

**AMPLIAR CONOCIMIENTO CIENTÍFICO E INNOVACIÓN EN EL ESTUARIO DEL
GUADALQUIVIR. DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ACTUACIONES
HUMANAS SOBRE LAS COMUNIDADES DE AVES ASOCIADAS AL RÍO
GUADALQUIVIR**



**CONTRATO DE LA
AUTORIDAD
PORTUARIA DE
SEVILLA CON LA
AGENCIA ESTATAL
CONSEJO SUPERIOR DE
INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS**

**Propuesta metodológica para
determinar el posible efecto de los
dragados de mantenimiento sobre
las comunidades de aves y plantas
asociadas al río Guadalquivir.**

**Informe final
27 de Mayo de 2018**

Equipo de trabajo de la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC) y de la Universidad de Sevilla (US)



**MINISTERIO
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA
Y COMPETITIVIDAD**



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Marco general.....	2
2.2. Marco específico	3
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
4. METODOLOGÍA.....	5
4.1. Márgenes del río.....	5
4.2. Vaciaderos terrestres	6
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
5.1. Uso de las márgenes del río por la avifauna.....	12
5.2. Vegetación en las zonas de derrumbe	17
5.3. Los vaciaderos terrestres como áreas de especial interés para la avifauna. .	22
5.4. Especies acuáticas y afines en los vaciaderos terrestres.	25
5.5. Presencia de especies con categoría de amenaza.	27
5.6. Los vaciaderos terrestres como áreas alternativas de cría.....	27
5.7. Condiciones hídricas de los vaciaderos terrestres.	30
5.8. La morfología <i>per se</i> de los vaciaderos.....	34
5.9. Exposición a metales pesados	37
5.10. Drones como herramienta de seguimiento	39
5.11. Manejo de los vaciaderos terrestres.....	40
6. CONCLUSIONES GENERALES	44
7. REFERENCIAS	45
ANEXO 1. IMÁGENES SUPLEMENTARIAS.....	47
ANEXO 2. TABLAS.....	54

1. ANTECEDENTES

En 2009, un grupo de trabajo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) presentó el documento “*Escenarios de cambio en las comunidades de aves marismeñas y del río Guadalquivir*”, incluido en el proyecto multidisciplinar “*Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el Estuario del Guadalquivir*”. Concretamente, este subproyecto se centró en: 1) cuantificar el uso del río por parte de las aves acuáticas, 2) valorar los efectos de la reducción del arrozal para éstas y, 3) comparar el uso que hace la avifauna de zonas con distinta influencia de agua marina. A partir de este trabajo, surgió la necesidad de seguir ampliando el conocimiento sobre la avifauna del estuario, haciendo especial hincapié en los posibles efectos de los dragados sistemáticos de mantenimiento y los posteriores vertidos asociados a estos. En este sentido, el 3 de Noviembre de 2014 se firmó el contrato entre la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para el estudio titulado “*Ampliar conocimiento científico e innovación en el estuario del Guadalquivir. Determinación de los efectos de las actuaciones humanas sobre las comunidades de aves asociadas al río Guadalquivir*”, cuya coordinación ha sido realizada por la Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC). El presente informe se corresponde a la memoria final del mismo, donde se compilan los resultados obtenidos durante los 3 años de trabajos contratados (Mayo 2015-Mayo 2018). Éste ha sido elaborado por Javier Manzano y Miguel Ferrer (Estación Biológica de Doñana, EBD-CSIC) y Javier Balbontín (Universidad de Sevilla), bajo la dirección de Miguel Ferrer.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Marco general

La mayoría de ecosistemas costeros y estuarinos de todo el mundo se han visto afectados por multitud de actividades antrópicas como el dragado de los accesos a puertos marítimos y fluviales (Widdows *et al.* 2007; Ceia *et al.* 2013). Estas operaciones producen millones de metros cúbicos de sedimentos que se convierten en residuos, por lo que han de ser gestionados de manera ambientalmente sostenible a través de las recomendaciones de cada país (Heise *et al.* 2004). En la mayoría de los

casos, los materiales dragados no contaminados son vertidos al mar, facilitando así las circunstancias técnicas de estas operaciones y disminuyendo sus costes económicos. Sin embargo, el vertido de estos sedimentos en el medio marino puede llevar consigo alteraciones en dichos hábitats, afectando a los sistemas subacuáticos (Orisakwe *et al.* 2001; Robinson *et al.* 2005). No obstante, los materiales dragados también pueden ser utilizados directamente para la regeneración de playas y la creación de islas artificiales (Yozzo, Wilber & Will 2004), o vertidos y confinados en recintos diseñados para tal fin (conocidos como “vaciaderos terrestres”). Sin embargo, en este último caso, las autoridades portuarias deben hacer frente a algunas consideraciones previas. Entre ellas, destacan: 1) la necesidad de una superficie significativamente amplia que permita almacenar todos los sedimentos dragados (debiéndose evaluar en este caso los posibles impactos derivados de la pérdida de hábitat), y 2) el posible vector de contaminación que podrían suponer dichos materiales (Regadío *et al.* 2013). A pesar de ello, la reutilización de los materiales dragados confinados en vaciaderos terrestres ofrece una alternativa logística, económica y ambiental que minimiza los problemas de su manejo (Zoubeir *et al.* 2007; Dubois *et al.* 2009). Principalmente, se propone su uso en la creación y restauración de playas y como agregado tanto en la industria de la construcción como en la creación de suelos (Macía *et al.* 2014; Mattei *et al.* 2016). Sin embargo, aunque muchas han sido las cuestiones abordadas en los últimos años sobre la reutilización de los residuos provenientes de dragados, casi inexistente ha sido el estudio de las circunstancias y trascendencia ambiental de su almacenamiento prolongado para la biota (White & Cromartie 1985; Gebauer & Weseloh 1993).

2.2. Marco específico

La Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) realiza anualmente labores de mantenimiento del calado del río Guadalquivir con el objetivo de mantener el canal de navegación desde su desembocadura en Sanlúcar de Barrameda hasta el interior del puerto de la dársena de Sevilla. Estas actividades producen cantidades significativas de materiales dragados que son vertidos en vaciaderos marinos y terrestres. En relación a estos últimos, la APS utiliza varias parcelas específicas diseñadas tanto para recibir los materiales dragados como para aislar los posibles contaminantes presentes en ellos. En este sentido, cabe destacar que actualmente todos los materiales vertidos en los vaciaderos son de categoría I (es decir, sin efectos químicos y/o bioquímicos sobre la vida salvaje), según las *Recomendaciones para la Gestión del Material de Dragado en*

los Puertos Españoles (CEDEX, 1994). No obstante, concentraciones puntualmente altas pero no significativas de mercurio (Hg), cobre (Cu), plomo (Pb), cromo (Cr), policlorobifenilos (PCB's), pesticidas organoclorados (POC's) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's) han sido detectadas en registros históricos de campañas anteriores (*Informes Caracterización de sedimentos*). Sorprendentemente, la trascendencia ambiental de estos compuestos traza no ha sido testada en ningún caso. Por otro lado, desde la puesta en marcha en la década de los 80 de los primeros trabajos de dragado de mantenimiento del río Guadalquivir, varios informes técnicos han puesto de manifiesto el uso ocasional que hace la avifauna de estos recintos de vertido (*Informes Asistencia Técnica*). Con todo, nunca se han realizado seguimientos exhaustivos de estos ambientes artificiales en periodos pre y post-vertido con el objetivo de detectar posibles consecuencias negativas inherentes a ellos.

En este sentido, nuestro grupo de trabajo ha desarrollado una estrategia de seguimiento que ha permitido valorar el uso de los vaciaderos terrestres por parte de la avifauna y advertir los principales factores que podrían ser revertidos gracias a la gestión adaptativa de dichas zonas (Nichols & Williams 2006; Lindenmayer & Likens 2009). Así, el objetivo principal de este proyecto piloto ha sido poner en valor dichas zonas de vertido, haciendo notar la idoneidad de conciliar las actividades sistemáticas de vertido con la protección del medioambiente, implicando de igual manera a la APS y a otras partes interesadas.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (1) Determinar el posible efecto de los dragados de mantenimiento comparando la composición en la comunidad de aves en tramos dragados con tramos no dragados del río.
- (2) Determinar si en las zonas aledañas a las zonas de derrumbe del río existen posibles zonas de interés para la vegetación riparia y, además, constituyen áreas de especial interés para la reproducción y/o refugio de la avifauna
- (3) Determinar la importancia de los vaciaderos terrestres como áreas de alimentación, descanso y refugio para la avifauna.
- (4) Determinar el éxito de reproducción en los vaciaderos terrestres.
- (5) Definir qué factores pueden afectar a la permanencia de la avifauna en los vaciaderos terrestres.

- (6) Definir las concentraciones de elementos traza (metales pesados y metaloides) en pollos nacidos y alimentados a partir de los recursos tróficos disponibles en los vaciaderos terrestres, así como determinar las concentraciones de estos mismos elementos en muestras de suelo.
- (7) Proponer medidas de manejo de los vaciaderos terrestres basadas en una planificación que integre tanto las actividades de vertido como la conservación de sus recursos naturales.

4. METODOLOGÍA

4.1. Márgenes del río

4.1.1. Avifauna y vegetación

Para la valoración piloto y totalmente descriptiva del uso que hace la avifauna de las márgenes más degradadas del río y la vegetación asociada a éstas, seleccionamos dos tramos de aproximadamente 4 km de longitud cada uno en la orilla izquierda (aguas abajo), paralelos a la carretera SE-9013. El primero de ellos (Tramo 1) se extiende desde el vaciadero de La Horcada hasta el área de La Señuela, y el segundo (Tramo 2) comprende la margen del río desde el antiguo vaciadero de La Mata hasta las proximidades del vaciadero de El Yeso (tramo conocido como La Gola). Los censos de avifauna se realizaron desde un vehículo a velocidad constante, identificando a los individuos a nivel de especie y anotando el número y comportamiento de estos. Únicamente se consideraron válidos aquellos registros de individuos que fueron observados posados o alimentándose (nunca en vuelo) en la franja comprendida entre la mitad del cauce y la carretera SE-9013 (Fig.1). Todos los censos se realizaron con una frecuencia aproximada de 15 días y bajo condiciones meteorológicas favorables. Para conocer la vegetación dominante en estas márgenes degradadas, se seleccionaron 9 zonas sometidas a fuerte erosión repartidas a lo largo de los tramos considerados previamente. En cada una de ellas, se recorrió todo el talud longitudinalmente, caracterizando únicamente la vegetación dominante incluida entre el borde del talud y dos metros hacia el exterior del mismo. Esta franja de vegetación constituye la primera “línea de defensa” contra la erosión de los márgenes, por lo que resulta muy importante conocerla en primera instancia.

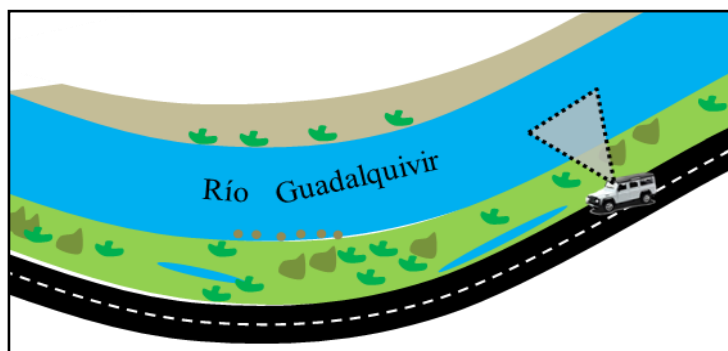


Figura 1. Diseño esquemático de los transectos realizados en la margen izquierda del río para los censos de avifauna. El triángulo con bordes discontinuos representa el campo de visión del observador.

4.2. Vaciaderos terrestres

4.2.1. Características generales

Las áreas de estudio consideradas durante el transcurso de este proyecto se corresponden a los vaciaderos terrestres de Butano ($37^{\circ} 18' 36.1''$ N $6^{\circ} 00' 44''$ W), La Horcada ($37^{\circ} 3' 27''$ N $6^{\circ} 5' 3''$ W) y El Yeso ($36^{\circ} 54' 18''$ N $6^{\circ} 12' 34''$ W). El primero de ellos se encuentra situado en la carretera que une el polígono industrial Carretera de la Isla con la Base Aérea del Copero. El vaciadero de La Horcada está localizado entre la desembocadura del Arroyo Salado de Lebrija, el río Guadalquivir y la Carretera del Práctico (SE-9013). Por último, el vaciadero de El Yeso se encuentra muy cerca de la ría, separado de ésta por la carretera comarcal SE-9013 y a escasos kilómetros del límite provincial Sevilla-Cádiz. Todos ellos están ubicados muy próximos a la margen izquierda del río Guadalquivir (aguas abajo), disponiendo de una mota perimetral que no supera los tres metros de altura y que permite tanto disminuir su incidencia visual sobre el entorno como delimitar la cuenca de vaciado. La localización estratégica de estos recintos facilita las labores de vertido mediante la instalación de una larga tubería que conecta la draga y la zona terrestre de depósito (Fig. S1.A-B [Anexo 1]). En todos los casos, los lodos vertidos tienen una alta proporción de agua para facilitar su propulsión y depósito en el interior del vaciadero. La mayor parte de los materiales sólidos (principalmente arenas y arcillas) se depositan en las inmediaciones de la tubería de descarga (Fig. S2.A-B [Anexo1]), fluyendo la parte más líquida hacia el interior del recinto. En muchos casos, los vaciaderos terrestres presentan zonas emergidas, estrechas y largas conocidas como “fingers” cuya finalidad es disminuir la velocidad del material

dragado entrante (minimizando con ello la erosión) y compartimentar las áreas inundables (Fig. S3 [Anexo 1]). Inmediatamente después de los trabajos de vertido, casi la totalidad de la superficie útil de los vaciaderos queda inundada. En esos momentos, el agua del recinto posee una gran cantidad de materia en suspensión (Fig. S4.A-B [Anexo 1]) cuya decantación debe ser favorecida antes de que el agua sea evacuada nuevamente al río, si así se establece en la fase operacional (Fig. S5.A-B [Anexo 1]). En este supuesto, si los estándares de calidad (referidos a turbidez) no cumplen la legislación vigente (Reglamento de la Calidad de las Aguas Litorales [Decreto 14/1996 o 109/2015]), el vaciadero debe permanecer cerrado temporalmente hasta que los valores de turbidez sean aceptables. No obstante, el agua no drenada o retenida expresamente puede permanecer varios meses en el interior de los vaciaderos hasta que la superficie se seca completamente por evaporación o por medidas urgentes de drenado (Fig. S6, S7 y S8 [Anexo 1]).

En general, 3 superficies podrían ser destacadas en los vaciaderos: 1) zona mayoritaria de acopio de sedimentos (arenas y/o arcillas), 2) parcelas de vegetación y 3) áreas potencialmente inundables (Fig. 2, 3 y 4). Concretamente, el vaciadero de Butano destaca por presentar 3 sectores bien definidos (Sector A, B y C [Fig. 2]). El sector A estuvo en desuso durante las campañas de dragados de 2015-2016 y 2016-2017 ya que almacenaba una gran cantidad de sedimentos de campañas previas que no habían sido retirados. Esto motivó el desarrollo de la sucesión vegetal, proliferando un pequeño bosque de tarajes (*Tamarix sp.*) y algunos chopos (*Populus alba*) de escaso porte (Fig. S9.A-B [Anexo 1]). Sin embargo, en la última campaña de dragados (2017-2018) se reestructuró y habilitó dicho sector para acoger nuevos sedimentos, cambiando en gran medida su morfología. Los sectores B y C han albergado casi la totalidad de los sedimentos dragados entre 2015 y 2018 debido a su amplia superficie útil (Fig. 2). El sector C dispone de un largo “finger” que compartimenta el área inundable en dos parcelas conectadas entre sí. El sector B presenta acopios de sedimentos más antiguos (a diferencia del anterior), lo que ha propiciado el crecimiento de vegetación espontánea.

Igualmente, el vaciadero de La Horcada presenta 3 sectores relativamente bien definidos (Fig. 3). El sector A acoge la totalidad del agua vertida, permitiendo el desarrollo de puntos importantes de vegetación ligadas a humedales, mayoritariamente carrizos (*Phragmites australis*), castañuela (*Scirpus maritimus*) y algunos ejemplares aislados de tarajes (Fig. S10.A [Anexo 1]). En el sector B predominan los depósitos

recientes de sedimentos (principalmente arenas), retirados sistemáticamente antes de cada periodo de vertido (Fig. S10.B [Anexo 1]). La zona más cercana a la ría (sector C) se caracteriza por su heterogeneidad, encontrando una pequeña zona potencialmente inundable en su parte norte (Fig. S10.C [Anexo 1]), una parcela con multitud de acopios de sedimentos antiguos y una amplia superficie dominada por tarajes (*Tamarix sp.*) (Fig. S10.D [Anexo 1]). En general, al tratarse de una zona habitualmente sometida a pastoreo, se pueden encontrar especies generalistas de carácter nitrófilo como el cardo mariano (*Silybum marianum*). Además, las propiedades salinas del suelo permiten el establecimiento de multitud de plantas halófilas como *Suaeda vera* o *Suaeda splendens*, que se encuentran principalmente en el exterior del recinto y en la parte más baja de la mota perimetral.

El vaciadero de El Yeso presenta dos sectores muy diferenciados (Fig. 4). El sector A ha sido utilizado en las campañas de 2015-2016 y 2016-2017. Éste presenta varios “fingers” conectados al perímetro y varias parcelas inundables conectadas entre sí (Fig. S3 [Anexo 1]). Una extensa parcela de sedimentos nuevos predomina en su parte sur (Fig. S11.A [Anexo 1]). En este vaciadero los sedimentos son muy finos (arenas) y predominan las conchas de bivalvos (Fig. S11.B [Anexo 1]). La vegetación que crece en estas zonas se restringe principalmente a la mota perimetral y sus taludes. La familia de las quenopodiáceas es la mejor representada en estos ambientes, destacando los géneros *Suaeda*, *Salsola*, *Sarcocornia*, *Salicornia*, *Chenopodium* o *Arthrocnemum*. Además, destaca la presencia de tabaco moruno (*Nicotiana glauca*), una especie invasora originaria de América del Sur que se ha naturalizado en la zona ocupando una gran superficie (Fig. S11.C [Anexo 1]). Los “fingers” internos están prácticamente desprovistos de vegetación, aunque pueden encontrarse algunas especies como *Salicornia ramosissima*, *Suaeda splendens* o *Salsola Kali*. Por último, a escasos metros al norte se encuentra el sector B, una parcela no operativa que fue utilizada como vaciadero años atrás y que actualmente se encuentra colmatada de sedimentos (Fig. S11.D [Anexo 1]). En la campaña de 2016-2017 ningún sector ha sido utilizado.

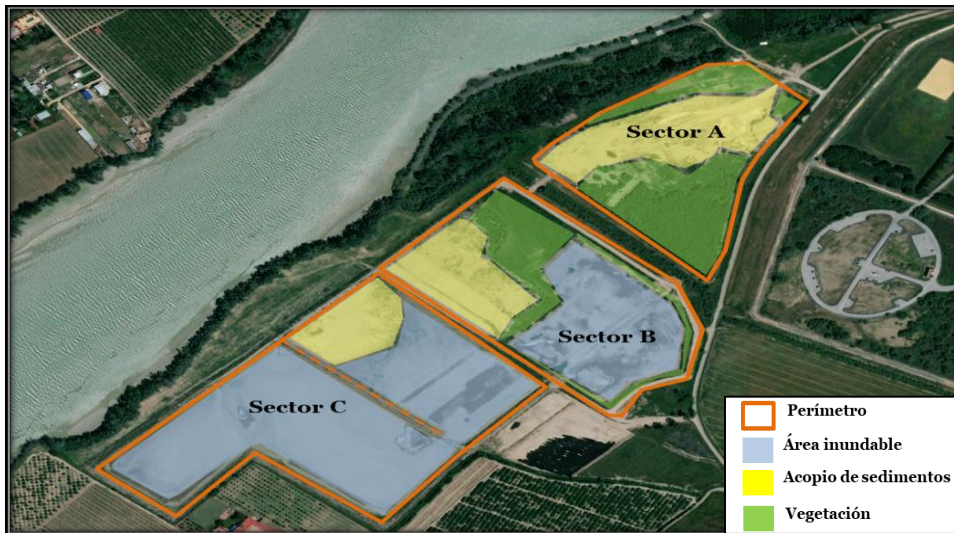


Figura 2. Diseño esquemático de la morfología del vaciadero de Butano.

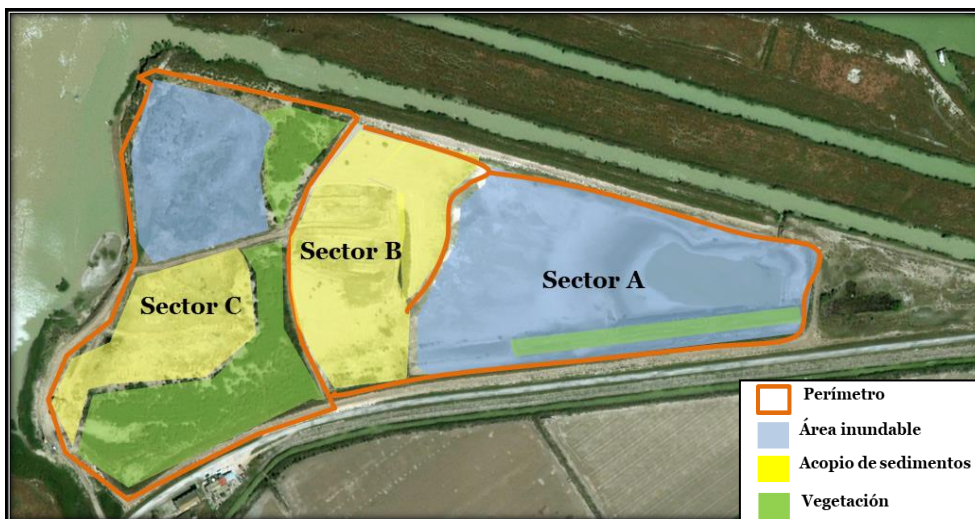


Figura 3. Diseño esquemático de la morfología del vaciadero de La Horcada.



Figura 4. Diseño esquemático de la morfología del vaciadero de El Yeso.

4.2.2. Censos de avifauna

En la mayoría de los informes de asistencia técnica referidos a campañas previas a 2015 se manifiesta la presencia de una variada comunidad de aves en los vaciaderos terrestres (*Informes Asistencia Técnica*). Sin embargo, en todos los casos, estos ofrecen información básica y carente de continuidad en el tiempo. No obstante, gracias a estas referencias, han podido ser planteados los objetivos de este proyecto (ver arriba).

Con el objetivo de documentar la importancia de los vaciaderos terrestres para las aves (especialmente acuáticas y afines), se llevaron a cabo censos en las 3 áreas de vertido (Butano, La Horcada y El Yeso) desde junio de 2015 hasta la primera semana de mayo de 2018, con una frecuencia de aproximadamente 15 días. Cada censo se realizó desde uno o varios puntos fijos (dependiendo de la extensión del área), y siempre bajo condiciones meteorológicas favorables. Concretamente, los censos se delimitaron a las áreas potencialmente inundables y a sus zonas limítrofes (Fig. 5.A-B). Los individuos fueron identificados a nivel de especie, contados y anotado su comportamiento (descansando, alimentándose, etc...), durante un periodo de 20 minutos aproximadamente. Durante la época reproductora (Marzo-Julio) se hizo un mayor esfuerzo de muestreo para la localización de nidos (3-4 visitas al mes).

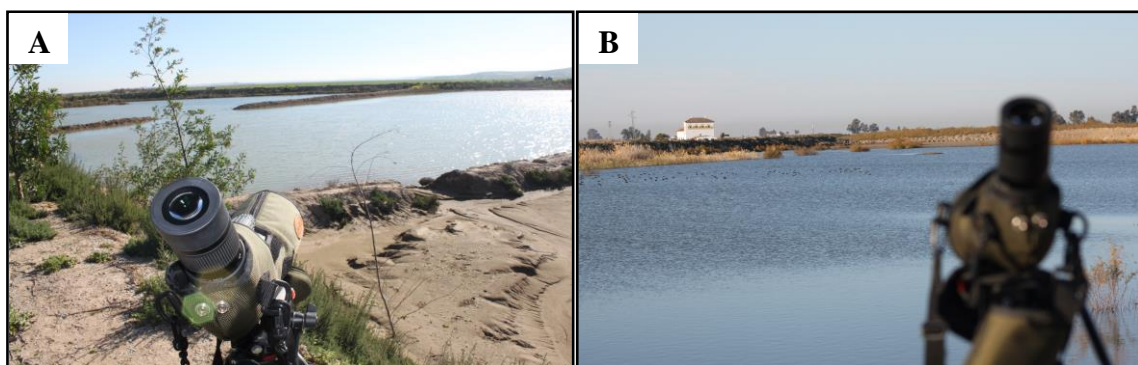


Figura 5. Censos en el vaciadero de El Yeso (A) y La Horcada (B). (Fotos: Javier Manzano)

4.2.3. Exposición a metales pesados

Siempre que fue posible, se capturaron y anillaron todos los pollos de las distintas especies nidificantes que habían alcanzado la etapa final de desarrollo. Para conocer la exposición a metales pesados y metaloides asimilados por la dieta, se tomaron muestras de sangre de la mayoría de pollos capturados. Además, para conocer las concentraciones

de metales pesados y metaloides en el medio, se tomaron muestras de sedimentos (3 réplicas) en cada uno de los vaciaderos terrestres, inmediatamente después de cada uno de los vertidos y meses después (coincidiendo con el inicio de la época reproductora de las especies nidificantes).

4.2.4. Uso de sistemas aéreos no tripulados (drones).

El uso de vehículos aéreos no tripulados (UAVs) está cada vez más presente en el campo de la ecología aplicada. En este proyecto en particular, aunque dicha herramienta no fue propuesta inicialmente, se han realizado varios vuelos de prueba en el vaciadero de La Horcada para conocer la utilidad de este sistema en un futuro. El objetivo será el desarrollo de un sistema de caracterización y monitorización de los vaciaderos terrestres a través de la toma, análisis y procesamiento de imágenes. Con ello, se estudiará la evolución de las condiciones hídricas de estos recintos y se monitorizarán los cambios espaciales y temporales de la vegetación y la avifauna que ocupan estas áreas. Aunque aún está en fase de prueba, ya se están ajustando los detalles de la metodología que podrá llevarse a cabo en un futuro (Fig. 6.A-D).



Figura 6. Personal técnico durante vuelo de prueba (A-B). Multicóptero S100 durante el ascenso del vuelo de prueba (C). Panorámica del vaciadero de La Horcada tomada por el dron durante dichos trabajos (D). (Fotos: Applied Ecology Group EBD-CSIC)

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Uso de las márgenes del río por la avifauna.

En primer lugar, en relación al objetivo 1 (ver epígrafe 3), ha quedado constatada la extrema dificultad de establecer relaciones causa-efecto entre las actividades de dragado y sus consecuencias sobre la avifauna de la zona. Así, las posibles molestias sobre colonias de cría (principalmente de aves zancudas) serían los únicos potenciales efectos, a priori, que podrían surgir durante la fase operacional de dragado. Sin embargo, estas actividades siempre se realizan en época no reproductora, por lo que estos efectos quedarían totalmente descartados. No obstante, aunque este análisis causa-efecto ha sido rechazado, se ha continuado explorando posibles efectos desconocidos y derivados de las actividades de dragado sobre la avifauna del Estuario del Guadalquivir. En este sentido, los vaciaderos terrestres han sido los únicos escenarios potencialmente viables para abordar esta cuestión clave, ya que las circunstancias y el manejo de los lodos vertidos en ellos tras los dragados podrían tener efectos sobre la avifauna que los utiliza (ver epígrafes 5.3 a 5.9).

A pesar de todo lo mencionado anteriormente, se ha llevado a cabo un muestreo de avifauna en dos tramos del río (Tramo 1 y 2 [ver epígrafe 4.1.1]) para conocer de manera general la abundancia y el uso que hacen las aves de estas zonas aledañas a la ría (parcialmente Objetivo 2 [ver epígrafe 3]). Brevemente, se ha concluido que las aves utilizan estas zonas de manera ocasional y oportunista, registrándose variaciones en sus densidades propias de los rasgos de historia de vida de cada organismo (e.j. movimientos pre y post-nupciales o asentamientos en áreas de reproducción). La gaviota patiamarilla (*Larus michaellis*) y el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*) han sido consideradas “especies modelo” para describir estos movimientos fenológicos. Así, en ambos transectos, para la gaviota patiamarilla existe un mayor número de observaciones en los meses de verano (movimientos post-nupciales, Fig. 7.A y Tablas 1 y 2), mientras que para el cormorán grande sucede en los meses de otoño e invierno (invernada de la especie, Fig. 7.C-D y Tablas 1 y 2). También se han registrado concentraciones considerables de gaviota sombría (*Larus fuscus*, Fig. 7.B), gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*), garceta común (*Egretta garzetta*) y garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) en los meses de verano y otoño (en ambos transectos, [Tablas 1 y 2]). Principalmente, éstas y otras especies censadas en menor número han sido

avistadas en los márgenes del río mientras descansaban sobre plataformas (palos, balizas de señalización o árboles). En general, la cercanía del segundo transecto a la desembocadura del río y/o la morfología de los márgenes en esta zona (ausencia de estrato arbóreo) podrían estar favoreciendo el mayor uso de esta área como lugar de alimentación y/o descanso para distintas especies de aves. Por otro lado, cabe destacar los frecuentes avistamientos de águila pescadora (*Pandion haliaetus*) durante el periodo de invernada de la especie (Fig. 7.E y Tablas 1 y 2). La lectura a distancia de anillas de colores ha permitido establecer el origen de alguno de los individuos observados. Este es el caso de un individuo identificado en Noviembre de 2015 en las inmediaciones del río Guadalquivir (término municipal de Lebrija) y que había sido anillado durante el verano de 2012 en Francia. Este hecho manifiesta la importancia del río Guadalquivir y su entorno como refugio para la especie durante los meses de otoño e invierno. Además, pone de relieve la importancia de gestionar eficazmente el curso bajo del río Guadalquivir, ya que alteraciones en sus características físicas, químicas y biológicas pueden llegar a tener efectos transfronterizos.

En relación al uso de las márgenes del río Guadalquivir como lugares de nidificación para especies conspicuas (de mayor tamaño), cabe destacar el asentamiento estable de cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) en distintas colonias de cría (Fig. 7.F-G). En general, han sido descritos dos grandes núcleos de cría en la margen izquierda del río (aguas abajo), entre la localización del vaciadero de “La Horcada” y la ermita de “La Señuela” (Tramo 1). Estas dos colonias de cría se suman a la multitud de nidos solitarios repartidos a lo largo de la desembocadura, en ambas márgenes. Esta especie está utilizando tanto plataformas naturales (árboles) como artificiales (balizamientos, Fig. 7.H) para construir sus nidos. Además, cabe destacar los numerosos registros de esta especie en los meses de invierno (Tablas 1 y 2), lo que manifiesta el cambio de la conducta migradora de esta especie, continuando en estas zonas también en los meses de invierno.

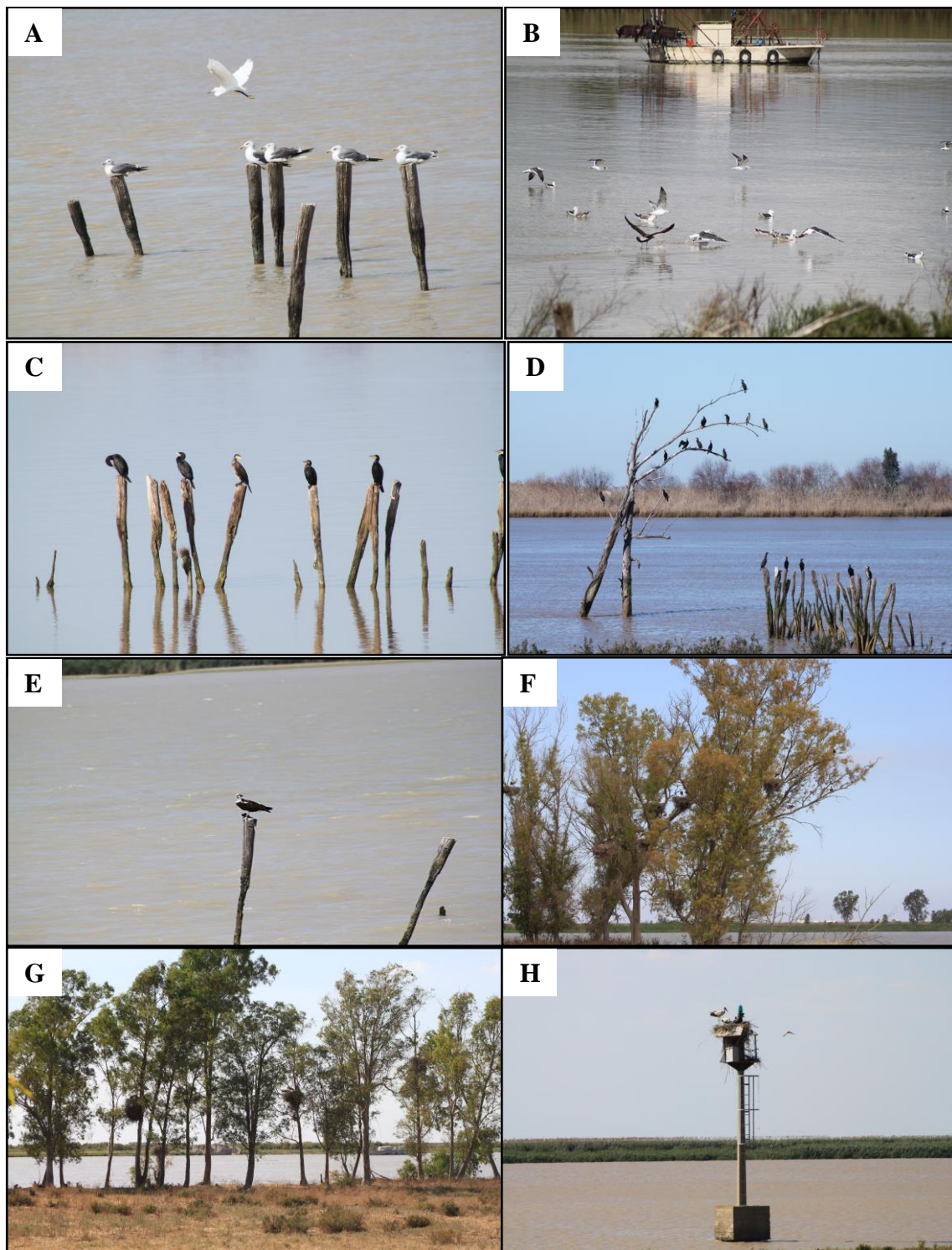


Figura 7. Avifauna en las márgenes del río. Grupo de gaviota patiamarilla (*Larus michaellis*) posadas (A). Grupo de gaviotas sombrías (*Larus fuscus*) nadando y en vuelo (B). Grupo de cormoranes grandes (*Phalacrocorax carbo*) posados (C-D). Águila pescadora (*Pandion haliaetus*) alimentándose (E). Nidos de cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) en colonias cerca del río (F-G) y en señal de balizamiento (H). (Fotos: Javier Manzano)

Tabla 1. Listado de especies (no paseriformes) registradas en el tramo 1 (es decir, desde el vaciadero de La Horcada hasta el área de La Señuela) a lo largo de 2 años completos de censos (Julio 2015-Julio 2017).

Especies	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	Total
<i>Alectoris rufa</i>	0	0	3	0	3
<i>Anas platyrhynchos</i>	27	3	15	0	45
<i>Ardea cinerea</i>	1	0	3	8	12
<i>Ardea purpurea</i>	0	0	1	0	1
<i>Ardeola ralloides</i>	0	0	3	0	3
<i>Bubulcus ibis</i>	22	218	17	317	574
<i>Buteo buteo</i>	4	8	0	2	14
<i>Chlidonias hybridus</i>	0	0	0	2	2
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	0	1	1	1	3
<i>Ciconia ciconia</i>	353	53	275	34	715
<i>Circaetus gallicus</i>	0	0	1	0	1
<i>Egretta garzetta</i>	11	63	18	126	218
<i>Falco tinnunculus</i>	56	37	20	16	129
<i>Gallinula chloropus</i>	1	0	0	0	1
<i>Hieraaetus pennatus</i>	3	0	0	0	3
<i>Larus fuscus</i>	0	1	0	0	1
<i>Larus michaellis</i>	0	0	0	12	12
<i>Merops apiaster</i>	0	0	14	32	46
<i>Milvus migrans</i>	0	0	10	11	21
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	2	0	2
<i>Pandion haliaetus</i>	2	4	0	1	7
<i>Phalacrocorax carbo</i>	142	150	1	0	293
<i>Platalea leucorodia</i>	0	2	1	57	60
<i>Recurvirostra avosetta</i>	0	120	0	0	120
<i>Streptopelia decaocto</i>	0	1	0	0	1
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	0	0	0	6	6
<i>Upupa epops</i>	0	1	0	1	2
Total	622	662	385	626	2295

Tabla 2. Listado de especies (no paseriformes) registradas en el tramo 2 (La Gola) a lo largo de 2 años completos de censos (Julio 2015-Julio 2017).

Especies	Invierno	Otoño	Primavera	Verano	Total
<i>Actitis hypoleucos</i>	0	3	0	1	4
<i>Alectoris rufa</i>	2	0	1	0	3
<i>Anas clypeata</i>	1	0	0	0	1
<i>Anas platyrhynchos</i>	64	21	121	23	229
<i>Ardea alba</i>	0	1	0	0	1
<i>Ardea cinerea</i>	5	28	4	19	56
<i>Ardea purpurea</i>	0	0	5	0	5
<i>Ardeola ralloides</i>	0	0	3	0	3
<i>Bubulcus ibis</i>	46	310	50	824	1230
<i>Buteo buteo</i>	5	9	0	3	17
<i>Charadrius alexandrinus</i>	0	0	0	160	160
<i>Charadrius dubius</i>	0	0	0	5	5
<i>Charadrius hiaticula</i>	0	2	0	0	2
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	101	304	44	225	674
<i>Ciconia ciconia</i>	24	7	41	1	73
<i>Circaetus gallicus</i>	0	0	1	1	2
<i>Egretta garzetta</i>	11	41	24	115	191
<i>Falco naumanni</i>	10	0	0	0	10
<i>Falco tinnunculus</i>	44	21	42	31	138
<i>Fulica atra</i>	73	2	19	0	94
<i>Gallinula chloropus</i>	46	30	12	0	88
<i>Himantopus himantopus</i>	7	0	44	27	78
<i>Larus fuscus</i>	0	532	0	27	559
<i>Larus michaellis</i>	101	418	307	729	1555
<i>Merops apiaster</i>	0	0	2	0	2
<i>Milvus migrans</i>	0	0	8	8	16
<i>Milvus milvus</i>	0	0	0	1	1
<i>Netta rufina</i>	0	0	2	0	2
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	1	0	1
<i>Pandion haliaetus</i>	3	2	0	2	7
<i>Phalacrocorax carbo</i>	55	56	4	0	115
<i>Platalea leucorodia</i>	0	0	1	1	2
<i>Plegadis falcinellus</i>	57	0	4	0	61
<i>Porphyrio porphyrio</i>	0	0	1	0	1
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	10	6	2	0	18
<i>Tringa nebularia</i>	0	1	0	1	2
<i>Tringa ochropus</i>	0	0	0	3	3
<i>Tringa totanus</i>	0	0	0	1	1
Total	665	1794	743	2208	5410

5.2. Vegetación en las zonas de derrumbe

Los datos exploratorios relacionados con la vegetación riparia en las márgenes expuestas a mayor erosión (parcialmente Objetivo 2 [ver epígrafe 3]) han permitido identificar: 1) las especies dominantes en la zona, 2) la presencia de una especie invasora muy extendida y 3) el efecto de otros factores sobre estos ambientes.

Por un lado, en el tramo de La Gola (Tramo 2 [ver epígrafe 4.1.1]), *Spartina densiflora* ha sido la especie vegetal dominante (Fig. 8.A). Esta gramínea invasora originaria de Sudamérica está muy extendida por todo el Golfo de Cádiz, modificando el paisaje de las marismas, bloqueando sus canales y afectando a la biodiversidad animal y vegetal. En la mayoría de los puntos visitados de este tramo, esta especie aparece en la banda más próxima a la ribera del Guadalquivir (es decir, en la franja cercana al talud [ver epígrafe 4.1.1]) o donde las condiciones de inundación son más frecuentes. El alto poder colonizador de esta especie y su persistencia en el sustrato (a pesar de la erosión del mismo) ha permitido su gran éxito colonizador en esta zona del Bajo Guadalquivir en detrimento de otras especies nativas como *Spartina marítima* u otras especies de helófitos. En este sentido, en los casi 4 Km de longitud del transecto no se detectaron parcelas con densidades significativas de vegetación palustre o helófitos. Únicamente un pie de espadaña (*Thypha latifolia* [Fig. 8.B]) y algunas parcelas marginales de carrizos (*Phragmites australis*) fueron encontradas. Esto contrasta con la extensa franja de carrizos (*Phragmites australis*) que tapizan toda la orilla derecha del mismo tramo (Fig. 8.C). No obstante, no todos los puntos de muestreo han sido colonizados por *Spartina densiflora*, sino que aún quedan zonas marginales dominadas por *Sueada vera* de escaso porte (Figura 8.B). Por otro lado, a pesar de que las zonas alejadas de la orilla no han sido inventariadas, se han observado varias especies halófitas de la familia de las quenopodiáceas, siendo el almajo común (*Arthrocnemum macrostachyum*) y el almajo dulce (*Sueada vera*) las más abundantes (Fig. 8.D). Igualmente, junto a la carretera SE-9013, se pueden encontrar algunos encharcamientos temporales en los que abundan la castañuela (*Scirpus maritimus*), los carrizos (*Phragmites australis*) y ejemplares dispersos de *Tamarix sp.* (Fig. 8.E-F). En general, la presencia de ganado vacuno en todos los puntos inventariados se refleja tanto en la alta tasa de herbivoría observada (independientemente del tipo de vegetación dominante) como en el pisoteo continuado (Fig. 8.G-H). Este hecho, sumado a la alteración de las comunidades vegetales nativas por la presencia de especies invasoras

como *Spartina densiflora*, ocasiona una alta inestabilidad de los suelos aledaños a la margen izquierda, estando en muchos casos desprovistos totalmente de vegetación y expuestos a la fuerte erosión.

En el tramo entre el vaciadero de La Horcada y La Señuela (Tramo 1 [ver epígrafe 4.1.1]), se desarrolla una línea discontinua de eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis*) flanqueando la vegetación típica de marisma alta o seca (Fig. 9.A). En este tramo, existe una mayor presencia de vegetación palustre (principalmente *Phragmites australis*) en la banda más próxima al río (Fig.9.B). Incluso, en algunos puntos sometidos a fuerte erosión, abundan los ejemplares de *Tamarix sp* (Fig. 9.C). Algunas parcelas conservan una buena cobertura de vegetación halófila (principalmente *Suaeda vera*, [Fig. 9.D]), contrastando con otras áreas en las que las márgenes están totalmente desprovistas de vegetación (Fig. 9.E). Al igual que en el tramo de La Gola, en éste existen también pequeños encharcamientos estacionales estrechos y largos dominados por *Scirpus maritimus* y flaqueados por ejemplares dispersos de *Tamarix sp* (Fig.9.F). En términos generales, cabría destacar la gran cantidad de residuos encontrados en los dos tramos explorados (Fig.9.G-H), suponiendo un grave impacto visual y, sobre todo, afectando al equilibrio ecológico del entorno.

En general, en lo que a vegetación riparia se refiere, deberían plantearse tres consideraciones en el futuro:

- 1) Control de *Spartina densiflora*: Actuar contra el avance de *Spartina densiflora* debería ser prioritario si se quiere mantener el equilibrio ecológico de las zonas mareales y de las marismas aledañas. En este sentido, las medidas se podrían basar en: 1) el control temprano de la invasión en zonas previamente no invadidas, eliminándola inmediatamente; y 2) eliminación de la especie de zonas en las que ya está establecida mediante la aplicación de métodos físicos (arranque o corte continuado en el tiempo). En ambos casos, se facilitaría el desarrollo y/o recolonización de especies nativas. No obstante, la extrema dificultad de eliminar a esta especie invasora de multitud de estuarios y marismas es muy reconocida, por lo que realizar un estudio piloto de costes-beneficios sería recomendable.
- 2) Ganadería en la zona: La fuerte presión ganadera que existe en algunos tramos del río impide el desarrollo de la vegetación, dejando en muchos casos los taludes desprovistos de cualquier sustrato herbáceo y haciéndolo más susceptible a la

erosión. Evitar el pastoreo en las zonas inmediatamente colindantes con las márgenes degradadas podría permitir el establecimiento y desarrollo de vegetación en esas zonas, ayudando a la estabilización de las márgenes. No obstante, sería muy recomendable desarrollar un estudio experimental que ponga en valor esta actuación y que considere otros muchos factores.

- 3) Encharcamientos temporales: Las zonas encharcadas que se encuentran en la parte más exterior de las márgenes (colindantes a la carretera SE-9013) constituyen áreas de especial interés tanto por la comunidad vegetal de helófitos que albergan (ver arriba), como por la comunidad de aves, anfibios y otros grupos taxonómicos. Sin embargo, la fuerte herbivoría registrada y el vertido de residuos y basura en su interior dificulta su funcionalidad ecosistémica. Por ello, sería aconsejable limitar el paso de ganado a estas zonas y llevar a cabo una limpieza exhaustiva de los residuos presentes.

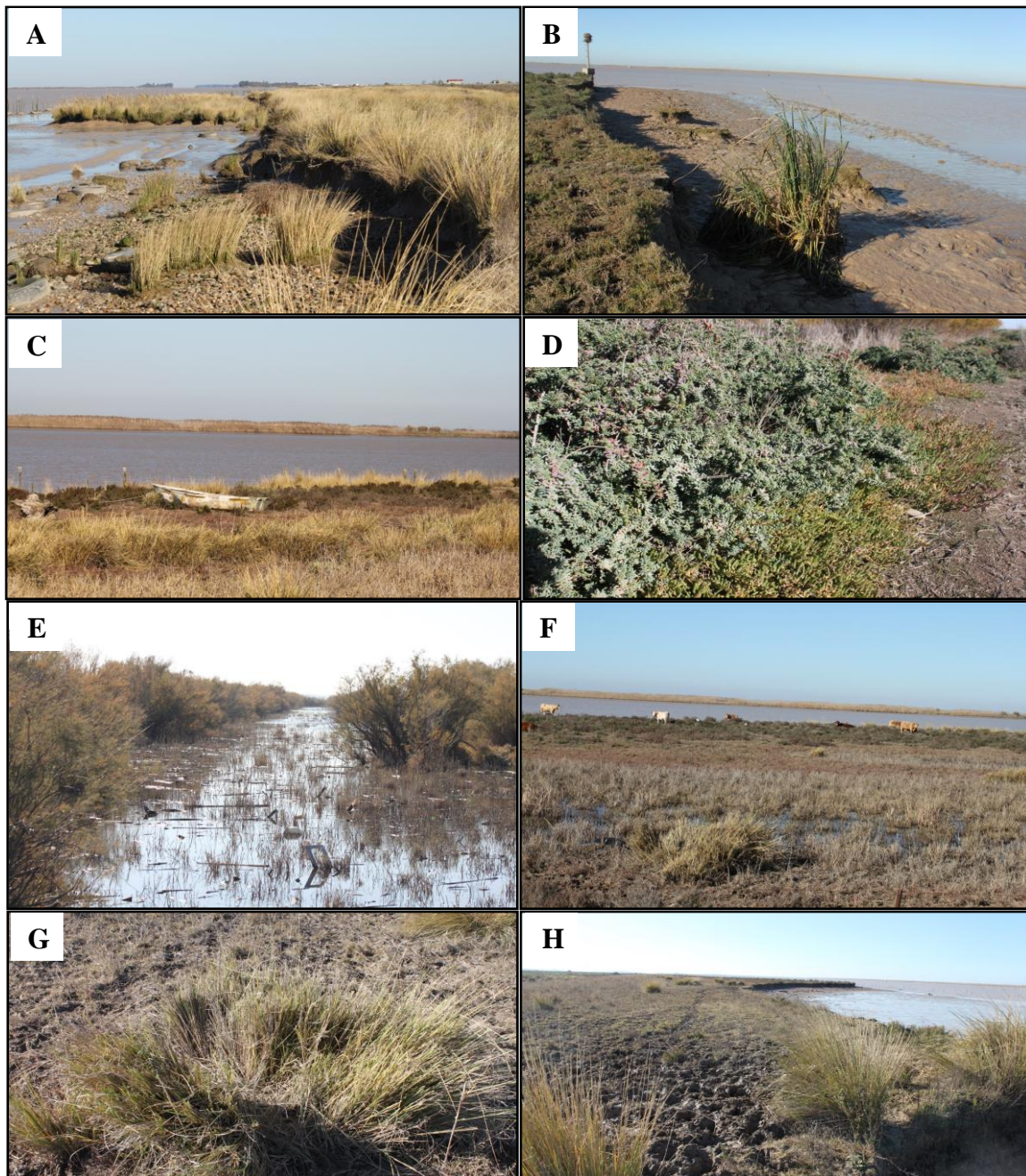


Figura 8. Chequeo preliminar del estado de la vegetación en el tramo de La Gola. Alta densidad de *Spartina densiflora* en la parte más próxima al cauce (A). Pie de espadaña (*Thypha latifolia*) (B). Gran densidad de carrizos (*Phragmites australis*) en la margen derecha (al fondo de la imagen) (C). Almajo común (*Arthrocnemum macrostachyum*) y almajo dulce (*Suaeda vera*) (D). Encharcamientos con *Tamarix sp.* (E) y castañuela (*Scirpus maritimus*) (F). La presencia de ganado se traduce en una alta herbivoría (G) y pisoteo del sustrato (H). (Fotos: Javier Manzano)

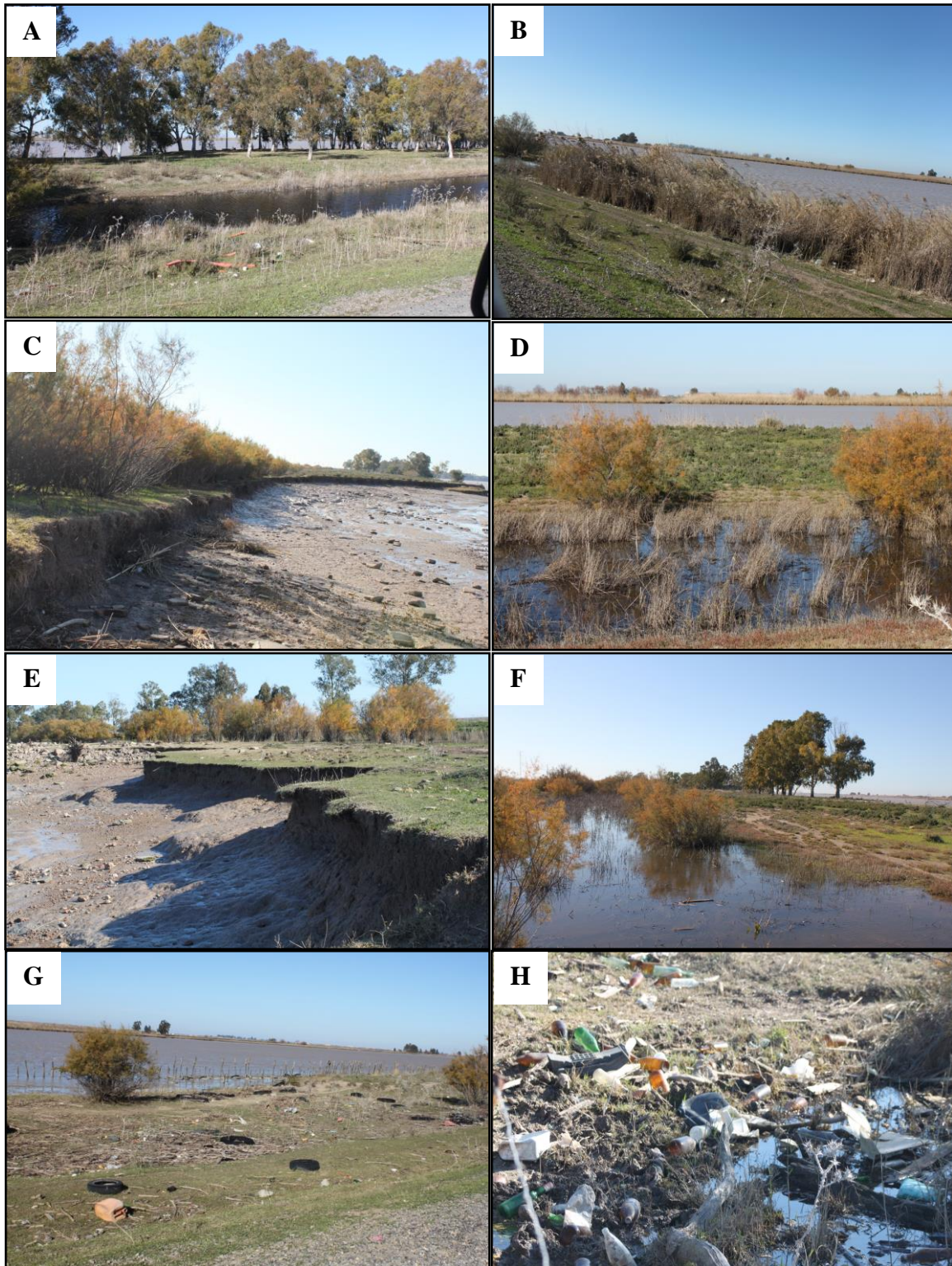


Figura 9. Chequeo preliminar del estado de la vegetación en el tramo entre el vaciadero de La Horcada y La Señuela. Eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis*) en el borde del río (A). Presencia de vegetación *Phragmites australis* (B) y *Tamarix* sp. (C) en el borde del río. Área con buena cobertura vegetal (D). Talud desprovisto de vegetación en su parte alta (E). Encharcamientos flaqueados por *Tamarix* sp. (F). Abundantes residuos en los márgenes del río (G-H). (Fotos: Javier Manzano)

5.3. Los vaciaderos terrestres como áreas de especial interés para la avifauna.

Tanto la comunidad de aves local (reproductora) como la invernante han utilizado estas zonas como áreas alternativas de alimentación, descanso y refugio (Fig. 10-12). Un total de 16 órdenes (*Accipitriformes*, *Anseriformes*, *Apodiformes*, *Bucerotiformes*, *Charadriiformes*, *Ciconiiformes*, *Columbiformes*, *Coraciiformes*, *Falconiformes*, *Galliformes*, *Gruiformes*, *Passeriformes*, *Pelecaniformes*, *Phoenicopteriformes*, *Podicipediformes* y *Suliformes*) han sido registrados en los vaciaderos terrestres. Con ello, excluyendo a aquellas especies pertenecientes a los órdenes *Passeriformes* y *Apodiformes* (que por su tamaño y comportamiento podrían llevar a sobreestimar sus abundancias), más de 19000 individuos de 72 especies han sido censados a lo largo de las jornadas de seguimiento (Tabla S1, S2 y S3 [Anexo 2]).

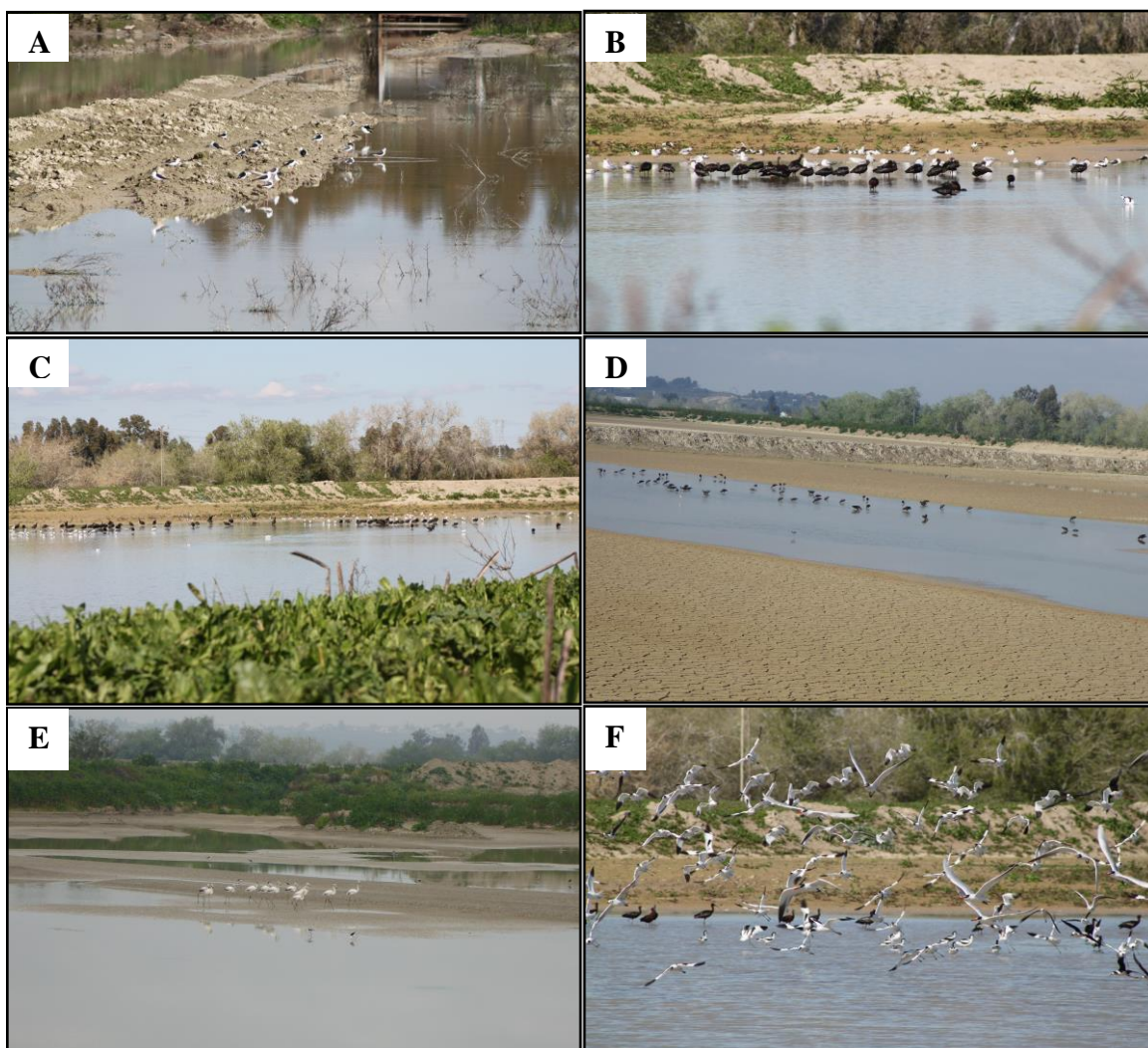


Figura 10. Presencia de avifauna en el vaciadero de Butano. Grupo de cigüeñuelas comunes (*Himantopus himantopus*) posadas (A). Grupo multi-específico descansando y alimentándose (B-C). Grupo de moritos comunes (*Plegadis falcinellus*) alimentándose (D). Grupo de flamencos comunes (*Phoenicopterus roseus*) alimentándose (E). Grupo de multi-específico en vuelo (F). (Fotos: Javier Manzano)

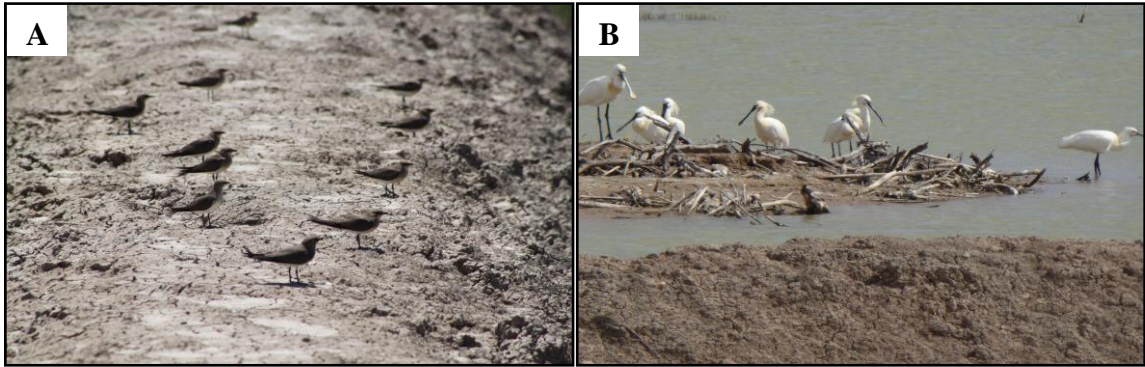
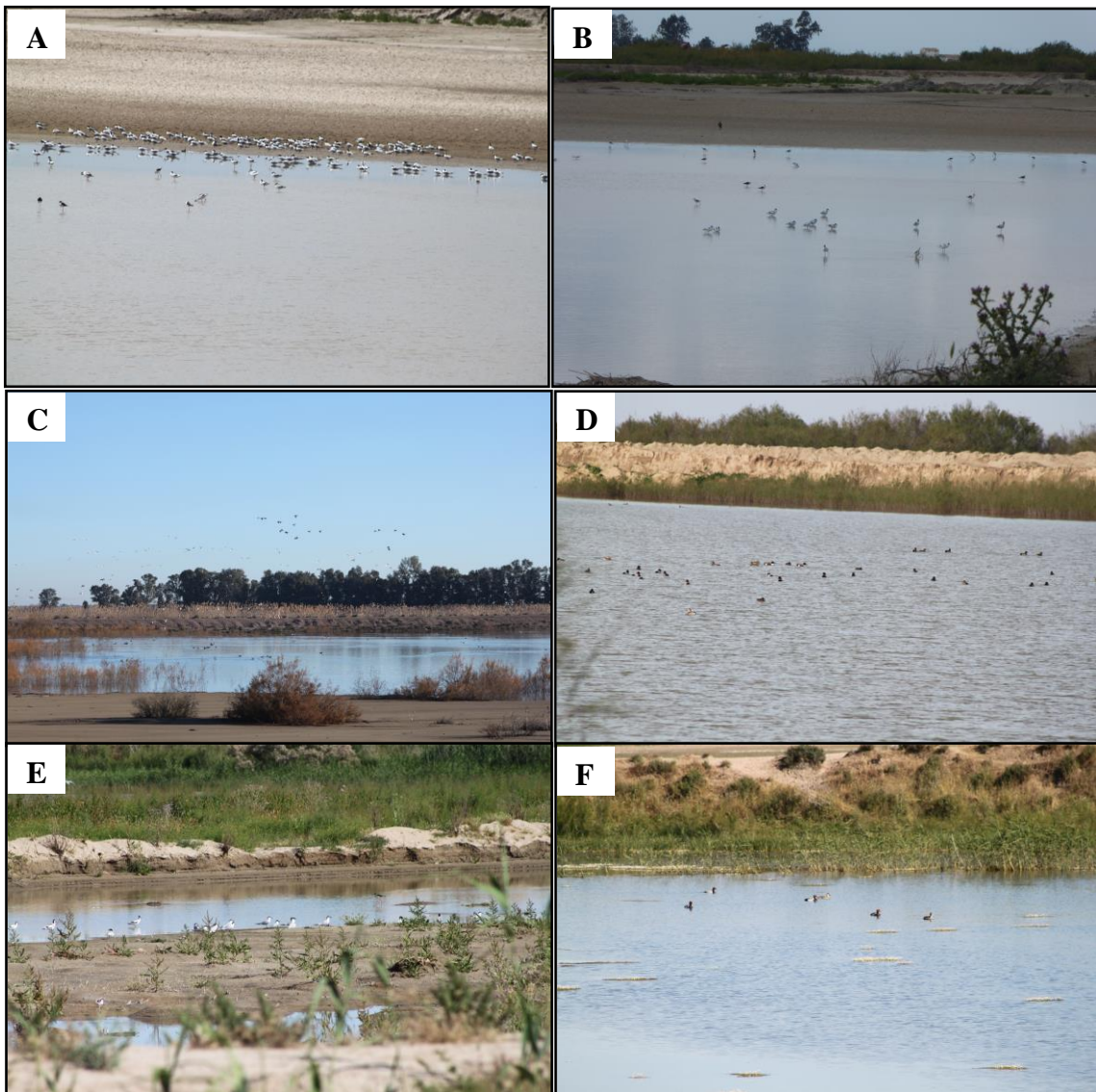


Figura 11. Presencia de avifauna en el vaciadero de El Yeso. Grupo de canasteras comunes (*Glareola pratincola*) (A) y espátulas comunes (*Platalea leucorodia*) (B). (Fotos: Javier Manzano)



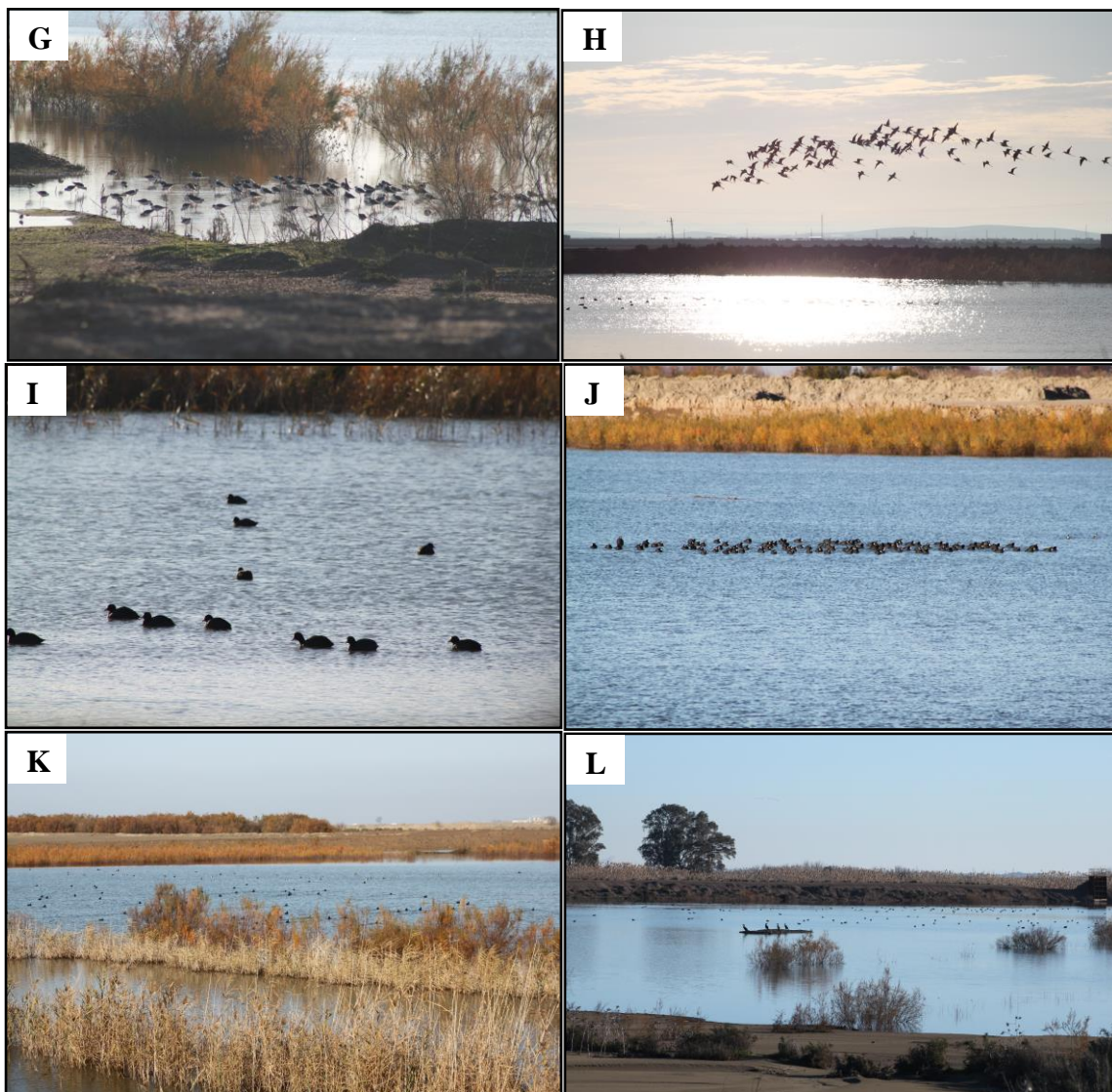


Figura 12. Presencia de avifauna en el vaciadero de La Horcada. Grupo de larolimícolas posados en la orilla del vaciadero (A). Cigüeñuelas comunes (*Himantopus himantopus*) y avocetas comunes (*Recurvirostra avosetta*) alimentándose en el vaciadero (B). Varias especies de anátidas en vuelo y nadando (C-D). Grupo de pagazas piconegras (*Gelochelidon nilotica*) y avocetas comunes (*Recurvirostra avosetta*) (E). Grupo de patos colorados (*Netta Rufina*) y porrón común (*Aythya ferina*) (F). Grupo numeroso de cigüeñuelas comunes (*Himantopus himantopus*) posadas (G) y en vuelo (H). Grupo de fochas comunes (*Fulica atra*) nadando (I-J). Vista del vaciadero con multitud de anátidas y otras especies (K-L). (Fotos: Javier Manzano)

5.4. Especies acuáticas y afines en los vaciaderos terrestres.

Algunas especies como la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*), focha común (*Fulica atra*), chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), ánade real (*Anas platyrhynchos*), cuchara común (*Anas clypeata*) o pagaza piconegra (*Gelochelidon nilotica*), entre otras, han sido las especies más abundantes (Fig. 13-15). Así mismo, los numerosos contactos de abejaruco europeo (*Merops apiaster*), especie ligada a ambientes terrestres, han hecho de estos espacios artificiales zonas que merecen ser sometidas a una gestión ambientalmente sostenible (Tabla S1, S2 y S3 [Anexo 2]).

