3, 75-94.
- TEMPLADO, J., BALLESTEROS, E., GALPARSORO I., BORJA A., SERRANO A., MARÍN L. y BRITO A. 2012. Guía interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. Inventario Español de Hábitats y Especies Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid, 229 p.
- TEMPLADO, J., GUALLART, J. CAPA, M. & LUQUE, A. A., 2009. 1170 Arrecifes. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid. 142 pp.
- Tortugas. Migraciones y preferencias de hábitat de la tortuga boba en el Mediterráneo. Anexo I: Datos preliminares sobre tortugas en Canarias. Oceana, Madrid, 25 pp.
- URKIOLA, E. Proyecto LIFE "Conservación de cetáceos y tortugas en Murcia y Andalucía. Todos por la mar". Revista Ambienta, noviembre 2006: 38-44.

**18. ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Producción OAM-MURCIA 1, fase 1 a 6 años.....	35
Tabla 2. Programa de inicio del proceso productivo de engorde (6 lotes/año).....	36
Tabla 3. Biomasa máxima por zona y cantidad estimada de alimento a suministrar.....	39
Tabla 4. Tabla de alimentación (de 0,2 a 1,0 g de peso medio).....	39
Tabla 5. Tabla de alimentación (de 1,0 a 10,0 g de peso medio).....	39
Tabla 6. Tabla de alimentación (de 10,0 a 50,0 g de peso medio).....	40
Tabla 7. Tabla de alimentación (de 50 a 1.000 g de peso medio).....	41
Tabla 8. Tabla de alimentación (de 1.000 a > 1.500 g de peso medio).....	41
Tabla 9. Tabla de alimentación, Corvina entre 50,0 y 3.000,0 gramos.....	49
Tabla 10. Tabla de alimentación, Corvina entre 50,0 y 3.000,0 gramos (porcentajes %)	49
Tabla 11. Coordenadas UTM, ubicación de los centros de las jaulas de engorde.....	65
Tabla 12. Coordenadas de los balizamientos previstos para la concesión.....	74
Tabla 13. Dimensiones principales previstas para cada jaula flotante.....	81
Tabla 14. Empresas Acuícolas en la Región de Murcia.....	103
Tabla 15. Criterios utilizados para evaluar las alternativas.....	121
Tabla 16. Análisis de las alternativas consideradas.....	122
Tabla 17. Análisis Temperatura (°C), estación "Mazarrón, Las Torres",01-01-23 hasta 31-12-23.....	126
Tabla 18. Análisis del Viento, estación " Mazarrón, Las Torres ", periodo 01-01-23 hasta 31-12-23.....	126
Tabla 19. Análisis de las Precipitaciones, estación " Mazarrón, Las Torres ", 01-01-23 hasta 31-12-23.....	127
Tabla 20. Flora y fauna terrestre (franja costera de Mazarrón).....	130
Tabla 21. Características de las masas de agua superficial presente en nuestra área de estudio.....	135
Tabla 22. Coordenadas puntos de muestreo, perfiles y muestras de agua (elipsoide WGS 84).....	160
Tabla 23. Resultados analíticos obtenidos en el laboratorio para cada punto de muestreo.....	164
Tabla 24. Coordenadas de los puntos de muestreo, sonda (elipsoide WGS 84).....	167
Tabla 25. Temperatura (°C) en cada punto de muestreo.....	168
Tabla 26. Salinidad (ppt) en cada punto de muestreo.....	171
Tabla 27. Conductividad (mS/cm) en cada punto de muestreo.....	174
Tabla 28. pH (Ud.pH) en cada punto de muestreo.....	177
Tabla 29. Oxígeno disuelto (mg/l) en cada punto de muestreo.....	180

Tabla 30. Turbidez (NTU) en cada punto de muestreo .....	183
Tabla 31. Clorofila "a" (ppb) en cada punto de muestreo .....	186
Tabla 32. Coordenadas de los puntos de muestreo, calidad del sedimento (elipsoide WGS 84) .....	189
Tabla 33. Formulación usada para el cálculo estadístico por el método de los Momentos .....	193
Tabla 34. Escala de tamaño de grano aplicada modificada de Udden (1914) y Wentworth (1922).....	194
Tabla 35. Resultados análisis de materia orgánica (%) en las distintas estaciones de muestreo .....	211
Tabla 36. Resultados de Potencial Redox (mV) en las distintas estaciones de muestreo .....	212
Tabla 37. Resultado de pH (U. de pH) en las distintas estaciones de muestreo.....	213
Tabla 38. Número de individuos por grupo de infauna .....	214
Tabla 39. Especies de infauna encontradas por estación de muestreo .....	216
Tabla 40. Datos de diversidad en los diferentes puntos de muestreo .....	217
Tabla 41. Resultados de Sulfuros libres totales ( $\mu\text{M}$ ) en las distintas estaciones de muestreo .....	221
Tabla 42. Coordenadas de los puntos elegidos para las grabaciones.....	223
Tabla 43. Especies de peces óseos (osteíctios y agnatos) potencialmente presentes en la costa de la Región de Murcia .....	250
Tabla 44. Especies de peces cartilaginosos potencialmente presentes en la Región de Murcia.....	256
Tabla 45. Tortugas marinas potencialmente presentes en España.....	264
Tabla 46. Características de los nodos SIMAR, (Fuente: Puertos del Estado).....	273
Tabla 47. Correlación Altura de ola significativa ( $H_s$ ) en metros – Periodo de Pico ( $T_p$ ) en segundos del punto SIMAR 2065088, del periodo 2013-2023 .....	278
Tabla 48. Correlación Altura de ola significativa ( $H_s$ ) en metros – Periodo de Pico ( $T_p$ ) en segundos del punto SIMAR 2067089, del periodo 2013-2023 .....	284
Tabla 49. Correlación Altura de ola significativa ( $H_s$ ) en metros – Periodo de Pico ( $T_p$ ) en segundos del punto SIMAR 2068088, del periodo 2013-2023 .....	290
Tabla 50. Correlación Altura de ola significativa ( $H_s$ ) en metros – Periodo de Pico ( $T_p$ ) en segundos del punto SIMAR 2069090, del periodo 2013-2023 .....	296
Tabla 51. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significativa de ola, nodo SIMAR 2065088.....	317
Tabla 52. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significativa de ola, nodo SIMAR 2067089.....	317
Tabla 53. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significativa de ola, nodo SIMAR 2068088.....	318

Tabla 54. Estadísticos básicos del oleaje, variable altura significativa de ola, nodo SIMAR 2069090.....	318
Tabla 55. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2065088 ...	323
Tabla 56. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2067089 ...	324
Tabla 57. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2068088 ...	324
Tabla 58. Estadísticos básicos del período medio del oleaje para el SIMAR 2069090 ...	325
Tabla 59. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2065088.	330
Tabla 60. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2067089.	330
Tabla 61. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2068088.	331
Tabla 62. Estadísticos básicos del período de pico del oleaje para el SIMAR 2069090.	331
Tabla 63. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2065088 .....	336
Tabla 64. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2067089 .....	337
Tabla 65. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2068088 .....	337
Tabla 66. Estadísticos básicos de la velocidad del viento, V (m/s) para el SIMAR 2069090 .....	338
Tabla 67. Estadísticos de las pleamares y bajamares, expresados en centímetros para el periodo 2006-2017 (Fuente: Puertos del Estado).....	358
Tabla 68. Subida del nivel medio del mar a escala global (cm). Con respecto a 1986 - 2005 para el 1 de enero de cada año. Fuente: (IPCC 2013, Annex II: Climate Scenario Tables) .....	360
Tabla 69. Escenarios hidrodinámicos.....	365
Tabla 70. Parámetros básicos y contornos del modelo hidrodinámico .....	368
Tabla 71. Parámetros del modelo hidrodinámico del módulo de transporte (AD) .....	368
Tabla 72. Posición de los datos empleados en la validación .....	369
Tabla 73. Posiciones centrales de las jaulas flotantes de engorde .....	371
Tabla 74. Producción y consumo de pienso por plataforma .....	372
Tabla 75. Heces y material alimenticio desperdiciado en la alimentación para 7.500 Tn .....	372
Tabla 76. Superficie afectada en función de la concentración sedimentada anual ..	382
Tabla 77. Población Región de Murcia por municipios de más de 30.000 habitantes, año 2020.....	385
Tabla 78. Evolución de la Densidad de población en la Región de Murcia .....	386
Tabla 79. Tasa de empleo Región de Murcia, trimestres 2021 (Fuente: INE) .....	388
Tabla 80. Población ocupada por sector económico periodo 2021-2023, Región de Murcia.....	389

