

# PROTOCOLO NACIONAL DE ACTUACIÓN ANTE VARAMIENTOS DE TORTUGAS MARINAS

**Noviembre de 2022**

## INDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN Y MARCO LEGAL .....</b>	<b>6</b>
<b>I Protocolo de aviso .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Protocolo de actuación.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Central de llamadas .....</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Coordinación red de varamientos.....</b>	<b>12</b>
<b>1.5 EQUIPO DE ATENCIÓN A VARAMIENTOS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.1 Equipo de asistencia primaria .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.2 Equipo técnico especializado.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.3 Unidad de recuperación.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.4 Equipo de patología .....</b>	<b>14</b>
<b>1.5.5 Banco de muestras .....</b>	<b>14</b>
<b>2 Procedimiento de actuación frente a animales muertos.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Documentación y equipamiento.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Protocolo estándar necropsia.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Toma de muestras .....</b>	<b>23</b>
<b>3 Actuación con tortugas vivas .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 Contacto con el alertante.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Exploración general.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1 Evaluación visual fuera del agua .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2 Evaluación dentro del agua.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.3 Exploración Física.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Exploración neurológica .....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Pruebas diagnósticas .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.1 Análítica sanguínea.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2 Diagnóstico por imagen .....</b>	<b>35</b>
<b>3.5 Eutanasia .....</b>	<b>40</b>
<b>4 Mantenimiento de tortugas en centros de recuperación .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Introducción.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Dieta.....</b>	<b>41</b>

4.3	Instalaciones.....	44
4.3.1	Tanques.....	44
4.3.2	Calidad del agua.....	45
4.3.3	Temperatura.....	46
4.4	Bioseguridad.....	47
5	Actuación con tortugas vivas procedentes de captura accidental en pesquerías .....	49
5.1	Introducción.....	49
5.2	Artes de pesca .....	50
5.2.1	Arrastre .....	50
5.2.2	Artes fijas.....	50
5.2.3	Palangre .....	50
5.2.4	Nasas .....	51
5.3	Presentaciones clínicas interacción pesquerías.....	51
5.3.1	Lesiones externas e internas.....	51
5.3.2	Ahogamientos .....	53
5.3.3	Síndrome descompresivo .....	54
6	Basura marina y contaminantes.....	58
6.1	Introducción.....	58
6.2	Desechos sólidos.....	58
6.3	Contaminantes ambientales .....	59
6.3.1	Toma de muestras .....	60
6.3.2	COPs (contaminantes orgánicos persistentes) .....	60
6.3.3	Metales pesados .....	61
6.4	Efectos adversos de los contaminantes.....	61
6.5	Efectos adversos de los <b>HIDROCARBUROS</b> .....	62
6.5.1	Efectos de la exposición en la salud de las tortugas .....	63
7	Tortugas irrecuperables .....	64
8	Protocolo pre-suelta .....	65
8.1	Criterios para la liberación.....	65
8.2	Recomendaciones.....	65
9	<b>SUELTA</b> .....	66
9.1.1	Tipos de Suelta .....	66
9.1.2	Acciones previas a la suelta .....	68
10	Sistemas de marcaje e identificación individual .....	69

10.1	Introducción.....	69
10.2	Marcas externas (Tags).....	69
10.3	Microchip (PIT) .....	70
10.4	Foto-identificación.....	70
10.5	Marcas biológicas de larga duración.....	71
11	Seguimiento satélite post-recuperación.....	72
11.1	Introducción .....	72
11.2	Data loggers.....	72
11.3	Pop-Ups o PSATs (Pop-Up Satellite Archival Tags) .....	72
11.4	PPT (Platform Terminal Transmitter) .....	73
11.5	GPS/ Fastloc.....	74
12	Estandarización y gestión de bases de datos .....	76
12.1	introducción .....	76
12.2	Organización de bases de datos.....	76
12.2.1	Organización de los participantes.....	76
12.2.2	Organización de los datos.....	76
12.3	Información que debe contener la base de datos .....	77
13	Gestión de cadáveres.....	80
13.1	Marco legal .....	80
13.2	Responsables de la gestión de los restos.....	80
13.3	Protocolo de gestión de las carcasas.....	81
13.4	Eliminación de los restos.....	82
13.5	Limpieza y desinfección.....	84
ANEXO I	.....	92
ANEXO 2	.....	95
Anexo 3	.....	98
Anexo 4	.....	103
Anexo 5	.....	108
Anexo 6	.....	110

## ANEXOS

1. Protocolo para el estudio de ingestión de basuras en tortugas marinas.
2. Valores referencia (hematología y bioquímica)
3. Requisitos mínimos para centros de recuperación de tortugas marinas.
4. Ficha necropsia.

5. Ficha exploración neurológica.
6. Ficha identificación especies.

## INTRODUCCIÓN Y MARCO LEGAL

---

De las siete especies de tortugas marinas existentes, se ha constatado la presencia de seis de ellas en el litoral español.

Así pues, las tortugas marinas que forman parte de la fauna española son:

- **Tortuga Laúd** (*Dermochelys coriacea*)

Especie ocasional tanto en aguas atlánticas (Brongersma, 1972) como en el Mediterráneo (Casale & Margaritoulis, 2010).

- **Tortuga Golfina o Lora** (*Lepidochelys kempii*)

Muy rara en aguas españolas, citada en la costa gallega y en menor medida en la zona mediterránea (Carreras et al., 2014; Tomás & Raga, 2008).

- **Tortuga Boba o Común** (*Caretta caretta*)

Esta tortuga se reproduce en aguas del Mediterráneo y es la especie más abundante en aguas españolas.

- **Tortuga Carey** (*Eretmochelys imbricata*)

Es también una tortuga rara en aguas españolas, habiéndose observado en Galicia, Canarias y el Atlántico andaluz (Casale & Margaritoulis, 2010).

- **Tortuga Verde** (*Chelonia mydas*)

Se reproduce en el Mediterráneo oriental siendo una especie poco común en aguas españolas a excepción de las islas Canarias (Carreras et al., 2014).

- **Tortuga Olivácea** (*Lepidochelys olivacea*)

Presencia muy esporádica con citas en Canarias (Carrillo & Alcántara, 2014) y la Comunidad Valenciana (Revuelta et al, 2015).

En la siguiente tabla (tabla 1) se muestra el estado de conservación a nivel global de las tortugas marinas que pueden encontrarse en las aguas de jurisdicción nacional, de acuerdo a las categorías de especies amenazadas de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN):

Especie	IUCN (IUCN, 2017)
<i>Dermochelys coriacea</i>	Vulnerable
<i>Caretta caretta</i>	Vulnerable
<i>Chelonia mydas</i>	Endangered
<i>Lepidochelys kempii</i>	Critically endangered
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Critically endangered
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Vulnerable

Tabla  
diferentes especies de tortugas marinas según los criterios de la UICN (febrero 2018)

1. Estado de conservación de las

En cuanto al marco legal, a nivel internacional las seis especies presentes en nuestras aguas están incluidas en los Apéndices I (Especies migratorias en peligro) y II (Especies migratorias que deben ser objeto de acuerdos) de la Convención de Bonn (Decisión 82/461/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1982, relativa a la celebración del Convenio sobre la conservación de las especies migratorias de la fauna silvestre). Estas seis especies quedan recogidas también en el Apéndice I de la Convención CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). En relación a los convenios regionales de protección del medio marino de los que España es Parte Contratante, el Convenio OSPAR (Convenio para la Protección del medio ambiente marino del Atlántico nordeste), incluye a la tortuga común y laúd en su lista de especies amenazadas y/o en declive. En cuanto al Convenio de Barcelona (Decisión 77/585/CEE del consejo, de 25 de julio de 1997, relativa a la celebración del Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación), a excepción de la tortuga olivácea, las otras cinco especies se encuentran incluidas en el anexo II “Lista de especies en peligro o amenazadas” de su Protocolo sobre Zonas Especialmente Protegidas y la Diversidad Biológica en el Mediterráneo.

A nivel europeo, la Directiva Hábitats (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) considera a cinco de las seis especies de tortugas marinas presentes en aguas españolas, con la excepción de la tortuga olivácea, como especies de interés comunitario y las incluye en el Anexo IV “Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta”. Las tortugas común y verde se encuentran también incluidas en el Anexo II “Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar Zonas Especiales de Conservación” y, además, son consideradas como prioritarias, por lo que su conservación supone una especial responsabilidad para los Estados miembros. A su vez, estas mismas cinco especies se encuentran recogidas en el Anexo II “Fauna estrictamente protegida” del Convenio de Berna (Decisión del Consejo, de 3 de diciembre de 1981, referente a la celebración del convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa).

A nivel estatal, La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad establece en su Título III las consideraciones relativas a la conservación de la biodiversidad; y crea, en su artículo 56, el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), que se desarrolla mediante el 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.

Por otro lado, la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino, tiene como objetivo la consecución del un buen estado ambiental del medio marino. Para ello, se evalúan y monitorizan 11 descriptores, entre los que se encuentra el descriptor 1 biodiversidad (D1), en el que las 6 especies de tortugas marinas citadas anteriormente se consideran elementos a utilizar en la evaluación del medio marino, junto con especies de otros grupos (aves, mamíferos, peces y cefalópodos).

Las seis especies de tortugas marinas registradas en aguas marinas sometidas a soberanía o jurisdicción española están incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. La tortuga común se encuentra además incluida como “vulnerable” en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA).

Por otro lado, en su artículo 57 la ley establece la prohibición en relación con las especies incluidas en el LESRPE de, entre otras cuestiones, poseer, transportar, intercambiar ejemplares vivos o muertos, así como sus propágulos y restos, salvo en los casos en los que estas actividades, de una forma controlada por la Administración, puedan resultar claramente beneficiosas para su conservación.

Estas prohibiciones, de acuerdo al artículo 61.1.d de la mencionada Ley, se pueden excepcionar mediante autorización administrativa cuando sea necesario por razón de investigación, educación, repoblación o reintroducción, o cuando se precise para la cría en cautividad orientada a dichos fines.

En este sentido, el personal trabajando con tortugas marinas para redes de varamientos y/o centros de rescate debe contar con una autorización administrativa que les pueda cubrir legalmente durante sus actuaciones.

Estas autorizaciones las están emitiendo actualmente las administraciones autonómicas y/o el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (y en algunos casos también las administraciones insulares). En el caso de traslados de ejemplares, puestas o restos de tortugas marinas (osamentas, caparazones, etc.) entre comunidades autónomas o incluso fuera del territorio español, con fines de conservación o investigación, se debería contar con una autorización del MITECO.

Teniendo en cuenta la situación de las tortugas marinas en las costas españolas, los objetivos fundamentales de este protocolo son:

1. Proporcionar una actuación adecuada, rápida, eficaz y coordinada frente a los varamientos y capturas accidentales de tortugas marinas que se produzcan en el litoral español.

2. Establecer y estandarizar las acciones mínimas que deben llevarse a cabo durante dicha actuación.
3. Aumentar el conocimiento sobre el estado sanitario en el que se encuentran las poblaciones de las distintas especies de tortugas marinas, permitiendo así, una mejor evaluación del estado de conservación en el que se encuentran e identificar y cuantificar las amenazas en el marco del desarrollo de la estrategia marina.
4. Establecer directrices para la estandarización en la toma de datos de tortugas marinas en centros de recuperación y redes de varamientos.

En definitiva, este protocolo pretende constituir una herramienta clara que permita dar una respuesta profesional y eficiente ante este tipo de eventos. Va dirigido tanto a las administraciones con competencias como a las distintas organizaciones que poseen permisos de asistencia y rescate de tortugas marinas.

## 1 PROTOCOLO DE AVISO

---

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Un número considerable de tortugas marinas, principalmente ejemplares de *Caretta caretta*, varan anualmente en la costa española, aparecen flotando en alta mar enmalladas, heridas o enfermas, o son capturadas accidentalmente por actividades pesqueras. Las tortugas varadas o capturadas de manera accidental en artes de pesca suelen presentar distintas patologías que pueden variar en función de numerosos factores. Generalmente, son los usuarios de las playas, las embarcaciones de recreo o los pescadores quienes encuentran estos animales y comunican el hallazgo.

### 1.2 PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

Frente a los varamientos y durante el traslado de las tortugas marinas intervienen un gran número de personas pertenecientes a distintas instituciones públicas y/o privadas, por lo que es necesaria una buena organización y coordinación de las acciones a realizar frente a estos eventos.

Así pues, los agentes implicados suelen ser:

- Central de llamadas.
- Coordinador/a de la red de varamientos.
- Equipo de atención a varamientos, formado por:
  - Equipo de asistencia primaria;
  - Equipo técnico especializado;
  - Unidad de recuperación;
  - Equipo de patología

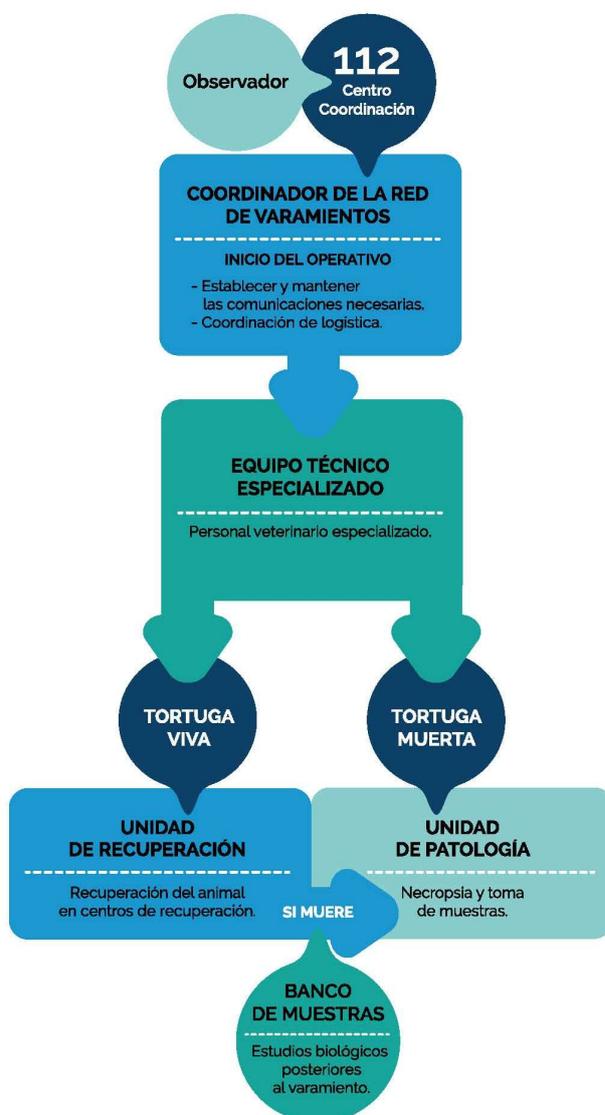


Diagrama 1: Plan de coordinación ante avisos

### 1.3 CENTRAL DE LLAMADAS

Los avisos de varamiento se deben centralizar mediante un número de teléfono único, constante y que se encuentre disponible durante las 24 horas del día. Teniendo en cuenta estas características, se recomienda utilizar el servicio de teléfono de emergencias europeo, el 112, que en España se gestiona desde cada comunidad autónoma. Desde este número, se remitirá el aviso al teléfono móvil de coordinación de la red de varamientos.

Desde la central del 112, se realizará una serie de preguntas (previamente establecidas) a la persona que haga la llamada con el aviso del varamiento (informante). La respuesta a estas

preguntas proporcionará la información necesaria para poner en marcha el operativo, ayudando a determinar las acciones a realizar. Posteriormente, esta información debe trasladarse al coordinador/a de la red de varamientos.

#### Preguntas a realizar al informante:

- Nombre y apellidos. Teléfono de contacto. Adicionalmente se recomienda solicitar al informante que se mantenga a la espera hasta recibir la llamada del coordinador/a de la red de varamientos.
- Información sobre la ubicación lo más exacta posible (puerto playa, embarcación) en la que se ha producido el varamiento o captura del animal. Para ello, se recomienda referenciar un punto reconocible cercano (ya sea algún puesto de socorrista, desembocaduras de ríos, distancias a inicio de playa, espigones, Casetas de Cruz Roja... etc.).
- Tipo de animal. Se preguntará también por otros datos como el tamaño y la presencia de aletas en lugar de patas con uñas, para confirmar que se trata de una tortuga marina.
- Estado en que se encuentra la tortuga.
  - Si está viva, se puede preguntar si se observa alguna lesión evidente (anzuelos, sedales, fracturas, enmalles...)
  - En caso de estar muerta, obtener información básica sobre su estado de conservación a través de un cuestionario sencillo: ¿Está hinchada? ¿Presenta descamación en el caparazón? ¿Se aprecian los huesos?...
- En individuos procedentes de pesca accidental, conocer el arte utilizado en la captura.
- Condiciones del mar (marea, viento, oleaje, etc.).

En caso de que el animal esté vivo, se proporcionarán instrucciones a seguir hasta la llegada del equipo de rescate (Ver Apartado 3 “Actuación con tortugas varadas vivas”)

## **1.4 COORDINACIÓN RED DE VARAMIENTOS**

El coordinador/a de la red de varamientos se encargará de centralizar los avisos desde el 112 al teléfono móvil de coordinación de la red de varamientos. Con esta llamada, se pondrá en marcha el operativo.

Además, también será responsable de:

- Informar a las autoridades, administraciones o instituciones responsables de las actuaciones frente a varamientos de tortugas marinas según lo establecido en cada territorio.

- Contactar con la persona que ha dado el aviso, para verificar la información recibida y obtener información adicional si fuera necesario, así como para agradecer el interés y servicio prestado.
- Contactar de nuevo con el 112 para realizar lo que se denomina como “cerrar el aviso”, dando información de especie, medidas y actuación realizada.

## **1.5 EQUIPO DE ATENCIÓN A VARAMIENTOS**

Este equipo estará compuesto por las personas responsables de las acciones en el lugar de aparición de la tortuga.

Debe tenerse en cuenta que esta clasificación de equipos es una descripción ideal. En función de los recursos humanos y económicos disponibles, las funciones y número de equipos descritos podrán reagruparse.

### **1.5.1 Equipo de asistencia primaria**

Este equipo estará integrado por personal con conocimientos básicos en atención a especies marinas

### **1.5.2 Equipo técnico especializado**

Este equipo estará integrado por profesionales con formación y experiencia acreditable en biología y manejo de tortugas marinas.

1. En caso de aparición de una tortuga viva, el animal será trasladado lo más rápidamente posible al centro de recuperación con el fin de realizar el diagnóstico veterinario y aplicar el tratamiento médico apropiado (en caso necesario), así como proporcionar las mejores condiciones de bienestar a los animales conforme a lo establecido en el presente protocolo (capítulo 3).
2. En el caso de que la tortuga ya se encuentre muerta, el Equipo técnico especializado se coordinará con el Equipo de asistencia primaria y realizar las acciones previstas en el presente protocolo (capítulo 2)

### **1.5.3 Unidad de recuperación**

Esta unidad estará constituida por personal veterinario especializado en medicina clínica y estudios de anatomopatología en estas especies, así como otros profesionales con formación y experiencia acreditada en biología y manejo de tortugas marinas, además de las infraestructuras que se estimen oportunas en cada territorio para procurar la recuperación de los animales como son los centros de recuperación. Según las directrices para mejorar la participación de los centros de rescate de tortugas marinas (Rac/Spa, 2004) donde se establecen las pautas para la creación de una red de centros de recuperación de tortugas marinas en el Mediterráneo, se establece una clasificación de los mismos, en función del equipamiento y la capacidad de atención que presenten:

- **Centro de Recuperación de Tortugas Marinas:** Estructurado y organizado para ofrecer una atención completa a cualquier caso que se pueda presentar. Se encuentran bien equipados y disponen de personal cualificado de forma permanente. Idealmente, deben estar vinculados a universidades o centros de investigación para favorecer la realización de estudios científicos asociados a la recuperación.
- **Centro de Emergencia de Tortugas Marinas:** Están estructurados de forma más sencilla, con instalaciones menos especializadas y con la finalidad de poder realizar tratamientos sencillos o de primeros auxilios. Los casos que presenten mayor complejidad podrán ser derivados a Centros de Rescate de Tortugas Marinas.

En el anexo 3 se pueden consultar los requerimientos mínimos para centros de recuperación.

#### **1.5.4 Equipo de patología**

Este equipo estará compuesto por personal veterinario especializado en patología de tortugas marinas. Será responsable, según lo establecido en cada territorio, de la realización del diagnóstico forense (necropsia, estudio histopatológico, análisis microbiológicos, etc.) de los animales que aparezcan muertos o que mueran en el transcurso del proceso de recuperación con el fin de obtener la máxima información posible sobre las causas de enfermedad y/o muerte.

#### **1.5.5 Banco de muestras**

Por último, debe crearse un banco de muestras para el almacenaje de muestras biológicas procedentes de las tortugas varadas. La finalidad de este espacio consiste en guardar y recopilar muestras para, así, poder realizar estudios científicos posteriormente.

## 2 PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN FRENTE A ANIMALES MUERTOS

---

### 2.1 INTRODUCCIÓN

El examen post mortem constituye una herramienta de gran valor para la identificación de la causa de muerte. El conocimiento de los factores y agentes etiológicos que están causando mortalidad en las poblaciones de tortugas marinas es vital para monitorizar la salud de las poblaciones, identificar amenazas y aumentar el conocimiento para mejorar la gestión de las amenazas, así como las opciones terapéuticas en tortugas vivas. Además, el estudio de los animales varados puede ofrecer gran cantidad de información sobre la biología de estas especies: dieta, esqueletocronología, estudio de comunidades parásitas, etc...

La necropsia se realizará siempre que sea posible, dependiendo del grado de descomposición del animal y/o del acceso al lugar de varamiento. El equipo de patología practicará la necropsia del animal o, en su defecto, el personal veterinario perteneciente al equipo técnico especializado, siguiendo el protocolo de necropsias y toma de muestras.

Cuando un ejemplar varado no sea necropsiable, se deberá cumplimentar la ficha de registro de datos, para lo que será necesario tener al menos una cinta métrica, guantes, mascarilla, y un móvil o cámara con la que tomar imágenes. La ficha de recogida de datos debe de ser sencilla, con los datos biométricos del animal, lugar del varamiento, y observaciones.

Una vez recogidos los datos del animal y fotografía, el equipo pasará la información al coordinador de la red de varamientos, que determinará si hay que realizar alguna actuación más con el cadáver, o se procede a cerrar el aviso a través del 112.

Para animales necropsiables, el estudio post-mortem será llevado a cabo, siempre y cuando el tamaño y peso del animal permita su traslado, en una sala acondicionada para tal efecto (Imagen 1). En caso contrario, se practicará en el lugar donde sea trasladado por los servicios de limpieza de la autoridad a la que corresponda la retirada del animal o, en último caso, directamente en el lugar de varamiento (sólo en lugares de difícil acceso para los servicios de limpieza debido a la orografía y suficientemente alejadas de núcleos urbanos). Simultáneamente, se realizará la toma de datos y muestras relacionadas con los datos biológicos.



Imagen 1. Sala de necropsias (Fundació CRAM).

Dentro del estudio post-mortem, se distinguen tres fases:

- **Historia previa:** En primer lugar, la recopilación de información referente al varamiento o la historia clínica.
- **Necropsia y toma de muestras:** En segundo lugar, la disección de la carcasa y la documentación de los hallazgos macroscópicos.
- **Pruebas complementarias:** En tercer lugar, el examen histopatológico y la documentación de los hallazgos microscópicos, así como la realización de estudios toxicológicos, microbiológicos, pruebas moleculares y exámenes parasitológicos.

Las observaciones previas al varamiento pueden ser relevantes en la identificación de la causa de muerte. De la misma manera, las lesiones halladas en el examen macroscópico son imprescindibles para la interpretación de los hallazgos microscópicos. Finalmente, la información recopilada hasta el momento nos guiará en la elección de las pruebas de laboratorio complementarias que debemos realizar.

Se debe tener en cuenta que pese a la correcta realización del estudio post mortem, la determinación de la causa primaria de muerte puede que no siempre sea posible.

## 2.2 DOCUMENTACIÓN Y EQUIPAMIENTO

Un factor de gran importancia en la toma de datos de la necropsia es la correcta descripción de las observaciones. El tamaño, la distribución, el color o la textura son características imprescindibles que deben ser incluidas cuando se describa una lesión o anomalía.

Medidas objetivas como el tamaño, el volumen o el peso también deben ser empleadas siempre que sea posible. Estimaciones de porcentaje de afectación de órganos o estructuras constituyen una medida cuantitativa con más información que otras descripciones subjetivas.

Existen varios protocolos y manuales de necropsia de referencia en tortugas marinas disponibles en la web (Flint et al., 2009; Poppi & Marchiori, 2012; Wolke & George, 1981; Wyneken, 2001)

Toda necropsia deberá ir acompañada de un correcto registro fotográfico que como mínimo deberá incluir:

- Fotografías representativas de la exploración externa de la tortuga, dorsal y ventral, incluyendo cualquier lesión o anomalía.
- Fotografías de la región ventral una vez se haya retirado el plastrón, mostrando el estado de la musculatura y la grasa, así como cualquier lesión a nivel interno.
- Fotografías de los hallazgos y las lesiones macroscópicas.