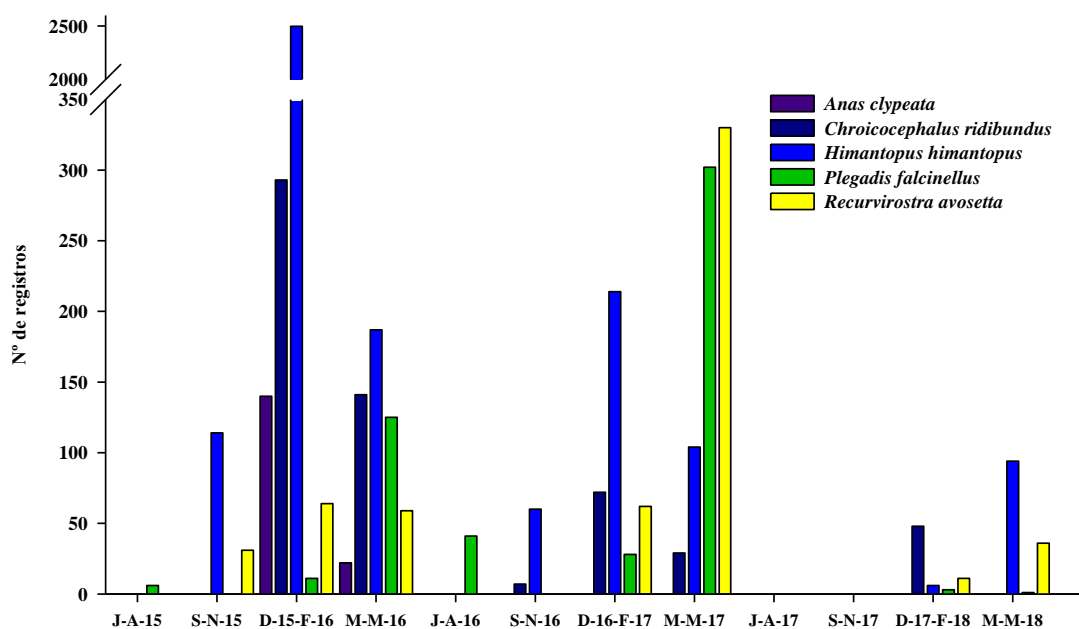


Figura 13. Registros totales de las 5 especies más abundantes en el vaciadero de Butano a lo largo del periodo de estudio. Los datos han sido agrupados en trimestres, desde junio de 2015 hasta mayo de 2018.

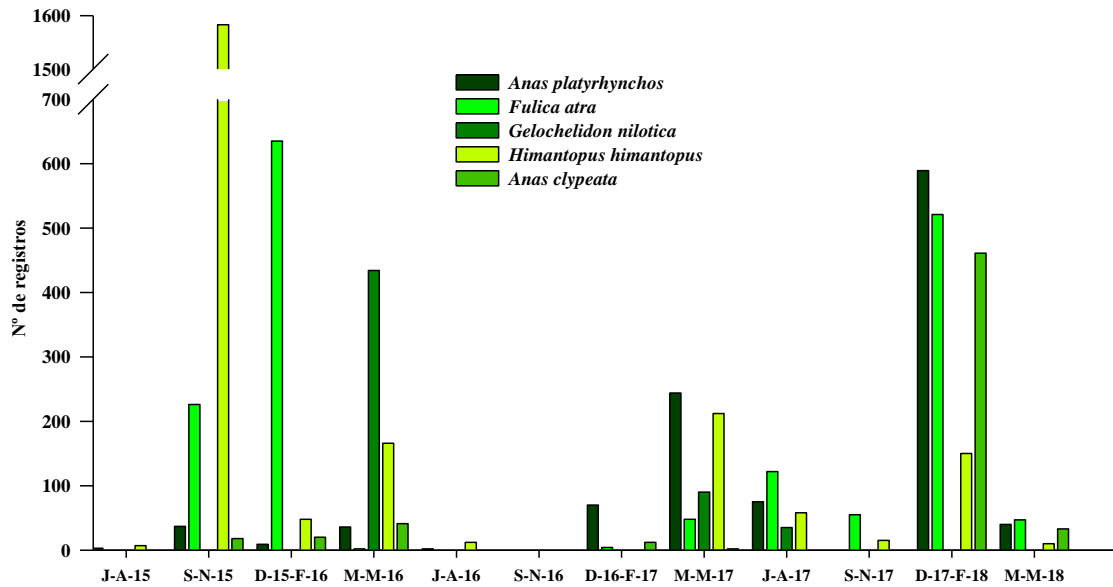


Figura 14. Registros totales de las 5 especies más abundantes en el vaciadero de La Horcada a lo largo del periodo de estudio. Los datos han sido agrupados en trimestres, desde junio de 2015 hasta mayo de 2018.

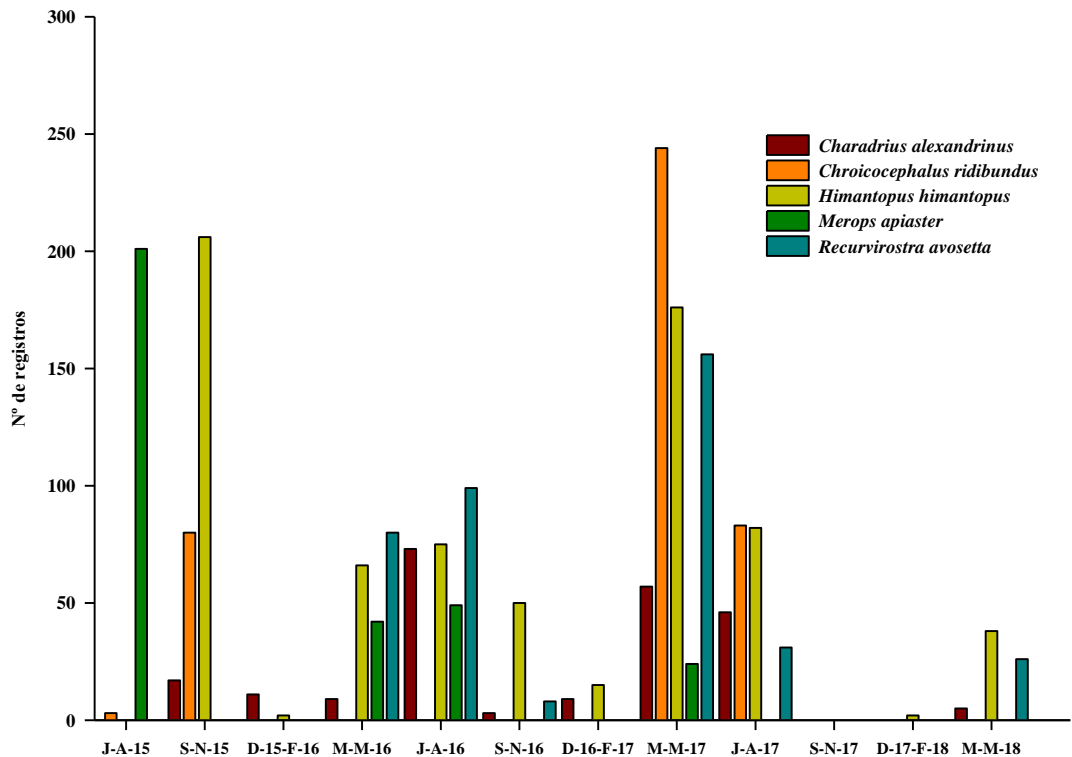


Figura 15. Registros totales de las 5 especies más abundantes en el vaciadero de El Yeso a lo largo del periodo de estudio. Los datos han sido agrupados en trimestres, desde junio de 2015 hasta mayo de 2018.

5.5. Presencia de especies con categoría de amenaza.

A través de los censos rutinarios se ha podido constatar el uso de estos recintos por especies incluidas en el Listado y Catálogo de Fauna Amenazada de Andalucía (a partir del Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero, con modificaciones incluidas en el Anexo X del Decreto 23/2012). La mayoría de especies censadas se encuentran “Listadas”, aunque destacó la presencia de especies incluidas en la categoría de “En peligro” (EN) como la garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*), el porrón pardo (*Aythya nyroca*), la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) y la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) y en la categoría “Vulnerable” (VU) como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) (Tablas S1, S2 y S3 [Anexo 2]). Aunque los registros de éstas han sido muy puntuales, su presencia en los vaciaderos terrestres hace de estos recintos un entorno que debería ser considerado y sometido a una gestión ambientalmente sostenible. Sirva como ejemplo el registro de un ejemplar macho de malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*) el 26 de febrero de 2018 en el vaciadero de La Horcada, justo después de ponerse en marcha algunas de las medidas propuestas de gestión sostenible de este recinto (ver más detalles abajo). En este caso, el mantenimiento de la lámina de agua (con una profundidad apta para especies buceadoras como ésta) ha permitido registrar conteos importantes de otras especies con los mismos requerimientos de hábitat (Abundancias relativas, Tablas S1, S2 y S3 [Anexo 2]).

5.6. Los vaciaderos terrestres como áreas alternativas de cría.

Un total de 12 especies han sido identificadas como reproductoras en alguno de los vaciaderos terrestres. Estas son: cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), avoceta común (*Recurvirostra avosetta*), gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*), focha común (*Fulica atra*), chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*), chorlitejo chico (*Charadrius dubius*), charrancito común (*Sternula albifrons*), zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*), pato colorado (*Netta Rufina*), ánade real (*Anas platyrhynchos*), porrón común (*Aythya ferina*) y abejaruco europeo (*Merops apiaster*). En 2016, en La Horcada, se contabilizaron 51 nidos pertenecientes a 5 especies: cigüeñuela común (17), avoceta común (25), charrancito común (6), chorlitejo chico (1), chorlitejo patinegro (2). Además, se identificaron al menos 20 nidos ocupados de abejaruco europeo (*Merops apiaster*). El éxito de cría registrado fue nulo para todas las especies tanto por las condiciones hídricas del recinto como por las molestias ocasionadas por la maquinaria. En El Yeso, solo pudieron ser monitorizados 6 nidos pertenecientes a 3

especies: chorlitejo patinegro (1), avoceta común (4) y cigüeñuela común (1). Únicamente fue certificado el éxito de cría para la avoceta común (3 pollos avistados en la etapa final de desarrollo). En el sector B de este recinto, fueron contabilizados 77 nidos activos de abejaruco europeo. Igualmente, en el vaciadero de Butano fueron contabilizados 18 nidos activos de abejaruco europeo en el sector A, sin embargo, no se registró éxito de cría debido a las molestias ocasionadas por los trabajos con maquinaria en la zona. En 2017, en el vaciadero de La Horcada, no se pudieron contabilizar con exactitud el número de nidos debido a la dificultad de acceso a las zonas de cría (condiciones de inundación óptimas). No obstante, fueron observados y/o capturados pollos de las siguientes especies: ánade real (5), pato colorado (4), focha común (3), cigüeñuela común (15), avoceta común (16), chorlitejo patinegro (2), chorlitejo chico (2), zampullín chico (1). En El Yeso, fueron contabilizados 40 nidos: gaviota reidora (4), charrancito común (2), avoceta común (15) y cigüeñuela común (19). Además, pudieron ser capturados y/u observados a distancia pollos de las siguientes especies: chorlitejo patinegro (7), gaviota reidora (6), cigüeñuela común (15), avoceta común (3). No obstante, en todos los vaciaderos estudiados, no se descarta el mayor éxito reproductor de las especies citadas, así como la reproducción de otras especies cuyos nidos y polladas fueron menos conspicuos.

Todo ello pone de manifiesto la importancia de los vaciaderos terrestres como zonas de especial interés para la reproducción de muchas especies (Fig. 16 y 17). Sin embargo, durante el transcurso de este proyecto se han registrado varias afecciones negativas importantes sobre el éxito reproductor en estas áreas. Para evitar o minimizar dichos efectos se han propuesto una serie de medidas en pro de las especies nidificantes (ver más detalles abajo).

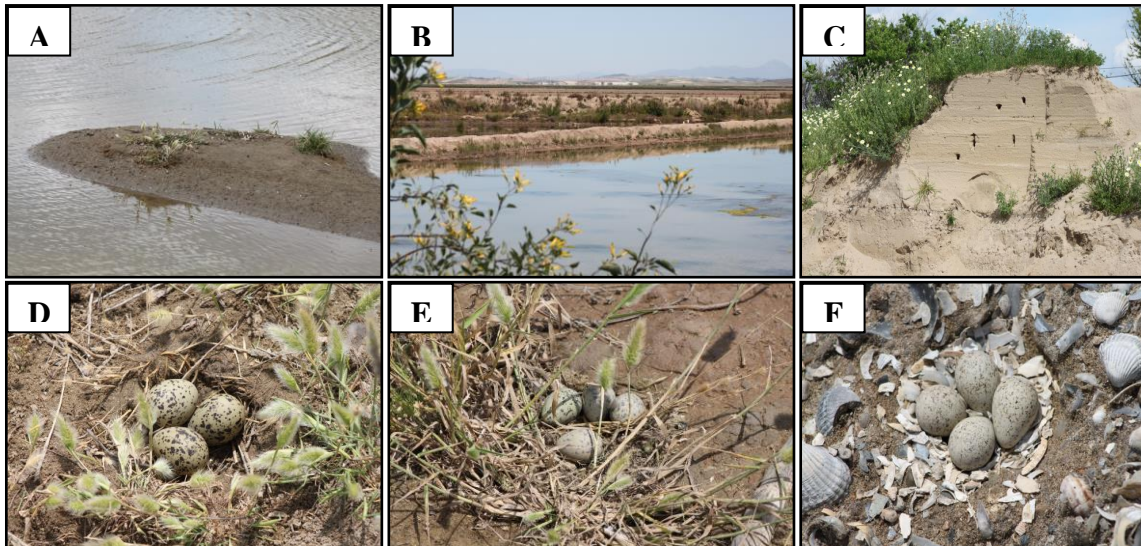


Figura 16. Nidificación en los vaciaderos terrestres. Nidos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en una pequeña zona emergida de La Horcada (A). Vista del dique o “finger” utilizado como área de nidificación en El Yeso (B). Nidos de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) en el vaciadero de Butano (C). Nidos de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) (D), avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) (E) y chorlitoje chico (*Charadrius dubius*) en La Horcada (F). (Fotos: Javier Manzano)

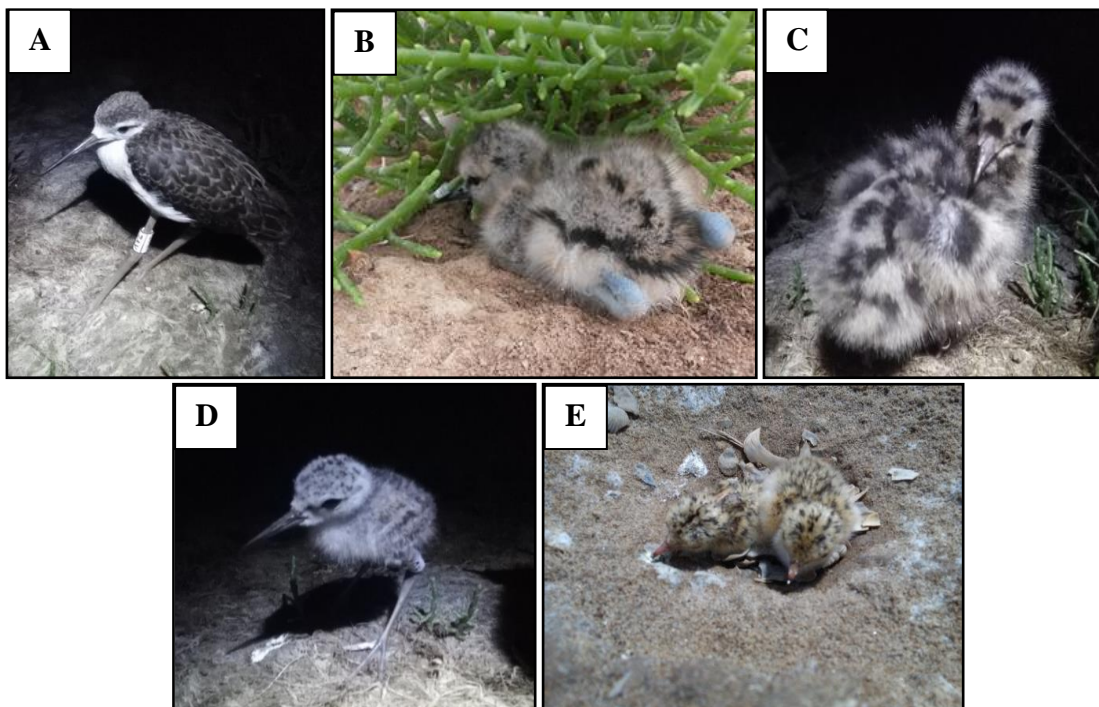


Figura 17. Pollos nacidos en los vaciaderos terrestres. Pollo de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) recién anillado en La Horcada (A). Pollos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) (B), gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*) (C) y cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) (D) registrados en El Yeso. Pollada de charrancito común (*Sternula albifrons*) en La Horcada (E). (Fotos: Javier Manzano)

5.7. Condiciones hídricas de los vaciaderos terrestres.

Los vaciaderos terrestres han estado sometidos a continuos cambios en sus condiciones hídricas, motivando el distinto uso de los mismos por parte de las aves. En general, la disponibilidad de agua ha sido el factor clave que ha determinado la presencia de aves en estas zonas. El vaciadero de Butano (sector B y C, Fig. 2) fue sometido a un rápido drenado de la lámina de agua inmediatamente después de cada una de las 3 campañas de dragado-vertido monitorizadas (Fig. 18.A-F). Este hecho propició la no ocupación de esta zona como área de cría, a pesar de su gran potencial para ello. Sin embargo, un gran número de individuos de multitud de especies fueron registrados alimentándose en los pequeños encharcamientos derivados de la inundación durante las escasas semanas que ésta se mantuvo (Fig. 10.A-F). No obstante, en la última campaña (2017-2018), el sector A también fue utilizado como área de depósito de sedimentos (Fig. 15.G-H), pudiéndose poner en práctica algunas recomendaciones sugeridas por este equipo de trabajo (más detalles ver abajo). Sin embargo, en lo que a aspectos hídrico se refiere, este sector tampoco cumplió con las expectativas planteadas ya que se drenó la mayor parte del volumen de agua vertido (Fig. 18.G-H). No obstante, las abundantes lluvias de los últimos meses están permitiendo que este sector mantenga una mínima lámina de agua.

En el vaciadero de La Horcada, se han dado dos escenarios muy distintos en lo que a drenado del mismo se refiere. En la campaña de 2015-2016 se procedió al llenado de la cuenca de vaciado pero, pocos meses después, se facilitó el rápido drenado de la misma abriendo un punto concreto en la zona periférica (Fig. 19.A). Como resultado, se produjo un descenso continuado en la lámina, quedando un volumen mínimo y poco estable entorno al mes de abril de 2016 (Fig. 19.B). Este hecho afectó de manera negativa a las especies que habían establecido sus colonias de cría en el entorno. En contraste, durante los dragados-vertidos de 2016-2017 se optó por la instalación de una compuerta de desagüe (o “caja de agua”) que regulara los niveles salientes de agua. Por ello, tras permitirse el drenado de un importante volumen de agua para satisfacer los requerimientos de seguridad del recinto, se optó por cerrar dicha compuerta (Fig. 19.C). El volumen de agua almacenado se mantuvo más o menos constante (aumentando con los aportes de las lluvias primaverales), mostrando un excelente nivel de inundación durante la época crítica de reproducción (a partir de abril, Fig. 19.D). Esta medida (ver más detalles abajo) permitió que durante la primavera de 2017 se registrase el éxito

reproductor de muchas especies acuáticas y afines (Fig. 16.A y 16.F, 17.A y 17.E). De la misma manera, en la última campaña de dragado-vertido (2017-2018) se ha optado por cerrar la compuerta de desagüe para favorecer el asentamiento de especies ligadas a ambientes acuáticos (Fig. 20.A-B). Durante la redacción de este informe, ya se han constatado los primeros registros de reproducción en esta área.

Por último, en el vaciadero de El Yeso, la lámina de agua se mantuvo en las mismas condiciones durante los periodos post-vertido de 2015-2016 y 2016-2017 (Fig. 21.A-D). Esto permitió su uso como área de nidificación en ambos periodos (Fig. 17.B-D). En la campaña de 2017-2018 no se ha utilizado este recinto.

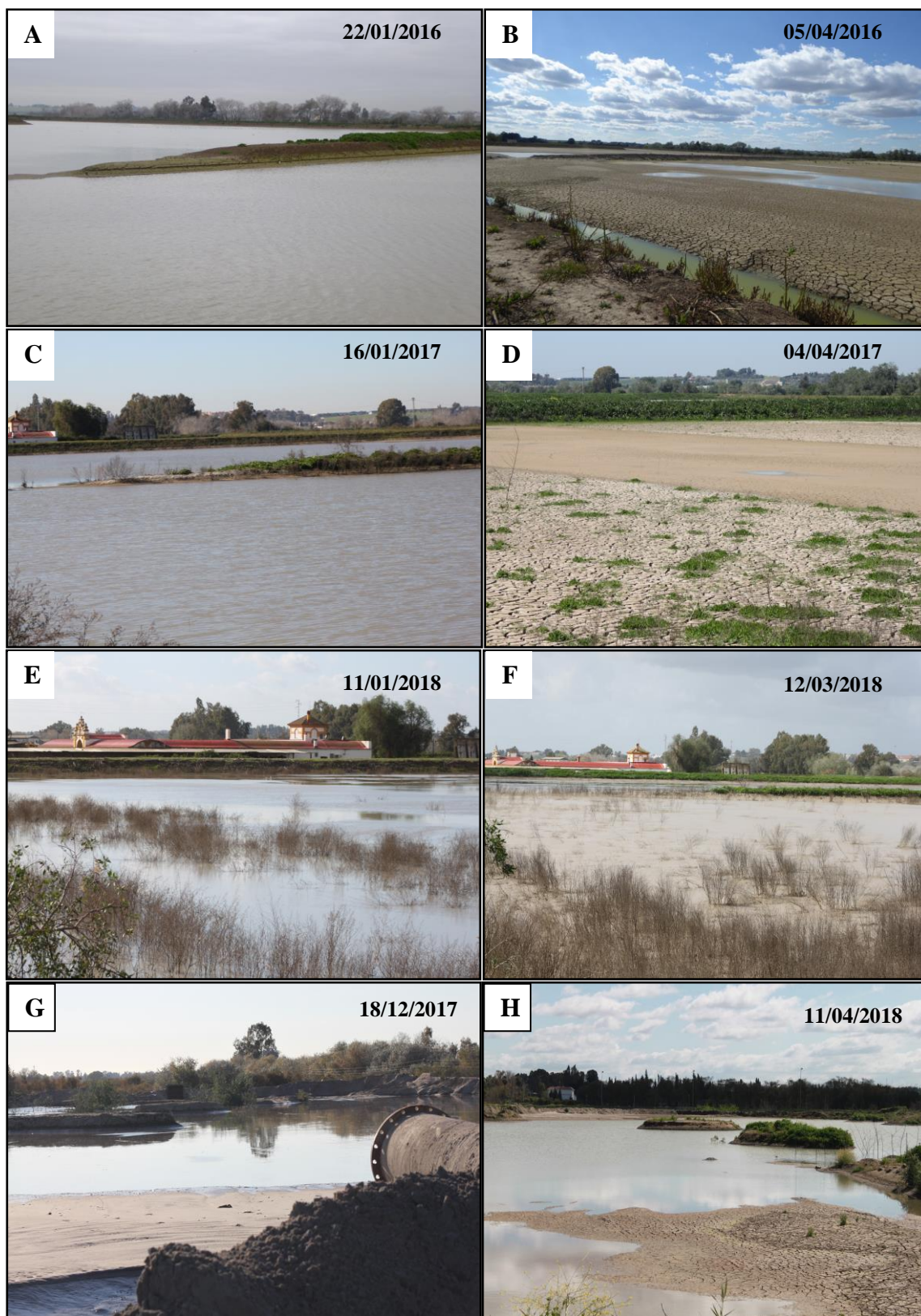


Figura 18. Esquema fotográfico de los cambios en las condiciones hídricas en el vaciadero de Butano. En el sector C, el paisaje post-vertido no mostró contrastes entre las campañas de 2015-2016 (A-B), 2016-2017 (C-D) y 2017-2018 (E-F). En el sector A, la lámina de agua inmediatamente posterior al vertido (G) y la actual (H) se mantienen casi constantes gracias a los aportes de lluvia. (Fotos: Javier Manzano)

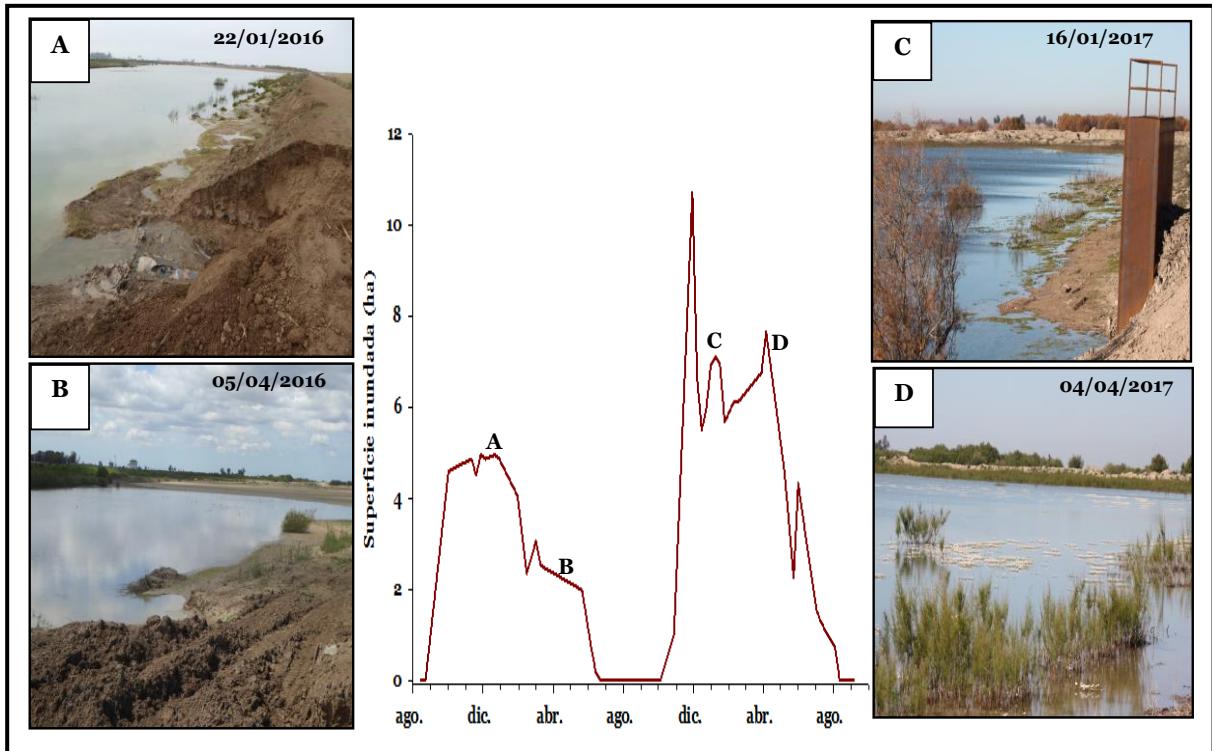


Figura 19. Esquema fotográfico de los cambios en las condiciones hídricas en el vaciadero de La Horcada. Durante el periodo post-vertido de la campaña 2015-2016 se facilitó el drenado del recinto mediante la apertura de un punto de la zona perimetral (A), propiciando la rápida pérdida de agua durante los meses siguientes (B). En cambio, durante el periodo post-vertido de la campaña 2016-2017 se optó por la instalación de una “caja de agua” para regular el desagüe del recinto (C), propiciando unas condiciones de alta inundación en los meses posteriores (D). En la gráfica central, se detalla la evolución de la superficie inundada (ha) entre agosto de 2015 y septiembre de 2017, señalando las fases concretas referidas en las imágenes A-D. (Datos inundación: LAST-EBD) (Fotos: Javier Manzano)

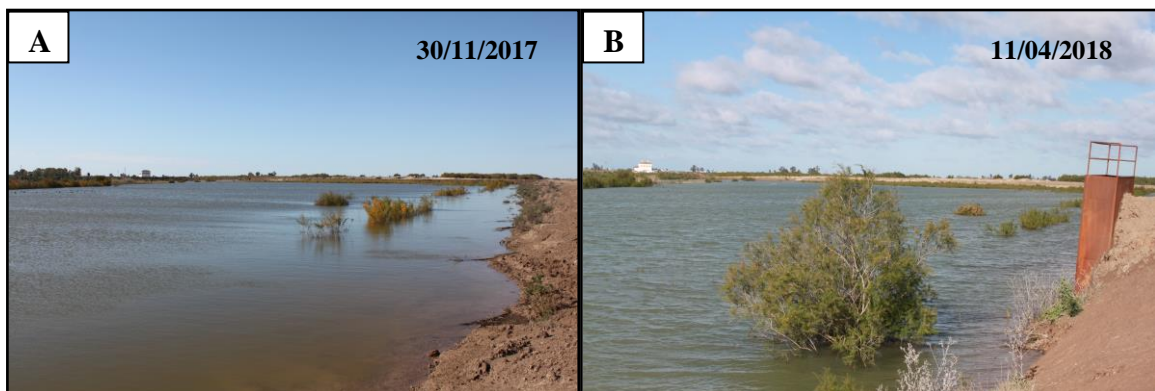


Figura 20. Panorámica del vaciadero de La Horcada inmediatamente después del vertido (A) y meses después de éste (B). La lámina de agua se ha mantenido constante gracias al cierre de la “caja de agua” y a los aportes de lluvia. (Fotos: Javier Manzano)

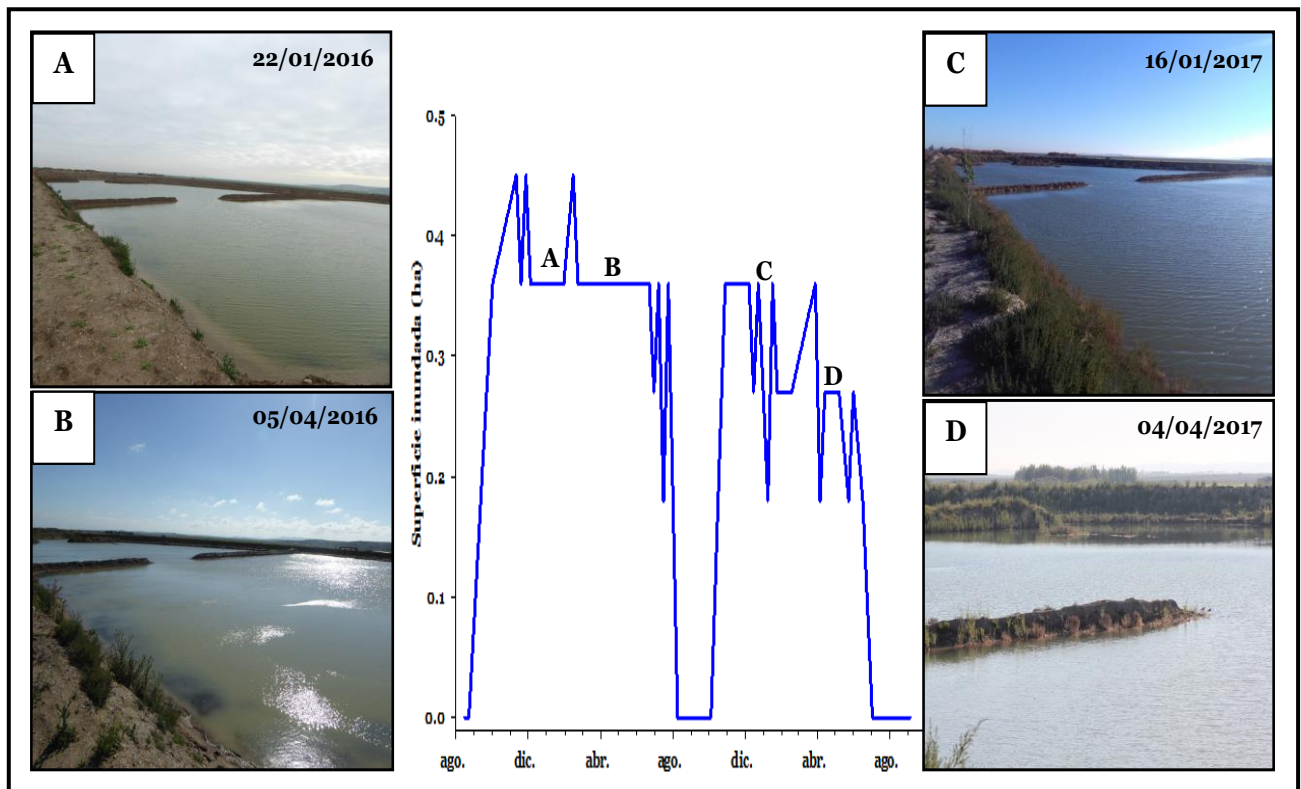


Figura 21. Esquema fotográfico de los cambios en las condiciones hídricas en el vaciadero de El Yeso. El paisaje post-vertido no mostró contrastes entre las campañas de 2015-2016 (A-B) y 2016-2017 (C-D). En la gráfica central, se detalla la evolución de la superficie inundada (ha) entre agosto de 2015 y septiembre de 2017, señalando las fases concretas referidas en las imágenes A-D. (Datos inundación: LAST-EBD) (Fotos: Javier Manzano)

5.8. La morfología *per se* de los vaciaderos

Como ya se ha descrito anteriormente (ver epígrafe 4.2.1), los vaciaderos terrestres tienen algunas características estructurales (como la zonación de su área, Fig. 2, 3 y 4) y elementos funcionales (como los “fingers”) que los hacen únicos y que, además, proporcionan hábitat para multitud de especies. Sin embargo, en muchas ocasiones, el diseño o disposición de estos elementos o la ausencia de ellos han promovido perturbaciones en la comunidad de aves. Cabe mencionar algunos ejemplos:

- (1) Disposición de los “fingers”: La unión de los “fingers” a las motas perimetrales permitió el acceso a los mismos de depredadores terrestres y personal no autorizado, condicionando el éxito de cría en muchos casos (Fig. 22.A-B).

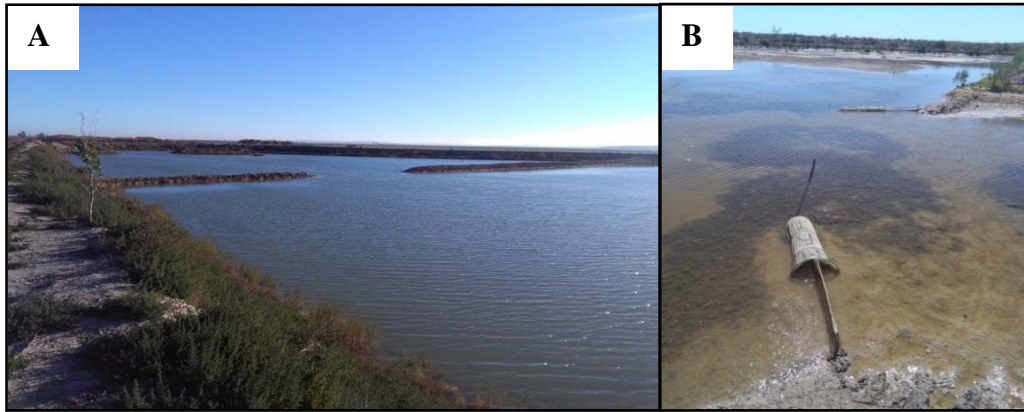


Figura 22: Vista de los “fingers” del vaciadero de El Yeso (A) y de una de las nasas de pesca encontradas en el interior de éste (B).

- (2) Disposición de los acopios de sedimentos: La distribución de los sedimentos más antiguos y el uso de los mismos durante el periodo crítico de cría afectó a la reproducción de algunas especies como el abejaruco europeo (*Merops apiaster*, [Fig. 23.A-C]). En La Horcada, el trabajo con maquinaria por parte de personal no autorizado durante 2015-2016 dejó un escenario “caótico” dominado por multitud de acopios de arena a modo de vertedero (Fig. 23.D).

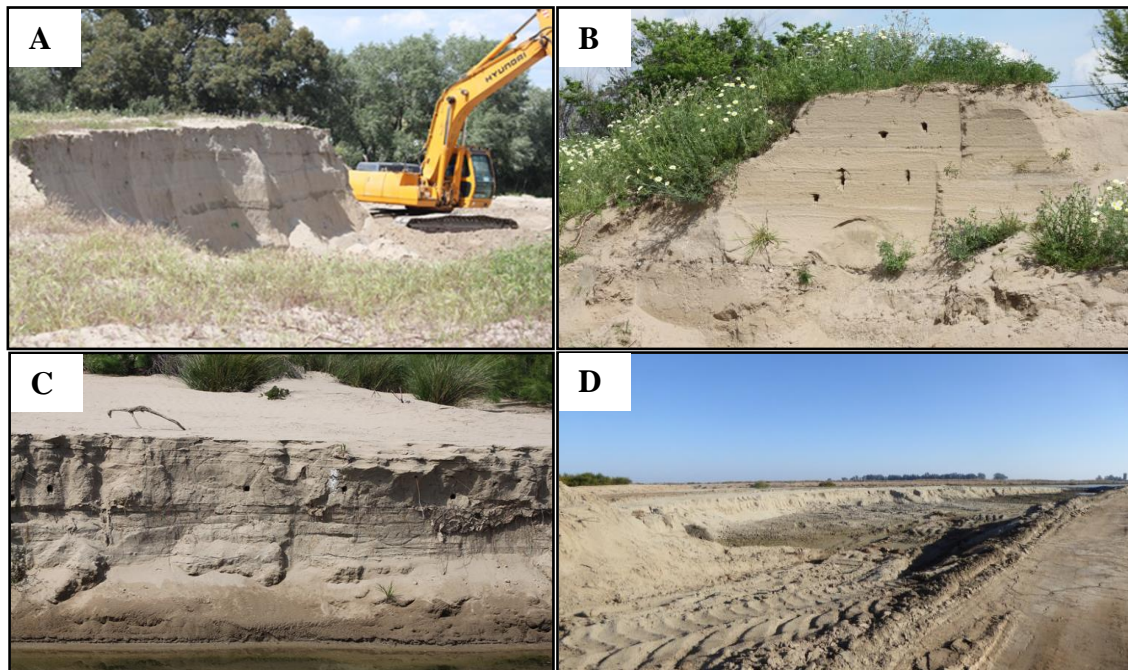


Figura 23: Trabajos con maquinaria en el vaciadero de Butano (A). Colonias de cría de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) en La Horcada (B) y El Yeso (C). Acopio de sedimentos en La Horcada entre 2015 y 2016.

- (3) Superficies emergidas: La ausencia de áreas inicialmente emergidas y aisladas en el interior de las zonas potencialmente inundables (Fig. 24.A-B) restringió el asentamiento de muchas parejas reproductoras en los vaciaderos. Sin embargo, otras muchas buscaron lugares alternativos de nidificación en zonas contiguas.

En este sentido, por ejemplo, la mayoría de nidos registrados en el vaciadero de La Horcada durante 2017 se concentraron en la zona potencialmente inundable del sector C y en la zona oeste del sector A (Fig. 24.C-D) En ambos sectores, la escasa profundidad de la lámina de agua (aprox 30 cm) dejó al descubierto multitud de pequeños islotes que fueron utilizados por las especies nidificantes (Fig. 24.E-F). Sin embargo, la escasa altura de estas zonas emergidas (10 cm aprox) ocasionó la pérdida de muchas nidadas cuando el nivel de agua aumentó debido a las precipitaciones. También, estas zonas se vieron afectadas cuando la lámina de agua disminuyó por evaporación y se hicieron accesibles a depredadores terrestres.

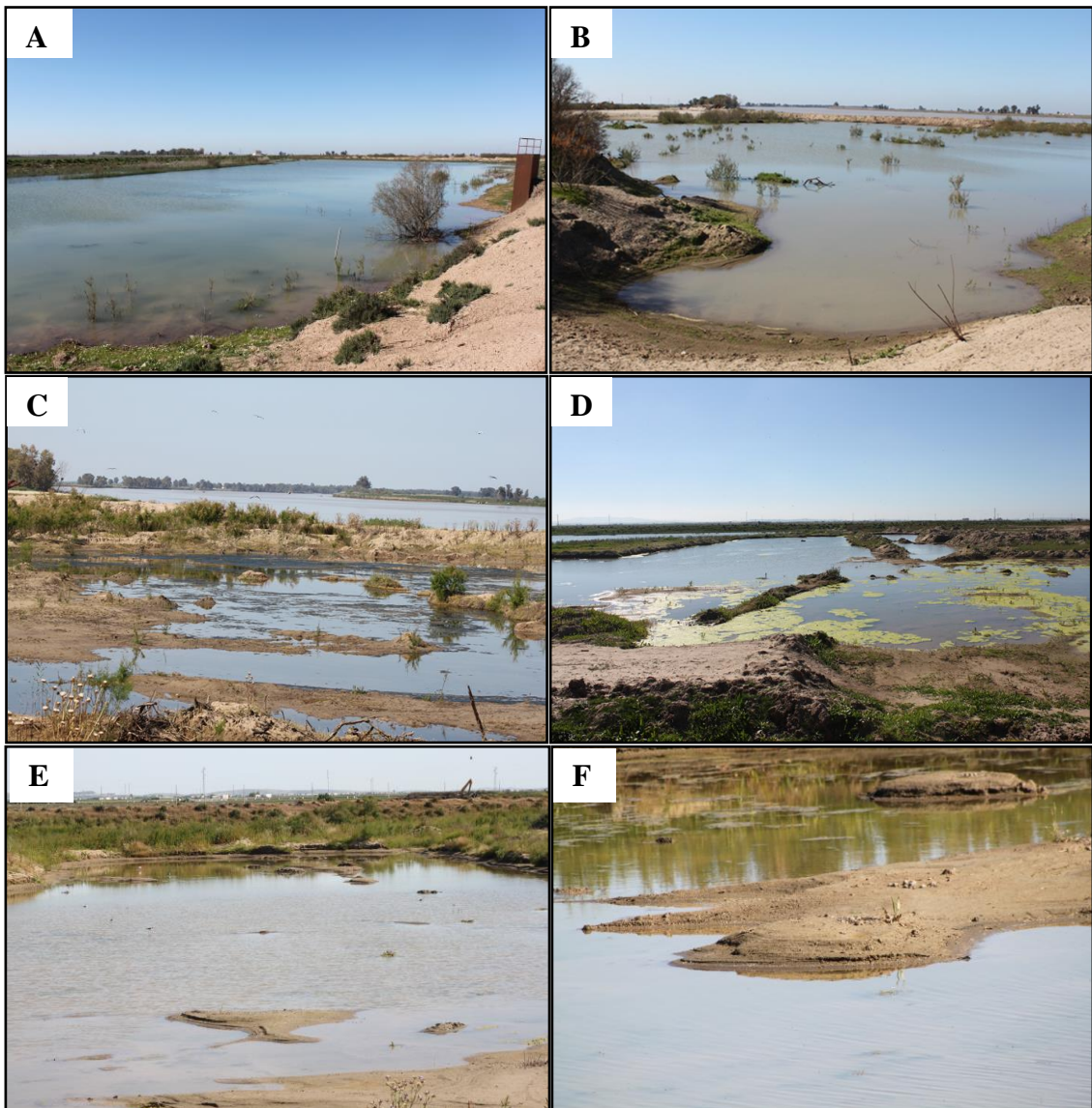


Figura 24: Imágenes de La Horcada. Vista general de los sectores A (A) y C (B) en su máximo de inundación en 2016-2017. Aspecto del sector C durante la época reproductora (C). Vista de la zona oeste del Sector A al principio de la época reproductora (D). Algunas zonas escasamente emergidas en el sector A utilizadas por limícolas y larolimícolas para instalar sus nidos (E-F). (Fotos: Javier Manzano)

5.9. Exposición a metales pesados

Únicamente se consiguieron capturar 38 individuos pertenecientes a 4 especies: *Charadrius alexandrinus* (3), *Recurvirostra avosetta* (10), *Himantopus himantopus* (19) y *Chroicocephalus ridibundus* (6). De estos, solo 20 (11 cigüeñuelas y 9 avocetas) pudieron ser muestreados ya que presentaron el tamaño óptimo para ello. Dado que el tamaño muestral conseguido resulta muy bajo para realizar análisis con suficiente poder estadístico, no mostraremos ningún resultado concluyente sobre el objetivo 6 (ver epígrafe 3). No obstante, tomando los valores promedio de concentración de metales pesados obtenidos a partir de los 20 individuos muestreados (Tabla 3), avanzaremos algunas predicciones basándonos en literatura científica. En este sentido, las concentraciones promedio de Cd, Pb y Zn encontradas en dos especies (*Himantopus mexicanus* y *Recurvirostra americana*) muestreadas en vaciaderos terrestres de la Bahía de Nueces (Corpus Christi, Texas, [White & Cromartie 1985]) fueron generalmente superiores (Tabla 4) a las concentraciones promedio encontradas en los vaciaderos de La Horcada y El Yeso (Tabla 3). White & Cromartie 1985 concluyeron que los individuos de *Himantopus mexicanus* y *Recurvirostra americana* no acumularon elevados niveles de estos metales pesados. Por último, Hernández *et al.* 1999 encontraron niveles de Cd, Cu y Zn en tejidos de *Recurvirostra avosetta* y *Himantopus himantopus* (Tabla 4) muy superiores a los registrados en nuestro estudio. Aunque la matriz biológica utilizada (hígado) y el contexto ambiental en el que se realizó dicho estudio (impacto del accidente de Aznalcóllar) distan enormemente de nuestro objetivo, las concentraciones de metales pesados que obtuvieron pueden ser de gran utilidad para establecer valores umbrales de partida. En general, en nuestro estudio, podríamos estar ante un escenario en el que las aves que utilizan los vaciaderos terrestres no se encuentran expuestas a concentraciones preocupantes de metales pesados, pero dicha determinación ha de ser planteada más eficazmente. Por ello, se intentará disponer de un mayor número de muestras biológicas durante la presente época reproductora para poder abordar con mayor poder estadístico esta cuestión clave. Así, este objetivo podría concluirse en los próximos meses.

Por otro lado, aunque la exposición a metales pesados se pretende evaluar aunando los resultados de concentraciones halladas en muestras biológicas y en sedimentos, a continuación se ofrece una tabla resumen con los valores promedios encontrados en las muestras de suelo (Tabla 5). Todos los valores se encuentran en la Categoría I, dentro

del nivel de acción 1 (Según las *Recomendaciones para la Gestión del Material de Dragado en los Puertos Españoles* (CEDEX, 1994)). En resumen, las concentraciones (ppm o mg/Kg) máximas dentro del nivel de acción 1 son: Cd (1ppm), Cu (100ppm), Cr (200ppm), Ni (100ppm), Pb (120ppm) y Zn (500ppm). Para todos los elementos, excepto para el Cu, los valores más altos se encuentran en el vaciadero de La Horcada, seguido de El Yeso y Butano (Tabla 5). Si comparamos nuestros resultados con los ofrecidos por White & Cromartie 1985, las diferencias resultan muy amplias. Estos investigadores plantearon un objetivo análogo al propuesto en este proyecto, obteniendo los siguientes rangos de concentraciones (en mg/Kg peso húmedo) de Pb, Zn y Cd en sedimentos: Pb (37.5-58.3), Zn (330.3-2343.9), Cd (2.7-19.9). Los valores mínimos registrados en los sedimentos dragados de la Bahía de Nueces (Corpus Christi, Texas) resultaron dos (para Pb) y diez veces más altos (para Zn y Cd) que los obtenidos en el vaciadero de Butano (es decir, aquel con los valores más bajos). No obstante, deberán ser discutidos de manera más detallada cuando se disponga de todos los resultados.

Tabla 3. Valores promedio (mg/Kg, peso húmedo) de metales pesados en muestras de sangre de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) y avoceta común (*Recurvirostra avosetta*).

Elemento	La Horcada				El Yeso			
	<i>H.himantopus</i> (N=4)		<i>R. avosetta</i> (N=7)		<i>H.himantopus</i> (N=7)		<i>R. avosetta</i> (N=2)	
	Promedio ±SD		Promedio ±SD		Promedio ±SD		Promedio ±SD	
Cd	0.0146	0.0094	0.0101	0.0030	0.0088	0.0010	0.0096	0.0009
Cr	0.4076	0.2145	0.3212	0.0753	0.3243	0.0749	0.3389	0.0403
Cu	0.3848	0.0898	0.4295	0.1190	0.3596	0.0592	0.4630	0.0422
Ni	0.0037	0.0001	0.0541	0.0678	0.0361	0.0213	nd	nd
Pb	0.1604	0.1496	0.1045	0.0461	0.1096	0.0555	0.2073	0.1630
Zn	5.9650	0.8995	5.5064	0.6567	5.5108	0.5546	5.8957	0.1525

Tabla 4. Valores promedio o rangos (mg/Kg) de concentraciones de metales pesados en muestras de hígado.

Especies	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
<i>Himantopus mexicanus</i>	0.4 ^a				0.1 ^a	48 ^a
<i>Recurvirostra americana</i>	0.4 ^a				1.3 ^a	30 ^a
<i>Himantopus himantopus</i>	nd-3.58 ^b		3.73-25.8 ^b			
<i>Recurvirostra avosetta</i>	2.13 ^b		33.27 ^b			300.7 ^b

a White & Cromartie 1985. Valores expresados en (mg/Kg, peso húmedo)

b Hernández *et al.* 1999. Valores expresados en (mg/Kg, peso seco)

Tabla 5. Valores promedio (mg/Kg peso húmedo) de metales pesados en muestras de sedimentos.

Elemento	Vaciadero		
	Butano	El Yeso	La Horcada
Cd	0.294	0.408	0.452
Cr	34.420	42.407	49.162
Cu	18.893	18.048	22.091
Ni	13.439	17.656	20.173
Pb	16.294	23.375	27.061
Zn	31.685	44.658	47.264

5.10. Drones como herramienta de seguimiento

Ha quedado demostrada la gran utilidad de los vehículos aéreos no tripulados (UAVs) en la monitorización de los cambios ocurridos en los vaciaderos terrestres. Por ello, se considera firmemente su uso en el futuro (Fig. S12.A-F [Anexo 1]).

5.11. Manejo de los vaciaderos terrestres

Atendiendo al potencial que suponen los vaciaderos terrestres como áreas alternativas de alimentación, refugio y reproducción para la avifauna, se han planteado 3 propuestas para que sean incluidas en los planes de manejo de los vaciaderos. Algunas de ellas ya han sido testadas o puestas en marcha durante la última campaña. Éstas se resumen muy brevemente a continuación.

(1) El depósito de sedimentos como hábitat de nidificación para las aves

El acopio de sedimentos en los vaciaderos terrestres ha permitido la reproducción exitosa del abejaruco europeo (*Merops apiaster*). Sin embargo, los trabajos con maquinaria pesada a lo largo de la época reproductora han motivado el fracaso de cría de muchas parejas. Por ello, nuestras recomendaciones se basan en: Establecer acúmulos de arena fijos en todos los vaciaderos, permaneciendo inalterables durante toda la época crítica de reproducción (marzo-julio). Transcurrido este periodo, los sedimentos de estas zonas podrían ser extraídos y procesados, siempre y cuando se habilite un lugar alternativo de las mismas características para la siguiente época reproductora.

(2) Creación de parcelas emergidas y aisladas en los vaciaderos terrestres

Para minimizar la entrada de depredadores y disminuir las molestias humanas en los “fingers”, proponemos la desconexión de estas superficies emergidas de la zona perimetral. De esta manera, se podría evitar el fracaso de cría registrado en algunas especies como el chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*), la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) o la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*). Concretamente, en 2016, se perdieron 6 nidos de estas especies debido a molestias humanas en la zona.

Por otro lado, aquellos vaciaderos como La Horcada y Butano que carecen de zonas inicialmente emergidas, sería aconsejable la creación de islotes para facilitar la reproducción y asegurar el éxito de cría de las aves limícolas y afines. En este sentido, previamente a las labores de vertido de 2017-2018 se pudieron realizar algunas pruebas en los vaciaderos de La Horcada y Butano (Sector A) (Fig. 25.A-H). Sin embargo, en ambas zonas, los islotes creados no cumplieron las expectativas planteadas. En el caso de La Horcada, la escasa altura de los islotes y su pequeña superficie han motivado que

se encuentren parcialmente sumergidos en la actualidad (Fig. 25.A-D). No obstante, algunas parejas de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) han instalado sus nidos en la escasa superficie emergida (Fig. 25.D). En Butano, los islotes presentan un tamaño aceptable, pero el agua que los circunda es muy escasa y con poca profundidad (Fig. 25.G-H). Este hecho pondrá en peligro la viabilidad de la colonia de cría de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) asentada actualmente en él ya que podría llegar a ser accesible a depredadores terrestres y, además, los recursos tróficos que proporciona la zona inundada serán muy limitados. Así, si en futuras campañas se revierten estos aspectos problemáticos, estas zonas podrán albergar mayores colonias de cría.

(3) Mantenimiento de la lámina de agua en los vaciaderos terrestres

La disponibilidad de agua ha sido el factor clave que ha determinado la presencia de aves en los vaciaderos. En este caso, la recomendación propuesta se ha basado fundamentalmente en el mantenimiento de la lámina de agua durante un amplio periodo de tiempo, utilizando para ello la compuerta de desagüe o “caja de agua” (Fig. 26.A-B). De esta manera, el nivel de agua acumulada en el vaciadero podría ser regulado siempre que fuera preciso y se aseguraría un nivel óptimo de inundación durante el periodo crítico de reproducción. Dicha recomendación ya ha sido puesta en marcha en el vaciadero de La Horcada en las campañas de 2016-2017 y 2017-2018. En ambos casos, los resultados han sido muy positivos. En general, la alta disponibilidad de agua ha motivado la aparición de vegetación acuática (subacuáticas y helófitos), creándose un hábitat lacustre idóneo para multitud de especies acuáticas y afines (Fig. 26.C-D). En este sentido, esta medida podría tener una trascendencia ambiental mucho más allá de los límites de los vaciaderos terrestres. Así, en un escenario cada más recurrente de escasez de lluvias, estas zonas de vertido con alta capacidad de retención de agua podrían suponer un refugio o lugar alternativo de cría para muchas especies que vieran comprometido su éxito reproductor por la escasez de inundación de las áreas de marismas naturales aledañas.

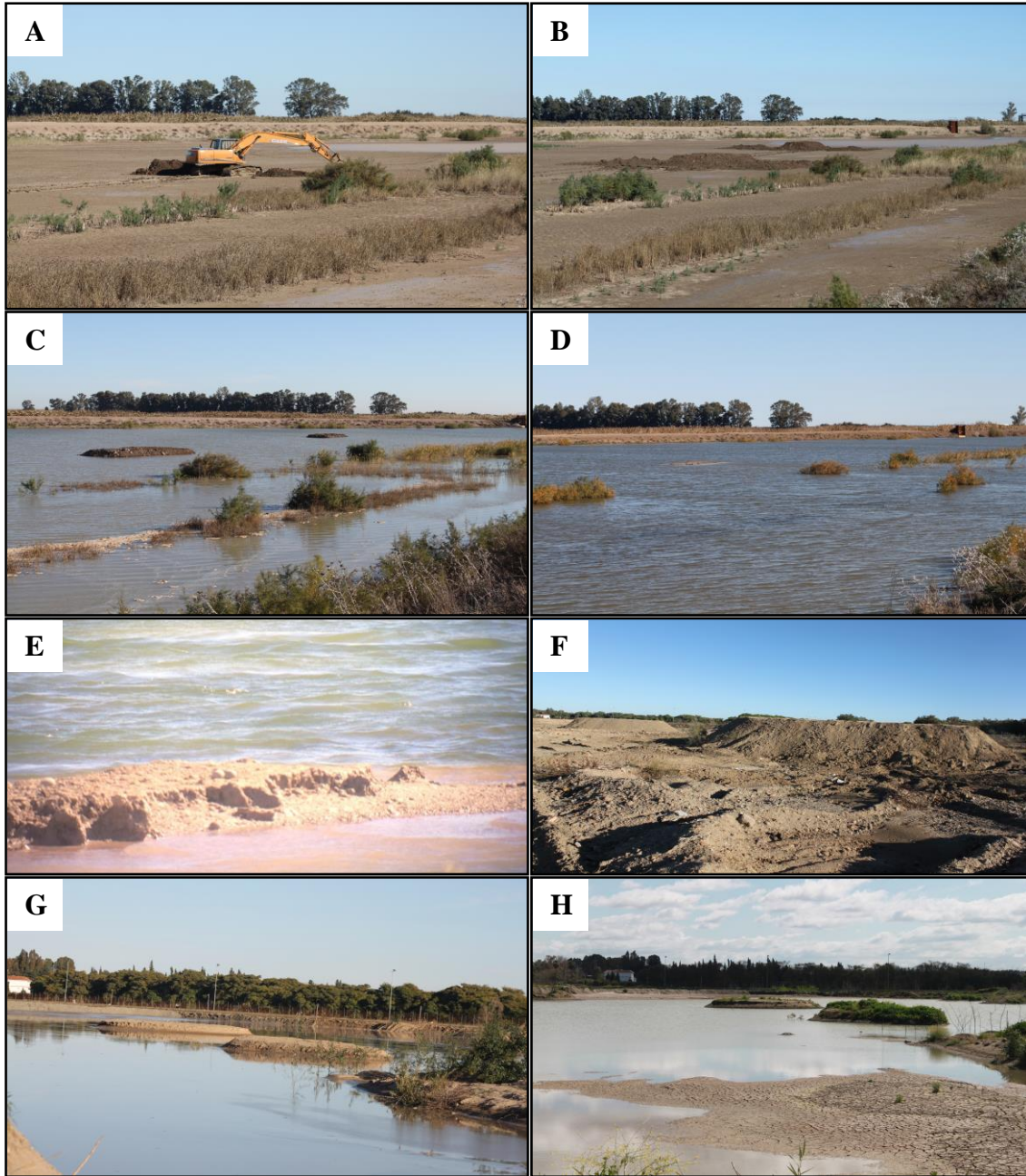


Figura 25. Creación de islotes en vaciaderos. Maquinaria trabajando para la construcción de islotes en La Horcada (A). Vista de los islotes tras dichos trabajos (B). Vista de los islotes tras el primer (C) y segundo vertido (D). Nidos de avoceta (*Recurvirostra avosetta*) sobre la escasa superficie emergida (E). Vista de los islotes de Butano tras su construcción (F), y después del vertido (G). Vista de los islotes 3 meses después del vertido y tras haber sido ocupados por una colonia de cría de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) (H). (Fotos: Javier Manzano)



Figura 26. Vista de la compuerta de desagüe o “caja de agua” instalada en La Horcada (A) para regular el nivel de inundación del vaciadero (B). Aspecto del sector A del vaciadero de La Horcada tras haber mantenido la lámina de agua durante la primavera de 2017 (C-D). (Fotos: Javier Manzano)

En general, éstas y otras muchas recomendaciones como el uso rotativo de los vaciaderos, la correcta señalización de los mismos o su uso como áreas recreativas y de educación ambiental podrían ser abordadas en un futuro. No obstante, todas ellas deberían incluirse en un manual de manejo de los vaciaderos terrestres ya que buscan conciliar de manera sostenible las recurrentes actividades de vertido y la conservación de los valores naturales del entorno. Conseguir una gestión adaptativa de estas zonas en la que se defiendan una planificación integrada de los sistemáticos vertidos y la conservación de la vida salvaje sería el objetivo más importante a abordar en el futuro.