---

Tabla 81. Evolución del Empleo Directo en Acuicultura en la Región de Murcia (Fuente: Servicio de Pesca Gobierno de Murcia, "Plan estratégico acuícola de la Región de Murcia 2021-2027) .....	389
Tabla 82. Producto interior bruto a precios de mercado y valor añadido bruto a precios básicos por ramas de actividad, Murcia (unidad de valor en miles de euros).....	391
Tabla 83. Empresas Acuícolas en la Región de Murcia .....	398
Tabla 84. Zonas de producción de moluscos y otros invertebrados de la Región de Murcia.....	408
Tabla 85. Localización de los cables submarinos más cercanos a las jaulas (Fuente: infomar Cedex; Cables (1er ciclo OEM)) .....	440
Tabla 86. Posiciones de los barcos hundidos en la ZEC ES6200048 "Valles submarinos del escarpe de Mazarrón" con relación a la ubicación de las jaulas .....	467
Tabla 87. Abreviaturas de los criterios de valoración del alcance del impacto .....	483
Tabla 88. Valores de escala en base a los criterios que lo definen .....	484
Tabla 89. Simbología de la clasificación de impactos en las tablas .....	485
Tabla 90. Impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase constructiva ..	486
Tabla 91. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del agua en fase constructiva .....	487
Tabla 92. Impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase constructiva .....	487
Tabla 93. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase constructiva.....	487
Tabla 94. Impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase constructiva .....	488
Tabla 95. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase constructiva .....	488
Tabla 96. Impactos identificados sobre la calidad lumínica en la fase constructiva....	488
Tabla 97. Valoración de impactos identificados sobre la calidad lumínica en la fase constructiva .....	489
Tabla 98. Impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase constructiva ...	489
Tabla 99. Valoración de impactos identificados sobre la calidad acústica en fase constructiva .....	489
Tabla 100. Impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase constructiva .....	490
Tabla 101. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase constructiva .....	490
Tabla 102. Impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase constructiva .....	491
Tabla 103. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase constructiva .....	491
Tabla 104. Impactos identificados sobre la población en la fase constructiva .....	492

---

---

Tabla 105. Valoración de impactos identificados sobre la población en la fase constructiva .....	492
Tabla 106. Impactos identificados sobre la pesca en la fase constructiva .....	492
Tabla 107. Valoración de impactos identificados sobre la pesca en la fase constructiva .....	494
Tabla 108. Impactos identificados sobre el paisaje en la fase constructiva.....	494
Tabla 109. Valoración de impactos identificados sobre el paisaje en la fase constructiva .....	495
Tabla 110. Impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase constructiva ...	495
Tabla 111. Valoración de impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase constructiva .....	496
Tabla 112. Impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase constructiva .....	496
Tabla 113. Valoración de impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase constructiva .....	496
Tabla 114. Impactos identificados sobre los Restos arqueológicos subacuáticos en la fase constructiva.....	497
Tabla 115. Posiciones de los barcos hundidos en la ZEC ES6200048 "Valles submarinos del escarpe de Mazarrón" con relación a la ubicación de las jaulas .....	498
Tabla 116. Valoración de impactos identificados sobre la posible presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático en la fase constructiva .....	499
Tabla 117. Resumen de valoración de impactos sobre elementos naturales en la fase constructiva .....	499
Tabla 118. Impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase productiva ..	499
Tabla 119. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase productiva .....	500
Tabla 120. Impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase productiva .....	501
Tabla 121. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase productiva .....	501
Tabla 122. Impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase productiva .....	501
Tabla 123. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase productiva .....	502
Tabla 124. Impactos identificados sobre la calidad lumínica aire en la fase productiva .....	502
Tabla 125. Valoración de impactos identificados sobre la calidad lumínica aire en la fase productiva .....	502
Tabla 126. Impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase productiva ...	503
Tabla 127. Valoración de impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase productiva .....	503
Tabla 128. Impactos identificados sobre la dinámica litoral en la fase productiva .....	503

---

---

Tabla 129. Valoración de impactos identificados sobre la dinámica litoral en la fase productiva .....	504
Tabla 130. Impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase productiva .....	504
Tabla 131. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase productiva.....	505
Tabla 132. Impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase productiva .....	505
Tabla 133. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase productiva.....	507
Tabla 134. Impactos identificados sobre la avifauna en la fase productiva.....	507
Tabla 135. Valoración de impactos identificados sobre la avifauna en la fase productiva .....	509
Tabla 136. Impactos identificados sobre los hábitats protegidos en la fase productiva .....	509
Tabla 137. Valoración de impactos identificados sobre los hábitats protegidos en la fase productiva .....	511
Tabla 138. Impactos identificados sobre los espacios protegidos en la fase productiva .....	511
Tabla 139. Valoración de impactos identificados sobre los espacios protegidos en la fase productiva .....	512
Tabla 140. Impactos identificados sobre la población en la fase productiva .....	512
Tabla 141. Valoración de impactos identificados sobre la población en la fase productiva .....	513
Tabla 142. Impactos identificados sobre la pesca en la fase productiva .....	513
Tabla 143. Valoración de impactos identificados sobre la pesca en la fase productiva .....	515
Tabla 144. Impactos identificados sobre el paisaje en la fase productiva .....	516
Tabla 145. Valoración de impactos identificados sobre el paisaje en la fase productiva .....	516
Tabla 146. Impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase productiva.....	516
Tabla 147. Valoración de impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase productiva .....	517
Tabla 148. Impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase productiva .....	517
Tabla 149. Valoración de impactos identificados sobre los aspectos socioeconómicos en la fase productiva .....	518
Tabla 150. Impactos identificados sobre los Restos arqueológicos subacuáticos en la fase operativa .....	518
Tabla 151. Valoración de impactos identificados sobre la posible presencia de bienes del patrimonio cultural subacuático en la fase constructiva .....	520