De forma previa a la realización de la necropsia y la toma de muestras se debe establecer el estado de conservación del cadáver. La cantidad de información que se puede obtener de un cadáver fresco y la calidad de esta son mucho mayores. En función del estado de descomposición se establece un código con 5 categorías:

- Código 1: Animal muy fresco, reciente eutanasia o menos de 2 horas post mortem.
- Código 2: Cadáver fresco (aproximadamente 24 horas post mortem, variable en función de la temperatura ambiental). No se aprecia olor desagradable, aún hay presencia de lágrima en los ojos, la cavidad celómica no está hinchada.
- Código 3: Descomposición moderada. El cadáver se observa ligeramente hinchado y desprende un olor característico, los ojos se muestran secos sin presencia de lágrima, en algunas zonas la piel empieza a desprenderse.
- Código 4: Descomposición avanzada. El cadáver se muestra completamente hinchado, desprende un olor muy desagradable, presenta alteraciones de coloración en la piel con tonos verdosos, pérdida completa de la piel en la mayor parte del cuerpo, exposición parcial del esqueleto en cabeza y extremidades. Los órganos pueden estar completamente licuados o llegar a distinguirse parcialmente.
- Código 5: Cadáver momificado o totalmente descompuesto.

En cuanto al equipamiento, se considera que el material básico para la realización de una necropsia es el siguiente (Tabla 2).

## Equipamiento básico

Tijeras de disección	Casetes histológicos	Formol 10%
Hisopos	Bolsas muestras (Zip)	Pinzas
Cuchillos	Botes para muestras	Lápiz y rotulador indeleble
Mango bisturí	Cámara	Forceps dentados.
Hojas bisturí	Hojas de registro	Sierra oscilante
Guantes	Cinta métrica	Etiquetas
Papel aluminio		

Tabla 2. Material básico para la realización de una necropsia.

El detalle y la extensión de la necropsia dependen en gran medida del estado de la carcasa. Detalles como la condición corporal, la presencia de contenido en digestivo o la presencia o ausencia de lesiones traumáticas externas pueden ser registrados pese a un mal estado de conservación. En animales frescos la realización de una necropsia ordenada, sistemática y completa, así como una correcta toma de muestras es esencial.

Antes de comenzar con la disección es conveniente realizar un examen externo y toma de datos, incluyendo medidas biométricas (Imagen 2) y registro fotográfico. La presencia de organismos epibiontes o parásitos es habitual en determinadas especies y en algunos casos nos puede facilitar información sobre el carácter (agudo/crónico) de la patología causante de la muerte.



Imagen 2. Toma de datos biométricos

En determinados casos, el estudio radiológico previo a la necropsia nos puede evidenciar detalles como fracturas o lesiones óseas, evidencia de gas intravascular, presencia de anzuelos u otros cuerpos extraños. También se puede detectar la presencia de microchip (PIT).



Imagen 3 y 4. Fotografías estándar caparazón y plastrón

### 2.3 PROTOCOLO ESTÁNDAR NECROPSIA

El primer paso en la disección es la retirada del plastrón cortando alrededor de la periferia de este incluyendo los puentes de los escudos marginales (Imagen 5). Al realizar los cortes, se ha extremar la precaución para evitar dañar estructuras internas como el hígado o el tracto gastrointestinal, así como el corte prematuro de la membrana celómica. Una vez rodeado completamente, se separa de la tortuga elevándolo desde la parte craneal y seccionando lo más próximo al plastrón que se pueda la musculatura pectoral y el tejido conectivo hasta exponer la cavidad celómica, la musculatura pectoral y la pelvis. La presencia de grasa extracelómica y fundamentalmente el estado de la musculatura pectoral, nos permite evaluar el estado de condición corporal de la tortuga.



Imagen 5. Vista tras retirada del plastrón

El siguiente paso consiste en disecar la musculatura pectoral e incidir la membrana celómica con el fin de dejar la cavidad celómica craneal expuesta, evitando incidir sobre el corazón y el

saco pericárdico. Posteriormente se realiza un corte longitudinal a través de la línea media ventral del cuello exponiendo el esófago y la tráquea.

En la porción caudal las aletas posteriores y los huesos pelvianos también deben ser retirados para exponer la cavidad celómica y retrocelómica.

Una vez expuesta toda la cavidad celómica, se inspeccionan los órganos in situ y se evalúan las posibles anomalías, así como la posible relación entre dichas anomalías si se detectaran. Es el momento de la toma de muestras para microbiología de la cavidad si así se considera.



Imagen 6. Vista corazón.

En este punto se recomienda tomar muestras de órganos como la glándula tiroidea, la paratiroides o el timo ya que puede dificultarse su localización a medida que avanza el procedimiento.

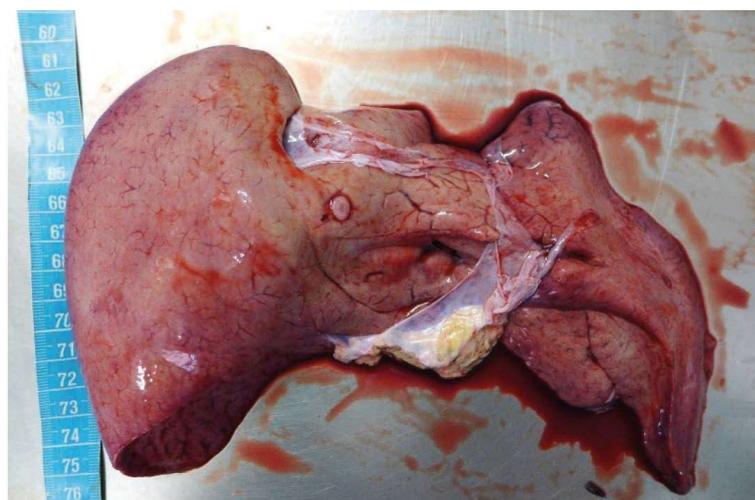


Imagen 7. Vista de hígado

A continuación, se procede a abrir el saco pericárdico, examinando la presencia de fluido, hemorragias en su interior y la apariencia de la pared del miocardio (Imagen 6). El corazón es retirado cortando por encima de la base de las arterias y venas y el ligamento que lo une al pericardio (Gubernaculum cordis). Para examinarlo realizamos dos incisiones longitudinales a través de los atrios observando las paredes cardiacas y las válvulas.

El hígado está dividido en dos lóbulos (Imagen 7), el izquierdo bordeando el estómago y el derecho, dónde se localiza la vesícula biliar. Es importante evitar la contaminación de la cavidad celómica con bilis. Se debe examinar tanto la superficie como en profundidad, los vasos hepáticos, los conductos biliares y la vesícula biliar.

El tracto digestivo debe ser extraído intacto desde el inicio del esófago, anudando y cortando a la altura de la cloaca con el fin de evitar derrames de contenido y contaminación de otros órganos. Para exponer el esófago se realiza una incisión en la piel ventral del cuello desde la posición del escudo intergular a la mandíbula, es necesario separar la musculatura subyacente y apartar la tráquea. La zona de la tráquea y el esófago deben ser examinadas con cautela ya que son susceptibles de la presencia de cuerpos extraños (principalmente anzuelos) o lesiones generadas por la presencia de estos. En este punto podemos anudar y cortar para poder extraer el tubo digestivo en toda su extensión empezando por el esófago y diseccionando caudalmente, continuando con el estómago e intestinos. Tanto el bazo como el páncreas se localizan en la parte proximal del intestino delgado y son fácilmente identificables en este momento de la disección. El páncreas se muestra adherido al mesenterio a lo largo del duodeno, se debe examinar el tamaño, la forma, el color y la textura tanto externa como internamente. El bazo se localiza junto al páncreas y también debe ser examinado de forma externa y al corte en busca de cambios patológicos.



Imagen 8. Vista de tracto digestivo

Para el examen del tracto digestivo se realiza un corte longitudinal exponiendo la mucosa (Imagen 8). Se ha de valorar la serosa y el estado de la mucosa en busca de lesiones ulcerativas, parasitarias y cambios de color. La presencia o ausencia y el tipo de alimento, parásitos y cuerpos extraños también deben ser registrados.

Los pulmones (Imagen 9) se localizan adheridos al caparazón espaldar. En ocasiones separarlos resulta tedioso, aunque se pueden extraer cuidadosamente mediante disección fina con bisturí y una ligera tracción. Las vías aéreas deben exponerse completamente y examinarse en busca de exudado, presencia de moco y cuerpos extraños. Cualquier cambio patológico en la coloración, la textura y la consistencia deberá ser registrado.



Imagen 9. Vista de pulmones

Las gónadas se localizan suspendidas de la membrana celómica a la altura de la zona ventral de los riñones (Imagen 10 y 11). El aspecto es muy variable dependiendo del estatus reproductor del ejemplar. Se ha de registrar la forma, el color y la apariencia tanto de testículos y ovarios, así como de las estructuras anejas.



Imagen 10. Vista de testículos.

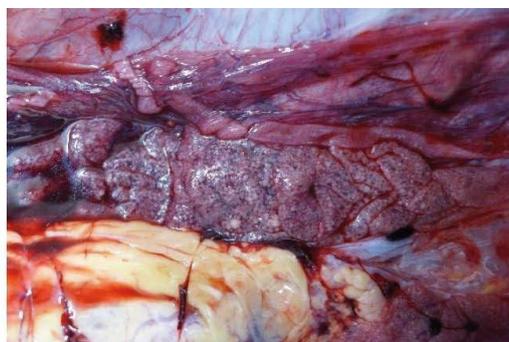


Imagen 11. Vista de ovario.

Las glándulas adrenales presentan una coloración amarillenta, localizándose en la zona dorsal de la cavidad, entre los pulmones y los riñones.

Los riñones (Imagen 12) se localizan en el espacio retroperitoneal y están adheridos a la parte caudo-dorsal del caparazón. Presentan una coloración marrón homogénea. Los hallazgos más frecuentes incluyen lesiones hemorrágicas, nódulos, abscesos y cambios de coloración.

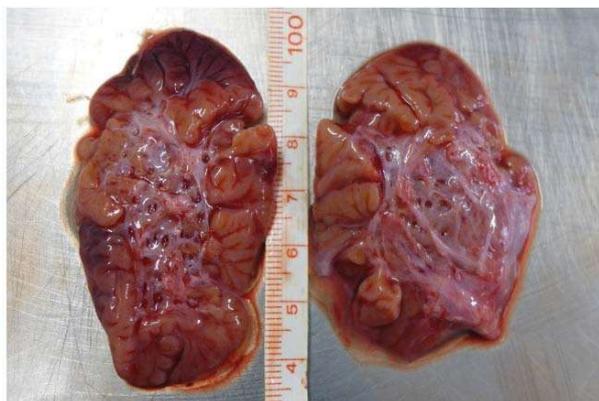


Imagen 12. Vista de riñones

Por último, en la cabeza podemos examinar el sistema nervioso central (SNC), las glándulas de la sal y los ojos. Para lograr el acceso al interior del cráneo puede ser necesario el uso de una sierra oscilante.



Imagen 13. Vista de encéfalo

## 2.4 TOMA DE MUESTRAS

Pueden tomarse una gran cantidad de muestras que dependerán, en gran medida, de los recursos y capacidades del centro. Puede obtenerse información muy valiosa en cada necropsia, especialmente referente a la causa de la muerte. Adicionalmente, el estudio post-mortem supone una oportunidad para profundizar en aspectos anatómicos, fisiológicos y biológicos.

A continuación, se mencionan las principales líneas y objetivos, así como la muestra, el medio de preservación y el código de conservación del cadáver recomendado para cada una de las pruebas.

- **Ciclo vital:** De forma ideal en códigos 1, 2 y 3; 4 y 5 tienen utilidad limitada.
  - Determinación de la edad: Húmero en congelación (-20°C).
  - Estatus reproductor: Gónadas y muestras de útero en formol 10%.
  - Hábitos alimenticios: Contenidos gástricos congelados (-20°C) y queratina del caparazón congelada (-20°C) para isotopos estables.
- **Estudios genéticos:** Códigos del 1 al 5 son adecuados.
  - Piel u órganos internos, en congelación o en alcohol 96°C (idealmente reemplazando el alcohol tras 2 horas). En animales frescos se puede recurrir a muestras de sangre.
- **Estudios microbiológicos:** Idealmente en códigos 1 y 2, en código 3 de forma limitada.
  - Bacteriología: Hisopos de la lesión u órgano de interés o muestras de tejidos a 4°C si el procesado es inmediato, a -70°C en caso contrario.
  - Virología: Preferiblemente muestras de tejidos o hisopos a -70°C. A -20°C virus de tipo ARN se degradan.
- **Estudios parasitológicos:** Códigos del 1 al 4 son aceptables. Se establecen distintos protocolos de fijación dependiendo del parásito:
  - Balanos: Fijación en formol 10% durante no más de 24 horas y conservación en etanol 70%.
  - Copépodos y anfípodos: Directamente en etanol 70%.
  - Nemátodos: Si es posible fijar con ácido acético glacial durante 5-10 minutos. De lo contrario fijar mediante etanol 70% o formol 10%. En caso de usar formol 10% transferir posteriormente a etanol-glicerina al 70%.
  - Tremátodos: Fijar tanto vivos como muertos durante 3 días en solución AFA (alcohol-formalina-acético). Después transferir a etanol 70%.
  - Cestodos: Fijar durante 5-10 minutos en solución AFA (etanol-formalina-acético) diluido en agua (4:1). Después transferir a etanol 70%.
  - Acantocéfalos: Fijar tanto vivos como muertos durante 1 día en solución AFA (etanol-formalina-acético). Después transferir a etanol-glicerina al 70%.
- **Estudio histopatológico:** Códigos del 1 al 3 de forma ideal. Muestras representativas de cada órgano y de las lesiones encontradas deben ser muestreadas y almacenadas en formol 10%.
- **Contaminantes:** El código 2 es el ideal, 1 y 3 con utilidad limitada.
  - Biotoxinas: En códigos 1 y 2. Contenidos gástricos, hígado y riñón en congelación.
  - Análisis de contaminantes (contaminantes orgánicos y metales pesados): Muestra de grasa, musculo, hígado, riñón y SNC, ver detalles en Capítulo 6.

### 3 ACTUACIÓN CON TORTUGAS VIVAS

---

#### 3.1 CONTACTO CON EL ALERTANTE

Al recibir el aviso del varamiento de una tortuga viva, si es posible, se debe contactar con el informante para darle una serie de pautas mínimas, mientras acude el equipo de varamientos:

1. No introducir en agua
2. No voltear a la tortuga
3. Mantenerla con un paño, toalla o camiseta húmeda encima del caparazón sin tapar orificios nasales
4. No tirar de sedal ni quitar anzuelo si lo tuviese
5. Si el animal proviene de captura accidental de pesca, colocarla en posición inclinada con la cabeza más baja que la cloaca.

#### 3.2 EXPLORACIÓN GENERAL

Antes de realizar cualquier tipo de exploración es muy importante realizar una correcta anamnesis con el fin de obtener la mayor cantidad de información posible sobre la historia del animal. Información sobre la localización precisa, el tiempo que lleva el animal varado, la profundidad y el tiempo de fondeo en animales procedentes de pesca, etc., pueden ser de gran utilidad para establecer un diagnóstico presuntivo antes de explorar al animal.

La exploración general constituye la principal herramienta en la evaluación de tortugas marinas heridas. Debe ser el primer paso a realizar en el ingreso de un animal en el centro. En base a los hallazgos obtenidos en la exploración, se establecerá un plan clínico adecuado para el animal.

La manipulación de las tortugas debe realizarse con sumo cuidado, teniendo en cuenta que el pico tiene fuerza suficiente para infligir una mordida grave (incluso amputaciones de dedos) además de golpear fuertemente con las aletas.

Para sostener a la tortuga, existen distintos métodos según el tamaño.

- Las tortugas pequeñas pueden sujetarse por los márgenes laterales del caparazón, sujetando también las aletas delanteras. Hay que tener en cuenta que las tortugas verdes (*Chelonia mydas*) son especialmente vulnerables a fracturas iatrogénicas del húmero proximal y a las dislocaciones glenohumorales por lo que se recomienda no sujetarlas por las aletas anteriores.
- Las tortugas grandes, deben sujetarse con una mano en el caparazón craneal (justo detrás de la cabeza) y la otra en el caparazón caudal, entre las aletas posteriores.

Existen algunos elementos útiles para ayudar a la sujeción y manejo como las camillas acolchadas para el transporte o neumáticos usados y cubos para el posicionamiento de la tortuga evitando que esta pueda impulsarse mediante las aletas.

Para facilitar el manejo existen una serie de técnicas con el fin de minimizar el estrés y facilitar la exploración. Las más frecuentes se basan en el impedimento de la visión mediante cegadores o toallas y el trabajo en un ambiente de semioscuridad (siempre que sea posible). Una ligera presión sobre las órbitas oculares o la presión sobre el acupunto GV20 también ayudan en gran medida a través de la estimulación del reflejo vagal (Imagen 14).



Imagen 14. Estimulación de acupunto GV 20

La exploración física general, se divide en tres categorías:

### 3.2.1 Evaluación visual fuera del agua

Por lo general, se realizará en las tortugas recién llegadas, antes de proceder a la exploración física.

La evaluación visual fuera del agua debe realizarse justo a la llegada del animal y antes de manipular a la tortuga. En este paso, deben evaluarse:

- Especie (Anexo 7).
- Tamaño (estimación edad aproximada, franja poblacional).
- Sexo (solo en tortugas adultas).
- Nivel de actividad.
- Condición corporal.
- Respiración (ritmo respiratorio y sonidos).
- Localización y severidad de heridas externas u otras anomalías.
  - Signos compatibles con ingestión de cuerpos extraños (heridas en la comisura oral, sedales o plásticos visibles en cloaca y/o cavidad oral...
  - Enmallamiento en redes de pesca, cuerdas...
  - Cantidad de epibiontes sobre la piel o caparazón.
  - Fibropapilomas.

Debe evaluarse la actitud del animal detallando comportamientos normales y anormales:

- Letargo.

- Incapacidad de elevar la cabeza o inclinación de la cabeza (constante).
- Temblores.
- Hipersensibilidad a estímulos externos.

Esta evaluación visual es importante para establecer las condiciones iniciales de la tortuga y desarrollar un plan diagnóstico inicial adecuado.

### 3.2.2 Evaluación dentro del agua

La evaluación en el agua se llevará a cabo posterior a la observación fuera del agua y previamente a la exploración física. Este paso se llevará a cabo **siempre y cuando** la tortuga se mantenga **estable en el agua y sea capaz de respirar en superficie**. En esta evaluación se debe atender a:

- Habilidad en el buceo.
- Flotabilidad.
- Respiración.
- Visión (La visión puede evaluarse en función de la respuesta de la tortuga al alimento).
- Natación y movimiento de aletas. De forma fisiológica las aletas delanteras se destinan a movimientos de propulsión y las aletas traseras para la dirección.
- Comportamiento.

Respecto a la respuesta de la tortuga una vez colocada en el tanque, hay que tener en cuenta que pueden influir factores como el tamaño del recinto, el número de tortugas que hay dentro o el tiempo que la tortuga ha permanecido fuera del agua. Una tortuga marina sana, estará muy activa y se resistirá al manejo, mientras que las tortugas enfermas o heridas suelen estar más débiles, menos activas y permanecen en la superficie. Para saber si este comportamiento se debe a causas neurológicas o causas asociadas a un estado más débil por la propia enfermedad, deberán realizarse pruebas complementarias.

### 3.2.3 Exploración Física

Es imprescindible estandarizar la exploración sobre las tortugas marinas. Se recomienda comenzar por la cabeza e ir descendiendo hasta la cola.

Todas las tortugas deben recibir además una evaluación neurológica básica, ampliándose en caso de observar anormalidades. A continuación, se describe una exploración práctica incidiendo sobre las principales regiones en las que se debe centrar la atención y los desórdenes más frecuentes:

#### **CABEZA**

Debe observarse en su conjunto centrándose en los ojos, la región timpánica, las fosas nasales y la ranfoteca desde todos los ángulos para poder detectar alteraciones en la simetría. Las fracturas y los traumatismos craneales suelen estar originados por colisiones con embarcaciones, aunque también pueden darse otros motivos. Las fracturas craneales que no afectan al neurocráneo tienen un pronóstico variable, aunque favorable en algunos casos, mientras que

las fracturas que sí han afectado al neurocráneo tienen un pronóstico reservado. Hay que tener en cuenta que estas pueden ocurrir sin un trauma externo obvio. Para ello, se debe palpar la región occipital (ya que puede revelar crepitación) además de realizar pruebas de diagnóstico por imagen.

### **EXAMEN OCULAR**

Tanto en la evaluación dentro del agua como fuera, deben examinarse los ojos y las estructuras periorbitales. Las úlceras corneales pueden estar presentes en tortugas varadas (Imagen 15), aunque no es muy habitual. Así pues, en caso de sospecha la tinción con fluoresceína puede usarse para el diagnóstico.



Imagen 15. Úlcera corneal

La presencia de fibropapilomas en esta región está descrito principalmente en tortugas verdes; aunque su descripción se da en otras regiones del planeta, el aumento de la prevalencia de esta enfermedad y el carácter altamente migratorio de las tortugas marinas obliga a no descartar su presencia. Además, deben observarse cualquier exudado o material sólido adherido a la conjuntiva. La citología y el cultivo microbiano pueden ser útiles para una caracterización adicional.

### **GLÁNDULAS DE SAL**

Las glándulas de la sal se sitúan en el sistema del conducto nasolacrimal. Su función es eliminar el exceso de sodio en sangre y el mantenimiento del equilibrio electrolítico. Cuando las tortugas permanecen fuera del agua durante un tiempo, puede observarse un exceso de líquido filante transparente o lagrimeo. Este es un fluido rico en sal que se descarga de las glándulas salinas. Se puede observar un material blanco parecido a la sal en la esquina del ojo. Se han observado varios casos de formación de cálculos dentro del conducto lagrimal o en su apertura.

### **EVALUACIÓN AUDITIVA**

La evaluación auditiva de las tortugas marinas puede realizarse mediante potencias auditivas simuladas (Bartol & Ketten, 2006; Bartol et al, 1999). Las causas de hinchazón del tímpano

encontradas pueden estar relacionadas con abscesos aurales y acumulación de aire o líquido secundario a fracturas craneales.

### **OLFATO Y QUIMIORRECEPCIÓN**

El primer par craneal es el encargado de transmitir la información proveniente del olfato. Aunque es difícil evaluarlo específicamente, la mejor manera de hacerlo es mediante la capacidad de encontrar alimento de la tortuga. Adicionalmente, en el examen físico pueden encontrarse: asimetría de las narinas, secreciones nasales y heridas traumáticas. La descarga nasal debe ser caracterizada mediante el color, la consistencia y la realización de citologías en caso de ser necesario.

### **RANFOTECA**

Constituye la parte superior queratinizada de la mandíbula, cubre los huesos maxilares, premaxilares y vómer de la mandíbula superior y el hueso dentario de la mandíbula inferior. La porción queratinizada del pico crece continuamente y puede aumentar en las tortugas marinas mantenidas en rehabilitación durante períodos prolongados o en cautiverio. Hay que vigilar las posibles infecciones bacterianas y fúngicas, al igual que las lesiones traumáticas que puedan darse en el pico.

### **CAVIDAD ORAL**

Debe prestarse atención al color de la membrana mucosa y otras anomalías como las placas orales, úlceras, olor anormal o la presencia de anzuelos o sedales (Imagen 16). La presencia de laceraciones en las comisuras también puede ser indicativa de cuerpo extraño lineal.



Imagen 16. Anzuelo y sedal en cavidad oral

### **REGIÓN CERVICAL**

Las tortugas marinas poseen siete vértebras cervicales móviles. La octava vértebra cervical está fusionada al caparazón y con frecuencia se lesiona en asociación con fracturas que involucran el caparazón craneal.

La palpación profunda y la inspección minuciosa de la piel de la región cervical son útiles para detectar anomalías que, de otro modo, podrían pasar desapercibidas como presencia de cuerpos extraños en el esófago, edemas, atrofia muscular, enfisema, laceraciones, o enredos con sedal de pesca entre los más destacados.

### **SISTEMA CARDIORRESPIRATORIO**

La frecuencia cardíaca, el ritmo y la calidad del pulso se evalúan mediante Doppler colocado en la piel sobre la región cervical latero-ventral valorando la carótida, así como en las aletas delanteras, buscando el pulso de la arteria braquial (Imagen 17 y 18). En neonatos podemos localizar el pulso en el plastrón en la zona de proyección del corazón. La bradicardia es común en las tortugas marinas con hipotermia y bajo el efecto de determinados anestésicos.



Imagen 17 y 18. Posicionamiento Doppler para la monitorización de la frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca y respiratoria varía dependiendo de múltiples factores como la temperatura, el tamaño, y el nivel de actividad por lo que establecer valores de referencia es complejo y se tiene que adecuar al contexto y a la presentación de sintomatología clínica. Al igual que en otros reptiles, la tos o el vómito no es posible debido a la ausencia de diafragma, sin embargo, la obstrucción traqueal u otras enfermedades del tracto respiratorio que cursan con disnea, pueden manifestarse mediante sibilancias, estertores o la apertura constante del pico.

### **PIEL**

Entre las anomalías más comunes que afectan a la piel se encuentran las lesiones por traumatismos, enmalles y abrasiones, mordeduras de escualos, fibropapilomas y otras infecciones de tipo viral y microbiano. Ectoparásitos y acumulación excesiva de epibiontes que pueden producir infecciones secundarias en piel y caparazón.

### **CAPARAZÓN Y PLASTRÓN**

Debe evaluarse a fondo tanto caparazón como el plastrón. Mediante la evaluación del caparazón pueden detectarse evidencias de queratinización anormal, cambios en la firmeza y flexibilidad. Pueden encontrarse lesiones como úlceras, vesículas, osteomielitis, mordeduras de

elasmobranquios, deformidades, fibropapilomas y fracturas. Fracturas del caparazón, con frecuencia conllevan lesiones medulares.