6. CONCLUSIONES GENERALES

- (1) Las aves utilizan las márgenes degradadas del río de manera ocasional y oportunista, registrándose variaciones en sus densidades propias de los rasgos de historia de vida de cada organismo.
- (2) *Spartina densiflora* es la especie vegetal dominante en las márgenes degradadas del río. En general, se registra una pobre comunidad vegetal.
- (3) Las márgenes del río se encuentran muy desprovistas de vegetación, facilitando los procesos de erosión.
- (4) Aún se desconoce la exposición a metales pesados a la que podrían estar sometidos los individuos que utilizan los vaciaderos terrestres.
- (5) Los vaciaderos terrestres han sido identificados como zonas de especial interés para las aves. Más de 70 especies han sido registradas en estos enclaves. De éstas, 5 especies presentan alguna categoría de amenaza y 12 especies han llegado a reproducirse con éxito.
- (6) La morfología *per se* de los vaciaderos y los cambios en sus condiciones hídricas han sido descritos como factores limitantes en el asentamiento exitoso de la avifauna.
- (7) La gestión adaptativa de los vaciaderos terrestres se postula como una herramienta ambiental imprescindible para conciliar las sistemáticas actividades de vertido y la conservación de los valores naturales del entorno.

7. REFERENCIAS

- Ceia, F.R., Patrício, J., Franco, J., Pinto, R., Fernández-Boo, S., Losi, V., Marques, J.C. & Neto, J.M. (2013) Assessment of estuarine macrobenthic assemblages and ecological quality status at a dredging site in a southern Europe estuary. *Ocean and Coastal Management*, **72**, 80–92.
- Dubois, V., Abriak, N.E., Zentar, R. & Ballivy, G. (2009) The use of marine sediments as a pavement base material. *Waste Management*, **29**, 774–782.
- Gebauer, M.B. & Weseloh, D.V. (1993) Accumulation of organic contaminants in sentinel mallards utilizing confined disposal facilities at Hamilton Harbour, Lake Ontario, Canada. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **25**, 234–243.
- Heise, S., Apitz, S.E., Babut, M., Bergmann, H., Besten, P. Den, Ellen, G.J., Joziassé, J., Katsiri, A., Maaß, V., Oen, A., Slob, A. & White, S. (2004) Synthesis of the sednet work package 5 outcomes. *Journal of Soils and Sediments*, **4**, 233–235.
- Hernández, L.M., Gómara, B., Fernández, M., Jiménez, B., González, M.J., Baos, R., Hiraldo, F., Ferrer, M., Benito, V., Suñer, M. a., Devesa, V., Muñoz, O. & Montoro, R. (1999) Accumulation of heavy metals and As in wetland birds in the area around Donana National Park affected by the Aznalcollar toxic spill. *Science of the Total Environment*, **242**, 293–308.
- Lindenmayer, D.B. & Likens, G.E. (2009) Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology and Evolution*, **24**, 482–485.
- Macía, P., Fernández-Costas, C., Rodríguez, E., Sieiro, P., Pazos, M. & Sanromán, M. a. (2014) Technosols as a novel valorization strategy for an ecological management of dredged marine sediments. *Ecological Engineering*, **67**, 182–189.
- Mattei, P., Cincinelli, a., Martellini, T., Natalini, R., Pascale, E. & Renella, G. (2016) Reclamation of river dredged sediments polluted by PAHs by co-composting with green waste. *Science of the Total Environment*, **566–567**, 567–574.
- Nichols, J. & Williams, B. (2006) Monitoring for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, **21**, 668–673.
- Orisakwe, O.E., Asomugha, R., Obi, E., Afonne, O.J., Dioka, C.E., Akumka, D. & Ilondu, N. a. (2001) Ecotoxicological study of the Niger-Delta area of the River Niger. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **66**, 548–552.
- Regadío, M., de Soto, I.S., Rodríguez-Rastrero, M., Ruiz, a. I., Gismera, M.J. & Cuevas, J. (2013) Processes and impacts of acid discharges on a natural substratum under a landfill. *Science of the Total Environment*, **463–464**, 1049–1059.
- Robinson, J.E., Newell, R.C., Seiderer, L.J. & Simpson, N.M. (2005) Impacts of aggregate dredging on sediment composition and associated benthic fauna at an offshore dredge site in the southern North Sea. *Marine Environmental Research*, **60**, 51–68.
- White, D.H. & Cromartie, E. (1985) Bird use and heavy metal accumulation in

- waterbirds at dredge disposal impoundments, Corpus Christi, Texas. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **34**, 295–300.
- Widdows, J., Bale, a. J., Brinsley, M.D., Somerfield, P. & Uncles, R.J. (2007) An assessment of the potential impact of dredging activity on the Tamar Estuary over the last century: II. Ecological changes and potential drivers. *Hydrobiologia*, **588**, 97–108.
- Yozzo, D.J., Wilber, P. & Will, R.J. (2004) Beneficial use of dredged material for habitat creation, enhancement, and restoration in New York-New Jersey Harbor. *Journal of Environmental Management*, **73**, 39–52.
- Zoubeir, L., Adeline, S., Laurent, C.S., Yoann, C., Truc, H.T., Benoît, L.G. & Federico, A. (2007) The use of the Novosol process for the treatment of polluted marine sediment. *Journal of Hazardous Materials*, **148**, 606–612.
- Autoridad Portuaria de Sevilla (2004). *Asistencia técnica en la dirección ambiental del “Proyecto de dragados de mantenimiento en la ría del Guadalquivir”*. Campaña 2004.
- Autoridad Portuaria de Sevilla (2007). *Asistencia técnica en la dirección ambiental del Proyecto de dragados de mantenimiento de la canal de navegación del Puerto de Sevilla Campaña 2007*.
- Autoridad Portuaria de Sevilla (2008). *Asistencia técnica en la dirección ambiental del Proyecto de dragados de mantenimiento de la canal de navegación del Puerto de Sevilla Campaña 2008*.
- Autoridad Portuaria de Sevilla (2010). *Informe de caracterización de sedimentos de la canal de navegación del Puerto de Sevilla”*.
- Autoridad Portuaria de Sevilla (2011). *Informe de caracterización de sedimentos de la canal de navegación del Puerto de Sevilla”*.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2009). “*Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir*”. Autoridad Portuaria de Sevilla. vol. Informe final.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (2009). “*Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir. Capítulo 15. Escenarios de cambio en las comunidades de aves marismas y del río Guadalquivir*”. Autoridad Portuaria de Sevilla. vol. Informe final, pp. 1–56, 2009.

ANEXO 1. IMÁGENES SUPLEMENTARIAS

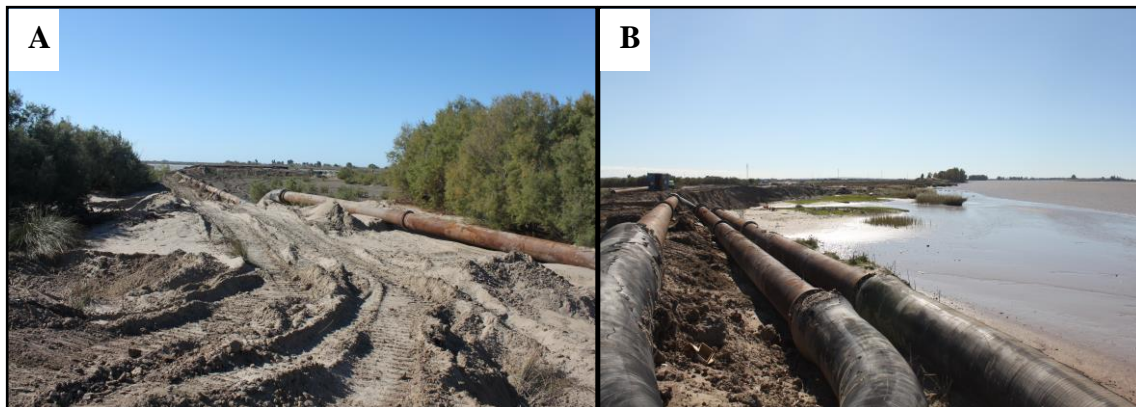


Figura S1. Vista de las tuberías de descarga instaladas en el vaciadero de La Horcada (A-B).
(Fotos: Javier Manzano)

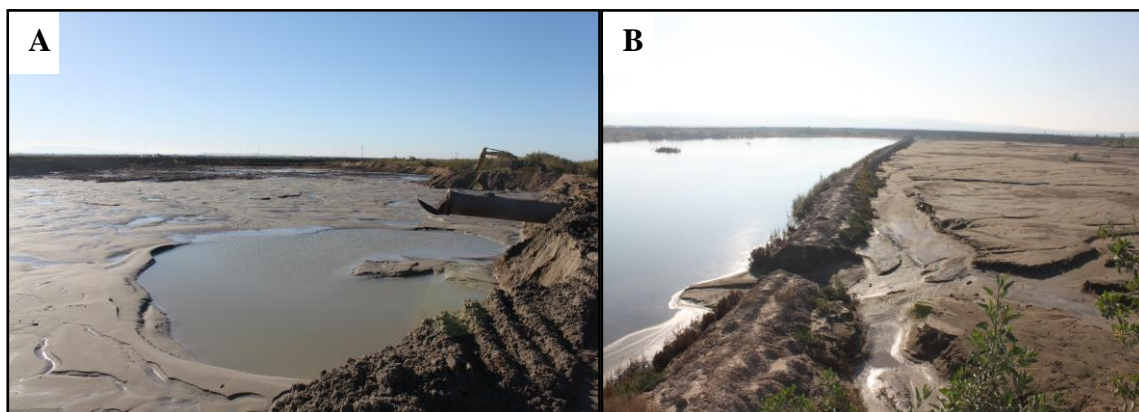


Figura S2. Vista del área más cercana al punto de vertido en La Horcada (A) y El Yeso (B).
(Fotos: Javier Manzano)



Figura S3. Vista de los “fingers” de El Yeso. (Fotos: Javier Manzano)

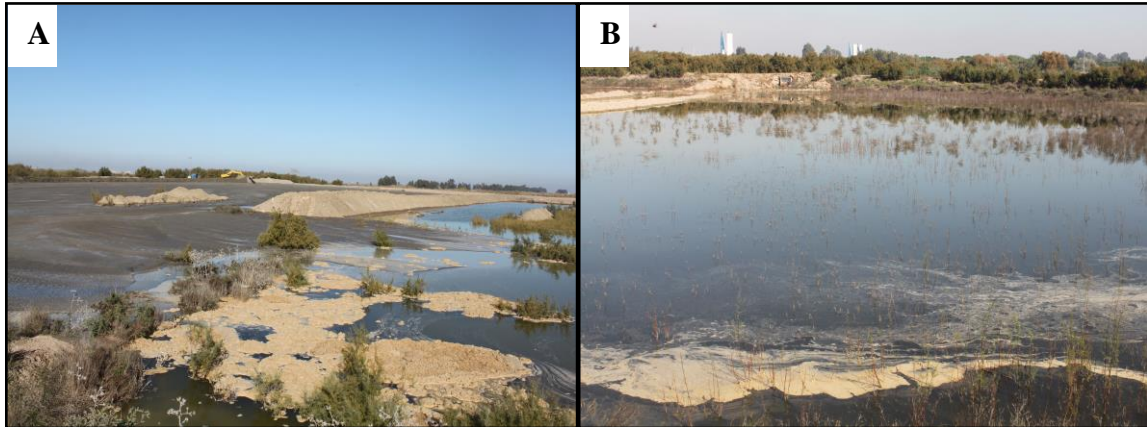


Figura S4. Aspecto del agua tras ser vertida en el vaciadero de La Horcada (A) y Butano (B). (Fotos: Javier Manzano)

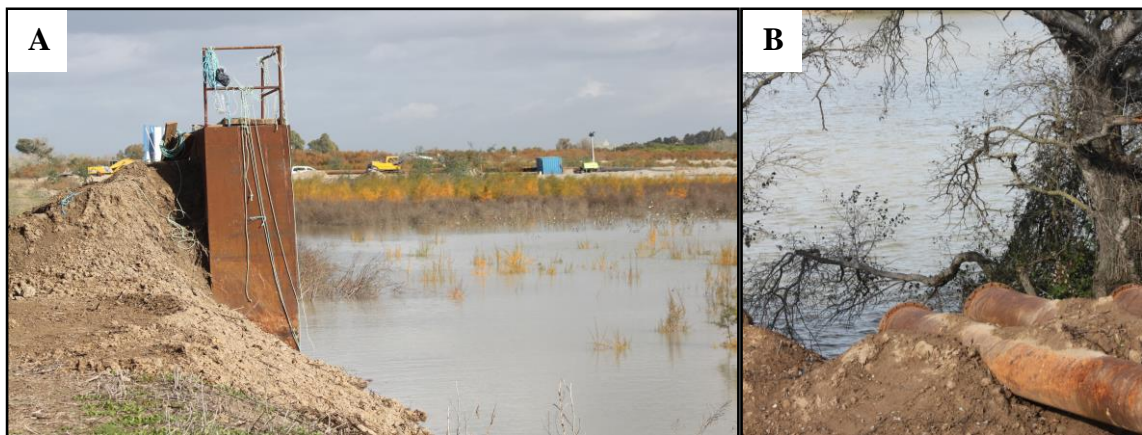


Figura S5. Compuerta de desagüe o “caja de agua” instalada en el vaciadero de Butano (A) para retener el agua en el interior del mismo y/o permitir su salida nuevamente al cauce principal del río Guadalquivir (B). (Fotos: Javier Manzano)

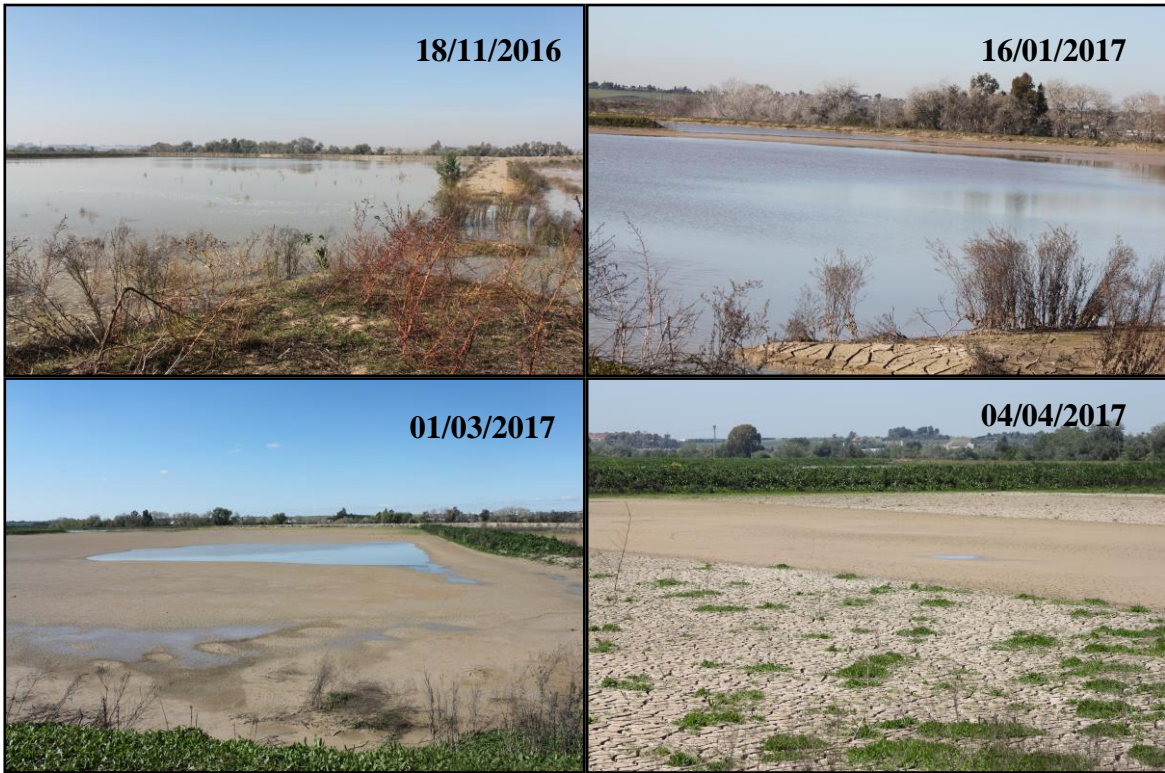


Figura S6. Secuencia temporal (de izquierda a derecha y de arriba abajo) de los periodos hídricos del vaciadero de Butano en la campaña de dragado-vertido 2016-2017. (Fotos: Javier Manzano)

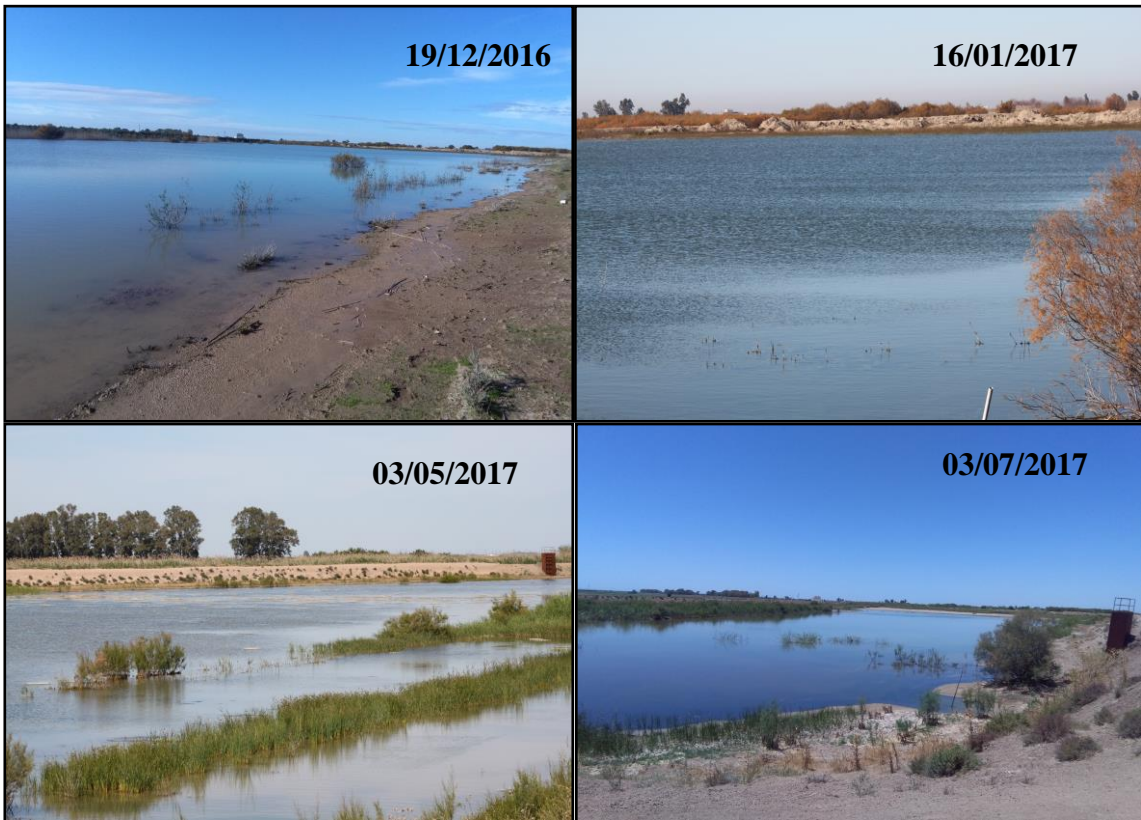


Figura S7. Secuencia temporal (de izquierda a derecha y de arriba abajo) de los periodos hídricos del vaciadero de La Horcada en la campaña de dragado-vertido 2016-2017. (Fotos: Javier Manzano)



Figura S8. Secuencia temporal (de izquierda a derecha y de arriba abajo) de los periodos hídricos del vaciadero de El Yeso en la campaña de dragado-vertido 2016-2017. (Fotos: Javier Manzano)

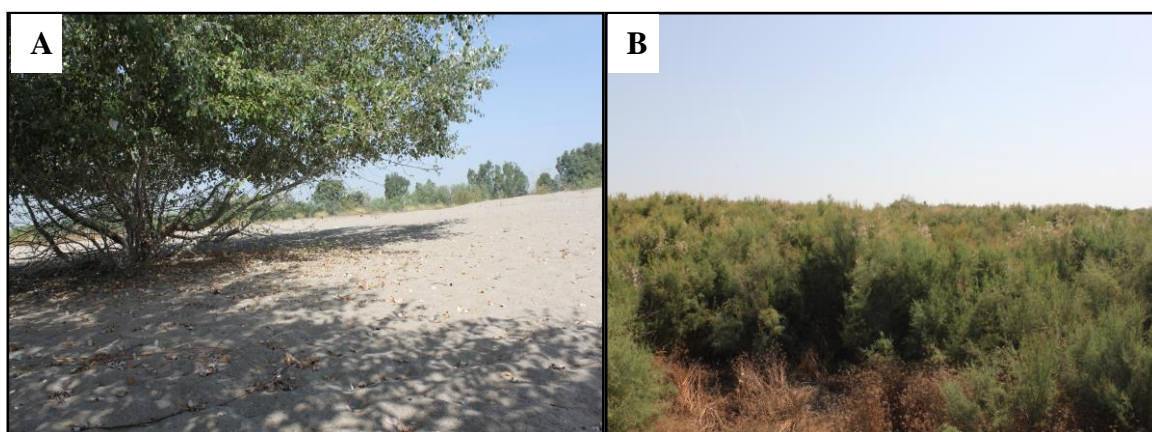


Figura S9. Aspecto del sector A del vaciadero de Butano desde 2015 a 2017, destacando algunos chopos (*Populus alba*) dispersos (A) y una extensa área dominada por *Tamarix sp.* (B). (Fotos: Javier Manzano)

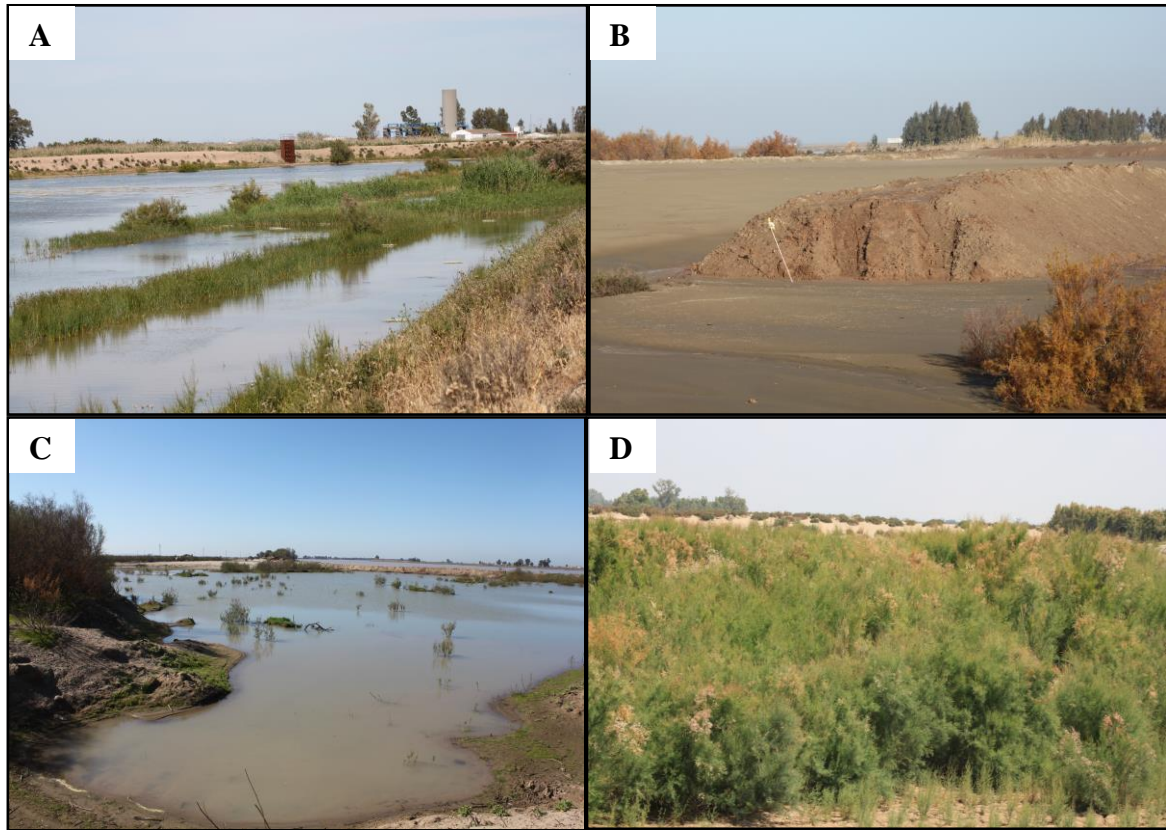


Figura S10. Vaciadero de La Horcada. Vegetación acuática emergente en el sector A (A). Acopio de sedimentos en el sector B (B). Área potencialmente inundable (C) y bosque de tarajales en el sector C (D). (Fotos: Javier Manzano)

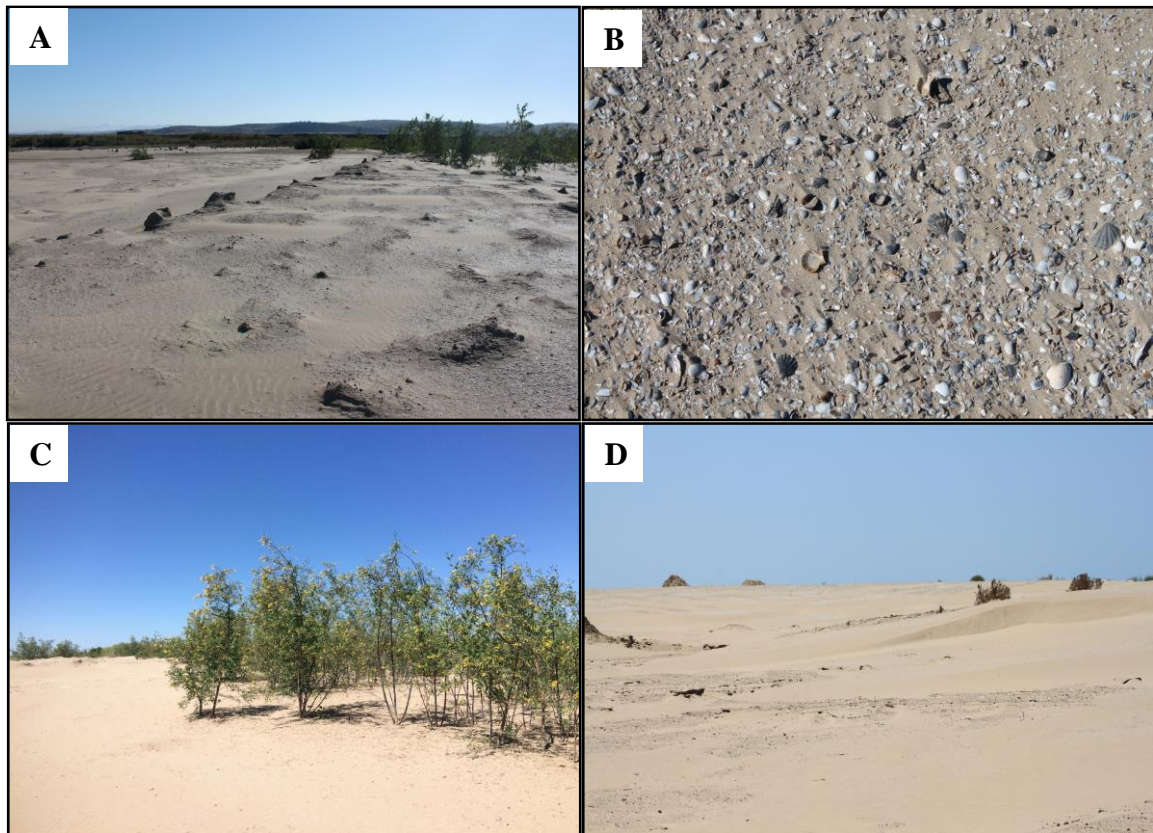


Figura S11. Vaciadero de El Yeso. Zona de sedimentos recientes (A), predominando las arenas y restos de conchas de bivalvos (B). Ejemplares de *Nicotiana glauca* (C). Vista del sector B colmatado de sedimentos (D). (Fotos: Javier Manzano)





Figura S12. Imágenes de La Horcada tomadas por multicoptero S1000. Vista sector A (A-C), sector B (D) y sector C (E-F). (Fotos: Applied Ecology Group EBD-CSIC)

ANEXO 2. TABLAS

Tabla S1. Listado de especies censadas en el vaciadero de Butano.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Categoría de amenaza	Planes de recuperación y conservación de especies	Anexo I Directiva Aves
<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico	1.36	LISTADO		
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja	0.24			
<i>Anas clypeata</i>	Cuchara común	2.72			
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade real	1.09			
<i>Ardea cinerea</i>	Garza real	0.29	LISTADO		
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	0.34	LISTADO		
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común	0.03	LISTADO		x
<i>Buteo buteo</i>	Ratonero común	0.02	LISTADO		
<i>Calidris alpina</i>	Correlinos común	0.02	LISTADO		
<i>Calidris ferruginea</i>	Correlinos zarapitín	0.03	LISTADO		
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlitejo patinegro	0.13	LISTADO		x
<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	2.40	LISTADO		
<i>Charadrius hiaticula</i>	Chorlitejo grande	0.27	LISTADO		
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Gaviota reidora	9.91			
<i>Elanus caeruleus</i>	Elanio común	0.08	LISTADO		x
<i>Fulica atra</i>	Focha común	0.10			
<i>Gallinago gallinago</i>	Agachadiza común	0.22			
<i>Glaucolara pratensis</i>	Canastera común	0.32	LISTADO		x
<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común	55.04	LISTADO		x
<i>Hydroprogne caspia</i>	Pagaza piquirroja	1.60	LISTADO		x
<i>Larus michaellis</i>	Gaviota patiamarilla	0.02			
<i>Limosa limosa</i>	Aguja colinegra	0.17	LISTADO		
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco común	2.60	LISTADO		
<i>Milvus migrans</i>	Milano negro	0.91	LISTADO		x
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	0.10	VU	AVES DE HUMEDALES	x
<i>Phoenicopterus (ruber) roseus</i>	Flamenco común	0.30	LISTADO		x
<i>Platalea leucorodia</i>	Espátula común	0.03	LISTADO		x
<i>Plegadis falcinellus</i>	Morito común	8.69	LISTADO		x
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avoceta común	9.96	LISTADO		x
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea	0.03			
<i>Tadorna tadorna</i>	Tarro blanco	0.05	LISTADO		
<i>Tringa nebularia</i>	Archibebe claro	0.10	LISTADO		
<i>Tringa ochropus</i>	Andarríos grande	0.71	LISTADO		
<i>Tringa totanus</i>	Archibebe común	0.03	LISTADO		
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	0.02	LISTADO		
<i>Vanellus vanellus</i>	Avefría europea	0.07			

* Se indica la inclusión de estas especies en: 1) Listado y Catalogo de Fauna Amenazada de Andalucía a partir del Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero con modificaciones incluidas en el Anexo X del Decreto 23/2012. 2) Planes de conservación y recuperación de especies amenazadas a partir del Acuerdo de 18 de enero de 2011 y el Acuerdo de 13 de Marzo de 2012 (en cumplimiento de lo establecido en la Ley 8/2003 y Ley 42/2007). 3) Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo relativa a la conservación de las aves silvestres.

Tabla S2. Listado de especies censadas en el vaciadero de La Horcada.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Categoría de amenaza	Planes de recuperación y conservación de especies	Anexo I Directiva Aves
<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico	0.16	LISTADO		
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja	0.17			
<i>Anas acuta</i>	Ánade rabudo	0.24			
<i>Anas clypeata</i>	Cuchara común	5.88			
<i>Anas crecca</i>	Cerceta común	0.34			
<i>Anas penelope</i>	Silbón europeo	0.02			
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade real	11.07			
<i>Anas strepera</i>	Ánade friso	0.01			
<i>Ardea cinerea</i>	Garza real	0.25	LISTADO		
<i>Ardea purpurea</i>	Garza imperial	0.13	LISTADO		x
<i>Ardeola ralloides</i>	Garcilla cangrejera	0.09	EN	AVES DE HUMEDALES	x
<i>Aythya ferina</i>	Porrón europeo	4.20			
<i>Aythya fuligula</i>	Porrón moñudo	0.02			
<i>Aythya nyroca</i>	Porrón pardo	0.02	EN	AVES DE HUMEDALES	x
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	2.05	LISTADO		
<i>Burhinus oedinenus</i>	Alcaraván común	1.14	LISTADO		x
<i>Calidris alpina</i>	Correlimos común	0.01	LISTADO		
<i>Calidris ferruginea</i>	Correlimos zarapitín	0.18	LISTADO		
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlitejo patinegro	2.44	LISTADO		x
<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	0.61	LISTADO		
<i>Charadrius hiaticula</i>	Chorlitejo grande	0.34	LISTADO		
<i>Chlidonias hybrida</i>	Fumarel cariblanco	0.05	LISTADO		x
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Gaviota reidora	4.04			
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	1.26	LISTADO		x
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero	0.01	LISTADO		x
<i>Egretta garzetta</i>	Garceta común	2.67	LISTADO		x
<i>Fulica atra</i>	Focha común	16.63			
<i>Gallinago gallinago</i>	Agachadiza común	0.76			
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común	0.01			
<i>Gelochelidon nilotica</i>	Pagaza piconegra	5.60	LISTADO		x
<i>Glareola pratincola</i>	Canastera común	1.89	LISTADO		x
<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común	22.65	LISTADO		x
<i>Hydroprogne caspia</i>	Pagaza piquirroja	0.03	LISTADO		x
<i>Ixobrychus minutus</i>	Avetorillo común	0.04	LISTADO		x
<i>Larus michaellis</i>	Gaviota patiamarilla	0.06			
<i>Limnocryptes minimus</i>	Agachadiza chica	0.05			
<i>Limosa limosa</i>	Aguja colinegra	0.07	LISTADO		
<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Cerceta pardilla	0.01	EN	AVES DE HUMEDALES	x
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco común	3.43	LISTADO		
<i>Milvus migrans</i>	Milano negro	0.01	LISTADO		x
<i>Netta rufina</i>	Pato colorado	0.86			
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Martinete común	0.05	LISTADO		x
<i>Oxyura leucocephala</i>	Malvasía cabeciblanca	0.01	EN	AVES DE HUMEDALES	x
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	0.02	VU	AVES DE HUMEDALES	x
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Cormorán grande	0.15			
<i>Phoenicopterus (ruber) roseus</i>	Flamenco común	0.36	LISTADO		x
<i>Platalea leucorodia</i>	Espátula común	0.22	LISTADO		x
<i>Plegadis falcinellus</i>	Morito común	1.99	LISTADO		x
<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlito gris	0.01	LISTADO		
<i>Podiceps cristatus</i>	Somormujo lavanco	0.02	LISTADO		
<i>Podiceps nigricollis</i>	Zampullín cuellinegro	0.12	LISTADO		
<i>Porphyrio porphyrio</i>	Calamón común	0.14	LISTADO		x
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avoceta común	4.97	LISTADO		x
<i>Sternula albifrons</i>	Charrancito común	0.08	LISTADO		x
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común	1.17	LISTADO		
<i>Tadorna tadorna</i>	Tarro blanco	0.06	LISTADO		
<i>Tringa nebularia</i>	Archibebe claro	0.74	LISTADO		
<i>Tringa ochropus</i>	Andarríos grande	0.06	LISTADO		
<i>Tringa totanus</i>	Archibebe común	0.19	LISTADO		
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	0.05	LISTADO		
<i>Vanellus vanellus</i>	Avefría europea	0.06			

* Se indica la inclusión de estas especies en: 1) Listado y Catalogo de Fauna Amenazada de Andalucía a partir del Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero con modificaciones incluidas en el Anexo X del Decreto 23/2012. 2) Planes de conservación y recuperación de especies amenazadas a partir del Acuerdo de 18 de enero de 2011 y el Acuerdo de 13 de Marzo de 2012 (en cumplimiento de lo establecido en la Ley 8/2003 y Ley 42/2007). 3) Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo relativa a la conservación de las aves silvestres.

Tabla S3. Listado de especies censadas en el vaciadero de El Yeso.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia relativa (%)	Categoría de amenaza	Planes de recuperación y conservación de	Anexo I Directiva Aves
<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico	2.60	LISTADO		
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja	0.03			
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade real	2.63			
<i>Anas strepera</i>	Ánade friso	0.75			
<i>Ardea cinerea</i>	Garza real	0.53	LISTADO		
<i>Aythya ferina</i>	Porrón europeo	0.13			
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	0.75	LISTADO		
<i>Burhinus oedicnemus</i>	Alcaraván común	0.75	LISTADO		x
<i>Calidris alba</i>	Correlimos tridáctilo	0.06	LISTADO		
<i>Calidris alpina</i>	Correlimos común	1.69	LISTADO		
<i>Calidris ferruginea</i>	Correlimos zarapitín	4.58	LISTADO		
<i>Calidris minuta</i>	Correlimos menudo	0.09	LISTADO		
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlitejo patinegro	7.21	LISTADO		x
<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	0.82	LISTADO		
<i>Charadrius hiaticula</i>	Chorlitejo grande	0.34	LISTADO		
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Gaviota reidora	12.86			
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	0.16	LISTADO		x
<i>Egretta garzetta</i>	Garceta común	3.20	LISTADO		x
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo común	0.16	LISTADO		
<i>Fulica atra</i>	Focha común	0.75			
<i>Gallinago gallinago</i>	Agachadiza común	0.75			
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común	0.09			
<i>Gelochelidon nilotica</i>	Pagaza piconegra	0.28	LISTADO		x
<i>Glareola pratincola</i>	Canastera común	2.38	LISTADO		x
<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común	22.33	LISTADO		x
<i>Larus michaellis</i>	Gaviota patiamarilla	1.76			
<i>Marmaronetta angustirostris</i>	Cerceta pardilla	0.19	EN	AVES DE HUMEDALES	x
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco común	9.91	LISTADO		
<i>Netta rufina</i>	Pato colorado	4.45			
<i>Philomachus pugnax</i>	Combatiente	0.03	LISTADO		x
<i>Phoenicopterus (ruber) roseus</i>	Flamenco común	0.66	LISTADO		x
<i>Platalea leucorodia</i>	Espátula común	0.88	LISTADO		x
<i>Plegadis falcinellus</i>	Morito común	0.82	LISTADO		x
<i>Pluvialis apricaria</i>	Chorlito dorado europeo	0.03	LISTADO		x
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avoceta común	12.54	LISTADO		x
<i>Sternula albifrons</i>	Charrancito común	0.66	LISTADO		x
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca	0.06			
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común	0.38	LISTADO		
<i>Tadorna ferruginea</i>	Tarro canelo	0.06	LISTADO		x
<i>Tadorna tadorna</i>	Tarro blanco	0.85	LISTADO		
<i>Tringa nebularia</i>	Archibebe claro	0.16	LISTADO		
<i>Tringa ochropus</i>	Andarríos grande	0.03	LISTADO		
<i>Tringa totanus</i>	Archibebe común	0.56	LISTADO		
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	0.03	LISTADO		

* Se indica la inclusión de estas especies en: 1) Listado y Catálogo de Fauna Amenazada de Andalucía a partir del Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero con modificaciones incluidas en el Anexo X del Decreto 23/2012. 2) Planes de conservación y recuperación de especies amenazadas a partir del Acuerdo de 18 de enero de 2011 y el Acuerdo de 13 de Marzo de 2012 (en cumplimiento de lo establecido en la Ley 8/2003 y Ley 42/2007). 3) Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo relativa a la conservación de las aves silvestres.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



**Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres
utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de
navegación de la Eurovia E.60.02. Guadalquivir para su
uso por la avifauna acuática y de interés**

Equipo de trabajo:

Roberto Muriel Abad
Javier Manzano Baraza
Miguel Ferrer Baena

Abril 2019

Índice

1. Introducción	3
2. Adecuación de la morfología de los vaciaderos	3
2.1. <i>Diseño de márgenes interiores</i>	3
2.2. <i>Desconexión y aislamiento de diques interiores</i>	3
2.3. <i>Creación de islotes interiores</i>	4
2.4. <i>Morfología de fondos y profundidad</i>	5
3. Gestión temporal de la lámina de agua	6
3.1. <i>Regulación estacional de la lámina de agua</i>	6
3.2. <i>Manejo alternativo para la extensión interanual de la lámina de agua</i>	6
4. Calendario de trabajos en los vaciaderos	7
4.1. <i>Vertido de material de dragado</i>	7
4.2. <i>Vaciado forzado</i>	8
4.3. <i>Extracción de sedimentos</i>	8
5. Uso y manejo rotatorio de los vaciaderos	8
5.1. <i>Secuencia estándar (2-3 sectores)</i>	8
5.2. <i>Secuencia alternativa (3 sectores)</i>	9
6. Creación y manejo de hábitats y estructuras de especial interés	10
6.1. <i>Nidificación de abejaruco europeo</i>	10
6.2. <i>Nidificación potencial de martín pescador y avión zapador</i>	11
6.3. <i>Nidificación de limícolas y estérnidos</i>	11
6.4. <i>Instalación de posaderos y plataformas artificiales</i>	12
7. Regulación del acceso	13
7.1. <i>Restricción de acceso mediante cerramientos</i>	13
7.2. <i>Señalización disuasoria</i>	14
8. Revegetación y apantallamiento	14

1. Introducción

En el presente documento se expone de forma resumida la propuesta de recomendaciones a considerar en el manejo de los vaciaderos terrestres del curso bajo del río Guadalquivir con el objetivo de conciliar las labores de vertido-extracción de sedimentos y el uso de las balsas por la avifauna acuática y de interés. Las medidas propuestas tratan además de introducir y reforzar características que favorezcan la presencia, abundancia y diversidad de la comunidad de aves acuáticas durante los periodos críticos de invernada y reproducción, cuando los vaciaderos pueden actuar como pequeños enclaves de interés para las aves en un entorno dominado por arrozales y marismas dulces estacionales.

En cada apartado se incluye primero una breve justificación de las medidas y se listan a continuación las actuaciones recomendadas para su consecución.

2. Adecuación de la morfología de los vaciaderos

2.1. Diseño de márgenes interiores

Las aves acuáticas muestran en general querencia por orillas de trazado sinusoidal con entrantes y penínsulas que aumentan la longitud efectiva de orilla, generan heterogeneidad espacial de hábitats, ofrecen mayor refugio y amplían la franja de seguridad respecto a posibles molestias externas. El diseño original de los vaciaderos se caracteriza precisamente por lo contrario, formas geométricas de 3 o 4 lados con márgenes rectos que forman la mota perimetral de contención.

Acciones a ejecutar:

- Modificar el trazado de los márgenes interiores de la mota perimetral para aumentar la sinuosidad mediante la formación de salientes peninsulares.
- Los salientes se formarán mediante el acopio y compactación de sedimentos sobre el talud de la mota.
- Tendrán una distancia de proyección perpendicular de mínimo 5 m y una anchura de 3 m en el momento de máximo nivel de agua.
- Se situarán a intervalos aproximados de 10-15 m.
- Con preferencia se instalarán en los márgenes rectos más alejados de posibles fuentes de molestia (e.g. alejados de las vías de acceso) y opuestas a los puntos de observación previstos, es decir en orillas norte y oeste.
- Se evitará el punto de impulsión del vertido donde la colmatación es mayor, y se tendrá en cuenta la presencia y disposición de otros elementos (e.g. diques, islotes, taludes de nidificación; ver puntos 1.2, 1.3, 5.1, 5.2)
- Estas modificaciones se realizarán durante los trabajos de extracción de sedimentos y preparación de los vasos para un nuevo vertido.

2.2. Desconexión y aislamiento de diques interiores

Los diques emergidos, largos y estrechos, presentes en algunas balsas de los vaciaderos constituyen emplazamientos óptimos para la nidificación de aves acuáticas debido a su mayor aislamiento y protección respecto de las amenazadas y molestias periféricas. En función de su utilidad se diferencian dos tipos. Por un lado, los denominados “fingers” (e.g. El Yeso), diques perpendiculares a la mota perimetral que aumentan la distancia recorrida del flujo de

drenaje y reducen su velocidad con el fin de favorecer la sedimentación de sólidos en suspensión y reducir la erosión de los taludes, fondos y canales de drenaje. Y por otro, los diques de compartimentación dentro de las balsas y entre sectores del vaciadero (e.g. Butano). Sin embargo, la conexión de estos elementos con los márgenes permite el acceso de predadores terrestres y de personal no autorizado, que suponen amenazas constatadas para la presencia, la nidificación y el éxito reproductor de las aves.

Acciones a ejecutar:

- Desconexión de estos elementos (“fingers” y separadores dentro de balsas) mediante la extracción de sedimentos en el punto de unión con el perímetro que permita su aislamiento efectivo hasta el final del periodo reproductivo, una vez completada la desecación de la balsa.
- Se establecerán separaciones horizontales respecto a la mota perimetral cuya longitud dependerá de la seguridad de la operación.
- La profundidad respecto a la cota superior de la lámina de agua deberá garantizar su aislamiento hasta el secado de la balsa (ver punto 1.4).

2.3. Creación de islotes interiores

Las aves acuáticas seleccionan preferentemente para el reposo y nidificación superficies emergidas y aisladas de las orillas periféricas, que proporcionan mayor protección frente a las amenazas terrestres externas. El diseño original del vaso de las balsas no prevé este tipo de elementos. Sólo la extracción irregular de sedimentos una vez secas las balsas y la fluctuación del nivel de la lámina de agua permiten la existencia espontánea y temporal de superficies emergidas relativamente aisladas. Sin embargo, son elementos fuertemente dependientes del drenaje y variabilidad ambiental, por lo que su presencia es azarosa, habitualmente efímera e incluso contraproducente si las aves inician la nidificación y estas superficies acaban sumergidas debido a la subida del nivel por precipitaciones copiosas o, por el contrario, terminan conectándose con el perímetro por la bajada de la cota de agua.

Acciones a ejecutar:

Creación de resaltes artificiales con un diseño que garantice su aislamiento y emergencia sobre la cota máxima de la lámina de agua durante el periodo reproductor desde el llenado de la balsa. Dichos islotes deberán tener las siguientes características de diseño:

- Superficie emergida mínima de 30 m² por islote.
- Forma alargada (relación 3:10), para aumentar la relación perímetro/superficie.
- Cota mínima de coronación de 30 cm respecto a la lámina de agua en su nivel máximo tras el llenado.
- Pendiente progresiva en la parte emergida y subsuperficial de los taludes, para facilitar el acceso a las aves.
- La profundidad del vaso del entorno a los islotes deberá garantizar su aislamiento durante la mayor parte del ciclo hasta el secado, por lo que deberán contar con una cota similar a la máxima del recinto (ver punto 1.4).
- Para su construcción se utilizarán preferentemente los sedimentos cercanos extraídos durante la profundización del fondo circundante.

- El número y tamaño de islotes por balsa dependerá del tamaño de la balsa y de la preexistencia o no de diques desconectados. En ausencia de diques aislados, la suma de la superficie de islotes emergidos deberá ser de al menos el 3% de la superficie de la lámina de agua en el nivel máximo de llenado, con un mínimo de uno o dos islotes que sumen 60 m².
- Separación mínima entre sí de 10 m.
- Orientación perpendicular a la línea de observación más probable desde la mota perimetral, generalmente los lados sur a este-sureste.
- Se situarán preferentemente en la zona central de las balsas de modo que se maximice la distancia a los márgenes del recinto (distancia mínima de 10 m respecto a mota perimetral) siempre y cuando se consideren el resto de puntos.
- Se instalarán preferentemente alejados del punto de vertido, sujeto a mayor colmatación.
- No se dispondrán a lo largo de la misma línea de observación prevista desde la mota perimetral (lados sur a este-sureste) para evitar la superposición visual de los islotes durante su seguimiento.

2.4. Morfología de fondos y profundidad

Una de las variables que determina la intensidad y tipo de uso de una laguna por las aves acuáticas es la profundidad de la lámina de agua y su variabilidad. Según la dieta y las adaptaciones correspondientes, las aves pueden seleccionar para su alimentación lagunas someras con poca profundidad (e.g. limícolas) o láminas más profundas (e.g. anátidas buceadoras). Sin embargo y de forma general, el descanso y la nidificación suele realizarse en emplazamientos emergidos y preferentemente aislados de posibles amenazas terrestres. Por tanto, los humedales con variación espacial y temporal en la profundidad a lo largo del vaso favorecen una mayor riqueza y diversidad de especies, siempre que existan emplazamientos óptimos para el reposo y nidificación que aseguren una mínima tranquilidad.

Acciones a ejecutar:

- Favorecer el aislamiento durante al menos el periodo reproductivo de los diques (“fingers” y separadores internos) desconectados de la mota perimetral y de los islotes artificiales mediante la profundización del fondo circundante hasta alcanzar el máximo previsto para el vaso de la balsa respecto a la cota máxima de la lámina de agua.
- Crear fondos a diferentes niveles durante las labores de preparación del vaso, bien en varios planos escalonados o en pendiente continua, que permitan profundidades variables una vez llena la balsa. Idealmente deberían establecerse:
 - Áreas con profundidades ≥ 1.5 m respecto a la cota máxima de la lámina de agua, adecuada para fochas y anátidas buceadoras (e.g. porrones, pato colorado).
 - Áreas con profundidades de entorno a 50 cm para anátidas de superficie
 - Áreas con aguas someras (< 20 cm), generalmente próximas a las orillas y con desarrollo de vegetación palustre (e.g. carrizal, marjal, espadañal). Adecuadas para la alimentación y refugio de limícolas, anátidas de superficie y ardeidas.
- Estos diseños deberán tener en cuenta el gradiente de sedimentación diferencial durante el llenado, con un máximo en la zona de impulsión del vertido (tipo arenas) que disminuirá hasta un mínimo en el punto de evacuación (tipo limos), así como la fluctuación del nivel de llenado y profundidad con el proceso de desecación.

3. Gestión temporal de la lámina de agua

3.1. Regulación estacional de la lámina de agua

La extensión, forma, profundidad y estabilidad de la lámina de agua son parámetros claves para el tipo e intensidad de uso que las aves acuáticas hacen de un humedal, y que en última instancia determinan la presencia, abundancia, riqueza y diversidad de la comunidad de aves. El entorno del bajo Guadalquivir, donde se sitúan los vaciaderos, está dominado por humedales mediterráneos de agua dulce, fuerte estacionalidad e irregularidad ambiental, además de extensos arrozales sometidos a ciclos artificiales de inundación y secado. En cambio, los medios acuáticos estables y permanentes están infrarepresentados a pesar de que suponen interesantes enclaves refugio, particularmente cuando los hábitats naturales y arrozales se secan. Un adecuado manejo del agua en los vaciaderos permitiría maximizar la presencia y abundancia en estos enclaves de una comunidad diversa de aves acuáticas, además de ofrecer condiciones óptimas para el descanso, alimentación y reproducción de múltiples especies. Sin embargo, el drenado rápido del agua tras el vertido y decantación de los sedimentos es incompatible con una mínima estabilidad de la lámina de agua imprescindible para su asentamiento.

Acciones a ejecutar:

Maximizar la permanencia del agua del vertido y precipitaciones estacionales para garantizar una lámina de agua mínima durante al menos el periodo reproductor desde el llenado de la balsa. Para ello es necesario:

- Instalación de compuertas de desagüe (“cajas de agua”) en todas las balsas, para que actúen como rebosaderos artificiales que garanticen un nivel máximo igual o inferior a la cota máxima de seguridad respecto a la de coronación de la mota perimetral, y que permitan la regulación a demanda del nivel de la lámina.
- La cota máxima del rebosadero deberá establecerse de manera coordinada con otros elementos de diseño recomendados (e.g. islotes, diques desconectados).
- La instalación de las compuertas deberá realizarse en el punto de vertido establecido previamente por el diseño de los vaciaderos.
- Tras el llenado, la compuerta se mantendrá cerrada para retener el agua en el nivel óptimo establecido, permitiendo la evacuación pasiva por rebosamiento en el caso de subida del nivel por precipitaciones abundantes.
- El vaciado se producirá de forma natural y progresiva por la evaporación del agua.
- Únicamente se procederá a la apertura de la compuerta y el drenaje total si, una vez transcurrido el periodo crítico de reproducción de las aves y en previsión del inicio de los trabajos de extracción de sedimentos para su gestión, existiese todavía agua retenida en el recinto.

3.2. Manejo alternativo para la extensión interanual de la lámina de agua

En aquellos vaciaderos y situaciones donde fuese viable deberían valorarse manejos alternativos que permitiesen extender la permanencia de la lámina de agua más allá de una única temporada reproductora en una misma balsa. Se plantean dos opciones para balsas en las que no se prevean trabajos de extracción en la temporada siguiente a la del llenado por vertido:

- Mantener cerrada la compuerta de desagüe desde el llenado hasta el secado/vaciado de la segunda temporada (incluido el verano de la primera). La balsa estaría sujeta a los ciclos naturales de desecado y relleno según las tasas de evaporación y de acumulación con las precipitaciones. De esta forma, la balsa ofrecería una segunda temporada consecutiva de hábitat de interés para la invernada y reproducción de las aves, hasta el secado definitivo durante el segundo verano.
- Mantener cerrada la compuerta de desagüe y forzar el mantenimiento de la lámina de agua en o cerca del máximo mediante el aporte regular de agua desde canales externos próximos, sea por flujo pasivo o activo mediante bombeo, además del agua acumulada por las precipitaciones. Se trataría de mantener una lámina permanente durante dos ciclos consecutivos, desde el llenado hasta el secado/vaciado de la segunda temporada. La existencia de pequeñas lagunas permanentes durante todo el año sería de gran interés en un entorno sometido a una prolongada sequía estival y el drenaje de los arrozales circundantes.

Este tipo de manejo alternativo es factible sobre todo en aquellos vaciaderos con un uso ocasional que no requiera de balsas habilitadas para el vertido anual. Sería el caso de El Yeso, que no se utiliza todos los años puesto que el drenaje de su tramo de río próximo a la desembocadura es empleado habitualmente en la regeneración de playas o para vertidos en la plataforma oceánica. Las balsas de este vaciadero podrían ser gestionadas como lagunas estables con secado estacional (llenado por precipitaciones) o lámina continua (llenado forzado regular) durante dos o más ciclos (años) consecutivos. No obstante, una correcta planificación rotatoria permitiría también ciclos de llenado de balsas durante dos ciclos seguidos en vaciaderos utilizados anualmente, como Butano o La Horcada (ver punto 4).

4. Calendario de trabajos en los vaciaderos

El objetivo es compatibilizar las labores esenciales de vertido y extracción de sedimentos en los vaciaderos con el uso que las aves realizan de las balsas, para evitar las molestias durante los periodos críticos (i.e. reproducción e invernada). El uso de los vaciaderos dependerá de la propia fenología de cada especie y del hábitat disponible en cada sector según el manejo particular al que se encuentre sometido.

En los siguientes puntos se recomienda un calendario de actividades sostenible según el uso previsto de cada sector de cada vaciadero.

4.1. Vertido de material de dragado

El periodo óptimo para llevar a cabo el vertido del material de dragado debería coincidir entre los meses de septiembre y enero, es decir, antes del periodo central de invernada (diciembre-febrero) y después de finalizar el periodo reproductor completo, incluida la emancipación de los jóvenes tras el periodo de dependencia (marzo-julio). Con preferencia se realizará a partir de octubre, para evitar la fuerte sequía estival, y antes de diciembre, para que las balsas estén dispuestas antes del inicio de la invernada. De esta forma se garantiza la existencia de agua justo antes de la invernada y se evitan molestias hasta pasado el periodo reproductor. El paso postnupcial (agosto-octubre) no es relevante en los vaciaderos al encontrarse secos después del verano y el prenupcial se solapa con el final de la invernada y comienzo de la reproducción.

Dependiendo de las necesidades de operatividad de la vía navegable, este periodo podría ampliarse, adelantándose hasta julio. No obstante, existe el riesgo de interferir en el tramo

final de la época reproductora de las especies tardías y de comprometer la viabilidad de la lámina de agua debido a la elevada tasa de evaporación durante el verano.

4.2. Vaciado forzado

Esta práctica se evitará para garantizar la permanencia de la lámina de agua durante la invernada y, sobre todo, el periodo reproductor. En principio, la evaporación natural debería ser suficiente para el vaciado y desecado completo de aquellas balsas destinadas a la extracción de sedimentos en la misma (o posterior) temporada. Si no fuese suficiente, se procedería a la apertura total de la compuerta de desagüe a partir del mes de agosto, para facilitar las operaciones de extracción y gestión del material de vertido sin causar molestias durante el periodo reproductor.

4.3. Extracción de sedimentos

A partir de agosto, una vez secas las balsas y transcurrido el periodo reproductor, se puede proceder a la extracción y gestión de sedimentos a demanda hasta la preparación de las mismas para el siguiente vertido. Aunque los sectores completamente secos no son utilizados por aves acuáticas, si se constata la presencia y nidificación de al menos una especie de interés, el abejaruco europeo. Esta especie utiliza taludes terrosos para excavar sus nidos, formando habitualmente colonias. La correcta extracción de sedimentos en el perímetro de las balsas puede crear taludes adecuados para su nidificación (ver punto 5.1), pero también puede ocasionar molestias o destruir colonias.

Por tanto, en aquellos sectores con presencia de taludes ocupados por el abejaruco europeo:

- Se evitarán trabajos con maquinaria en un perímetro mínimo de seguridad de 50 m entorno a las colonias de cría, entre abril (llegada pre-nupcial) y agosto (abandono de las zonas de cría).
- Se balizará la zona del perímetro susceptible de ser traspasada por la maquinaria mediante señalización disuasoria o elementos físicos que bloqueen el acceso.

5. Uso y manejo rotatorio de los vaciaderos

El diseño de los vaciaderos y la secuencia de los trabajos de drenaje-vertido-extracción permiten un uso rotatorio de las balsas compatible con la disponibilidad temporal de hábitats óptimos para el desarrollo parcial o total del ciclo vital de aves acuáticas.

La serie de trabajos básicos en los vaciaderos se resumen en: vertido/llenado, secado, y extracción de sedimentos. Teniendo en cuenta que la frecuencia máxima de drenajes/vertidos en cada tramo del río es anual y que existen varios sectores (balsas independientes) en cada vaciadero, se establecen dos tipos de secuencias rotatorias para un año natural.

5.1 Secuencia estándar (2-3 sectores)

Para vaciaderos con posibilidad de contar con tres sectores diferenciados, la rotación estándar propuesta sería la siguiente (Fig. 1):

- Sector 1: Mantenimiento de la lámina de agua del llenado previo hasta mediados de verano (julio) y desecado por evaporación natural y/o drenaje (agosto). Pueden iniciarse trabajos de extracción y gestión de sedimentos a partir del otoño una vez seca la balsa y finalizada la reproducción.

- Sector 2: Extracción de sedimentos a demanda, respetando el calendario hábil y perímetro de seguridad en caso de presencia de colonias de abejaruco europeo (ver punto 3) u otras especies de interés.
- Sector 3: Preparación del recinto, con todas consideraciones estructurales realizada en el presente documento (ver punto 1), para la siguiente campaña de dragado-vertido de mantenimiento entre septiembre y diciembre (punto 3.1), y mantenimiento de la lámina de agua hasta el siguiente año.

En el siguiente ciclo, el sector 3 pasará a estar lleno y manejarse como nuevo sector 1, el 1 pasará al uso 2, y el 2 se preparará según el uso 3, y así sucesivamente.

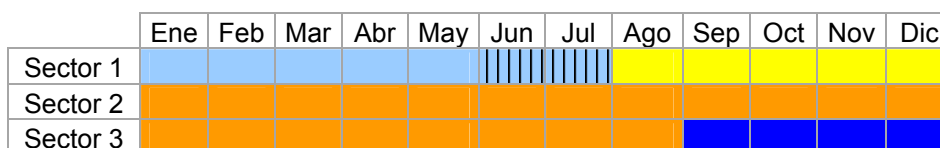
Para vaciaderos con posibilidad de contar con sólo dos sectores independientes, la rotación correspondiente sería la siguiente (Fig. 1):

- Sector 1: Mantenimiento de lámina de agua del llenado previo hasta mediados del verano (julio) y secado por evaporación natural y/o drenaje (agosto). Pueden iniciarse trabajos de extracción y gestión de sedimentos a partir del otoño una vez seca la balsa y finalizada la reproducción.
- Sector 2: Extracción de sedimentos dentro del periodo hábil y perímetro de seguridad en la primera mitad del año y preparación del recinto a partir de final de verano. El vertido de los sedimentos procedentes de los dragados debería realizarse entre septiembre (ver punto 3.1) y diciembre, y se mantendrá la lámina de agua hasta siguiente año.

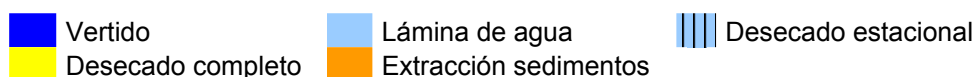
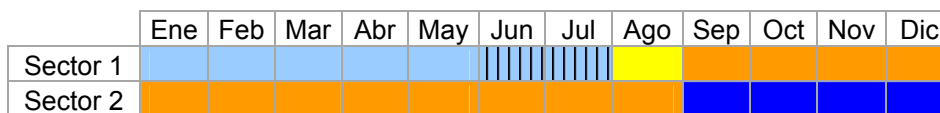
No obstante y tal como se comenta en el punto 2.2, en los vaciaderos cuyo uso sea ocasional, se pueden concatenar varios ciclos con las compuertas cerradas para mantener la lámina de agua estacional (o permanente) de forma continua hasta la previsión de futuros drenajes y vertidos.