---

---

Tabla 152. Resumen de valoración de impactos sobre elementos naturales en la fase productiva .....	520
Tabla 153. Impactos identificados sobre la calidad del agua en la fase de desmantelamiento .....	521
Tabla 154. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del agua en fase constructiva .....	521
Tabla 155. Impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase de desmantelamiento .....	522
Tabla 156. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del sedimento en la fase de desmantelamiento .....	522
Tabla 157. Impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase de desmantelamiento .....	522
Tabla 158. Valoración de impactos identificados sobre la calidad del aire en la fase de desmantelamiento .....	523
Tabla 159. Impactos identificados sobre la calidad acústica en la fase de desmantelamiento .....	523
Tabla 160. Valoración de impactos identificados sobre la calidad acústica en fase de desmantelamiento .....	523
Tabla 161. Impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase de desmantelamiento .....	524
Tabla 162. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase de desmantelamiento .....	524
Tabla 163. Impactos identificados sobre las comunidades pelágicas en la fase de desmantelamiento .....	525
Tabla 164. Valoración de impactos identificados sobre las comunidades bentónicas en la fase de desmantelamiento .....	525
Tabla 165. Impactos identificados sobre la población en la fase de desmantelamiento .....	526
Tabla 166. Valoración de impactos identificados sobre la población en la fase de desmantelamiento .....	526
Tabla 167. Impactos identificados sobre la pesca en la fase de desmantelamiento ..	526
Tabla 168. Valoración de impactos identificados sobre la pesca en la fase de desmantelamiento .....	527
Tabla 169. Impactos identificados sobre el paisaje en la fase de desmantelamiento .	527
Tabla 170. Valoración de impactos identificados sobre el paisaje en la fase de desmantelamiento .....	527
Tabla 171. Impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase de desmantelamiento .....	528
Tabla 172. Valoración de impactos identificados sobre el tráfico marítimo en la fase de desmantelamiento .....	528

---



---

Tabla 173. Resumen de valoración de impactos sobre elementos naturales en la fase de desmantelamiento .....	529
Tabla 174. Características de las masas de agua superficial presente en nuestra área de estudio .....	530
Tabla 175. Repercusiones potenciales del cambio climático en los sistemas de acuicultura. Fuente: De Silva & Soto (2009) en FAO "Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura", Cochrane et al. 2009 .....	541
Tabla 176. Resumen repercusiones del cambio climático en los sistemas de acuicultura tipo viveros y medidas de adaptación. Fuente De Silva & Soto (2009) en FAO "Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura", Cochrane et al. 2009.....	542
Tabla 177. Medidas ambientales y periodicidad propuestas, fase preoperacional.....	553
Tabla 178. Medidas ambientales y periodicidad propuestas en el marco del PVA, fase operativa .....	554
Tabla 179. Propuesta de puntos para toma de muestras de sedimentos en el marco del PVA (Coordenadas UTM, Huso 30S) .....	555

**19. ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Etapas del cultivo integral de la Seriola .....	11
Figura 2. Esquema general de granja offshore (Fuente: The Nature Conservancy, 2019) .....	13
Figura 3. Esquema procedimiento para autorización de cultivos marinos en la Región de Murcia.....	17
Figura 4. Metodología de trabajo .....	19
Figura 5. Instalaciones de acuicultura marina de la Región de Murcia.....	23
Figura 6. <i>Seriola dumerili</i> . Fuente: Scandinavian Fishing Year Book .....	25
Figura 7. Distribución geográfica de la especie (rojo mayor presencia, amarillo menor. Fuente: Fishbase) .....	27
Figura 8. Desarrollo embrionario y larvario de <i>S. dumerili</i> , 10 primeros días (Fuente: IEO, Murcia) .....	28
Figura 9. <i>Argyrosomus regius</i> . Fuente: Scandinavian Fishing Year Book .....	29
Figura 10. Distribución geográfica de la especie (rojo mayor presencia, amarillo menor. Fuente: Fishbase) .....	31
Figura 11. Ciclo de producción de la Corvina (Fuente: FAO) .....	32
Figura 12. Comparación producción de <i>Seriola</i> y <i>Corvina</i> .....	37
Figura 13. Incremento de biomasa previsto y consumo de pienso por ciclo .....	40
Figura 14. Crecimiento esperado, <i>S. dumerili</i> en cautividad durante los 5 primeros años de cultivo .....	43
Figura 15. Crecimiento de 12 ciclos de engorde según época de siembra (en rojo Temperatura).....	43
Figura 16. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de febrero .....	44
Figura 17. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de febrero.....	44
Figura 18. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de marzo .....	44
Figura 19. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de marzo.....	45
Figura 20. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de abril.....	45
Figura 21. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de abril.....	45
Figura 22. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de abril.....	50
Figura 23. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de abril.....	50
Figura 24. Curva de crecimiento del lote iniciado en el mes de mayo .....	51
Figura 25. Evolución del SGR del lote iniciado en el mes de mayo .....	51
Figura 26. Sistema de bombeo .....	54
Figura 27. Esquema de un wellboat .....	55
Figura 28. Ejemplos de wellboat del sector del salmón.....	55
Figura 29. Imagen de ejemplo de proceso de pesca-1 .....	56

Figura 30. Imagen de ejemplo de proceso de pesca-2.....	56
Figura 31. Localización geográfica del entorno previsto para la instalación acuícola (Escala 1:75.000).....	66
Figura 32. Zona prevista de ubicación de las jaulas de engorde (Escala 1:50.000) .....	67
Figura 33. Distribución general del proyecto de instalación de acuicultura .....	68
Figura 34. Distribución general-1 del proyecto de instalación de acuicultura.....	69
Figura 35. Emplazamiento del proyecto de instalación de acuicultura .....	70
Figura 36. Batimetría de la zona de estudio cada 2 metros obtenida en los trabajos de campo (Escala 1:5.500).....	71
Figura 37. Distancias de los centros de cada una de las jaulas al punto más cercano a costa (Escala 1:50.000).....	72
Figura 38. Distancias de los centros de cada una de las jaulas al Puerto de Mazarrón (Escala 1:50.000).....	73
Figura 39. Balizamiento previsto para la futura concesión acuícola .....	75
Figura 40. Balizamiento del proyecto de instalación de acuicultura .....	76
Figura 41. Animación de una jaula flotante de engorde instalada y fondeada-1 .....	78
Figura 42. Animación de una jaula flotante de engorde instalada y fondeada-2 .....	78
Figura 43. Animación, detalle jaula flotante de engorde-1 .....	79
Figura 44. Animación, detalle jaula flotante de engorde-2.....	79
Figura 45. Animación, detalle jaula flotante de engorde-3.....	79
Figura 46. Esquema general de la jaula flotante.....	80
Figura 47. Animación de la unidad funcionando con normalidad (izq.) y en modo "mal tiempo" (dch.).....	83
Figura 48. Esquema general del fondeo de una jaula flotante de engorde .....	87
Figura 49. Dibujo del ancla STEVPRIS-Mk5. Fuente: <a href="http://www.tullyn.com">www.tullyn.com</a> .....	88
Figura 50. Detalle de la situación de los anclajes.....	88
Figura 51. Especificaciones de anclaje STEVPRIS-Mk5. Fuente: <a href="http://www.tullyn.com">www.tullyn.com</a> .....	89
Figura 52. Ancla STEVPRIS-Mk5 (Fuente: <a href="https://delmarvryhof.com/products/anchors/stevpris-mk5">https://delmarvryhof.com/products/anchors/stevpris-mk5</a> ).....	89
Figura 53. Esquema de conexión del ancla al tramo de cadena y lista de materiales empleados.....	90
Figura 54. Componentes de la cadena .....	91
Figura 55. Esquema de conexión de la cadena al cabo .....	92
Figura 56. Terminales conexión entre cabo-cadena para fondeo. Preparación a bordo de embarcación de instalación (izq.) y resultado final de la unión del cabo de poliéster de alta resistencia a la cadena (drcha.) .....	93
Figura 57. Tabla de propiedades del cabo GAMA 98 y CABRAL 512 .....	94
Figura 58. Cabo de poliéster de alta resistencia .....	94