### **EPIBIOTA**

La presencia excesiva de epibiontes sobre la piel y/o caparazón o plastrón puede ser indicativo de enfermedad en cualquier especie de tortuga marina. Esto ocurre debido a que estos organismos pueden proliferar de forma considerable cuando las tortugas presentan unos niveles de actividad más bajos o al pasar demasiado tiempo en determinadas áreas. Por otra parte, un exceso de algas sobre el caparazón puede indicar una exposición excesiva a la luz solar por flotación anormal (Imagen 19).



Imagen 19. Presencia de algas y epibiontes en ejemplar varado

### **SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO**

Para evaluar el rango de movimiento en cada articulación, la capacidad de resistencia, el tono muscular, la atrofia o hipertrofia, deben palparse las aletas anteriores y posteriores. En condiciones normales la musculatura se presenta tensa y se resiste al movimiento. Los músculos flácidos sin resistencia al movimiento pueden asociarse a una enfermedad neurológica o debilidad severa. Debe tenerse en cuenta cualquier hinchazón, crepitación deformidad esquelética. Las lesiones que comúnmente afectan a huesos largos incluyen las mordeduras de tiburón y enmalles. En algunos de estos casos, la amputación puede ser necesaria si la perfusión y la función nerviosa están significativamente comprometidas.

### **COLA Y CLOACA**

El examen digital de la cloaca puede revelar heces uratos, masas, presencia de cuerpos extraños (sedales, plásticos...), estenosis o cualquier otra anomalía (Imagen 20). No se debe traccionar de sedales o plásticos presentes en cloaca sin verificar que están liberados. El prolapso

cloacal se puede dar en individuos fuera del agua o en obstrucciones intestinales. Una vez que el paciente es devuelto al agua, la mayoría de los prolapsos se resuelven sin tratamiento.



Imagen 20. Presencia de sedal en cloaca

### 3.3 EXPLORACIÓN NEUROLÓGICA

Se basa en la evaluación de las habilidades motoras y sensoriales basándose en una batería de pruebas con el fin de diagnosticar o localizar lesiones a nivel neurológico. En tortugas marinas ha sido descrita en la bibliografía (Chrisman et al., 1997) mediante un checklist que se incluye en el Apéndice 5.

Durante la exploración clínica se debe evaluar de forma paralela la función neurológica mediante una serie de pruebas sencillas con el fin de detectar alteraciones. La sensibilidad de la piel puede evaluarse incidiendo ligeramente la piel con una aguja hipodérmica de calibre 25. Un intento de alejarse o retraer la cabeza se interpreta como respuesta positiva. Para evaluar la integridad de la médula espinal, se debe ejercer presión mediante mosquitos hemostáticos en las extremidades posteriores. Si la tortuga presenta una respuesta de retirada, se considera una señal positiva.

El reflejo cloacal puede evaluarse mediante el uso de mosquitos hemostáticos para pellizcar la piel en la región perineal. Esto debería ocasionar la contracción de la cloaca y el estrechamiento de las extremidades pélvicas. La ausencia de respuesta puede indicar daño a la médula espinal. El examen perineal y la sensibilidad de la cola se pueden realizar utilizando una aguja hipodérmica y pinchando la cola y el perineo.

La natación en círculos de manera compulsiva debe evaluarse observando a la tortuga después de que haya tenido tiempo suficiente para estar en el agua. Dado que las tortugas marinas son principalmente animales de mar abierto en la naturaleza, limitarlas a un espacio confinado puede dar como resultado patrones de natación anormales hasta que lleguen a aclimatarse.

La respuesta de enderezamiento puede evaluarse poniendo a la tortuga boca arriba en el agua. Una tortuga sana se enderezará muy rápidamente, mientras que, si existe algún problema de origen neurológico, la respuesta puede retrasarse o no realizarse. Si ocurre esto, deberá ampliarse la batería de pruebas complementarias para tratar de obtener un diagnóstico.

### 3.4 PRUEBAS DIAGNÓSTICAS

#### 3.4.1 Análítica sanguínea

Dentro de las pruebas diagnósticas que se pueden realizar, la analítica sanguínea es una de las que más información aporta sobre el estado de salud de la tortuga. Existen numerosos estudios disponibles sobre los valores sanguíneos de referencia en diferentes especies y poblaciones concretas (Anexo 2). Estos datos deben de ser comparados con cautela ya que en muchas ocasiones los resultados no son comparables debido a factores asociados a las diferencias preexistentes con la población de estudio, tales como origen genético, estación del año, grupo de edad, alimentación, etc., así como factores metodológicos (“n” del estudio, etc.).

El anticoagulante de elección tanto para el estudio hematológico como para un estudio bioquímico completo es la heparina litio. Se ha demostrado que el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) causa hemólisis en tortugas marinas y otros quelonios (Jacobson, 1987; Muro et al, 1998).

Para el análisis de parámetros bioquímicos también se recomienda el uso de plasma heparinizado, ya que el suero tiende a coagularse dificultando el procesado de la muestra.

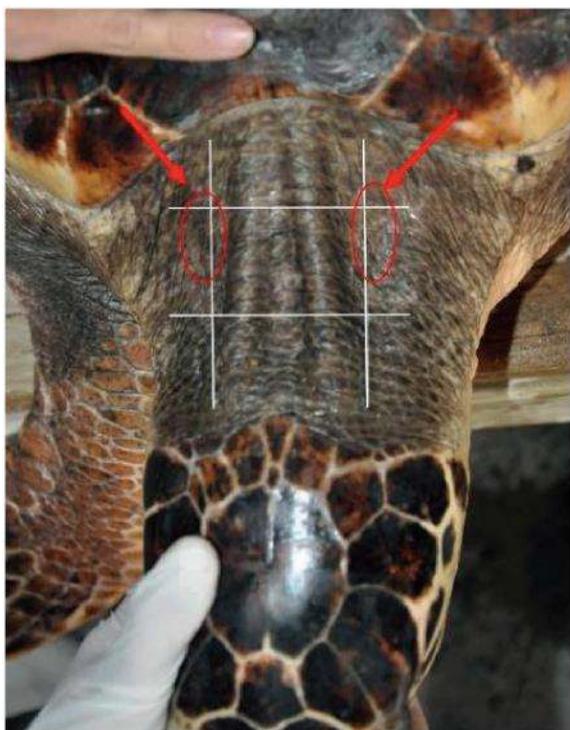


Imagen 20. Presencia de sedal en cloaca

La toma de la muestra suele realizarse a través de la vena yugular externa (también llamada seno cervical dorsal). No se muestra visible externamente, aunque mediante el uso de puntos de referencia su localización es sencilla (Imagen 21 y 22). El punto de venopunción siempre debe ser desinfectado previamente mediante alcohol 96º, povidona yodada o clorhexidina. También existen otros puntos de venopunción entre los que se incluye la vena dorsal caudal, el seno subcarpacial, el seno postoccipital, el seno poplíteo y los vasos interdigitales, estos

últimos usados mayoritariamente en tortugas laúd. Con el fin de reducir el riesgo de hemólisis, no ha de ejercerse una excesiva presión negativa mediante el embolo en el momento de obtención de la muestra.



Imagen 22. Obtención de muestra de sangre en seno cervical dorsal

El volumen máximo de sangre que se puede obtener de forma segura por ejemplar se establece generalmente entre el 0.5% y el 0.8% del peso basándose en estudios realizados en otros quelonios (Hirschfeld & Gordon, 1965). Esto se tiene que tener en consideración especial cuando se trate de neonatos o individuos de pequeño tamaño.

En el momento de obtención de la muestra se recomienda la realización de una extensión en fresco con el fin de evitar los cambios morfológicos que se puedan producir en las células sanguíneas por el efecto del anticoagulante y que pueden conducir a errores en la interpretación de la muestra.

Las principales pruebas a realizar con la muestra de sangre son la hematología y la bioquímica.

- **Hematología:** Incluye la realización de un recuento diferencial y total de leucocitos y una lectura del valor del hematocrito. Para ello se precisa de un microscopio, una centrífuga, una cámara de Neubauer y tinciones específicas. Entre las principales tinciones usadas en patología de tortugas marinas destacan las de tipo Romanowski (Wright-Giemsa, Diff-Quik) para las extensiones de sangre en fresco y la tinción Natt and Herrick para el recuento total de leucocitos en cámara de Neubauer.

- **Bioquímica:** Generalmente estos perfiles se basan en tecnología desarrollada para su uso en medicina humana o mamíferos domésticos por lo que algunos de los parámetros tendrán una utilidad limitada. Las principales determinaciones recomendadas en un perfil bioquímico básico son:
  - BUN (nitrógeno ureico en sangre).
  - Ácido úrico.
  - Proteínas totales.
  - Lactato deshidrogenasa (LDH).
  - Aspartato aminotransferasa (AST).
  - Fosfatasa alcalina.
  - Creatina quinasa (CK).
  - Colesterol.
  - Triglicéridos.
  - Albúmina.
  - Calcio.
  - Iones (Na, K y Cl).

### 3.4.2 Diagnóstico por imagen

Un buen conocimiento de la anatomía es indispensable para la interpretación de las estas pruebas.

Si no se dispone en el propio centro de recuperación de equipos para la realización de pruebas radiológicas y ecografías, lo más adecuado para un centro de pequeño tamaño, es concertar este servicio con una clínica veterinaria de la zona que sí disponga de ellos.

#### **RADIOGRAFÍA**

Es la técnica principal, la más básica y aquella con la que todo centro de recuperación que trabaje con tortugas marinas debería contar. Actualmente los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de equipos muy versátiles y portátiles, capaces de obtener y procesar imágenes de forma rápida y sencilla de forma digital.

Generalmente no es necesario el uso de sedantes para la realización de estas pruebas, un ambiente calmado y cierto grado de oscuridad son a menudo suficientes para que las tortugas se mantengan inmóviles durante la obtención de las imágenes. El posicionamiento del animal es clave para la correcta evaluación de las imágenes.

Generalmente un examen radiográfico completo debe contar con la vista dorsoventral (D-V), la vista laterolateral (L-L) y la vista craneocaudal (CR-CD). La obtención de las vistas mencionadas debe realizarse con la tortuga posicionada siempre en decúbito esternal.



Imagen 23. Vista dorsoventral normal



Imagen 24. Posicionamiento correcto para vista dorsoventral.

- **Vista dorsoventral:** Permite la evaluación de tracto digestivo y el sistema esquelético. Aunque por sí sola no es suficiente para la evaluación del tracto respiratorio, debido a la superposición de otras vísceras en la cavidad celómica, ofrece mucha información sobre el estado de las vías aéreas y los campos pulmonares, permitiendo la detección de anomalías y cambios patológicos. Permite valorar la presencia de cuerpos extraños radiopacos tales como anzuelos o la presencia de gas intestinal en el caso de obstrucciones por cuerpos extraños radiolúcidos, permite además valorar la presencia de alteraciones óseas.
- **Vista laterolateral:** Para la realización de esta vista se requiere del uso de una plataforma de material radiolúcido para la colocación de la tortuga elevada. Esta posición permite la extensión de las aletas y la cabeza en una postura relajada, permitiendo así la obtención de imágenes de las estructuras celómicas sin la superposición de extremidades. El casete es colocado en contacto con los escudos marginales más laterales. La vista L-L permite la evaluación del tracto respiratorio y de lesiones en caparazón, vertebras y plastrón. Asimismo, no es una vista válida para diagnóstico de patologías digestivas debido a la superposición de vísceras. Es la vista más sensible para el diagnóstico de casos leves de embolia gaseosa.

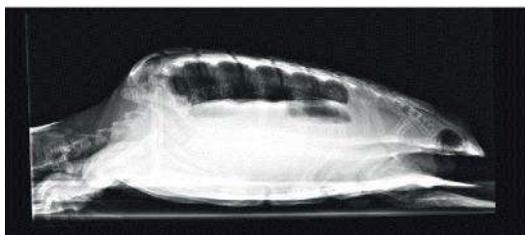


Imagen 25. Vista laterolateral normal



Imagen 26. Posicionamiento correcto para vista laterolateral

- **Vista craneocaudal o anteroposterior:** Al igual que la vista lateral, idealmente debe realizarse con ayuda de una plataforma. El casete es colocado en contacto con los escudos supracaudales. Esta vista permite la evaluación del tracto respiratorio, permitiendo la evaluación individual de cada pulmón sin superposición de órganos. Alteraciones en la densidad o en la simetría entre ambos campos pueden ayudar a identificar alteraciones patológicas.



Imagen 27. Vista craneocaudal normal.

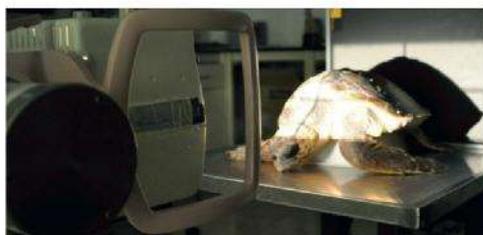


Imagen 28. Posicionamiento correcto para vista craneocaudal

**Estudios de contraste gastrointestinal (Imagen 29):** La realización de estudios de contraste supone una herramienta de utilidad en el diagnóstico de obstrucciones intestinales, perforaciones, cuerpos extraños y estasis gastrointestinal, especialmente en casos en los que la radiología convencional o la ecografía no hayan podido ofrecer resultados concluyentes. Generalmente, para la obtención de resultados son necesarios tiempos más prolongados debido al lento tránsito gastrointestinal.

El contraste se administra mediante sonda gástrica y en ocasiones puede ser necesaria la sedación para reducir el nivel de estrés y facilitar el paso del esfínter gastroesofágico (Di Bello et al., 2006). La administración de contraste de bario se realiza de forma lenta manteniendo la cabeza inclinada con la cabeza elevada para tratar de evitar la regurgitación. También está descrito el uso de contraste yodado como alternativa al bario (Carpenter, 1998).

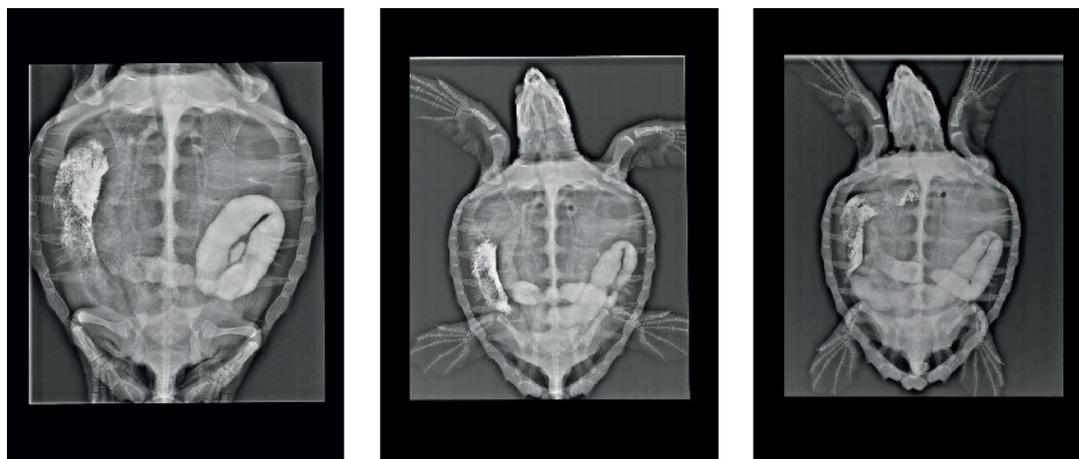


Imagen 29. Estudio avance contraste gastrointestinal

## **ECOGRAFÍA**

La ecografía se ha establecido durante las últimas décadas como una técnica de diagnóstico rápida, fácil de interpretar y no invasiva que ofrece la posibilidad de examinar tejidos blandos de forma precisa. Los quelonios, debido a su peculiar anatomía, presentan una serie de desafíos al no ofrecer accesos sencillos para la exploración ecográfica. En tortugas marinas se han establecido un total de diez ventanas acústicas a través de las cuales se puede examinar la cavidad celómica.

Estas ventanas son la dorsal cervical, la ventral cervical, de forma bilateral en el espacio cervicobraquial, axilar, pre-femoral y post-femoral. Siempre que sea posible, el examen debe realizarse con la tortuga en decúbito esternal para minimizar el estrés.

El esófago y el corazón pueden ser examinados a través de la ventana cervical ventral. El estómago se localiza caudal al lóbulo hepático izquierdo y se visualiza a través de la ventana cervicobraquial, axilar o prefemoral del lado izquierdo. El hígado se localiza ventral en el centro de la cavidad celómica y presenta dos lóbulos. Puede ser examinado a través de las ventanas prefemoral, axilar y cervicobraquial. El parénquima hepático es similar al de mamíferos. El tracto gastrointestinal se examina a través de las ventanas prefemorales. Los riñones se localizan dorsocaudalmente y pueden ser visualizados con facilidad a través de la ventana prefemoral. Por último, las gónadas en tortugas juveniles son difícilmente localizables ya que los testículos inmaduros se asemejan mucho al parénquima renal en ecogenicidad y los folículos ováricos de menos de 5 mm de diámetro no suelen ser visibles. En tortugas adultas en época reproductora, los testículos y el epidídimo son claramente visibles, ventralmente a los riñones, así como los folículos en desarrollo o maduros son fácilmente observables en hembras.



### Ventana cervical ventral/dorsal

Esófago y corazón



### Ventana cervicobraquial y axilar

Estómago e hígado



### Ventana prefemoral

Estómago (lado izquierdo), hígado en individuos de pequeño tamaño, tracto gastrointestinal, riñones y gónadas.

## OTRAS TÉCNICAS

Existen otras técnicas de diagnóstico por imagen que cabe mencionar debido al elevado potencial diagnóstico que ofrecen, aunque actualmente son poco accesibles para la mayoría de centros de recuperación debido principalmente al coste o a la logística necesaria para su obtención. Entre estas las más relevantes son la tomografía axial computerizada (TAC) y la resonancia magnética.

El TAC ofrece gran rapidez de adquisición de imágenes de gran calidad, sobre todo en tejidos duros y es de gran utilidad para la valoración de lesiones traumáticas que afecten a huesos o articulaciones.

La resonancia magnética permite la obtención de imágenes basándose en el contenido de agua a nivel tisular. La principal limitación son los largos tiempos de adquisición de imágenes y la dificultad de mantener al animal inmóvil durante estos periodos. Ofrece gran calidad y detalle de la mayor parte de tejidos blandos incluyendo órganos celómicos, así como del sistema nervioso central.

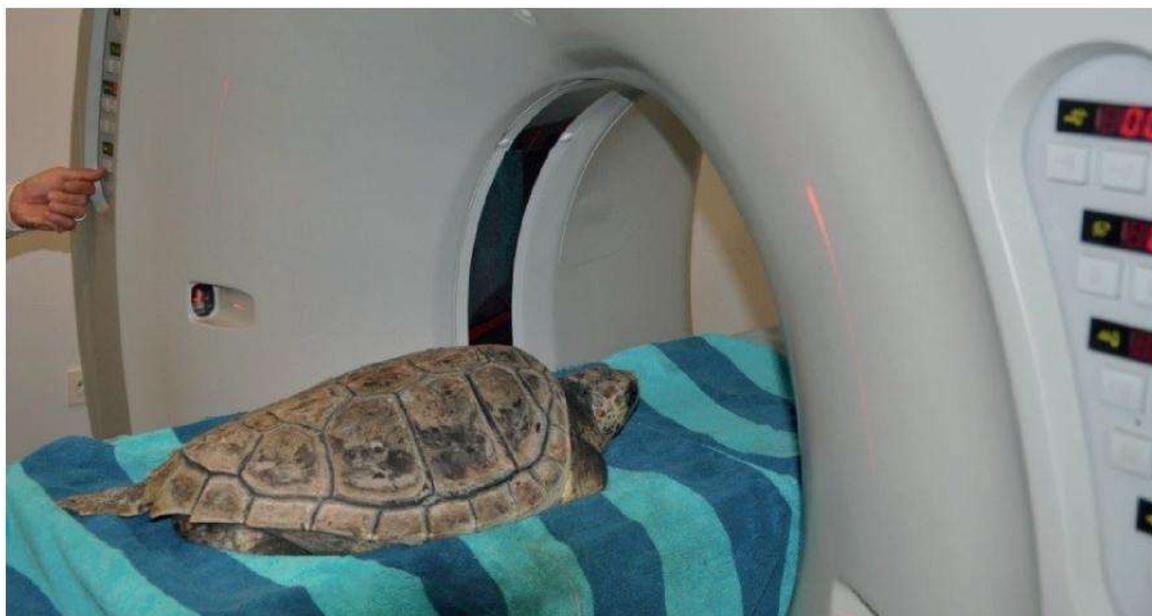


Imagen 30. Estudio TAC en tortuga marina.

### 3.5 EUTANASIA

La eutanasia solo debe aplicarse en casos en los que se encuentre debidamente justificada mediante criterios veterinarios. Se ha documentado el éxito reproductor de tortugas salvajes con amputaciones, ceguera unilateral o fracturas de caparazón. Aun teniendo en cuenta la resistencia de estas especies, existen ciertas condiciones en las que la eutanasia es la única opción siguiendo criterios de bienestar animal. Entre los casos más habituales se encuentra la ceguera total en ambos ojos, la amputación de múltiples extremidades, procesos crónicos que impidan la natación (generalmente de origen neurológico o de flotabilidad) o con el fin de acelerar la muerte en pacientes agónicos.

Existen ciertos casos en los que ejemplares con patologías crónicas pueden incluirse en programas de educación y sensibilización, teniendo siempre en cuenta la calidad de vida dentro de criterios preestablecidos de bienestar. Estos casos deberían contar siempre con la aprobación de un comité de bienestar animal y la autorización de la autoridad competente.

Algunos de los métodos de aceptados según las guías para la eutanasia de la Asociación Americana de Medicina Veterinaria en su edición publicada en 2013 (Leary et al., 2013), incluyen la sobredosis por pentobarbital después de una sedación previa mediante agentes disociativos (Ketamina, tiletamina-zolazepam) o anestésicos como Propofol. De forma menos habitual el cloruro potásico también constituye una opción, aunque debe realizarse siempre en animales anestesiados.

## 4 MANTENIMIENTO DE TORTUGAS EN CENTROS DE RECUPERACIÓN

---

### 4.1 INTRODUCCIÓN

El éxito de la recuperación de las tortugas marinas en los centros depende tanto de la realización de un plan terapéutico correcto como de un manejo adecuado durante el tiempo que el animal reside en el centro (incluyendo nutrición, calidad de agua y diseño de instalaciones). Una pauta de manejo correcta no solo facilitará el proceso de rehabilitación, sino que reducirá la aparición de patologías asociadas al mantenimiento de animales silvestres en cautiverio; especialmente en aquellos ejemplares que requieran largos periodos de recuperación, animales irrecuperables con fines educativos o animales destinados a proyectos de investigación.

### 4.2 DIETA

Una correcta nutrición es fundamental en el proceso de recuperación como parte del plan terapéutico. En condiciones naturales las tortugas marinas presentan una dieta muy diversa que varía dependiendo de la especie y de la fase del ciclo vital. Este hecho, sumado a la falta de estudios sobre requerimientos nutricionales en estas especies hace que la formulación de dietas en condiciones artificiales resulte especialmente compleja. Como parte del programa veterinario se ha de asegurar que el alimento suministrado a las tortugas haya sido almacenado, transportado, descongelado y preparado en base a los protocolos de seguridad alimentaria establecidos (Crissey & Spencer, 1998). De esta manera se garantiza el mantenimiento de las cualidades nutricionales.

Pese a la disponibilidad de fórmulas comerciales para la alimentación de tortugas marinas, la mayoría de centros de recuperación se sirven de alimentos naturales (pescado, marisco, calamar...) como componente principal de la dieta. El calamar suele utilizarse tanto por su disponibilidad como por la aceptación de las tortugas a este alimento. Sin embargo, hay que tener en cuenta que posee un alto contenido en P y bajo en Ca por lo que debe usarse con moderación, nunca como única fuente de proteína en una dieta a largo plazo. Hay que tener en cuenta que la mayoría de ejemplares tienden a ser selectivos con la dieta, para evitar este hecho se puede ofrecer el alimento triturado en bloques de gelatina (ver imagen 31).

## EJEMPLO DE LA COMPOSICIÓN Y PREPARACIÓN EN FORMA DE GELATINA PARA ALIMENTACIÓN DE TORTUGAS MARINAS (Whitaker & Krum, 1999)

Imagen 31. Gelatina preparada para su administración



Ingredientes	Cantidad	% de la dieta
Pienso trucha (AquaMax, Purina Mills...)	425 g	8.0
Pescado (varias especies)	565 g	10.6
Calamar (varias especies)	282 g	5.3
Camarón pelado	282 g	5.3
Espinacas (frescas o congeladas)	142 g	2.8
Zanahoria (fresca)	142 g	2.7
Gelatina (sin sabor)	450 g	8.5
Complejo vitamínico (Sea Tabs, Pacific Research Lab. Inc, El Cajon, CA)	4500 mg	0.04
Complejo Aminoácidos	4500 mg	0.04
Espirulina	28 g polvo	0.5
Suplemento Calcio-D3 (Rep-Cal, Los Gatos, CA)	180 g	3.4
Agua	2800 ml	53

Los alimentos siempre deben pesarse correctamente y anotarse para cada tortuga de manera previa. Después, los restos de comida que la tortuga no haya ingerido se desecharán y de nuevo se anotará la cantidad comida y posibles observaciones en las pautas alimenticias.