Figura 1. Esquema de secuencia anual estándar para tres (A) y dos sectores (B)

A



B



5.2. Secuencia alternativa (3 sectores)

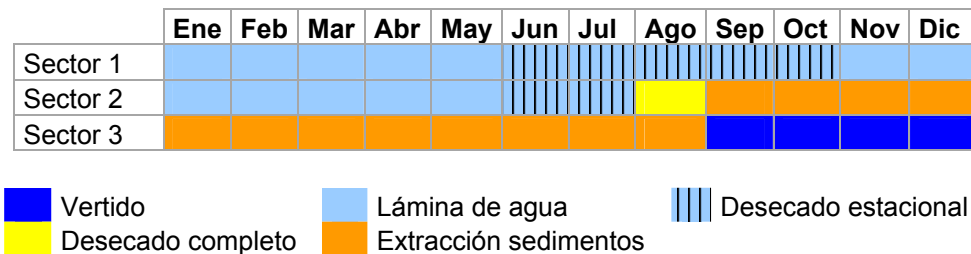
Esta opción resulta viable en vaciaderos con sectores que, en alguna campaña concreta de dragado, hayan recibido aportes de sedimentos poco significativos que pueden gestionarse en un corto periodo de tiempo o directamente no tratar dada su escasa entidad. De esta manera, siguiendo el punto 2.2, sería posible una secuencia rotatoria alternativa que maximice la

disponibilidad espacial de hábitat óptimo dentro de cada ciclo de uso en un vaciadero con tres sectores (Fig. 2):

- Sector 1: Mantenimiento de lámina de agua del anterior vertido hasta el verano (julio; 1° ciclo), secado por evaporación natural (agosto), rellenado a partir de otoño por acumulación de precipitaciones (2° ciclo). Sería posible también mantener la lámina de agua permanente y estable durante todo el ciclo mediante aportes artificiales y regulares.
- Sector 2: Mantenimiento de la lámina de agua gracias a aportes naturales (i.e. precipitaciones otoño-primavera) y/o aportes artificiales hasta el verano (julio; 2° ciclo), cuando se secaría por evaporación natural y/o drenaje (agosto). Inicio de extracción y gestión de sedimentos a demanda una vez seco el recinto y finalizada la reproducción a partir de finales de verano.
- Sector 3: Extracción de sedimentos dentro del periodo hábil y perímetro de seguridad en la primera mitad del año y preparación para el llenado a partir de finales de verano. Inicio de las operaciones de dragado/vertido entre septiembre (ver punto 3.1) y diciembre, y mantenimiento de la lámina de agua hasta el siguiente año.

Este manejo alternativo permitiría duplicar la superficie potencialmente anegable de hábitat óptimo a igual extensión de los sectores. Se conseguiría manteniendo cerradas las compuertas de desagüe en el sector 1 durante todo el ciclo. No obstante, reduciría la disponibilidad de espacio destinado a la extracción de áridos, con un solo sector disponible, y limitaría el tiempo de extracción en cada sector (máximo 8-10 meses, según fecha del vertido en el sector 3 y periodo hábil compatible con colonias de abejarucos y otras especies).

Figura 2. Esquema de secuencia anual alternativa para tres sectores.



6. Creación y manejo de hábitats y estructuras de especial interés

6.1. Nidificación de abejaruco europeo

La composición arenosa del sustrato y las labores de extracción una vez secas las balsas propician la formación espontánea de taludes aptos para la nidificación del abejaruco europeo (*Merops apiaster*). Una correcta planificación y ejecución permitirían la creación de taludes en emplazamientos adecuados y con características óptimas para la especie en tres escenarios posibles:

- Taludes permanentes en la periferia de las balsas, más allá de la mota perimetral. Se crearían mediante el depósito de áridos, su compactación y posterior excavación de paredes verticales durante la fase de extracción. Se emplazarían en el exterior de la balsa pero dentro del dominio público del vaciadero, en lugar tranquilo y protegido de posibles molestias (e.g. vías de servicio). Estos taludes podrían permanecer varios años sin manejo adicional, ni retirada de áridos.

- Taludes temporales en balsas desecadas. Dentro del recinto y en la fase de extracción de sedimentos se pueden crear taludes adecuados en el margen del perímetro que puedan ser colonizados por las especies hasta el llenado de la balsa.
- Taludes temporales emergidos en balsas llenas tras vertido. Construidos como los anteriores o recrecidos sobre la cota máxima de la lámina de agua prevista e incluso de la cota máxima de coronación de la mota perimetral, de forma que la pared del talud permanezca emergida sobre el agua. Además de los abejarucos, sería un diseño apropiado para el uso potencial por martín pescador y avión zapador (punto 5.2).

En el primer caso, los taludes podrían permanecer sin interferencias varios años, puesto que estarían ajenos a las labores de vertido y extracción de sedimentos. Serían necesarios arreglos parciales en caso de desmoronamiento leve, y reconstrucción completa en caso de erosión grave generalizada. En los otros dos casos, los taludes estarían sujetos a labores posteriores de llenado y extracción de sedimentos, por lo que su existencia sería probablemente temporal. En caso de ser desmantelados, se procederá a la creación de nuevos taludes sustitutivos al inicio de la fase de extracción de áridos, de modo que siempre estén disponibles para su uso. Se respetará siempre el calendario hábil y distancia de seguridad en caso de presencia de nidos ocupados durante el periodo reproductor (ver punto 3).

En todos los casos, los taludes responderán al siguiente diseño:

- Excavación de depósitos compactados, previamente acumulados por la decantación pasiva del vertido en la balsa o por acopio activo de materiales.
- La anchura mínima del talud será de 10 m.
- La pared vertical del talud deberá tener una altura mínima de 2 metros desde la base o 1.5 m sobre la cota máxima de la lámina de agua en el tercer tipo de talud.
- La pared deberá orientarse preferiblemente hacia el norte o nordeste para evitar la fuerte insolación estival.

6.2. Nidificación potencial de martín pescador y avión zapador

Al igual que el abejaruco europeo estas dos especies utilizan taludes arenosos-arcillosos para la nidificación, aunque con preferencia por aquellos situados próximos o sobre la lámina de agua. El avión zapador (*Riparia riparia*) no es un reproductor habitual del curso bajo del Guadalquivir, sino una especie invernante y en paso. El martín pescador (*Alcedo atthis*) si se reproduce en la zona, pero precisa de pesca abundante en la proximidad del nido. Se procedería a la creación de taludes temporales emergidos sobre la lámina de agua (tercer tipo en punto 5.1) con el fin de estimular el asentamiento y reproducción de estas especies. El diseño seguiría las recomendaciones dadas al final del punto 5.1.

6.3. Nidificación de limícolas y estérnidos

Las superficies emergidas y aisladas (o no) de áridos sin vegetación densa constituyen lugares preferentes para la nidificación de ciertas especies de limícolas (e.g. chorlitejos, andarríos, avoceta) y estérnidos (e.g. charrancito, pagaza piconegra, fumarel cariblanco) en los humedales. La composición del sustrato de los vaciaderos, originada por la deposición de áridos dragados del fondo del canal del río, y la dinámica cíclica de deposición-extracción que impiden el desarrollo de vegetación densa, favorecen la formación de este tipo de superficies.

Se puede potenciar el atractivo de estos hábitats de nidificación cubriendo parte de las superficies idóneas (e.g. islotes, diques desconectados) con áridos de grano más grueso (gravas) procedentes del entorno. Una alternativa en tramos próximos a la desembocadura, donde este tipo de áridos no es frecuente, sería emplear la gran abundancia de restos de conchas de moluscos presentes en los drenajes del canal en esta parte del río. En ambos casos se sugiere aprovechar los materiales de la siguiente forma:

- Tamizar el contenido del drenaje en el momento del vertido o del acopio de áridos terrestres para retener parte de los materiales gruesos, sean gravas o restos de conchas.
- Depositarlos temporalmente en lugares seguros de los vaciaderos.
- Emplearlos durante la preparación de las balsas para cubrir al menos parte de alguno de los elementos emergidos creados (i.e. islotes) o reformados (i.e. diques).
- Durante los trabajos de extracción de sedimentos, una vez finalizada la reproducción y desecada la balsa, se podrían recuperar de nuevo los materiales groseros mediante tamizado, para depositarlos en lugar seguro hasta ser reutilizarlos en la adecuación del mismo vaso en un nuevo ciclo de llenado.

6.4. Instalación de posaderos y plataformas artificiales

El canal del bajo Guadalquivir y su entorno cercano (humedales dulces estacionales, arrozales y salinas) están prácticamente desprovistos de vegetación arbórea de cierto porte. La presencia de posaderos naturales es marginal y sólo algunos elementos artificiales (e.g. apoyos eléctricos, postes, vallas, etc.), plantaciones (eucaliptos) y escasos árboles y bosquetes naturales (principalmente tarajes de bajo porte), ofrecen una función alternativa. La existencia de este tipo de elementos dentro del recinto de los vaciaderos y, especialmente, en las superficies de mayor protección y querencia para las aves ejercería un gran atractivo para aquellas especies que los utilizan habitualmente como posaderos/dormideros (e.g. cormorán grande, ardeidas, rapaces, paseriformes) y/o plataformas de nidificación (e.g. cigüeña común, ardeidas). Sin embargo, la movilización continua del sustrato debido al depósito y extracción recurrente de sedimentos impide el establecimiento y desarrollo de vegetación de gran porte dentro del recinto.

Se recomienda la instalación de posaderos y plataformas artificiales según los siguientes puntos:

- Utilizar tanto materiales naturales (e.g. troncos, árboles secos), como artificiales (e.g. postes, nidos artificiales).
- Los materiales naturales podrían ser recuperados de los arrastres del propio río.
- Deberán instalarse dentro del recinto de las balsas y preferentemente en alguno de los elementos aislados (i.e. islotes, diques desconectados), pero también en penínsulas y diques no aislados que sean utilizados por las aves.
- En caso de instalarse en superficies emergidas tras el llenado, deberán fijarse en la posición definitiva durante los trabajos de adecuación de los vasos y creación/reformado de los elementos emergidos previos al llenado.
- Los ubicados en el perímetro de la balsa (e.g. penínsulas, diques conectados) y su entorno próximo podrían instalarse en cualquier momento durante los trabajos de extracción de áridos y/o preparación del vaso.

- Deberán enterrarse al menos 50 cm (según masa aérea) para asegurar su estabilidad a lo largo de todo el ciclo de inundación de la balsa.
- Podrán colocarse también ramas secas o listones de madera horizontalmente en los taludes destinados a la nidificación del abejaruco europeo, para ser utilizados como posaderos y perchas de caza.

Los posaderos deberán cumplir además:

- Altura mínima de la parte aérea de 2 m, aunque elementos más bajos seguirán siendo útiles.
- Es preferible que tengan porte extendido (e.g. troncos secos con ramas) o estén rematados con listones horizontales en caso de postes.

Las estructuras de nidificación deberán tener:

- Altura mínima de la parte aérea de 4 m.
- Plataforma superior firmemente fijada al extremo del poste, cuadrada o circular, de aproximadamente 60 cm de diámetro (o lado), en madera o metal, y con borde superior perimetral o forma de cuenco para contener el material aportado para la construcción del nido.

7. Regulación del acceso

El acceso de personal no autorizado, ganado y predadores terrestres al interior de los recintos, más allá de la mota perimetral, durante las fases más sensibles del ciclo biológico (i.e. reproducción e invernada) de las aves que usan los vaciaderos son fuente de molestias, fracaso reproductor y mortalidad.

7.1. Restricción de acceso mediante cerramientos

Los vaciaderos no presentan ningún tipo de cerramiento que impida el acceso, al menos temporal, de personal ajeno a las labores legales relacionadas con el manejo de las balsas (e.g. pescadores, extracción ilegal de áridos), ganado no controlado, ni de posibles predadores terrestres de mediano y gran porte (e.g. perros, zorros, jabalíes). Algunas de las medidas más eficaces para evitar estas perturbaciones son la desconexión de diques interiores de la mota perimetral (punto 1.1) y la creación de islotes aislados (punto 1.2). Sin embargo, los predadores terrestres pueden acceder nadando y el descenso del nivel de la lámina de agua permite la eventual conexión de estos elementos con el perímetro. Durante la etapa de extracción de sedimentos no hay conflicto con el acceso de personal al recinto excepto en aquellos sectores donde se hayan instalado colonias nidificantes de abejarucos. En estos enclaves existe el riesgo de que retiradas ilegales de áridos puedan causar molestias o destruir los taludes de cría.

Se sugiere el cerramiento parcial o total del perímetro de las balsas para asegurar la tranquilidad durante los periodos críticos de reproducción e invernada:

- En el caso de mínima intervención se cerrarían al paso de personas y predadores terrestres sólo los accesos inmediatos a las zonas más sensibles y no aisladas de los recintos, como los diques no desconectados y penínsulas. En los sectores con presencia de taludes ocupados (o previstos para ser ocupados) por abejarucos se cerraría temporalmente el acceso a la maquinaria no autorizada para evitar la retirada de áridos. Sería suficiente con cadenas de cierre transversal en los puntos más estrechos de las vías de acceso.

- En el escenario de mayor intervención se procedería al cercado perimetral permanente de las balsas, con cancelas de acceso para los trabajos de vertido, extracción de sedimentos y seguimiento. Sin embargo, es una medida más costosa, de mayor impacto y que puede ser innecesaria si acciones de menor intervención logran los mismos objetivos.
- En todos los casos se utilizaría malla de cierre cinegético de 2 m de altura y distancia horizontal entre alambres decreciente hacia la base.

7.2. Señalización disuasoria

Instalación de señalización y cartelería apropiada y permanente en los puntos de acceso a los recintos y su perímetro cercano a vías de paso. Podrá colocarse de forma independiente o complementar el cerramiento parcial o completo, temporal o permanente, de las balsas y sus enclaves más sensibles. La señalización deberá indicar claramente la prohibición de acceso y/o retirada no autorizada de áridos, haciendo referencia a la autoridad competente, la normativa vigente y las sanciones aplicables en caso de infracción.

La cartelería informativa sobre el manejo sostenible de los vaciaderos, la comunidad de aves acuáticas presente y los consejos para evitar interferencias con la actividad desarrollada por las aves (i.e. descanso, alimentación, reproducción) cumpliría una función más educativa que, si bien es altamente recomendable, quizá debería tratarse en un plan de educación ambiental específico más amplio.

8. Revegetación y apantallamiento

Como ya se comentó previamente, el paisaje del curso bajo del río Guadalquivir está dominado por marismas dulces estacionales y amplios cultivos de arroz, en los que la presencia de bosques naturales es marginal. El entorno de los vaciaderos, junto al canal principal del río, carece igualmente de formaciones arbóreo-arbustivas naturales y maduras de ribera, excepto pequeños tarajales de medio porte y restos de sauceda en la ribera de El Butano. Sin embargo, estas formaciones pueden proporcionar servicios de gran interés en el entorno de los vaciaderos:

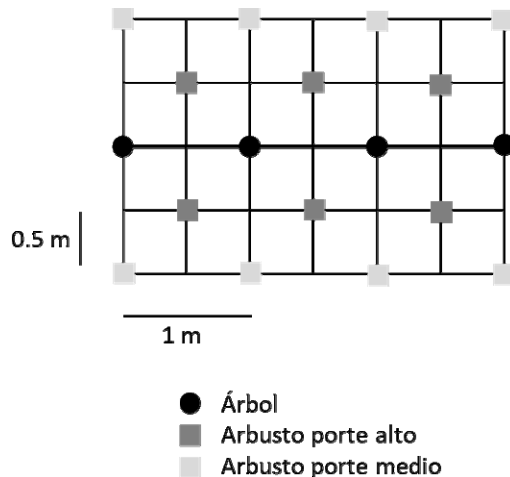
- Aislamiento visual, sonoro y físico de las balsas respecto a las vías de comunicación colindantes, que son fuente de molestias causadas por el tráfico ocasional y el acceso de personal a zonas sensibles del recinto.
- Estabilidad de suelos en taludes de alta pendiente o con erosión manifiesta.
- Provisión de refugio idóneo para el descanso y nidificación de aves (e.g. cigüeña común, ardeidas, rapaces, paseriformes).
- Fuente de alimento para ciertos grupos de aves (e.g. paseriformes frugívoras e insectívoras), dependiendo de la composición de la formación.

Acciones a ejecutar:

- Instalación de pantallas vegetales de trazado lineal que mitiguen las molestias procedentes del exterior de los recintos siguiendo los siguientes criterios (Fig. 3):
 - Franja de mínimo 2 m de ancho con estructura de orla arbóreo-arbustiva, diversidad de alturas y alta densidad.
 - En la línea central de la franja se situarán las especies arbóreas, con una separación entre pies de mínimo 1 m.

- A ambos lados de la línea central se formará una orla de 1 de ancho donde se plantarán especies de arbustos situados alternativamente a 0.5 y 1 m de la línea central de árboles y una separación lateral entre sí de 0.5 m.
 - Las especies de mayor porte se situarán en las líneas interiores de la franja.
- Creación de pequeños bosquetes en el entorno de las balsas con la función de estabilizar suelos, proporcionar refugio y alimento:
 - Superficie mínima de 100 m².
 - Plantación irregular con densidad de 0.5-1 pies/m².
 - Instalación de orla arbustiva perimétrica con al menos una línea de plantación a 1 m de distancia del borde de la parcela de plantación y separación mínima de 50 cm entre pies.
 - Se ubicarán en zonas protegidas de molestias potenciales, como el espacio entre los recintos y la orilla del canal del río o entre las propias balsas, siempre que la superficie sea adecuada, el sustrato lo permita y no se comprometa la seguridad estructural de las motas perimetrales.

Figura 3. Plantilla tipo de plantación para la creación de pantallas vegetales.

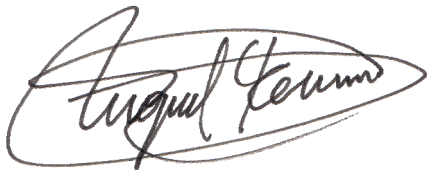


- La estructura y composición de pantallas y bosquetes se ajustará a la vegetación potencial, según las condiciones abióticas específicas en cada vaciadero y el paisaje tradicional circundante. Las plantaciones con especies de mayor porte y cobertura serán preferibles en los vaciaderos de Butano y La Horcada, mientras que en El Yeso, situado en un entorno de marisma más próximo a la desembocadura, se optará por especies con menor porte (e.g. tarajes).
- Las especies vegetales seleccionadas serán nativas, propias de zonas húmedas, entornos riparios y de transición, y apropiadas para las funciones designadas:
 - Árboles de gran porte como el álamo blanco (*Populus alba*), chopo (*Populus nigra*), olmo (*Ulmus minor*) o fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*), se emplearán preferentemente en la formación de bosquetes refugio, aunque podrán igualmente usarse en la línea central de las pantallas vegetales.

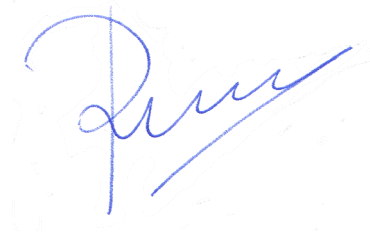
- Árboles de porte medio como el taraje (*Tamarix* sp.) o los sauces (*Salix* sp.) podrán emplearse tanto en la orla de bosquetes como en la parte interior de las pantallas vegetales.
- Arbustos perennes, espinosos y de gran densidad se utilizarán preferentemente en la franja externa de las pantallas vegetales (e.g. *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus mongyna*).
- Arbustos productores de frutos (e.g. *Myrtus communis*, *Pistacea lentiscus*) serán apropiados para la franja interior de las pantallas o la orla arbustiva de los bosquetes.
- Las plantaciones deberán protegerse si existe riesgo de herbivoría por ganado o especies silvestres. Se empleará malla/tubo junto con tutor para la protección de plantones individuales y/o cercados de exclusión en el caso de los bosquetes.
- Las pantallas vegetales son compatibles con el cerramiento parcial o total de las balsas (punto 5) y generalmente recomendables para sumar efectos.

Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC)
Sevilla, abril de 2019

Equipo redactor:



Fmdo: Miguel Ferrer Baena
Investigador responsable



Fmdo: Roberto Muriel Abad
Técnico redactor del documento

SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS VACIADEROS TERRESTRES UTILIZADOS EN LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO DE LA CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA EUROVIA E.60.02. GUADALQUIVIR PARA SU USO POR LA AVIFAUNA ACUÁTICA Y DE INTERÉS



Informe julio 2020



Informe técnico:

SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS VACIADEROS TERRESTRES UTILIZADOS EN LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO DE LA CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA EUROVIA E.60.02. GUADALQUIVIR PARA SU USO POR LA AVIFAUNA ACUÁTICA Y DE INTERÉS

Equipo de trabajo:

Roberto Muriel Abad

Investigador responsable:

Miguel Ferrer Baena

Grupo de Ecología Aplicada

Departamento de Etología y Conservación de la Biodiversidad

Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC)

Responsable Autoridad Portuaria de Sevilla (APS):

Antonio Bejarano Moreno

Citar como:

Muriel, R., Ferrer, M. 2020. Seguimiento de la aplicación del Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés - Informe julio 2020. APS & EBD-CSIC, Sevilla.

Fotografía de portada: Puente del Centenario, grúas del Puerto de Sevilla y puente de la esclusa desde el sector de Butano3S (Autor: R- Muriel, EBD-CSIC).

© Julio 2020





ÍNDICE

1. RESUMEN	7
2. INTRODUCCIÓN	9
2.1. Presentación y objetivos	9
2.2. Gestión ambiental de vaciaderos terrestres.....	11
2.3. Actuaciones en vaciaderos terrestres 2019-20	12
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
3.1. Hidrometeorología, inundación y cartografía base	17
3.2. Seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y especies de interés	18
3.3. Amenazas potenciales e incidencias.....	20
4. RESULTADOS	21
4.1. Hidrometeorología e hidroperiodo	21
4.1.1. Meteorología: Precipitaciones	21
4.1.2. Inundación de hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir	22
4.2. Vertido e inundación de vaciaderos terrestres	24
4.2.1. Butano	24
4.2.2. Horcada	27
4.2.3. Yesos	28
4.3. Comunidad de aves acuáticas	29
4.3.1. Comunidad global	29
4.3.2. Comunidad por sectores	33
4.3.3. Comunidad de nidificantes global y por sectores.....	36
4.4. Especies reproductoras	41
4.4.1. Cigüeñuela común (<i>Himantopus himantopus</i>).....	41
4.4.2. Avoceta común (<i>Recurvirostra avosetta</i>)	45
4.4.3. Porrón pardo (<i>Aythya nyroca</i>).....	49
4.4.4. Porrón europeo (<i>Aythya ferina</i>)	51
4.4.5. Pato colorado (<i>Netta rufina</i>)	53
4.4.6. Ánade azulón (<i>Anas platyrhynchos</i>)	54
4.4.7. Focha común (<i>Fulica atra</i>).....	56
4.4.8. Gallineta común (<i>Gallinula chloropus</i>)	58
4.4.9. Zampullín común (<i>Tachybaptus ruficollis</i>).....	59
4.4.10. Chorlitejo chico (<i>Charadrius dubius</i>)	61
4.4.11. Abejaruco europeo (<i>Merops apiaster</i>)	62
4.5. Especies catalogadas	67
4.6. Especies de interés	69
4.7. Amenazas potenciales e incidencias.....	70
4.7.1. Predadores	70
4.7.2. Molestias	71
4.7.3. Tendidos eléctricos.....	73
4.7.4. Escombros y basura.....	75
4.7.5. Mortalidad.....	75
4.7.6. Incidencias.....	76
5. CONCLUSIONES.....	79
6. AGRADECIMIENTOS	81
ANEXO I.....	82
ANEXO II	84
ANEXO III.....	86



Cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*) en la orilla del río Guadalquivir (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

1. RESUMEN

En el presente informe se muestra la evolución de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir y de la comunidad de aves acuáticas y otras especies de interés desde el final de los vertidos de la presente campaña 2019-20 hasta la fecha fin de prórroga del Proyecto de apoyo tecnológico entre la APS y EBD-CSIC, cuyo fin es conciliar los trabajos en los vaciaderos con la puesta en valor ambiental de los recintos para su uso por la avifauna ligada a medios acuáticos.

La inundación tardía y limitada de la marisma estacional, y el retraso en el llenado del arrozal al final de la primavera, pueden haber potenciado el uso por las aves de enclaves de aguas más estables y con mayor hidroperiodo durante la invernada y el periodo reproductor, como los vaciaderos terrestres inundados desde el inicio del otoño. Butano2 y Horcada1 fueron los recintos en los que se acometieron actuaciones de diseño y gestión de la lámina de agua (e.g. penínsulas, islas, fondos, manejo del hidroperiodo) antes de ser inundados con los materiales del dragado. No obstante, Butano3S también se inundó para alojar el exceso de materiales destinados a Butano2, mientras que el nivel de agua alcanzado en Horcada1 fue muy inferior al previsto. En ninguno de ellos se forzó la evacuación de agua, pero la reducción de la profundidad y extensión durante la primavera fue más rápida en Horcada1 y, sobre todo, Butano3S. El resto de sectores permaneció seco o con pequeñas láminas marginales y temporales.

En los 140 censos realizados a lo largo de 24 jornadas de campo en los siete sectores controlados se contabilizaron 10007 ejemplares de 59 especies de aves ligadas a medios acuáticos pertenecientes a 10 órdenes distintos, entre los que destacaron los caradriformes (45.1% de las especies). La gran mayoría de estas aves utilizaron los recintos para descansar, alimentarse y/o nidificar. La especie más abundante, con diferencia, fue la cigüeñuela común (46.7%), seguida de la avoceta común, chorlitejo grande, focha común y ánade azulón. Cinco de las especies registrada estaban catalogadas en peligro de extinción (i.e. cerceta pardilla, focha moruna, garcilla cangrejera, porrón pardo) o vulnerable (i.e. águila pescadora).

La comunidad de aves acuáticas en conjunto fue mucho más abundante, rica, diversa y con una distribución más homogénea en los sectores inundados. La abundancia fue mayor y más variable durante el otoño e invierno en los sectores inundados debido a la presencia de grandes bandos monoespecíficos dispersantes, y más moderada y estable durante la reproducción. La riqueza y diversidad aumentaron en los recintos secos, pero particularmente en los inundados, durante el paso primaveral y la reproducción. En los recintos inundados se observó una reducción de la riqueza y diversidad a partir del verano debido a la reducción de la lámina de agua, excepto en Butano2 que retuvo unas condiciones más favorables.

Se registraron 10 especies de aves acuáticas no paseriformes nidificando principalmente en los recintos inundados, incluyendo una pareja con éxito del amenazado porrón pardo en Butano2. La especie con mayor número de parejas y producción acumulada fue la cigüeñuela común. Entre las no acuáticas de interés destacó el abejaruco europeo, que formó colonias sobre taludes, incluyendo los artificiales de sustrato arenoso-limoso. Butano2 fue el recinto con mejores condiciones para la nidificación, mostrando mayor riqueza de nidificantes, reproducción más temprana y prolongada, con mayor producción acumulada y máxima, y mayor productividad acumulada, todo ello debido a la mayor diversidad de hábitats, disponibilidad de recursos, hidroperiodo más prolongado, presencia de zonas de reproducción estables y la nidificación de varias anátidas de gran productividad. Otros recintos, con aguas más someras e hidroperiodo más corto, aunque importantes como lugar de alimentación, alojaron una menor diversidad y abundancia de reproductores, sobre todo de anátidas.

En general, las anátidas, fochas y zampullines seleccionaron recintos con mayor profundidad, mayor cobertura vegetal en orillas y abundancia de macrófitos acuáticos, mientras que limícolas, moritos y flamencos prefirieron sectores con amplias zonas de aguas someras y áreas emergidas con poca o nula cobertura vegetal (e.g. islas).

Las islas artificiales mostraron ser un buen emplazamiento de nidificación para ciertas especies. El periodo de nidificación fue más largo en islas artificiales rodeadas de aguas más profundas con aislamiento asegurado. El número de nidos fue proporcional al tamaño/perímetro de la isla, la distancia al perímetro y el grado de aislamiento.

Por último, durante el seguimiento se registraron algunas amenazas potenciales para las aves y el estado de los recintos en los vaciaderos terrestres. Destacaron la presencia de predadores terrestres, sobre todo perros desatendidos, molestias humanas como el acceso de personas o vehículos no autorizados y la presencia de apoyos eléctricos peligrosos. Se detallaron también las incidencias con impacto sobre las actuaciones realizadas o las aves causadas por los trabajos de transporte y retirada de sedimentos en los vaciaderos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Presentación y objetivos

El contrato de apoyo tecnológico titulado *“Seguimiento de la aplicación del protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovia E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés y un plan de acción para la divulgación de los resultados obtenidos”* firmado el 17 de julio de 2019 entre la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y la Estación Biológica de Doñana de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EBD-CSIC) (en adelante el Proyecto) tiene como objetivos principales el diseño de actuaciones que favorezcan el uso de los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir por la avifauna acuática y de interés, el seguimiento de la evolución de las actuaciones, la evaluación de su efecto sobre el uso por la comunidad de aves acuáticas, y la elaboración de un plan de puesta en valor y divulgación de las tareas realizadas y los valores ambientales existentes y potenciales en los vaciaderos gestionados durante la campaña 2019-20.

El 28 noviembre de 2019 se firmó una ampliación hasta el 30 de junio de 2020 con motivo de los retrasos en la contratación del personal técnico destinado a llevar a cabo las labores programadas. A pesar de tal circunstancia, durante el periodo transcurrido desde la firma inicial del Proyecto se llevó a cabo la propuesta de actuaciones previas a los trabajos de adecuación de los recintos habilitados, la inspección y evaluación de los trabajos ejecutados conforme al plan establecido y el seguimiento post-vertido del uso de los recintos por parte de la comunidad de aves acuáticas y de interés.

En el documento *“Propuesta de actuaciones en vaciaderos terrestres del río Guadalquivir. APS-CISC Campaña 2019. v5.1”* de 6 de agosto de 2019 (en adelante Propuesta), se recogen de forma detallada las actuaciones específicas previstas durante y después de los trabajos de adecuación de los sectores habilitados de Butano2 y Horcada1 y 2 de la presente campaña, con el fin de favorecer su uso por la comunidad de aves acuáticas y de interés. Estas actuaciones se enmarcan dentro del *“Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovia E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés”* de abril de 2019 (en adelante Protocolo de manejo), que sirve como documento de referencia en el que se contemplan las recomendaciones generales de diseño y gestión de los vaciaderos terrestres con el fin de conciliar los trabajos de vertido, confinamiento temporal y retirada de los materiales de dragado, con el uso de los recintos por la avifauna acuática y de interés. Las principales acciones incluidas en la Propuesta contemplaron las características físicas de los márgenes, fondos y nuevas estructuras (e.g. islas), y la gestión óptima de la lámina de agua, que incrementasen la presencia, abundancia, diversidad, nidificación y éxito reproductor de las aves. Estas actuaciones se acordaron con la APS y el contratista responsable de la ejecución de los trabajos (DRAVOSA) en base a los plazos temporales, limitaciones técnicas y costes asociados.

Tabla 1. Listado cronológico de documentos presentados en el marco del Proyecto de seguimiento del manejo integral de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, desde el final del proyecto previo hasta fecha del presente informe final.

Documento	Fecha	Fase
Protocolo de manejo integral de vaciaderos	2019-04-26	Pre-proyecto
Proyecto de seguimiento de aplicación de protocolo de manejo	2019-07-17	Proyecto
Propuesta de actuaciones Butano2, Horcada1-2	2019-08-06	Pre-actuaciones
Evaluación fin de obra de actuaciones	2019-08-23	Post-actuaciones y pre-vertido
Prórroga Proyecto de seguimiento	2019-11-28	Seguimiento
Avance de resultados Proyecto de seguimiento	2020-01-15	Seguimiento
Estudio preliminar viabilidad reintroducción pelícano ceñudo	2020-02-17	Seguimiento

Desde el inicio de los trabajos de adecuación pre-vertido se efectuó un seguimiento in-situ de la ejecución de las actuaciones en contacto directo con el contratista. Este trabajo permitió la corrección de desviaciones, la valoración de alternativas en caso de cambios imprevistos y la evaluación final de los

trabajos efectuados. En el documento “*Evaluación fin de obra (versión 2) - Propuesta de actuaciones en vaciaderos terrestres del río Guadalquivir (APS-EBD)*” de 23 de agosto de 2019 (en adelante la Evaluación), se resume el grado de ejecución y valoración definitiva de cada una de las actuaciones realizadas respecto al diseño original contemplado en la Propuesta. La valoración global se mostró conforme teniendo en cuenta las limitaciones físicas y logísticas, así como los plazos disponibles. No obstante, se destacó el incumplimiento de algunas recomendaciones de diseño relacionadas con pendientes de taludes, cotas y superficies de coronación en algunas islas y penínsulas, y la falta de escalas de profundidad en uno de los recintos.

El seguimiento de los trabajos efectuados ha proseguido desde la confección del documento de Evaluación, particularmente con motivo de cambios posteriores no previstos respecto al plan original relativos a los tramos dragados, volúmenes finales de materiales, la disposición de nuevos recintos de confinamiento durante la presente campaña, e incidentes imprevistos con efectos potenciales sobre las actuaciones ambientales realizadas y la comunidad de aves acuáticas y de interés, como resultado de los trabajos de extracción de sedimentos durante el periodo de seguimiento, desde la conclusión del vertido hasta la fecha final del presente informe.

Además de los objetivos principales de seguimiento de actuaciones y de la comunidad de aves acuáticas y de interés, entre las metas iniciales del Proyecto figuraba el diseño de un programa de divulgación de las actuaciones desarrolladas en los vaciaderos terrestres como ejemplo de conciliación entre las actividades de vertido y extracción de sedimentos, y del potencial ambiental de los recintos bajo una planificación y manejo sostenibles. No obstante, la APS tomó la decisión de aplazar y desligar este objetivo del Proyecto con el fin de poner en marcha una estrategia global de comunicación en la que participasen todos los proyectos de investigación y gestión promovidos por la entidad en el estuario del Guadalquivir. Esta estrategia sería desarrollada, coordinada e implementada durante los próximos años por una tercera organización en colaboración con cada una de las instituciones responsables de los respectivos proyectos, bajo la supervisión de la APS.

Finalmente, en el Proyecto se establecía como último objetivo la confección del estudio de viabilidad de la reintroducción del pelícano ceñudo (*Pelecanus crispus*) en el bajo Guadalquivir, como ejemplo de recuperación de una especie emblemática desaparecida de gran parte de los estuarios fluviales en Europa. En enero del presente año, por tanto antes de la finalización de la prórroga del Proyecto, ya se entregó un avance del estudio de viabilidad titulado “*Pelícano ceñudo (Pelecanus crispus). Situación actual y posibilidad de reintroducción en el bajo Guadalquivir*”, en el que se resumían las características y ecología de la especie, la evolución histórica y estado de conservación presente, y se describía la estrategia básica para una posible reintroducción en el Bajo Guadalquivir.

En el presente informe se muestran los resultados obtenidos durante el seguimiento de la avifauna acuática y de interés en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, desde el final de las actividades de vertido en noviembre de 2019 hasta la fecha final del Proyecto de junio de 2020. Se describe la composición, abundancia, estructura y variación de la comunidad de aves acuáticas a lo largo del periodo de seguimiento y su relación con las actuaciones de adecuación de los recintos, con especial atención a la comunidad de aves nidificantes y las especies de interés. Los resultados se presentan de forma global, por sectores y por especies nidificantes y destacadas (e.g. catalogadas). Se resume también el contexto hidrometeorológico, la evolución de los propios recintos, de las actuaciones y las posibles amenazas detectadas. Por último, se incluyen las principales conclusiones de interés para la mejora de los protocolos de diseño y gestión de los vaciaderos de cara a futuras actuaciones, siguiendo la filosofía de manejo integral adaptativo.

2.2. Gestión ambiental de vaciaderos terrestres

En tránsito fluvial por el curso bajo del río Guadalquivir requiere de la conservación del canal de navegación en condiciones de plena operatividad y seguridad. Por esta razón la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS), como entidad competente y responsable, lleva a cabo un dragado periódico para mantener el calado (7 m) y anchura mínima del canal, evitando así el aterramiento excesivo por deposición de los sedimentos transportados por el río.

Mientras que los dragados realizados próximos a la desembocadura son destinados a regeneración de playas o se vierten en la plataforma marina, los de tramos superiores se depositan en recintos de confinamiento temporal, denominados **vaciaderos terrestres**, donde son procesados como residuos potenciales hasta ser retirados para su reutilización, generalmente en agricultura y obra civil. Los vaciaderos consisten en recintos múltiples de decantación de 5 a 9 ha colindantes a la margen izquierda del río y formados por el recrecimiento de una mota perimetral de contención. Actualmente existen tres vaciaderos operativos denominados Butano (4 recintos), La Horcada (2) y El Yeso (2), situados a una distancia inferior a 50 m de la orilla del río, coincidiendo con los tramos de la Antesclusa, Atravesada-Mata y El Yeso, respectivamente (Fig. 1).



Figura 1. Localización geográfica de los vaciaderos de Butano, La Horcada y El Yeso en la margen izquierda del curso bajo del río Guadalquivir, entre la ciudad de Sevilla y la desembocadura (Broa). El área verde muestra el Espacio Natural Protegido de Doñana.

El confinamiento de los dragados en los vaciaderos genera unas condiciones transitorias potencialmente aprovechables por organismos ligados a medios acuáticos temporales e inestables. La aplicación de criterios ambientales en el diseño y gestión operativa de los recintos bajo una conveniente planificación dirigida favorece el asentamiento y desarrollo de las comunidades biológicas y las funciones del ecosistema acuático sin comprometer el cometido original de estas estructuras artificiales. En este sentido, la APS

manifiesta en su Política de Calidad y Medio Ambiente de 2016 el compromiso con el uso sostenible de los recursos naturales y el respeto medioambiental, e incorpora en su Plan Estratégico 2025 la filosofía “Trabajando con la Naturaleza” (*Working with Nature*), adoptada por la Asociación Internacional de Infraestructuras de Transporte Acuático (PIANC). Esta estrategia supone una aproximación integral y proactiva en el desarrollo de cualquier proyecto con implicaciones ambientales, desde su concepción y planificación hasta su finalización, de forma que se lleve a cabo de la forma más sostenible y eficiente posible sin limitarse a un mero cumplimiento de las regulaciones ambientales. Por tanto, los principios de sostenibilidad bajo los que opera la APS casan perfectamente con el fomento de los vaciaderos como biotopo apto para sustentar comunidades ligadas al medio acuático (e.g. aves acuáticas) en el marco de una planificación integrada de las actividades de dragado, vertido, drenaje y extracción de sedimentos.

La colaboración científico-técnica entre la APS y EBD-CSIC tiene como fin principal desarrollar un protocolo de manejo capaz de conciliar las labores de vertido, confinamiento y extracción de sedimentos con el uso de los recintos por la avifauna acuática y de interés, mediante la introducción y refuerzo de características de diseño y manejo que potencien el valor de los vaciaderos como hábitat de interés sin comprometer la función operativa de los mismos. Las principales actuaciones recogidas en el Protocolo abarcan los siguientes conceptos:

- Morfología de los recintos: incrementar la sinuosidad de las orillas interiores para maximizar la interfase tierra-agua de gran productividad; crear islas y desconectar diques interiores para proporcionar zonas seguras de descanso y nidificación; crear fondos de profundidad variable para asegurar el aislamiento de islas y la presencia de aguas someras productivas.
- Lámina de agua: extender el hidropériodo y limitar las oscilaciones bruscas del nivel para favorecer la presencia, nidificación y éxito reproductor; implementar manejos rotatorios para aumentar la disponibilidad de recintos en diferentes estados de llenado.
- Calendario de trabajos compatible con el uso que las aves realizan de los recintos para evitar molestias durante periodos sensibles y en zonas de concentración y nidificación.
- Elementos específicos, como taludes para nidificación de abejaruco, sustratos para nidificación de larolimícolas, cobertura vegetal para refugio y nidificación de anátidas y otras especies, posaderos y plataformas artificiales, etc. o generales como la revegetación y apantallamiento vegetal
- Regulación de acceso y cerramientos para evitar molestias y predadores terrestres.
- Seguimiento, adaptación activa y generación de conocimiento teórico y aplicado, aplicando un enfoque pseudo-experimental que aproveche el manejo rotatorio y las variaciones de diseño y gestión.

2.3. Actuaciones en vaciaderos terrestres 2019-20

Como ya se ha mencionado, en el documento de Propuesta de actuaciones se detallan las acciones de diseño y gestión planteadas para los recintos habilitados por la APS para recibir los vertidos del dragado de mantenimiento entre septiembre y noviembre de 2019. Igualmente, en el documento de Evaluación de obra se valora el nivel de ejecución real de las actuaciones y se describe la situación final pre-vertido de los recintos.

Los recintos inicialmente acondicionados para el confinamiento de materiales y, por tanto, en los que se llevaron a cabo actuaciones ambientales, fueron los de Butano2 y Horcada1 (Fig. 2; Tabla 2). No obstante, el recinto de Butano3S tuvo que ser finalmente utilizado para acomodar el excedente de materiales que no pudo alojarse en Butano2 (ver apartado 3.2.1), aunque sin realizar ningún tipo de actuación previo. El resto de recintos no recibió vertido alguno ni actuaciones específicas, excepto Horcada2 que se utilizó como zona de recepción de materiales antes de ser redirigidos hacia la Horcada1.

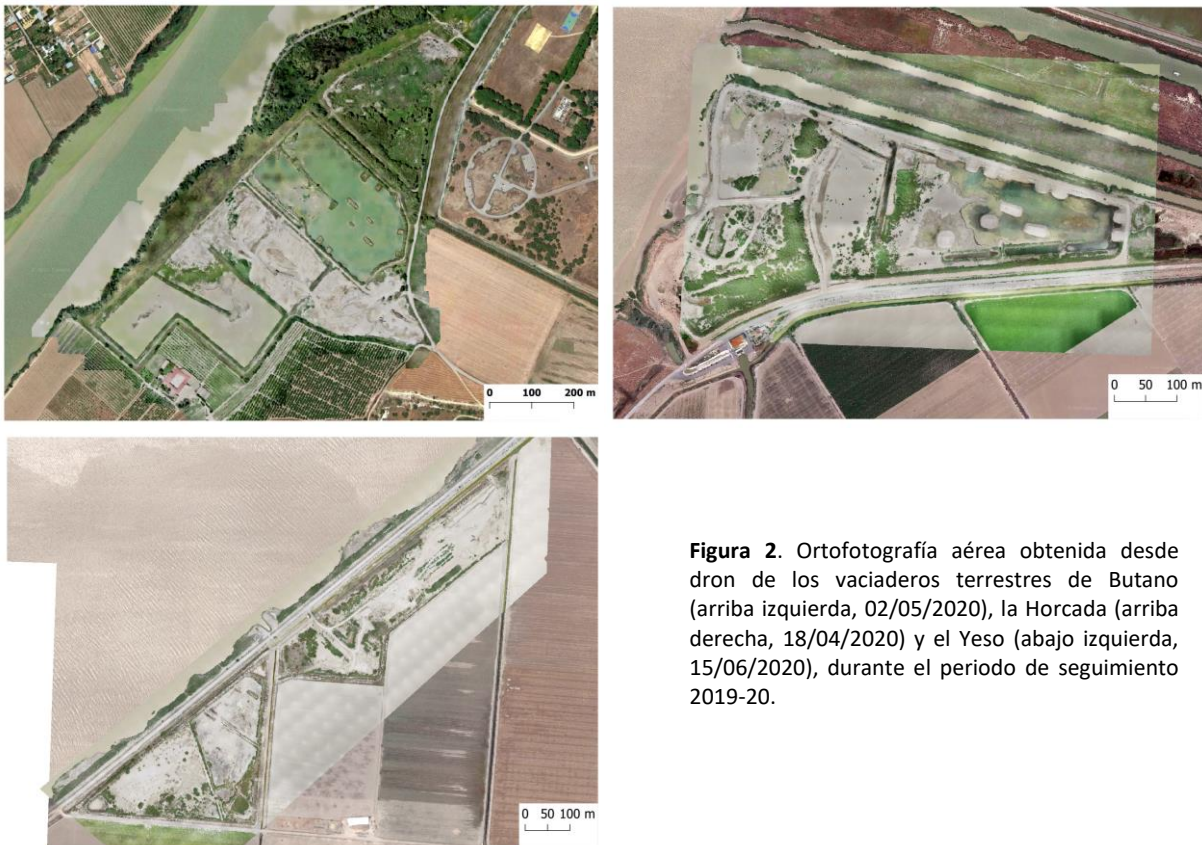


Figura 2. Ortofotografía aérea obtenida desde dron de los vaciaderos terrestres de Butano (arriba izquierda, 02/05/2020), la Horcada (arriba derecha, 18/04/2020) y el Yeso (abajo izquierda, 15/06/2020), durante el periodo de seguimiento 2019-20.

Las actuaciones pre-vertido efectuadas fueron equivalentes en ambos recintos de Butano2 y Horcada1 y siguieron las recomendaciones generales del Protocolo de manejo (Fig. 3 y 4):

- Incremento de longitud de orilla, zonas de refugio e interfaces de aguas someras perimetrales mediante la construcción de seis penínsulas en cada recinto de 15x10 m en coronación organizadas en tandems de dos penínsulas. Se situaron en los lados NE, E y SO en Butano2 y lados N y E en Horcada1. Las cotas de coronación fueron superiores a las previstas y las pendientes de los taludes mayores de los recomendados. La ubicación del tandem E en Butano2 no fue el planeado.
- Creación de zonas seguras de descanso y nidificación aisladas de molestias y predadores terrestres. Se crearon cuatro islas artificiales en cada recinto con dos tamaños de entre 50 y 200 m² de superficie en coronación, borde maximizado con forma 1:4, posición central en zona de máxima profundidad, distancia mínima entre sí y dos tipos de sustrato en coronación en el caso de las islas de Butano2 (grava y limo). Las cotas de coronación y pendientes de las taludes fueron superiores a las previstas, y en Horcada1 el tamaño y forma de dos islas varió al aprovecharse la existencia de pequeños islotes.
- Cierre de cajas de agua para maximizar el hidropериodo. En Butano2 se cubrió el frente de la caja de agua con áridos para garantizar el sellado hermético, mientras que en Horcada1 no hubo necesidad debido al bajo nivel de agua alcanzado (ver apartado 3.2.1).
- Instalación de escalas limnimétricas con rango solapado para el registro de la profundidad real in-situ. Sólo se cumplió en Butano2, donde se situaron dos, una en zona de máxima profundidad y otra pintada sobre la caja de agua.
- Se formaron fondos de profundidad variables, máxima en la zona de islas y mínima en zona de impulsión. Los materiales removidos se utilizaron para la construcción de islas y penínsulas.
- Se construyeron dos taludes para la nidificación del abejaruco europeo (y otras especies potenciales) de 20 m de longitud y ≥ 2 m de altura sobre la cara interna de la mota perimetral en cada recinto.

- Entre Horcada1 y 2 se excavó un canal paralelo al lado norte de la mota para redirigir los materiales vertidos en Horcada2 y se construyó un dique para aislar la zona de impulsión en el subsector N de Horcada2.

La evolución y modificaciones posteriores al vertido de los recintos inundados se describen en los correspondientes apartados por sectores en Resultados (ver apartado 3.2).

Tabla 2. Área y perímetro de islas artificiales, islas espontáneas y de la lámina de agua en el momento central del periodo reproductor en los recintos habilitados de Butano2 (02/05/2020) y Horcada1 (18/04/2020).

	Butano2			Horcada1		
	Área		Perímetro (m)	Área		Perímetro (m)
	(m ²)	%		(m ²)	%	
Lámina de agua	64216.2	81.4	2128.1	22640.0	26.2	1875.0
Islas artificiales	877.6	1.1	242.3	2553.0	2.9	388.0
Islas espontáneas	700.7	0.9	332.2	-	-	-
Total recinto	78874.0		1133.0	86562.0		1304.0



Fotografía 1. Ejemplos de actuaciones ambientales acometidas en Butano2 durante la campaña 2019-20: islas artificiales en zona de máxima profundidad (arriba izquierda), sustrato de grava y limo-arcilla en la superficie de coronación de las islas artificiales (arriba derecha), penínsulas en tándem sobre el lado suroeste de la mota perimetral (abajo izquierda); talud vertical para abejaruco europeo sobre la cara interior de la esquina sur de la mota perimetral (abajo derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC; APS)

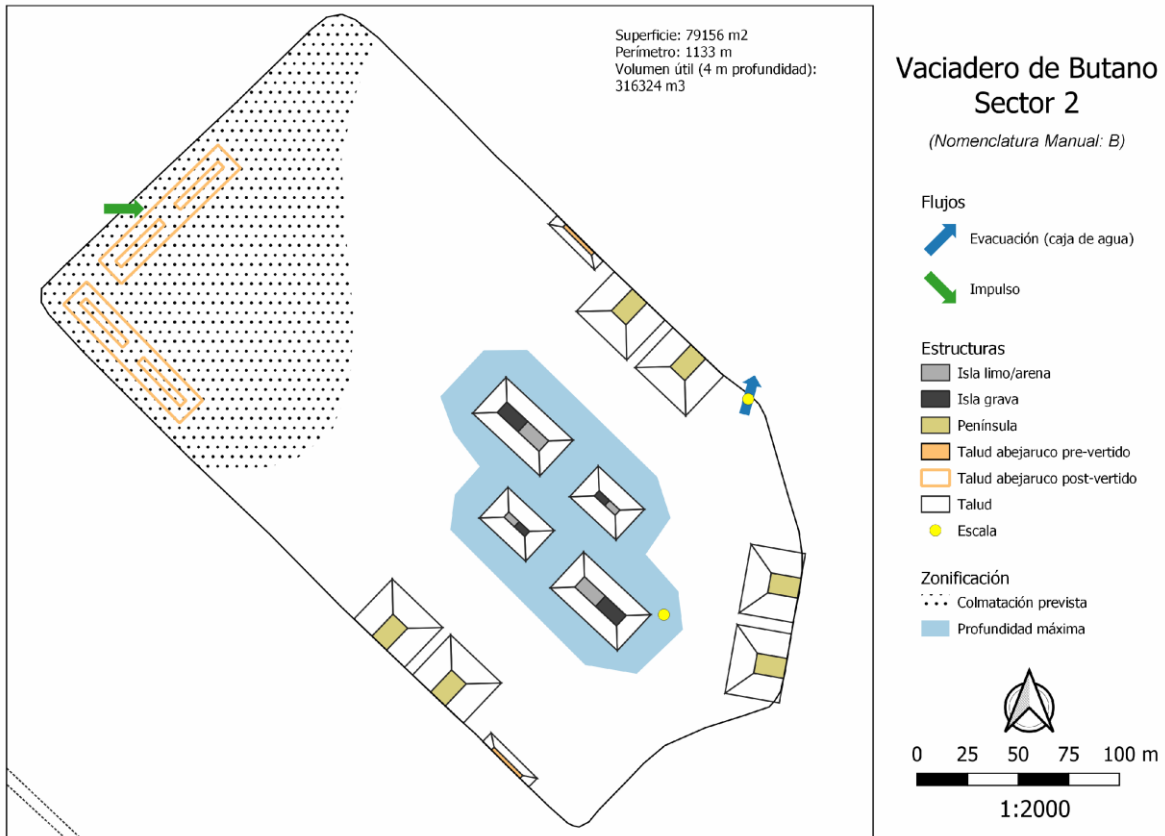
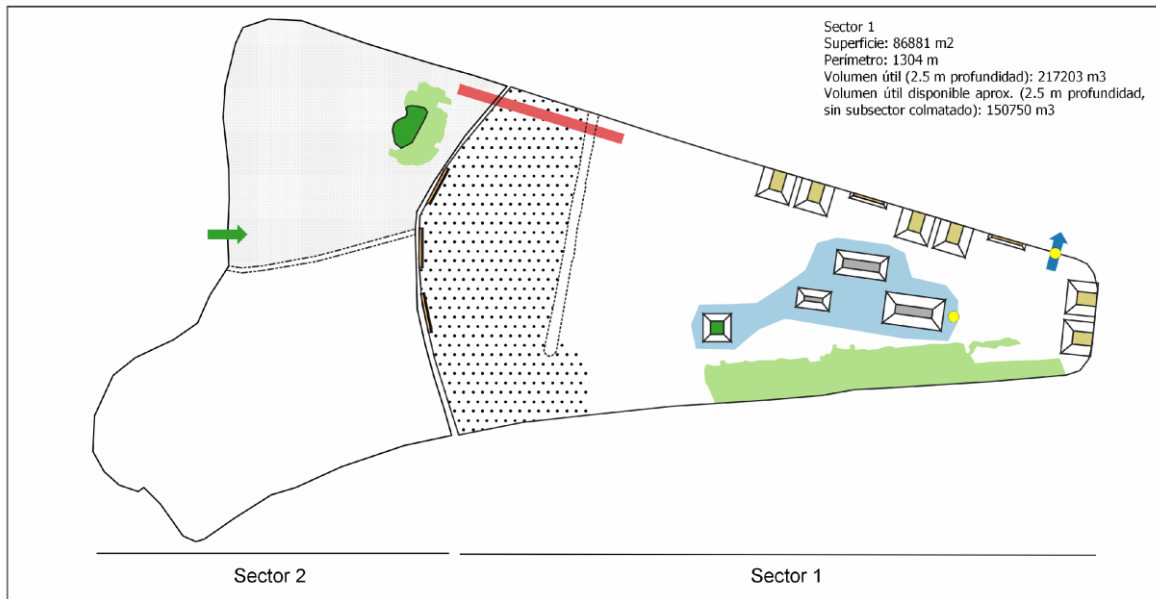
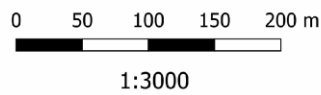


Figura 3. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (izquierda) y situación real de inundación y elementos a principios de mayo (derecha) en el sector Butano2. En foto derecha, azul claro: borde de lámina de agua, azul oscuro: islas artificiales, naranja: islotes espontáneos.



Vaciadero de La Horcada
 Sectores 1 y 2

(Nomenclatura Manual: A y B)



Flujos

- Impulso
- Evacuación (caja de agua)

Estructuras

- Isla limo/arena
- Isla arbolada
- Península
- Talud abejaruco pre-vertido
- Talud
- Canal
- Escala

Diques

- Finger
- Dique

Zonificación

- Colmatación previa
- Zona de decantación preliminar
- Profundidad máxima
- Gestión de la vegetación



Figura 4. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (izquierda) y situación real de inundación y elementos a mediados de abril (derecha) en los sectores Horcada1 y 2. En foto derecha, azul claro: borde de lámina de agua, azul oscuro y naranja: islas artificiales.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Hidrometeorología, inundación y cartografía base

La cantidad y distribución temporal de las precipitaciones tiene efectos directos sobre el volumen de agua disponible, la profundidad y el hidropериodo en los diferentes medios húmedos del bajo Guadalquivir. El nivel y fenología de la inundación de ciertos hábitats manejados depende además del tipo y calendario de usos. Todo ello influye en la disponibilidad y estabilidad de los diferentes hábitats, por lo que resulta importante conocer la evolución del ciclo hidrometeorológico y el manejo del medio para poder interpretar el comportamiento de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres.

Se utiliza la distribución climatológica de estaciones (i.e. invierno: diciembre-febrero, primavera: marzo-mayo, verano: junio-ago, otoño: septiembre-noviembre).

Se elaboraron series de precipitación mensual estimada para los vaciaderos de Butano y la Horcada a partir de la interpolación ponderada por la distancia de los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para tres estaciones meteorológicas cercanas: Sevilla Aeropuerto (ID 5783, ubicación NE), Jerez de la Frontera (ID 5960, ubicación S) y Moguer-El Arenosillo (ID 5860E, ubicación O). Los datos se descargaron a través de la aplicación online AEMET OpenData. Se calcularon los valores del presente ciclo hidrológico, desde septiembre de 2019 hasta mayo de 2020 (junio no disponible), se construyeron las series de valores medios normales para el periodo de referencia 1981-2020, y se obtuvo la anomalía en las precipitaciones mensuales mediante la diferencia entre los valores del presente ciclo y las medias normales (i.e. anomalía = registrados – normales).

El estado hídrico de los principales hábitats húmedos continentales del bajo Guadalquivir se determinó mediante series temporales de inundación para masas de agua permanentes (i.e. esteros, salinas, balsas), marismas estacionales y arrozales. Las series se construyeron a partir de muestreos aleatorios estratificados por hábitat de puntos múltiples (i.e. 100 puntos para aguas permanentes, 200 en arrozal y 300 en marismas estacionales) sobre imágenes satelitales válidas de LandSat 7-8, en los que se estableció el nivel de inundación de forma binaria (i.e. si/no). Con el conjunto de imágenes disponibles se generó una serie mensual para cada hábitat del porcentaje de puntos con inundación entre enero de 2010 y junio de 2020. Además del tramo de la serie correspondiente al presente ciclo hidrológico, desde septiembre de 2019 hasta junio de 2020, se obtuvo la serie normal de valores medios mensuales para el periodo de referencia 2010-2020 y la anomalía del nivel de inundación del ciclo actual (i.e. anomalía = registrados – valores normales) .

El nivel de inundación de los sectores con vertido en la campaña 2019-2020 se determinó de forma visual durante los censos y a partir de series de inundación elaboradas sobre imágenes satelitales LandSat 7/8 entre septiembre de 2019 y junio de 2020. Los valores del espectro de los canales 4 y 5 de estos satélites permiten discriminar la presencia de agua libre (i.e. inundación) sobre imágenes corregidas y sin interferencias (e.g. nubes, falta de datos) (Fig. 5). Estas imágenes tienen una resolución espacial de 30x30 m y temporal máxima de 14 días. Debido al retardo en el procesado automático de las máscaras de inundación del bajo Guadalquivir realizado por el laboratorio de GIS de la EBD (LAST-EBD) y las especiales condiciones de trabajo durante el confinamiento impuesto ante la pandemia del Covid-19, no se ha podido disponer de la serie completa de inundación de los vaciaderos desde diciembre de 2019. Aun así, el LAST-EBD ha procesado manualmente cinco imágenes satelitales sin interferencias que cubren parcialmente el periodo enero-junio 2020. A efectos de comparación se presentan las series de inundación de los vaciaderos desde el anterior ciclo hidrológico (septiembre 2018) hasta la fecha final del presente informe. Las escalas limnimétricas instaladas en Butano2 no pudieron utilizarse como guías debido al sellado con áridos del frontal de la caja de agua donde se pintó una de las escalas y al aterramiento de la segunda instalada sobre el punto de máxima profundidad del recinto. En Horcada1 y Butano3S no se llegaron a disponer escalas.

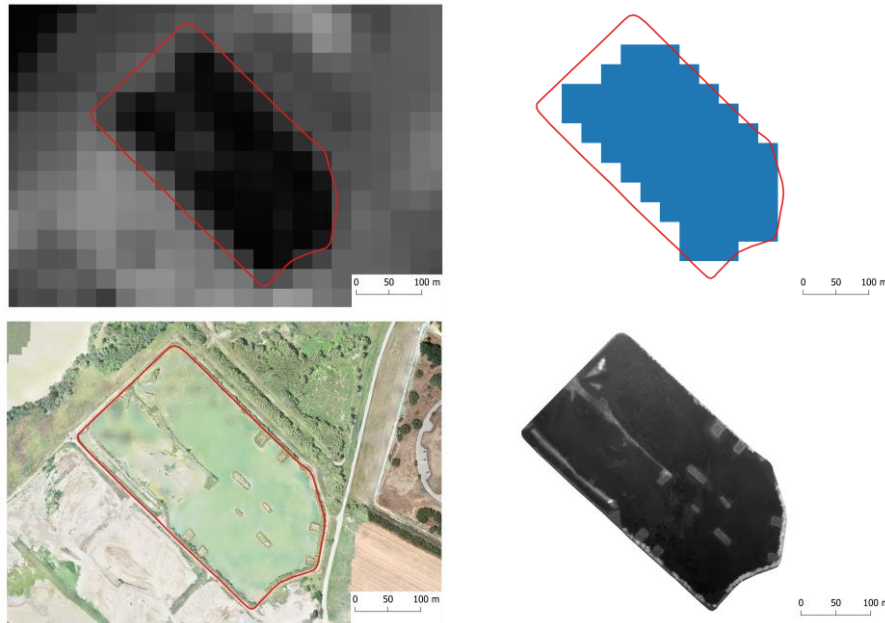


Figura 5. Ejemplo de máscara de inundación (arriba izquierda) obtenida a partir de imágenes satelitales LandSat 7/8 con la que se determina el área de inundación (arriba derecha), y de mosaico ortofotográfico desde dron (abajo izquierda) con el que se deriva el correspondiente modelo digital de elevaciones (abajo derecha), para el sector de Butano2.

Se realizaron vuelos con dron para la obtención de ortofotomosaicos de todos los sectores de los vaciaderos con los que disponer de cartografía base y derivar mapas en detalle de la superficie de las láminas de agua y modelos digitales de elevación (MDE). Los MDE se utilizarán para el cálculo de la profundidad de las láminas de agua una vez los sectores se hayan secado completamente y se pueda calcular la diferencia entre las cotas de fondo post-vertido y las de superficie de las láminas en cada vuelo (Fig. 5). Para los vuelos se utilizó un dron Phantom 4 Pro operado por Manuel Barbero (Aerialrotors) con licencia de piloto y permisos de vuelo según requisitos locales. Las condiciones del confinamiento por Covid-19 y el retraso en la tramitación y obtención del permiso de vuelo en Butano debido a las restricciones de la cercana base militar de El Copero, limitaron la frecuencia de vuelos originalmente prevista. Se realizaron tres vuelos en la Horcada, cuatro en Butano y uno en los Yesos, durante la primavera y comienzos del verano.

3.2. Seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y especies de interés

Siguiendo las definiciones según el Convenio Ramsar y SEO-BirdLife, en el presente informe se considera el término *ave acuática* (o *ave ligada a medios acuáticos*) en su sentido más amplio, como toda aquella especie de ave que dependa directamente de los ecosistemas acuáticos para completar al menos parte de su ciclo biológico (i.e. reproducción, migración, invernada, alimentación, refugio o descanso). Según SEO-BirdLife, bajo esta definición se agruparían un total de 137 (40%) de las especies de aves registradas habitualmente en España.

Se utilizan datos recogidos durante el periodo de seguimiento de prácticamente ocho meses entre el 05/11/2020 y el 29/06/2020. Los siete sectores de los tres vaciaderos se censaron con frecuencia quincenalmente fuera del periodo reproductor (nov-2019 a feb-2020) y semanal durante el periodo reproductor (mar-2020 a jun-2020). Aunque en el protocolo se establecen muestreos de igual duración (20 min), finalmente se optó por censos completos independientemente del tiempo. Estos censos son adecuados para comunidades de especies conspicuas, con abundancias moderadas y en áreas de tamaño pequeño y comparable, en las que la detectabilidad es elevada. Los registros correspondientes a la

reproducción serán probablemente valores mínimos y temporales, a falta de completar el seguimiento hasta la finalización de la reproducción entorno al mes de agosto.

En cada censo se anotó el número, localización dentro del sector, clase de edad (adulto, pollo) y comportamiento de cada individuo (o grupo de individuos) de cada especie de ave acuática y de interés. Se anotó también la presencia y localización de nidos con o sin adultos incubando.

Se utilizaron las siguientes variables como indicadores de la estructura de la **comunidad de aves acuáticas** que utilizaron los vaciaderos:

- Riqueza específica (S): número de especies observado.
- Riqueza de órdenes (So): número de órdenes observado.
- Abundancia (N): suma del número de individuos de todas las especies observadas ($N = \sum n_i$, desde $i = 1$ hasta S, donde n_i es el número de individuos de la especie S).
- Índice de diversidad de Shannon (H'): expresa la uniformidad de los valores de abundancia sobre la muestra de individuos de las especies observadas ($H' = -\sum p_i \ln p_i$, desde $i = 1$ hasta S, donde p_i es proporción de individuos de la especie i en la muestra total). Aumenta desde cero (una sola especie) con la riqueza y la distribución uniforme, y no tiene límite superior. Valores < 2 se consideran diversidad baja y > 3 diversidad alta.
- Índice de uniformidad de Pielou (J): mide la relación entre la diversidad observada y la máxima esperada ($J = H'/\ln(S)$) e informa sobre la distribución de la abundancia entre las especies. Varía desde cero (sin uniformidad, dominancia elevada) hasta uno (reparto equitativo).



Fotografía 2. Dron Phantom 4 Pro durante vuelo de mapeo en el vaciadero de la Horcada, para la elaboración de ortomosaicos , MDE y material audiovisual (izquierda). Telescopio terrestre sobre trípode en Butano3S, una de las principales herramientas de observación durante los censos de aves (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El rendimiento reproductivo se valoró en base a los siguientes parámetros:

- Número de nidos activos, con un adulto incubando.
- Número de pollos.
- Número de grupos familiares, entendiendo como grupo familiar al conjunto de pollos hermanos con o sin progenitores cercanos.
- Productividad, como la razón del número de pollos y el número de nidos activos.