Figura 59. Esquema de conexión del cabo (línea de fondeo) a la jaula .....	95
Figura 60. Características de las líneas de fondeo.....	96
Figura 61. Características de los grilletes de proa del ancla (anchor bow shackle) .....	96
Figura 62. Características de los grilletes para eslingas (Sling shackle) .....	97
Figura 63. Características de los grilletes de ancla Stevpris Mk5 (Stevpris Mk5 anchor shackle) .....	97
Figura 64. Anchor Handling Vessel, (AHV). VRYHOF MANUAL – The guide to anchoring	98
Figura 65. Fase preliminar de la instalación.....	98
Figura 66. Esquema final de la operación de instalación .....	99
Figura 67. Esquema de operación de la instalación de las líneas de fondeo .....	99
Figura 68. Estiba de la jaula flotante en el barco .....	100
Figura 69. Remolque y traslado de la jaula flotante .....	100
Figura 70. Vista general de una jaula con todos sus elementos .....	101
Figura 71. Animación de la jaula flotante GM AQUA DESIGN 1.0 instalada en el mar .	101
Figura 72. Animación de la jaula flotante GM AQUA DESIGN 1.0 operativa.....	102
Figura 73. Situación de las jaulas respecto a las instalaciones acuícolas más cercanas .....	104
Figura 74. Distancia de las futuras jaulas flotantes al “Polígono El Gorguel” .....	105
Figura 75. Situación de las jaulas respecto a la granja marina frente a Cala Barrilla ...	105
Figura 76. Ubicación de la alternativa 1 (escala 1:40000) .....	110
Figura 77. Ubicación de la alternativa 2 (escala 1:40000) .....	113
Figura 78. Ubicación de la alternativa 3 (escala 1:40000) .....	117
Figura 79. Ubicación de la alternativa 4 (escala 1:40000) .....	120
Figura 80. Ubicación de las distintas alternativas a analizar (Escala 1:40000) .....	121
Figura 81. Temperatura y Pluviometría de la Región de Murcia (Fuente: Confederación Hidrográfica del Segura; en “La estrategia de desarrollo local GALPEMUR 2021-2027”) .....	125
Figura 82. Situación del área de estudio respecto a las masas de agua .....	136
Figura 83. Área de estudio.....	137
Figura 84. Cabeza del sonar iWBMS-LR con sistema de navegación inercial Applanix Wavemaster II INS y sensor de velocidad del sonido en superficie ADL SVS integrados .....	138
Figura 85. Perfilador de velocidad del sonido AML-3 LGR SVP .....	138
Figura 86. Pantalla de control del software QPS y sistema Norbit .....	140
Figura 87. Instalación en la embarcación del sistema GNSS-RTK de doble antena Trimble .....	140
Figura 88. Adquisición de datos mediante el uso de Multihaz .....	141
Figura 89. Comparación de batimetrías en la zona de estudio (Escala: 1:6.500) .....	143

Figura 90. Modelo digital del terreno (MDT) de la zona de estudio (Escala 1:5.500) .....	144
Figura 91. Batimetría de la zona de estudio cada 2 metros obtenida en los trabajos de campo (Escala 1:5.500).....	145
Figura 92. Características del SBL.....	146
Figura 93. Características del sistema de posicionamiento .....	147
Figura 94. Antena DGPS instalada sobre la cabina de la embarcación de trabajo ....	148
Figura 95. Sistema de navegación .....	148
Figura 96. Esquema de remolque del sonar (elaboración Esgemar S.A.) .....	149
Figura 97. Transectos recorridos con SBL (líneas amarillas).....	150
Figura 98. Equipos instalados en la cabina de la embarcación de trabajo .....	150
Figura 99. Pantalla de toma de datos de sónar .....	151
Figura 100. Sónar de barrido lateral y winche instalado en la popa del barco de trabajo .....	151
Figura 101. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio .....	153
Figura 102. Mapa geológico de la Región de Murcia.....	155
Figura 103. Cartografía en escala 1: 6.500 .....	158
Figura 104. Muestra de sedimento característica de la zona de estudio .....	159
Figura 105. Ubicación de los puntos seleccionados para la toma de muestras de agua en relación con la posición estimada de las jaulas .....	161
Figura 106. Toma de muestras de agua con botella tipo Niskin.....	163
Figura 107. Sonda multiparamétrica (ASTD 152) y sonda de pH (AquapHOx-Lx de la marca Piroscience) .....	167
Figura 108. Ubicación de puntos seleccionados para la realización de los perfiles de la columna de agua.....	168
Figura 109. Representación conjunta perfiles de Temperatura (°C) en cada punto....	169
Figura 110. Perfiles de Temperatura (°C) en cada estación de muestreo .....	170
Figura 111. Representación conjunta perfiles de Salinidad (ppt) en cada punto.....	171
Figura 112. Perfiles de Salinidad (ppt) en cada estación de muestreo.....	173
Figura 113. Representación conjunta perfiles Conductividad (mS/cm) en cada punto .....	174
Figura 114. Perfiles de Conductividad (mS/cm) en cada estación de muestreo.....	176
Figura 115. Representación conjunta de los perfiles de pH (Ud.pH) en cada punto....	178
Figura 116. Perfiles de pH (Ud.pH) en cada estación de muestreo .....	179
Figura 117. Representación conjunta perfiles oxígeno disuelto (mg/l) en cada punto	180
Figura 118. Perfiles de Oxígeno disuelto (mg/l) en cada estación de muestreo .....	182
Figura 119. Representación conjunta perfiles de turbidez (NTU) para cada punto .....	183
Figura 120. Perfiles de Turbidez (NTU) disuelto en cada estación de muestreo .....	185

Figura 121. Representación conjunta perfiles de clorofila "a" (ppb) en cada punto ..	186
Figura 122. Perfiles de Clorofila "a" (ppb) disuelto en cada estación de muestreo .....	188
Figura 123. Draga Van Veen .....	189
Figura 124. Muestras de sedimentos obtenidas en la campaña de campo .....	189
Figura 125. Ubicación puntos seleccionados para toma de muestras de sedimentos	190
Figura 126. Material utilizado para el proceso de análisis granulométrico .....	191
Figura 127. Probetas con el material fino de las muestras analizadas en proceso de sedimentación junto con crisoles para la toma de alícuotas .....	192
Figura 128. Material utilizado para el análisis de materia orgánica.....	195
Figura 129. Sonda utilizada para la medida del potencial Redox.....	196
Figura 130. Pocket PRO (pH+Temp).....	196
Figura 131. Preparación de muestras y determinación de infauna en laboratorio.....	197
Figura 132. Material para la medida en laboratorio de sulfuros libres totales .....	199
Figura 133. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-1 (sedimentos) .....	200
Figura 134. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-2 (sedimentos) .....	201
Figura 135. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-3 (sedimentos) .....	202
Figura 136. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-4 (sedimentos) .....	203
Figura 137. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-5 (sedimentos) .....	204
Figura 138. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-6 (sedimentos) .....	205
Figura 139. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-7 (sedimentos) .....	206
Figura 140. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-8 (sedimentos) .....	207
Figura 141. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-9 (sedimentos) .....	208
Figura 142. Resultados del análisis de la distribución granulométrica muestra MUR-10 (sedimentos) .....	209
Figura 143. Materia orgánica (%) en muestras de sedimento (Dato máximo; Dato mínimo).....	212
Figura 144. Valores de potencial redox (mV), muestras de sedimento (Dato máximo; Dato mínimo).....	212
Figura 145. Valores de pH (U. de pH) en las muestras de sedimento (Dato máximo; Dato mínimo).....	213
Figura 146. Abundancia de los grupos de Infauna .....	214