La cantidad depende de distintos factores como la condición física, valores sanguíneos, edad, especie y la frecuencia de las tomas. A modo de guía general, se considera que las tortugas marinas deben alimentarse con un porcentaje que oscila entre el 1 y el 5% de su peso corporal (diariamente) (Bluvias & Eckert, 2006), aunque, en función del estado del animal generalmente se incluyen varias jornadas de ayuno a la semana. Debe tenderse a porcentajes bajos cuando se trate de dietas de mantenimiento y hacia el porcentaje más alto cuando se trata de tortugas juveniles o en recuperación. Se recomienda el pesaje rutinario de los animales en recuperación para evaluar las variaciones de peso de los ejemplares ingresados.

### **SUPLEMENTOS**

La suplementación mediante fórmulas vitamínicas es necesaria sobre todo en dietas que basadas en alimentos congelados ya que gran parte de los nutrientes pueden degradarse durante el proceso de congelación, en especial las vitaminas antioxidantes como la vitamina C y la vitamina E. Además, muchas especies de pescado comerciales tienen tiaminasas, por lo que

es importante suplementar también en tiamina. Existen gran cantidad de suplementos vitamínicos y minerales disponibles comercialmente formulados para tortugas marinas (Mazuri, Aquavits, Akwavit...).

### **PROTOCOLO DE DESCONGELACIÓN**

La conservación adecuada del alimento es esencial para el prevenir la pérdida de nutrientes y la degradación de este. El pescado congelado se debe mantener entre  $-30^{\circ}\text{C}$  y  $-18^{\circ}\text{C}$  con el fin de minimizar la oxidación y la actividad de la tiaminasa en el pescado. La descongelación de forma segura se lleva a cabo bajo refrigeración a una temperatura de  $2.0$  a  $3.5^{\circ}\text{C}$ . Otros métodos de descongelación (microondas, agua corriente) deben usarse solo en situaciones de emergencia. Nunca se debe de volver a congelar la comida que ya ha sido descongelada.

### **LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

Unas pautas mínimas de higiene deben seguirse durante la preparación y el manejo del alimento. Estas afectan tanto al personal como al instrumental utilizado para el procesado del alimento. El lavado y la desinfección de manos de forma habitual y el uso de guantes es esencial en el personal encargado de la preparación de las dietas y la alimentación de los animales. Las herramientas, incluidos los cuchillos, recipientes y tablas de cortar, deben lavarse con agua y jabón y desinfectarse después de cada uso, y luego almacenarse adecuadamente.

### 4.3 INSTALACIONES

Las instalaciones deben ser seguras, sencillas y estar bien organizadas para facilitar el buen manejo y gestión de las mismas. Además, deben presentar unos mínimos niveles de protección tanto para el personal como para los animales que están en el centro. Son aceptables tanto las instalaciones al aire libre como interiores, pero en todas ellas se debe llevar a cabo un control ambiental (luz, temperatura, control de depredadores) y de accesibilidad y disponibilidad de recursos.

#### 4.3.1 Tanques

Idealmente, debería haber una tortuga por tanque para evitar posibles agresiones, reducir la contaminación y facilitar la gestión de la alimentación. Sin embargo, no siempre es posible. En estos casos, las tortugas de tamaños similares se ubicarán en el mismo tanque, serán controladas de forma rutinaria y se separarán si hay indicios de agresividad.

Aunque pueden utilizarse distintos tipos de tanques, existen una serie de condiciones que cumplir. Así pues, los tanques deben ser:

- Lisos (para evitar rozaduras y facilitar la limpieza);
- Elaborados con materiales libres de sustancias tóxicas;
- De materiales no corrosivos y resistentes;
- Carentes de objetos, decorado o substrato (para evitar que las tortugas ingieran cualquier tipo de material no deseable);
- Deber tener un tamaño adecuado en relación con el tamaño del animal;
- Los desagües y las tuberías de admisión de los tanques deben estar contruidos o protegidos de forma segura para que las tortugas no puedan quedar atrapadas.

En la determinación del tamaño adecuado de los tanques se debe tener en cuenta que tanques de mayor tamaño suponen una mayor calidad de agua, reduce los cambios bruscos de temperatura y mejora el bienestar de la tortuga facilitando la natación y favoreciendo la musculación. Por otra parte, requieren de mayor esfuerzo de limpieza y sistemas de filtración de mayores dimensiones. Como requisitos mínimos aconsejables para animales cuya recuperación no requiera de periodos largos de tiempo (no superior a 3 meses), los tanques deberán permitir que el animal sea capaz de sumergirse completamente y voltearse cómodamente. Para ejemplares que requieran de tiempos de recuperación prolongados, irrecuperables o destinados a investigación podemos tomar las medidas establecidas por la USFWS en la publicación “Standard permit conditions for care and maintenance of captive sea turtles” en la cual se establecen los siguientes tamaños recomendados en base a la longitud en recto del caparazón (LRC) (USFWS, 2013):

- En neonatos (hasta 10 cm de [RC], un tanque con una superficie de al menos 5 veces la longitud del caparazón multiplicada por 2 veces el ancho del caparazón más un mínimo de 30 cm de profundidad. Aumentando el área un 25% por cada tortuga adicional.

- En tortugas de 10-50 cm de [RC un tanque con una superficie de al menos 7 veces la longitud del caparazón multiplicada por 2 veces el ancho del caparazón más una profundidad mínima de agua de 80 cm. Aumentando el área un 50% por cada tortuga adicional.
- En tortugas de 50-65 cm de [RC un tanque con una superficie de al menos 7 veces el caparazón longitud multiplicada por 2 veces el ancho del caparazón más una profundidad mínima de agua de 1 m. Aumentando el área un 50% por cada tortuga adicional.
- En tortugas de más de 65 cm de [RC un tanque con una superficie de al menos 9 veces el caparazón longitud multiplicada por 2 veces el ancho del caparazón más una profundidad mínima de agua de 125 cm. Aumentando el área un 100% por cada tortuga adicional.

Todo centro de recuperación precisa de un abastecimiento constante de agua marina limpia. Esto puede lograrse de diferentes formas dependiendo de la localización y las capacidades de cada centro. Entre los diferentes sistemas, los más habituales son el sistema abierto, el semiabierto y el cerrado:

- **Sistema abierto:** Generalmente se sirven de una bomba que extrae agua limpia directamente desde el mar hasta el centro, donde se distribuye entre los diferentes tanques. El agua es devuelta al mar al mismo tiempo mediante un conducto común. Este sistema es el más sencillo y puede no requerir de ningún tipo de filtración ni tratamiento. Es muy importante tener en cuenta los tiempos de renovación del agua en el momento de diseñar la instalación para evitar problemas de calidad. Los problemas más frecuentes asociados a este tipo de filtración están relacionados con el sobrecrecimiento de organismos (moluscos bivalvos) que llegan a cubrir completamente la superficie de las tuberías, así como el control de la temperatura en determinadas situaciones. También se recomienda el establecimiento de un plan de emergencia en caso de que la fuente natural de agua se contamine.
- **Sistema semiabierto:** El funcionamiento es similar al de un sistema abierto y también se basa en la renovación constante de agua. En el sistema semiabierto el agua proveniente del mar se almacena temporalmente en un tanque intermedio en el que es tratada (química y/o mecánicamente) antes de entrar en el sistema de tanques. Ofrece la ventaja de poder tener un mayor control de los parámetros físico/químicos del agua y permite interrumpir aporte natural de agua durante breves periodos de tiempo.
- **Sistema cerrado:** Se basan en la recirculación de agua marina que es filtrada y tratada de forma continua. Son más complejos que los sistemas mencionados anteriormente y precisan de una mayor inversión y mantenimiento más preciso. Como ventajas, estos sistemas reducen la transmisión de patologías de origen externo y permiten mantener una buena calidad de agua en instalaciones con acceso limitado a fuentes de agua.

#### 4.3.2 Calidad del agua

La adecuada calidad del agua se basa en un buen diseño de la filtración en consonancia con la cantidad de litros del sistema y la cantidad máxima de animales que puede llegar a albergar. Un buen sistema de filtración reduce la mano de obra, ahorra tiempo de mantenimiento y

proporciona condiciones de agua más adecuadas para la recuperación de las tortugas. La mayoría filtraciones se basan en una parte mecánica, una química y un sistema de esterilización.

La filtración mecánica elimina las partículas más groseras, el tamaño de las partículas captadas lo determina el medio filtrante. Los más habituales son los de arena, aunque también existen otros como los “canister” o los filtros de bolsa.

Además de estos, se encuentran otros filtros que guardan relación con los mecánicos e incluso pueden utilizarse de manera conjunta. Estos son:

- Filtros de carbón.
- Skimmer de proteínas.

La higienización puede ser de gran ayuda en el control de enfermedades y en la eliminación de bacterias perjudiciales, virus y hongos. Los tipos de desinfección existentes son la ultravioleta, el ozono y el cloro. El ozono y el cloro deben usarse siempre por personal experimentado y con unas rutinas diarias de control. Los valores altos tanto de cloro como de ozono pueden conllevar lesiones graves en las tortugas marinas.

### 4.3.3 Temperatura

El mantenimiento de una temperatura constante y adecuada es un factor crítico para el crecimiento y la prevención de enfermedades en tortugas marinas (Higgins, 2003). La temperatura óptima varía en función de la población de origen. En tortugas procedentes de climas templados como el Mediterráneo, en que la temperatura del agua está sometida a fluctuaciones más pronunciadas, las temperaturas óptimas pueden reducirse. Así pues, para favorecer el metabolismo de tortugas en recuperación, se recomienda una temperatura que puede establecerse entre los 22 y los 26° C mientras que, en tortugas sanas, la temperatura podría situarse en valores más bajos, entre los 18 y los 24 ° C.

Hay que tener en cuenta que, un error en las temperaturas inadecuadas, pueden repercutir en su estado general de salud y recuperación:

- Temperaturas demasiado altas conllevan letargo y estrés hipertérmico.
- Temperaturas demasiado bajas pueden generar inmunodepresión y aumento de la susceptibilidad a los patógenos.

Además, en muchos casos también debe ajustarse y controlarse la temperatura del aire ya que puede tener efectos significativos sobre la temperatura del agua (según el sistema del tanque). Para compensar las fluctuaciones pueden utilizarse barras de pulverización, enfriadores y calentadores. El aislamiento del tanque y las tuberías de la filtración también ayudan al mantenimiento de la temperatura.

A continuación se muestra una tabla resumen con el rago que valores de los principales parámetros a controlar para garantizar una buena calidad del agua:

## Tabla resumen parámetros calidad de agua

Salinidad	20-35 ppt
Temperatura agua	18-26 ° C
pH	7.2-8.5
Cloro	Entre 0.5 y 1 ppm
Coliformes totales (MPN)	Nunca exceder las 1000/100 ml de agua

### 4.4 BIOSEGURIDAD

Se entiende como bioseguridad a todas las acciones preventivas llevadas a cabo con el objetivo de evitar la transmisión de agentes infecciosos. En el caso de los centros de recuperación se debe ampliar el concepto e incluir la protección del personal contra enfermedades zoonóticas y la protección de la vida silvestre de agentes infecciosos provenientes de las tortugas recuperadas o bien liberados a través de los vertidos generados.

Debido a que cada instalación es única, los planes de bioseguridad deben desarrollarse de manera específica para cada una de ellas. En este proceso las amenazas sanitarias deben identificarse, evaluarse, gestionarse y por supuesto, comunicarse a todo el personal.

La mayoría de los planes de bioseguridad incluyen:

- Gestión del suministro y vertido del agua.
- Procedimientos de cuarentena.
- Política y zonificación del acceso a las diferentes áreas.
- Control de los movimientos de animales y personal dentro de la instalación.
- Planes especiales para responder a brotes de enfermedades.
- Protocolos de desinfección para tanques y utensilios.
- Medidas para prevenir enfermedades zoonóticas.
- Monitorización de la resistencia antimicrobiana.
- Seguridad en el manejo de la alimentación.
- Señalización y preparación del personal.
- Control de plagas.
- Medidas para la gestión de residuos.
- Evaluación y mejora del plan (cuando sea necesario) para afrontar nuevos retos.

El suministro de agua puede suponer una fuente de patógenos; por ello se recomienda que el agua proveniente del mar sea convenientemente filtrada antes de introducirse en los tanques que contengan tortugas. Asimismo, el agua desechada puede contener restos de fármacos o bacterias con resistencias antibióticas.

Si el agua del sistema se desecha directamente al medio ambiente, debe realizarse un tratamiento previo para destruir los patógenos (como la ozonización o la filtración de carbono).

Cuando no se permita la descarga al alcantarillado sanitario o directamente al medio ambiente, deberá utilizarse sistema avanzado de reciclaje de agua y nutrientes.

Los organismos patógenos pueden transmitirse por contacto directo entre animales, a través del agua, aerosoles, alimento mal manejado y fómites. La separación física de los tanques y sistemas de gestión del agua proporciona la mejor seguridad contra la transferencia de patógenos transmitidos por el agua. Estas medidas también pueden completarse con tratamientos como el ozono y filtración UV.

Además, los tanques deben mantenerse limpios y sus alrededores deben estar libres de residuos y ordenados. Los tanques deben desinfectarse con detergente, lejía o agua oxigenada. Una gran variedad de desinfectantes puede utilizarse en función de la superficie, y riesgo de infección. Los más utilizados en instalaciones acuáticas son: Alcohol (p.e. etanol), peroximono sulfato de potasio, iodóforos, productos a base de peróxido de hidrógeno fenólicos, hipoclorito de sodio y compuestos de amonio cuaternario.

## 5 ACTUACIÓN CON TORTUGAS VIVAS PROCEDENTES DE CAPTURA ACCIDENTAL EN PESQUERÍAS

### 5.1 INTRODUCCIÓN

La captura accidental constituye una de las mayores amenazas de conservación a la que se enfrentan las poblaciones de tortugas marinas. Aunque a nivel global es complejo cuantificar el impacto real, a nivel local se ha demostrado el efecto negativo que tiene en algunas poblaciones entre las que se encuentra la mediterránea y la atlántica.

Las capturas pueden tener lugar en cualquier tipo de pesca, tanto pesca deportiva como artesanal o comercial, esta última es la que ejerce un mayor impacto sobre las poblaciones debido a la magnitud y a la fuerte presión que ejerce sobre los ecosistemas marinos. La interacción de las tortugas con las artes de pesca se produce principalmente de las siguientes formas:

- **Captura:** Permanecen atrapadas en un espacio limitado dentro de un arte de pesca pero mantienen la capacidad de salir a la superficie a respirar.
- **Enmallamiento:** Enredos en extremidades o cabeza con redes o cabos de pesca.
- **Enganches/ingesta de anzuelos:** pudiendo producir lesiones bien internamente a lo largo del tracto digestivo o en la parte externa del cuerpo
- **Inmersión forzada:** Enredos en redes o sedales impidiendo la natación sin posibilidad de que las tortugas alcancen la superficie. (ej. trasmallo, arrastre, palangre fondo).
- **Sobreesfuerzo por evasión:** Aumento del gasto energético asociado al intento de escapar de las redes (arrastreros).
- **Trauma directo:** Fracturas y heridas traumáticas por colisión (dragas de vieiras).

A consecuencia de esta interacción las tortugas pueden sobrevivir (con o sin secuelas posteriores), morir de forma instantánea, o morir en días o semanas post-interacción como consecuencia de las lesiones sufridas. En el centro de recuperación se pueden presentar individuos en cualquiera de las fases y la actuación veterinaria inicial es de gran importancia para el pronóstico del animal.



Imagen 32. Tortuga capturada accidentalmente

Entre las diversas patologías más frecuentemente asociadas a la interacción con pesquerías se incluyen heridas traumáticas, ahogamientos, enfermedad descompresiva, desordenes metabólicos y miopatía por captura frecuentemente asociadas a la interacción con pesquerías se incluyen heridas traumáticas, ahogamientos, enfermedad descompresiva, desordenes metabólicos y miopatía por captura.

## **5.2 ARTES DE PESCA**

Las principales artes de pesca implicadas en la captura accidental de tortugas marinas en aguas españolas son:

### **5.2.1 Arrastre**

Tipo de arte de pesca consistente en el empleo de una red lastrada en forma de copo que es arrastrada por uno o dos barcos, barriendo a su paso y capturando la pesca. Hay diferentes modalidades, según la red esté próxima al fondo o entre aguas, o bien opere un barco o dos a la par en cada extremo de la red.

De forma general, la mayor probabilidad de interacción con tortugas marinas se produce durante los periodos de reposo o alimentación de estas en el fondo marino, ocasionando diferentes patologías que varían desde ahogamientos, enfermedad descompresiva (DCS) o lesiones asociadas al esfuerzo de escapatoria. Adicionalmente, los individuos capturados pueden sufrir asfixia por compresión ocasionada por las toneladas de pescado capturado junto a ellas en las redes.

Los individuos capturados pueden encontrarse vivos, muertos o comatosos cuando son extraídos de las redes. Se asume que los animales comatosos mueren en un corto periodo de tiempo si no se aplica ningún tratamiento (National Research Council, 1990).

### **5.2.2 Artes fijas**

Son un conjunto variado de artes de pesca consistentes en redes tendidas con flotadores en la parte superior y lastre en la inferior, lo que hace que se dispongan verticalmente para atrapar el pescado en su desplazamiento. Hay diferentes modalidades según su estructura y donde operen. Entre ellas se encuentran las artes de enmalle como beta, rasco y trasmallo; o las artes de parada como almadraba, almadrabetta y moruna. La captura accidental de tortugas se produce de forma pasiva a causa del enmallamiento, aunque se sospecha que la alta concentración de pescado e invertebrados en las redes puede actuar como atrayente (Gilman et al., 2010).

### **5.2.3 Palangre**

Tipo de arte de pesca consistente en una larga línea de monofilamento (madre) de la que penden líneas más finas y menores (brazoladas) que llevan en un extremo un anzuelo cebado. Hay diferentes modalidades, según opere en superficie (palangre de superficie) o en diferentes profundidades (palangre de profundidad o de fondo)

Las tortugas marinas interactúan con esta arte de pesca tratando de ingerir el cebo, quedando atrapadas por el anzuelo. También pueden quedar enredadas en las largas líneas mientras nadan o clavándose los anzuelos a nivel externo, esto sucede habitualmente en tortugas laúd.

El resultado es muy variable dependiendo del tipo de interacción, la profundidad y el tiempo que el animal ha permanecido sumergido desde su captura. Las tortugas con anzuelo pueden morir de forma aguda debido a la lesión producida o al ahogamiento o sobrevivir con o sin la presencia del anzuelo. En ocasiones las lesiones producidas por el anzuelo o en mayor medida por el sedal que le sigue, pueden resultar en una infección y un debilitamiento progresivo que finalice en una muerte por septicemia en un periodo de semanas o meses.

#### 5.2.4 Nasas

Consisten en un conjunto de cestas con apertura que se fondean unidas a un cabo boyado. Las asas entre las cestas y el cabo de la boya permanecen en la columna de agua pudiendo llegar a enredarse en las extremidades o el cuello de las tortugas produciendo mortalidad por ahogamiento.

### 5.3 PRESENTACIONES CLÍNICAS INTERACCIÓN PESQUERÍAS

#### 5.3.1 Lesiones externas e internas

Los anzuelos producen daño traumático por heridas penetrantes. La gravedad varía en función de la localización, la fuerza de tracción aplicada durante la captura y la manipulación primaria por parte del personal de la embarcación. Las zonas de lesión que más influyen sobre la supervivencia incluyen la glotis, las uniones mandibulares, el paladar blando o en la parte caudal del esófago. Las consecuencias más graves incluyen la perforación de la pared gastrointestinal con posibilidad de complicación por contaminación y celomitis, la rotura de la pared cardíaca o de grandes vasos que resulte en una hemorragia fatal o perforación pulmonar y/o sección del árbol bronquial.



Imagen 33. Ejemplar varado muerto con presencia de sedal en cavidad oral

También se pueden producir daños que comprometan la supervivencia de los individuos a medio y/o largo plazo como la formación de abscesos asociada a heridas, el impedimento de la deglución, problemas en la captura del alimento por lesiones orales, asfixia o neumonía por aspiración.

En ocasiones si el anzuelo no ha estado sometido a una elevada tracción, puede transcurrir a través del tractodigestivo sin complicaciones o ser encapsulado por la mucosa produciendo

un “quiste” sin mayores consecuencias. Es por ello que en anzuelos cuya extracción sea muy compleja se recomienda evitar una tracción excesiva ya que se puede agravar la situación. En los casos más leves podemos encontrarlos insertados en la piel o la musculatura sin afectar a estructuras sensibles (Parga, 2012).



Imagen 34. Radiografía dorsoventral evidenciando la presencia de un anzuelo triple en esófago

Aunque se tiende a centrar la atención en el propio anzuelo, la mayor parte del potencial lesivo proviene del sedal ligado a este. Externamente un sedal de suficiente longitud puede causar lesiones por constricción en extremidades llegando a producir necrosis y amputaciones; en el caso de afectar al cuello podría producir muerte por asfixia.

Si el sedal es ingerido por la tortuga y el anzuelo permanece anclado en cualquier tejido, los movimientos peristálticos facilitarán el paso del sedal a lo largo del tracto digestivo, pudiendo generar un efecto de “cuerpo extraño lineal” (Imagen 35), situación en la que las asas intestinales se pliegan en torno al sedal en respuesta a la tensión generada. Este proceso genera lesiones a lo largo del tracto digestivo que pueden conllevar úlceras, intususcepciones, obstrucciones, necrosis y en último término la perforación y la peritonitis asociada (Bjorndal et al., 1994; Casale et al., 2008; Orós et al., 2004; Valente et al., 2007; Watson et al., 2005).



Imagen 35. Plegamiento completo del tubo digestivo a consecuencia de la presencia de un sedal (cuerpo extraño lineal).

Las contusiones y traumas por impactos también son habituales en las tortugas provenientes de pesca accidental. Suelen estar causadas por colisiones con las embarcaciones, lesiones causadas por la red en el momento de la captura o al ser descargadas en la cubierta de la embarcación. Estas lesiones son muy diversas tanto en localización como en severidad, con lo que el abordaje terapéutico variará en función de cada caso.

### 5.3.2 Ahogamientos

Se producen cuando la tortuga es incapaz de salir a la superficie a respirar, y pueden ser causados por diversos artes de pesca. De forma fisiológica los tiempos de apnea en tortugas marinas puedan llegar a abarcar entre dos y cinco horas (Byles, 1988) aunque existen variaciones dependiendo del tamaño y el estado fisiológico del individuo. La respuesta fisiológica al buceo forzado es muy diferente a la de una apnea normal, es por ello que pueden darse casos de ahogamientos en tiempos considerablemente cortos que en condiciones normales no supondrían un problema para la supervivencia (Lutcavage & Lutz, 1997; Stabenau, Heming, & Mitchell, 1991).

La presentación clínica en animales ahogados es diversa, dependiendo del grado de aspiración, y puede incluir desde disnea y sonidos respiratorios, hasta tortugas letárgicas o comatosas con reflejos disminuidos o completamente ausentes, respondiendo solo al dolor profundo. La presencia de espuma en cavidad oral o en narinas (indicativo de edema pulmonar a causa de la mezcla de la aspiración de agua y del surfactante pulmonar) no suele ser un hallazgo habitual durante la exploración clínica. La técnica diagnóstica por excelencia es la radiografía dorsoventral, en la cual se observará un aumento en la radioopacidad a lo largo del árbol bronquial (Imagen 36).



Imagen 36. Radiografía dorsoventral de tortuga ahogada, mostrando un aumento de radioopacidad en el árbol bronquial.



Imagen 37. Maniobra de resucitación en tortuga ahogada

### 5.3.3 Síndrome descompresivo

Causado por la formación de burbujas de nitrógeno en el sistema cardiovascular y otros tejidos (embolia gaseosa) a consecuencia de una rápida descompresión y un fallo de los mecanismos fisiológicos compensatorios. La principal hipótesis apunta a que el estrés asociado a la captura actúa como factor detonante en la alteración brusca de los mecanismos fisiológicos que impiden la absorción de nitrógeno, como el shunt intracardiaco o los esfínteres pulmonares (García-Párraga et al., 2018).

La patología y el daño tisular se producen principalmente a causa de estas burbujas, que, por un lado, impiden el aporte sanguíneo a los tejidos, y por otro ejercen presión mecánica en interior de los vasos. Enfermedad de reciente descubrimiento, podría suponer una importante causa de muerte asociada a la pesca accidental en tortugas bobas procedentes de trasmallo y arrastre en el Mediterráneo occidental (Fahlman et al., 2017; Garcia-Parraga et al., 2014) aunque se ha demostrado que también puede afectar a otras especies.

La presentación clínica es variable dependiendo de múltiples factores. Algunos ejemplares pueden no mostrar ningún signo aparente o una ligera hiperactividad asociada al dolor. En casos más severos pueden ingresar en estado estuporoso, o comatoso en el peor de los casos. Los primeros signos clínicos pueden llegar a manifestarse varias horas después de la captura

y si no se aplica tratamiento existe una progresión negativa que conduce a la muerte del animal en los casos moderados y severos. Es muy habitual la presentación concomitante con otros procesos clínicos como ahogamientos, con o sin aspiración de agua.

La historia previa e historial clínico del animal (captura accidental, tipo de arte de pesca utilizado, tiempo que ha permanecido sumergido el arte, profundidad de calado, evolución de la condición del animal desde el momento de la captura) pueden proporcionar información relevante y orientar el diagnóstico, pero la principal herramienta para diagnosticar la presencia de embolia gaseosa es el diagnóstico por imagen. La combinación del estudio radiológico y ecográfico nos permiten detectar o descartar la presencia de gas intravascular.