La distribución de muestreos (censos) entre sectores y meses no fue siempre completamente balanceada, por lo que se utilizaron los valores medios por censo como principales variables respuesta para la

comparación entre grupos y periodos a nivel de comunidad. También se consideró el total acumulado, es decir, la suma de individuos, nidos, pollos o grupos familiares de todos los censos de una o varias especies, principalmente en estadísticas por especie y para sectores con vertido con censos equilibrados.

En el caso del **abejaruco europeo** (*Merops apiaster*), como especie reproductora de interés, además de los conteos de individuos durante los censos de acuáticas, se realizaron varios recuentos repetidos del número de túneles perforados en los taludes terrosos existentes en ciertos sectores de los vaciaderos, desde la llegada en primavera hasta los primeros vuelos de los pollos, para determinar el uso de los sectores como lugar de nidificación. En los taludes de fácil acceso se determinó el número de túneles incipientes superficiales, profundos y activos (i.e. entrada sin vegetación, ni telas de araña y con los dos carriles formados por las patas).

3.3. Amenazas potenciales e incidencias

Las aves acuáticas son especies presa de **predadores** aéreos como las rapaces, pero también otros grupos como láridos, ardeidas o cicónidos que pueden capturar pollos. Igualmente, son objeto de predación por mamíferos terrestres, tanto silvestres (e.g. zorro común, mustélidos, jabalí) como domésticos (i.e. perros y gatos). El impacto de la predación sobre la dinámica de las poblaciones de aves acuáticas puede ser importante, particularmente sobre nidos y pollos, por lo que debe prestarse atención a la presencia y abundancia de posible predadores en los vaciaderos terrestres. Durante los censos y revisión de actividad reproductora se anotó la presencia directa de predadores potenciales, aéreos o terrestres, silvestres o domésticos, así como los indicios de su presencia (e.g. huellas, rastros y excrementos).

Se registró también la existencia de posibles **molestias** de origen humano en el interior o periferia cercana de los sectores que pudiesen influir en la presencia y reproducción de las aves acuáticas en los vaciaderos. Se prestó especial atención a las actividades agrícolas, ganaderas y cinegéticas, así como el tránsito no autorizado de personas y vehículos a motor.

El entorno del bajo Guadalquivir, especialmente en su margen izquierdo, es un entorno altamente humanizado con una importante presencia de infraestructuras. Entre ellas destacan los **tendidos eléctricos**, sobre todo de distribución, que dan servicio a viviendas, instalaciones de bombeo, riego y compuertas, y que son una fuente potencial de mortalidad para los grupos de aves de mayor envergadura, que utilizan los apoyos como posaderos. En el entorno cercano de los vaciaderos y de la Ctra. Del Práctico discurren varios tendidos, entre los que destaca el situado entre la mota del lado NO de los sectores de Butano y la orilla del río Guadalquivir. Debido al riesgo de electrocución se realizó una tipificación y revisión de la línea, con especial atención a los apoyos de diseño más peligroso.

Se anotó también la presencia y abundancia de **residuos sólidos** y escombros dentro de los vaciaderos terrestres y en sus inmediaciones. Por desgracia, este tipo de basura es relativamente habitual en el entorno de la margen izquierda del Guadalquivir, tanto por depósito incontrolado, como por arrastre fluvio-mareal.

Se prestó especial atención a la aparición de **aves muertas** dentro de los recintos, sobre todo de aves acuáticas ante el riesgo de mortalidad por la proliferación de microorganismos tóxicos (e.g. cianobacterias, bacilos del género *Clostridium*) en condiciones de temperaturas elevada del agua y anoxia, propias de humedales eutrofizados con escasa renovación de agua. Cuando resultó posible, se examinó el cadáver en busca de indicios externos de la causa de muerte. Al menos en aquellas especies catalogadas se procedió a dar el aviso a la autoridad pertinente.

Finalmente, se registraron las posibles **incidencias** en los trabajos de extracción y transporte de áridos en los vaciaderos observadas durante el seguimiento de los recintos, con posible impacto sobre las actuaciones ambientales implementadas o sobre la comunidad de aves acuáticas y especies de interés.

4. RESULTADOS

4.1. Hidrometeorología e hidropериодо

4.1.1. Meteorología: Precipitaciones

Los datos de precipitación mensual estimada para los vaciaderos de Butano y la Horcada durante el presente ciclo hidrológico (septiembre 2019 – mayo 2020) estuvieron fuertemente correlacionados ($R^2 = 0.97$) como era de esperar por su cercanía. Los acumulados totales desde septiembre 2019 han estado un 22.2% y 13.7% por debajo de la media del periodo de referencia 1981-2010, respectivamente (Fig. 6). Sin embargo, la distribución de esta anomalía no fue uniforme dentro del ciclo, presentando un déficit marcado en otoño e invierno (-47.8% entre sep-2019 y feb-2020) y precipitaciones por encima de la media durante la primavera (+67.7-76.5% desde mar-2020). Especialmente secos fueron los meses de octubre y, sobre todo, febrero con cantidades marginales. Al déficit del presente ciclo hay que sumarle la sequía arrastrada durante el pasado año hidrológico 2018-2019, en el que los acumulados totales fueron un 32.5 y 34.9% inferiores a la media en los vaciaderos de Butano y la Horcada respectivamente.

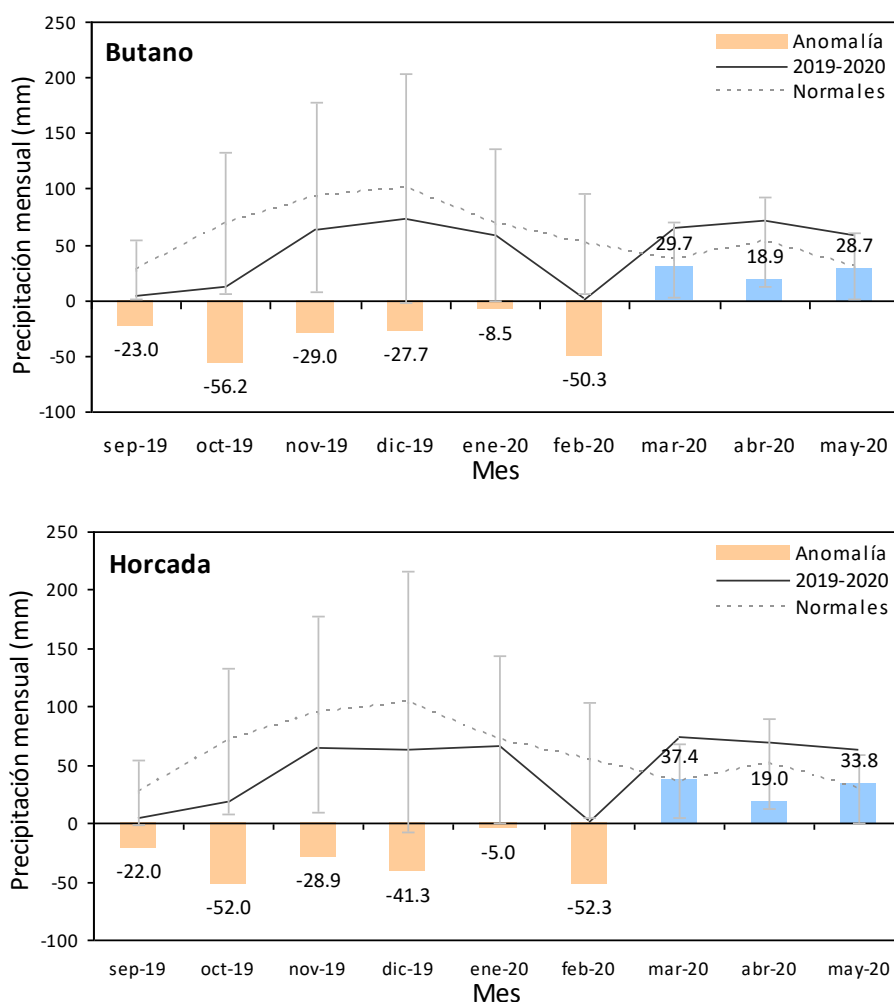
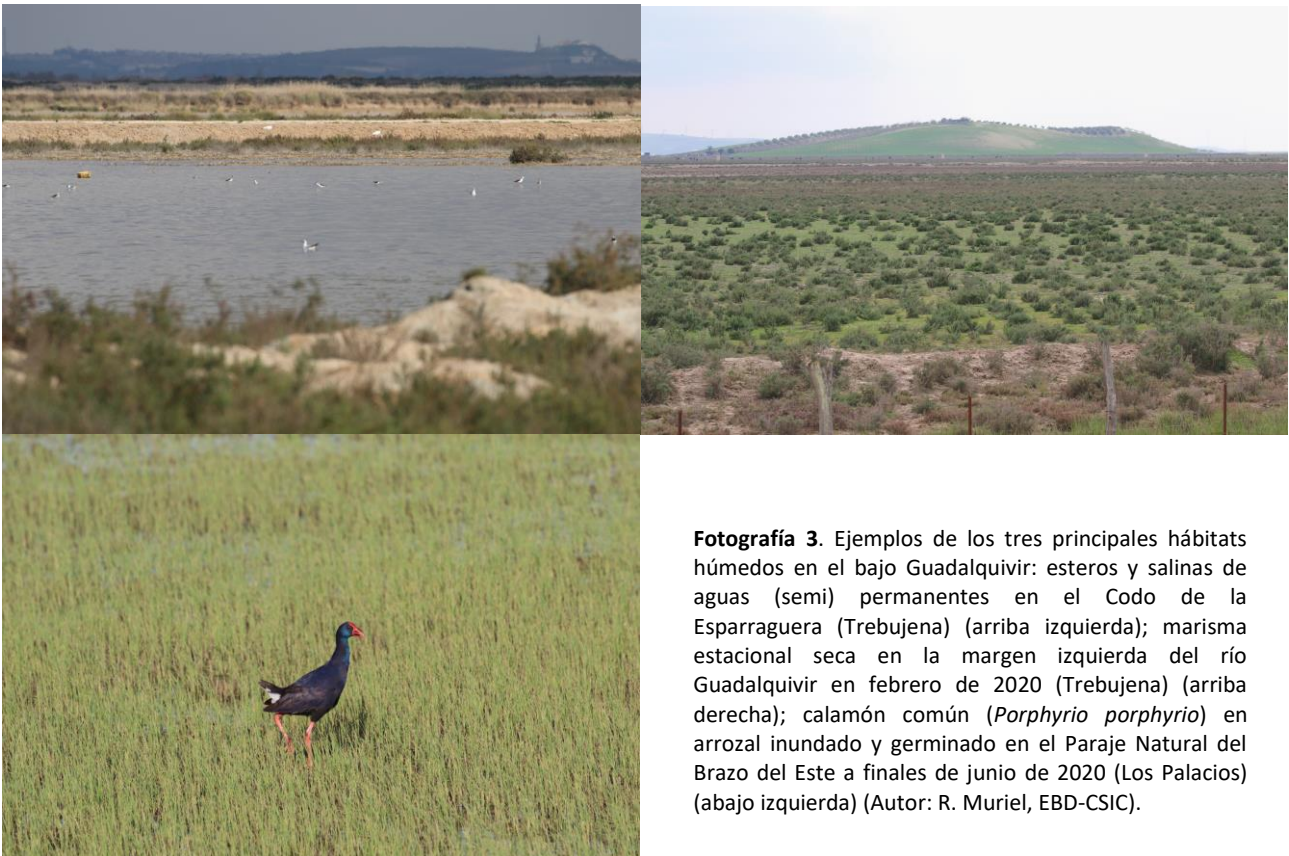


Figura 6. Precipitación mensual registrada entre septiembre 2019 y mayo 2020 (línea sólida), precipitación mensual media normal (\pm SD) para el periodo de referencia 1981-2020 (línea discontinua), y anomalía en la precipitación observada respecto a la normal (i.e. anomalía = registrada – normal; azul: positiva, naranja: negativa) para los vaciaderos de Butano (arriba) y la Horcada (abajo), calculados a partir de la interpolación de las series de precipitación de los observatorios de Sevilla Aeropuerto (5783), Jerez de la Frontera (5960) y El Arenosillo (5860E).

4.1.2. Inundación de hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir

La sequía de fondo y el déficit de precipitaciones durante el otoño-invierno han afectado de forma desigual a los tres principales hábitats utilizados por las aves acuáticas en el bajo Guadalquivir (Fig. 7).

Como cabía esperar, los cuerpos de **aguas permanentes** (e.g. esteros, salinas, balsas) mantuvieron niveles altos de inundación por encima del 70% a lo largo de todo el ciclo, con un pico máximo en febrero. Estos niveles elevados con reducida variabilidad estacional e interanual, son necesarios para sostener los usos a los que se destinan (e.g. acuicultura, producción de sal, riego) y se consiguen gracias a los aportes externos de origen fluvio-mareal o subterráneo (i.e. acuíferos), independientes de las precipitaciones estacionales.



Fotografía 3. Ejemplos de los tres principales hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir: esteros y salinas de aguas (semi) permanentes en el Codo de la Esparraguera (Trebujena) (arriba izquierda); marisma estacional seca en la margen izquierda del río Guadalquivir en febrero de 2020 (Trebujena) (arriba derecha); calamón común (*Porphyrio porphyrio*) en arrozal inundado y germinado en el Paraje Natural del Brazo del Este a finales de junio de 2020 (Los Palacios) (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En cambio, las **marismas estacionales** sufrieron directamente el déficit hídrico en las precipitaciones del presente ciclo y la sequía plurianual arrastrada (Fig. 7). El nivel medio mensual de inundación estuvo un 49.3% por debajo del nivel medio normal de los últimos 10 años. Las precipitaciones del otoño y comienzo del invierno fueron insuficientes para superar el umbral de desbordamiento de la capa freática que alimenta las marismas, ya mermada por el déficit hídrico arrastrado, lo que provocó que la marisma permaneciese seca hasta prácticamente el mes de febrero. Finalmente, con unas precipitaciones primaverales más cuantiosas de lo habitual, la marisma se inundó parcialmente, pero manteniendo un nivel máximo un 20% inferior al normal. Debido al llenado tardío y al secado rápido por el menor volumen de agua, el hidropereodo efectivo fue mucho más corto del habitual (-40%). La marisma ocupa entorno al 35% de la superficie del bajo Guadalquivir y constituye el principal hábitat natural por superficie para las aves acuáticas. El llenado tardío e insuficiente implica escasez de zonas de alimentación y descanso durante la invernada y el paso migratorio, y de nidificación para los reproductores más tempranos. Además, el secado prematuro perjudica a las especies de reproducción tardía.

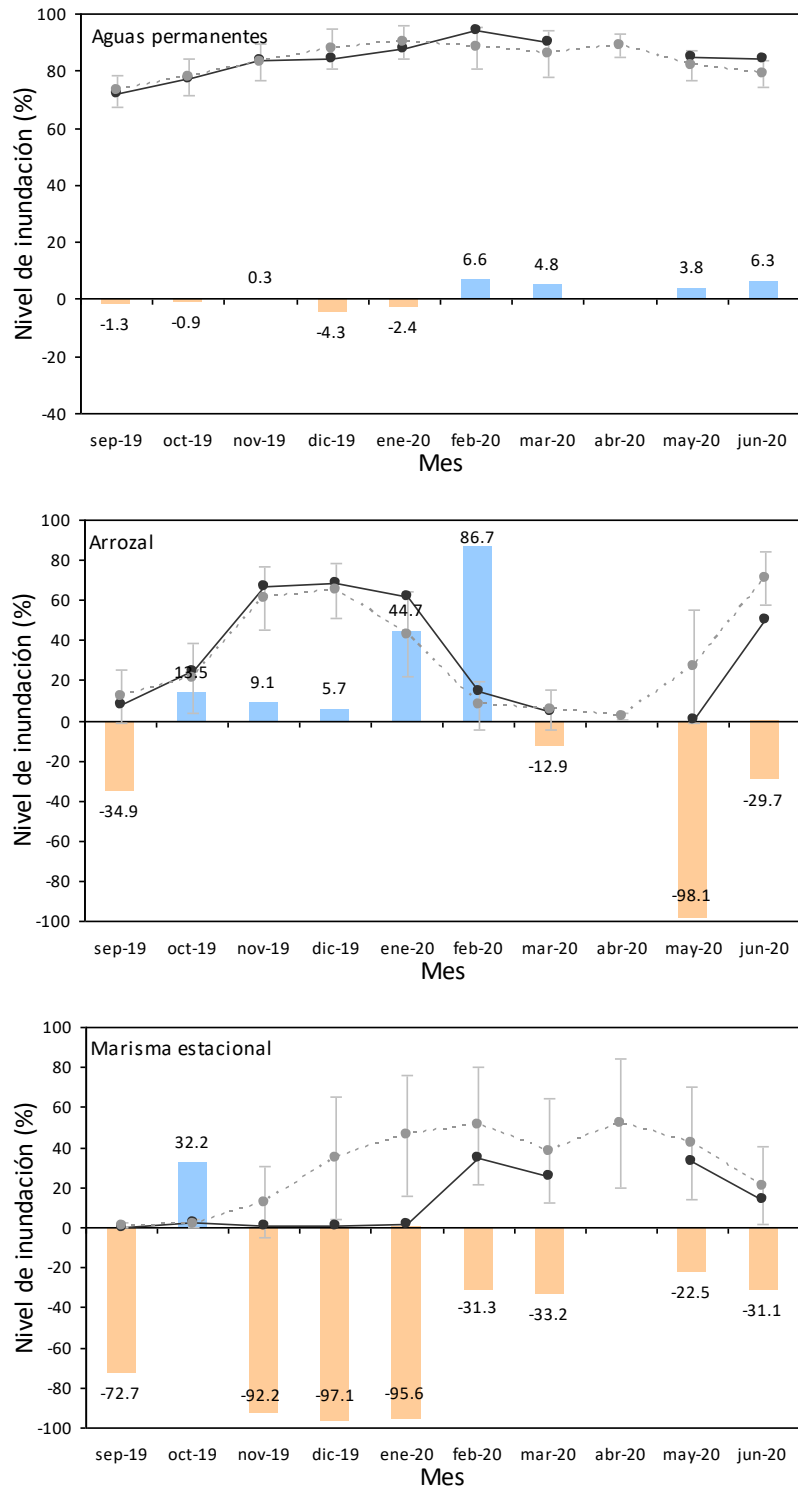


Figura 7. Porcentaje de inundación de masas de agua permanentes (arriba), arrozales (centro) y marismas estacionales (abajo) en el bajo Guadalquivir durante el actual ciclo hidrológico entre septiembre 2019 y junio 2020 (línea sólida), valores normales para el periodo de referencia 2010-2020 (línea discontinua) y anomalía hídrica resultante (i.e. anomalía = registrada – normal; azul: positiva, naranja: negativa). Valores obtenidos de muestreos sobre series de inundación en base a imágenes LandSat 7-8 (LAST-EBD).

En el **arrozal** se registraron variaciones temporales respecto al ciclo agrícola normal, consistentes principalmente en el retraso de la preparación y siembra (Fig. 7). Debido a las precipitaciones abundantes de final de primavera y a una menor cuota de agua asignada a los regantes, las labores de preparación del cultivo y, por tanto, la inundación de la tablas se retrasó casi un mes y no comenzó hasta principios de junio.

Como resultado, la disponibilidad de condiciones óptimas de alimento y cobertura en el arrozal fueron inferiores a lo normal durante el periodo final de la reproducción. El arrozal es uno de los principales hábitats temporales alternativos para aves acuáticas en el bajo Guadalquivir, especialmente como lugar de alimentación, con una superficie similar a la de la marisma estacional. Es un medio artificial con un ciclo bimodal de inundación (otoño-invierno, primavera-verano) que no depende directamente de las precipitaciones, pero sí está sujeto a decisiones de manejo que pueden influir en los tiempos y áreas de inundación. Si bien la inundación otoñal de las tablas pudo aliviar parcialmente la falta de agua en la marisma, el retraso en la inundación y siembra del arroz en primavera pudo afectar negativamente a la reproducción de ciertas especies habituales en el arrozal, como la cigüeñuela común o el chorlito patinegro, ya condicionadas por un menor nivel primaveral de la marisma.

Un hidroperiodo más breve y una menor superficie de inundación de las marismas naturales estacionales favorecen el uso alternativo de medios más estables y predecibles como las aguas permanente de salinas o esteros, los arrozales o enclaves como los vaciaderos, que gracias al manejo sostenible aseguran la disponibilidad de agua desde el llenado en septiembre-octubre hasta su desecación en julio-agosto. La marisma seca durante el otoño e invierno podría haber favorecido la concentración durante el paso e invernada de aves en los vaciaderos, mientras que una menor superficie de inundación primaveral y un hidroperiodo más breve, junto con el retraso de la inundación del arrozal hasta principios del verano, podrían potenciar el papel alternativo de los vaciaderos como zonas de reproducción.

4.2. Vertido e inundación de vaciaderos terrestres

4.2.1. Butano

El **sector 2** fue acondicionado como recinto principal para contener el grueso de los vertidos en el vaciadero de Butano. Fue el primero en recibir materiales de dragado a comienzos de septiembre. El turno de vertido principal finalizó a mediados de septiembre con el llenado completo, pero se repitió una última tanda hasta el 30 de septiembre aprovechando el desagüe parcial de agua para acomodar nuevos sedimentos. El volumen final de vertidos fue superior a la capacidad prevista y la APS decidió disponer del sector 3S para alojar el excedente.



Fotografía 4. Descarga desde la draga de materiales dragados del fondo del río Guadalquivir a través de la conducción de vertido (izquierda) e impulsión en el sector de Butano3S (derecha) a principios del mes de octubre de 2019 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC)..

El sellado del sector 2 se realizó finalmente mediante el depósito directo de sedimentos frente a la caja de agua hasta alcanzar una altura superior a la cota máxima de inundación prevista. Este método evitó la filtración de agua a través de las tablas de la caja y garantizó el nivel máximo pasivo de inundación. Sin embargo, no permitió la regulación de la lámina de agua por evacuación controlada, excepto con la retirada de materiales con maquinaria.

Gracias al acondicionamiento previo, el llenado completo, el sellado de la caja de agua y las precipitaciones primaverales, Butano2 fue el sector con la lámina de agua más estable. El nivel se mantuvo alto, por encima del 75%, desde el llenado hasta el inicio del verano, lo que garantizó unas condiciones óptimas de inundación durante el periodo reproductor (Fig. 8 y 9). No obstante, a lo largo del mes de junio se constató un descenso lento y progresivo que favoreció la emergencia e interconexión de fondos en la zona noroeste de impulsión, donde los depósitos de sedimentos fueron mayores. Es muy probable que, según las condiciones meteorológicas, este sector mantenga una lámina suficiente hasta finalizar el periodo reproductor en agosto, siempre que no se realice una evacuación forzada. Una vez seco, está prevista la extracción de los sedimentos depositados en la presente temporada a lo largo de la próxima campaña 2020-21.

El llenado del **sector 3S** se realizó de forma imprevista para alojar el exceso de vertidos destinado a Butano. Debido a la urgencia en la adecuación de la mota perimetral y el inicio del vertido, no fue posible implementar actuaciones en este recinto equivalentes a las efectuadas en el sector 2. Se manifestó el interés de mantener al menos el nivel máximo de agua alcanzado mediante el sellado de la caja de agua, después de constatar filtraciones continuas a través de las tablas de la caja. Sin embargo, la APS decidió no intervenir para facilitar el vaciado hasta su desecación total, debido a la necesidad de incrementar la capacidad útil disponible en Butano de cara a la futura campaña de vertidos de 2020-21.



Fotografía 5. Comparación del estado del sector de Butano2 durante la ejecución de actuaciones ambientales antes del vertido a finales de agosto de 2019 (izquierda) y después del vertido a mediados de mayo de 2020 (derecha) (Autor: DRAVOSA; M. Barbero EBD-CSIC).

El vertido en Butano3S comenzó el 18 de septiembre y se prolongó de forma discontinua hasta el 24 de octubre. Aunque la superficie inicial alcanzada en Butano3S fue importante, con un 75% del recinto, la reducción de la lámina fue evidente desde el final del vertido debido a las filtraciones, provocando el rápido afloramiento de los fondos en la zona de impulsión en la mitad norte del subsector este (Fig. 8 y 9). Las lluvias primaverales estabilizaron el nivel temporalmente, pero volvió a descender a mayor ritmo durante los meses de mayo y junio con el aumento de las horas de luz y las temperaturas. A finales de junio el subsector este se encontraba prácticamente seco y en el oeste resistían varas láminas disjuntas de tamaño variable, la mayor rodeando parcialmente la zona de reproducción del brazo oeste y por debajo del nivel base de la caja de agua.

Con el descenso rápido del nivel, a primeros de marzo la empresa contratista (CORESA) procedió a abrir la mota del recinto por el lado noreste y retirar durante unas semanas parte de los sedimentos arenosos de la zona emergida de impulsión, sin afectar a la orilla en regresión hacia el lado sur. Este sector seguirá actuando como recinto alternativo para alojar los vertidos excedentes en el vaciadero de Butano durante la próxima campaña y es probable que no se retiren más sedimentos de su interior hasta entonces.

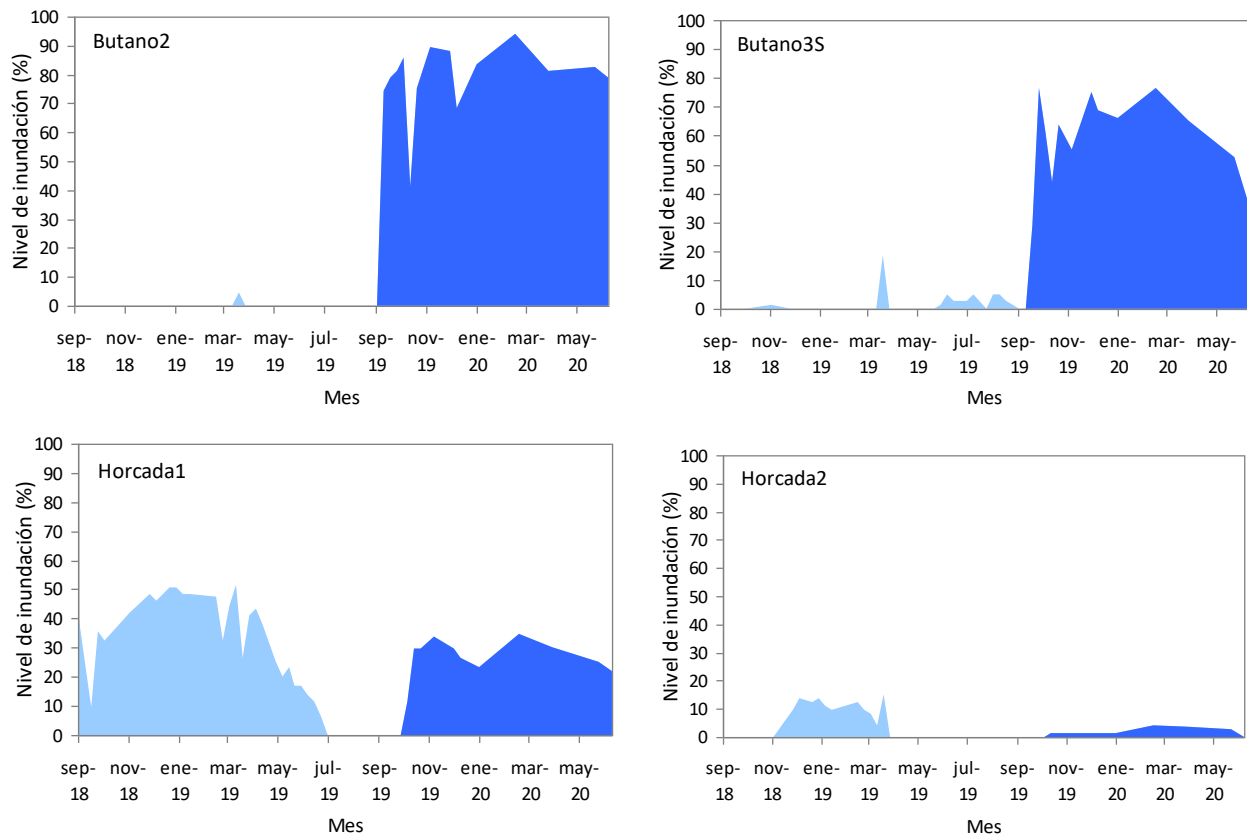


Figura 8. Nivel de inundación (%) respecto al área total del recinto durante el pasado ciclo hidrológico sep 2018 – ago 2019 (azul claro) y el presente sep 2019 – jun 2020 (azul oscuro) en los sectores de Butano2 (arriba izquierda), Butano3S (arriba derecha), Horcada1 (abajo izquierda) y Horcada2 (abajo derecha), en los que se realizó vertido en la campaña 2019-2020. Valores obtenidos a partir de imágenes LandSat 7-8 (LAST-EBD). Los descensos bruscos y breves son errores debidos a la presencia de nubes u otras interferencias en las imágenes satelitales.

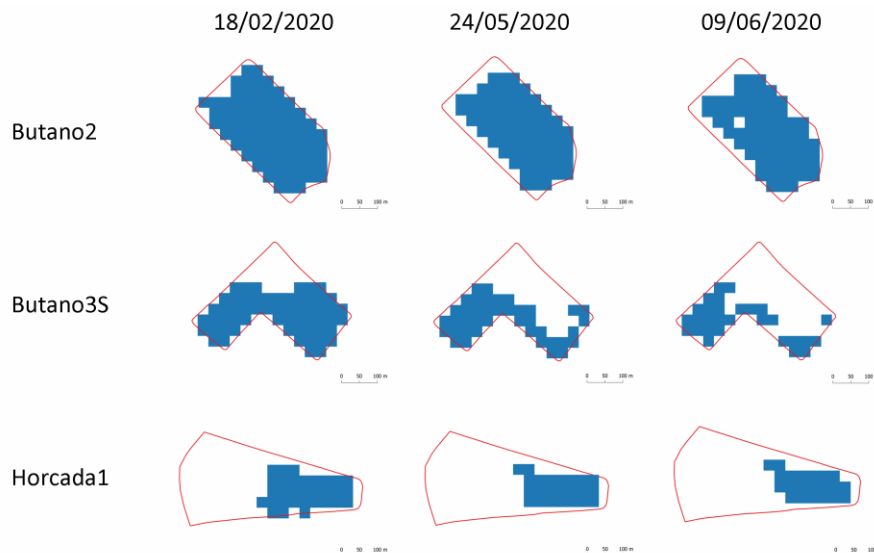


Figura 9. Comparación del área de inundación registrada (azul oscuro) a partir de imágenes satelitales LandSat 7/8 (LAST-EBD) en los sectores inundados de Butano2, Butano3S y Horcada1 en tres fechas representativas del ciclo hídrico durante el periodo de seguimiento 2019-20.

En **Butano1** no se efectuó ningún vertido y permaneció seco durante todo el periodo de seguimiento. La presencia de sedimentos arenoso-limosos procedentes del último vertido en este sector (2017-18) impidió incluso la formación de charcos temporales por la acumulación del agua de precipitaciones. Durante la

primera semana de mayo se iniciaron trabajos de extracción de áridos en el extremo noreste, zona centro y sureste, para lo que se habilitó el paso entre Butano1 y Butano2 y varios tramos de mota perimetral. Los trabajos se detuvieron en la primera semana de junio después de detectarse posibles afecciones al recinto de Butano2 y consensuarse alternativas entre la empresa subcontratista (CORESA), CSIC y APS. Este sector no recibirá vertidos durante la próxima campaña.

Finalmente, **Butano3N**, sin vertido y con labores continuas de movimiento, clasificación, mezcla y extracción de áridos, ha permanecido también seco durante todo el periodo de seguimiento. Se trata del sector destinado a recibir la mayor parte de los vertidos de la próxima campaña de dragado-vertido 2020-21 y en el que se aplicarán las principales actuaciones ambientales.



Fotografía 6. Aspecto de la caja de agua en Butano2 una vez sellado el frente con el acopio de materiales por encima del nivel máximo previsto del agua (izquierda). Se observa la parte superior de la escala limnimétrica pintada sobre el perfil metálico en la esquina de la caja. Detalle de la filtración de agua entre las tablas de la caja de agua de Butano3S a principios de noviembre (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.2.2. Horcada

El periodo de vertido en la Horcada se limitó sólo a dos jornadas entre el 28 y el 30 de septiembre, por lo que el volumen final de vertidos fue insuficiente para lograr el llenado previsto para el **sector 1** en la Propuesta de actuaciones. Como resultado, la superficie máxima de inundación fue inferior al 35% del área total del recinto, estando incluso por debajo de 50% registrado durante el invierno de 2019, que se consiguió únicamente a partir de las precipitaciones (temporada 2018-19 sin vertido) (Fig. 8 y 9). La profundidad alcanzada fue mínima (< 1.5 m) y la cota máxima del agua se quedó muy por debajo de la prevista (> 2 m de diferencia) y de las cotas de coronación de islas y mota, con los inconvenientes que supuso para el acceso y uso efectivo de las islas. Las causas de un vertido insuficiente parecen haber sido el menor grado de aterramiento de los tramos correspondientes a este vaciadero respecto al de otras campañas y el desvío de parte de los sedimentos para la regeneración de playas. El llenado de Horcada1 se realizó mediante la reconducción del vertido en el área de impulsión del subsector norte del sector 2 a través de un canal excavado en la parte norte de ambos sectores paralelo a la mota.

El nivel de agua y la superficie de la lámina en Horcada1 descendieron progresivamente desde el final del vertido debido a la falta de precipitaciones otoñales e invernales, con afloramiento rápido de fondos irregulares en el tercio oeste y conexión de la isla artificial al suroeste con el lado oeste. Las lluvias primaverales recuperaron temporalmente parte del nivel, que siguió bajando hasta mínimos a comienzo del verano. Debido al bajo nivel (< 25% de superficie), la lámina no fue regulable al encontrarse muy por debajo de la cota base de la caja de agua (> 2 m de diferencia). La dinámica hídrica y sus efectos sobre la dinámica de la comunidad de aves acuáticas, quedó por tanto sujeta a la variabilidad meteorológica.

En la próxima campaña 2020-21 está previsto un nuevo vertido de materiales con un procedimiento similar seguido en la presente. Aunque no se implementen nuevas actuaciones de diseño, si las condiciones del vaso lo permiten, deberían rectificarse ciertos elementos (e.g. altura de coronación de islas) para ajustarlos al nivel previsto del agua si el llenado previsto es de nuevo inferior a la cota máxima posible.



Fotografía 7. Conducción de vertido sobre el borde oeste de Horcada2 a mediados de septiembre de 2019 (arriba izquierda); panorámica de la orilla del río Guadalquivir y lado oeste de Horcada2 con marea alta a mediados de febrero de 2020 (arriba derecha); lámina de agua residual en subsector norte de Horcada2 procedente del vertido destinado a Horcada1 a mediados de febrero de 2020 (abajo izquierda); estado post-vertido de las islas artificiales en Horcada1, con una gran diferencia entre la cota de coronación y la superficie del agua debido al bajo nivel de inundación (abajo derecha) (Autor: R.Muriel, EBD-CSIC).

En la **Horcada2** no hubo intención durante la presente campaña de inundar el recinto. Pero si se utilizó el subsector norte como zona próxima de impulsión desde el río para redirigir el agua y parte de los materiales hacia Horcada1 mediante un canal excavado entre los sectores paralelos a la mota norte. Aun así, parte del agua quedó retenida en el subsector norte formando dos pequeñas láminas marginales ($\leq 400 \text{ m}^2$) muy someras y variables, capaces de perdurar gracias a los aportes de las precipitaciones primaverales y a la proximidad de la capa freática del cercano cauce del Guadalquivir (Fig. 8). Con el fin de las lluvias primaverales y el aumento de las temperaturas terminaron por secarse completamente.

La función de este sector durante la próxima campaña será similar a la de la presente, es decir, zona de impulsión para reconducir el vertido hacia Horcada1.

4.2.3. Yesos

En ninguno de los dos sectores del vaciadero de los Yesos se ha realizado vertido de dragados en la presente temporada

En el **Yeso1** se han venido realizando trabajos de movimiento, clasificación y extracción de áridos más o menos continuos durante todo el periodo de seguimiento, concentrados especialmente en la zona noreste y centro. La excavación de zanjas y catas en el fondo del vaso, ya de por sí próximo al nivel freático, permitió el afloramiento de pequeños charcos de agua semipermanente, alimentados también por la cuantiosas precipitaciones primaverales. No obstante, el aumento de las temperaturas y las horas de luz desde mediados de primavera terminó por secar la mayor parte de estos charcos.

En el **Yeso2**, se diferenciaron dos subsectores: el oeste totalmente colmatado por sedimentos arenosos muy permeables en los que ni siquiera se formaron charcos durante los episodios de lluvias (excepto una charca en la esquina suroeste), y el este que conservó la estructura de la última campaña de vertidos (2016-17) con fondos de arcillosos que si permitieron la retención de charcos temporales de escasa profundidad formados con las precipitaciones primaverales, que terminaron por secarse durante el mes de junio.



Fotografía 8. Maquinaria de extracción y clasificación de áridos trabajando en el lado noreste de Yeso1 durante la campaña 2019-20 (izquierda). Pequeñas láminas de agua marginales formadas por la acumulación de precipitaciones a principio de mayo de 2020 en el subsector este de Yeso2 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.3. Comunidad de aves acuáticas

4.3.1. Comunidad global

Entre noviembre de 2019 y junio de 2020, incluidos, se realizaron un total de 140 censos a lo largo de 24 jornadas de campo en los siete sectores de los tres vaciaderos terrestres del Guadalquivir (i.e. Butano, Horcada, Yesos) (Tabla 3). Este esfuerzo de muestreo supuso un 83.3% del máximo previsto (i.e. 168 censos) según el calendario establecido en el protocolo de seguimiento. Los factores meteorológicos (e.g. segundo censo de diciembre suspendido por temporal de lluvias) y, en menor medida, logísticos y administrativos (e.g. activación del contrato de personal), fueron los responsables de no alcanzar el número máximo de censos.

En total, se registraron **13773 ejemplares de 124 especies diferentes de aves pertenecientes a 19 órdenes** (Tabla 4). De estas, un 72.7% fueron aves acuáticas (o aves ligadas a medios acuáticos) de 59 especies (47.6%) y 10 órdenes (52.6%) (Fig. 10). La gran mayoría de los ejemplares y especies acuáticas censadas, 92.4% y 86.4% respectivamente, se observaron utilizando los recintos para descansar, alimentarse y/o reproducirse, mientras que el resto fue observado en vuelo circunstancial sin hacer uso directo de los recintos (Tabla 4; Fig. 10). En conjunto, el índice de diversidad de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos fue de $H = 2.2183$, y el nivel de uniformidad de $J = 0.5642$.

Tabla 3. Distribución del número de censos por sector, estación y mes en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo de seguimiento (nov-2019 a jun-2020).

Vaciadero	Sector	Otoño			Invierno		Primavera			Verano	Total
		Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		
Butano	1	1	0	0	2	2	3	2	4	14	
	2	2	1	2	2	3	4	3	4	21	
	3S	2	1	2	2	3	4	3	4	21	
Horcada	1	2	1	2	2	3	4	3	4	21	
	2	2	1	2	2	3	4	3	4	21	
Yeso	1	2	1	2	2	3	4	3	4	21	
	2	2	1	2	2	3	4	3	4	21	
Total		13	6	12	14	20	27	20	28	140	

Tabla 4. Número de individuos, especies y órdenes de aves registrados en los censos de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir en el periodo nov-2019 a jun-2020.

Grupo	Individuos	Especies	Géneros
Aves	13773	124	19
Aves acuáticas	10007	59	10
Aves acuáticas con uso directo	9249	51	9

De las 51 especies de aves ligadas a medios acuáticos de 9 órdenes distintos que utilizaron los vaciaderos, 27 (45.1%) pertenecían al orden caradriformes, que engloba, entre otros, a las limícolas, láridos (gaviotas) y estérnidos (charranes y similares). Los anseriformes (anátidas), pelecaniformes (ardeidas, morito) y passeriformes, fueron los siguientes órdenes en importancia con un 35.3% de las especies en conjunto. En el Anexo I se puede consultar un listado completo de todas las especies de aves acuáticas censadas en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, su abundancia absoluta y relativa, global y por sectores.



Fotografía 9. Hembra adulta de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) acompañando a un pollo en avanzado estado de desarrollo a finales de julio de 2020 (izquierda). Fue la especie más abundante en la comunidad de aves acuáticas de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo de seguimiento 2019-20. Congregación de chorlitejos grandes (*Charadrius hiaticula*) en paso primaveral en Horcada2 a principios de mayo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

La especie más abundante, con diferencia, en los vaciaderos durante el periodo de seguimiento fue la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), con casi la mitad del total de aves acuáticas observadas (46.7%) (Anexo I). Aunque su presencia fue regular y relativamente abundante en todos los sectores inundados a lo largo de todo el periodo, la presencia de bandos unos pocos bandos de entre 162 y 980 ejemplares durante noviembre y diciembre en el sector Horcada1 supuso el 38.8% de la abundancia registrada para todos los vaciaderos (ver apartado específico). En orden decreciente de importancia, otras especies con al menos un 5% de abundancia relativa total fueron: avoceta común (*Recurvirostra avosetta*,

9.9%), chorlitejo grande (*Charadrius hiaticula*, 5.7%), focha común (*Fulica atra*, 5.3%) y ánade azulón (*Anas platyrhynchos*, 5.1%) (Anexo I). En el caso del chorlitejo grande, el 85.7% de los ejemplares fueron censados en Horcada2 durante una sola jornada (03/05/2020), coincidiendo con la entrada temporal de grandes bandos en paso prenupcial. El resto de las especies citadas, tuvo una distribución de la abundancia más homogénea y continua en los recintos con agua.

Hay que destacar la presencia de al menos cinco especies listadas con algún grado de amenaza en los catálogos nacional y andaluz de especies amenazadas. Una de ellas, el porrón pardo (*Aythya nyroca*), catalogada en peligro (EN), tuvo una presencia relativamente escasa pero regular en el recinto de Butano2 donde incluso se reprodujo con éxito (ver apartado específico). El resto de especies (i.e. águila pescadora *Pandion haliaetus*, cerceta pardilla *Marmaronetta angustirostris*, focha moruna *Fulica cristata* y garcilla cangrejera *Ardeola ralloides*) aparecieron de forma ocasional con observaciones puntuales (ver detalles en apartado 3.5; Tabla 7).

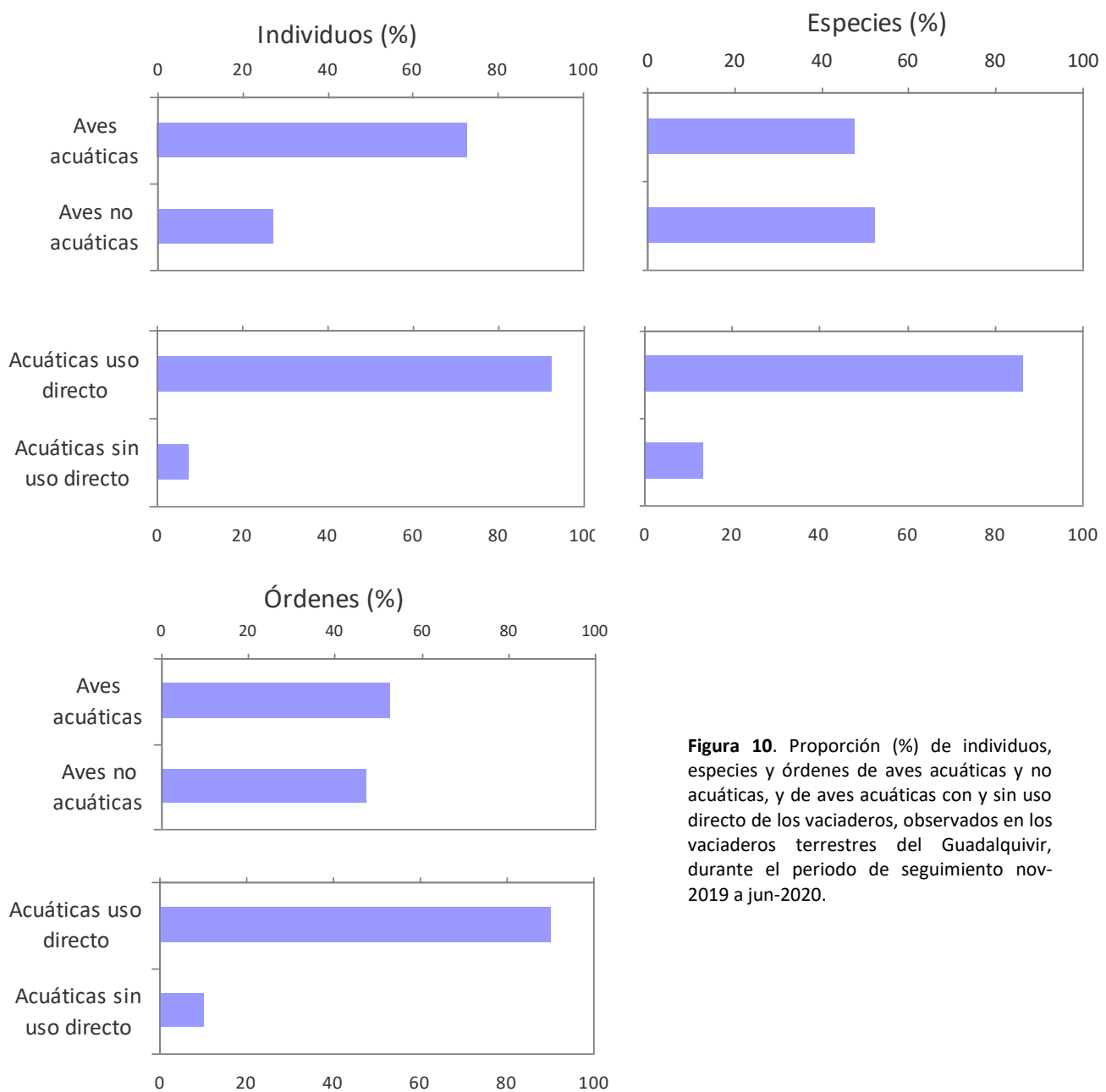


Figura 10. Proporción (%) de individuos, especies y órdenes de aves acuáticas y no acuáticas, y de aves acuáticas con y sin uso directo de los vaciaderos, observados en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento nov-2019 a jun-2020.

En los sectores inundados con vertidos, con o sin actuaciones ambientales específicas (i.e. Butano2, Butano3S y Horcada1) la comunidad de aves acuáticas fue mucho más abundante, diversa y homogénea que en aquellos sectores no inundados, dependientes de las precipitaciones y que permanecieron básicamente secos (i.e. Butano1, Horcada2, Yeso1 y 2) (Fig. 11).

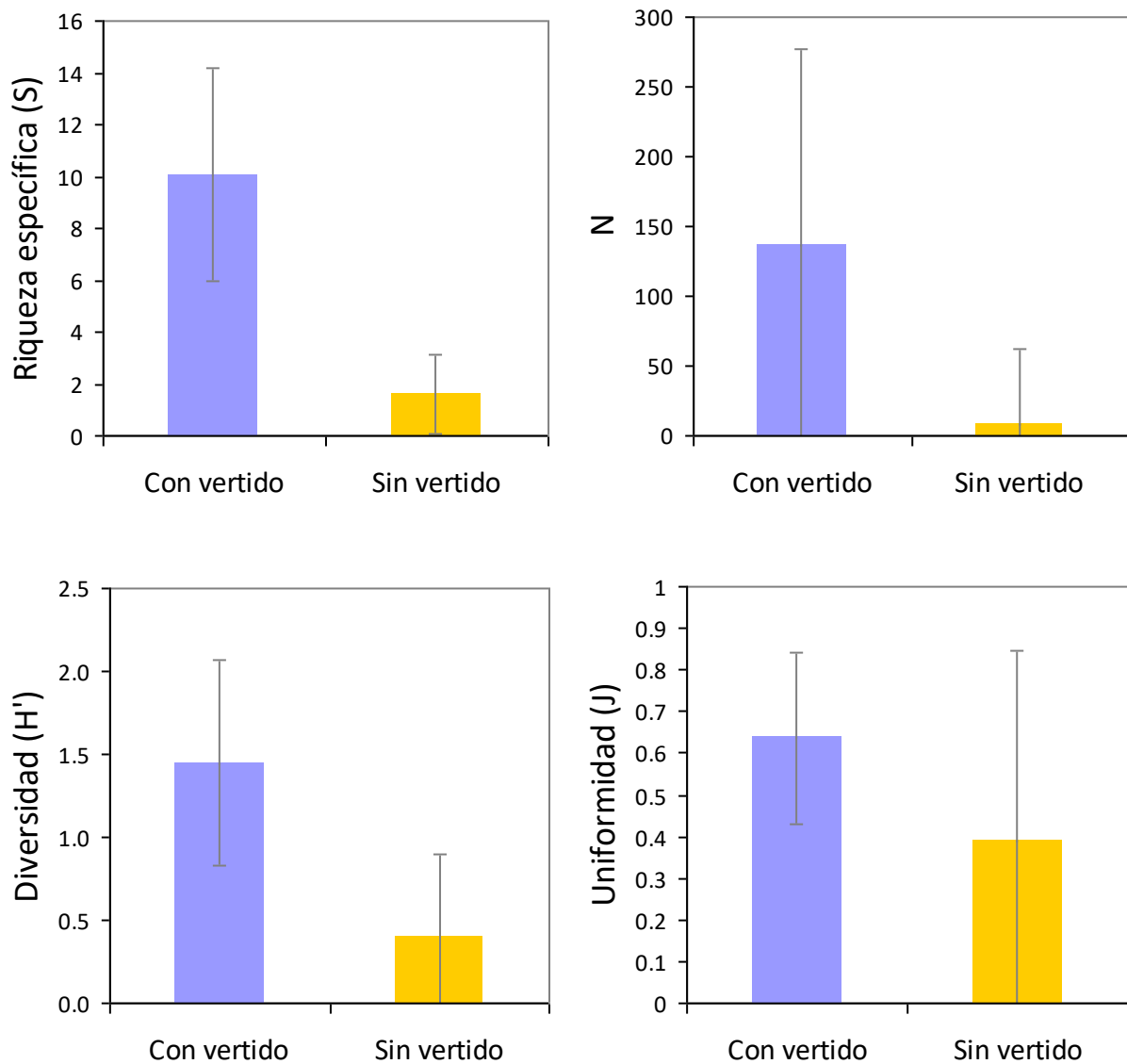


Figura 11. Valores medios \pm SD por censo de la riqueza específica (S, arriba izquierda), número de individuos (N, arriba derecha), diversidad (índice H, abajo izquierda) y uniformidad (índice J, abajo derecha), de la comunidad de aves acuáticas que utilizan los vaciaderos, para los sectores agrupados con y sin vertido de dragado.

Concretamente, la abundancia media por censo en los sectores con agua fue 15 veces superior a la de sectores sin agua estable. No obstante la variabilidad en los censos fue importante en ambos casos, con coeficientes de variación entre la dispersión de los valores y sus medias de algo más del 100% para los sectores con agua y de seis veces más en los secos. Esta variabilidad se debió a la presencia de grandes bandos de limícolas en concentración post-nupcial e invernada, entre los meses de noviembre y enero, y en paso primaveral, en alguno de los vaciaderos (Fig. 12). El resto del año, la abundancia media fue moderada y mucho más estable.

El número medio de especies (riqueza) y la diversidad media fueron más de 6 y 3 veces superiores, respectivamente, en los sectores con vertido en relación a los secos (Fig. 11). En los sectores inundados la riqueza y diversidad disminuyó durante el inicio de la invernada y aumentó de forma notable durante el paso prenupcial y el periodo reproductor, con un pico máximo en abril (Fig. 12). En los sectores sin agua, se observó un patrón similar, con aumento durante el periodo reproductor desde valores mínimos en la invernada, pero con niveles mucho menores y una gran variabilidad. La distribución de la abundancia en los censos fue más homogénea (mayor uniformidad) en los sectores inundados y durante el periodo de paso primaveral y reproducción, que durante el paso otoñal e invernada. No obstante, el grado de uniformidad fue muy variable durante el otoño e invierno en los sectores con agua debido a la presencia de grandes bandos monoespecíficos durante el paso otoñal, y a lo largo de todo el ciclo en los sectores secos, como resultado de una abundancia baja y muy variable.

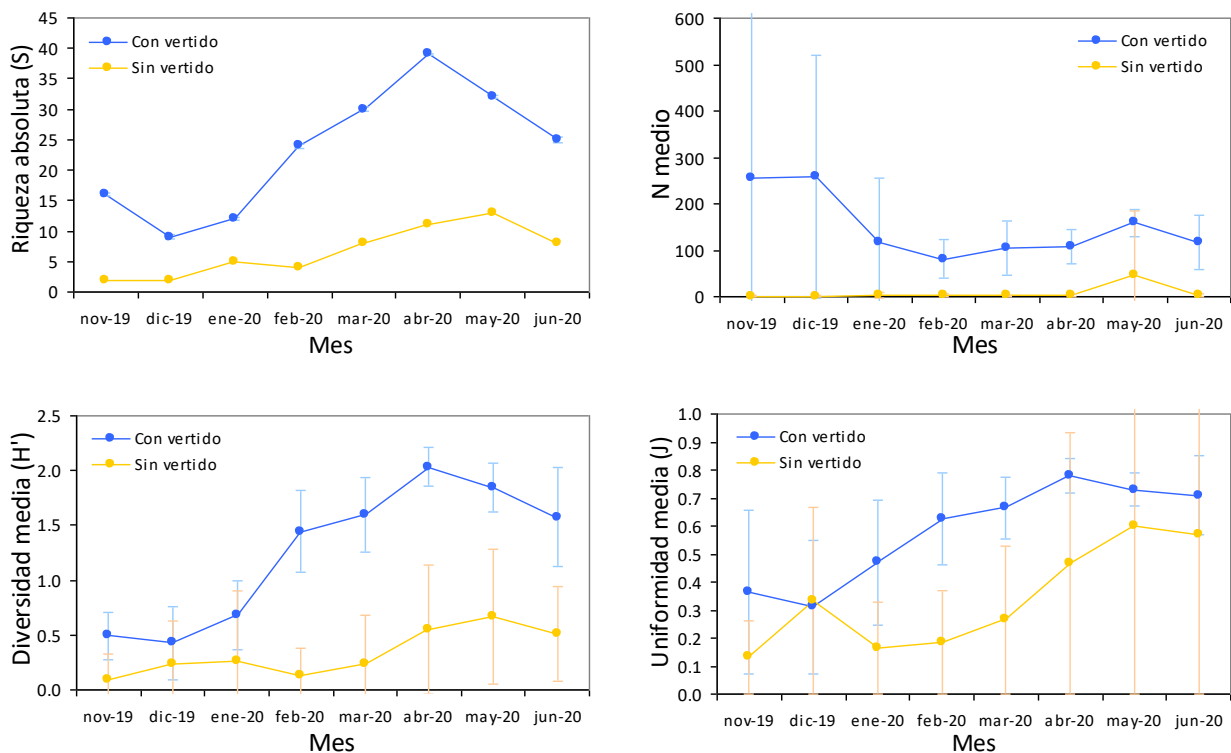


Figura 12. Evolución temporal de la riqueza específica absoluta (S , arriba izquierda) combinando censos, el número medio \pm SD de individuos (arriba derecha), diversidad media (índice H' , abajo izquierda) y uniformidad media (índice J , abajo derecha) por censo y mes de la comunidad de aves acuáticas en los sectores con y sin vertido de dragado de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

4.3.2. Comunidad por sectores

Como se ha comentado previamente, los sectores de **Butano2**, **Butano3S** y **Horcada1**, que se inundaron total o parcialmente con los vertidos de los dragados y que mantuvieron una lámina de agua suficientemente estable, mostraron los mayores niveles de uso por parte de la comunidad de aves acuáticas entre todos los recintos de los vaciaderos terrestres. El número total de especies observado a lo largo del periodo de seguimiento fue de 31, 30 y 36 pertenecientes a ocho órdenes, respectivamente. Los niveles medios por censo de riqueza específica y diversidad fueron similares entre ellos y claramente superiores a los sectores sin vertido (Fig. 13). La abundancia media fue también parecida, aunque la variabilidad registrada en Horcada1 fue muy superior a la de los otros dos sectores. Esta diferencia se debió a la concentración de grandes bandos de cigüeñuela común de entre 162 y 980 individuos en los meses de noviembre y diciembre, que aumentaron significativamente el rango de las abundancias medias mensuales por censo.

La variación de la riqueza, abundancia y diversidad medias a lo largo del periodo de seguimiento fue muy similares en los tres sectores, a excepción de la ya comentada mayor abundancia y variabilidad otoñal en Horcada1 (Fig. 14). El número de especies observado y la diversidad fueron menores durante el otoño y el comienzo de la invernada, aumentando de forma sincronizada en los tres sectores durante el mes de febrero, hasta alcanzar máximos en primavera e inicio del verano, durante la época reproductora. El aumento de la diversidad con abundancias medias no mucho mayores se tradujo igualmente en comunidades más equilibradas durante la primavera y comienzo del verano.

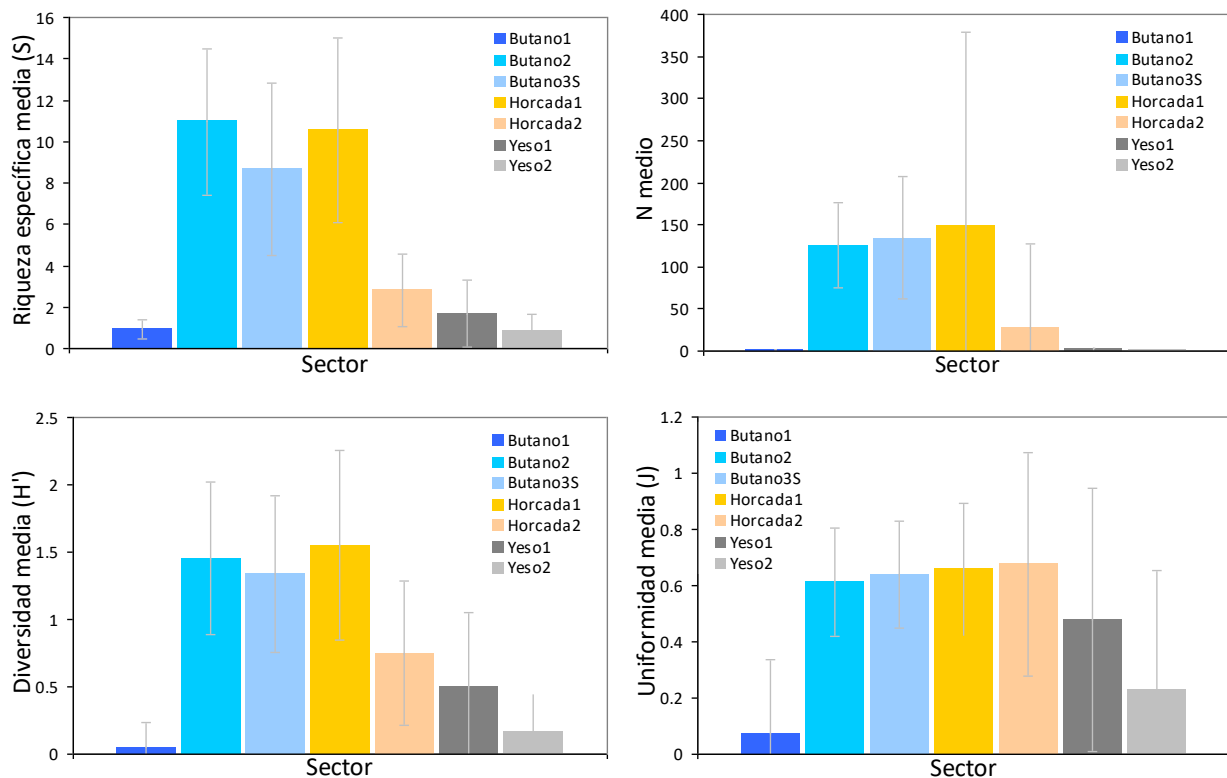


Figura 13. Valores medios \pm SD por censo de riqueza específica (S, arriba izquierda), número de individuos (N, arriba derecha), diversidad (índice H', abajo izquierda) y uniformidad (índice J, abajo derecha), de la comunidad de aves acuáticas que utilizan los vaciaderos, para cada uno de los siete sectores.

El pico de riqueza y diversidad medias fue muy parecido y sincronizado (i.e. abril) en Butano2 y Butano3S, algo no extraño siendo sectores vecinos en un entorno común y con probable intercambio de aves (Fig. 14). En la Horcada1 el pico de riqueza media fue superior y más tardío (i.e. mayo), mientras que el de diversidad fue ligeramente superior pero similar en tiempo.

En los tres sectores se observó una tendencia hacia una menor riqueza y diversidad medias a partir del verano, probablemente relacionado con el secado progresivo de las láminas de agua y, sobre todo, con el final del periodo reproductor para la mayoría de las aves, que pueden abandonar las zonas de cría una vez desarrollados los pollos. En este sentido, la disminución de riqueza y, particularmente, de abundancia media, fue menor (o nula) en **Butano2** que en los otros dos sectores (Fig. 14). Es probable que estuviese relacionado con unas condiciones más favorables para la reproducción, en parte gracias a las actuaciones desarrolladas, como un hidropuerto prolongado, mayor diversidad de profundidades e islas seguras para reproducción, que favorecieron una mayor presencia de especies nidificantes y pollos en fases tardías. En **Butano3S** la reducción de la riqueza y diversidad fue aun mayor desde finales de la primavera, observándose además una disminución estival de la abundancia en relación al recinto vecino de Butano2 (Fig. 14). Esta dinámica se debió probablemente a un menor hidropuerto consecuencia de las características particulares de llenado y gestión del agua del recinto. Este sector fue utilizado como zona de

vertido de último recurso del excedente procedente de Butano2, y en él no se llevaron a cabo actuaciones. El volumen y profundidad de la lámina de agua (máximo probable < 1.5 m) fue inferior al de Butano2, lo que unido a las filtraciones a través de la caja de agua, provocó la reducción rápida de la superficie y profundidad del agua, apenas mitigado por las precipitaciones primaverales. A principios de junio la lámina de agua representaba un 49.1% del máximo alcanzado al final del invierno, y a finales de junio gran parte del recinto se encontraba ya seco, con láminas residuales y fragmentadas de extensión variable. Una menor disponibilidad de superficies de alimentación y descanso provocaría una menor presencia de aves.