Figura 147. Abundancia de grupos de infauna en los diferentes puntos de muestreo	215
Figura 148. Índices de diversidad de Infauna por estación de muestroo .....	217
Figura 149. Valores riqueza específica (S) por estación de muestroo (Dato máximo; Dato mínimo) .....	218
Figura 150. Valores de Abundancia (N) por estación de muestroo (Dato máximo; Dato mínimo) .....	218
Figura 151. Valores diversidad de Margalef (d) por estación de muestroo (Dato máximo; Dato mínimo) .....	219
Figura 152. Valores diversidad de Shannon (H') por estación de muestroo (Dato máximo; Dato mínimo) .....	219
Figura 153. Valores Índice Simpson (1-Lambda) por estación de muestroo (Dato máximo; Dato mínimo) .....	220
Figura 154. Valores Equitatividad de Pielou (J') por estación de muestroo (Dato máximo; Dato mínimo) .....	220
Figura 155. Especificaciones del ROV (modelo SIBIU PRO) .....	222
Figura 156. Ubicación de los puntos seleccionados para las grabaciones en relación con la posición estimada de las jaulas .....	223
Figura 157. Naturaleza del fondo en la zona prevista para la instalación acuícola .....	224
Figura 158. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-1 .....	226
Figura 159. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-1 .....	227
Figura 160. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-2 .....	229
Figura 161. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-2 .....	230
Figura 162. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-3 .....	232
Figura 163. Fondo de arena sin vegetación alrededor del punto-3 .....	233
Figura 164. Hábitats 1110 más cercanos a nuestra zona de estudio .....	235
Figura 165. Hábitats 1120 más cercanos a nuestra zona de estudio .....	235
Figura 166. Pradera de Posidonia (Fuente: <a href="http://www.roquetas.ideal.es">www. https://roquetas.ideal.es</a> ) .....	241
Figura 167. Pradera de Cymodocea. Fuente: Carlos Sangil, Reserva Mundial Biosfera La Palma .....	242
Figura 168. Pradera de Zostera. Fuente: Enric Ballesteros (CSIC – Blanes) .....	244
Figura 169. Ruppia. Fuente: <a href="https://canalmarmenor.carm.es/inventario-ecologico/flora/ruppia/">https://canalmarmenor.carm.es/inventario-ecologico/flora/ruppia/</a> .....	246
Figura 170. Ruppia maíftima .....	246
Figura 171. <i>Tursiops truncatus</i> (T. Lucas) .....	259
Figura 172. <i>Caretta caretta</i> (T. Lucas) .....	266
Figura 173. Localización de los nodos SIMAR (Fuente: Puertos del Estado) .....	273
Figura 174. Serie temporal de altura significativa del oleaje, Hs(m) .....	274
Figura 175. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a altura significativa de la ola Hs(m) .....	275

Figura 176. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente a la altura significativa de la ola $H_s(m)$ .....	275
Figura 177. Rosa de Altura de ola significativa $H_s(m)$ del punto SIMAR 2065088, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023 .....	276
Figura 178. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m), punto SIMAR 2065088, periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño) .....	277
Figura 179. Histograma del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje.....	278
Figura 180. Función de distribución del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje .....	279
Figura 181. Histograma del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	279
Figura 182. Función de distribución del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	280
Figura 183. Serie temporal de la altura significativa del oleaje, $H_s(m)$ .....	280
Figura 184. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la altura significativa de la ola $H_s(m)$ .....	281
Figura 185. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente a la altura significativa de la ola $H_s(m)$ .....	281
Figura 186. Rosa de Altura de ola significativa $H_s(m)$ del punto SIMAR 2067089, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023 .....	282
Figura 187. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m) del punto SIMAR 2067089, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño) .....	283
Figura 188. Histograma del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje.....	284
Figura 189. Función de distribución del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje .....	285
Figura 190. Histograma del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	285
Figura 191. Función de distribución del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	286
Figura 192. Serie temporal de la altura significativa del oleaje, $H_s(m)$ .....	286
Figura 193. Histograma <i>de frecuencia de ocurrencia frente a la altura significativa de la ola <math>H_s(m)</math></i> .....	287
Figura 194. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente a la altura significativa de la ola $H_s(m)$ .....	287
Figura 195. Rosa de Altura de ola significativa $H_s(m)$ del punto SIMAR 2068088, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023 .....	288
Figura 196. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m) del punto SIMAR 2068088, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño) .....	289
Figura 197. Histograma del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje.....	290
Figura 198. Función de distribución del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje .....	291
Figura 199. Histograma del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	291
Figura 200. Función de distribución del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	292
Figura 201. Serie temporal de la altura significativa del oleaje, $H_s(m)$ .....	292



Figura 202. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la altura significativa de la ola $H_s(m)$ .....	293
Figura 203. Función de distribución que muestra la probabilidad acumulada frente a la altura significativa de la ola $H_s(m)$ .....	293
Figura 204. Rosa de Altura de ola significativa $H_s(m)$ del punto SIMAR 2069090, en el periodo 24/10/2013-24/10/2023 .....	294
Figura 205. Rosas estacionales de altura de ola significativa (m) del punto SIMAR 2069090, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño) .....	295
Figura 206. Histograma del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje.....	296
Figura 207. Función de distribución del periodo medio $T_m(s)$ del oleaje .....	297
Figura 208. Histograma del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	297
Figura 209. Función de distribución del periodo de pico del oleaje $T_p(s)$ .....	298
Figura 210. Serie temporal de velocidad del viento (m/s), media, máximas y mínimos mensuales para el periodo octubre 2013 - 2023 .....	299
Figura 211. Rosa de viento ( $V_v$ media en frecuencia por dirección de procedencia) .....	299
Figura 212. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2065088, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño) .....	301
Figura 213. Serie temporal de la velocidad del viento, $V$ (m/s) .....	302
Figura 214. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s).....	302
Figura 215. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s).....	303
Figura 216. Distribución de frecuencias de la densidad del viento. Fuente: Puertos del Estado.....	303
Figura 217. Serie temporal de Velocidad mínima, media y máximo mensual del viento (m/s) del punto SIMAR 2067089 .....	304
Figura 218. Rosa de viento ( $V_v$ media en frecuencia por dirección de procedencia) .....	304
Figura 219. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2067089, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq - verano, inferior drch - otoño) .....	305
Figura 220. Serie temporal de la velocidad del viento, $V$ (m/s) .....	306
Figura 221. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s).....	306
Figura 222. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s).....	307
Figura 223. Distribución de frecuencias de la densidad del viento .....	307
Figura 224. Serie temporal de Velocidad mínima, media y máximo mensual del viento (m/s) del punto SIMAR 2068088.....	308
Figura 225. Rosa de viento ( $V_v$ media en frecuencia por dirección de procedencia) para la década 2013-2023 .....	308

Figura 226. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2068088, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño) .....	310
Figura 227. Serie temporal de la velocidad del viento, V (m/s) .....	311
Figura 228. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s).....	311
Figura 229. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s) .....	312
Figura 230. Serie temporal de Velocidad mínima, media y máximo mensual del viento (m/s) del punto SIMAR 2069090.....	312
Figura 231. Rosa de viento (Vv media en frecuencia por dirección de procedencia) 313	
Figura 232. Rosas estacionales de Velocidad media de viento (m/s) del punto SIMAR 2069090, del periodo 2013-2023 (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño) .....	314
Figura 233. Serie temporal de la velocidad del viento, V (m/s) .....	315
Figura 234. Histograma de frecuencia de ocurrencia frente a la velocidad del viento (m/s).....	315
Figura 235. Función de distribución de la velocidad del viento (m/s) .....	316
Figura 236. Distribución de frecuencias de la densidad del viento .....	316
Figura 237. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2065088.....	319
Figura 238. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2067089.....	319
Figura 239. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2068088.....	320
Figura 240. Altura de ola significativa representada en papel Log-Normal para el SIMAR 2069090.....	320
Figura 241. Régimen extremal de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el nodo SIMAR 2065088 .....	321
Figura 242. Régimen extremal de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el SIMAR 2067089.....	321
Figura 243. Régimen extremal de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el SIMAR 2068088.....	322
Figura 244. Régimen extremal de la altura de ola significativa representada la función generalizada de valores extremos para el SIMAR 2069090.....	322
Figura 245. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2065088.....	325
Figura 246. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2067089 .....	326
Figura 247. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2068088.....	326