Imagen 38. Radiografía dorsoventral de tortuga con embolia gaseosa severa, con presencia de gas en vasos renales, hepáticos y cámaras cardíacas

La ecografía es el método con mayor sensibilidad, siendo capaz de determinar la presencia de burbujas incluso en casos muy leves. El estudio de los riñones y las cámaras cardíacas, por lo general, son las estructuras que mayor información aportan sobre este proceso. El acceso a través de la ventana pre-femoral es relativamente sencillo incluso en individuos de gran tamaño y la detección de burbujas circulantes a través de los vasos renales son fácilmente identificables como puntos hiperecóticos con estructuras en forma de “cola de cometa” asociadas.

La radiografía simple permite de forma sencilla interpretar, diagnosticar y evaluar el grado de severidad de embolia gaseosa. Se recomienda la realización de las proyecciones dorsoventral (Imagen 38) y laterolateral (Imagen 39) para evaluar la ubicación y la cantidad de gas. Para el diagnóstico la proyección lateral es la más sensible, permitiendo la detección de gas a nivel renal en casos leves (no siempre detectables en la vista dorsoventral).

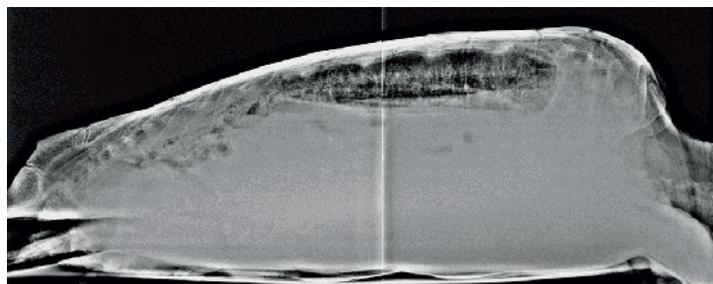


Imagen 39. Radiografía dorsoventral de tortuga con embolia gaseosa, mostrando gas en vasos renales

En función de la cantidad y la localización del gas en las pruebas de imagen se establecen tres categorías clínicas:

### Leve

1. Gas principalmente área renal.
2. Reabsorción 24-48hs.
3. Radiografía L-L o ecografía renal.

### Moderada

1. Gas principalmente venas renales y hepáticas.
2. Muerte entre 48-72hs sin tratamiento hiperbárico.
3. Radiografía D-V y L-L; ecografía renal/cardíaca.

### Severa

1. Presencia masiva de gas.
2. Muerte entre 6-12hs sin tratamiento hiperbárico.
3. Radiografía D-V y L-L.

- **Casos moderados-severos:** En estos casos el único tratamiento efectivo se basa en la restauración del estado de shock y la terapia hiperbárica temprana. En caso de no disponer de acceso a una cámara hiperbárica el uso de cubas con atmósfera enriquecida en oxígeno se han demostrado de gran utilidad. El pronóstico variará en función del grado de gravedad y de la aplicación temprana de tratamiento, la presentación simultánea de otros procesos clínicos.

- **Casos leves:** pequeñas cantidades de gas pueden ser reabsorbidas en 24-48 horas incluso sin tratamiento hiperbárico. En el supuesto de no aplicar terapia hiperbárica, el alcance de las lesiones a nivel renal y otros tejidos por la presencia de burbujas es desconocido.

Pese a la supervivencia inicial, se desconocen los efectos subletales derivados de las lesiones crónicas que la enfermedad descompresiva puede ocasionar en algunos órganos (SNC, corazón, riñón) y que han sido diagnosticados mediante anatomía patológica o detectados mediante resonancia magnética.

## 6 BASURA MARINA Y CONTAMINANTES

---

### 6.1 INTRODUCCIÓN

Una de las principales amenazas de origen antrópico a las que se enfrentan las tortugas es el elevado nivel de contaminación existente en sus distintas formas.

Los desechos sólidos pueden tener efectos nocivos causando tanto lesiones físicas por enmallamiento como lesiones asociadas a la ingestión de estos elementos. Las grandes corrientes oceánicas actúan como “cintas transportadoras” de la basura, que acaba acumulándose en zonas de convergencia y giros oceánicos. Las tortugas marinas son especialmente susceptibles a esta condición ya que también se sirven de estas corrientes para desplazarse y alimentarse, además de desarrollar la mayor parte de su ciclo vital en aguas superficiales.

Por otra parte, contaminantes de tipo ambiental como metales pesados y COPs (contaminantes orgánicos persistentes) también pueden presentar toxicidad, aunque los efectos tienden a ser subclínicos.

Finalmente, se dedicará un breve apartado a la contaminación por vertidos de petróleo y derivados.

### 6.2 DESECHOS SÓLIDOS

#### INGESTIÓN DE DESECHOS NO-BIODEGRADABLES

Debido a los hábitos de alimentación oportunistas es frecuente la ingestión de residuos compuestos por distintos materiales (plástico, metal...), dando lugar a patologías digestivas tales como obstrucciones parciales o totales, impactaciones o enteritis hemorrágicas que pueden evolucionar a necrotizantes en el peor de los casos. Además del daño físico, ciertos polímeros plásticos pueden tener efectos tóxicos debido a su composición o a la capacidad de adsorber y concentrar COPs y otros contaminantes hidrófobos del agua.

#### ENMALLÉS EN REDES FANTASMA Y OTROS MATERIALES

La abundante basura marina en sus distintas formas (redes fantasma, plásticos, nylon, sedales, trozos de rafia, cuerdas...) también es susceptible de quedar enredada en la cabeza o las extremidades de las tortugas llegando a causar la amputación total o parcial de una o varias extremidades, con el riesgo de sepsis e incluso la muerte por asfixia cuando la zona de enmallamiento abarca el cuello (Imagen 40).



Imagen 40. Tortuga enmallada flotando a la deriva

### 6.3 CONTAMINANTES AMBIENTALES

En tortugas marinas numerosos estudios han medido concentraciones en distintos tejidos y han tratado de correlacionarlas con parámetros sanguíneos, tanto hematológicos como bioquímicos con resultados diversos.

La contaminación química se encuentra dispersa tanto en el medio terrestre como marino. Existen diversos tipos de contaminantes: por una parte, están los de distribución global debido a su uso ampliamente extendido y su persistencia en el medio, como los bifenilos policlorados (PCBs) o el mercurio. Por la otra, están aquellos que se encuentran más localizados, provenientes de prácticas como la agricultura o la industria.

Respecto a los factores que condicionan e influyen en la exposición de las tortugas marinas a estos contaminantes, se encuentran:

- La distancia al foco de contaminación.
- El momento o fase en que se encuentra la tortuga respecto a su ciclo de vida.
- Los movimientos migratorios.
- La condición corporal.
- La dieta en función de la especie y la edad.
- Los patrones de nidificación.

La evaluación de la contaminación en las tortugas marinas es muy compleja, ya que pueden haber influido varios elementos de manera simultánea y es difícil el establecer el grado de influencia de uno u otro, así como las posibles sinergias establecidas entre ellos. La toma de muestras y el análisis de los contaminantes suele tratarse de un proceso caro que, en ocasiones, requiere un tratamiento complejo de las muestras y equipamiento altamente sofisticado. La contaminación química se postula como un gran factor de riesgo para la conservación de las diferentes especies de tortugas marinas. Es por ello que los estudios de monitorización de los niveles contaminación de sustancias químicas, así como sus potenciales efectos, se encuentran entre las 20 cuestiones prioritarias para la conservación de las tortugas marinas a nivel mundial (Hamann et al., 2010). La toma de muestras para toxicología varía en función del compuesto cuya presencia se requiera

demostrar. A continuación, se establecen las muestras más habituales para la mayoría de los contaminantes:

### 6.3.1 Toma de muestras

#### **MUESTRAS ANTEMORTEM**

- Sangre: 1 ml de sangre entera en tubos de heparina de litio o idealmente en tubos metal-free para contaminantes inorgánicos.
- Plasma o suero: Para análisis de contaminantes orgánicos idealmente 4-5 ml de plasma.
- Estructuras queratinizadas (escamas y uñas) 0.3 -1.0 g.
- Tejido adiposo.

Para la mayoría de los contaminantes, las concentraciones en sangre, plasma y suero poseen exposiciones más recientes, mientras que en las estructuras queratinizadas la exposición pertenece al tiempo de su formación.

#### **MUESTRAS POSTMORTEM**

- Hígado
- Riñón.
- Tejido adiposo.
- Músculo.
- Cerebro (en algunos casos).

Para la determinación de contaminantes orgánicos persistentes en tejidos, cada muestra debe ser envuelta en papel de aluminio (con la cara mate orientada hacia el tejido) para evitar todo contacto con plástico o similares que pudieran contaminar e interferir en los resultados. Para la determinación de contaminantes inorgánicos se conservarán en bolsas o botes de plástico, evitando así el contacto con residuos metálicos.

La muestra envasada y etiquetada correctamente debe congelarse hasta el momento de su análisis (preferiblemente a  $-80^{\circ}\text{C}$ ). Las muestras de tejidos deben obtenerse, siempre que resulte posible, de la porción interna de los órganos para evitar la posible contaminación superficial del tejido. Los contaminantes ambientales, como ya se ha expuesto anteriormente, son un grupo muy amplio y diverso. Aun así, la mayoría de los estudios que se han realizado en tortugas marinas, se centran en los COP's, especialmente compuestos organoclorados y productos de origen industrial, y metales pesados.

### 6.3.2 COPs (contaminantes orgánicos persistentes)

Los COP's son químicos orgánicos a base de carbono que debido a sus propiedades físicoquímicas, se distribuyen en el medio ambiente de manera global y se biomagnifican como consecuencia de las cadenas alimentarias (Wiener, Krabbenhoft, Heinz, & Scheuhammer, 2003). Estos se caracterizan por ser altamente disponibles, resistentes al metabolismo una vez ingeridos, persistentes en las grasas debido a su lipofilia y poseer una vida media-larga.

Estos contaminantes son tóxicos para muchas especies y aunque la toxicidad puede ser aguda o crónica, la exposición crónica a bajas concentraciones predispone a efectos crónicos adver-

sos como tumores, discapacidad reproductiva, anormalidades en el desarrollo e inmunotoxicidad (Stockholm Convention, 2008). Dentro de todos los COPs existentes, algunos de los que se ha detectado su presencia en las tortugas marinas son los POCs (pesticidas organoclorados) y PCBs (bifenilos policlorados), aunque ya no se producen o están limitados, y PBDEs (polibromodifenil éteres), todavía en uso.

### 6.3.3 Metales pesados

En el caso de los metales pesados, desafortunadamente, se han establecido pocos umbrales de toxicidad en reptiles. Algunos metales con preocupación toxicológica son Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Mercurio.

Los análisis de metales son muy complejos. Dependiendo del tipo de análisis hay que atender a una serie de consideraciones como:

- Saber si los resultados son en seco o en húmedo (en el caso de los secos, el resultado será siempre más alto), permite establecer comparaciones de niveles con previos estudios.
- Otro aspecto a tener en cuenta es el tiempo, ya que, en algunas ocasiones, si el tejido se ha fijado con formalina, las concentraciones de metales pueden alterarse con paso del tiempo haciendo más compleja la interpretación.
- Es importante ser conscientes de que algunas variaciones en las condiciones clínicas pueden influir sobre las concentraciones de metales en sangre, suero y plasma. Se ha observado un aumento de los niveles de Selenio y Zinc durante la rehabilitación, probablemente debido a un cambio en la dieta (Camacho et al., 2014). Los únicos metales no esenciales cuya concentración disminuyó durante la recuperación fueron el níquel y el arsénico. Mientras que otros, como la concentración de Mercurio total, no variaron de manera significativa durante este tiempo.

## 6.4 EFECTOS ADVERSOS DE LOS CONTAMINANTES

Las tortugas marinas son sensibles a los potenciales efectos toxicológicos de ciertas sustancias químicas como los ampliamente conocidos compuestos disruptores endocrinos (incluyendo alquilos compuestos inorgánicos o compuesto orgánicos sintéticos que hemos nombrado anteriormente). Sin embargo, existen escasos estudios que evalúen los efectos de contaminantes ambientales en tortugas marinas (Camacho, Luzardo & Orós 2017) y en muchos casos la interpretación del efecto-origen es difícil de establecer. Así, por ejemplo, varios trabajos han encontrado correlaciones entre parámetros clínicos y la carga de contaminantes analizados. Sin embargo, la diversidad de factores influyentes hace que las correlaciones sean difíciles de interpretar. Concluir que un efecto adverso deriva de unos niveles de contaminación puede estar condicionado por otros factores o condiciones que no se están teniendo en cuenta o no se pueden estudiar por sí solos. Las mezclas de sustancias (efecto cóctel) y el efecto tóxico de las mismas, se plantean como un reto en el futuro más que las sustancias por sí solas. El uso de biomarcadores puede ayudar a determinar la exposición de distintas categorías de contaminantes y a establecer los mecanismos de acción tóxica. El desarrollo de cultivos de líneas

celulares en tortugas marinas puede contribuir para definir mejor los efectos adversos de los contaminantes (Finlayson, Leusch, & Van de Merwe, 2016). La información más relevante puede provenir directamente de las medidas de los contaminantes; para ello, deben utilizarse los tipos de muestras apropiados, interpretándose según las concentraciones umbral establecidas para los efectos adversos. Al valorar la validez o el carácter patológico de la presencia de contaminantes hay que tener en cuenta que:

- No siempre está claro si los cambios en los biomarcadores son consecuencia de adaptaciones o verdaderos efectos adversos.
- Algunos estudios utilizan solo un grupo de contaminantes (o COPs o metales), por lo que no es seguro si hay otros contaminantes que no se han tenido en cuenta y que también podrían estar correlacionados con los efectos adversos.

Así pues, a pesar de la existencia de numerosos estudios con distintos contaminantes y muestras biológicas de tortugas marinas, la diversidad de factores influyentes hace que las correlaciones sean difíciles de interpretar.

## **6.5 EFECTOS ADVERSOS DE LOS HIDROCARBUROS**

La exposición al petróleo puede ser tanto por causas antropogénicas de tipo deliberado o accidental (por ejemplo, el accidente del Prestige en Galicia, 2002), así como por procesos naturales tales como las filtraciones y respiraderos marinos.

La exposición puede ser:

- Directa: Contacto, ingestión, inhalación.
- Indirecta: A través de la alimentación.

Además, puede darse tanto en tierra como en el mar; durante cualquier fase de su ciclo vital.

Las propiedades físicas y químicas del petróleo varían según su procedencia geológica, tiempo de persistencia en el ambiente y tipo de procesamiento. Cuando se produce un derramamiento de petróleo, este se clasifica según NOAA en 4 tipos, desde muy ligero a muy duro pasando por ligero y medio.



Imagen 41. Tortuga petroleada

La toxicidad potencial dependerá de:

- Grado y frecuencia de la exposición.
- Características del petróleo.
- El animal expuesto (especie, estadio en el ciclo vital, condiciones sanitarias del animal...).

Es muy importante la toma de muestras de crudo para la caracterización del vertido y la posterior investigación de su origen por parte de un laboratorio acreditado.

### 6.5.1 Efectos de la exposición en la salud de las tortugas

Las tortugas marinas afectadas suelen presentar: letargo, depresión, bradipnea o aumento del esfuerzo respiratorio, bradicardia, deshidratación e hipertermia, y trastornos metabólicos:

- Los productos del petróleo altamente volátiles pueden inducir daños externos severos como las quemaduras químicas. Se ha observado dermatitis necrotizante en tortugas bobas que habían sufrido la exposición a petróleo (Camacho et al. 2013). Las lesiones en tejidos periorculares o córnea también son habituales pudiendo causar conjuntivitis; en estos casos, el tratamiento más efectivo es la inmersión sostenida en agua salada limpia junto con tratamientos tópicos y sistémicos de las úlceras corneales.
- La obstrucción de narinas a causa del petróleo en la superficie también es habitual, produciéndose al salir a superficie a respirar. En algunos casos la aspiración de material puede llegar a afectar a vías respiratorias y pulmones. En estos casos el diagnóstico por imagen es el método menos invasivo y más accesible.

Aunque los estudios relativos al éxito de supervivencia son limitados, sí se ha podido demostrar la supervivencia en algún caso. Sin embargo, los estos estudios todavía deben realizarse a largo plazo, mediante el uso de sistemas de seguimiento en las tortugas rehabilitadas más modernos y que permitan evaluar la mortalidad a largo plazo.

## 7 TORTUGAS IRRECUPERABLES

---

Se incluyen dentro de este grupo las tortugas que han sobrevivido al periodo de rehabilitación, pero cuyas secuelas crónicas impiden el desarrollo de sus ciclos vitales o supervivencia en el medio natural. Las lesiones más habituales se producen a nivel motor (amputaciones, fractura de columna y/o caparazón, problemas de flotabilidad...) disminuyendo las probabilidades de supervivencia en el medio natural.

Algunos de los criterios que se establecen para considerar una tortuga como irrecuperables son:

- Ceguera en ambos ojos.
- Amputación de 2 o más extremidades que impidan la natación adecuada.
- Flotabilidad anormal que impide desarrollar comportamientos y hábitos normales de la especie.
- Fractura de columna o de caparazón que no haya cerrado en su totalidad o que por su localización no haya cicatrizado, pudiendo dar lugar a una posible infección.
- Desordenes neurológicos.
- Otras afecciones crónicas no reversibles.

En estos casos será necesaria la aprobación de un comité de bienestar animal que verifique que las instalaciones y el personal del centro permiten un mantenimiento a largo plazo del individuo y que los proyectos de investigación o educación asociados justifiquen la tenencia de este individuo. También será necesaria la autorización por la autoridad competente.

Aunque estos animales no supongan una contribución a las poblaciones salvajes pueden tener un gran valor como sujetos de investigación y como elemento de sensibilización, evidenciando la importancia que el impacto humano tiene sobre las poblaciones.

## 8 PROTOCOLO PRE-SUELTA

---

El principal objetivo del proceso de recuperación es la reintroducción en el medio natural de los ejemplares recuperados. A continuación, se establece un protocolo previo a la suelta.

### 8.1 CRITERIOS PARA LA LIBERACIÓN

La decisión de otorgar el alta médica a un animal ingresado recae sobre el personal veterinario. Debe ser una decisión razonada y basada en un examen físico del animal, las pruebas complementarias y la revisión de su historial completo.

En este sentido, deben darse una serie de requisitos:

- Remisión completa de las alteraciones que generaron su ingreso. Ausencia de cualquier patología.
- Permanecer sin medicación durante un plazo previo a la liberación. El tiempo del mismo dependerá de la medicación utilizada y su periodo de retirada.
- La tortuga debe ser capaz de alimentarse por sí misma.
- Presentar una buena condición corporal (y de forma estable).
- Defecar de forma regular.
- Mostrar un estado activo, con buena capacidad de natación y buceo.
- Presentar una flotabilidad normal (ser capaz de descansar en el fondo del tanque).
- Sus parámetros sanguíneos deben encontrarse dentro de los valores normales.

Medidas de Adaptación para la suelta:

1. Trasladar a la tortuga a tanques de mayores dimensiones para ejercitar y muscular al animal antes de la suelta (en función de las posibilidades de cada centro), especialmente importante en animales que hayan permanecido en recuperación durante largos periodos de tiempo.
2. Conviene aclimatar la temperatura del agua teniendo en cuenta las características del mar y la época del año en que se va a llevar a cabo la liberación.

### 8.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda evitar la liberación las tortugas en aguas con temperaturas inferiores a 14º C, especialmente en animales juveniles. Teniendo en cuenta las posibilidades del centro, se recomienda adaptar la suelta a la estación del año más favorable.
- Liberar la tortuga cerca de la localización del varamiento. (Siempre y cuando sea posible en función de los recursos disponibles, así como las características del lugar de varamiento).
- Debe rellenarse una ficha con los datos de la tortuga antes de su liberación. Además de los datos tomados en el momento de entrada, se recomienda registrar los datos biométricos de nuevo antes de la suelta (incluyendo peso y analíticas)
- Marcado e identificación (PIT, TAGs...) para la individualización de cada ejemplar.
- El tiempo que la tortuga debe permanecer en el centro antes de su liberación es variable y deben tenerse en cuenta diversos aspectos como la capacidad y disponibilidad

del mismo, las condiciones meteorológicas y temperatura del agua por lo que el plazo deberá adecuarse a estas condiciones. En el caso de tortugas muy pequeñas que hayan ingresado por neumonías, desnutrición o mucha parasitación externa, se recomienda mantener al animal unos meses en el centro de recuperación (no más de 12), para que ganen en peso, tamaño y fuerza.

- En animales con amputaciones, si es posible se recomienda introducir al animal en una jaula o recinto en el mar, poco profunda, durante unas horas al día previa a la suelta

## 9 SUELTA

---

Una vez la tortuga ha recibido el alta veterinaria y una vez completados los requisitos pre-suelta, se lleva a cabo la última fase del proceso: la suelta.

Aspectos a considerar:

- Personas que llevan a cabo la suelta de la tortuga:

Generalmente, existen múltiples actores implicados en la recuperación de las tortugas marinas, es imprescindible una buena comunicación y coordinación.

- Lugar idóneo para la suelta.

La elección del lugar más adecuado para la suelta debe hacerse en función de:

- Referentes a la tortuga:
  - Fase del ciclo vital.
  - Lugar de varamiento o captura de la tortuga.
  - Tiempo que ha permanecido en el centro de recuperación.
- Referente al medio en que se va a realizar la suelta:
  - Recursos alimenticios del medio.
  - Tráfico marítimo.
  - Rutas y presión pesquera.
  - Estado de conservación (o degradación) del ecosistema.
  - Recursos (económicos y personales) del centro de recuperación.
  - Acceso al lugar de la suelta en función de los participantes e invitados (por ejemplo, si se trata de una suelta pública).

### 9.1.1 Tipos de Suelta

#### PRIVADA

Por una parte, las sueltas privadas requieren menor cantidad de trabajo para preparar y coordinar todas las tareas. Por la otra, la repercusión y grado de difusión es mucho menor.

#### PÚBLICA

La suelta de las tortugas marinas es una de las actividades más relevantes que puede realizarse como medio de sensibilización, cuyo fin es transmitir y concienciar de la difícil situación en la que se encuentran las tortugas y los ecosistemas marinos debido, en gran parte, a causas antrópicas.

Las sueltas públicas requieren un gran trabajo de coordinación entre todos los equipos participantes (educadores, veterinarios, rehabilitadores, voluntarios, autoridades...) pero el nivel de difusión es mucho mayor. En estos casos los objetivos son:

- Promover el conocimiento sobre las tortugas marinas (especies, ciclo de vida, amenazas...) y sobre el medio en general (principales problemas).
- Poner en valor el medio natural, así como las tareas de gestión y conservación que se realizan desde el centro y otros ámbitos.
- Crear conciencia y favorecer la reflexión sobre la situación, favoreciendo y animando a la sociedad a realizar prácticas respetuosas con el medio.

Esta tarea de concienciación debe poner sobre la mesa toda la problemática actual, las amenazas y debilidades con las que se encuentran las tortugas marinas y su entorno sin caer en la negatividad. El discurso debe contribuir a favorecer acciones positivas y motivar a los participantes a respetar y proteger el medio marino.



Imagen 42. Suelta de tortuga con escolares

Estas liberaciones deben estar muy bien organizadas y coordinadas, para que el animal no sea sometido a una situación de estrés, desorientación y manipulado.

### 9.1.2 Acciones previas a la suelta

Hay que tener en cuenta que estas sueltas exigen un alto nivel de preparación y coordinación, y es importante empezar a prepararlas con una cierta antelación. Para ello se debe colaborar con distintos colectivos (sector pesquero, asociaciones locales, sector náutico, socorristas, clubes de buceo, autoridades y personalidades, sector educativo, personal de prensa, etc.) tanto para programar, organizar y gestionar como para invitarlos y hacerles partícipes de la suelta.

El lugar escogido para llevar a cabo la liberación es importante para controlar la cantidad de personas que asistirán a la actividad. En relación a esto, se debe hacer una estimación previa del número de asistentes, para hacer una buena organización de la playa y del personal encargado de la suelta.

Finalmente se establece la importancia de la interacción con los asistentes a la suelta. Si los participantes se implican, es más fácil conseguir los objetivos expuestos. En este sentido, se proponen algunos recursos:

- Carteles
- Folletos informativos
- Simulacro de varamiento y rescate (tipo teatro, por ejemplo, con una maqueta de la anatomía de una tortuga).
- Actividades educativas para los niños y niñas asistentes...

Respecto a los medios de comunicación, es necesario hacer un buen uso de los mismos. Hay que coordinarse con ellos y aprovecharlos para conseguir llegar a una mayor cantidad de la población. Es conveniente:

- Invitar a distintos medios (televisión, radio, prensa escrita...)
- Elaborar una buena nota de prensa.
- Poner atención a la presencia de los medios.
- Utilizar un lenguaje sencillo, (no abusar de los tecnicismos) para conectar con el público objetivo y poder transmitir los valores de protección y conservación.
- Se debe cuidar la calidad del mensaje en todo momento; especialmente en el caso de las redes sociales, donde este aspecto debe ser prioritario, por encima de la cantidad de visualizaciones u otros indicadores similares.

## 10 SISTEMAS DE MARCAJE E IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL

---

### 10.1 INTRODUCCIÓN

El marcaje constituye una herramienta básica en el estudio de la biología de las tortugas marinas. Se basa en la identificación individual de ejemplares con el objetivo de obtener recapturas que nos aporten información acerca de tal como la supervivencia, los patrones migratorios, la efectividad de la rehabilitación y la fidelidad a una determinada zona.

Existen múltiples técnicas y la selección del método de marcado debe basarse en los objetivos que se hayan definido en cada estudio. Actualmente los métodos más utilizados son las marcas externas (plásticas o metálicas), los microchips (passive integrated transporter, PIT Tags) y en menor medida las marcas biológicas de larga duración. Todos los métodos de marcaje acarrearán mayor o menor grado de manejo del animal por lo que se deben de incorporar medidas para tratar de minimizar el estrés asociado al marcado.