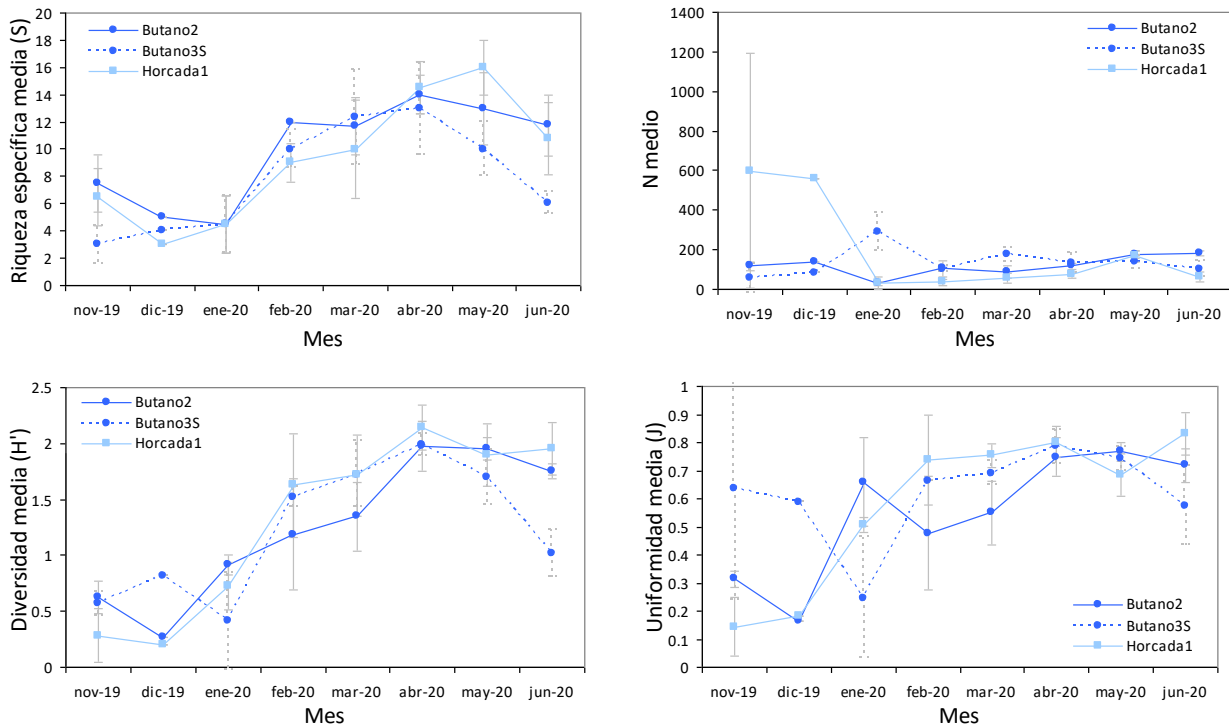


Figura 14. Evolución temporal de la riqueza específica media \pm SD (S, arriba izquierda), número medio de individuos (arriba derecha), diversidad media (índice H, abajo izquierda) y uniformidad media (índice J, abajo derecha) por censo y mes, de la comunidad de aves acuáticas en los sectores con vertido de dragado (i.e. Butano2, Butano3S y Horcada1) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20

Entre los sectores sin vertido destacó la **Horcada2**, donde se observaron 16 especies de aves acuáticas de 4 órdenes diferentes. Estos valores, aunque claramente inferiores a los registrados en los sectores con vertido y agua estable, duplicaron como mínimo los registrados en otros sectores sin vertido (Fig. 13). Esta diferencia se debe a que, como ya se ha comentado, este sector retuvo pequeñas láminas de aguas someras y variables entre otoño y primavera en su subsector norte, que sirvieron de zona de alimentación de unas pocas limícolas y passeriformes (e.g. cigüeñuela común, avoceta común, chorlitejos, andarríos, lavanderas). Además, la ubicación colindante de este sector con el Guadalquivir, favoreció la entrada ocasional de aves que siguen la orilla del río. Un ejemplo fue el registro de 453 chorlitejos grandes concentrados durante el paso primaveral en el subsector norte el día 03/05/2020, que supusieron el 85.7% de la abundancia total de la especie en el conjunto de los vaciaderos. En todo caso, las abundancias medias registradas fueron muy bajas y variables a lo largo del seguimiento (Fig. 14). La diversidad media mostró un primer pico invernal en el mes de enero y un segundo pico ligeramente superior en el paso primaveral en abril, gracias a pequeño aumento en el número de especies y de las abundancias.

En los **sectores 1 y 2 del vaciadero del Yeso**, se registraron 9 y 7 especies de aves acuáticas de 4 y 2 órdenes, respectivamente. En general, ambos sectores permanecieron prácticamente secos durante todo el seguimiento, excepto algunos charcos pequeños y temporales de origen variable, como ya se ha descrito. La presencia de aves acuáticas fue esporádica, temporal y de unos pocos individuos, relacionada con la

presencia de estos puntos de agua, principalmente durante la invernada y los pasos. Las únicas excepciones fueron la presencia estable durante el periodo reproductor de lavandera boyera (*Motacilla flava*; jóvenes incluidos) y carricero común (*Acrocephalus scirpaceus*) en los carrizos con tarajes de Yeso1, y la observación durante la primavera en Yeso1 de hasta dos ejemplares de chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) con reclamo y exhibición de alarma habitual en individuos reproductores.



Fotografía 10. Aves exóticas no acuáticas habituales en los censos de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo de seguimiento de la campaña a 2019-20: cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*) hembra alimentándose de las semillas de cardo mariano en Butano2 a mediados de abril (arriba izquierda); tejedor cabecinegro (*Ploceus melanocephalus*) hembra en un taraje de Horcada1 a mediados de abril (arriba derecha); y grupo de estrildas comunes (*Estrilda astrild*) entre Butano2 y 3N a principios de junio de 2020 (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Finalmente, el sector de **Butano1** tuvo una presencia testimonial de aves acuáticas con sólo dos especies de passeriformes: cetia ruiseñor (*Cettia cetti*), como reproductor probable y estable en el bosque de ribera al norte del recinto, y un único registro de carricero común. Este recinto, parcialmente colmatado por los sedimentos mixtos del último vertido (2017-18) y cubierto de vegetación pionera, no retuvo el agua de precipitaciones, por lo que la ausencia de puntos de agua fue total.

4.3.3. Comunidad de nidificantes global y por sectores

En conjunto se registraron 10 especies de aves acuáticas no passeriformes que nidificaron en alguno de los sectores de los vaciaderos terrestres, incluyendo cuatro anátidas (ánade azulón *Anas platyrhynchos*, pato colorado *Netta rufina*, porrón europeo *Aythya ferina*, porrón pardo *Aythya nyroca*), tres limícolas (cigüeñuela común *Himantopus himantopus*, avoceta común *Recurvirostra avosetta*, chorlitejo chico *Charadrius dubius*), dos gruiformes (focha común *Fulica atra*, gallineta común *Gallinula chloropus*) y un podicipediforme (zampullín chico *Tachybaptus ruficollis*) (Tabla 5). A estas especies habría que sumar la muy probable reproducción de cuatro passeriformes ligados a medios húmedos presentes durante la época reproductora: lavandera boyera (*Motacilla flava*), carricero común (*Acrocephalus scirpaceus*), carricero tordal (*Acrocephalus arundinaceus*) y cetia ruiseñor (*Cettia cetti*), y la de una especie no acuática de interés, el abejaruco europeo (*Merops apiaster*). En las siguientes estadísticas y comparaciones se utilizan

únicamente las especies acuáticas reproductoras no paseriformes por su carácter más conspicuo y mayor detectabilidad de nidificación y productividad.

Tabla 5. Lista de especies de aves acuáticas no paseriformes registradas como reproductoras (R, incubación observada) y con éxito reproductor (E, pollos observados) por sectores, en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante la temporada reproductora 2020 (hasta jun-2020). S: segura; P: posible (indicios por fecha y comportamiento). But: Butano; Hor: Horcada; Yes: Yeso. N total (S): número total de especies por sector con reproducción y éxito seguros.

Nombre común	Nombre científico	But1		But2		But3S		Hor1		Hor2		Yes1		Yes2	
		R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E
Ánade azulón	<i>Anas platyrhynchos</i>			S	S	S	S	S	S						
Avoceta común	<i>Recurvirostra avosetta</i>			S	S	S	S	S	S	*					
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>			P		S	S	S	S	S	S	P			
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>			S	S	S	S	P							
Focha común	<i>Fulica atra</i>			S	S			P							
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>			S	S	S	S	S	S						
Pato colorado	<i>Netta rufina</i>			S	S			S	S						
Porrón europeo	<i>Aythya ferina</i>			S	S										
Porrón pardo	<i>Aythya nyroca</i>			S	S										
Zampullín común	<i>Tachybaptus ruficollis</i>			S	S			S	S						
N Total (S)				9	9	5	5	6	6	1	1				

* Observado un grupo familiar de 2 adultos y un pollo procedentes probablemente de Horcada1. Sin indicios de reproducción nativa en Horcada2.

La reproducción se registró de forma generalizada sólo en los sectores Butano2, Butano3S y Horcada1, donde se realizó vertido y se mantuvo una lámina de agua suficiente durante la época reproductora. No obstante, también se confirmó la reproducción con éxito del chorlitejo chico (una especie menos dependiente del agua para la puesta) en Horcada2 y posible nidificación en Yeso1, ambos secos o con charcos marginales. Butano2 fue el sector con mayor riqueza de acuáticas reproductoras, con nueve especies confirmadas, seguido de la Horcada1 con seis y Butano3S con cinco especies, en todos los casos con éxito reproductor confirmado. Además, en base a los indicios no confirmados a fecha del presente informe, es probable la reproducción no confirmada del chorlitejo chico en Butano2, así como de la cigüeñuela común y la focha común en Horcada1.

Entre estas especies hay que destacar la reproducción con éxito en Butano2 de una pareja de porrón pardo, una anátida buceadora con reproducción muy escasa, localizada en el sur y el levante peninsular, que se encuentra catalogada en peligro de extinción. En el apartado dedicado a esta especie se proporcionan más detalles.

Se observaron diferencias importantes en la fenología reproductiva de la comunidad en conjunto entre los sectores con reproducción confirmada (Tabla 6). Butano2 fue el sector más temprano en el que se detectó la nidificación y éxito reproductor de especies acuáticas. Concretamente, un primer nido de cigüeñuela común a finales de marzo y la presencia a comienzos de abril de un grupo familiar de ánade azulón formado por una hembra con 10 pollos. Le siguieron Butano3S en abril y Horcada1 ya en el mes de mayo. Además, Butano2 fue también el sector con mayor duración del periodo de nidificación hasta el momento del presente informe, con puestas comprobadas aun a finales de junio (cigüeñuela común, focha común) y presencia de pollos pequeños con pocos días de edad de varias especies (cigüeñuela común, porrón europeo, pato colorado, focha común, zampullín común). Hasta el último censo del día 29/06/2020, el periodo mínimo de nidificación registrado fue de 96 días en Butano2, 79 en Butano3S y 57 en Horcada1. Estas diferencias están relacionadas probablemente con el hidroperiodo y la disponibilidad y diversidad de hábitats óptimos y estables de cría para múltiples especies.

Tabla 6. Fenología del periodo reproductor registrado en los sectores de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir con reproducción confirmada. Se muestran los periodos desde el primer registro de nidificación (nidos) y reproducción con éxito (pollos) hasta el último confirmados.

Sector	Parámetro	Primero	Último	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Butano2	Nidos	25/03/20	-				
	Pollos	03/04/20	-				
Butano3S	Nidos	11/04/20	17/05/20				
	Pollos	03/05/20	-				
Horcada1	Nidos	03/05/20	14/06/20				
	Pollos	01/06/20	-				
Horcada2	Nidos						
	Pollos	01/06/20	01/06/20				

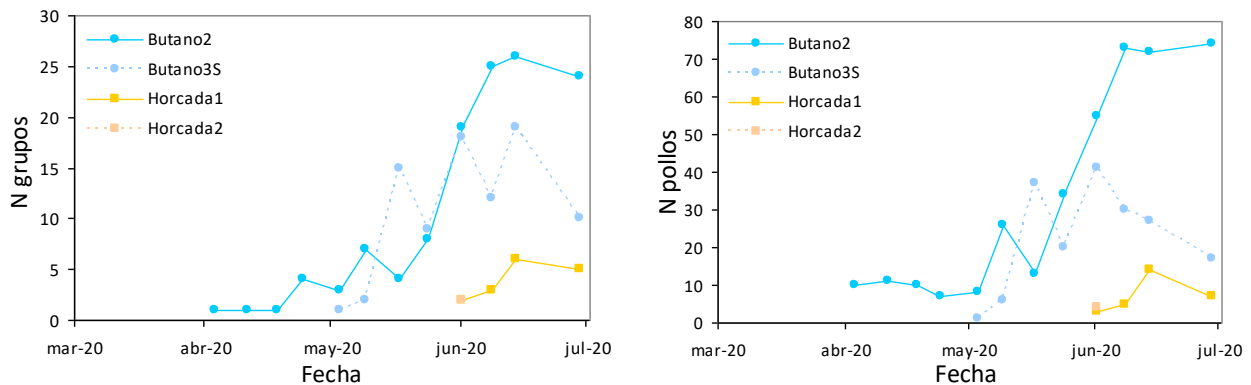


Figura 15. Variación temporal del número total de grupos familiares (izquierda) y de pollos (derecha) en los sectores con reproducción confirmada de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

La composición y abundancia de la comunidad de especies nidificantes, junto con la duración del periodo reproductor, parecieron influir en la abundancia de grupos familiares, la producción acumulada de pollos y la productividad total acumulada (ver definiciones en Material y métodos) (Fig. 15, 16). La producción total acumulada y la media (i.e. número medio de pollos de todas las especies por censo con pollos detectados) fueron superiores en Butano2, seguido de Butano3S y, a mayor distancia, Horcada1. La variabilidad de las medias entre censos fue importante debido al incremento progresivo de la abundancia hasta alcanzar los picos máximos a principios de verano. Butano2 mostró un mayor número acumulado de pollos que Butano3S, al combinar un pico máximo de producción más sostenido a lo largo de un periodo reproductivo más prolongado. Sin embargo Butano3S tuvo cifras de grupos familiares más parecidos a Butano2, tanto en términos acumulados como, sobre todo, medios, lo que resultó en una menor productividad acumulada en Butano3S respecto a Butano2 (2.08 vs 3.20 pollos/pareja). Podría deberse a diferencias en la composición de la comunidad nidificante, puesto que en Butano2 se reprodujeron con éxito varias parejas de diversas especies de anátidas con una elevada productividad acumulada (5.5.-8.1 pollos/pareja), mientras que en Butano3S dominaron cigüeñuelas y avocetas (95.3% de los grupos registrados vs 54% en Butano2) con una productividad acumulada inferior (1.99-2.31 pollos/pareja). Las diferencias ambientales entre ambos sectores también podrían influir sobre la productividad, pero es poco probable que sean importantes, puesto que, por ejemplo, la productividad acumulada de la cigüeñuela común en ambos sectores fue similar (2.18 pollos/pareja en Butano2 vs 1.99 pollos/pareja en Butano3S). Finalmente, no se puede descartar un efecto de sesgo de muestreo al asignar pollos a grupos familiares.

La diversidad y abundancia registradas de especies reproductoras, así como la duración del periodo reproductor parecen estar relacionadas con el mantenimiento del nivel del agua, la creación de zonas de nidificación estables y seguras (i.e. islas), y la mayor diversidad de hábitats y disponibilidad de recursos (e.g. aguas profundas y someras, vegetación sumergida y palustre).

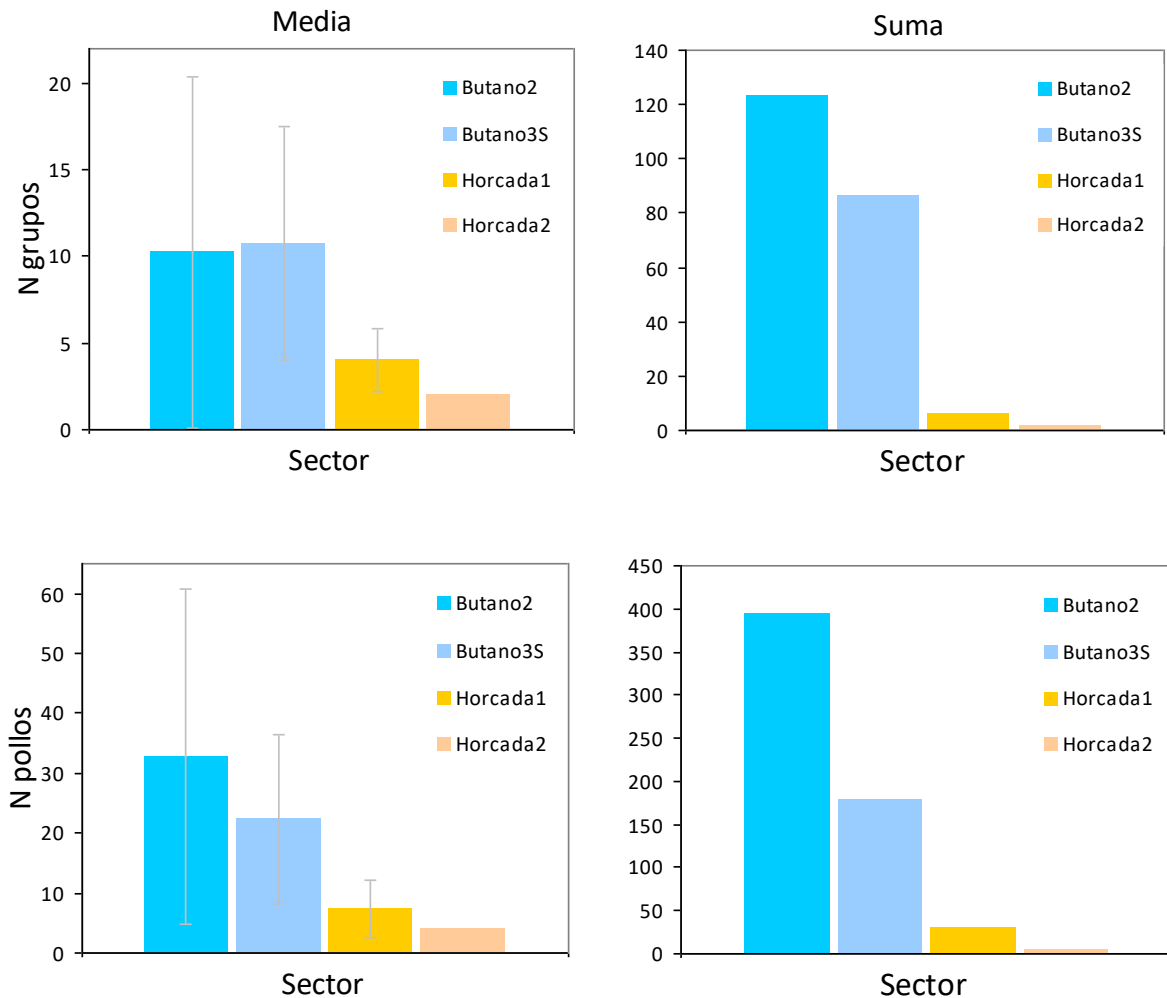


Figura 16. Número medio \pm SD de grupos familiares (arriba izquierda) y de pollos (abajo izquierda) por censo, y suma total de grupos familiares (arriba derecha) y de pollos (abajo derecha) en los sectores con reproducción confirmada de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

Butano2 fue el recinto con mejores condiciones para la nidificación de una rica comunidad de aves acuáticas gracias a la estabilidad de una lámina de agua relativamente grande, un hidropereodo prolongado, la diversidad de áreas de distinta profundidad, la existencia de islas seguras y estables, la abundancia de macrófitos sumergidos y la profusa cobertura vegetal en las orillas. La zona de impulsión en el lado noroeste de aguas someras y superficies emergidas y aisladas, fue de uso preferente para la alimentación y nidificación de limícolas (e.g. cigüeñuela común, avoceta común), alimentación de otras especies no reproductoras (e.g. morito común, flamenco común), y para el descanso de prácticamente todas las especies de acuáticas observadas, incluyendo anátidas, limícolas, canasteras, gaviotas, fochas y gallinetas. Las islas artificiales, rodeadas de aguas profundas, permitieron prolongar el periodo de nidificación y fueron clave para la reproducción de la cigüeñuela común, focha común y probablemente anátidas. Las zonas N-NE y O-NO de profundidad intermedia, presentaron el mayor desarrollo de macrófitos sumergidos y flotantes (i.e. algas filamentosas) esenciales para la alimentación de muchas de las especies presentes (e.g. anátidas, focha común, zampullín común) y como material de construcción de nidos (zampullín común). Es probable que la menor salinidad en los tramos de dragado asignados a Butano y la mayor presencia de nutrientes en el vertido y en los propios materiales del recinto, favoreciesen una mayor productividad de plancton y macrófitos en el agua y de vegetación anual y bianual en las orillas, tal como denota la dominancia de comunidades ruderales formadas por cardos (e.g. *Sylibum marianum*, *Carduus bourgeanus*) y acedera (*Rumex acetosella*), frente a comunidades halófilas con menor desarrollo en el resto de vaciaderos. No obstante, el rápido y profuso desarrollo de esta vegetación sobre la coronación y, sobre

todo, el perímetro de las islas artificiales, limitó su potencial como zona de reproducción de larolimícolas. Cabe destacar finalmente, la abundancia de taludes terrosos en el lado noroeste y norte, además de los dos taludes artificiales construidos, ocupados por el abejaruco común como especie no acuática de interés



Fotografía 11. Isla artificial de Butano2 con una profusa orla de vegetación anula/bianual espontánea a comienzos de mayo donde nidificaron varias especies de aves acuáticas (izquierda). Grupo de islas espontáneas en la zona de impulsión en el lado noroeste de Butano2 a principios de mayo, donde se instaló una colonia mixta de cigüeñuelas comunes y avocetas comunes (derecha) (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).

Butano3S ofreció condiciones adecuadas para la nidificación de limícolas sobre sustratos aislados, con poca cobertura vegetal, como las superficies emergidas y aisladas en el centro del subsector oeste, además de amplias superficies de aguas someras para la alimentación de limícolas, moritos, gaviotas reidoras y flamencos. En cambio no resultó atractivo para anátidas, fochas o zampullines, que precisan de láminas de agua más estables, zonas de mayor profundidad con abundante vegetación sumergida y orillas con mayor cobertura vegetal. Sin embargo, la disminución continua del nivel del agua y la conexión de las zonas emergidas con las orillas cercanas, adelantó el fin de la nidificación a mediados de mayo. En junio, quedaban láminas aisladas y menguantes de aguas muy someras, suficientes para el desarrollo de los pollos restantes y la alimentación puntual de otras especies visitantes (e.g. morito común, flamenco común).



Fotografía 12. Imagen aérea de Butano3S desde el sur, en la que se aprecia la zona seca y con extracción incipiente de sedimentos en el lado norte del subsector este (izquierda), y detalle de las islas espontáneas con tarajés en el subsector oeste, donde se estableció una colonia mixta de cigüeñuelas comunes y avocetas comunes (derecha), a comienzos de mayo de 2020 (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).

En **Horcada1**, la diversidad y abundancia de reproductores fue inferior al potencial del sector a pesar de las actuaciones llevadas. La principal razón fue el llenado insuficiente, muy por debajo de la cota máxima prevista en base a la cual se diseñaron los elementos para el descanso y nidificación de aves acuáticas. Como consecuencia, las cuatro islas artificiales creadas permanecieron como pirámides truncadas de taludes pronunciados con menor atractivo para su uso por aves acuáticas. Aun así, las orillas de las islas fueron utilizadas con asiduidad por anátidas (e.g. ánade azulón, pato colorado, porrón europeo), fochas y

algunas limícolas (e.g. avoceta común, cigüeñuela, andarríos chico y grande, chorlito chico) como zona de descanso y alimentación. Lo más destacable fue el uso de las superficies de coronación y taludes de las cuatro islas como lugar de nidificación por la avoceta común a pesar de la altura respecto al agua y la inclinación de los taludes. Esta especie selecciona sustratos aislados con poca cobertura vegetal, e incluso desnudos, con preferencia por humedales someros y salobres. Ninguna otra especie utilizó las islas como zona de reproducción. Se registró también la nidificación con éxito en el carrizal del lado sur de varias especies que instalan los nidos dentro o cerca de la cobertura vegetal de la orilla, como el ánade azulón, pato colorado o zampullín común.



Fotografía 13. Imagen aérea de Horcada1 desde el noreste, donde se pueden ver las islas artificiales y penínsulas construidas (izquierda), y Horcada2 desde el río Guadalquivir (derecha) a mediados de abril de 2020 (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).



Fotografía 14. Imagen aérea ortogonal de una de las islas medianas creadas en Horcada1 ocupada por una colonia nidificante de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) a finales de junio de 2020 (izquierda). Detalle ampliado donde se observan avocetas incubando sobre la superficie desnuda de coronación de la isla (derecha) (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).

4.4. Especies reproductoras

4.4.1. Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*)

Limícola cosmopolita ampliamente distribuida por zonas templadas y cálidas del centro y sur de Eurasia, África, Oceanía y América, excepto áreas desérticas y grandes extensiones de bosque tropical. Habita una gran variedad de zonas húmedas de aguas tranquilas, tanto dulces como salobres, interiores y costeras, de origen natural o artificial, siempre que cuenten con zonas someras para alimentarse y orillas o superficies emergidas con cierta cobertura vegetal para nidificar. En España es la limícola más abundante y constituye posiblemente la población más importante de Europa. Está presente en casi todas las regiones, con las principales zonas de reproducción en el Delta del Ebro y las Marismas del Guadalquivir. Básicamente estival,

aunque una pequeña parte de la población ibérica permanece en humedales del sur junto con invernantes norteños.



Fotografía 15. Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) adulta macho (izquierda) y hembra (derecha) en laguna restaurada cercana al vaciadero de los Yesos (Autor: R. Muriel - EBD-CSIC) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Es, con enorme diferencia, la especie de ave acuática más abundante en los vaciaderos terrestres, con casi la mitad (46.7%) de la abundancia total acumulada de toda la comunidad. Es también la más abundante en los sectores con vertido y lámina de agua más estable (41-57%), pero no así en los sectores secos (0-5%), excepto Yeso1 con 28% sobre una comunidad marginal de tan solo 25 individuos. Horcada1 fue el sector de mayor abundancia acumulada, con un 43.3% del total, seguido de Butano2 con un 30.6%, Butano3S con el 25.3%, y ya de forma testimonial Horcada2 y Yeso2 con el 0.6 y 0.2%, respectivamente (Fig. 17).

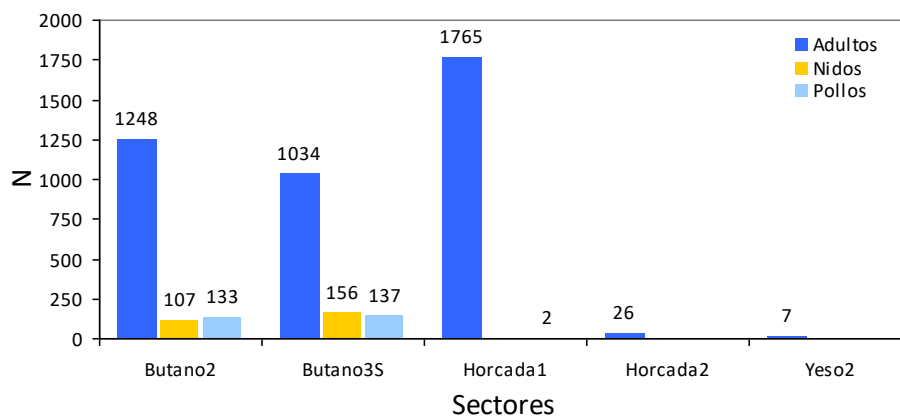
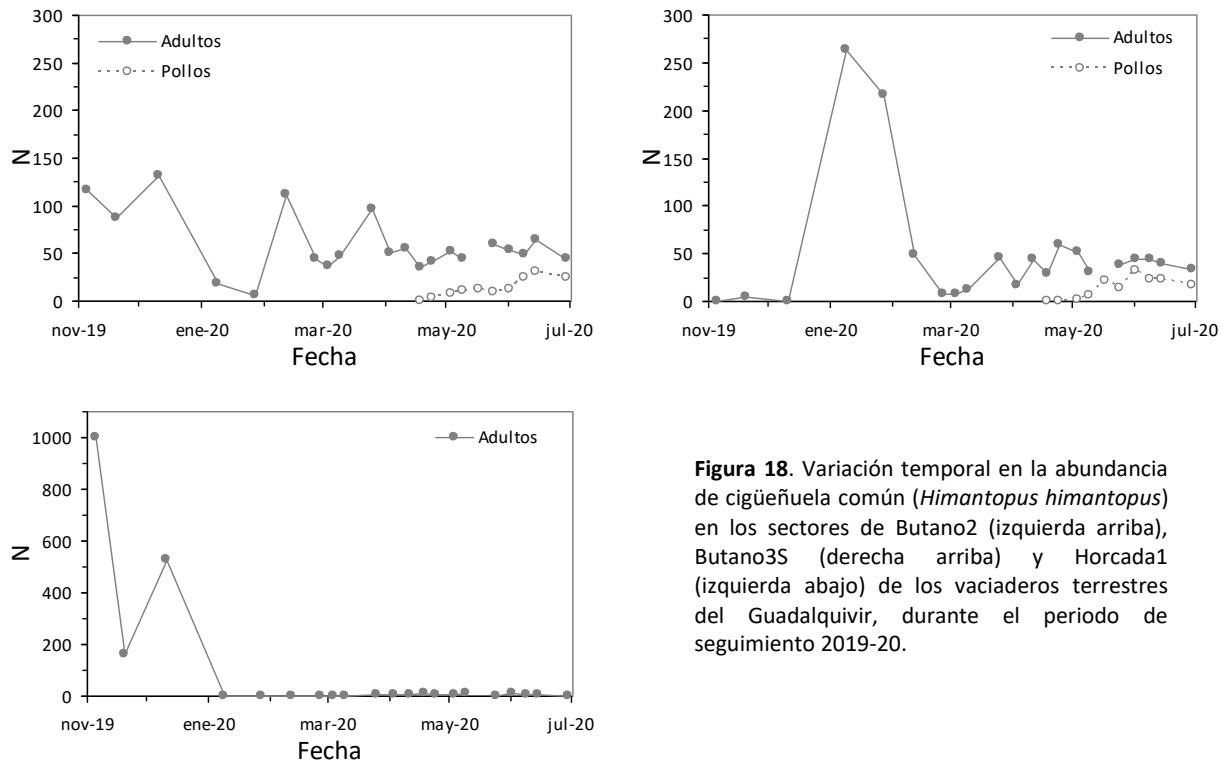


Figura 17. Número total acumulado de registros de adultos, nidos y pollos de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) en cada uno de los sectores con presencia de la especie i.e. Butano2, Butano3S, Horcada1, Horcada2 y Yeso2) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo del periodo de seguimiento 2019-20.

La cigüeñuela común estuvo presente de forma continua a lo largo de todo el periodo de seguimiento en el conjunto de los vaciaderos, pero la distribución temporal de la abundancia varió de forma notable entre sectores (Fig. 18). En la Horcada1, el sector con mayor abundancia acumulada, se comportó principalmente como una especie dispersante debido a la concentración de grandes bandos de 162-1000 ejemplares entre los meses de noviembre y diciembre (96% de la abundancia acumulada total). Desapareció por completo durante el invierno, para retornar de forma modesta a partir de la primavera y durante el resto del periodo reproductor con un máximo de 12 ejemplares. En cambio, en Butano3S no estuvo presente durante el paso otoñal, pero sí en invierno con concentraciones de hasta 263 ejemplares, que sumaron el 52.1% de la abundancia total en el sector. El número descendió hasta nuevos mínimos al inicio de la primavera para

repuntar y estabilizarse durante el periodo reproductor con conteos de 30-76 ejemplares adultos. La distribución en Butano2 fue relativamente más homogénea y continua durante todo el periodo, con picos en el paso otoñal e invernada de hasta 132 individuos, y una posterior disminución y estabilización a partir de la primavera, con una población de entre 35 y 64 ejemplares adultos en el periodo reproductor. Finalmente, en Horcada2 la presencia fue muy escasa y concentrada en la primavera, mientras que en Yeso2 fue accidental con sólo siete individuos en tres ocasiones.



Fue la especie con mayor número de parejas reproductoras y mayor producción de pollos en los vaciaderos terrestres, con un 43.7% de la abundancia acumulada de pollos registrados de todas las especies con éxito confirmado en la comunidad de aves acuáticas. Se registró la reproducción en tres de los cinco sectores con presencia, aunque sólo en Butano2, con el 68.6% de los nidos detectados y el 48.9% de los pollos, y Butano3S, con el 31.4% y 50.4% respectivamente, tuvieron una producción relevante (valores sobre totales acumulados). En Horcada1 únicamente se registraron dos pollos y ningún nido activo. La especie seleccionó como zona preferente de nidificación las cuatro islas artificiales construidas expresamente para el refugio y cría de aves acuáticas en Butano2, y superficies emergidas de forma espontánea y rodeadas de agua en la zona noroeste de impulsión en Butano2 y en la zona oeste de Butano3S (Fig. 19). Sólo se registró un nido fuera de estas zonas, muy próximo a la orilla sur en Butano2, bajo uno de los taludes artificiales para abejaruco europeo. En estos lugares formaron colonias mixtas con avoceta común y probablemente otras especies como focha común, gallineta, anátidas o chorlito chico. Es interesante destacar que las zonas utilizadas por los grupos familiares una vez nacidos los pollos, no fueron necesariamente las mismas zonas de nidificación, sino que seleccionaron aguas someras adecuadas para la alimentación. Es el caso de Butano2, las islas artificiales fueron idóneas para la reproducción segura, pero no como área de alimentación, al estar en aguas profundas y tener orillas de mayor pendiente. En cambio, la zona de islas emergidas al NO sí cumplió el doble papel de zona de nidificación y alimentación. En Butano3S, la zona de reproducción, aunque estaba rodeada de aguas someras, era relativamente pequeña en relación a la superficie de aguas poco profundas y zonas encharcadas en el resto del sector.



Fotografía 16. Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) hembra incubando (arriba izquierda) en nido con cuatro huevos (arriba derecha) en el sector de Butano2 a mediados de mayo de 2020. Pollo de cigüeñuela común emplumado (abajo izquierda) en Butano2 a finales de junio de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Por otro lado, la duración del periodo de nidificación fue distinta entre las tres zonas de cría (Fig. 19). Los primeros nidos con incubación se observaron entre finales de marzo y principios de abril en las tres zonas. Las islas emergidas en Butano2 y Butano3S alcanzaron un pico máximo a principios de mayo, perdiendo importancia a partir de entonces hasta dejar de ser utilizadas a comienzo de junio. Sin embargo, las islas artificiales de Butano2 mantuvieron un pico máximo más prolongado, desde mediados de abril hasta mediados de junio, cuando la nidificación declinó. Precisamente la reducción progresiva del nivel del agua y el entorno somero de las islas espontáneas, favoreció su conexión temprana con las orillas próximas, lo que causó la pérdida de atractivo como zona segura que las islas artificiales sí conservaron al estar en zona profunda.

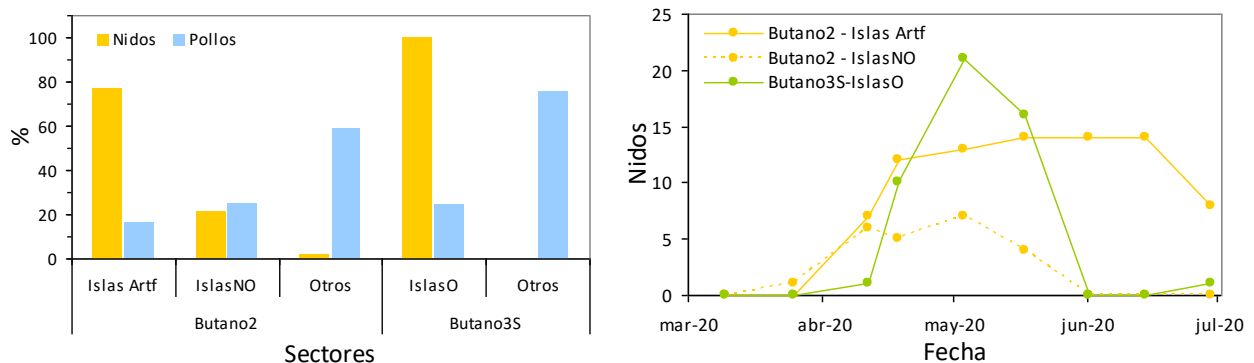


Figura 19. Porcentaje de nidos y pollos de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) en las colonias de cría y resto de zonas (otros) dentro de los sectores de Butano2 y Butano3S (izquierda), y variación temporal del número de nidos de cigüeñuela común en las tres colonias de cría dentro de los sectores de Butano2 y Butano3S (derecha), de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo de la temporada de reproducción 2020.

Por último, en Butano2 se realizó la única lectura de un ave anillada en el conjunto de los vaciaderos. Se trataba de un macho de cigüeñuela común con anilla PVC B[WP3] en tarso izquierdo (metal en derecho) que incubaba junto a su pareja en un nido en una de las islas artificiales de Butano2 el día 29/06/2020. Fue anillado en su segundo año de vida en la Cañada de los Pájaros a 13 km de distancia.

4.4.2. Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*)

Limícola abundante que se distribuye de forma fragmentada por zonas templadas y tropicales de Europa, centro y suroeste de Asia, y este y sur de África. Tiene predilección por humedales salobres y salinos de marismas, estuarios, zonas costeras y lagunas endorreicas, con amplias zonas someras y fangosas donde alimentarse y superficies seguras con escasa cobertura vegetal para nidificar. En la Península Ibérica se comporta como estival con dispersión y concentraciones post-reproductoras, además de recibir invernantes del resto de Europa. La población reproductora española es relativamente importante y se localiza principalmente en el suroeste (Marismas de Doñana, Bahía de Cádiz, Odiel), pero también en el levante y grandes lagunas salobres interiores.

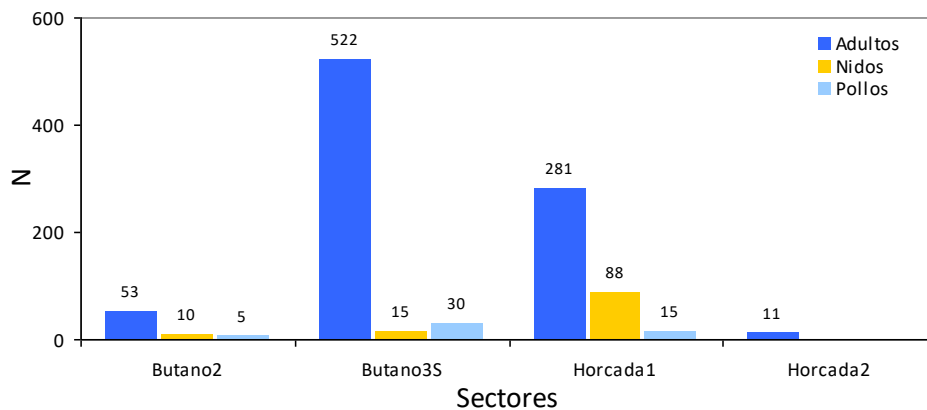


Figura 20. Número total acumulado de registros de adultos, nidos y pollos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en cada uno de los sectores con presencia de la especie i.e. Butano2, Butano3S, Horcada1 y Horcada2) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo del periodo de seguimiento 2019-20.



Fotografía 17. Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) adulta en laguna restaurada cerca de los Yesos (izquierda) y en Butano3S (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Fue la segunda especie en importancia en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir con un 9.9% de la abundancia acumulada total de la comunidad de aves acuáticas. Butano3S fue el sector con mayor presencia de la especie, con un 60.2% de la abundancia acumulada, seguido de Horcada1 con un 32.4%, Butano2 con el 6.1% y Horcada2, ya de forma ocasional, con sólo un 1.3% (Fig. 20). La abundancia estuvo

probablemente ligada a la existencia de amplias superficies someras de alimentación y la situación del vaciadero en la cuenca del río, debido a la preferencia de la especie por aguas salobres propias del tramo bajo.

El uso y distribución temporal de la abundancia fue muy variable entre sectores. En Butano3S, se constató un importante flujo durante el otoño e inicio de la invernada con un pico máximo de 93 ejemplares, que decayó hasta mínimos durante el resto de la invernada, para aumentar de nuevo durante el paso primaveral hasta marcar un nuevo máximo (Fig. 21). La abundancia cayó de nuevo hasta estabilizarse durante la época reproductora entorno a 11-31 ejemplares, para terminar por abandonar el recinto durante el mes de junio. El patrón fue similar en Horcada1 y Butano2 y diferente del descrito en Butano3S. En ambos casos no se registró paso otoñal ni invernada apreciable. Los primeros registros tuvieron lugar en marzo en Butano2 y desde abril en Horcada1, con un pico máximo absoluto de 12 ejemplares a mitad de abril en Butano2, y más tardío de 72 individuos a finales de mayo en Horcada1. En Butano2, la presencia disminuyó y se estabilizó temporalmente con sólo 2-6 ejemplares adultos durante la época reproductora, mientras que en Horcada1 la abundancia se redujo progresivamente a lo largo del mes de junio desde el máximo. El mayor uso durante el paso y la invernada podría estar relacionado con la menor disponibilidad relativa de superficies de aguas someras con suficientes recursos tróficos en el entorno cercano (e.g. esteros, salinas y arrozales mucho más abundantes entorno a Horcada que en Butano), además de las características propias de cada recinto (diferencia entre Butano3S y 2). Las variaciones en la fenología reproductiva, podrían estar relacionadas con la disponibilidad de superficies de nidificación adecuadas (e.g. desarrollo más temprano y profuso de vegetación en zonas de cría en Butano), atracción heteroespecífica (e.g. presencia de colonias tempranas de cigüeñuela común) y la dinámica de zonas de cría cercana.

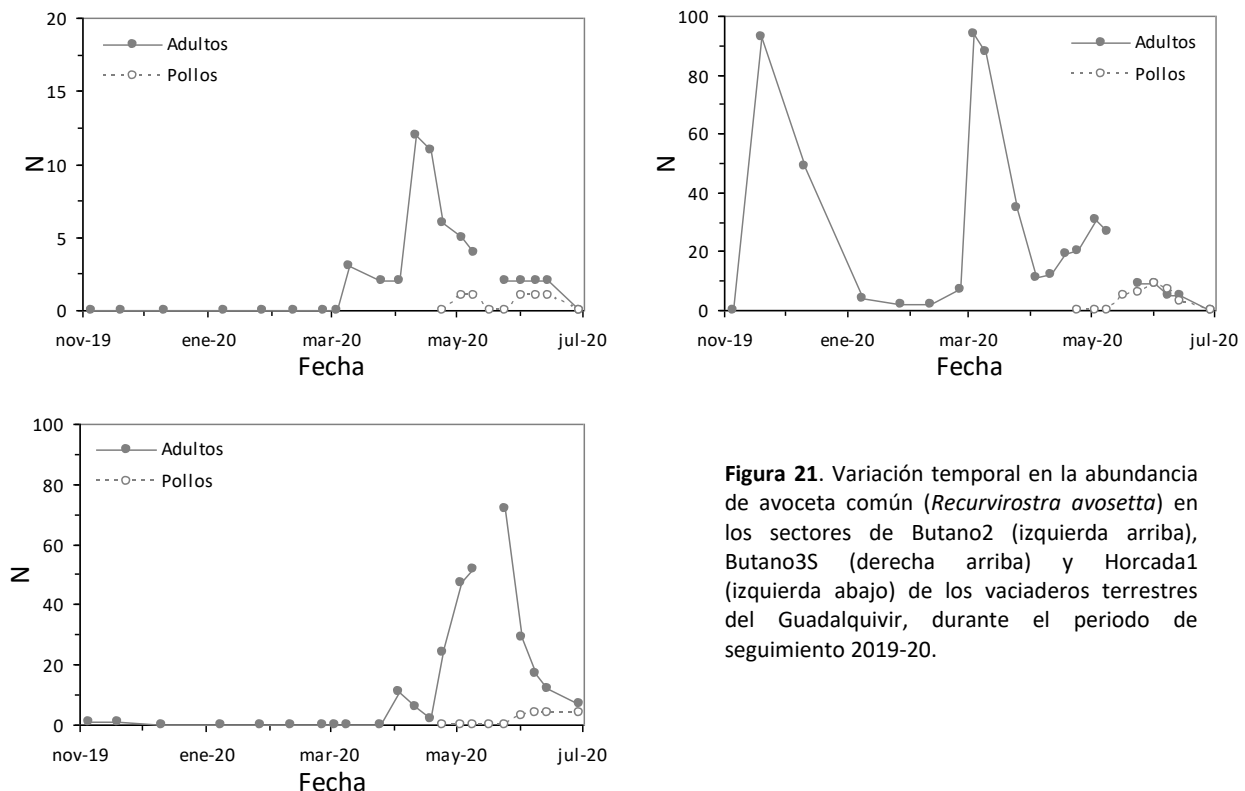


Figura 21. Variación temporal en la abundancia de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en los sectores de Butano2 (izquierda arriba), Butano3S (derecha arriba) y Horcada1 (izquierda abajo) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

La intensidad y dinámica de nidificación también varió entre recintos (Fig. 22). Horcada1 fue el sector con mayor número de nidos activos registrados, con un máximo de 36 a mediados de mayo, mientras que en Butano2 y Butano3S el máximo fue notablemente inferior y más temprano, con 5 y 7 nidos entre mediados de abril y principios de mayo, respectivamente. En todos los casos, la avoceta seleccionó superficies

emergidas aisladas con poca o nula cobertura vegetal, como las zonas emergidas en el lado NO de Butano2 y zona oeste de Butano3. Al contrario que con la cigüeñuela común, no se registró presencia ni nidificación en las islas artificiales de Butano2, probablemente debido a la profusa orla de vegetación ruderal crecida entono a la orilla de las islas. Por el contrario, las islas artificiales de Horcada1, carentes de vegetación, sustentaron la principal colonia de cría en el conjunto de los vaciaderos, incluso a pesar de la gran diferencia de cotas entre la lámina de agua y las superficies de coronación de las islas ($\geq 1.5\text{m}$), y la gran pendiente de los taludes emergidos, causado por el llenado insuficiente del sector. Cabe destacar la baja productividad observada y las diferencias entre sectores. En Horcada1, a pesar de ser el recinto con el mayor número de nidos activos, la productividad estimada a partir del número máximo de nidos y de pollos observado fue de tan sólo 0.11 pollos/nido, frente a 0.2 de Butano2 y 0.78 de Butano3S. En esta especie no es inusual un bajo éxito reproductor y productividad provocado por predación o molestias, pero no están claros los motivos en los vaciaderos, especialmente en Horcada1.

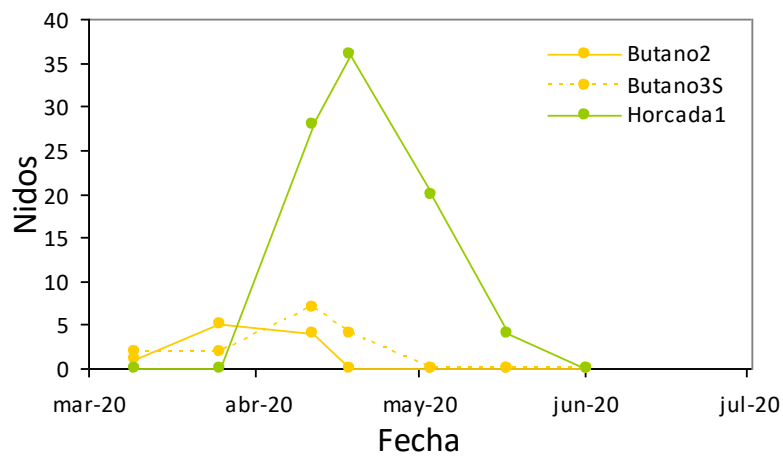


Figura 22. Variación temporal del número de nidos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en las tres colonias de cría de los sectores de Butano2, Butano3S y Horcada1, de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo de la temporada de reproducción 2020.



Fotografía 18. Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) incubando en colonia de islas espontáneas en Butano3S a finales de abril (izquierda) y adulto acompañando a pollos de pocos días de edad en laguna restaurada cerca de los Yesos (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Las dimensiones, posición y grado de aislamiento de las islas de nidificación parecieron tener un efecto importante sobre el número de nidos activos y el periodo de nidificación en la especie (Fig. 23, 24). Por ejemplo, en Horcada1 el número de nidos activos por isla fue directamente proporcional a las dimensiones de las islas, con un pico máximo de 16 parejas en cada una de las dos islas medianas y de 4-5 en las pequeñas. Además, la nidificación fue esporádica en la isla pequeña oeste (IPO), que sólo estuvo aislada de las orillas cercanas durante las lluvias primaverales. En ella sólo se detectaron cuatro posibles nidos activos

en un solo censo, con abandono posterior. En cambio, en las islas centrales sobre aguas más profundas el periodo se prolongó al menos durante 29 días (IME, IPC) y hasta 42 días en el caso de la isla mediana norte (IPM) más alejada de las orillas (Fig. 24). Utilizando la densidad de nidos totales en relación a la superficie de coronación para excluir el efecto del tamaño, se observó que la nidificación fue inferior en la isla pequeña IPO que en IPC, debido a su temprana conexión con la periferia, como ya se ha comentado. La densidad acumulada en IPC fue incluso mayor que la de IME, pero algo menor que la de IMN, probablemente debido a la mayor proximidad de IME a la orilla sur y la situación más aislada sobre aguas más profundas de IMN (Fig. 23).

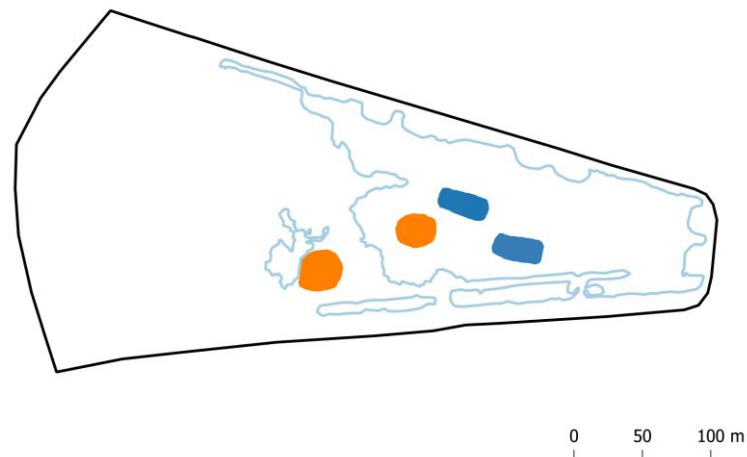


Figura 23. Esquema en planta de la disposición, forma y dimensiones de las islas artificiales medianas (en azul: IMN arriba, IME derecha) y pequeñas (en naranja: IPC en centro, IPO izquierda), y láminas de agua (línea azul claro) en el sector Horcada1 el 18/04/2020.

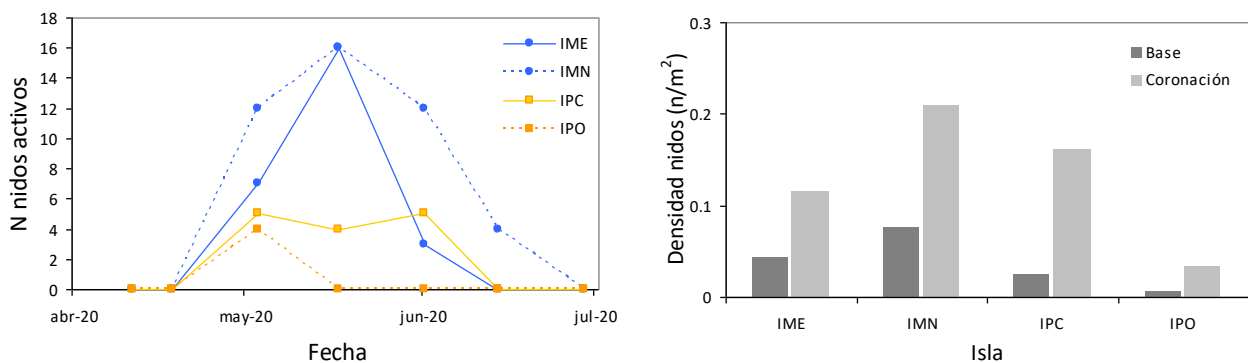


Figura 24. Izquierda: Evolución del número de nidos activos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en las cuatro islas (medianas: IME, IMN; pequeñas: IPC, IPO) del sector Horcada1 durante la temporada de reproducción 2020. Derecha: Densidad de nidos activos (n/m^2) por área base y de coronación en las islas de Horcada1 durante la temporada de reproducción 2020. La densidad se calcula con la suma de nidos observados en cada isla durante todo el seguimiento.



Fotografía 19. Colonia de cría de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) sobre las islas artificiales (izquierda), y detalle de nidos activos sobre la isla mediana norte (derecha) en el sector de Horcada1 a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.3. Porrón pardo (*Aythya nyroca*)

Es una anátida buceadora con poblaciones fragmentadas en zonas templadas y cálidas del sur y este de Europa y Asia, y norte de África. Habita preferentemente en lagunas de agua dulce, relativamente someras y con abundante vegetación acuática y flotante de la que se alimenta, así como vegetación emergente que utiliza para refugiarse y nidificar. En España es un reproductor muy escaso y disperso en humedales de Andalucía occidental, Levante y lagunas manchegas, e invernante escaso pero en crecimiento en humedales del sur, sobre todo del oeste de Andalucía. La población reproductora en Andalucía es muy reducida y variable, con entre cero y 10 parejas confirmadas en las provincias occidentales en los censos coordinados por la Junta de Andalucía desde 2004 (Fig. 25). En el último censo de 2018, se localizó un mínimo de siete parejas en cuatro humedales de Huelva y Sevilla. Está clasificada en peligro extinción (EN) en los catálogos de especies amenazadas, tanto a nivel nacional (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas RD 139/2011) como andaluz (Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas D 23/2012).

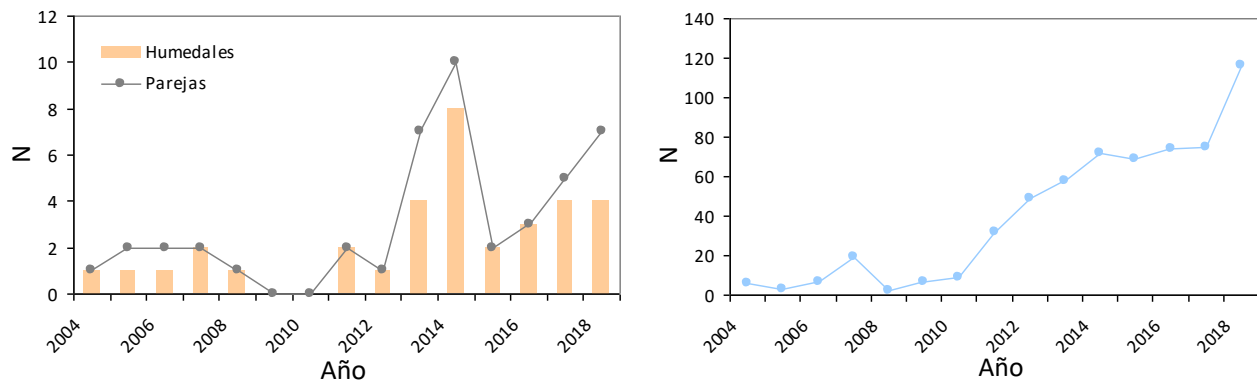


Figura 25. Evolución temporal del número de parejas reproductoras de porrón pardo (*Aythya nyroca*) y del número de humedales con reproducción confirmada en Andalucía (izquierda). Evolución temporal de la población invernante del porrón pardo en Andalucía (derecha) (Fuente: REDIAM, Junta de Andalucía).

La especie ha sido registrada de forma escasa pero regular sólo en el sector de Butano2, donde se pudo constatar la reproducción con éxito de una pareja. El primer registro se produjo el día 25/03/2020, cuando se observó una pareja entre las islas artificiales y el lado este. Desde entonces se registró la presencia de la especie en casi todos los censos realizados hasta el 29/06/2020, fecha de fin de seguimiento del presente informe (Fig. 26). La pareja se observó repetidamente junta hasta final de abril, cuando la hembra desapareció seguramente ocupada en la incubación en algún lugar de vegetación densa cerca de la orilla. El macho continuó siendo observado, incluso acompañado por un segundo ejemplar macho en dos ocasiones.

El día 24/05/2020 se registró por primera vez a la hembra con 10 pollos de pocos días, constatándose su presencia en los sucesivos censos, casi siempre en el entorno de las islas y el *finger*. A fecha de 29/06/2020 eran seis los jóvenes, ya prácticamente desarrollados, que acompañaban a la hembra, lo que supone una reducción del 40% de la pollada desde la eclosión. Esta especie no ha sido registrada en el resto de los sectores de Butano ni en ninguno de los otros vaciaderos, donde, exceptuando la Horcada1, las condiciones no son adecuadas.



Fotografía 20. Trío de porrón pardo (*Aythya nyroca*) constituido por una hembra y dos machos adultos observado en Butano2 a principios de mayo de 2020 (izquierda). Pareja de porrón pardo en la orilla de una de las islas artificiales de Butano2 a finales de marzo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

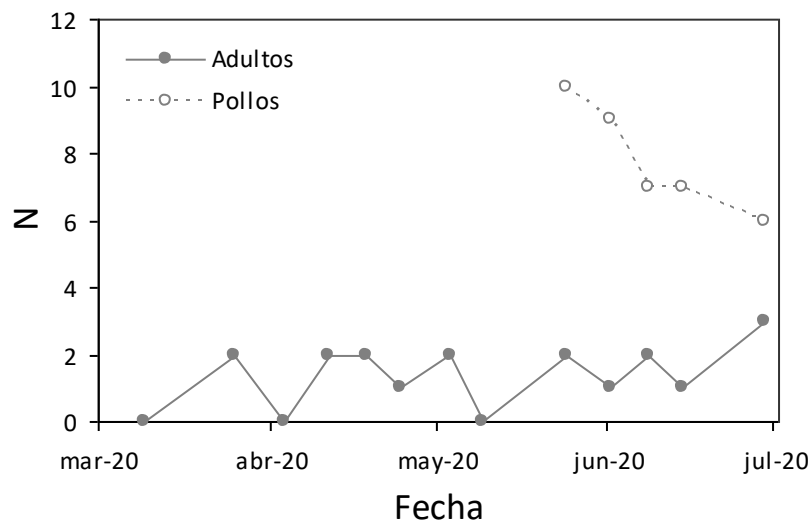


Figura 26. Variación temporal en la abundancia de porrón pardo (*Aythya nyroca*) en el sector de Butano2 de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante la temporada de reproducción de 2020.

La presencia regular de esta especie amenazada en los vaciaderos es un hecho relevante, pero la reproducción con éxito es todavía más destacable dada la exigua población reproductora en la región y en la Península Ibérica en general. La pareja reproductora en Butano2 representaría el 18.6% de la población reproductora media anual en Andalucía de los últimos 5 años (2014-18) y el 62.5% de los pollos observados en 2018 (N = 16), aunque no todos los años se confirma la reproducción con éxito en la región.



Fotografía 21. Grupo familiar de porrón pardo (*Aythya nyroca*) formado por la hembra adulta y diez pollos de unos días de edad nacidos a finales de mayo de 2020 en Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Aunque ninguno de los ejemplares avistados en Butano2 portaba marcas o anillas, no puede descartarse que alguno proceda del relativamente cercano (13 km) núcleo de la Cañada de los Pájaros donde se realiza cría en semi-cautividad con liberación posterior de diversas especies como el porrón europeo, la focha moruna o la cerceta pardilla.

4.4.4. Porrón europeo (*Aythya ferina*)

Se trata del pato buceador más extendido y abundante del Paleártico, desde la Península Ibérica hasta Siberia oriental. Ocupa una amplia variedad de humedales de aguas preferenteente dulces pero también salobres, tanto naturales como artificiales, con cierta profundidad y con abundante vegetación sumergida y emergente. En España se reproduce de forma abundante pero localizada en enclaves propicios, tanto costeros como interiores. La principal población reproductora se encuentra en las marismas del Guadalquivir con hasta 5000 parejas, pudiendo llegar a representar el 70% de la población española, aunque con gran variabilidad interanual según el nivel de inundación de la marisma. Como invernante es aún mucho más numeroso y extendido por humedales de menor entidad.



Fotografía 22. Grupo de porrones europeos (*Aythya ferina*) formado por tres machos y una hembra, descansando en aguas abiertas de Butano2 a principios de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En los vaciaderos del Guadalquivir, todas las observaciones se repartieron entre Butano2 y Horcada1, con el 57.7% y el 42.3% del total de ejemplares observados. Ambos recintos reúnen características mínimas para la especie, con una lámina continua de agua dulce o ligeramente salobre de suficiente extensión y profundidad, con abundantes macrófitos acuáticos, zonas de vegetación densa, sea palustre o cerca de la orilla, y lugares seguros de descanso (e.g. islas). A pesar de ser también un invernante común en la zona, en estos recintos sólo se observó durante primavera y verano, fuera del periodo de invernada. Podría deberse al incipiente desarrollo de la vegetación acuática y, en el caso del Butano, de la orla de vegetación en las orillas durante el invierno, justo después de completarse el llenado en otoño. El primer registro en Butano2

fue el 03/03/2020 y en Horcada1 un mes después, el 03/04/2020. El número máximo de ejemplares adultos observado fue de 18 ejemplares en Butano2 y 15 en Horcada1, con mayor abundancia durante los meses de abril y mayo, y un descenso a partir de junio una vez los machos se desentienden completamente de la reproducción y abandonan las zonas de reproducción (Fig. 27). La proporción aparente entre sexos estuvo claramente desviada hacia machos, con un valor global de 1.76, muy similar en ambos sectores. Durante la primavera, las hembras se ocupan de la incubación y la atención a los pollos, mientras que los machos tienden a reunirse en zonas de agua abierta y son más detectables. Sin embargo, la proporción se invierte el al final del periodo reproductor, cuando las hembras prospectan zonas abiertas acompañadas por los pollos, mientras que los machos abandonan la zona y pasan más desapercibidos mientras realizan la muda post-nupcial, cuando pueden ser confundido con hembras. Aun así, no se puede descartar un verdadero sesgo.



Fotografía 23. Pareja de porrones europeos (*Aythya ferina*) en Butano2 a comienzos de mayo de 2020 (izquierda), y grupo familiar formado por la hembra y siete pollos (seis visibles) de entorno a una de edad (derecha), en Butano2 a principios de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Se confirmó la reproducción del porrón europeo únicamente en Butano2 donde se estima la cría de tres parejas. El primer grupo familiar se registró el 01/06/2020, formado por siete patitos de pocos días acompañando a la hembra. Este mismo grupo volvió a verse una semana después con un pollo menos, pero no la siguiente (Fig. 27). Es posible que fracasase por predación completa de los pollos. El día 29/06/2020 se registraron dos grupos simultáneos en el recinto formados por siete y dos pollos de 2-3 semanas de edad acompañados por sus madres. Ninguno de estos grupos se corresponde con el primero por la edad incompatible de los pollos. Por tanto, se registró un mínimo total de 16 pollos pertenecientes a tres grupos. Al igual que otras anátidas en el mismo recinto, frecuentaron el entorno de islas y *finger*, así como las aguas abiertas de la zona sur y este, evitando por lo general las orillas de la mota perimetral.

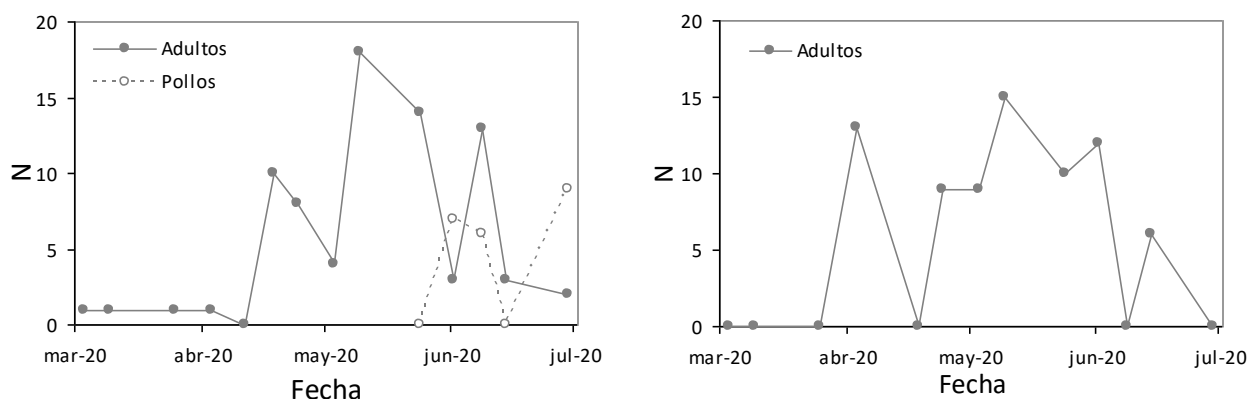


Figura 27. Variación temporal en la abundancia de porrón europeo (*Aythya ferina*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

4.4.5. Pato colorado (*Netta rufina*)

Se trata de una anátida semibuceadora ampliamente extendida, aunque de forma dispersa, por las zonas templadas de Europa y occidente asiático. Es migradora en la mayor parte de su distribución, invernando en el sur de Europa y Asia, y en el norte de África. Selecciona láminas de agua abierta, dulce o ligeramente salobrea, con abundante vegetación emergida en las orillas como refugio y zona de nidificación, y vegetación sumergida como fuente de alimento. La población reproductora ibérica, la más importante de Europa occidental, es básicamente sedentaria y ocupa humedales interiores y costeros de la mitad sur y zona este, siendo muy dependiente de las condiciones hídricas estacionales. En invierno aumenta con los migrantes del centro de Europa.