Figura 248. Régimen medio de periodo medio del oleaje en papel Log-Normal para el SIMAR 2069090.....	327
Figura 249. Régimen extremal del $T_{m99,5} = 6.36$ s, método POT, SIMAR 2065088.....	327
Figura 250. Régimen extremal del $T_{m99,5} = 6,25$ s, método POT, SIMAR 2067089.....	328
Figura 251. Régimen extremal del $T_{m99,5} = 6.39$ s, método POT, SIMAR 2068088.....	328
Figura 252. Régimen extremal del $T_{m99,5} = 6,32$ s, método POT, SIMAR 2069090.....	329
Figura 253. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel Weibull de mínimos, SIMAR 2065088.....	332
Figura 254. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel Weibull de mínimos, SIMAR 2067089.....	332
Figura 255. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel logarítmico-normal, SIMAR 2068088.....	333
Figura 256. Régimen medio de periodo de pico del oleaje en papel Weibull para mínimos, SIMAR 2069090.....	333
Figura 257. Régimen extremal del $T_{p99,5} = 12,11$ s, método POT, SIMAR 2065088.....	334
Figura 258. Régimen extremal del $T_{p99,5} = 12,11$ s, método POT, SIMAR 2067089.....	334
Figura 259. Régimen extremal del $T_{p99,5}=12.11$ s, método POT, SIMAR 2068088.....	335
Figura 260. Régimen extremal del $T_{p99,5}=11.99$ , método POT, SIMAR 2069090.....	335
Figura 261. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2065088.....	338
Figura 262. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2067089.....	339
Figura 263. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2068088.....	339
Figura 264. Velocidad del viento representada en papel Weibull de mínimos para el SIMAR 2069090.....	340
Figura 265. Régimen extremal del $V_{v99,5} = 13,8378$ , método POT, SIMAR 2065088.....	340
Figura 266. Régimen extremal del $V_{v99,5} = 13,55$ , método POT, SIMAR 2067089.....	341
Figura 267. Régimen extremal del $V_{v99,5} = 15,0678$ , método POT, SIMAR 2068088.....	341
Figura 268. Régimen extremal del $V_{v99,5} = 13,27$ , método POT, SIMAR 2069090.....	342
Figura 269. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2014-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2065088).....	342
Figura 270. Rosa de velocidad de la corriente media para el periodo global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089).....	343
Figura 271. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2065088) (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño).....	344
Figura 272. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2065088).....	345

Figura 273. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2014-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089) .....	346
Figura 274. Rosa de velocidad de la corriente media para el periodo global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089) .....	346
Figura 275. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089) (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño) .....	347
Figura 276. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2067089) .....	349
Figura 277. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2014-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088) .....	349
Figura 278. Rosa de velocidad de la corriente media para el periodo global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088) .....	350
Figura 279. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088) (superior izq - invierno, superior drch - primavera, inferior izq – verano, inferior drch – otoño) .....	351
Figura 280. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2068088) .....	352
Figura 281. Serie temporal de velocidad de la corriente (cm/s) para el período 2013-2023 (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090) .....	353
Figura 282. Rosa de velocidad de la corriente media para el periodo global 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090) .....	353
Figura 283. Rosas estacionales de velocidad de la corriente media del periodo 2013-2023. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090) .....	354
Figura 284. Distribución de frecuencias de la velocidad media de corriente. (Fuente: Puertos del Estado – SIMAR 2069090) .....	355
Figura 285. Localización del mareógrafo de Carboneras (Fuente: Puertos del Estado) .....	356
Figura 286. Esquema Datum Mareógrafo REDMAR Carboneras. (Fuente: Puertos del Estado) .....	357
Figura 287. Referencias del nivel del mar para el periodo 2006-2017 respecto al cero REDMAR (Fuente: Puertos del Estado).....	357
Figura 288. Distribución de frecuencia del nivel del mar total (superior), marea astronómica (inf izq.) y residuo meteorológico (inf dcha.), periodo 2006-2017. (Fuente: Puertos del Estado) .....	358
Figura 289. Serie de nivel medio del mar mensual y línea de tendencia de la serie.....	359
Figura 290. Dinámicas Litorales .....	361
Figura 291. Onda de marea, octubre 2020, mareógrafo de Carboneras, puertos del Estado.....	365
Figura 292. Localización de la serie de corrientes, octubre 2022, de Copenicus Marine Signal .....	365

Figura 293. Componentes u y v de las corrientes marinas. Registro de octubre de 2022 de Copernicus Marine Signal .....	366
Figura 294. Batimetría regenerada- Malla de cálculo .....	367
Figura 295. Localización de los registros de datos empleados en la validación del modelo .....	369
Figura 296. Comparación de las componentes u. En azul la serie satelital y en naranja las simuladas por el modelo numérico .....	370
Figura 297. Balance global de nutrientes en granjas de lubinas (Fuente: Ballester, M. 2016) .....	372
Figura 298. Condición habitual. Arriba: estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo) .....	373
Figura 299. Condición Habitual. Situación de la pluma, <b>concentración de Nitrógeno</b> , estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo) .....	374
Figura 300. <b>Condición Habitual</b> . Situación de la pluma, <b>concentración de Carbono</b> Arriba: estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo) .....	375
Figura 301. <b>Condición Habitual</b> . Situación de la pluma, <b>concentración de Fósforo</b> , en media marea bajando (arriba izq.), bajamar (arriba dcha.), media marea subiendo (abajo izq.) y pleamar (abajo dcha.) .....	376
Figura 302. <b>Condición Extremal</b> . Situación de la pluma, <b>concentración de Nitrógeno</b> , estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo) .....	377
Figura 303. <b>Condición Extremal</b> . Situación de la pluma, <b>concentración de Carbono</b> , estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo) .....	378
Figura 304. <b>Condición Extremal</b> . Situación de la pluma, <b>concentración de Fósforo</b> , estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo) .....	379
Figura 305. <b>Condición Extremal</b> . Situación de la pluma, <b>concentración de Fósforo</b> , estado de bajamar (arriba izq.), pleamar (arriba dcha.) y media marea (abajo) .....	380
Figura 306. Sedimentación de heces y restos de pienso no ingeridos; condición de calma sin viento (izq.) y condición habitual con viento NE (dcha.) .....	381
Figura 307. Distancias de los centros de cada jaula al punto más cercano a costa ...	384
Figura 308. Distancias de las jaulas al puerto de Mazarrón. ....	384
Figura 309. Evolución de la densidad de población en la Región de Murcia .....	386
Figura 310. Municipios cercanos a la futura instalación acuícola (Escala 1:100.000) ...	387
Figura 311. Tasa de empleo 2021 (último trimestre) en España por Comunidades Autónomas (Fuente INE) .....	389
Figura 312. Gasto en actividades de I+D interna (Fuente: CREM) .....	393
Figura 313. Sector empresas: gasto en I+D según rama de actividad (Fuente: CREM)	394
Figura 314. Ubicación de las plataformas respecto a la "Zona permanente de ejercicios aéreos" (Elaboración propia) .....	396
Figura 315. Ubicación de las plataformas respecto a la "Zona permanente de ejercicios submarinos" (Elaboración propia) .....	397