### 10.2 MARCAS EXTERNAS (TAGS)

Son el tipo de marca más habitual, pueden estar hechas de metal o de plástico y se fabrican en diferentes tamaños. En España la Asociación Herpetológica Española es la encargada de la distribución de las marcas y de la gestión de la base de datos. Se precisa de la obtención de un permiso especial para el marcado de tortugas marinas.

Una de las localizaciones más habituales para el marcado externo es el borde caudo-proximal de la aleta anterior derecha (Imagen 43). En esta ubicación existen recapturas de décadas, aunque también está descrito el desprendimiento de forma prematura (Balazs, 1999). Como alternativa está descrita de forma menos habitual la aplicación de marcas en las aletas posteriores, sobre todo en estudios realizados en playas de anidación. Ambas ubicaciones tienen ventajas e inconvenientes y se deberá valorar que técnica es más conveniente en cada proyecto. En España se acordó la colocación de las marcas en el borde caudo-proximal de la aleta anterior derecha en la 1ª Reunión Técnica de Centros de Recuperación de Tortugas Marinas del Mediterráneo Español.

En tortugas laúd las marcas se colocan preferentemente en el pliegue cutáneo localizado entre la aleta posterior y la cola.

Para minimizar el riesgo de infección se deberá limpiar la zona de aplicación y desinfectar mediante povidona yodada o alcohol previamente a la aplicación del TAG.

Existe una discusión acerca de los posibles efectos adversos que el marcaje puede ocasionar en las tortugas ya que esta podría tener mayor posibilidad de enmallamiento, aunque hasta la fecha no se ha podido demostrar que tenga una especial incidencia en la supervivencia de los individuos marcados.



Imagen 43. Tortuga marcada en el borde caudo-proximal de la aleta anterior derecha

### 10.3 MICROCHIP (PIT)

Aunque generalmente se utiliza de forma conjunta con las marcas externas, el uso de microchip permite identificar tortugas cuyo tamaño limita el uso de una marca externa. Puesto que no son visibles de forma externa se precisa de un lector adecuado para la obtención del código.

La falta de estandarización a nivel internacional acerca de la zona de implantación del microchip dificulta la lectura del mismo, por lo que a la hora de detectar su presencia se recomienda pasar el lector lentamente por las cuatro extremidades, región axilar, cuello e incluso la unión entre caparazón y plastrón (puente).

En España se suele emplazar de forma subcutánea en los pliegues del cuello, preferentemente en el lado izquierdo. Para la implantación es indispensable la limpieza previa de la zona mediante povidona yodada/alcohol, pudiéndose aplicar un punto de sutura para aproximar los bordes de la incisión.

### 10.4 FOTO-IDENTIFICACIÓN

El uso de la foto-identificación está cada vez más extendido para el estudio de poblaciones de tortugas marinas. Durante los últimos años se ha podido validar su uso en diferentes estudios (Reisser et al., 2008; Schofield et al., 2008). Se trata de un método no invasivo de identificación individual, basado en la identificación de individuos a través del patrón en las escamas cefálicas. Este es distinto entre individuos y no varía con la edad. Un algoritmo informático y una base de datos asociada (con información, fotografías, e historial de cada ejemplar) permiten la labor de foto-identificación de forma sencilla mediante fotografías de ambos laterales y la parte dorsal de la cabeza (Imagen 44 y 45). En España la base de datos fotográficos está gestionada por PITMAR (Programa de Identificación de Tortugas MARinas) y las fotografías pueden ser añadidas al registro a través de su sitio web ([www.pitmar.net](http://www.pitmar.net)).



Imagen 44. Fotografía lateral de cabeza para



Imagen 45. Fotografía dorsal de cabeza para registro en base de datos PITMAR  
Registro en base de datos PITMAR

### 10.5 MARCAS BIOLÓGICAS DE LARGA DURACIÓN

También llamados TAGs en vivo (“living tags”), consisten en el trasplante de dermis del caparazón al plastrón y viceversa, siempre del mismo individuo. Esto crea un punto pigmentado en el plastrón y uno sin pigmentación en el caparazón (Balazs, 1999). Esta marca puede ser utilizada para la identificación de individuos o grupos mediante combinaciones en la localización de las marcas. Se realizan mediante una cureta o un punch de biopsia.

## 11 SEGUIMIENTO SATÉLITE POST-RECUPERACIÓN

---

### 11.1 INTRODUCCIÓN

El marcaje mediante técnicas de seguimiento satelital es un recurso cada vez más utilizado ante la necesidad de evaluar la readaptación al medio de las tortugas recuperadas y el éxito de los programas de recuperación. Adicionalmente, la cada vez mayor oferta de casas comerciales y marcas satelitales permite ajustar el presupuesto y adaptar las opciones a objetivos concretos.

A través del acceso que se obtiene a tortugas marinas desde los centros de recuperación y el uso de seguimiento satelital y marcas de registro, podemos hacer estudios de uso de hábitat, estudiar patrones de dispersión y rutas migratorias, datos ecológicos básicos en la protección de estas especies. Generan información de aspectos comportamentales, reproductores e incluso del grado de bienestar que nos permiten ampliar el conocimiento y su capacidad de adaptación en un ambiente en cambio constante.

Existe una gran variedad de dispositivos disponibles en el mercado que basan su funcionamiento en la captura de información a través de sensores y la transmisión de los datos almacenados aprovechando los periodos en los que el animal sale a la superficie a respirar o a solearse. En su mayoría estos dispositivos utilizan el software Argos ([www.argos-system.org](http://www.argos-system.org)) para la recolección y el procesado de los datos.

Existen multitud de modelos disponibles comercialmente y la elección del dispositivo más apropiado dependerá en gran medida del tipo de estudio a realizar.

### 11.2 DATA LOGGERS

El principal factor limitante para la aplicación de este tipo de dispositivos es la necesidad de recuperar físicamente la marca para recoger la información ya que no son capaces de emitir vía satélite. La información es captada mediante sensores y almacenada en el dispositivo. Los más comunes recogen velocidad de natación, temperatura, distancia recorrida y orientación. Existen modelos más especializados capaces de capturar datos como tiempos de buceo, profundidad y frecuencia cardíaca. Comúnmente están equipados con un dispositivo emisor que permite que el dispositivo pueda ser rastreado mediante telemetría.

### 11.3 POP-UPS O PSATs (POP-UP SATELLITE ARCHIVAL TAGS)

A diferencia de los Data loggers, estos sí son capaces de transmitir la información captada por los sensores a través de satélite. Los PSATs (Pop-Up Satellite Archival Tags) están diseñados para liberarse después de cierto periodo de tiempo o si se alcanza un criterio previamente establecido (temperatura mínima, periodos de oscuridad, profundidad constante...). La exactitud de las localizaciones varía dependiendo de múltiples factores siendo por lo general poco precisos. El error puede variar desde los cientos de metros hasta varios kilómetros en función de la calidad de la señal. Estos dispositivos tienen un gran valor en estudios de mortalidad ya que en función del requisito de liberación establecido podemos saber si el individuo ha muerto. Es el único dispositivo que permite la obtención de datos de mortalidad.



Imagen 46. Implantación POP-UP para estudio mortalidad.

Existen múltiples modelos disponibles en el mercado con precios y características diferentes. Las casas comerciales más habituales son: Wildlife Computers (MiniPAT y sPAT), LoteK (PSATLife-PSTAFLEX) y DesertStar (SEATAG-SAM).

#### **11.4 PPT (PLATFORM TERMINAL TRANSMITTER)**

Los PTTs funcionan adheridos al caparazón transfiriendo los datos en cuanto se reúnen las condiciones necesarias. Mediante PTTs no podemos valorar mortalidad, aunque si supervivencia. Son de gran utilidad en estudios de comportamiento y existen modelos de reducido tamaño que permiten su aplicación en tortugas juveniles generalmente a partir de 1 kg de peso. La exactitud de las localizaciones varía dependiendo de múltiples factores, siendo por lo general poco precisos en comparación con los sistemas que incorporan tecnología GPS. El error puede variar igual que en los dispositivos PSATs, ya que se basan en la misma tecnología de triangulación satelital para la obtención de las posiciones. A diferencia de los PSATs, éstos no permiten la obtención de datos de mortalidad, aunque si de supervivencia y patrones de dispersión. Los datos obtenidos siempre requieren de un filtrado y análisis de las trayectorias para determinar su validez.



Imagen 47. Marcado con PTT en juvenil proveniente de programa de head-starting

Es el tipo de marcaje más comúnmente utilizado en estudios de comportamiento de tortugas marinas por la buena relación entre el precio y la calidad de los datos. Existen diferentes casas comerciales con diversos modelos y características: Wildlife Computers (SPLASH), Sirtrack (Kiwisat; Fastloc), DesertSat (SEATAG-TT).

### 11.5 GPS/ FASTLOC

Funcionan adheridos al dorso del caparazón al igual que los PTTs. Es el sistema que mayor precisión ofrece, dando errores de no más de 200 metros. Los datos obtenidos requieren de un postprocesado con el fin de obtener las localizaciones GPS.

Estas características hacen que sean de gran utilidad en la realización de estudios de comportamiento. Pese a la gran información que proporcionan, su uso se suele ver limitado por el precio.



Imagen 48. Marcado mediante transmisor GPS

## 12 ESTANDARIZACIÓN Y GESTIÓN DE BASES DE DATOS

---

### 12.1 INTRODUCCIÓN

La creación de una buena base de datos es imprescindible para obtener un mayor conocimiento, tanto de los individuos como de las poblaciones de las distintas especies de tortugas marinas presentes en el litoral español y sus principales amenazas. En general, una buena base de datos aplicada a tortugas marinas y la gestión de la información que en ella se recoge, debe permitir:

1. Monitorizar el estado de las tortugas de forma individual, así como evaluar la conservación y los programas de gestión.
2. Almacenar y recuperar los datos relacionados con la biología de las tortugas marinas en cualquier momento (también a largo plazo).
3. Transferir la información rápidamente entre los distintos programas de investigación y monitoreo.
4. Estudiar dinámicas de población mediante la acumulación de largas series de parámetros poblacionales.

Para ello, es necesaria la existencia de una cantidad de información suficiente, de calidad y actualizada. Además, es conveniente la estandarización en la toma de los datos, con el fin de facilitar todos estos procesos.

### 12.2 ORGANIZACIÓN DE BASES DE DATOS

Existen dos niveles referentes a la organización de las bases de datos:

#### 12.2.1 Organización de los participantes

Existen una gran cantidad de agentes implicados que, además, pueden provenir de diferentes administraciones y territorios. Por eso es imprescindible llegar a una serie de acuerdos y establecer una buena guía a la hora de llevarlos a cabo. Para ello, es necesario acordar los derechos y obligaciones de cada participante, la custodia de la base de datos y asegurar unos estándares adecuados para todo el ciclo informativo.

Cuando el proyecto incluye una compleja gama de participantes, se recomienda establecer un grupo de coordinación, formado por representantes de las distintas partes, que tomen las decisiones pertinentes en el proceso de gestión.

Otros aspectos que deben tenerse en cuenta son:

- El derecho del acceso a la base de datos (pública o privada).
- La protección de los derechos intelectuales.
- El uso adecuado de los datos.
- Los estándares de validez de los datos.

#### 12.2.2 Organización de los datos

La base de datos debe tener los campos suficientes para recoger toda la información necesaria respecto a cada ejemplar y los parámetros claves para el posterior análisis de la dinámica de

poblaciones. Sin embargo, es importante evitar las redundancias con el fin de optimizar el trabajo.

Además, es clave validar los datos y corregir los posibles errores antes de transferirlos a una base de datos global. En este sentido, suelen utilizarse la codificación de tipo numérica cuando se trata de datos repetitivos, ya que esta ayuda a evitar errores tipográficos.

Si bien los métodos estandarizados para la recopilación de datos son fundamentales, también lo es la compatibilidad en el software y el hardware. Aunque el software moderno ha facilitado la conversión de datos de un formato a otro, la compatibilidad entre productos de diferentes fabricantes no es perfecta. La elección del software es, por lo tanto, un elemento clave, que debe hacerse acorde a los requerimientos, en función del volumen (de datos y personas), la expansión, compatibilidad y posibilidad de mejoras, desarrollo de aplicaciones, etc.

A menudo, la información existente está infrautilizada, esto ocurre en gran parte porque su ubicación, contenido y aplicaciones son desconocidos. Para evitar esto, las bases de datos deben incluir documentación adecuada, proporcionando descripciones de la estructura, nombre, formato y campos (diccionarios de datos) junto con información sobre la ubicación y las políticas relacionadas con el acceso a los datos.

Además de establecer una buena base de datos, la estandarización en la recogida de muestras es igual de relevante, ya que, si las muestras se toman de manera distinta, no podrán usarse del mismo modo y dificultarán los posibles análisis y estudios a realizar. Es por esto que se proponen unas claves para homogeneizar la toma de muestras a nivel estatal.

La estandarización sirve para todas las actuaciones con animales varados vivos y muertos, así como la toma de muestras y la recogida de información recopilada por las diferentes redes de varamientos existentes.

Se considera importante que se fomenten además los siguientes puntos:

1. Optimización de los recursos, logística y personal entre instituciones locales y regionales.
2. Coordinación e intercambio de experiencias entre las diferentes redes a nivel nacional.
3. Formación específica de los profesionales que trabajan en esta materia.
4. Creación de un grupo de expertos para situaciones de emergencia.
5. Instaurar Bancos de Muestras que estén coordinados a nivel nacional.
6. Mantenimiento y actualización de la información de datos agregados a nivel nacional.

### **12.3 INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER LA BASE DE DATOS**

Para obtener una base de datos amplia y de calidad sobre las tortugas marinas, debe recogerse información de distintos tipos.

Cuando se llevan a cabo acciones de rescate por parte de las redes de varamiento y su posterior tratamiento en los centros de recuperación (generalmente con tortugas adultas, subadultos y juveniles), podemos obtener información de los historiales clínicos, de las patologías, tratamientos... etc.

Pero, además, se pueden analizar algunas características de todas las tortugas ingresadas, para recopilar las características poblacionales.

Una de las instituciones o agentes más relevantes a la hora de recoger los datos son los centros de recuperación y las redes de varamiento. En ellos deberían recogerse información sobre datos patológicos (enfermedades, lesiones, afecciones) y datos biológicos (distribución de tallas, distribución de sexos, genética). Toda esta información sirve para conocer los grados de amenaza, las causas de mortalidad, las tasas de mortalidad de las tortugas marinas, así como algunas características de distribución de la población. Con el fin de estandarizar y homogeneizar la toma de datos, se recomienda realizar una ficha de control. Además, y dependiendo de las condiciones, tanto si se toma los datos en la playa o si la tortuga es trasladada a un centro de recuperación, deberían recogerse algunos aspectos como el sexo, la edad, peso y datos biométricos.

Así pues, se propone la siguiente tabla con los datos que deberían incluirse en la toma de datos y su posterior ingreso en una base de datos estatal:

<b>Fecha y hora</b>	<b>Fecha y hora del aviso</b>	
	<b>Fecha y hora de la llegada al lugar donde se encuentra la tortuga</b>	
	<b>Fecha y hora del ingreso en centro de recuperación</b>	
<b>Localización</b>	<b>Latitud y Longitud</b>	
	<b>En el mar, en la playa, varada</b>	
	<b>Municipio</b>	
	<b>Provincia</b>	
<b>Descripción de la tortuga</b>	<b>Especie</b>	
	<b>Sexo</b>	
	<b>Edad</b>	
<b>Estado</b>	<b>Viva/Muerta</b>	
<b>Persona que la entrega</b>	<b>Nombre</b>	
	<b>Teléfono de contacto</b>	
<b>TAG</b>	<b>Presencia/ausencia</b>	
	<b>Estatus (Recaptura)</b>	
	<b>Posición</b>	
	<b>Código</b>	
<b>PIT</b>	<b>Presencia/ausencia</b>	
	<b>Estatus (Recaptura)</b>	
	<b>Posición</b>	
	<b>Código</b>	
<b>Número de registro interno</b>	<b>Código</b>	
	<b>LRC (Longitud recta caparazón)</b>	
	<b>LCC (Longitud curva caparazón)</b>	
	<b>ARC (Ancho recto caparazón)</b>	
	<b>ACC (Ancho curvo caparazón)</b>	

<b>Biometría</b>	<b>Lcab (Longitud cabeza)</b>	
	<b>Acab (Ancho cabeza)</b>	
	<b>Peso</b>	
<b>Causa de ingreso**</b>	<b>Pesca accidental</b>	
	<b>Varamiento en playa</b>	
	<b>Recogida en superficie</b>	
<b>Tortugas de captura accidental</b>	<b>procedentes</b>	
	<b>Arte utilizado</b>	
	<b>Profundidad</b>	
	<b>Distancia a costa</b>	
	<b>Tiempo de inmersión</b>	
	<b>Nombre embarcación</b>	
	<b>Pescador</b>	
	<b>Teléfono contacto</b>	
<b>Observaciones</b>		
<b>Fuente</b>	<b>Persona que introduce los datos</b>	

\*\* Referente a las causas de ingreso, hay que tener en cuenta que, en ocasiones, puede haber más de un motivo. En estos casos, habría que clasificarlas por orden de relevancia en primaria, secundaria... Del mismo modo, se recomienda hacer una distinción entre si la causa es presunta o cerciorada.

## 13 GESTIÓN DE CADÁVERES

---

### 13.1 MARCO LEGAL

La gestión de las carcasas de las tortugas marinas (así como de otros animales marinos), no es un aspecto bien recogido en la legislación, tanto en el marco estatal como en el europeo. El siguiente protocolo para la retirada y gestión de las carcasas se basa en varios reglamentos existentes referentes a especies silvestres en general y subproductos animales no destinados al consumo humano.

La competencia del mantenimiento y limpieza de las playas es transferida por el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico a los municipios según el Real Decreto 876/2014, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, artículo 225. Así, los restos de tortugas marinas aparecidos en las playas son considerados residuos urbanos, por lo que la responsabilidad en la gestión de su eliminación recae directamente sobre el Ayuntamiento correspondiente.

Hay que tener en cuenta también el marco legal comunitario aplicable a los subproductos animales no destinados al consumo humano y los productos derivados de los mismos (SANDACH), que está constituido por el Reglamento (CE) 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo y por el Reglamento (UE) 142/2011 de la Comisión, en vigor desde el 4 de marzo de 2011, los cuales derogan desde esa fecha el Reglamento (CE) 1774/2002.

El Reglamento (CE) 1069/2009 clasifica en distintas categorías los restos de animales marinos. Teniendo en cuenta esta clasificación, las actuaciones serán distintas. Así pues, quedan catalogados como:

- **Material de Categoría 1:**  
Los animales salvajes, cuando se sospeche que están infectados con enfermedades transmisibles a los seres humanos o los animales (Secc.3, art.8).
- **Material de Categoría 2:**  
Los subproductos animales que contengan residuos de sustancias autorizadas o de contaminantes que sobrepasen los niveles autorizados mencionados en el artículo 15, apartado 3, de la Directiva 96/23/CE" (Secc.3.art.9).
- **Material de Categoría 3:**  
Los animales acuáticos y partes de los mismos, salvo los mamíferos marinos, que no muestren ningún signo de enfermedades transmisibles a los seres humanos o los animales (Secc.3. art.10).

### 13.2 RESPONSABLES DE LA GESTIÓN DE LOS RESTOS

- Cuando las tortugas marinas aparecen muertas en la playa se consideran residuos urbanos, por lo que la responsabilidad de retirarlas recae sobre el Ayuntamiento correspondiente.
- En los casos en los que los ejemplares sean trasladados a un Centro Autorizado para su necropsia y/o estudio específico, la responsabilidad de gestionar los restos pasará a los responsables del propio Centro.

- Aquellos animales que aparezcan en playas que forman parte de un área protegida según legislación ambiental nacional y/o autonómica, podrían disponer de medidas específicas para la gestión de los restos, incluidas en los distintos instrumentos de planificación de estos espacios.

Para conseguir una buena gestión de los residuos es importante que se den dos factores:

- **COORDINACIÓN:** Debe haber una buena coordinación entre todos los agentes implicados en la gestión de residuos: Los expertos de cada zona, el ayuntamiento y los servicios de limpieza de las playas locales.
- **FORMACIÓN:** Es importante que todos los agentes implicados en la gestión de los residuos de las tortugas marinas conozcan las actuaciones y procedimientos a la hora de llevar a cabo esta tarea. Por ello, se recomienda realizar cursos de formación y campañas informativas destinados a dichos agentes como son los servicios de limpieza, Protección civil, SEPRONA, Policía local, Salvamento marítimo, etc... Además, es interesante realizar acciones informativas a la población civil, ya que en muchos casos son quienes encuentran las tortugas varadas y es importante que sepan cómo deben actuar ante esta situación (llamar al 112, esperar hasta que lleguen los servicios competentes...).

### 13.3 PROTOCOLO DE GESTIÓN DE LAS CARCASAS

En primer lugar, es importante determinar el lugar en que se van a llevar a cabo los trabajos con las carcasas de las tortugas marinas como las necropsias, la toma de muestras, recogidas de esqueletos, etc.

Existen diversas opciones sobre dónde realizar estos estudios.

Este procedimiento es diferente en función de diversos factores como el estado de conservación, el tamaño del residuo, el lugar del varamiento, los medios disponibles, etc.

Estos estudios pueden realizarse:

- En un centro autorizado: Aquél que tenga todos los permisos en regla para poder atender varamientos y realizar necropsias. Para esto último, se recomienda que dispongan de una sala específicamente acondicionada. Si se da esta condición, será el propio centro el encargado de gestionar la eliminación de los restos una vez finalicen los estudios con el cadáver.
- “In situ”; los estudios y/o necropsias se podrán realizar en el mismo lugar donde el ejemplar aparece varado. Esto ocurrirá cuando:
  - Las dimensiones del animal hagan inviable el traslado del ejemplar a un centro autorizado o vertedero. Hay que tener en cuenta no solo el tamaño de las carcasas sino también los recursos de los que dispone el propio Ayuntamiento
  - La localización del varamiento sea una zona de difícil (o imposible) acceso para vehículos, o bien sea inviable remolcar por mar el ejemplar hasta el puerto o centro más cercano
  - Si existe opción de trasladarlo a un vertedero, serán los técnicos responsables del varamiento en coordinación con los encargados de retirar el animal quienes

decidirán la opción más adecuada. Para ello se tendrán en cuenta aspectos como el estado de descomposición del animal o las condiciones para el traslado.

- En un Vertedero o Punto de depósito temporal de residuos. Esta situación se da cuando:
  - El animal ha sido retirado por los servicios de limpieza antes de que los técnicos hayan podido llegar al sitio del varamiento para recogerlo.
  - No es posible realizar los estudios y/o necropsia “in situ” como consecuencia, principalmente de:
    - La presencia de bañistas y público (especialmente en ciertas épocas del año) que puede dificultar los trabajos de los técnicos e incluso poner en peligro la seguridad sanitaria.
    - Malas condiciones ambientales como temporales, fuertes vientos o subida de la marea que dificulten o impidan llevar a cabo la necropsia.
    - La inviabilidad de trasladar las carcasas o bien de realizar los estudios y /o necropsia en un centro autorizado debido a la dimensión del ejemplar.

En este último caso, se recomienda habilitar una serie de medios en los vertederos (pudrideros) para poder realizar las necropsias con unos mínimos de salubridad, higiene y seguridad sanitaria para el personal. Dichos recursos deberían ser, al menos: un punto de agua disponible (manguera), una mesa de apoyo, suelo o zona asfaltada de trabajo, una sombra, etc.

Generalmente y siempre que sea posible se trasladarán las carcasas a un centro autorizado.

### **13.4 ELIMINACIÓN DE LOS RESTOS**

La decisión de cómo eliminar los restos de las tortugas marinas muertas corresponderá al Ayuntamiento o a los Centros Autorizados según el caso. Hay que tener en cuenta que de acuerdo a la legislación vigente (Ley 42/2007) es necesario contar con una autorización administrativa o documento acreditativo para poseer o transportar tanto ejemplares vivos o muertos como restos. Además, pueden existir también restricciones o prohibiciones propias de cada Comunidad Autónoma a la hora de gestionar y eliminar estos residuos.

A continuación, se proponen las opciones disponibles:

#### **INCINERACIÓN**

Siguiendo la normativa vigente (Reglamento (CE) 1069/2009) podremos incinerar aquellos sub-productos animales que se encuentren en las categorías 1, 2 y 3 en los artículos 12, 13 y 14, referentes a la Eliminación y uso del material de las categorías 1, 2 y 3, respectivamente.

- Directamente sin procesamiento previo.
- Tras su procesamiento por esterilización a presión si así lo exige la autoridad competente (y el marcado permanente del material resultante).

Generalmente, se considera la incineración como la opción más correcta desde el punto de vista sanitario. Sin embargo, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones:

- Se trata de un procedimiento costoso.
- Las plantas de incineración suelen localizarse a grandes distancias del punto de recogida.
- Este proceso genera un importante impacto medioambiental como la emisión de gases nocivos a la atmósfera, contribución al efecto invernadero, etc.

### **VERTEDERO AUTORIZADO**

Según el marco legal actual, los subproductos animales que se encuentren en la categoría 1, 2 y 3 se podrán eliminar en un vertedero autorizado mediante procesamiento por esterilización a presión, marcado permanente del material resultante y enterramiento en el vertedero.