Fotografía 24. Pareja de patos colorados (*Netta rufina*) en aguas abiertas de Horcada1 a finales de abril de 2020 (izquierda), y grupo de dos machos y una hembra en la orilla de una de las islas artificiales en Horcada1 a mediados de mayo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En los vaciaderos, Estuvo presente y se reprodujo en los recintos de Butano2 y Horcada1, que reúnen las condiciones mínimas de extensión, profundidad y cobertura vegetal. El 86.7% de los ejemplares se registró en Horcada1, donde además se observaron las mayores concentraciones con un máximo de 27 ejemplares adultos en un mismo censo, frente a sólo tres en Butano2. La fenología fue también diferente en ambos sectores. Los primeros registros se dieron en Horcada1, con dos ejemplares el 11/02/2020 y un máximo invernal de 12 individuos a mitad de febrero (Fig. 28). En cambio, en Butano2 no se observaron invernantes y el primer registró fueron. La abundancia aumentó durante los meses de primavera, desde finales de marzo hasta final de mayo, para luego descender de nuevo. Como en otras anátidas, al final de la reproducción los machos tienden a abandonar las zonas de cría y realizan la muda post-nupcial (eclipse), durante la que pasan más tiempo refugiados en la vegetación y pueden confundirse con hembras. La razón sexual global estuvo ligeramente sesgada hacia machos (1.22), siendo algo mayor en Horcada1 (1.30) e inferior en Butano2 (0.83), donde el peso relativo de las hembras reproductoras, más fieles y detectables, fue comparativamente mayor en un recinto con una población tan reducida (máximo tres ejemplares).



Fotografía 25. Grupo familiar de patos colorados (*Netta rufina*) con una hembra y cuatro pollos de pocas semanas en laguna restaurada cerca del vaciadero de los Yesos a principios de julio de 2020 (izquierda). Grupo de igualones (i.e. pollos desarrollados, morfológicamente similares a la hembra adulta) en Butano2 a finales de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Curiosamente, aunque Horcada1 acogió el grueso de la población en los vaciaderos, la reproducción fue mucho más importante y estable en Butano2 (Fig. 28). En Horcada1 sólo se obtuvo un único registro el 08/06/2020 de un pollo pequeño de varios días de edad acompañando a su madre en el carrizal del lado sur. Por el contrario, en Butano2 se estima en base al desarrollo de los pollos un mínimo de cuatro grupos familiares diferentes que sumaron un máximo de 31 pollos. El primer registro de reproducción exitosa en Butano2 tuvo lugar el 17/05/2020, con una hembra y nueve pollos de pocos días, observados al menos hasta mediados de junio, cuando apareció una segunda hembra con ocho pollos a la que se unieron otras dos más con cinco y nueve pollos respectivamente a finales de junio. Probablemente las mejores condiciones tróficas, de cobertura vegetal, disposición de zonas seguras e incluso una posible atracción hetero-específica pueden ser los motivos detrás de la relevancia de este sector en relación a la población adulta registrada.

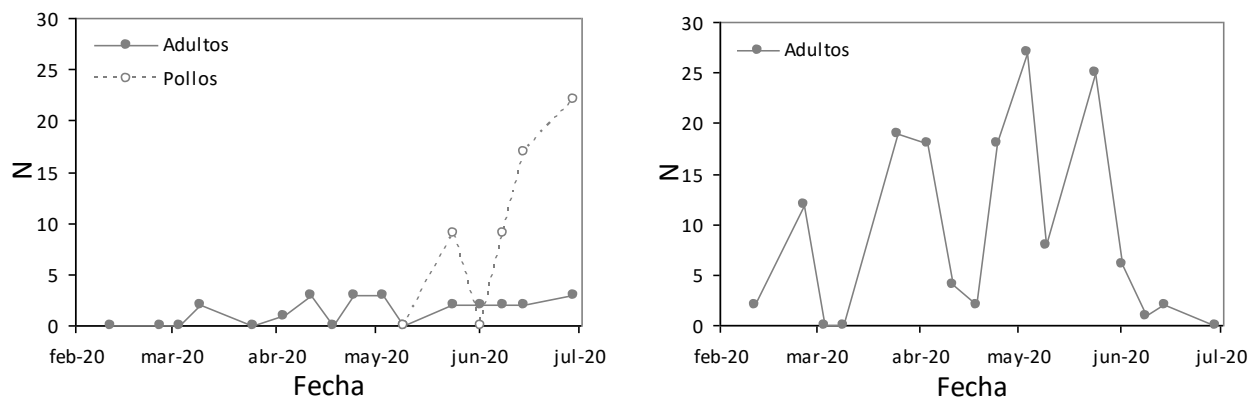
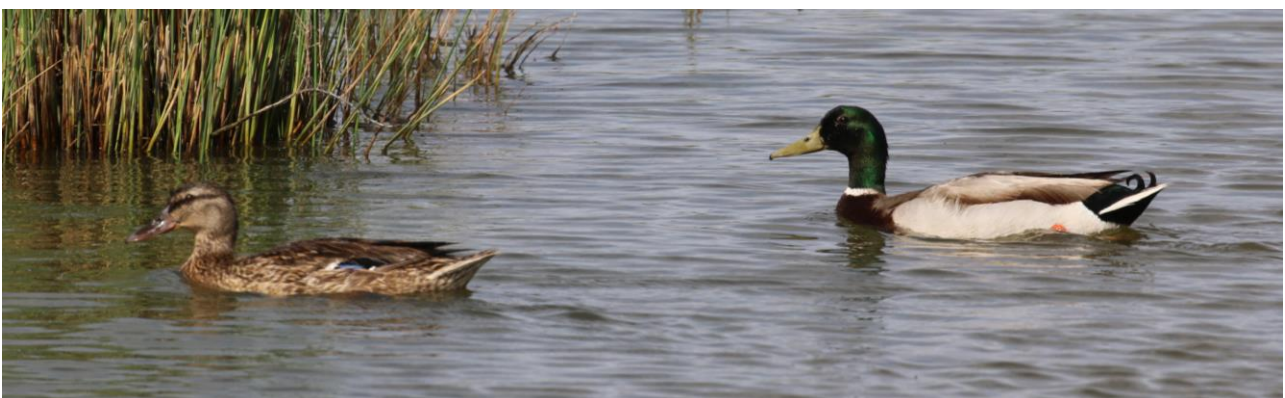


Figura 28. Variación temporal en la abundancia de pato colorado (*Netta rufina*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

4.4.6. Ánade azulón (*Anas platyrhynchos*)

Anátida de superficie muy abundante y de amplia distribución por todo el Holártico. Es un pato generalista, relativamente tolerante a la presencia humana y presente en una gran variedad de medios acuáticos, desde entornos fluviales, estuarios, marismas, lagunas interiores y humedales estacionales, hasta medios humanizados como embalses, estanques y canales. Sin grandes requerimientos, tiene preferencia por aguas relativamente someras con vegetación de la que alimentarse y una mínima cobertura vegetal donde nidificar. La población reproductora española es sedentaria, relativamente estable y presente prácticamente en todo el territorio con presencia de cuerpos de agua. En invierno acoge a una importante población migrante del resto de Europa occidental.



Fotografía 26. Pareja de ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) en esteros próximos al vaciadero de los Yesos a mediados de abril de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Es la anátida con mayor presencia y abundancia, y la quinta especie más numerosa en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir. Ha sido registrada en todos los sectores con o sin agua estable, excepto en Yeso2. Como sucede en el resto de anátidas, Butano2 y Horcada1 han reunido la mayor parte de los observaciones con un 23.2 y 68.6% de la abundancia acumulada de adultos (N = 341), respectivamente, mientras que la presencia en Butano3S (5%), Horcada2 (2.3%) y, sobre todo, en Yeso1 (0.5%) ha sido mucho más ocasional. El número máximo de individuos observados en un mismo censo fue de 10 y 31 ejemplares en Butano2 y Horcada1, y de sólo 1-2 en el resto de sectores con presencia. Estuvo presente durante el paso otoñal y como invernante escaso con cifras de entre 2 y 7 ejemplares, sobre todo en Horcada1 (Fig. 29). A finales de febrero la abundancia aumentó con el paso pre-nupcial y la ocupación de las zonas de reproducción, manteniendo niveles máximos durante la primavera hasta final de mayo. A partir de entonces se registró un descenso coincidiendo con la fase de cuidado de los pollos, muy notable en el caso de los machos, que como en el resto de anátidas, abandonan las zonas de reproducción y comienzan la muda post-nupcial en zonas más tranquilas. No se descarta tampoco la confusión de machos en eclipse con hembras, aunque la reducción de la abundancia total es manifiesta y la presencia de hembras relativamente estable. En el ánade azulón se observó también un sesgo sexual general hacia machos (1.53), más acentuado en el sector de Horcada1 (1.76) que en Butano2 (1.24), probablemente porque, al igual que en el pato colorado, la abundancia relativa de las hembras (más estables) tuvo más peso en la reducida población de Butano2.



Fotografía 27. Grupo familiar de ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) de una hembra y diez pollos (tres en la imagen) de pocos días en Butano2 a principios de abril de 2020 (izquierda). Fue el primer registro de reproducción con éxito en los vaciaderos terrestres en la temporada 2019-2020. Grupo familiar formado por la hembra y once pollos de unos días de edad en Butano2 a mediados de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El ánade azulón fue la especie con reproducción más temprana de toda la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos. Los primeros pollos se observaron el 03/04/2020 en Butano2. De forma similar a lo observado en otras anátidas, aunque la mayor abundancia a lo largo del periodo de seguimiento se registró en Horcada1, la reproducción fue más importante en Butano2 (Fig. 29). En base al número y desarrollo de los pollos, se estimó la presencia en Butano2 de cinco grupos familiares distintos entre abril y junio con un máximo de 28 pollos. Por su parte, en Horcada1 se detectaron al menos dos grupos con ocho pollos en total el día 17/05/2020, y en Butano3S un solo grupo con ocho pollos pequeños el 14/06/2020. Estas observaciones puntuales sin reavistamientos posteriores podrían indicar fracaso (e.g. predación) o desplazamiento hacia otras zonas. De hecho, no se puede descartar que el grupo con ocho pollos observado en Butano3S fuese un grupo con 11 pollos pequeños registrado una semana antes en Butano2 y no visto posteriormente, aunque no es probable dada la distancia, la falta de cobertura vegetal y los grandes taludes entre ambos sectores. Esta distribución de grupos familiares indicaría de nuevo unas mejores condiciones para la reproducción en el sector de Butano2 a pesar del potencial para acoger a la especie en Horcada1. También es posible que la localización del vaciadero de la Horcada, más cercano a la marisma, esteros y campos de arroz del Bajo Guadalquivir, favorezca el movimiento de aves acuáticas que lo utilicen como zona de alimentación y refugio, pero no tanto como lugar óptimo de nidificación, en relación al vaciadero de Butano.

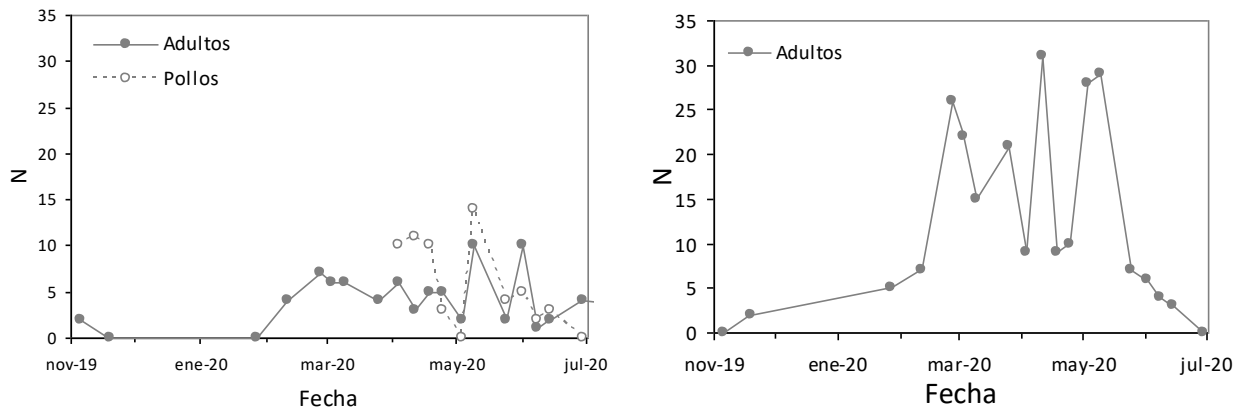


Figura 29. Variación temporal en la abundancia de ánade real (*Anas platyrhynchos*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

4.4.7. Focha común (*Fulica atra*)

Rálido abundante de amplia distribución por zonas templadas y relativamente cálidas de Europa, Asia, Norte de África y Oceanía. Selecciona con preferencia aguas libres y tranquilas, de suficiente profundidad, con abundante vegetación sumergida y palustre. No es excesivamente exigente y puede ocupar humedales de tamaño variable, de agua dulce o salobre, naturales o artificiales, siempre que abunde la vegetación sumergida de la que se alimenta. Construye nidos aparentes sobre vegetación emergida o anejos a la orilla. La población reproductora ibérica, modesta en el contexto europeo, es sedentaria y se distribuye por cualquier humedal interior o costero que reúna las mínimas condiciones. En invierno realizan movimientos dispersivos además de recibir algunos invernantes europeos.



Fotografía 28. Focha común (*Fulica atra*) adulta en Butano2 (izquierda) y ejemplar incubando a mediados de mayo en nido cerca de la orilla perimetral en Butano2 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Fue la cuarta especie más abundante en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, con presencia continua durante todo el periodo de seguimiento en términos generales. Se registró únicamente en los recintos de Butano2 y Horcada1, en los que se mantuvo una lámina de agua libre con suficiente profundidad y vegetación acuática. La distribución entre ambos recintos fue equilibrada, con el 55.4% de la abundancia acumulada de registros de adultos ($N = 439$) en Butano2 y un 44.7% en Horcada1. No obstante la fenología y distribución temporal fue distinta entre en ambos casos (Fig. 30). En Horcada1 la mayor abundancia se dio durante la invernada, en los meses de diciembre y enero, con un máximo absoluto de 28 ejemplares. Posteriormente se redujo para aumentar de nuevo en primavera con un segundo pico menor de 16 ejemplares, bajando desde entonces hasta el mínimo de final de la primavera y verano. En Butano2, el

comportamiento fue justo el opuesto. La especie no se registró hasta principios de marzo, aumentado progresivamente hasta alcanzar un máximo de 29 ejemplares en mayo, que se mantuvo con variaciones hasta al menos final de junio. Varias causas podrían explicar este patrón inverso. Por un lado, la marisma permaneció seca durante el invierno debido a la falta de lluvias, lo que pudo favorecer el uso alternativo de enclaves cercanos con agua permanente como el vaciadero de la Horcada. Por otro lado, además de la mayor distancia de las zonas de concentración invernal, es probable que en Butano2 la vegetación acuática y de orilla no madurase lo suficiente hasta el inicio de la primavera, momento a partir del cual las condiciones hídricas, tróficas y de seguridad para la nidificación fueran superiores en Butano2 que en la Horcada1, donde la superficie y profundidad se redujeron continuamente desde el final de las lluvias primaverales.

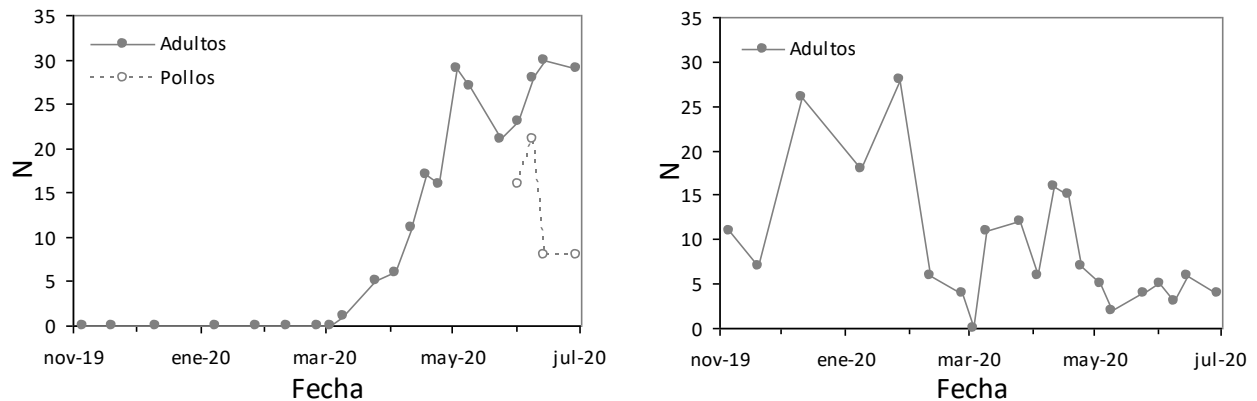


Figura 30. Variación temporal en la abundancia de focha común (*Fulica atra*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

A pesar de las condiciones propicias de Horcada1, al menos durante la primavera, la reproducción sólo fue confirmada en Butano2, donde se registró un mínimo de cinco nidos, siete grupos familiares distintos y un total de al menos 21 pollos diferentes (Fig. 30). Los nidos se localizaron desde finales de abril hasta la misma fecha final del presente informe en posiciones no particularmente discretas de las islas artificiales ($n = 2$), *finger* ($n = 1$), islas espontáneas emergidas en el lado NO ($n = 1$) y orilla perimetral sur ($n = 1$). Sólo se pudo comprobar el tamaño de puesta en el nido situado en la orilla sur ($N = 6$ huevos), justo en la base del talud artificial para abejarucos. Los primeros pollos se registraron el día 01/06/2020, alcanzando el máximo simultáneo de 21 pollos una semana después. Los grupos familiares frecuentaron el entorno de islas, el lado NE del *finger* y la zona O y NO de la balsa. No se descarta la posible nidificación en Horcada1 a finales de junio, en las pequeñas lagunas del interior del carrizal del lado sur que utilizan asiduamente, pero sin confirmación por la reducida visibilidad.



Fotografía 29. Nido de focha común (*Fulica atra*) con cinco huevos, próximo a la orilla perimetral en Butano2 a principios de mayo de 2020 (izquierda). Nido de focha común con adulto incubando y cuatro pollos (uno en nido) de pocos días en la orilla de una de las islas artificiales de Butano2 a principio de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.8. Gallineta común (*Gallinula chloropus*)

Es el rálido más extendido y abundante en el mundo, estando presente en casi toda Europa, este y sur de Asia y África, excepto las zonas más frías o desérticas. Tiene gustos eclécticos, pudiendo estar presente en prácticamente cualquier cuerpo de agua independientemente del tamaño, natural o artificial, dulce o salobre, permanente o estacional y con agua de calidad variable. No obstante, prefiere zonas de aguas tranquilas, no demasiado profundas y con abundante cobertura vegetal en las riberas en las que alimenta, refugia y nidifica. En invierno muestra un carácter gregario, mientras que en la época reproductora es fuertemente territorial. En España es una especie ubicua, presente en una gran variedad de ambientes y con una población importante y creciente gracias a su adaptabilidad a medios transformados.



Fotografía 30. Gallineta común (*Gallinula chloropus*) adulta en un estero próximo al vaciadero de los Yesos a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

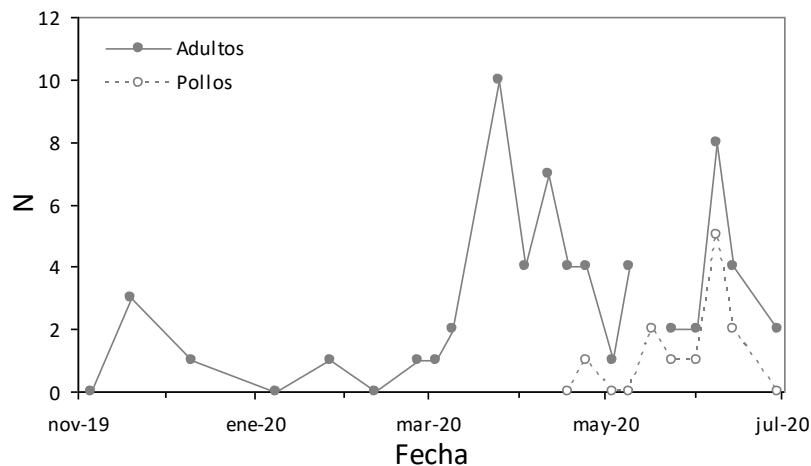


Figura 31. Variación temporal en la abundancia total de gallineta común (*Gallinula chloropus*) en el conjunto de sectores con presencia (i.e. Butano2 + Butano3S + Horcada1) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

En los vaciaderos terrestres estuvo presente en los tres sectores con inundación, es decir, Butano2, Butano3S y Horcada1, aunque en densidades bajas. En Butano2 el número máximo de ejemplares detectado fue de cinco, ocho en Horcada1 y dos en Butano3S. En parte puede deberse a sus hábitos discretos y tendencia a moverse por la orilla u oculto entre la vegetación, lo que dificulta su detección. El sector con presencia más regular fue Butano2, con el 54.1% de los registros acumulados de adultos, seguido por la Horcada1 con el 39.3% y Butano3S con un 6.6%. Aunque se observó durante la dispersión

otoñal y la invernada en Butano2 y Horcada1, la mayor parte de los registros (85%) tuvo lugar a partir de finales de marzo, una vez iniciada la reproducción (Fig. 31). Debido a la población tan reducida y la elevada variabilidad en términos relativos, resulta difícil y es desaconsejable establecer patrones a nivel de sector.

La gallineta común se reprodujo con éxito, pero en números muy bajos, en los tres sectores en los que se detectó su presencia. En base a la comparación de edades, se estimó que, como mínimo, hubo cinco grupos familiares con al menos nueve pollos en total: dos grupos con cinco pollos en Butano2, otros dos grupos con tres pollos en Butano3S, y un grupo con un pollo en Horcada1 (Fig. 31). Hay que tener en cuenta que esta especie suele realizar segundas puestas en las que los hermanos de la primera ayudan a criar a los de la segunda. Por tanto el número efectivo de parejas podría ser inferior al estimado. Sólo en Butano3S y Horcada1 se llegó a confirmar el desarrollo completo de al menos un pollo hasta la fase de joven volantón. En general, los pollos se mantuvieron protegidos dentro de la vegetación palustre, particularmente en fases tempranas de desarrollo, y siempre sin alejarse de la orilla. En Butano2, uno de los dos grupos familiares con cuatro pollos pequeños se registró en la orilla de una de las islas artificiales (IPO), siendo altamente probable que la puesta tuviese lugar en la propia isla.

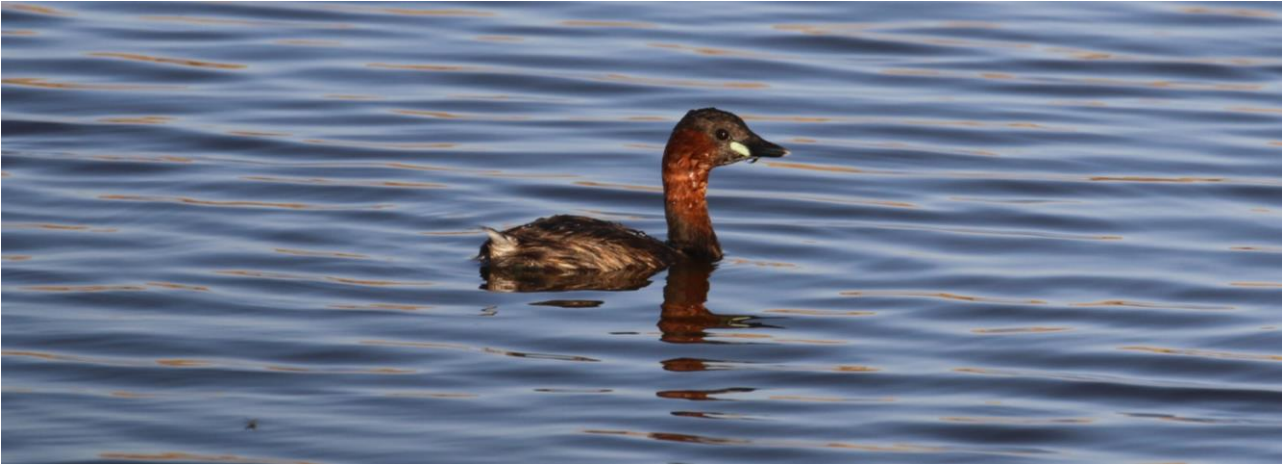


Fotografía 31. Pollos de gallineta común (*Gallinula chloropus*) de unos días de edad en un estero pró próximo al vaciadero de los Yesos a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.9. Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*)

Es una especie abundante y de amplia distribución por las zonas templadas y subtropicales de Europa, oeste y sur de Asia, norte de Australasia y África, evitando las zonas desérticas y de gran altitud. Si bien puede encontrarse una gran variedad de humedales naturales o artificiales, de tamaño muy variable, desde pequeñas balsas hasta grandes marismas y estuarios, prefiere zonas de aguas dulces y mansas, con cierta profundidad, abundante vegetación acuática y zonas de vegetación palustre donde nidificar. En España es sedentario con dispersión invernal y aparece por todo el territorio, con importantes concentraciones en las marismas del Guadalquivir según las condiciones hídricas.

En los vaciaderos estuvo presente fundamentalmente en Butano2 y Horcada1, los sectores con una lamina de agua de suficiente profundidad, con abundancia de macrófitos sumergidos y de vegetación en la orilla. De forma mucho más ocasional se registró también en Butano3S. El sector con mayor importancia fue Butano2 con el 71.8% del total de registros acumulados de adultos (N = 170) y un pico máximo de 14 ejemplares, seguido de Horcada1 con el 25.9% y un máximo de seis ejemplares y ya de forma residual Butano3S con un 2.4% y cuatro registros de un solo individuo. Tanto en Butano2 como en Horcada1 el zampullín chico estuvo presente de forma casi continua durante todo el periodo de seguimiento (Fig. 32). Sin embargo, mientras en Horcada1 la pequeña población se mantuvo relativamente estable con variaciones pero sin tendencia, en Butano2 aumentó progresivamente desde un mínimo invernal de 1-4 ejemplares hasta el máximo a comienzos del verano, coincidiendo con la mayor actividad reproductora.



Fotografía 32. Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*) adulto alimentándose mediante inmersiones en una laguna restaurada próxima al vaciadero de los Yesos a principios de marzo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

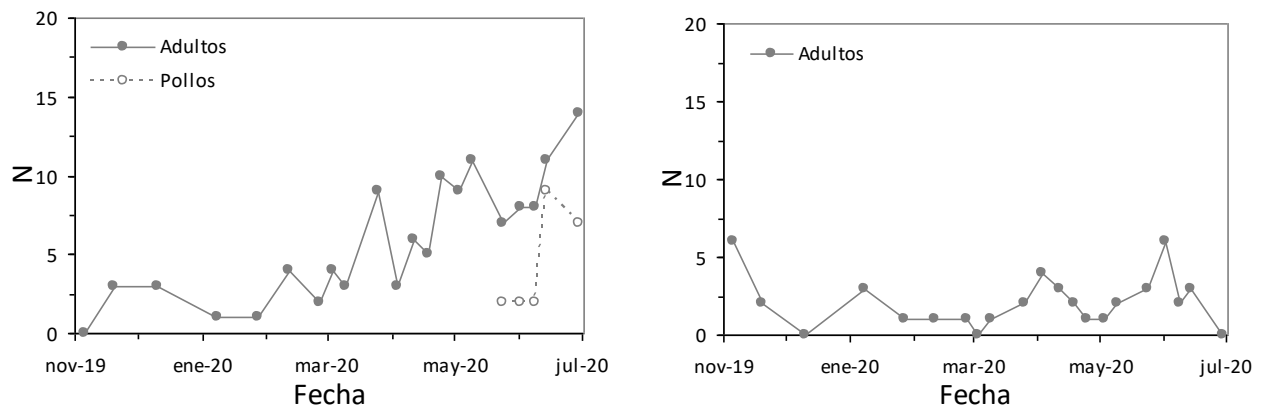
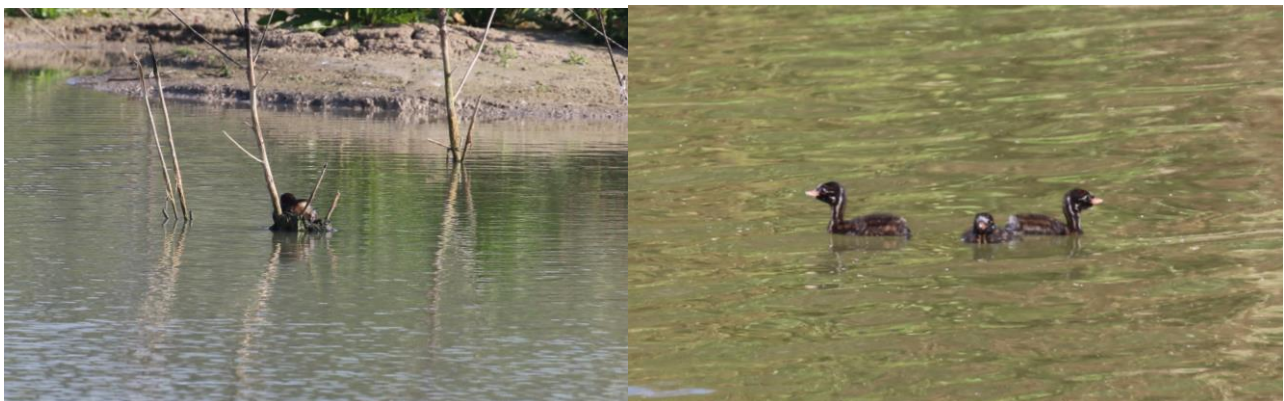


Figura 32. Variación temporal en la abundancia de zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.



Fotografía 33. Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*) incubando a mediados de abril en nido flotante construido sobre ramas secas (izquierda) y pollos de varias semanas de edad a mediados de junio de 2020 (derecha), en Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

De la misma forma, Butano2 fue el sector con mayor actividad reproductora. Se contabilizaron al menos cuatro nidos diferentes por uno en Horcada1. Los nidos, de tipo flotante, se ubicaron sobre tallos secos emergentes rodeadas de agua o entre vegetación palustre y ramas próximas a la orilla. En Butano2 fue difícil discriminar grupos familiares, pero se observó un máximo simultáneo de seis grupos diferentes y se estimó un mínimo de nueve pollos en base a la edad (Fig. 32). En Horcada1 sólo se detectó un solo grupo

con dos pollos. En conjunto, en Butano se registró entorno al 92% de grupos y pollos acumulados entre jornadas. Las zonas más utilizadas por la especie en Butano2 fueron los lados NO, O y, sobre todo, NE, donde se dio el mayor desarrollo de vegetación subacuática. En Horcada1 utilizaron el carrizal del lado sur y zonas de aguas más profundas con macrófitos en el centro y este. Las pocas observaciones en Butano3S se dieron en la zona menos somera entorno a las islas emergidas del subsector oeste. Los grupos con pollos pequeños permanecieron muy cerca de la orilla segura, por ejemplo en el lado este del *finger* de Butano2, mientras que los jóvenes emplumados frecuentaron aguas más abiertas en las mismas zonas que los adultos.

4.4.10. Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*)

Pequeña limícola de distribución extensa por Europa, Asia, noroeste de África y norte de Oceanía. Es un reproductor básicamente estival que inverna en África subsahariana y zona indomalaya. Durante la época reproductora selecciona sustratos de arena y grava con poca cobertura vegetal en orillas y bancos de ríos, humedales interiores o graveras, mientras que en invierno se agrupa en medios fangosos costeros, estuarios e interior. En España es común, con una población aparentemente en crecimiento y está bien distribuido, con mayor abundancia en el sur, submeseta norte y valle del Ebro durante el periodo reproductor, y en Andalucía durante la invernada cuando llegan individuos norteños.



Fotografía 34. Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) adulto entre el sector de Horcada2 y la orilla del río Guadalquivir a mediados de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

La disponibilidad de amplias superficies con escasa cobertura vegetal y sustrato arenoso-limoso favoreció la presencia del chorlitejo chico en casi todos los sectores de los vaciaderos terrestres con o sin agua excepto Yeso2. Fue mucho más abundante en los recintos con superficies encharcadas y fangosas, pero en densidades muy bajas y variables. En este sentido, Butano3S, el sector con mayor área fangosa gracias al sustrato arcilloso-limoso y el descenso continuo del nivel del agua, fue el sector de mayor presencia con el 41.3% de la abundancia acumulada de adultos. Le siguió la Horcada1 con un 22%, Butano2 con el 18.4%, Horcada2 9.2%, Yeso1 7.3% y Butano1 1.8%. En los vaciaderos se comportó como estival, estando ausente durante el final del otoño y casi todo el invierno (Fig. 33). Los primeros ejemplares se localizaron a mediados de febrero coincidiendo con el paso primaveral, que alcanzó su pico a principios de marzo. A partir de entonces estuvo presente de forma continua, con importantes variaciones resultado de la baja abundancia, y una tendencia creciente durante la época reproductora hasta el inicio del verano. Debido a la baja abundancia y elevada variabilidad no se detallan patrones temporales a nivel de sector.

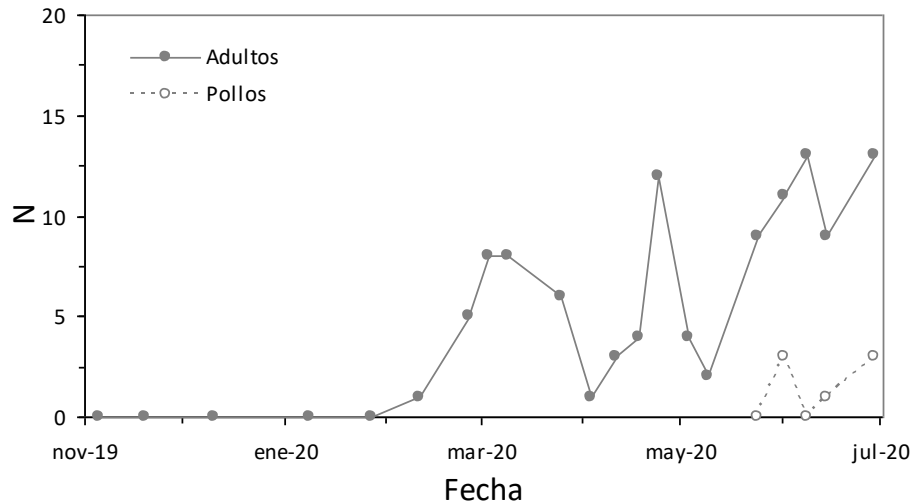


Figura 33. Variación temporal en la abundancia total de chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) en el conjunto de los sectores con presencia (i.e. Butano1+Butano2+Butano3S+Horcada1+Horcada2+Yeso1) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

Es un reproductor discreto que pasa desapercibido por su pequeño tamaño y coloración críptica de los pollos. Se confirmó la reproducción con éxito en tres de los seis sectores con presencia. Sólo se registraron tres parejas con pollos, todos ellos en el mes de junio: en Butano3S se observó una pareja con un pollo desarrollado en dos jornadas consecutivas, otra pareja en Horcada1 con dos pollos emplumados y una pareja con tres pollos pequeños en el subsector sur de Horcada2 (Fig. 33). En otros sectores se observaron indicios de posibles intentos de nidificación sin confirmación durante el periodo reproductor. En Butano2 se observó en tres ocasiones (al menos dos independientes) a un adulto tumbado en la zona de las islas emergidas de la parte NO, y en el vecino sector sector de Butano3N, donde se realizaron constantes trabajos de retirada de áridos, se observaron al menos dos adultos aquerenciados a zonas de sedimentos mixtos. En Yeso1 se observaron durante la primavera hasta 2 ejemplares con reclamo y exhibición de alarma habitual en reproductores, aunque no se pudo constatar su reproducción.



Fotografía 35. Pollos de chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) de pocas semanas de edad en el subsector sur de Horcada2 a comienzos de junio de 2020 (izquierda). Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) adulto en el subsector norte de Horcada2 a final de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.11. Abejaruco europeo (*Merops apiaster*)

Ave coraciforme presente como reproductor estival en Europa, norte de África y centro y suroeste de Asia, que migra durante el invierno al África tropical subsahariana. Selecciona como lugar de nidificación taludes o desniveles terrosos con escasa cobertura vegetal en ríos, canteras, barrancos o terraplenes artificiales, en

los que excava galerías de 1-3 m de profundidad, al final de las cuales sitúa la cámara del nido. La población española es importante (entorno al 25% de la europea) en ligero crecimiento y distribuida por zonas preferentemente de influencia mediterránea.



Fotografía 36. Abejarucos europeos (*Merops apiaster*) adultos en la colonia ubicada en el talud largo del lado oeste de Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Los primeros abejarucos se registraron durante la segunda semana de abril de forma simultánea en todos los vaciaderos, aunque los primeros probablemente comenzaron a llegar a llegar unos días antes (Fig. 34). El pico máximo de abundancia global, con más de 100 ejemplares en total, coincidió precisamente con el paso primaveral, cuando se observan bandos en migración y los abejarucos visitan temporalmente zonas potenciales de reproducción. Los valores disminuyeron una vez terminado el paso hasta estabilizarse entorno a 25-50 individuos correspondientes con los reproductores que permanecieron en las colonias de cría.

Los sectores con mayor presencia media a lo largo de todo el periodo de seguimiento fueron Horcada2 (32,2%; zona entre sectores), Butano2 (31,8%) y Yeso1 (17,2%), que en conjunto sumaron el 81.1% del total acumulado de abejarucos registrados (Fig. 35). En estos sectores se encuentran las mejores condiciones para la construcción de nidos seguros, con abundancia de taludes de sustrato mixto arenoso-limoso, de gran inclinación y suficiente altura.

En algunas de las colonias de cría más importantes (i.e. Horcada2 y Yeso1) se observó una reducción de la abundancia detectada entre finales de mayo y principios de junio, coincidiendo con la puesta y el periodo de incubación (Fig. 34). Estos registros repuntaron de nuevo a partir de mediados de junio, cuando vuelan los pollos y ambos adultos dedican gran parte del tiempo a procurar alimento en el exterior.

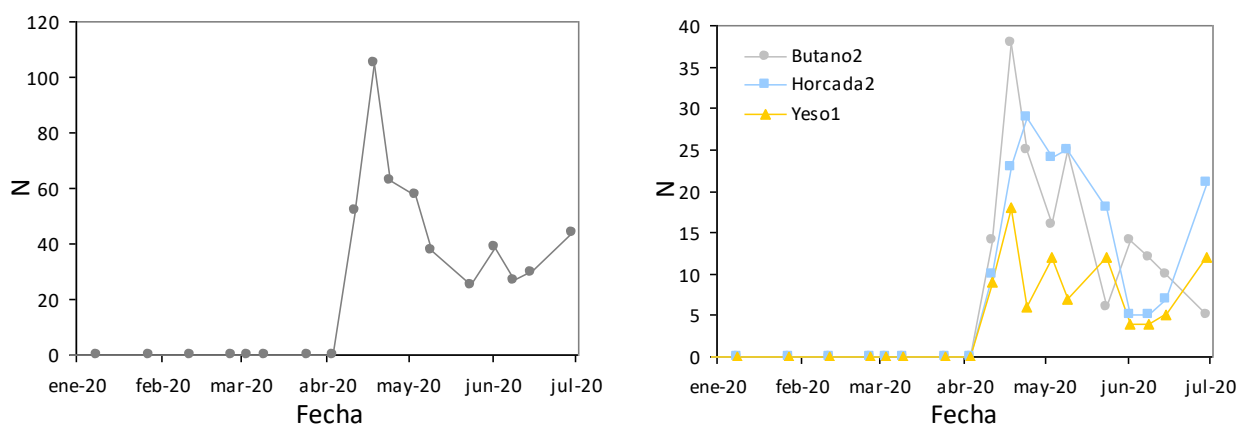


Figura 34. Variación temporal del número total de abejarucos europeos (*Merops apiaster*) censados por visita en el conjunto de vaciaderos terrestres del Guadalquivir (izquierda) y en los sectores con colonias reproductoras (derecha).

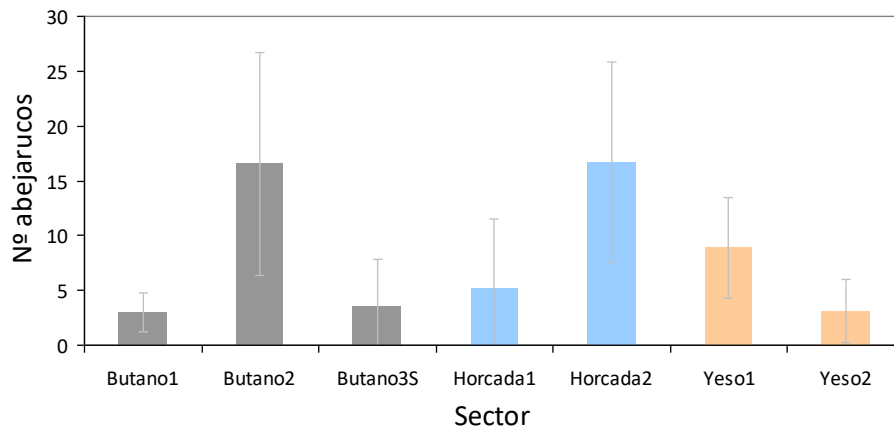


Figura 35. Abundancia media (\pm SD) de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) por visita y sector.

Este patrón no se observó en Butano2, siendo uno de los tres sectores con mejores condiciones para la especie del conjunto de vaciaderos. Entre el 9 y el 24 de mayo se registró una reducción del 76% en la abundancia en este sector, frente a un aumento del 8% en el resto de recintos con conteos en las mismas fechas. Este declive coincidió con el desmantelamiento parcial de uno de los taludes artificiales construidos para la especie (T1) y el tránsito continuo de grandes camiones transportando áridos desde Butano1 hasta la zona de acopio en Butano3N por los viales de la mota perimetral de Butano2 (ver apartado 3.7.5). Las molestias directas y la gran cantidad de polvo en suspensión, particularmente en la zona NO del recinto, donde se sitúan los principales taludes de cría y no existe pantalla vegetal que aminore los efectos, pudieron influir en el abandono temporal de la zona. Una vez paralizada la circulación de vehículos, la presencia aumentó durante las siguientes visitas hasta valores intermedio de entorno al 50% del máximo previo. Sin embargo, no se observó un repunte a finales de junio como en los otros recintos con reproducción, sino una reducción continuada, pasando de 14 a 5 ejemplares observados a lo largo del mes de junio.

En el último censo a finales de junio, con el repunte causado por el vuelo de los pollos después del descenso aparente causado por la incubación, los sectores con mayor presencia de la especie fueron Horcada2 (47.8%) y Yeso1 (27.3%), mientras que Butano2 (11.4%) no recuperó la importancia relativa que presentaba a mediados de primavera. Aún es pronto para realizar una valoración definitiva, pero es posible que las molestias ocasionadas hayan provocado el fracaso en Butano2 o que al menos hayan supuesto un retraso en el ciclo reproductivo respecto a otros sectores.



Fotografía 37. Abejaruco europeo (*Merops apiaster*) adulto en vuelo sobre la colonia de cría en el talud del lado oeste en Butano2 a mediados de abril de 2020 (izquierda) y adulto posado sobre el borde del talud de nidificación entre sectores de la Horcada a principio de mayo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Es difícil precisar el número de parejas reproductoras y parámetros reproductivos en base a censos generales de presencia. Sería necesario realizar observaciones específicas de entrada y salida de las galerías en los taludes de nidificación durante la fase de cría y/o recurrir a la prospección del interior de las galerías mediante sistemas endoscópicos. La valoración de la reproducción se basa pues en datos indirectos del número de galerías excavadas en los taludes.

Los abejarucos no suelen reocupar nidos utilizados en pasadas temporadas, sino que prefieren construir nuevas galerías en los mismos taludes u otros próximos. Entre mediados de abril, poco después del retorno primaveral, y finales de mayo, en plena época de puesta, se observó un aumento medio por colonia del 72.1% de los orificios existentes en los taludes de cría. (Fig. 36). De hecho, se observaron nuevas perforaciones prácticamente en cualquier talud vertical existente en el entorno de las colonias, incluidos taludes recientes formados por los trabajos de retirada de áridos. Sólo una pequeña parte del total de orificios se correspondió con nidos completos y activos.

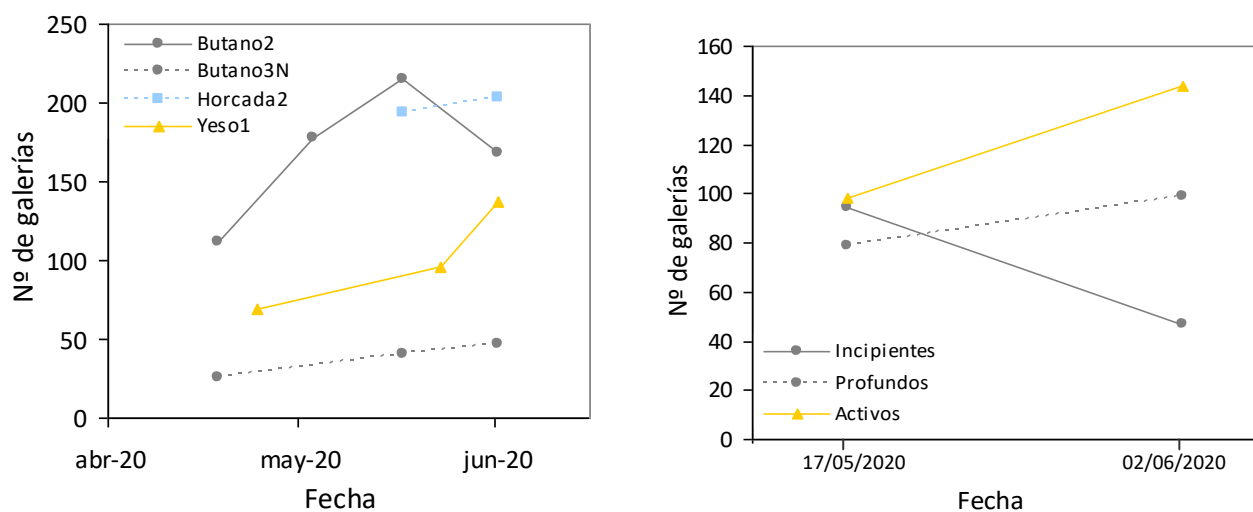


Figura 36. Variación temporal del número de galerías (incipientes o profundas) de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) registrado en diferentes conteos por sector (izquierda) y número de galerías según su grado de construcción (incipiente, o profundo) y uso (profundo activo) en la colonia de cría entre sectores en la Horcada2 en dos conteos durante el periodo reproductor (derecha).

En un seguimiento específico de los taludes de nidificación en la zanja y el canal entre los sectores de Horcada 1 y Horcada2, se observó un número muy similar de túneles entre mediados de mayo (N = 191) y principio de junio (N = 192). Sin embargo, el número de galerías profundas aumentó un 47%, mientras que el de las incipientes superficiales disminuyó un 50% (Fig. 36). Entre las profundas, el número de galerías activas aumentó un 25%, aunque en términos relativos pasaron de suponer un 80.6% a un 68.8% entre ambas fechas. Es decir, los abejarucos avanzaron en la profundización de huecos ya iniciados a mitad de mayo, de los que sólo una fracción tuvo una ocupación más intensa al aproximarse la puesta.

Esta especie es un reproductor tardío, con las puestas centradas en mayo y la eclosión en junio. Además, la profundidad del nido impide registrar la productividad hasta la salida de los pollos o por medio de la prospección interior de las galerías, como ya se ha comentado. Por tanto, aun es pronto para valorar el resultado de la reproducción en las colonias de los vaciaderos.

Taludes artificiales de nidificación

Los taludes artificiales de 20 m de longitud y ≥ 2 m de altura construidos para la nidificación de abejarucos en la cara interna de la mota perimetral en Butano2 y Horcada1 tuvieron resultados desiguales y por debajo de lo esperado debido a diversos motivos.



Fotografía 38. Parte del talud vertical ocupado por la colonia de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) en una zanja amplia excavada sobre acopios de sedimentos entre los sectores de la Horcada (izquierda), y detalle del orificio de entrada de la galería tipo excavado por la especie (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En Butano2, los dos taludes T1 y T2 construidos en los lados E (caja de agua) y S del recinto fueron remodelados por CORESA el 09/04/2020 a petición del CSIC para retirar la vegetación que había crecido profusamente sobre ellos y perfilar un corte más vertical. Ambos taludes, pero particularmente T1, fueron ocupados por los abejarucos, que comenzaron a perforar galerías inmediatamente. En T1 se registró un máximo de 26 nuevos orificios, lo que supuso un 11.8% del número máximo de galerías registradas en todo Butano2. Sin embargo el desmantelamiento accidental de más de la mitad sur del talud (> 10 m lineales hasta la base) entorno al 20/05/2020, truncó su potencial en el momento central del periodo de puesta (ver apartado 3.7.5). Antes de su desmantelamiento se registraba la presencia de 2-4 aves ocupando activamente el talud, que no volvieron a observarse posteriormente. El número de orificios restante (N = 7) tampoco aumentó con nuevas perforaciones.



Fotografía 39. Talud artificial (T1) creado en Butano2 para abejaruco europeo (*Merops apiaster*), dentro de las medidas ambientales de la campaña 2019-20, situado en el lado este de la mota perimetral junto a la caja de agua, antes de despejar el frente colonizado por vegetación a principios de marzo (izquierda) y después de la actuación realizada por CORESA a petición del CSIC a principio de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El talud T2 de Butano2 tuvo una ocupación marginal, con un máximo de 7 orificios incipientes a mitad de mayo y baja o nula presencia de abejarucos desde entonces. Las causas de la baja ocupación pueden ser el sustrato más arcilloso con el que se construyó, la presencia de residuos sólidos, la situación menos

expuesta en el vértice sur de la mota y la reducción generalizada de abejarucos en Butano2 desde finales de mayo.

En Horcada1 se construyeron igualmente dos taludes, T1 y T2, recrecidos sobre la mota del lado N del recinto. La ocupación fue testimonial en ambos casos, con tal sólo un máximo de 1 y 5 orificios incipientes registrados a mediados de mayo, respectivamente. La presencia de abejarucos en su proximidad fue también marginal y únicamente se observó a un ave posada sobre T2 coincidiendo con el paso y llegada de primeros ejemplares. El resto de observaciones en Horcada1 se corresponde con individuos de la cercana colonia en el límite con Horcada2. Los materiales arcillosos procedentes del fondo de la cubeta con los que se construyeron, formaron taludes duros y quebradizos no aptos para perforar galerías estables. Además, la presencia cercana de amplias zonas óptimas para la nidificación redujo el interés de estos taludes.

4.5. Especies catalogadas

Se registró la presencia de cinco especies de aves acuáticas listadas en los catálogos nacional (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas RD 139/2011) y andaluz (Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas D 23/2012) de especies susceptibles de amenaza. Cuatro de estas especies se encuentran clasificadas en peligro de extinción (EN): porrón pardo (*Aythya nyroca*), cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), focha moruna (*Fulica cristata*) y garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*). Y una quinta, el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) está catalogada como vulnerable (VU). En la tabla 7 se listan las observaciones de estas especies excepto del porrón pardo (ver apartado específico 3.4.3).

El **porrón pardo** fue la única especie catalogada que se registró de forma regular a lo largo del seguimiento en el sector de Butano2, donde llegó a reproducirse con éxito. Los detalles sobre esta especie se pueden consultar en el correspondiente apartado específico (3.4.3). El resto de las especies se observó de forma mucho más ocasional.

Tabla 7. Registro de especies de aves acuáticas listadas en los catálogos nacional y andaluz bajo algún grado de amenaza (excepto porrón pardo *Aythya nyroca*). C: categoría de amenaza (EN: en peligro; VU: vulnerable).

Nombre común	Nombre científico	C	Sector	Fecha	Hora	N	Observaciones
Focha moruna	<i>Fulica cristata</i>	EN	Butano2	18/04/20	8:30	1	Come macrófitos acuáticos en lado SE
Cerceta pardilla	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	EN	Horcada1	24/04/20	8:45	1	Nada entre islas hasta posarse en orilla
Garcilla cangrejera	<i>Ardeola ralloides</i>	EN	Butano2	14/06/20	14:50	2	Pescando en orilla de <i>finger</i> lado NE
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	VU	Butano2	08/01/20	13:24	1	Posado con pez en isla emergida NO
				11/02/20	13:20	1	Posado en apoyo eléctrico al N
			26/02/20	8:47	1	Posado en apoyo eléctrico al N	
			Horcada1	11/02/20	16:30	1	Vuela hasta apoyo eléctrico al S

El **águila pescadora** es un invernante y migrante regular y frecuente en el bajo Guadalquivir que ocupa estuarios costeros, entornos fluviales y aguas continentales permanentes o semipermanentes (e.g. esteros, salinas, balsas, embalses) con abundante pesca. Además, existe una población reproductora cercana en las provincias de Cádiz y Huelva, creada a partir de un proyecto de reintroducción. Entre enero y febrero se observó en varias ocasiones una hembra adulta sin anillar (probablemente mismo ejemplar) posada en uno de los apoyos eléctricos del tendido situado entre la mota NO y el bosque de ribera en Butano2. En una de las ocasiones se observó posada con un pez (seguramente pescado fuera) en una de las islas emergidas en la zona NO de impulsión (Tabla 7). En febrero se observó otro ejemplar volando desde el interior de la Horcada1 hasta posarse en un apoyo de un tendido de distribución en cultivos al sur del vaciadero.

La **cerceta pardilla** es una anátida reproductora escasa en el sur y levante peninsular que ocupa humedales habitualmente temporales o semipermanentes, de aguas someras, salobres y con abundantes vegetación. Es un reproductor tardío muy afectado por la sequía y desecación de humedales temporales. En los

vaciaderos se registró un único ejemplar en Horcada1 el día 24/04/2020. Llegó volando y estuvo nadando entre las islas artificiales hasta posarse para acicalarse y descansar en la orilla de la isla pequeña central (IPC). Esta especie se registró en otras seis ocasiones (hasta dos individuos juntos) en la laguna recién restaurada por WWF en la marisma de Adventus (Trebujena), muy próxima al vaciadero del Yeso. Esto indica el potencial de los vaciaderos más cercanos a la desembocadura del río para acoger una comunidad de acuáticas con mayor presencia de especies de aguas salobres, como la misma cerceta pardilla.



Fotografía 40. Águila pescadora (*Pandion haliaetus*) hembra adulta invernante en el vaciadero de Butano durante los meses de enero y febrero de 2020, posada sobre apoyo eléctrico de diseño trebolillo canadiense en la línea que transcurre entre los recintos del vaciadero y la orilla del río Guadalquivir (izquierda). Macho adulto comiendo un gran barbo, posado sobre apoyo eléctrico próximo al vaciadero de Butano a mediados de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



Fotografía 41. Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) adulta descansando en la orilla de una de las islas artificiales de Horcada1 a finales de abril (izquierda), y adulto en aguas abiertas de una laguna restaurada próxima al vaciadero de los Yesos a principios de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En Butano2 se registró el 18/04/2020 el único ejemplar de **focha moruna** observado en los vaciaderos durante el seguimiento. Se encontraba en la zona E cerca de la caja de agua, la zona más profunda donde se alimentaba de macrófitos acuáticos. Esta especie de climas cálidos selecciona humedales tranquilos de cierta profundidad, agua dulce o ligeramente salobre, con abundante vegetación palustre y sumergida, que comparte con su congénera la focha común. Es un reproductor muy escaso en Andalucía y zonas del levante peninsular. En el núcleo de la Cañada de los Pájaros (13 km desde Butano) se realiza cría en cautividad y suelta de esta especie. Aunque el ejemplar observado no portaba collar de identificación, no puede descartarse su procedencia de la Cañada.



Fotografía 42. Garcillas cangrejeras (*Ardeola ralloides*) adulta alimentándose en la orilla vegetada del *finger* en Butano2 a mediados de junio de 2020 (izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Por último, se registraron dos individuos de **gacilla cangrejera** en el lado N-NE del recinto de Buntano2 el día 14/06/2020. Ambos ejemplares estaban próximos entre sí pescando insectos o anfibios en la orilla E del *finger*. Uno de ellos capturó un gran insecto en tierra que engulló después de mojarlo. Ocupa humedales de agua dulce con abundante vegetación palustre en su entorno y nidifica en colonias mixtas con otras ardeidas y moritos. Es un reproductor estival más abundante que el resto de especies catalogadas pero sufre fluctuaciones importantes dependientes de la sequía y la disponibilidad de hábitat.

4.6. Especies de interés

En el Protocolo de manejo y la Propuesta de actuaciones de la presente campaña se mencionaban explícitamente al **martín pescador** (*Alcedo atthis*) y el **avión zapador** (*Riparia riparia*) como especies de interés a tener en cuenta en las actuaciones ambientales. Ambas especies presentan poblaciones reproductoras en disminución o muy poco conocidas en el bajo Guadalquivir y ocupan taludes terrosos más o menos próximos a medios acuáticos para nidificar. Los taludes artificiales construidos en los vaciaderos tienen como objetivo no solo el abejaruco europeo, sino también estas dos especies mucho más escasas.

El martín pescador se registró en sendas ocasiones en el mismo vaciadero del Yeso1 en los meses de diciembre y enero (Tabla 8). En el primer caso se trataba de un individuo en vuelo sobre el lado sur y en el segundo de un ejemplar volando por el canal situado entre la mota norte del recinto y la carretera SE-9013 (Cta. del Práctico). Ambos registros corresponden a uno o dos individuos de la población invernante en el bajo Guadalquivir.

Tabla 8. Detalles de las observaciones de martín pesador (*Alcedo atthis*) y avión zapador (*Riparia riparia*) observados durante el seguimiento de los vaciaderos terrestres entre noviembre de 2019 y junio de 2020.

Especie	Sector	Fecha	Hora	N	Lugar	Comportamiento
	Horcada2	05/11/19	11:15	1	Subsector N	Vuelo
Avión zapador (<i>Riparia riparia</i>)	Yeso1	09/05/20	14:50	1	Lado O, sobre taludes de abejaruco	Vuelo bajo
	Horcada2	29/06/20	18:05	2	Subsector S	Vuelo bajo E-O
	Yeso1	29/06/20	10:05	2	Lado N	Vuelo bajo NE-SO
Martín pescador (<i>Alcedo atthis</i>)	Yeso1	10/12/19	13:05	1	Lado S	Vuelo O-E
	Yeso1	08/01/20	10:20	1	Lado N, entre canal y Cta. del Práctico	Vuelo

El avión zapador fue observado en cuatro ocasiones en los vaciaderos de la Horcada2 y el Yeso1 (Tabla 8). En total sumaron seis individuos, uno de ellos posiblemente en paso otoñal y los otros cinco en pleno periodo reproductor. Sin embargo fueron observaciones puntuales de ejemplares divagantes alimentándose en vuelo bajo sobre la zona, sin indicios de reproducción.

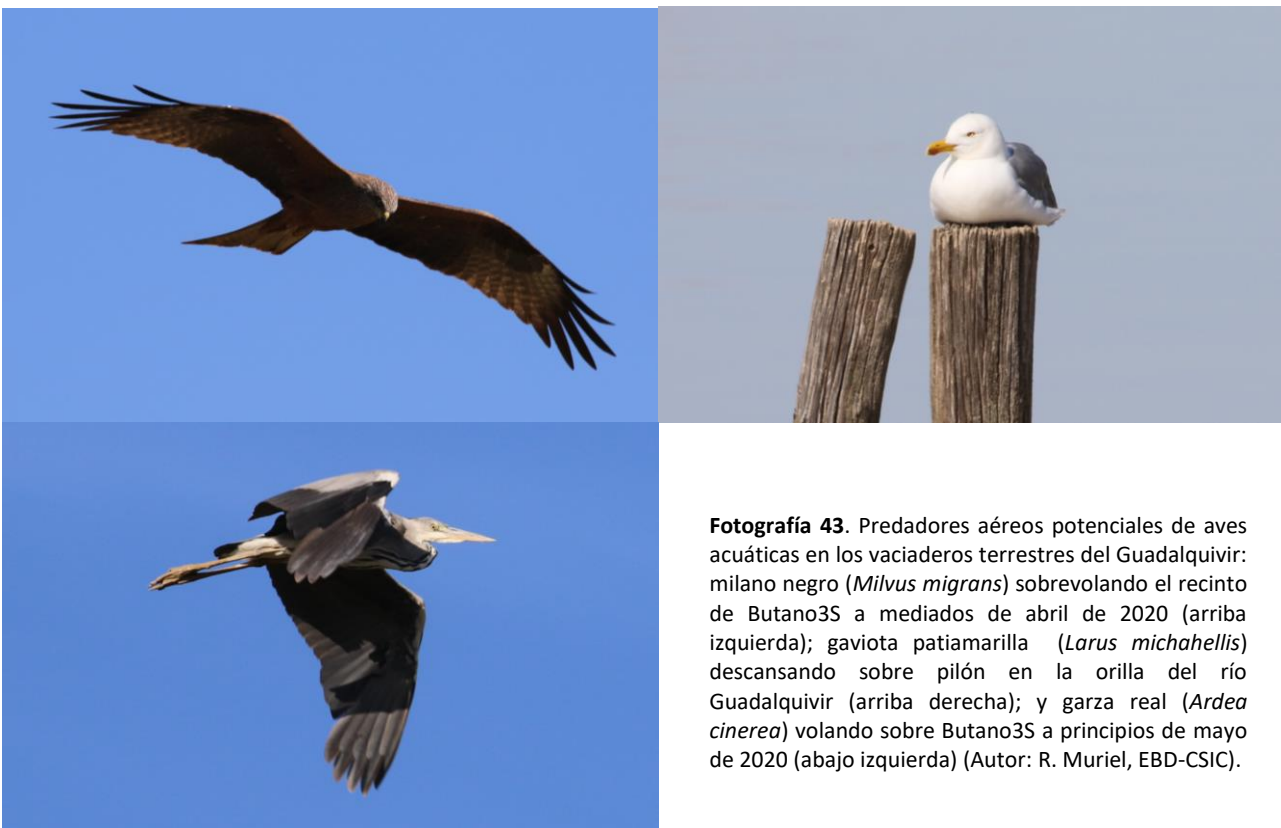
Cabe destacar el registro de la presencia de la **nutria europea** (*Lutra lutra*) mediante la detección de huellas en dos ocasiones en la orilla próxima a la caja de agua en Butano3S. Aunque en los recintos no hay poblaciones de especies presa habituales de la nutria, como peces o cangrejos de río, si hay anfibios y pollos de aves acuáticas que pueden ser presa ocasional.

4.7. Amenazas potenciales e incidencias

4.7.1. Predadores

Durante el periodo reproductor y sobre todo en la fase de cría de pollos, se observó comportamiento de alarma y defensa frente a posibles predadores, particularmente en la cigüeñuela común y avoceta común, cuyos pollos no volantes se mueven por las orillas y son más susceptibles de ser capturados.

Este comportamiento se observó principalmente frente a las aves de presa, como el abundante milano negro (*Milvus migrans*), pero en ocasiones también frente a garzas reales (*Ardea cinerea*) y gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*). Aún así, no se constató ningún ataque directo de predadores aéreos a aves acuáticas, aunque si se observó un milano negro transportando un posible pollo de limícola no identificado (Horcada2, 14/06/2020).