Figura 316. Ubicación de las plataformas respecto a la "Zona permanente de ejercicios en superficie" (Elaboración propia) .....	397
Figura 317. Ubicación de las plataformas respecto a la "Zona de seguridad Armada 2020" (Elaboración propia) .....	398
Figura 318. Situación de las jaulas respecto a las instalaciones acuícolas más cercanas .....	400
Figura 319. Distancia de las futuras jaulas flotantes al "Polígono El Gorguel" .....	400
Figura 320. Situación de las jaulas respecto a la granja marina frente a Cala Barrilla .	401
Figura 321. Situación de los caladeros de pesca frente a la costa de la región de Murcia (fuente: GALPEMUR y elaboración propia).....	401
Figura 322. Situación de la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía en relación con la ubicación de las jaulas (Fuente: SIOM y elaboración propia).....	403
Figura 323. Situación de la "Reserva marina de Cabo Tiñoso" y ubicación de las jaulas .....	406
Figura 324. Situación de los arrecifes artificiales frente a la costa de Murcia (fuente: GALPEMUR y elaboración propia).....	407
Figura 325. Situación de las jaulas respecto a la zona de protección pesquera del mediterráneo (Fuente: INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el CEDEX).....	408
Figura 326. Situación de la zona MUR 1/21 respecto a las jaulas .....	409
Figura 327. Ubicación de las plataformas respecto a "DST Cabo de Palos" (Fuente, INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el CEDEX) .....	412
Figura 328. Mapa general de densidad de tráfico marítimo en 2021 y 2022 (Fuente: Marinetraffic) .....	413
Figura 329. Mapa de densidad de tráfico marítimo en 2021 (Fuente: Marinetraffic) ..	414
Figura 330. Mapa de densidad de tráfico marítimo en 2022 (Fuente: Marinetraffic) ...	415
Figura 331. Mapa de densidad de tráfico marítimo en 2021 y 2022 (Fuente: Marinetraffic) .....	416
Figura 332. Zona de ubicación de las jaulas y densidad de tráfico marítimo en el periodo 2021-2022 (Fuente: Marinetraffic) .....	417
Figura 333. Localización de los puertos en la localidad de mazarrón (Fuente INFOMAR; Primer ciclo de OEM, Información proporcionada por el CEDEX) .....	420
Figura 334. Localización de las jaulas respecto al puerto pesquero-deportivo de Mazarrón .....	420
Figura 335. Ubicación de las jaulas respecto al "Punto de muestreo de captación de agua asociadas a desaladoras" (Fuente, INFOMAR).....	422
Figura 336. Ubicación de las jaulas respecto al "Punto de Captación de desaladoras" (Fuente, INFOMAR) .....	423
Figura 337. Ubicación de las jaulas respecto a las "Aglomeraciones urbanas de provincias costeras" (Fuente, INFOMAR) .....	425

Figura 338. Ubicación de las jaulas respecto a las “Estaciones de depuración de aguas residuales en aglomeraciones costeras” (Fuente, INFOMAR) .....	425
Figura 339. Ubicación de las jaulas respecto a las “Zonas sensibles” (Fuente, INFOMAR) .....	427
Figura 340. Ubicación de las jaulas respecto a la “Calidad de agua en zonas de baño, 2019” (Fuente, INFOMAR).....	428
Figura 341. Ubicación de las jaulas respecto a “Otras redes de medidas” (Fuente, INFOMAR) .....	430
Figura 342. Ubicación de las jaulas respecto a la “Señalización marítima (luces)” (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por el IHM) .....	431
Figura 343. Ubicación de las jaulas respecto a las “Zonas SAR” (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por el CEDEX) .....	432
Figura 344. Ubicación de las jaulas respecto a los “Centros de investigación de acuicultura” (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por Secretaría General de Pesca (MAPA) .....	433
Figura 345. Zona de ubicación de las jaulas flotantes de engorde respecto al punto de sondeo (Fuente INFOMAR, Información proporcionada por CEDEX a partir de datos MITECO) .....	436
Figura 346. Zona de ubicación de las jaulas flotantes de engorde respecto al gaseoducto (Fuente INFOMAR, Información proporcionada por SG Hidrocarburos del MITECO y Enagás) .....	437
Figura 347. Ubicación de las jaulas respecto a la “Zona de alto potencial para el desarrollo de la energía eólica marina” (Fuente, INFOMAR, Información proporcionada por el MITECO) .....	439
Figura 348. Ubicación de las jaulas flotantes de engorde respecto a los cables (Fuente: INFOMAR Cedex; Cables 1er ciclo OEM) .....	441
Figura 349. Zonas de baño con respecto a las jaulas (Fuente, INFOMAR; Playas, 2020. Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	443
Figura 350. Playas con zona de submarinismo cercanas a las jaulas (Fuente, INFOMAR; Playas, 2020. Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	444
Figura 351. Zonas de surf cercanas a las jaulas (Fuente, INFOMAR; Primer Ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO y Surf&Nature) .....	445
Figura 352. Situación de las jaulas respecto al “Humedal Lagunas de las Moreras” (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	453
Figura 353. Situación de las jaulas respecto a la “Sierra de las Moreras” (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	454
Figura 354. Situación de las jaulas respecto a las “Islas e Islotes del Litoral Mediterráneo” (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	455
Figura 355. Situación de las jaulas respecto a la ZEC “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón” (Elaboración propia, Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	459
Figura 356. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA “Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería” .....	461

Figura 357. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA-0000261, ZEPA-0000536 y ZEPA-0000264 “, (Fuente SIOM) .....	462
Figura 358. Situación de las jaulas respecto al LIC “Franja litoral Sumergida de la Región de Murcia” .....	463
Figura 359. Situación de las jaulas respecto al área (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	464
Figura 360. Situación de las jaulas respecto al área “EBSA MED 7 bentónicos” (Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	465
Figura 361. Localización de las jaulas respecto a la cartografía de actividades e impactos de la ZEC “Valles submarinos del escarpe de Mazarrón” (Fuente Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto) .....	468
Figura 362. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio .....	469
Figura 363. Diagrama de la metodología seguida en la valoración de impactos .....	482
Figura 364. Diferenciación de zonas de proyecto en función de las tareas realizadas .....	486
Figura 365. Situación de los caladeros de pesca frente a la costa de la región de Murcia (fuente: GALPEMUR. Elaboración propia) .....	493
Figura 366. Situación de la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía con relación a la ubicación de las jaulas (Fuente: SIOM. Elaboración propia) .....	493
Figura 367. Localización de las jaulas respecto a la cartografía de actividades e impactos de la ZEC “Valles submarinos del escarpe de Mazarrón” (Fuente, Orden AAA/1366/2016, de 4/08/2016) .....	497
Figura 368. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio .....	498
Figura 369. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA “Espacio marino de los Islotes Litorales de Murcia y Almería” .....	508
Figura 370. Situación de las jaulas respecto a la ZEPA-0000261 y ZEPA-0000264 (Fuente SIOM) .....	508
Figura 371. Hábitats 1110 más cercanos a nuestra zona de estudio .....	510
Figura 372. Hábitats 1120 más cercanos a nuestra zona de estudio .....	510
Figura 373. Situación de las jaulas respecto a la ZEC “Valles submarinos del Escarpe de Mazarrón” (Elaboración propia, Fuente INFOMAR, Primer ciclo OEM, Información proporcionada por el MITECO) .....	512
Figura 374. Situación de los caladeros de pesca frente a la costa de la región de Murcia (fuente: GALPEMUR. Elaboración propia) .....	514
Figura 375. Situación de la zona de veda de merluza, postas morunas y almadraba de La Azohía en relación con la ubicación de las jaulas (Fuente: SIOM. Elaboración propia) .....	514
Figura 376. Situación de la zona MUR 1/21 respecto a las jaulas .....	515