### **ENTERRAMIENTO “IN SITU”**

De modo excepcional, se presenta la posibilidad de llevar a cabo el enterramiento in situ. Las circunstancias establecidas para llevar a cabo esta práctica quedan recogidas en las condiciones previas (50 y 51), del actual Reglamento CE) No 1069/2009.

Por tanto, se recomienda proceder al enterramiento de los restos, en este caso de la tortuga marina, en la playa en las siguientes situaciones:

- Si la playa no tiene acceso para maquinaria ni es posible retirar el cadáver por el mar.
- Cuando el lugar de varamiento sea accesible únicamente con maquinaria pesada y tras un largo recorrido, sobrepasando las dunas.
- Cuando el impacto de la retirada sea mayor que el entierro in situ.

Si finalmente se opta por este procedimiento, debería tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Llevar a cabo el enterramiento en un área que no presente graves dificultades para cavar una fosa, cuidando de no llegar al nivel freático, así como no causar daños significativos a la vida silvestre, dunas y playas.
- Debe evitarse que los restos queden expuestos después de un tiempo, por ello, la fosa debería de tener una profundidad de al menos un metro de sustrato por encima de los restos. Hay que tener en cuenta tanto el tamaño de la tortuga (o sus restos), como de las características del terreno.
- Si el cadáver está entero, y si es posible, se recomienda hacer un corte en la cavidad celómica. Con esto, se evita que se hinche el cuerpo facilitando la salida de los gases producidos por las bacterias que intervienen en los procesos de descomposición.
- Alejar la fosa, en la mayor medida posible, de las poblaciones humanas y de la influencia de las mareas.
- Ubicar el enterramiento en un lugar que no permita la contaminación de aguas superficiales y subterráneas (terreno no anegable).

### **DESCOMPOSICIÓN NATURAL**

La descomposición natural consiste en dejar los restos de la tortuga en el lugar del varamiento. De esta manera, los procesos de degradación (y depredación) se realizan de forma natural. Se

trata de una opción válida en zonas que estén prácticamente deshabitadas, ya que, de lo contrario, puede suponer una molestia por el olor, así como un riesgo para la salud pública.

A continuación, mostramos algunos ejemplos donde la descomposición natural puede ser una buena opción:

- Si la tortuga se encuentra en una zona inaccesible que hace imposible su retirada.
- Si los restos de la tortuga se emplazan dentro de los límites de una zona protegida, como por ejemplo un Parque Nacional (ya que aquí, sí es posible dejar que se descomponga de forma natural).

### **RECUPERACIÓN DE RESTOS ÓSEOS**

La necropsia, así como la toma de muestras complementarias de los animales varados muertos es indispensable para:

- La determinación de las causas de muerte de los animales.
- Ampliar los conocimientos en las demás áreas de investigación (ecología trófica, historia reproductiva, edad, genética, contaminantes, etc.)
- Además del alto valor biológico-científico que también representan los restos óseos de estos animales per se.

Por ello, se recomienda no eliminar los cadáveres sin antes evaluar la posibilidad de conservarlos. Para ello, son las entidades interesadas en estos restos quienes deben ponerse en contacto con los coordinadores de las redes de varamientos de cada Comunidad Autónoma. Así, pueden coordinarse cuando se dan avisos de varamientos además de conseguir los permisos necesarios.

Estos permisos quedan regulados mediante la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. La solicitud debe realizarse a La Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) además de a las CCAA competentes (si fuera necesario). El permiso a demandar es una Autorización Administrativa que supone una excepción a las prohibiciones establecidas en relación a las especies autóctonas marinas.

El uso de estos esqueletos queda avalado en el artículo 17, del Reglamento CE) No 1069/2009, destinado a la investigación y educación en distintos ámbitos como:

- Educación ambiental (universidades, institutos, etc.),
- Exposiciones (museos, congresos, aulas del mar, zoológicos/acuarios, etc.).
- Colecciones y estudios científicos (EBD, CSIC...etc.).

### **13.5 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

En el artículo 25, del reglamento CE) No 1069/2009, se establecen los requisitos generales de higiene para los establecimientos o plantas que realicen necropsias, incineraciones o procesamiento de las carcasas, así como para el personal que trabaje en ellas.

Tanto las salas de necropsias como el interior de los vehículos que se utilicen para el transporte de las tortugas, se deben mantener condiciones de higiene y desinfección óptimas. De esta forma,

trata de evitarse el contagio de enfermedades pudiendo verse afectados posteriormente, tanto otros animales como el propio personal encargado de la retirada, si se tratase de una enfermedad zoonótica.

Además de estas condiciones generales, se establece que:

- Las operaciones de limpieza deben ser siempre previas a las operaciones de desinfección.
- La limpieza a fondo de las superficies debe hacerse con agua, preferiblemente caliente, y detergente; con un posterior aclarado, para eliminar gran parte de la materia orgánica que impediría la adecuada actuación de muchos de los desinfectantes.
- Se deberá limpiar y desinfectar todo el material que se haya utilizado durante las necropsias, así como durante las diferentes labores de recogida, traslado, ingreso (si es un ejemplar vivo), almacenamiento (cámaras frigoríficas...), etc.
- Existe la opción de utilizar máquinas a presión y vaporizadores para la aplicación de desinfectantes químicos, siempre y cuando las labores de limpieza hayan finalizado, como complemento en los procesos de desinfección y descontaminación, ya que aumenta la temperatura y penetra en las grietas. No se recomienda su uso, en ningún caso, en habitaciones cerradas o mal ventiladas, por el alto riesgo de dispersión de patógenos. Antes de elegir un desinfectante se deben tener en cuenta aspectos sobre su eficacia y seguridad.

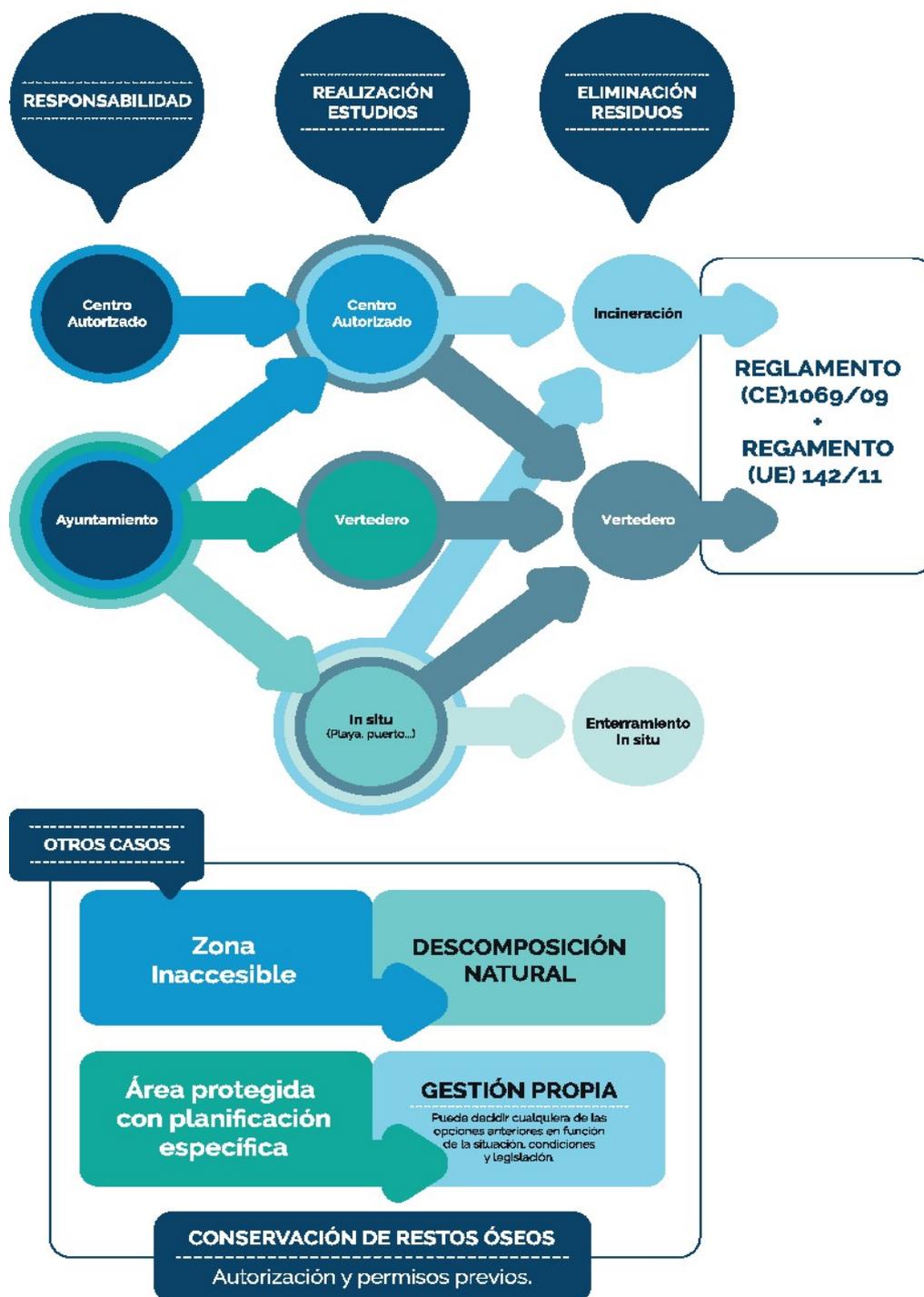
Se deberían seguir las instrucciones de los fabricantes de los productos respecto a la tasa de dilución a utilizar, el volumen de aplicación y el tiempo de contacto del producto.

Hay que tener en cuenta que los desinfectantes usados en los programas de control de enfermedades son sustancias potencialmente nocivas que pueden tener efectos adversos sobre el medio. Dentro de la planificación del proceso de desinfección, es imprescindible considerar el impacto ambiental, valorando qué métodos de contención o neutralización son aceptables y viables. Algunas medidas reductoras de estos efectos son:

- Limpieza previa exhaustiva.
- Uso de equipo de protección personal.
- Utilización de desagües temporales.

A continuación, se muestra un esquema que resume y sintetiza los diferentes casos y procedimientos a seguir ante la necesidad de eliminar las carcasas de las tortugas marinas muertas.

## PROTOCOLO VARAMIENTOS TORTUGAS MARINAS: GESTIÓN Y ELIMINACIÓN DE CARCASAS.



Según: Tamaño, Lugar de varamiento, Estado de conservación y Medios disponibles.

## LITERATURA DE ESPECIAL INTERÉS EN CENTROS DE RECUPERACIÓN DE TORTUGAS MARINAS:

- Lutz, P. and Musick, J. (1997). *The Biology of Sea Turtles, Volume I*. Boca Raton, Fl: CRC Press.
- Lutz, P. L., Musick, J., & Wyneken, J. (2002). *The Biology of Sea Turtles, Volume II*. Boca Raton, Fla. CRC press.
- Mader, D. (2006). *Reptile medicine and surgery*. St. Louis, Mo: Saunders Elsevier.
- Mader, D. and Divers, S. (2014). *Current therapy in reptile medicine & surgery*. San Louis (Estados Unidos): Elsevier.
- Manire, C., Norton, T., Stacy, B., Innis, C. and Harms, C. (2017). *Sea Turtle Health & Rehabilitation*. Plantation (FL): J. Ross Publishing.
- Miller, R., Lamberski, N. and Calle, P. (2018). *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy, Volume 9*. Philadelphia: Elsevier-Health Sciences Division, pp.345-355.
- Wyneken, J. (2013). *The Biology of Sea Turtles, Volume III*. Hoboken: CRC Press.

## BIBLIOGRAFÍA

Balazs, G. H. (1999). Factors to consider in the tagging of sea turtles. *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, 4, 101–109.

Bartol, S., & Ketten, D. R. (2006). Turtle and tuna hearing. *Sea turtle and pelagic fish sensory biology: Developing techniques to reduce sea turtle bycatch in longline fisheries*. Y. Swimmer, Brill, R.(eds.), NOAA, Technical Mem. Honolulu, HI: Pacific Islands Fisheries Science Center.

Bartol, S. M., Musick, J. A., & Lenhardt, M. L. (1999). Auditory evoked potentials of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Copeia*, 836–840.

Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., & Lagueux, C. J. (1994). Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. *Marine Pollution Bulletin*, 28(3), 154–158.

Bluvias, J. E., & Eckert, K. L. (2006). *Marine Turtle Trauma Response Procedures: A Husbandry Manual*. Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAST). WIDECAST Technical Report #4, (4), 76.

Brongersma, L. D. (1972). European Atlantic Turtles. *Zoologische Verhandelingen*, 121, 1–318. Retrieved from <http://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:naturalis.nl:317577>

Byles, R. A. (1988). Behavior and ecology of sea turtles from Chesapeake Bay, Virginia.

Camacho, M., Calabuig, P., Luzardo, O. P., Boada, L. D., Zumbado, M., & Orós, J. (2013). Crude oil as a stranding cause among loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Canary Islands, Spain (1998–2011). *Journal of Wildlife Diseases*, 49(3), 637–640.

Camacho, M., Luzardo, O. P., & Orós, J. (2017). Chemical Threats to Sea Turtles. In *Ecotoxicology and Genotoxicology* (pp. 442–466).

Camacho, M., Orós, J., Henríquez-Hernández, L. A., Valerón, P. F., Boada, L. D., Zaccaroni, A., ... Luzardo, O. P. (2014). Influence of the rehabilitation of injured loggerhead turtles (*Caretta caretta*) on their blood levels of environmental organic pollutants and elements. *Science of the Total Environment*, 487, 436–442.

Carpenter, J. (1998). Radiographic imaging of reptiles. In *North American Vet Conference* (pp. 873–875).

Carreras, C., Monzon-Arguello, C., Lopez-Jurado, L. F., Calabuig, P., Bellido, J. J., Castillo, J. J., ... Cardona, L. (2014). Origin and dispersal routes of foreign green and Kemp's ridley turtles in Spanish Atlantic and Mediterranean waters. *Amphibia Reptilia*, 35(1), 73–86. <https://doi.org/10.1163/15685381-00002929>

Carrillo, M., & Alcántara, E. (2014). PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE LA TORTUGA BOBA (*Caretta caretta*) PARA EVALUAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE EN LAS ISLAS CANARIAS. Retrieved from [http://www.oag-fundacion.org/content/pdf/oag/carrillo2014\\_informe\\_tortuga\\_boba\\_2013.pdf](http://www.oag-fundacion.org/content/pdf/oag/carrillo2014_informe_tortuga_boba_2013.pdf)

Casale, P., Freggi, D., & Rocco, M. (2008). Mortality induced by drifting longline hooks and branchlines in loggerhead sea turtles, estimated through observation in captivity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(6), 945-954.

Casale, P., & Margaritoulis, D. (2010). *Sea Turtles in the Mediterranean: Distribution, Threats and Conservation Priorities*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, 294pp.

Chrisman, C. L., Walsh, M., Meeks, ohn C., Zurawka, H., LaRock, R., Herbst, L., ... Vet, M. (1997). Neurologic examination of sea turtles. Retrieved from [https://doc-10-4g-apps-viewer.googleusercontent.com/viewer/secure/pdf/450jqe5tnvqfa1nf6unqv95tp11d0ouk/ckdkdr8n2iu-sohd9d0bc4jcsf1p2kdr4/1497353325000/gmail/03885915763534346746/ACFrOg-BDX0mOW1TBs1wRVWY0JFzkDa\\_1obZR7xiQ6xszn8RidLIE4RRx1W0HenuZUUemSPb-jHymT6](https://doc-10-4g-apps-viewer.googleusercontent.com/viewer/secure/pdf/450jqe5tnvqfa1nf6unqv95tp11d0ouk/ckdkdr8n2iu-sohd9d0bc4jcsf1p2kdr4/1497353325000/gmail/03885915763534346746/ACFrOg-BDX0mOW1TBs1wRVWY0JFzkDa_1obZR7xiQ6xszn8RidLIE4RRx1W0HenuZUUemSPb-jHymT6)

Convention, S. (2008). The new POPs under the Stockholm Convention. Retrieved August 2, 2018, from <http://chm.pops.int/TheConvention/ThePops/TheNewPops/tabid/2511/Default.aspx>

Council, N. R. (1990). *Decline of the sea turtles: causes and prevention*. National Academies Press.

Crissey, S. D., & Spencer, S. B. (1998). Handling fish fed to fish-eating animals.

Di Bello, A., Valastro, C., Staffieri, F., & Crovace, A. (2006). Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47(4), 351-354.

Fahlman, A., Crespo-Picazo, J. L., Sterba-Boatwright, B., Stacy, B. A., & Garcia-Parraga, D. (2017). Defining risk variables causing gas embolism in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) caught in trawls and gillnets. *Scientific Reports*, 7(1), 3-9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02819-5>

Finlayson, K. A., Leusch, F. D. L., & van de Merwe, J. P. (2016). The current state and future directions of marine turtle toxicology research. *Environment International*, 94, 113-123. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.013>

Flint, M., Patterson-Kane, J. C., Limpus, C. J., Work, T. M., Blair, D., & Mills, P. C. (2009). Post-mortem Diagnostic Investigation of Disease in Free-Ranging Marine Turtle Populations: A Review of Common Pathologic Findings and Protocols. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21(6), 733-759. <https://doi.org/10.1177/104063870902100601>

Garcia-Parraga, D., Crespo-Picazo, J. L., de Quirós, Y. B., Cervera, V., Martí-Bonmati, L., Díaz-Delgado, J., ... Fernández, A. (2014). Decompression sickness ('the bends') in sea turtles. *Diseases of Aquatic Organisms*, 111(3), 191-205.

García-Párraga, D., Lorenzo, T., Wang, T., Ortiz, J. L., Ortega, J., Crespo-Picazo, J. L., ... Fahlman, A. (2018). Deciphering function of the pulmonary arterial sphincters in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *The Journal of Experimental Biology*, (October), jeb.179820. <https://doi.org/10.1242/jeb.179820>.

Gilman, E., Gearhart, J., Price, B., Eckert, S., Milliken, H., Wang, J., ... Hoyt Peckham, S.

(2010). Mitigating sea turtle by-catch in coastal passive net fisheries. *Fish and Fisheries*, 11(1), 57–88.

Hamann, M., Godfrey, M. H., Seminoff, J. A., Arthur, K., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., ... Carreras, C. (2010). Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*, 11(3), 245–269.

Higgins, B. . (2003). Sea turtle husbandry. In *The biology of sea turtles 2* (pp. 411–440).

Hirschfeld, W. J., & Gordon, A. S. (1965). The effect of bleeding and starvation on blood volumes and peripheral hemogram of the turtle, *Pseudemys scripta elegans*. *The Anatomical Record*, 153(3), 317–323.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. (2000). The IUCN red list of threatened species. IUCN Global Species Programme Red List Unit. Retrieved from [http:// www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/)

Jacobson, E. . (1987). Reptiles. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Pet Med.*, 17, 1203–1225.

Leary, S. L., Underwood, W., Anthony, R., Gwaltney-Brant, S., Poison, A., & Meyer, R. (2013). AVMA guidelines for the euthanasia of animals: 2013 edition. American Veterinary Medical Association Schaumburg, IL.

Lutcavage, M. ., & Lutz, P. . (1997). Diving physiology. In *The biology of sea turtles* (pp. 277–296).

Muro, Jesus; Cuenca, Rafael ; Pastor, Josep; Vinas, Luis; Lavin, S. (1998). Effects of lithium heparin and tripotassium EDTA on hematologic values of Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 40–44.

Orós, J., Calabuig, P., & Déniz, S. (2004). Digestive pathology of sea turtles stranded in the Canary Islands between 1993 and 2001. *The Veterinary Record*, 155(6), 169–174.

Parga, M. L. (2012). Hooks and sea turtles: a veterinarian's perspective. *Bulletin of Marine Science*, 88(3), 731–741.

Pleguezuelos, J. M., Márquez, R., & Lizana, M. (2002). Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Retrieved from [https://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/cap\\_0\\_tcm30-98873.pdf](https://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/cap_0_tcm30-98873.pdf)

Poppi, L., & Marchiori, E. (2012). Standard protocol for post-mortem examination on sea turtles, 35.

Rac/Spa, U. M. (2004). Guidelines to improve the involvement of marine rescue centres for marine turtles, (November), 1–48.

Reisser, Júlia; Proietti, Maíra; Kinas, Paul; Sazima, I. (2008). Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss. *Endangered Species Research*, 5(1), 73–82.

Revuelta, O., Carreras, C., Domènech, F., Gozalbes, P., & Tomás, J. (2015). First report of an olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) inside the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 16(2), 346–351.

Schofield, G., Katselidis, K. A., Dimopoulos, P., & Pantis, J. D. (2008). Investigating the viability of photo-identification as an objective tool to study endangered sea turtle populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 360(2), 103–108.

Stabenau, E. K., Heming, T. A., & Mitchell, J. F. (1991). Respiratory, acid-base and ionic status of Kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempii*) subjected to trawling. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 99(1–2), 107–111.

Tomás, J., & Raga, J. A. (2008). Occurrence of Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys kempii*) in the Mediterranean. *Marine Biodiversity Records*, 1, e58. <https://doi.org/10.1017/S1755267207006409>

USFWS. (2013). Standard Permit Conditions for Care and Maintenance of Captive Sea Turtles, 16.

Valente, A. L. S., Parga, M. L., Velarde, R., Marco, I., Lavin, S., Alegre, F., & Cuenca, R. (2007). Fishhook lesions in loggerhead sea turtles. *Journal of Wildlife Diseases*, 43(4), 737–741.

Watson, J. W., Epperly, S. P., Shah, A. K., & Foster, D. G. (2005). Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62(5), 965–981.

Whitaker, B. R., & Krum, H. (1999). Medical management of sea turtles in aquaria. *Zoo and Wild Animal Medicine*, 4th Ed., WB Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania, 217–231.

Widecast. (2005). A guide to caribbean sea turtles, (Annex II), 2005.

Wiener, J. G., Krabbenhoft, D. P., Heinz, G. H., & Scheuhammer, A. M. (2003). Ecotoxicology of mercury. *Handbook of Ecotoxicology*, 2, 409–463.

Wolke, R. E., & George, A. (1981). Sea turtle necropsy manual.

Wyneken, J. (2001). The anatomy of sea turtles. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 470 (December), 1–172. [https://doi.org/10.1007/SpringerReference\\_87356](https://doi.org/10.1007/SpringerReference_87356).

## ANEXO 1

---

# Protocolo para el estudio de ingestión de basuras en tortugas marinas

# PROTOCOLO PARA EL ESTUDIO DE INGESTIÓN DE BASURAS EN TORTUGAS MARINAS

## ANIMALES MUERTOS

### 1. NECROPSIA Y EXTRACCIÓN DEL TRACTO DIGESTIVO:

- Necropsia de la tortuga y extracción del tracto digestivo completo.  
*\*Toma muestra de hígado para estudios toxicológicos*
- Atar los extremos de cada fragmento digestivo (esófago, estómago e intestino) y cortar para separarlos.
- Lavado exterior exhaustivo de cada fragmento para reducir la contaminación.

### 2. EXTRACCIÓN DEL CONTENIDO DIGESTIVO:

- Introducir 300-500ml de agua por un extremo del fragmento digestivo y depositar en una bandeja el agua con el contenido digestivo que sale por el otro extremo.

*\* MUESTRA PARA ESTUDIO DE DIETA (genética): Tomar una muestra (2ml) del agua depositada en la bandeja para análisis genéticos y obtener dietas.*

- Abrir el fragmento digestivo y depositarlo en la bandeja con abundante agua.
- Lavar y frotar las paredes interiores exhaustivamente hasta dejar todos los restos en el agua de la bandeja.

### 3. FILTRADO EN TREN DE TAMIZES:

Pasar el agua depositada en la bandeja por un tren de tamices:

- Tamiz rígido con luz de malla de 5mm = MACRO BASURAS y DIETA
- Tamiz flexible con luz de malla de 1mm = MICRO BASURAS

#### 3.1 – MUESTRA DE MACRO BASURAS:

- Observación exhaustiva y extracción manual de los residuos no orgánicos depositados en el tamiz de 5mm.

*\*MUESTRA PARA ESTUDIO DE DIETAS: Colecta manual de restos orgánicos depositados en el tamiz de 5mm para observación e identificación de DIETAS.*

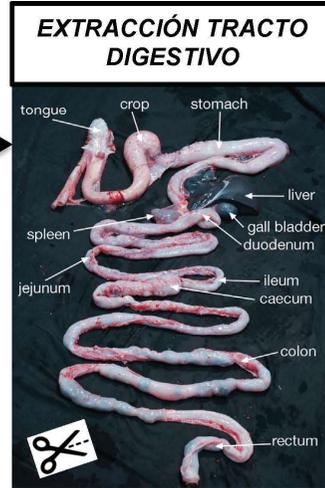
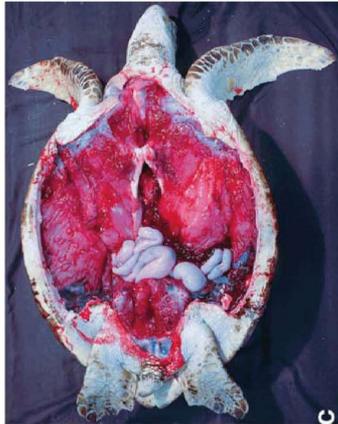
- Secado de la muestra de macro basuras 24 horas a 40°C.
- Clasificación, conteo, pesado, biometría y cálculo volumétrico.

#### 3.2 – MUESTRA MICRO PLÁSTICOS:

- DIGESTIÓN DE MATERIA ORGÁNICA: introducir la malla flexible con la muestra en el producto digestivo (KOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, etc.)
- Extracción manual de las micro basuras y depositar en placa de petri □ Secado de la muestra de micro basuras 24 horas a 40°C.
- Clasificación, conteo, pesado, biometría y cálculo volumétrico.

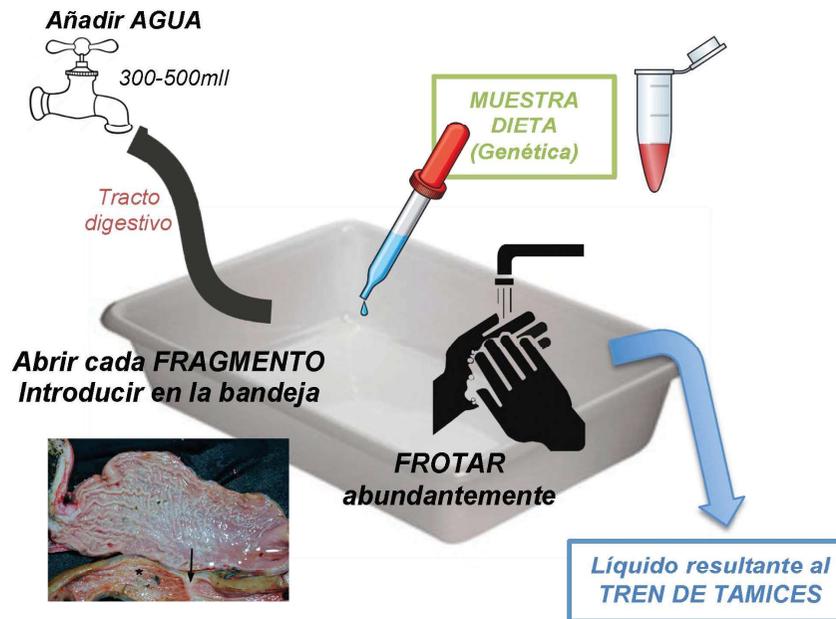
# PROTOCOLO PARA EL ESTUDIO DE INGESTIÓN DE BASURAS EN TORTUGAS MARINAS

## NECROPSIA



**Atar, cortar y separar**  
(esófago, estómago e intestino)

## EXTRACCIÓN CONTENIDO DIGESTIVO



## Valores referencia (hematología y bioquímica)

<i>Caretta caretta</i>						
Referencia	Casal et al. 2009		Delgado et al. 2011	Stacy et al. 2018	Basile et al. 2012	
Numero muestras	34	69	27	28	17	17
Edad	Adultos	Juveniles	Juveniles	Juveniles	Juveniles	Adultos
Sexo	hembras					
Lugar	Canarias		Madeira	Azores	Mediterráneo occidental	
Estación	verano		Primavera-verano	Invierno		
Longitud (LRC) cm	70-87	16,5-49,3	19,7-51,9	18-60		
HTC %	40 (28-54)	28(17-45)		21 (14-32)	23 (13-30)	29 (21-33)
Hemoglobina g/dL					8 (2,3-12,5)	10,6 (7,1-13,2)
RBC x10 <sup>12</sup> /L	9,4 (2-40)	18,7(3-60)			4,8 (2,8-7,6)	4,1 (3,3-5,5)
WBC x10 <sup>9</sup> /L	1,6 (0,3-4,4)	5,9(2,0-1,9)			2,3 (1,2-4,5)	2,2 (1,3-3,9)
Heterofilosx10 <sup>9</sup> /L	1,1 (0,3-3,1)	4,6(1,8-7,3)				
Heterófilos (%)					62,4 (41-75)	52,6 (9,9-78)
Linfocitosx10 <sup>9</sup> /L	0,3(0,1-0,6)	1(0,1-1,8)				
Linfocitos (%)					32,4 (23-55)	42,3 (20-85,4)
Monocitosx10 <sup>9</sup> /L	0,01(0-0,2)	0,07(0-0,3)				
Monocitos (%)					2,6 (1-6)	1,8 (0,2-5)
Eosinófilosx10 <sup>9</sup> /L	0,3(0,1-1,3)	0,2(0-1,2)				
Eosinófilos (%)					2,6 (1-6)	2,3 (1-4,5)
Basófilosx10 <sup>9</sup> /L	0,000001(0-0,000001)	0,000001(0-0,000001)				
Proteínas totales g/dL	4,1(2,6-6,0)	2,4(2,0-11,0)	2,93 (2,1-4)			
Albumina g/Dl	1,7(1,1-2,6)	1,1(1,0-1,4)	1,38 (1-2)	1,1 (0,7-1,3)		
Globulinas g/dL	2,4(1,5-3,6)	1,3(0,0-2,6)		2,6 (1,6-3,4)		
Glucosa mg/dL	59,4(34,2-99)	129,7(19,8-291,8)	130,27 (71-197)	114 (88-174)		
BUN mg/Dl	20(14-27)	101(5-188)	85,8 (28,96-160,79)	77,5 (44-82)		
Creatinina mg/dL	0,4(0,3-1,0)	0,35(<0,3-0,8)		0,2 (0,1-0,3)		
Ácido úrico mg/dL	1,6(0,8-3,3)	1(0,8-1,6)	1,4 (1-2,4)			
Sodio mmol/L			149,62 (135,9-166,2)			
Potasio mmol/L			4,68 (3,7-7,3)	3,7 (3,2-4,1)		
Cloro mmol/L			116,09 (100-136)	113 (103-123)		
Calcio mg/dL	12,4(8,4-17,2)	8(2,8-12,4)	4,9 (3,1-7,1)	7,3 (4,7-10,9)		
Fosforo mg/dL			7,24 (3,3-13,4)	9,3 (5,7-16,8)		
ALP U/L	103(50-226)	67(51-562)	74,53 (51-120)	26 (11-52)		
ALT U/L	11(10-23)	24(10-258)		1 (0-28)		
AST U/L	123(51-214)	194(10-844)	93,94 (13-238)	148 (94-287)		
CK mg/Dl			0,4 (0,3-0,5)			
LDH U/L	310(100-827)	<100				
GGT U/L			33,17 (14-52)			
Triglicéridos mg/Dl	115(97-495)	654 (26-1858)				
Colesterol mg/dL	336(213-352)	139 (50-398)	105,83 (60-200)	163,5 (92-361)		
Bilirrubina total mg/dL	1,0(0,2-3)	0,19 (<0,19-0,49)	0,44 (0,2-1,2)			

Casal, A. B., Camacho, M., López-Jurado, L. F., Juste, C., & Orós, J. (2009). Comparative study of hematologic and plasma biochemical variables in Eastern Atlantic juvenile and adult nesting loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Veterinary clinical pathology*, 38(2), 213-218.

Delgado, C., Valente, A., Quaresma, I., Costa, M., & Dellinger, T. (2011). Blood biochemistry reference values for wild juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Madeira archipelago. *Journal of Wildlife Diseases*, 47(3), 523-529.

Stacy, N. I., Bjorndal, K. A., Perrault, J. R., Martins, H. R., & Bolten, A. B. (2018). Blood analytes of oceanic juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Azorean waters: reference intervals, size-relevant correlations and comparisons to neritic loggerheads from western Atlantic coastal waters. *Conservation physiology*, 6(1), coy006.

Basile, F., Di Santi, A., Ferretti, L., Bentivegna, F., & Pica, A. (2012). Hematology of the Mediterranean population of sea turtle (*Caretta caretta*): comparison of blood values in wild and captive, juvenile and adult animals. *Comparative Clinical Pathology*, 21(6), 1401-1406.

# Requisitos mínimos para centros de recuperación de tortugas marinas

## ANEXO DE MÍNIMOS PARA CENTROS DE RECUPERACIÓN DE TORTUGAS MARINAS EN ESPAÑA

### PERSONAL

- Todo centro de recuperación deberá contar entre su personal con al menos un veterinario trabajando en el centro, ya sea a tiempo parcial o completo. Esta será la persona responsable de la exploración física, pruebas diagnósticas complementarias, establecer diagnósticos y valorar las opciones terapéuticas de las tortugas admitidas en el centro. Asimismo, se encargará llevar a cabo cualquier procedimiento quirúrgico y, en caso de externalizar la realización de ciertas pruebas diagnósticas, será el responsable de revisar e interpretar los resultados.
- Protocolo para la realización de necropsias de los animales que ingresen muertos o que causen baja durante el proceso de recuperación, en el mismo centro o en colaboración con un centro autorizado bajo personal veterinario con experiencia en patología de tortugas marinas.
- El veterinario deberá tener conocimientos de medicina y recuperación de tortugas marinas, o en su defecto de clínica en animales exóticos y/o salvajes.
- El personal deberá realizar de forma habitual actividades de formación o intercambio de conocimiento en clínica de tortugas marinas/reptiles (congresos, cursos, reuniones anuales...).

### Veterinario

- Todo centro de recuperación deberá contar entre su personal con al menos un veterinario trabajando en el centro, ya sea a tiempo parcial o completo. Esta será la persona responsable de la exploración física, pruebas diagnósticas complementarias, establecer diagnósticos y valorar las opciones terapéuticas de las tortugas admitidas en el centro. Asimismo, se encargará llevar a cabo cualquier procedimiento quirúrgico y, en caso de externalizar la realización de ciertas pruebas diagnósticas, será el responsable de revisar e interpretar los resultados.
- Protocolo para la realización de necropsias de los animales que ingresen muertos o que causen baja durante el proceso de recuperación, en el mismo centro o en colaboración con un centro autorizado bajo personal veterinario con experiencia en patología de tortugas marinas.
- El veterinario deberá tener conocimientos de medicina y recuperación de tortugas marinas, o en su defecto de clínica en animales exóticos y/o salvajes.
- El personal veterinario deberá realizar de forma habitual actividades de formación o intercambio de conocimiento en clínica de tortugas marinas/reptiles (congresos, cursos, reuniones anuales...).

### Cuidador/rehabilitador de animales ingresados

- 
- Será la persona encargada de supervisar la calidad del agua, la elaboración de dietas y alimentación de los animales, así como del seguimiento y la vigilancia de la evolución de los pacientes. En determinados casos también podrá llevar a cabo procedimientos clínicos como la administración de tratamientos, la realización de curas o determinadas pruebas diagnósticas pautadas por el veterinario.
  - Debe ser un profesional con conocimientos y experiencia sobre biología y clínica de tortugas marinas.
  - Se recomienda la realización de actividades de formación o intercambio de conocimiento en clínica de tortugas marinas/reptiles (congresos, cursos, reuniones anuales...) de forma habitual.

### Técnico de mantenimiento

- Se encargará de las tareas de mantenimiento general del centro, incluyendo sistemas eléctricos, filtraciones, sistemas de calefacción o refrigeración de agua, etc. Deberá trabajar de forma conjunta con el equipo veterinario para adecuar los valores de calidad de agua a las necesidades fisiológicas de cada paciente en cada época del año.

## INSTALACIONES

### Tanques

- Deberán contar con un volumen de agua adecuado para el tamaño de los animales que vayan a albergar. En animales cuya estancia en el centro sea por periodos de tiempo breves (no mayores de 3 meses), los tanques deberán permitir que el animal sea capaz de sumergirse completamente y voltearse cómodamente. Para tiempos más prolongados se aplicarán las medidas establecidas en el protocolo basadas en las biometrías de cada ejemplar.
- Si están ubicados en exterior, asegurar que se puedan ser cubiertos en verano para **proteger de una excesiva insolación**.
- Se debe de asegurar que tanto en instalaciones interiores como exteriores la temperatura no sea inferior a 18°C y nunca durante periodos de tiempo prolongados. En animales en tratamiento la temperatura no podrá ser inferior a 20 °C.
- En instalaciones interiores es indispensable la instalación de iluminación artificial que cubra el espectro ultravioleta, mantenida a menos de 1,5 m de la superficie del agua. También se debe tener en cuenta la vida útil de las bombillas y reemplazarlas en función de las especificaciones del fabricante.
- Se ha de garantizar el aporte constante de agua salada y limpia, ya mediante sistemas de filtración o renovación.
- Los tanques han de estar situados en zonas tranquilas sin un flujo constante de personal con el fin de minimizar el estrés.
- Deberán existir tanques de aislamiento para aquellos casos en los que existan sospechas fundadas de enfermedades infecciosas

## **Zona clínica o de curas**

- Espacio limpio, tranquilo, con espacio y mesa para trabajar que permita la realización de procedimientos clínicos que no requieran asepsia entre los que podemos incluir:
  - Toma de datos (biometrías, fotografías, etc.).
  - Examen físico.
  - Examen neurológico.
  - Extracción de sangre.
  - Intubación.
  - Curas y administración de medicamentos.
  - Extracciones de anzuelos por boca.
  - Tratamientos hiperbáricos.
  - En caso de no disponer zona destinada a laboratorio, una parte de la zona clínica puede utilizarse para este fin.

## **Cocina para animales**

- Es muy importante contar con un espacio destinado a la preparación de dietas para los animales.
  - Banco de trabajo: Incluyendo cuchillos, tablas de corte, balanzas y todo el material necesario para la preparación de las dietas.
  - Congelador (si se va a mantener pescado congelado).
  - Nevera (para descongelar pescado; o para mantenerlo).

## **Piscinas de ejercicio**

- Necesarias en centros que mantienen animales en cautividad por largas temporadas, para que muscúlen antes de ser liberadas.

## **Lavadora**

- Para permitir el lavado de toallas y ropa de trabajo del personal del centro.

## **Laboratorio**

- Zona con microscopio, lupa, tinciones, cámara de Neubauer, frascos para muestras, etc.
- Zona de análisis de agua.
- Congelador para muestras.

## **Quirófano**

- Sólo necesario si se van a realizar operaciones quirúrgicas que requieran de condiciones de esterilidad como la apertura de la cavidad celómica, la amputación de extremidades esofagotomías.

- Debe estar separado del resto de zonas, limpio y desinfectado. Se usará únicamente para la realización de procedimientos quirúrgicos.

## EQUIPO Y MATERIAL CLÍNICO

- **Cintas métricas y pie de rey:** Para la toma de datos biométricos.
- **Báscula:** Que permita pesar animales de entre 0,5 y 80 kg.
- **Doppler:** Imprescindible para valorar la frecuencia cardiaca de una tortuga, esencial si se anestesia tortugas en el centro.
- **Aparato de rayos X:** Aparato propio del centro si llegan más de 20 animales/año; o clínica veterinaria con aparato si llegan menos de 20/año.
- **Ecógrafo:** Aparato propio del centro si llegan más de 20 animales procedentes de arrastre tras mallo al año.
- **Cámara de descompresión y generador de oxígeno:** Necesarios sólo si llegan animales procedentes de arrastre o tras mallo
- **Cubas y carro para el transporte de tortugas.**
- **Lector de microchips.**

Instalaciones requeridas para Centros de Rescate y Centros de Emergencia (Rac/Spa, 2004):

### Centro de Rescate:

- Recepción y Emergencia.
- Cirugía.
- Radiología.
- Piscinas convalecientes.
- Piscinas de tratamiento.
- Cocina.
- Vestuarios y almacén de equipos.
- Laboratorio.
- Post-mortem.
- Secretaría.

### Centro de emergencia:

- Zona clínica para emergencias.
- Sala climatizada.
- Cubas de diferentes tamaños

## Ficha necropsia

## INFORME DE NECROPSIA

Nº DE CADÁVER:

FECHA DE NECROPSIA:

NECROPSIA REALIZADA POR:

### Historia previa:

Especie:

Sexo:

Edad:

Fecha de varamiento:

Lugar:

Nº de animales implicados:

Circunstancias:

Estado del cadáver:

### Medidas corporales

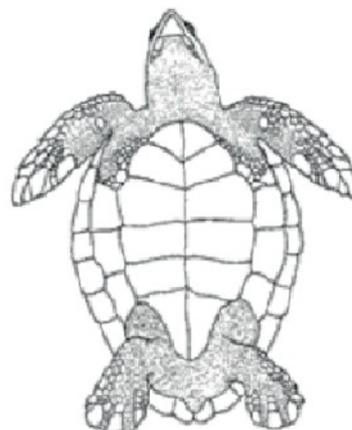
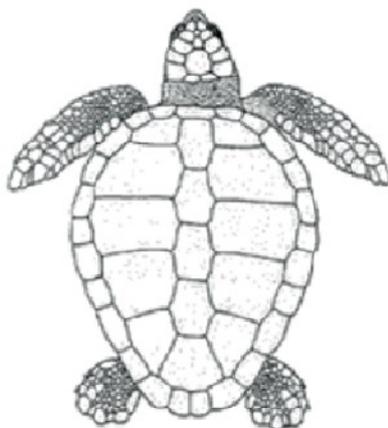
Longitud Recto Caparazón (LRC):

Anchura Recto Caparazón (ARC):

Longitud Curvo Caparazón (LCC):

Anchura Curvo Caparazón (ACC):

Peso (kg):



(Widecast, 2005)

## EXÁMEN MACROSCÓPICO:

### Condición corporal:

	NE	NAD	A	Anormalidades
<b>EXPLORACIÓN EXTERNA</b>				
Orificios corporales				
Aletas				
Órganos de sentidos				
<b>TEGUMENTO</b>				
Epidermis				
Grasa hipodérmica				
Tejido subcutáneo				
Glándulas sal				
<b>SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO</b>				
Sistema esquelético				
Sistema muscular				
Caparazón				
Plastrón				
<b>SISTEMA NERVIOSO</b>				
Cerebro				
Médula espinal				
Nervios periféricos				
<b>SISTEMA CARDIOVASCULAR</b>				
Saco pericárdico				
Miocardio				
Válvulas				
Arterias, venas				
<b>SISTEMA RESPIRATORIO</b>				
Tráquea				
Bronquios				
Pulmones				
Cavidad Celómica				

**NE: No Explorable; NAD: Ninguna Anormalidad Detectada; A: Anormalidad**

	NE	NAD	A	Anormalidades
<b>SISTEMA DIGESTIVO</b>				
Boca				
Esófago				
Estómago				
Duodeno / Intestino delgado				
Intestino grueso				
Cloaca				
Hígado				
Páncreas				
<b>SISTEMA UROGENITAL</b>				
Riñones				
Uréteres				
Vejiga				
Ovarios / testículos				
Oviducto				
Clítoris / Pene				
<b>SISTEMA LINFÁTICO Y ENDOCRINO</b>				
Glándulas adrenales				
Glándula tiroides				
Bazo				
Timo				

**NE: No Explorable; NAD: Ninguna Anormalidad Detectada; A: Anormalidad**

## DIAGNÓSTICO PRESUNTIVO

### Listado muestras (Anexo tabla):

	Historia de vida	Genética	Parasitología	Histología	Pruebas moleculares	Toxicología
Tejido	Congelado/fijado	Congelado/DMSO/ alcohol 96	Etanol 70%	Formol 10%	Congelado	Congelado en papel de aluminio
Adrenal						
Sangre/suero						
Cerebro						
Caparazón						
Esófago						
Grasa						
Glandula de la sal						
Heces						
Corazón						
Húmero						
Intestino						
Riñón						
Hígado						
Pulmón						
Músculo						
Mucosa oral						
Ovario						
Páncreas						
Piel						
Bazo						
Estómago						
Contenido estómago						
Testiculos						
Timo						
Tiroides						
Tráquea						
Orina						

**Ficha**  
**exploración neurológica**  
**(Adaptado de Chrisman et al. 1997)**

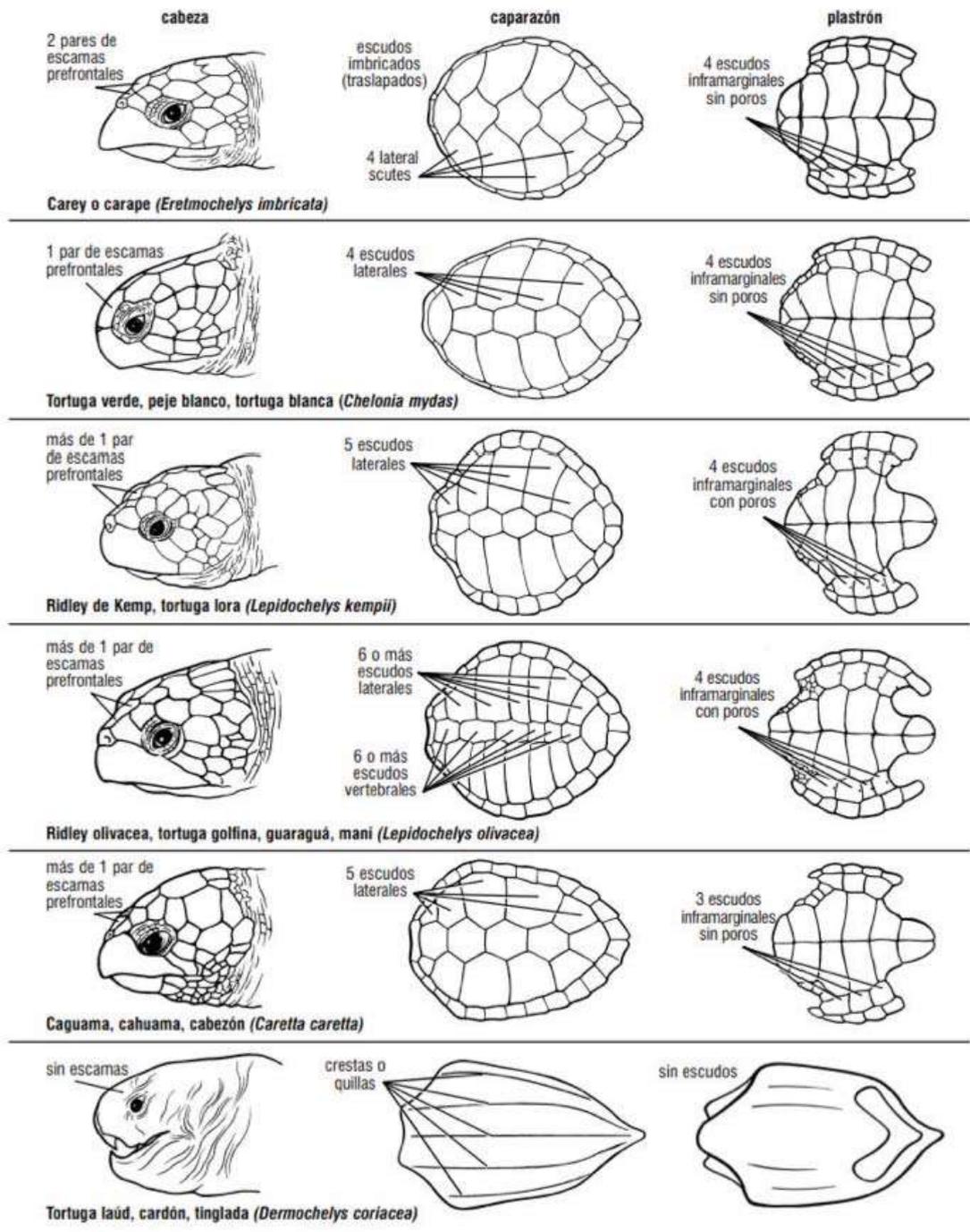
<b>Torneo</b>	Ausente	Ambas direcciones		Izquierda	Derecha					
<b>Postura cabeza</b>	Nivelada	Inclinada izquierda	Girada izquierda	Inclinada derecha	Girada derecha					
<b>Movimiento cabeza</b>	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Débil	Temblores				
<b>Postura cuerpo</b>	Novelado	Inclinada izquierda		Inclinada derecha	Flotación pélvica					
<b>Movimiento aletas anteriores</b>	<b>Izquierda</b>					<b>Derecha</b>				
	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Movimiento aletas posteriores</b>	<b>Izquierda</b>					<b>Derecha</b>				
	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Movimiento cola</b>	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente					
<b>Evitación visual</b>	<b>Izquierda</b>					<b>Derecha</b>				
	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Respuesta enderezamiento</b>	Normal	Descoordinado	Débil	Ausente						

**Exploración fuera del agua:**

<b>Estado general</b>	Alerta	Tranquila	Letárgica	Estuporosa	Comatosa	Hiperactiva				
<b>Postura cabeza</b>	Nivelada	Inclinada izquierda	Girada izquierda	Inclinada derecha	Girada derecha					
<b>Movimiento cabeza</b>	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente					
<b>Aletas anteriores</b>	<b>Izquierda</b>					<b>Derecha</b>				
	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Movimiento</b>	Normal	Reducida	Ausente	Normal	Reducida	Ausente				
<b>Fuerza</b>	Normal	Reducida	Ausente	Normal	Reducida	Ausente				
<b>Tono</b>	Normal	Aumentado	Reducido	Normal	Aumentado	Reducido				
<b>Reflejo flexión</b>	Ausente	Presente	Aumentado	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente		
<b>Reflejo extensor cruzado</b>	Ausente	Presente	Aumentado	Ausente	Presente	Aumentado				
<b>Nocicepción cutánea</b>	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Nocicepción profunda</b>	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Aletas posteriores</b>	<b>Izquierda</b>					<b>Derecha</b>				
	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Movimiento</b>	Normal	Reducida	Ausente	Normal	Reducida	Ausente				
<b>Fuerza</b>	Normal	Reducida	Ausente	Normal	Reducida	Ausente				
<b>Tono</b>	Normal	Aumentado	Reducido	Normal	Aumentado	Reducido				
<b>Reflejo flexión</b>	Ausente	Presente	Aumentado	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente		
<b>Extensor cruzado</b>	Ausente	Presente	Aumentado	Ausente	Presente	Aumentado				
<b>Nocicepción cutánea</b>	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente
<b>Nocicepción profunda</b>	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente	Normal	Descoordinado	Aumentado	Reducido	Ausente

**Cola, cloaca y cuello**

# Ficha Identificación Especies



Wyneken, J. 2004. La Anatomía de las Tortugas Marinas. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 172 pp. [Versión en español de Wyneken, J. 2001