---

Figura 377. Localización de las jaulas respecto a la cartografía de actividades e impactos de la ZEC "Valles submarinos del escarpe de Mazarrón" (Fuente, Orden AAA/1366/2016, de 4/08/2016) .....	519
Figura 378. Mosaico confeccionado a partir de los registros de SBL de la zona de estudio.....	519
Figura 379. Situación del área de estudio respecto a las masas de agua (Plan Hidrológico de la Demarcación del Segura 2015/2021. Anejo 12, Caracterización de las masas de agua de la DHS .....	530
Figura 380. Clasificación climática de Köpen de la Región de Murcia (Fuente: Confederación Hidrográfica del Segura; en "La estrategia de desarrollo local GALPEMUR 2021-2027") .....	533
Figura 381. Situación del clima periodo 1981-2000 (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027). (Clasificación climática de Köpen (izq. Superior), Temperatura media (°C) (drch. Superior), Precipitación acumulada (mm) (izq. Inferior), Número medio anual de horas de sol (drch. Inferior) .....	534
Figura 382. Carácter térmico mensual en relación con la distribución normal del periodo de referencia (1981-2010) Murcia. Fuente: Caracterización del comportamiento de la temperatura mensual desde 1991, respecto al periodo de referencia 1981-2010. AEMET. 2019 .....	534
Figura 383. Evolución temperatura Mar Mediterráneo 1982-2019 (Fuente Fundación Centros de Estudios del Mediterráneo (CEAM) en GALPEMUR 2021-2027).....	535
Figura 384. Proyección datos clima 2100. Cambio de la temperatura máxima (°C), (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027) .....	535
Figura 385. Proyección datos clima 2100. Cambio duración olas de calor (días) , (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027) .....	536
Figura 386. Proyección datos clima 2100. Cambio en días cálidos (%), (Fuente: AEMET, en GALPEMUR 2021-2027) .....	536
Figura 387. Impactos potenciales del cambio climático sobre la acuicultura y las posibles formas de manifestarse (Fuente. FAO/NACA 2012) .....	539
Figura 388. Modelo de estadillo de seguimiento de los trabajos previstos durante la fase constructiva .....	552
Figura 389. Localización de los puntos propuestos para la toma de muestras de sedimentos en el marco del PVA .....	555
Figura 390. Modelo de estadillo de seguimiento de los trabajos previstos durante la fase operativa .....	557

---

## 20. ABREVIATURAS

**ABS**: American Bureau of Shipping.

**AEMET**: Agencia Estatal de Meteorología.

**AMTI**: Acuicultura Multitrófica Integrada.

**BAP**: Mejores Prácticas Acuícolas.

**BIC**: Bienes de Interés Cultural.

**BOE**: Boletín Oficial de Estado.

**BORM**: Boletín Oficial de Murcia.

**CCAA**: Comunidad Autónoma.

**CEE**: Catálogo Español de Especies Amenazadas.

**CEIMAR**: Campus de Excelencia Internacional del Mar.

**CREM**: Centro Regional de Estadística de Murcia.

**CSIC**: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

**CSN**: Consejo de Seguridad Nuclear.

**CST**: Zonas de control en puntos de gran tráfico marítimo.

**DPMT**: Dominio Público Marítimo Terrestre.

**DSEAR**: Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización.

**DST**: Zonas de control en puntos de gran tráfico marítimo.

**FANs**: Floraciones de algas nocivas.

**FAO**: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

**FCR**: Factor de Conversión del Alimento (acuicultura).

**GALPEMUR**: Grupo de Acción Local de Pesca y Acuicultura de la Región de Murcia.

**GEI**: Gases de efecto invernadero.

**GRADISTAT**: Grain Size Analysis Program.

**HC**: Huella de carbono.

**HIC**: Hábitats de Interés Comunitario.

**Hs**: Altura de ola significativa.

**IBA**: "Important Bird Area" (Áreas importantes para conservación de aves).

**INE**: Instituto Nacional de Estadística.

**I+D+i**: Investigación, Desarrollo e innovación.

**IGME**: Instituto Geológico y Minero de España.

**IMIDA**: Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario.

**INFOMAR**: Sistema de Información sobre el Medio Marino.

**IPCC**: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

**ITV**: Instrucción Técnica de Vehículos.

**IUCN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

**JACUMAR:** Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos.

**LCCTE:** Ley de Cambio Climático y Transición Energética.

**LESPE:** Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

**LIC:** Lugar de Interés Comunitario.

**LOI:** Método de calcinación o pérdida de peso por ignición.

**MAGRAMA:** Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (antiguo MITERD).

**MAPA:** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

**MAPAMA:** Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (antiguo MITERD).

**MDT:** Modelo digital del terreno.

**MITECO:** Ministerio para la Transición Ecológica (antiguo MITERD).

**MITERD:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

**MITMA:** Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

**OMI:** Organización Marítima Internacional.

**PAIDI:** Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación.

**PAT's:** Productos derivados de animales terrestres.

**PIB:** Producto Interior Bruto.

**PNIEC:** Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

**PNPPAS:** Plan Nacional de Protección del Patrimonio Arqueológico Subacuático.

**POEM:** Plan de ordenación del espacio marítimo.

**PORN:** Planes de Ordenación de los Recursos Naturales.

**PROTECMA:** Plataforma Tecnológica para la Protección de la Costa y del Medio Marino.

**PRUG:** Planes Rectores de Uso y Gestión.

**PVA:** Plan de Vigilancia Ambiental.

**RAMSAR:** Es un tratado internacional aprobado el 2 de febrero de 1971 en la ciudad iraní de Ramsar (de ahí su nombre), relativo a la conservación y uso racional de los humedales.

**RAS:** Sistemas de recirculación de agua.

**REDMAR:** Red de Mareógrafos (Puertos del Estado).

**REGA:** Registro de explotaciones de acuicultura.

**SASEMAR:** Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima.

**SAR:** Zonas de responsabilidad en materia de búsqueda y socorro.

**SAU:** Superficie agrícola utilizada.

**SEPE:** Servicio Público de Empleo Estatal.

---

**SC**: Superficie cultivada.

**SIOM**: Sistema de Información Oceanográfico de la Región de Murcia.

**In**: Toneladas.

**Ip**: Periodo de pico.

**UE**: Unión Europea.

**UNESCO**: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

**U.T.A.**: Unidad de trabajo Anual, trabajo que realiza una persona a tiempo completo durante un año.

**ZAA**: Zonas Aptas para la Acuicultura.

**ZAPAC**: Zona de Alto Potencial para la Acuicultura.

**ZAPBD**: Zona de Alto Potencial para la Conservación de la Biodiversidad.

**ZEC**: Zona Especial Conservación.

**ZEPA**: Zona de Especial Protección para las Aves.

**ZEPIM**: Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo.

**ZIDN**: Zonas de Interés para la Defensa Nacional.

**ZMES**: Zonas marinas especialmente sensibles.

**ZSA**: Zonas de servidumbre arqueológica subacuática

**ZUPBD**: Zona de Uso Prioritario para protección de la Biodiversidad.

## 21. ANEXOS

Se adjuntan los siguientes anexos:

- ANEXO I, Planos.
- ANEXO II, Fotográfico.
- ANEXO III, Estudio de compatibilidad con las Estrategias Marinas.
- ANEXO IV, Estudio de compatibilidad con el sector pesquero.
- ANEXO V, Estudio de vulnerabilidad ante riesgos de accidentes graves o catástrofes.
- ANEXO VI, Resultados de laboratorio.