Fotografía 43. Predadores aéreos potenciales de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir: milano negro (*Milvus migrans*) sobrevolando el recinto de Butano3S a mediados de abril de 2020 (arriba izquierda); gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) descansando sobre pilón en la orilla del río Guadalquivir (arriba derecha); y garza real (*Ardea cinerea*) volando sobre Butano3S a principios de mayo de 2020 (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

La presencia cercana de predadores terrestres y del propio observador también desencadenó la respuesta de alarma. Durante los censos se observó la presencia directa o indirecta a través de huellas y/o excrementos de al menos tres posibles predadores terrestres silvestres: zorro común (*Vulpes vulpes*), jabalí (*Sus scrofa*) y nutria europea, y de uno doméstico, el perro (*Canis lupus familiaris*). En el Anexo II se recopilan todos los registros de presencia directa o indirecta de predadores terrestres.

La presencia de nutria y jabalí se confirmó en Butano3S a partir de huellas en la orilla o la mota, mientras que el zorro fue observado en dos ocasiones entre Butano3S y la orilla del río, y en el Yeso1, además de posibles huellas y excrementos en los mismo lugares. El predador terrestre detectado con mayor frecuencia, con diferencia, fue el perro, con 16 individuos cimarrones o de propiedades cercanas registrados en 6 ocasiones diferentes, en grupos de 2 a 5 individuos, a lo largo de todo el periodo de seguimiento y en todos los vaciaderos. En ningún caso se observó el ataque directo de perros a aves acuáticas, pero si comportamiento de búsqueda en los márgenes interiores de las balsas.



Fotografía 44. Indicios de presencia de potenciales predadores terrestres silvestres de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir: huella de nutria europea (*Lutra lutra*) en la orilla fangosa de Butano3S, cerca de la caja de agua, en diciembre de 2019 (arriba izquierda); huella de jabalí (*Sus scrofa*) sobre la mota norte de Butano3N, a finales de enero de 2020 (arriba derecha); posible excremento de zorro común (*Vulpes vulpes*) sobre la caja de agua de Butano3S en junio de 2020 (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.7.2. Molestias

Durante la primera quincena de junio se han producido vuelos a baja altura de **avionetas** dedicadas a la siembra de arrozales en el entorno del vaciadero de la Horcada. Este vaciadero se sitúa justo en el extremo sur de los arrozales del Brazo del Este y muy próximo a la gran extensión de tablas de Isla Mayor al otro lado del río. Durante las labores de siembra de los campos situados al norte de la Horcada, algunas avionetas realizaron pasadas sucesivas a muy baja altura y muy próximos a los recintos y su entorno inmediato. Aunque los vuelos más cercanos se produjeron sólo durante unos pocos días, suponen una molestia potencial por el ruido y el impacto visual durante el periodo reproductor.

Se ha detectado la entrada de **vehículos a motor** en el interior de los vaciaderos. Sólo en una ocasión se ha observado la presencia directa de un turismo con personal no autorizado entrando en Horcada2 por la cancela abierta de la entrada SO del vaciadero. El vehículo permaneció estacionado cerca de la orilla del río para volver a salir poco tiempo después. La mayor parte de vehículos registrados se corresponde con rodaduras de motocicletas, especialmente de motocross, en el interior de los tres vaciaderos, pero sobre todo en la Horcada, donde no hay restricciones físicas al acceso. La mayor parte de los rastros se localizan

sobre las motas perimetrales, pero también se ha observado el paso por zonas secas del interior de los recintos (e.g. Yeso2, Horcada2). La circulación descontrolada de estos vehículos puede ahuyentar a la avifauna y provocar fracaso reproductor si se produce por el interior de las balsas durante la nidificación.

En las proximidades del vaciadero de la Horcada se registraron varias **detonaciones** en tres días diferentes en los meses de abril, mayo y junio. Al menos en los dos primeros casos parecía tratarse de algún sistema anti-pájaros de gas comprimido localizado en los cultivos intensivos al sur del vaciadero destinado a minimizar las pérdidas durante la siembra/plantación de las parcelas. En el tercer caso se trataba de detonaciones inespecíficas al norte del vaciadero que podrían deberse a un sistema similar o incluso a armas de fuego. Precisamente, en el interior del sector Yeso1 se encontraron en marzo varios cartuchos de escopeta relativamente recientes. En ninguno de los casos se observó un comportamiento anómalo en las aves que ocupaban el interior del vaciadero. Cabe recordar que la caza está prohibida dentro del dominio público hidráulico y su zona de servidumbre, y que aun estando autorizada en cotos de caza limítrofes, puede tener un impacto directo sobre las aves en los vaciaderos incluso aunque no sean las especies objetivo (e.g. caza de conejo, abundante en la Horcada y el Yeso).



Fotografía 45. Molestias potenciales detectadas dentro o en la periferia de los recintos de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir: avioneta de siembra de arroz sobrevolando a baja altura la periferia cercana del vaciadero de la Horcada a principios de junio de 2020 (arriba izquierda); rodadura de motocicleta de cross en la mota norte de Butano3N y 3S a mediados de mayo de (arriba derecha); cartucho de caza usado en Yeso1 a principios de marzo (abajo izquierda); y rebaño de ovejas transitando y pastando próximo a la mota este en Horcada1 a mediados de abril de 2020 (abajo derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En los vaciaderos de Butano y la Horcada se comprobó el tránsito frecuente de **rebaños de ovejas** por la periferia, mota perimetral e incluso el interior de los recintos. Se trata de dos rebaños acompañados por el pastor y perros que pastan en la zona de El Copero-Guadaíra y la franja de dominio público desde el sur del Brazo del Este hasta la Señuela, respectivamente. La presencia de ovejas no supone en sí mismo un problema para las aves, pero el pisoteo reiterado de orillas y el ramoneo descontrolado pueden tener efectos locales no deseados sobre el desarrollo de la vegetación palustre, la formación de pantallas vegetales en las motas, o la recuperación del bosque de ribera, si no se regula adecuadamente. Además, los perros que acompañan a los pastores pueden actuar ocasionalmente como predadores si transitan por el interior de los recintos. Los efectos de compactación y erosión por pisoteo frecuente se observan principalmente sobre sustratos arcillosos con poca cobertura vegetal de la periferia N y S de la Horcada1, y el ramoneo tras desbroce se constató en la mitad NE de Butano1.

4.7.3. Tendidos eléctricos

En el vaciadero de Butano existe una línea eléctrica de distribución que recorre en paralelo el lado NO entre la mota de los cuatro recintos del vaciadero y la orilla del río Guadalquivir. Parte del vértice NE próximo a la glorieta de acceso al recinto militar de El Copero, donde la línea se soterra, y continúa por la margen del río hacia el SO. En el tramo de 1.5 km de longitud correspondiente al vaciadero de Butano hasta el soterramiento hay un total de 21 apoyos eléctricos de diversa tipología y peligrosidad. La mayoría de ellos (N = 18; 85.7%) son de baja peligrosidad (i.e. tresbolillo suspendido o canadiense suspendido), pero hay tres de peligrosidad alta o muy alta con diseño de amarre y fin de línea con seccionadores sin aislamientos (Tabla 9; Figura 37). Ninguno de los apoyos presenta medidas de corrección.

Tabla 9. Lista de apoyos según sector y tipología de la línea eléctrica de distribución entre los recintos del vaciadero de Butano y la orilla del Guadalquivir.

Sector	Tipología	Numero	Peligrosidad
Butano1	Tresbolillo suspendido	6	Baja
	Amarre	1	Alta
	Amarre con puente superior	1	Muy alta
	Amarre fin de línea con seccionador	1	Alta
	Tresbolillo atirantado fin línea con seccionador	1	Baja
Butano2 y 3	Canadiense suspendido	11	Baja

Se han registrado al menos tres especies de aves rapaces utilizando alguno de estos apoyos como posadero (Tabla 10). El milano negro (*Milvus migrans*) ha sido la más frecuente (50%), seguida de dos registros de águila pescadora probablemente correspondientes a un mismo individuo invernante en la zona, y otros dos de cernícalo vulgar. El milano negro se reproduce en el bosque de ribera cercano y es una especie abundante en la zona desde la primavera. Otras especies de rapaces como el busardo ratonero (*Buteo buteo*) y el águila calzada (*Hieraetus pennatus*) presentes en la zona, no se han observado posadas en los apoyos. Los abejarucos europeos y otras especies de passeriformes (e.g. alcaudón común, pardillo común, gorrión común, verderón común, serín verdeillo), han utilizado también los cables de la línea como posadero sin riesgo de electrocución.

El 08/06/2020 se revisó la base de los apoyos del sector de Butano1 (N = 10), donde se encuentran los tipos de mayor peligro, y no se encontró restos de ninguna especie. Falta por revisar los correspondientes al sector de Butano2 y 3 (N = 11) de menor peligrosidad, pero que ha fecha del informe se encontraban rodeados de un espeso cardal alto de muy difícil acceso.

Tabla 10. Lista de ejemplares de aves rapaces registrados sobre apoyos eléctricos de la línea de distribución entre los recintos del vaciadero de Butano y la orilla del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20. Los dos registros de águila pescadora podrían corresponder con mismo individuo invernante.

Especie	Nombre científico	Fecha	Sector
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	19/11/19	Butano1
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	11/02/20	Butano2
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	26/02/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	25/03/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	03/04/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	24/05/20	Butano3S
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	08/06/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	08/06/20	Butano3S
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	29/06/20	Butano3S



Figura 37. Localización de la línea eléctrica de distribución en el vaciadero de Butano y tipología de los apoyos eléctricos:

- Círculo blanco: canadiense suspendido.
- Doble círculo blanco: tresbolillo suspendido.
- Doble círculo amarillo: amarre con o sin puente superior.
- Doble círculo rojo: tresbolillo atirantado de amarre.
- Doble círculo azul: amarre con seccionador.



Fotografía 46. Tres de los apoyos más peligrosos del tendido eléctrico de distribución en Butano1, con diseño de amarre con o sin seccionadores o puentes por arriba (derecha). Milano negro (*Milvus migrans*) posado sobre apoyo tipo tresbolillo no peligroso en el entorno del río Guadalquivir a principios de marzo (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.7.4. Escombros y basura

La falta o deterioro de las barreras físicas al acceso de personal no autorizado al interior de los vaciaderos facilita el uso de puntual de los mismos como lugar de depósito de escombros y basuras no autorizadas. El caso más evidente se encuentra en la explanada al NE de Butano1, a la que se accede directamente desde la Ctra. de El Copero y en la que se acumulan importantes acopios de escombros no autorizados con residuos sólidos.

Dentro de los recintos también se encuentran depósitos puntuales de residuos. Por ejemplo, la formación del talud T2 para abejaruco en Butano2 se hizo con un acopio cercano de tierra con un contenido importante de residuos sólidos y escombros que afloran en el corte interior del talud. En el interior de Yeso1 existen varios acúmulos de escombros en su parte centro-sur y se observa la presencia de escombros semienterrados mezclados con el sustrato de la base del carril central.

Finalmente, hay que mencionar la presencia no intencionada de abundantes residuos sólidos mezclados con restos vegetales producto del arrastre y depósito en las orillas del Guadalquivir, como se puede observar en la orilla despejada de Horcada2.



Fotografía 47. Acúmulos de escombros colindante a la mota suroeste de Yeso2 (Izquierda). Escombros y residuos sólidos semienterrados en el carril central dentro de Yeso1 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.7.5. Mortalidad

A lo largo del periodo de seguimiento se encontraron cuatro aves acuáticas muertas en el interior de dos recintos de Butano, todas ellas en primavera y verano:

- Butano3S: el día 09/03/2020 se observa un cadáver de pagaza piquirroja y otro de la misma especie o gaviota reidora, en la zona emergida rodeada de aguas someras del centro sur del subsector este. El día 24/05/2020 se registra otro cadáver de pagaza piquirroja en una zona similar, en el tercio sur del subsector E. En todos los casos no se pudo acceder hasta los cuerpos debido al encharcamiento y el fondo blando impracticable.
- Butano2: el día 29/06/2020 se registra el cadáver de una hembra adulta de cigüeñuela común en el agua de la orilla S-SE. No se apreciaron fracturas aparentes en los huesos largos y el plumaje parecía intacto.

En ningún caso pudo determinarse la causa de muerte. Aunque no se puede descartar un origen antrópico (e.g. disparo), es más probable que las muertes respondan a factores naturales. En todo caso, es improbable que se deban a la intoxicación por la proliferación de bacterias o bacilos, teniendo en cuenta las fechas y los pocos cadáveres encontrados.



Fotografía 48. Cadáver de hembra adulta de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) encontrado en la orilla sureste de Butano2 a finales de junio (izquierda). Restos de búho chico (*Asio otus*) semienterrados en el lado sur de Yeso1, hallados a mediados de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Además de aves acuáticas, el día 18/04/2020 se localizó el cadáver de un búho chico (*Asio otus*) semienterrado en el lado sur de Yeso1. El cadáver reseco se encontraba relativamente bien preservado gracias al sustrato arenoso bien drenado. No se pudo determinar la causa de muerte.

4.7.6. Incidencias

Se listan a continuación una serie de incidencias identificadas durante los censos periódicos de los vaciaderos con impacto sobre las actuaciones ambientales implementadas, la presencia y comportamiento de las aves de interés en los recintos afectados, y/o que podrían haberse sometido a planificación previa y consensuada para evitar o minimizar impactos y desarrollar un manejo integral más eficiente:

- Más de la mitad (15 m) de la longitud del talud (T1) creado para el abejaruco europeo junto a la caja de agua en el sector de Butano2, fue desmantelado y allanado al nivel de la mota durante la tercera semana del mes de mayo de forma no intencionada por operarios de la contrata CORESA (Fig. 38). Se trataba de uno de los dos taludes construidos como parte de las actuaciones destinadas a proporcionar sustrato de nidificación para la especie, que habían sido desbrozados y reperfilados por la propia CORESA el 08/04/2020 a petición del equipo de seguimiento. Con la remoción parcial del talud se destruyeron 35 m² de frente de talud y desapareció el 73% de los 26 orificios excavados por los abejarucos (conteo máximo 17/05/2020, 12.1% del total en el sector), si bien la mayoría eran incipientes y la reproducción era posible pero no segura. Los materiales retirados se utilizaron para ensanchar el tramo del carril, quizá con el fin de permitir cruce de maquinaria.



Fotografía 49. Talud para abejaruco europeo (T1) junto a caja de agua en Butano2, parcialmente desmantelado a finales de mayo (izquierda). Misma imagen al paso de un camión transportando materiales de Butano1 a 3N (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

- Durante la segunda quincena del mes de mayo camiones volquete de gran tonelaje (*Lagartos*) transitaron con frecuencia elevada (3 min, turnos de mañana y tarde), velocidad moderada y en sentido único sobre los carriles reacondicionados de la mota perimetral de Butano2, con el fin de transportar áridos entre la zona de extracción en Butano1 y la zona de depósito al sur de Butano3N (Fig. 38). La velocidad de circulación y la ausencia de precipitaciones contribuyeron a la formación de grandes nubes de polvo en suspensión que cubrieron la vegetación del entorno a varios metros de altura y distancia. El impacto fue mayor en los lados O y NO donde no existe orla de tarajes suficientemente desarrollada que actúe de pantalla física. El paso constante de maquinaria pesada, junto con el ruido y el polvo pudieron provocar molestias, particularmente al abejaruco europeo por la disposición de su principal colonia en el talud largo en la esquina oeste. De hecho, se constató un descenso acusado en el recuento de la especie en Butano2, pasando de 25 ejemplares el día 09/05/2020, antes del incidente, a sólo 6 el 24/05/2020, para volverse a recuperar hasta 10-14 individuos en los dos siguientes censos, una vez cesado el tránsito, aunque localizados con preferencia en los taludes y tendido eléctrico del lado NO.



Fotografía 50. Vegetación cubierta de polvo levantado por el paso constante de camiones en la zanja y talud oeste donde se encuentra la principal colonia de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) (izquierda), y en la orla de tarajes que forma una pantalla aislante entre el carril y la balsa en el lado SO (derecha), de Butano2 a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

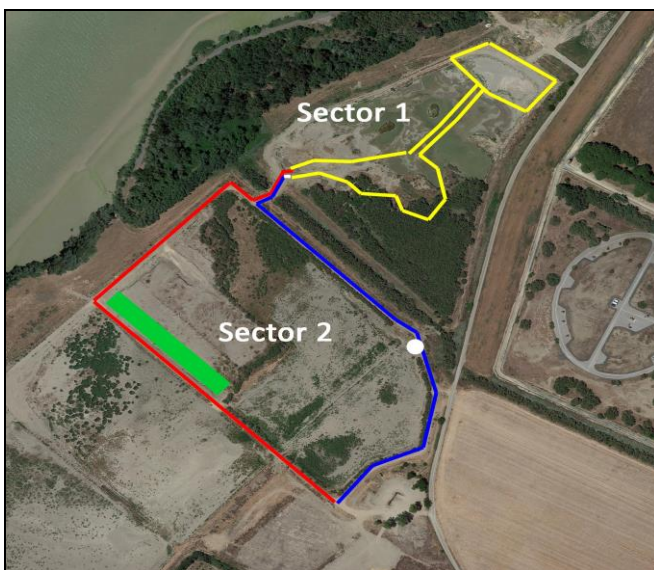


Figura 38. Localización de las incidencias reportadas en el presente informe en los sectores 1 y 2 del vaciadero de Butano. Línea azul: carriles utilizados para el traslado en camiones de materiales desde el Butano1 hasta 3N. Línea roja: carril utilizado para el retorno de los camiones desde Butano3N hasta 1. Polígono amarillo: zonas en la que se han extraído sedimentos de Butano1. Punto blanco: talud para abejaruco europeo (T1) junto a la caja de agua parcialmente desmantelada. Polígono verde: zanja y talud noroeste donde se encuentra la principal colonia de abejaruco europeo del vaciadero afectado por el paso de maquinaria pesada y el polvo.

- Durante la extracción de áridos en Butano1 y Yeso1 se han reformado completamente ciertos tramos de la mota perimetral de los recintos, lo que ha supuesto el desbroce de la vegetación leñosa incipiente que se desarrollaba en la cara interior de la mota (Fig. 38, 39). En Butano1 la extracción y remodelado de la

mota se ha realizado en el extremo NE, con nuevos desbroces y extracciones en la parte central. En el Yeso1 se ha reformado todo el lateral E y parte del SE, afectando a la franja de tarajal maduro, así como un pequeño tramo en el lado NO. La vegetación leñosa pionera (e.g tarajes) desarrollada sobre el talud interior de la mota perimetral cumple una importante función de consolidación de la mota frente a la erosión, forma una pantalla vegetal que aísla físicamente el interior de los recintos de molestias visuales, sonoras y polvo en suspensión, y proporcionen refugio y alimentos a las aves, incluidas algunas acuáticas que nidifican en orilla vegetadas y ramas semihundidas (e.g. focha común, zampullín común).



Fotografía 51. Extracción de materiales y remodelación completa de la mota perimetral en el lado NE (izquierda), y extracción de materiales en curso en el frente de los acopios de materiales antiguos cubiertos por tarajal maduro (derecha), en el sector Butano1 desde el mes de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



Figura 39. Localización de las incidencias reportadas en el presente informe en el sector Yeso1. Polígono amarillo: tramos de la mota perimetral desbrozados y remodelados. La remodelación afectó al extremo NE de la orla de tarajes maduros.

Los trabajos de extracción de sedimentos en sectores no inundados deberían estar sujetos a una planificación coordinada en concordancia con el objetivo de gestión integrada del Protocolo de manejo de los vaciaderos. Esto supone incorporar a todas las partes involucradas en la gestión de los vaciaderos, incluidos los diversos contratistas, para evitar incidentes irreversibles o para fijar ciertas pautas de diseño importantes (e.g. respetar taludes internos de mota perimetral) previas a la ejecución de actuaciones ambientales específicas. Es además una forma más eficiente de proceder, que reduce costes posteriores durante la ejecución de las actuaciones al reducir el movimiento de materiales y predisponer elementos sin apenas esfuerzo (e.g. no retirar materiales de islas).

5. CONCLUSIONES

A continuación se resumen las principales conclusiones derivadas de los resultados obtenidos durante el periodo de seguimiento de los vaciaderos terrestres y de la comunidad aves acuáticas y especies de interés presentes en los mismos. Se presta especial atención a la información con utilidad directa para completar y mejorar las actuaciones recomendadas en el Protocolo de manejo:

- La escasa inundación e hidroperiodo más corto en la marisma estacional debido al déficit pluviométrico del otoño e invierno, unido el retraso en la inundación del arrozal al final de la primavera, limitaron la disponibilidad de hábitats húmedos durante la invernada y la reproducción en el bajo Guadalquivir, lo que podría haber favorecido el uso de los recintos inundados de los vaciaderos por las aves acuáticas.
- El sellado de la caja de agua en Butano2 permitió maximizar el hidroperiodo, mientras que las filtraciones en la caja de agua y un menor volumen efectivo de inundación favorecieron un secado más temprano de Butano3S. En Horcada1 el volumen de vertido y la profundidad fueron muy inferiores a lo previsto, lo que limitó el potencial del sector y de las actuaciones (e.g. islas, penínsulas).
- La comunidad de aves acuáticas fue mucho más rica, abundante, diversa y homogénea en los sectores inundados, con o sin actuaciones específicas, que mantuvieron una lámina de agua suficiente desde la invernada hasta el periodo reproductor.
- En los sectores inundados la comunidad de aves acuáticas fue menos diversa, menos uniforme y con abundancia más variable en otoño-invierno debido a la presencia de grandes bandos mono-específicos en paso y dispersión, y más rica, diversa, homogénea y con abundancias más estables durante el periodo reproductor.
- Un hidroperiodo prolongado, las actuaciones de diseño funcionales (e.g. islas, fondos) y ciertas características intrínsecas (e.g. productividad primaria, ubicación) favorecieron mayor variabilidad de ambientes y condiciones más favorables para la reproducción dentro de un mismo recinto, de un mayor número de especies de aves acuáticas, durante un periodo más prolongado y con mayor productividad acumulada (e.g. Butano2 vs otros recintos inundados).
- Es probable que las propiedades combinadas del vertido y los materiales que conforman el vaso (e.g. salinidad, nutrientes) determinen la productividad primaria de las aguas y orillas una vez inundados los recintos, y por tanto influyan en la composición, abundancia y diversidad de la comunidad de aves acuáticas sustentada. Por ejemplo, el desarrollo de macrófitos acuáticos y vegetación anual/bianual en las orillas fue mayor en Butano2 y 3S que en la Horcada1, donde dominan comunidades halófilas perennes.
- Además de la variabilidad intra-recinto, una mayor variabilidad en hábitats, condiciones, ubicaciones en el curso río y contextos ambientales, entre recintos dentro de vaciadero y entre vaciaderos, podría favorecer una mayor riqueza y diversidad de aves acuáticas a nivel global (i.e. diversidad β), y la presencia y nidificación de especies de interés con requerimientos diferentes.
- Las superficies emergidas y rodeadas de agua a cierta distancia de las orillas perimetrales, tanto espontáneas como islas artificiales, fueron lugares preferentes para el descanso y refugio de la gran mayoría de aves acuáticas, y para la nidificación de limícolas, fochas y probablemente anátidas.
- El desarrollo profuso de vegetación sobre las islas espontáneas o artificiales, limitó su potencial como zona de nidificación para especies de larolimícolas como cigüeñuelas, que utilizaron únicamente las orillas, o avocetas, que seleccionaron islas despejadas con escasa o nula vegetación. Estas especies seleccionan probablemente zonas con un campo visual amplio, libre de obstáculos para detectar la aproximación de predadores. Sin embargo, la vegetación favoreció la nidificación de fochas en los bordes y probablemente anátidas en su interior, que buscan mayor cobertura para proteger los nidos.
- El número máximo de nidos estuvo relacionado directamente con el tamaño de las islas y su ubicación respecto al perímetro, mientras que el periodo de nidificación dependió de la duración del aislamiento

(desconexión de orillas). Por ejemplo, las mayores densidades de nidos de avoceta en Horcada1 se dieron en islas más distanciadas de las orillas y con mayor periodo de aislamiento, y el periodo de nidificación de la cigüeñuela en Butano2 fue más largo en las islas artificiales, que mantuvieron su aislamiento hasta el final del seguimiento.

- Las orillas de diques, *fingers* o perimetrales con suficientes cobertura vegetal y tranquilidad también fueron zona de nidificación para fochas, zampullines y posiblemente anátidas.
- Las penínsulas incrementaron la heterogenidad y longitud de las orillas perimetrales, pero aunque fueron utilizadas como zonas de alimentación de limícolas y de refugio de fochas, gallinetas y limícolas, según su disposición y ubicación, no ofrecieron todo su potencial debido a las variaciones de diseño (e.g. orillas de mayor pendiente, cotas de coronación elevadas) o la insuficiente inundación (e.g. Horcada1).
- Las zonas de aguas someras (< 20 cm), de cierta superficie y a una distancia mínima de las orillas perimetrales, fueron utilizadas intensivamente como lugares de alimentación por limícolas, moritos y flamencos. Las orillas perimetrales o de mayor pendiente fueron también utilizadas por algunas limícolas como cigüeñuelas, andarríos y chorlitejos.
- Las zonas más profundas (≥ 0.5 m) con abundante desarrollo de macrófitos acuáticos fueron usadas como zona de alimentación por especies buceadoras, como porrones, pato colorado, fochas y zampullines.
- La presencia de especies piscívoras (e.e. cormoranes, águila pescadora, ardeidas) fue ocasional, generalmente relacionada con el uso de los recintos como zona de descanso o para alimentarse de invertebrados y anfibios (ardeidas).
- Los taludes artificiales para abejaruco europeo fueron ocupados (i.e. perforación de galerías) cuando se utilizaron materiales limoso-arenosos, el frente estuvo despejado de vegetación y con perfil vertical, y se ubicaron en zonas relativamente abiertas.
- Las pantallas de vegetación leñosa con suficiente desarrollo en altura, anchura y espesor sobre la cara interna de la mota perimetral favorecieron la consolidación de la propia mota frente a la erosión, proporcionaron aislamiento visual, sonoro y físico frente a molestias y polvo en suspensión, proporcionaron lugares de nidificación para acuáticas en orillas tranquilas y zonas de alimentación, refugio y nidificación para paseriformes.
- La obtención periódica de imágenes ortomosaico desde dron promete ser un método eficaz y preciso para seguir la evolución de láminas de agua, profundidades, el estado de la vegetación e incluso con potencial para el censado de aves y localización de nidos. No obstante, deberá complementarse con la instalación correcta de escalas limnimétricas para registro directo de profundidad.
- Se registraron amenazas potenciales que podrían afectar a la comunidad de aves y que deberían ser controladas de forma preventiva. Principalmente relacionadas con la presencia reiterada de predadores domésticos (e.g. perros), molestias de origen humano por acceso ocasional no autorizado de personas y vehículos, y presencia de apoyos eléctricos de alto riesgo para rapaces.
- El control periódico de los recintos ha demostrado ser útil, no solo para el seguimiento de la comunidad de aves acuáticas, sino también para la detección de incidentes con impacto potencial sobre la comunidad de aves. Es importante la planificación coordinada de los trabajos de extracción y adecuación de recintos, haciendo hincapié en la zonificación, el calendario de operaciones y la transmisión de información entre promotor, contratistas y responsables de seguimiento.

6. AGRADECIMIENTOS

Al personal del LAST-EBD y, en especial, a David Aragonés por su ayuda para la obtención y procesado de imágenes satelitales, y series de inundación de hábitats y vaciaderos en el bajo Guadalquivir. Gracias también a M. de Lucas por la supervisión del proyecto, a C. Florencio y J. Mañas por su colaboración en el campo y a M. Barbero por su asistencia técnica en la adquisición y procesamiento de imágenes aéreas con dron. Igualmente, agradecer a DRAVOSA y, en especial, a C. Osborne, por su ayuda logística durante las labores de remodelación y vertido en los vaciaderos, y a CORESA por su colaboración durante el seguimiento, especialmente en la remodelación de taludes artificiales.



Fotografía 52. Bando en paso de chorlitejos grandes (*Charadrius hiaticula*) sobrevolando Horcada1 a principios de mayo (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

ANEXO I – Tabla resumen de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres

Número total, porcentaje respecto al total de la especie (%sp) y porcentaje respecto al total global (%tot) de las especies de aves ligadas a medios acuáticos registradas utilizando los vaciaderos para en cada uno de los siete sectores y el conjunto de vaciaderos (Total).

Nombre común	Nombre científico	TOTAL		Butano1			Butano2			Butano3S			Horcada1			Horcada2			Yeso1			Yeso2		
		N	%	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot
Agachadiza chica	<i>Lymnocyptes minimus</i>	2	0.02				1	50.00	0.01				1	50.00	0.01									
Agachadiza común	<i>Gallinago gallinago</i>	65	0.70				56	86.15	0.61	4	6.15	0.04	2	3.08	0.02	2	3.08	0.02				1	1.54	0.01
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	4	0.04				3	75.00	0.03				1	25.00	0.01									
Aguilucho lagunero occidental	<i>Circus aeruginosus</i>	1	0.01										1	100.00	0.01									
Aguja colinegra	<i>Limosa limosa</i>	3	0.03							3	100.00	0.03												
Ánade friso	<i>Mareca strepera</i>	7	0.08				3	42.86	0.03				4	57.14	0.04									
Ánade azulón	<i>Anas platyrhynchos</i>	468	5.06				146	31.20	1.58	32	6.84	0.35	281	60.04	3.04	6	1.28	0.06	3	0.64	0.03			
Andarrío grande	<i>Tringa ochropus</i>	65	0.70				6	9.23	0.06	27	41.54	0.29	11	16.92	0.12	20	30.77	0.22	1	1.54	0.01			
Andarríos chico	<i>Actitis hypoleucos</i>	123	1.33				31	25.20	0.34	55	44.72	0.59	12	9.76	0.13	16	13.01	0.17	6	4.88	0.06	3	2.44	0.03
Archibebe claro	<i>Tringa nebularia</i>	2	0.02							1	50.00	0.01				1	50.00	0.01						
Archibebe común	<i>Tringa totanus</i>	1	0.01							1	100.00	0.01												
Avefría europea	<i>Vanellus vanellus</i>	5	0.05				5	100.00	0.05															
Avoceta común	<i>Recurvirostra avosetta</i>	913	9.88				58	6.35	0.63	547	59.91	5.92	296	32.42	3.20	12	1.31	0.13						
Calamón común	<i>Porphyrio porphyrio</i>	8	0.09										8	100.00	0.09									
Canastera común	<i>Glareola pratincola</i>	91	0.98				83	91.21	0.90	5	5.49	0.05	2	2.20	0.02	1	1.10	0.01						
Caricero tordal	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	13	0.14										13	100.00	0.14									
Carricerín común	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	7	0.08										4	57.14	0.04	1	14.29	0.01				2	28.57	0.02
Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	25	0.27	1	4.00	0.01				5	20.00	0.05	7	28.00	0.08				10	40.00	0.11	2	8.00	0.02
Cerceta pardilla	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	1	0.01										1	100.00	0.01									
Cetiaruiseñor	<i>Cettia cetti</i>	75	0.81	17	22.67	0.18	33	44.00	0.36	11	14.67	0.12	11	14.67	0.12	3	4.00	0.03						
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>	106	1.15				20	18.87	0.22	47	44.34	0.51	18	16.98	0.19	13	12.26	0.14	8	7.55	0.09			
Chorlitejo grande	<i>Charadrius hiaticula</i>	529	5.72							33	6.24	0.36	35	6.62	0.38	459	86.77	4.97	2	0.38	0.02			
Chorlitejo patinegro	<i>Charadrius alexandrinus</i>	10	0.11										4	40.00	0.04				5	50.00	0.05	1	10.00	0.01
Chorlito gris	<i>Pluvialis squatarola</i>	1	0.01													1	100.00	0.01						
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>	4317	46.70				1368	31.69	14.80	1149	26.62	12.43	1767	40.93	19.12	26	0.60	0.28				7	0.16	0.08
Cormorán grande	<i>Phalacrocorax carbo</i>	3	0.03							3	100.00	0.03												
Correlimos común	<i>Calidris alpina</i>	17	0.18							11	64.71	0.12				6	35.29	0.06						
Correlimos gordo	<i>Calidris canutus</i>	1	0.01							1	100.00	0.01												
Correlimos zarapitín	<i>Calidris ferruginea</i>	27	0.29							27	100.00	0.29												
Cuchara común	<i>Anas clypeata</i>	49	0.53				5	10.20	0.05	19	38.78	0.21	25	51.02	0.27									
Espátula común	<i>Platalea leucorodia</i>	19	0.21							2	10.53	0.02	17	89.47	0.18									

Nombre común	Nombre científico	TOTAL		Butano1			Butano2			Butano3S			Horcada1			Horcada2			Yeso1			Yeso2		
		N	%	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot
Flamenco común	<i>Phoenicopterus roseus</i>	48	0.52				1	2.08	0.01	44	91.67	0.48	3	6.25	0.03									
Focha común	<i>Fulica atra</i>	492	5.32				296	60.16	3.20				196	39.84	2.12									
Focha moruna	<i>Fulica cristata</i>	1	0.01				1	100.00	0.01															
Fumarel cariblanco	<i>Chlidonias hybrida</i>	29	0.31				2	6.90	0.02				27	93.10	0.29									
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>	71	0.77				38	53.52	0.41	6	8.45	0.06	27	38.03	0.29									
Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>	17	0.18				1	5.88	0.01	9	52.94	0.10	6	35.29	0.06				1	5.88	0.01			
Garcilla cangrejera	<i>Ardeola ralloides</i>	2	0.02				2	100.00	0.02															
Garza imperial	<i>Ardea purpurea</i>	8	0.09				6	75.00	0.06				2	25.00	0.02									
Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	11	0.12				3	27.27	0.03	2	18.18	0.02	5	45.45	0.05	1	9.09	0.01						
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis</i>	2	0.02										2	100.00	0.02									
Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	359	3.88				64	17.83	0.69	295	82.17	3.19												
Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>	56	0.61				3	5.36	0.03	1	1.79	0.01	14	25.00	0.15	8	14.29	0.09	21	37.50	0.23	9	16.07	0.10
Morito común	<i>Plegadis falcinellus</i>	368	3.98				13	3.53	0.14	355	96.47	3.84												
Pagaza piconegra	<i>Gelochelidon nilotica</i>	35	0.38										35	100.00	0.38									
Pagaza piquirroja	<i>Hydroprogne caspia</i>	134	1.45				5	3.73	0.05	127	94.78	1.37	2	1.49	0.02									
Pato colorado	<i>Netta rufina</i>	226	2.44				80	35.40	0.87				146	64.60	1.58									
Porrón europeo	<i>Aythya ferina</i>	175	1.89				101	57.71	1.09				74	42.29	0.80									
Porrón pardo	<i>Aythya nyroca</i>	57	0.62				57	100.00	0.62															
Somormujo lavanco	<i>Podiceps cristatus</i>	1	0.01							1	100.00	0.01												
Zampullín común	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	194	2.10				144	74.23	1.56	4	2.06	0.04	46	23.71	0.50									

ANEXO II – Registro de amenazas potenciales

Registro de amenazas potenciales por predadores terrestres y molestias humanas observadas en los vaciaderos terrestres durante el periodo de seguimiento, exceptuando los trabajos propios de los vaciaderos.

Especie	Fecha	Sector	Tipo	Comentarios
Automóvil	29/06/20	Horcada2	Presencia	Vehículo entra por acceso SO abierto
Avioneta	08/06/20	Horcada1	Presencia	Pasadas a baja altura y ruido de avionetas de siembra
Avioneta	14/06/20	Horcada1	Presencia	Vuelos a baja altura (ruido) de avionetas de siembra
Avioneta	14/06/20	Horcada2	Presencia	Vuelos cercanos a baja altura (ruido) de avionetas de siembra
Caza	09/03/20	Yeso1	Presencia	Cartuchos de escopeta
Caza, explosiones	29/06/20	Horcada1		Detonaciones al N de armas o sistemas antiaves
Explosiones	11/04/20	Horcada1		Sistema antiaves en cultivos al S
Explosiones	09/05/20	Horcada1		Sistema antiaves en cultivos al S
Jabalí	30/01/20	Butano3N y 3S	Huellas	Grupo en mota y orilla río
Motocicleta	08/01/20	Horcada1	Rodaduras	Sobre mota
Motocicleta	08/01/20	Yeso2	Rodaduras	Subsector O
Motocicleta	27/01/20	Horcada2	Rodaduras	Subsector N
Motocicleta	11/02/20	Horcada2	Rodaduras	Recientes
Motocicleta	17/05/20	Butano3N y 3S	Rodaduras	Mota N
Nutria	10/12/19	Butano3S	Huellas	Caja de agua
Nutria	03/03/20	Butano3S	Huellas	Caja de agua
Oveja	08/01/20	Butano2	Huellas	
Oveja	11/02/20	Butano1	Huellas	Rebaño
Oveja	26/02/20	Horcada1	Huellas	Rebaño entre mota S y carretera
Oveja	03/03/20	Horcada1	Huellas	Rebaño en periferia de mota
Oveja	03/03/20	Horcada2	Huellas	Rebaño en mota
Oveja	25/03/20	Horcada1	Huellas, presencia	Rebaño y una oveja con cordero en mota N
Oveja	25/03/20	Horcada2	Huellas	Rebaño en mota N
Oveja	25/03/20	Butano1	Huellas	Ramoneo de rebaño
Oveja	18/04/20	Horcada1	Presencia	Rebaño con pastor y perros en periferia y mota E y S
Oveja	24/04/20	Horcada1	Huellas	Rebaño en mota y entorno N, E y S
Perro	19/11/19	Yeso2	Huellas	Grandes
Perro	08/01/20	Butano2	Huellas	
Perro	08/01/20	Horcada1	Huellas	
Perro	08/01/20	Horcada2	Huellas, excrementos	
Perro	08/01/20	Yeso2	Huellas	Grande
Perro	27/01/20	Butano2	Huellas	
Perro	27/01/20	Butano3S	Presencia	5 perros medianos entre mota y orilla de río
Perro	27/01/20	Yeso1	Huellas	
Perro	11/02/20	Horcada1	Presencia	2 perros medianos-grande en mota S
Perro	11/02/20	Yeso2	Presencia	2 perros guardianes de ganad al N
Perro	25/03/20	Yeso2	Huellas	Grandes
Perro	25/03/20	Horcada2	Huellas	Grandes
Perro	18/04/20	Horcada2	Presencia	3 perros medianos con pastor en periferia y mota E y S
Perro	18/04/20	Butano2	Presencia	2 perros medianos en carril O
Perro	24/04/20	Horcada2	Huellas, excrementos	Entre sectores
Perro	23/05/20	Yeso1	Huellas	
Perro	02/06/20	Horcada2	Huellas	Subsector N
Perro	29/06/20	Yeso2	Presencia	2 perros medianos entre subsectores
Zorro	19/11/19	Yeso1	Huellas	

Especie	Fecha	Sector	Tipo	Comentarios
Zorro	27/01/20	Butnao3S	Presencia	1 zorro en orilla río
Zorro	18/04/20	Butano3S	Huellas	Posibles
Zorro	14/06/20	Butano3S	Excremento	Posible, sobre caja de agua
Zorro	29/06/20	Yeso1	Presencia	1 zorro en lado O-centro

ANEXO III – Avance de actuaciones 2020-21

Se resumen, de forma preliminar, las principales líneas de actuación ambiental propuestas para la próxima campaña de vertidos 2020-21 en los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir. Las actuaciones han sido diseñadas adaptando el *Protocolo de manejo* en base al conocimiento adquirido durante el seguimiento de la presente campaña 2019-20, en relación a la evolución de las actuaciones acometidas y el comportamiento y uso de los recintos por la comunidad de aves acuáticas y de interés. Las actuaciones tienen como fin optimizar la presencia, abundancia, riqueza y diversidad de la comunidad de aves acuáticas y de ciertas especies de interés a lo largo del ciclo anual, con especial atención a los periodos de invernada y, particularmente, de reproducción, sin poner en riesgo los trabajos de vertido, confinamiento temporal y retirada de sedimentos en los vaciaderos.

Gestión de la lámina de agua

- Maximización del hidroperiodo en los sectores inundados. Garantizar la presencia de una lámina de agua de suficiente extensión y profundidad hasta final del mes de julio, para favorecer la nidificación y éxito reproductor de las aves acuáticas. Valorar la extensión del hidroperiodo en ciertos recintos para permitir la reproducción de especies tardías de especial interés, como la cerceta pardilla.
- En caso de que el vertido previsto no permita alcanzar la cota máxima de inundación, se complementará la impulsión mediante alguno de los siguientes métodos: bombeo activo post-vertido, aumento de la proporción de agua en las cántaras de la draga, y/o impulsión directa de agua desde la draga.
- Sellado hermético de la caja de agua una vez finalizado el vertido, que permita la regulación a demanda del nivel de la lámina de agua. Se dará prioridad a sistemas de impermeabilización de las tablas extraíbles de la caja, dejando como último recurso el acopio de sedimentos sobre el frente de la caja.
- Instalación de escalas limnimétricas en los recintos inundados para la lectura in situ de la cota de agua. Deberán cubrir el rango completo de cotas desde el punto de máxima profundidad hasta la cota máxima prevista, con solapamiento parcial entre escalas para lectura continua.

Refugio y nidificación

Creación de superficies emergidas, aisladas y seguras que reduzcan las molestias y el acceso de predadores terrestres. Se aplicará un diseño que permita comparar sistemas para minimizar el desarrollo de vegetación en superficies emergidas (malla anti-herbáceas vs inundación temporal), analizar la selección de sustrato de nidificación y determinar efecto de tamaño y borde sobre la densidad de nidificación:

- Construcción o remodelación de islas con superficie de 50 y 200 m² en coronación con forma 1:4 en planta y taludes con pendientes máximas 1:2.
- La mitad de la superficie de coronación de cada isla se cubrirá con sustrato limo-arcilloso y la otra mitad con capa de grava de ≥ 25 cm de profundidad.
- En la mitad de las islas se utilizará malla anti-herbáceas enterrada a 25 cm bajo la superficie, cubriendo el área de coronación y el tercio superior de los taludes.
- La cota final de coronación deberá situarse 25 cm por debajo de la cota máxima de agua en la mitad de las islas y a nivel de la cota máxima de agua en el resto. El nivel de agua se mantendrá máximo hasta el mes de marzo, cuando se reducirá lo suficiente para aflorar las superficies de coronación de las islas sumergidas.
- Se situarán en zona de máxima profundidad, utilizando los materiales del entorno próximo para su construcción.
- Separación mínima de 30 m respecto a orillas perimetrales y de 20 m entre islas.

- Se dispondrán paralelas en el sentido del eje mayor del recinto o subsector, alternas por tamaños y tratamiento anti-herbáceas, y sin solapamiento visual desde los puntos de observación previstos.
- Los tratamientos de inundación y malla anti-herbáceas se aplicarán de forma cruzada para garantizar al menos una isla por combinación de niveles.
- Creación de *fingers* con el fin de limitar las zonas de sedimentación en el punto (o puntos) de impulsión para la formación de zonas someras de alimentación, aumentar la longitud de la interfase tierra-agua y proporcionar zonas de refugio y nidificación. Se dispondrán en el punto medio del lado de la mota donde se realice la impulsión, de forma paralela al eje mayor del recinto. Longitud mínima igual a un tercio de la longitud del eje mayor del recinto y no superior a 100 m, con ancho en coronación de máximo 2 m y taludes con pendiente 1:1. Tras el vertido se eliminará un tramo de 10 m de longitud del *finger* a partir de los 10 primeros m desde la unión con la mota perimetral, para aislarlo de molestias y predadores terrestres.
- Disposición de troncos y grandes ramas en orillas y superficies emergidas como hábitat de nidificación de especies con nidos flotantes (e.g. zampullines, fochas). Se utilizarán restos de desbroce de recintos próximo o de arribazón en la orilla del río.

Orillas y fondos

Se crearán áreas perimetrales que aumenten la longitud de la interfase tierra-agua y la superficie de aguas someras < 50 cm de profundidad, complementarias a las playas emergidas en la zona de impulsión y preferentes para la alimentación y descanso de limícolas, ardeidas, moritos, flamencos, rálidos y anátidas de superficie:

- Construcción o remodelación de penínsulas en tándem sobre la cara interior de la mota perimetral en la zona alejada del punto de impulsión.
- Tendrán forma aproximada 1:1 en coronación, longitud de 25 m, separación en coronación dentro de tándem de 25 m y de mínimo 50 m entre tándems y respecto a las esquinas del recinto.
- La cota de coronación estará 25 cm por debajo de la cota máxima prevista de agua en la unión con la mota y 1 m en el borde distal, consiguiendo una superficie en rampa con mínima pendiente descendente.
- Los taludes frontales tendrán pendiente máxima 1:1 y 1:2 los laterales.
- Se construirán con materiales nativos limo-arcillosos, preferentemente de la zona de máxima profundidad donde se ubiquen las islas.

Además, se formarán áreas de profundidad máxima de 1-2 m una vez concluida la precipitación y estabilización de los sedimentos vertidos, adecuadas para la alimentación y descanso de anátidas buceadoras, zampullines, somormujos y fochas. Se crearán en el entorno de las islas y zonas centrales del recinto alejadas del punto de impulsión, aprovechando la movilización de materiales para la construcción de elementos.

Taludes de nidificación para abejaruco europeo

- Creación de taludes de 20 m de longitud y 2 m de alto sobre cota máxima de agua en la cara interior de la mota perimetral. Seguirán el diseño recomendado en el *Protocolo de manejo* y la propuesta de actuaciones 2019-20.
- Creación de taludes de 20 m de longitud y 2-3 m de alto en seco sobre la mota perimetral o formando un cordón independiente de la mota. Se ubicarán en zonas donde no se prevea paso frecuente y cercano durante los trabajos de extracción de sedimentos.

- La distancia entre taludes y respecto a las esquinas del recinto en los apoyados sobre el interior de la mota será mínimo de 20 m.
- Se construirán formando acopios compactados con una mezcla adecuada de materiales arenoso-limoso-arcillosos practicable por los abejarucos.
- No será necesario conseguir un frente vertical en su construcción, siempre que antes de la llegada de los abejarucos en marzo se proceda al desbroce y corte de los frentes. En los taludes en seco se eliminará la vegetación desarrollada en una franja frontal de 5 m de ancho frente a los taludes.

Revegetación

De forma experimental se probará la eficacia de la regeneración rápida de formaciones vegetales con taraje (*Tamarix sp*) y carrizo (*Phragmites australis*) en recintos con escasa o nula orla vegetal sobre la mota perimetral:

- Se plantarán en tramos de 20-30 m de longitud sobre la cara interior desnuda de la mota perimetral desde 1 m por debajo de la cota máxima de agua hasta el borde de coronación de la mota.
- Se utilizarán esquejes vegetativos de taraje de 40 cm de longitud, que se enterrarán parcialmente (un tercio), siguiendo una rejilla alterna de 1 x 1 m.
- Se enterrarán fragmentos de 30 cm de rizoma de carrizo siguiendo la misma rejilla de plantación que para el taraje en zona de orilla.

Seguimiento de parámetros físico-químicos

Con el fin de determinar el efecto de las condiciones físicas y bioquímicas del agua sobre la productividad primaria y la comunidad de aves acuáticas:

- Se medirán niveles de nutrientes disueltos y totales, actividad fotosintética y valores de temperatura, oxígeno, conductividad (salinidad) y pH.
- Toma de varias muestras mensuales de agua por recinto inundado, desde la finalización del vertido y en la misma franja horaria.
- Análisis en el laboratorio de Ecología Acuática EBD-CSIC y con polímetro in-situ.

Otras actuaciones

- Se evitara los trabajos de extracción y transporte de áridos en el perímetro de los recintos inundados y en el entorno próximo de los taludes de abejaruco, particularmente durante la época reproductora (marzo-julio). En caso imprescindible, se realizarán previo aviso, habilitando rutas alternativas para minimizar molestias y polvo en suspensión.
- Se respetarán las caras interiores de las motas perimetrales de los recintos hasta al menos 2 m de altura desde la cota de coronación, con el fin de permitir el desarrollo de vegetación leñosa que consolide los taludes, forme una pantalla física frente a molestias y polvo, y proporcione zonas de refugio, alimentación y nidificación para la avifauna. Esta medida es extensiva a cualquier recinto inundado o no, durante los trabajos de adecuación pre-vertido o de extracción de sedimentos. Se podrá reacondicionar el talud sólo en los puntos habilitados para el acceso rodado al interior de los recintos y, previo aviso, en los tramos en los que por seguridad y consolidación deba reconfigurarse la mota.
- Se avisará con antelación si la extracción de materiales supone el desbroce y desmonte de formaciones de vegetación desarrollada o de interés (e.g. tarajales, carrizales) en el interior o perímetro de los recintos.

- No se retirarán los materiales que formen estructuras de campañas anteriores (e.g islas, penínsulas, *fingers*, taludes) sin previo acuerdo.
- Señalización visible de los elementos creados en los que exista riesgo de alteración accidental y/o de tránsito próximo de vehículos u operarios.
- Construcción de pequeños muretes sobre el borde interior en coronación de la mota en puntos de observación en recintos sin pantalla vegetal, ni carriles practicables por vehículos. Tendrán mínimo 1 m de altura, 5 m de longitud y se construirán con áridos nativos.
- Valorar la instalación de observatorios prefabricados en puntos de observación claves, principalmente en recintos inundados con reducida cobertura para la observación. De diseño abierto (i.e. frente, laterales y semitecho) y madera.
- Adecuación de los carriles de motas perimetrales para permitir la circulación segura de vehículos y la observación.

Actuaciones específicas por recinto

Butano3N

- Al menos cuatro islas dispuestas en la mitad sur de máxima profundidad en sentido NO-SE, paralelas al eje mayor del recinto y siguiendo el diseño general.
- *Finger* aislado en punto medio del lado NO, de longitud ≤ 100 m.
- Cuatro penínsulas en tándem sobre la mitad SE de los dos lados largos del recinto.
- Zona de máxima profundidad en el tercio S.
- Tres taludes para abejaruco sobre agua, en la cara interior de los lados largos y el lado SE del recinto
- Uno o dos taludes en seco sobre la cara exterior de la mota NO.
- Revegetación experimental en lado NO, O y/o E.
- Muretes de observación y/o observatorios.
- Adecuación de carril SE.

Butano3S

- Reposición del tramo de mota de separación entre sectores 3N y 3S eliminado para la extracción de sedimentos en el lado NE.
- Muretes de observación y/o observatorios.
- Revegetación experimental en lados NO, NE y/o *finger*.
- Adecuación de carriles sobre mota NO, O y SE.

En caso de poder ejecutarse actuaciones dentro del recinto se construirán:

- Al menos cuatro islas en el tercio sur de ambos subsectores en sentido SO-NE paralelo al lado sur o en sentido NO-SE paralelo al eje mayor en caso de acortar la longitud distal del *finger*.
- Asilamiento del *finger*.
- Cuatro penínsulas en tándem sobre los lados NE y SO de la mitad SE del recinto.
- Zona de máxima profundidad en el tercio sur.

Butano2

- Reconstrucción del talud T1 de la campaña 2019-20 junto a la caja de agua en el lado E, siguiendo las directrices generales.
- Construcción de un nuevo talud sobre cara interior del lado N de la mota, en sustitución de los dos islotes desmantelados con taludes ocupados por abejarucos.
- Se podrá disponer de los materiales de la mitad NO del cordón largo con taludes donde se ubica la principal colonia de abejarucos. Los límites del desmonte serán consensuados. Se repondrán los materiales formando un cordón de igual longitud, anchura y altura al preexistente, siguiendo el resto de recomendaciones generales.
- Creación de entre uno y dos taludes en seco sobre la cara exterior de la mota NO.
- No se retirarán los materiales que forman las cuatro islas construidas ni el *finger*, debiendo dejar taludes con pendiente mínima 1:1.

Horcada1

- Revegetación experimental en lado N y/o E.
- Conservación de formaciones de carrizal con tarajes en lado S.
- Creación de taludes en seco para abejaruco en la mota O de separación con Horcada2 y en las zanjas de extracción de sedimentos en ejecución en el tercio O.
- Muretes de observación y/o observatorios.

Si el estado de encharcamiento del fondo del vaso lo permite:

- Remodelación de las cuatro islas existentes para adecuar tamaño, forma, cota de coronación y tratamientos al diseño general y la cota máxima de inundación prevista.
- Profundización del fondo entorno a las islas en la mitad oeste y sur del recinto.
- Remodelación de las penínsulas existentes para formar dos tándems en el lado norte entre la caja de agua y la esquina NO, y una única península en el lado este.

Horcada2

- Valorar la posibilidad de inundar parte o todo el recinto si el volumen del vertido lo permite o mediante bombeo activo. Se eliminaría la mota entre subsectores.
- Conservación de rodales de taraje maduros en el lado E.
- Reacondicionar el canal de conexión con Horcada1 y reducir la extensión del subsector N para reducir filtraciones y acumulación en Horcada2, si el vertido se destina únicamente a Horcada1.
- Adecuación de carriles sobre mota O y entre subsectores.



Agachadiza común (*Gallinago gallinago*) en el sector de Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS VACIADEROS TERRESTRES UTILIZADOS EN LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO DE LA CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA EUROVIA E.60.02. GUADALQUIVIR PARA SU USO POR LA AVIFAUNA ACUÁTICA Y DE INTERÉS



Informe julio 2020



Informe técnico:

SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS VACIADEROS TERRESTRES UTILIZADOS EN LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO DE LA CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA EUROVIA E.60.02. GUADALQUIVIR PARA SU USO POR LA AVIFAUNA ACUÁTICA Y DE INTERÉS

Equipo de trabajo:

Roberto Muriel Abad

Investigador responsable:

Miguel Ferrer Baena

Grupo de Ecología Aplicada

Departamento de Etología y Conservación de la Biodiversidad

Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC)

Responsable Autoridad Portuaria de Sevilla (APS):

Antonio Bejarano Moreno

Citar como:

Muriel, R., Ferrer, M. 2020. Seguimiento de la aplicación del Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés - Informe julio 2020. APS & EBD-CSIC, Sevilla.

Fotografía de portada: Puente del Centenario, grúas del Puerto de Sevilla y puente de la esclusa desde el sector de Butano3S (Autor: R- Muriel, EBD-CSIC).

© Julio 2020





ÍNDICE

1. RESUMEN	7
2. INTRODUCCIÓN	9
2.1. Presentación y objetivos	9
2.2. Gestión ambiental de vaciaderos terrestres	11
2.3. Actuaciones en vaciaderos terrestres 2019-20	12
3. MATERIAL Y MÉTODOS	17
3.1. Hidrometeorología, inundación y cartografía base	17
3.2. Seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y especies de interés	18
3.3. Amenazas potenciales e incidencias.....	20
4. RESULTADOS	21
4.1. Hidrometeorología e hidroperiodo	21
4.1.1. Meteorología: Precipitaciones	21
4.1.2. Inundación de hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir	22
4.2. Vertido e inundación de vaciaderos terrestres	24
4.2.1. Butano	24
4.2.2. Horcada	27
4.2.3. Yesos	28
4.3. Comunidad de aves acuáticas	29
4.3.1. Comunidad global	29
4.3.2. Comunidad por sectores	33
4.3.3. Comunidad de nidificantes global y por sectores.....	36
4.4. Especies reproductoras	41
4.4.1. Cigüeñuela común (<i>Himantopus himantopus</i>).....	41
4.4.2. Avoceta común (<i>Recurvirostra avosetta</i>)	45
4.4.3. Porrón pardo (<i>Aythya nyroca</i>).....	49
4.4.4. Porrón europeo (<i>Aythya ferina</i>)	51
4.4.5. Pato colorado (<i>Netta rufina</i>)	53
4.4.6. Ánade azulón (<i>Anas platyrhynchos</i>)	54
4.4.7. Focha común (<i>Fulica atra</i>).....	56
4.4.8. Gallineta común (<i>Gallinula chloropus</i>)	58
4.4.9. Zampullín común (<i>Tachybaptus ruficollis</i>).....	59
4.4.10. Chorlito chico (<i>Charadrius dubius</i>)	61
4.4.11. Abejaruco europeo (<i>Merops apiaster</i>)	62
4.5. Especies catalogadas	67
4.6. Especies de interés	69
4.7. Amenazas potenciales e incidencias.....	70
4.7.1. Predadores	70
4.7.2. Molestias	71
4.7.3. Tendidos eléctricos.....	73
4.7.4. Escombros y basura.....	75
4.7.5. Mortalidad.....	75
4.7.6. Incidencias.....	76
5. CONCLUSIONES	79
6. AGRADECIMIENTOS	81
ANEXO I.....	82
ANEXO II.....	84
ANEXO III.....	86



Cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*) en la orilla del río Guadalquivir (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

1. RESUMEN

En el presente informe se muestra la evolución de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir y de la comunidad de aves acuáticas y otras especies de interés desde el final de los vertidos de la presente campaña 2019-20 hasta la fecha fin de prórroga del Proyecto de apoyo tecnológico entre la APS y EBD-CSIC, cuyo fin es conciliar los trabajos en los vaciaderos con la puesta en valor ambiental de los recintos para su uso por la avifauna ligada a medios acuáticos.

La inundación tardía y limitada de la marisma estacional, y el retraso en el llenado del arrozal al final de la primavera, pueden haber potenciado el uso por las aves de enclaves de aguas más estables y con mayor hidroperiodo durante la invernada y el periodo reproductor, como los vaciaderos terrestres inundados desde el inicio del otoño. Butano2 y Horcada1 fueron los recintos en los que se acometieron actuaciones de diseño y gestión de la lámina de agua (e.g. penínsulas, islas, fondos, manejo del hidroperiodo) antes de ser inundados con los materiales del dragado. No obstante, Butano3S también se inundó para alojar el exceso de materiales destinados a Butano2, mientras que el nivel de agua alcanzado en Horcada1 fue muy inferior al previsto. En ninguno de ellos se forzó la evacuación de agua, pero la reducción de la profundidad y extensión durante la primavera fue más rápida en Horcada1 y, sobre todo, Butano3S. El resto de sectores permaneció seco o con pequeñas láminas marginales y temporales.

En los 140 censos realizados a lo largo de 24 jornadas de campo en los siete sectores controlados se contabilizaron 10007 ejemplares de 59 especies de aves ligadas a medios acuáticos pertenecientes a 10 órdenes distintos, entre los que destacaron los caradriformes (45.1% de las especies). La gran mayoría de estas aves utilizaron los recintos para descansar, alimentarse y/o nidificar. La especie más abundante, con diferencia, fue la cigüeñuela común (46.7%), seguida de la avoceta común, chorlitejo grande, focha común y ánade azulón. Cinco de las especies registrada estaban catalogadas en peligro de extinción (i.e. cerceta pardilla, focha moruna, garcilla cangrejera, porrón pardo) o vulnerable (i.e. águila pescadora).

La comunidad de aves acuáticas en conjunto fue mucho más abundante, rica, diversa y con una distribución más homogénea en los sectores inundados. La abundancia fue mayor y más variable durante el otoño e invierno en los sectores inundados debido a la presencia de grandes bandos monoespecíficos dispersantes, y más moderada y estable durante la reproducción. La riqueza y diversidad aumentaron en los recintos secos, pero particularmente en los inundados, durante el paso primaveral y la reproducción. En los recintos inundados se observó una reducción de la riqueza y diversidad a partir del verano debido a la reducción de la lámina de agua, excepto en Butano2 que retuvo unas condiciones más favorables.

Se registraron 10 especies de aves acuáticas no paseriformes nidificando principalmente en los recintos inundados, incluyendo una pareja con éxito del amenazado porrón pardo en Butano2. La especie con mayor número de parejas y producción acumulada fue la cigüeñuela común. Entre las no acuáticas de interés destacó el abejaruco europeo, que formó colonias sobre taludes, incluyendo los artificiales de sustrato arenoso-limoso. Butano2 fue el recinto con mejores condiciones para la nidificación, mostrando mayor riqueza de nidificantes, reproducción más temprana y prolongada, con mayor producción acumulada y máxima, y mayor productividad acumulada, todo ello debido a la mayor diversidad de hábitats, disponibilidad de recursos, hidroperiodo más prolongado, presencia de zonas de reproducción estables y la nidificación de varias anátidas de gran productividad. Otros recintos, con aguas más someras e hidroperiodo más corto, aunque importantes como lugar de alimentación, alojaron una menor diversidad y abundancia de reproductores, sobre todo de anátidas.

En general, las anátidas, fochas y zampullines seleccionaron recintos con mayor profundidad, mayor cobertura vegetal en orillas y abundancia de macrófitos acuáticos, mientras que limícolas, moritos y flamencos prefirieron sectores con amplias zonas de aguas someras y áreas emergidas con poca o nula cobertura vegetal (e.g. islas).

Las islas artificiales mostraron ser un buen emplazamiento de nidificación para ciertas especies. El periodo de nidificación fue más largo en islas artificiales rodeadas de aguas más profundas con aislamiento asegurado. El número de nidos fue proporcional al tamaño/perímetro de la isla, la distancia al perímetro y el grado de aislamiento.

Por último, durante el seguimiento se registraron algunas amenazas potenciales para las aves y el estado de los recintos en los vaciaderos terrestres. Destacaron la presencia de predadores terrestres, sobre todo perros desatendidos, molestias humanas como el acceso de personas o vehículos no autorizados y la presencia de apoyos eléctricos peligrosos. Se detallaron también las incidencias con impacto sobre las actuaciones realizadas o las aves causadas por los trabajos de transporte y retirada de sedimentos en los vaciaderos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Presentación y objetivos

El contrato de apoyo tecnológico titulado “*Seguimiento de la aplicación del protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovia E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés y un plan de acción para la divulgación de los resultados obtenidos*” firmado el 17 de julio de 2019 entre la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y la Estación Biológica de Doñana de la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EBD-CSIC) (en adelante el Proyecto) tiene como objetivos principales el diseño de actuaciones que favorezcan el uso de los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir por la avifauna acuática y de interés, el seguimiento de la evolución de las actuaciones, la evaluación de su efecto sobre el uso por la comunidad de aves acuáticas, y la elaboración de un plan de puesta en valor y divulgación de las tareas realizadas y los valores ambientales existentes y potenciales en los vaciaderos gestionados durante la campaña 2019-20.

El 28 noviembre de 2019 se firmó una ampliación hasta el 30 de junio de 2020 con motivo de los retrasos en la contratación del personal técnico destinado a llevar a cabo las labores programadas. A pesar de tal circunstancia, durante el periodo transcurrido desde la firma inicial del Proyecto se llevó a cabo la propuesta de actuaciones previas a los trabajos de adecuación de los recintos habilitados, la inspección y evaluación de los trabajos ejecutados conforme al plan establecido y el seguimiento post-vertido del uso de los recintos por parte de la comunidad de aves acuáticas y de interés.

En el documento “*Propuesta de actuaciones en vaciaderos terrestres del río Guadalquivir. APS-CISC Campaña 2019. v5.1*” de 6 de agosto de 2019 (en adelante Propuesta), se recogen de forma detallada las actuaciones específicas previstas durante y después de los trabajos de adecuación de los sectores habilitados de Butano2 y Horcada1 y 2 de la presente campaña, con el fin de favorecer su uso por la comunidad de aves acuáticas y de interés. Estas actuaciones se enmarcan dentro del “*Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovia E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés*” de abril de 2019 (en adelante Protocolo de manejo), que sirve como documento de referencia en el que se contemplan las recomendaciones generales de diseño y gestión de los vaciaderos terrestres con el fin de conciliar los trabajos de vertido, confinamiento temporal y retirada de los materiales de dragado, con el uso de los recintos por la avifauna acuática y de interés. Las principales acciones incluidas en la Propuesta contemplaron las características físicas de los márgenes, fondos y nuevas estructuras (e.g. islas), y la gestión óptima de la lámina de agua, que incrementasen la presencia, abundancia, diversidad, nidificación y éxito reproductor de las aves. Estas actuaciones se acordaron con la APS y el contratista responsable de la ejecución de los trabajos (DRAVOSA) en base a los plazos temporales, limitaciones técnicas y costes asociados.

Tabla 1. Listado cronológico de documentos presentados en el marco del Proyecto de seguimiento del manejo integral de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, desde el final del proyecto previo hasta fecha del presente informe final.

Documento	Fecha	Fase
Protocolo de manejo integral de vaciaderos	2019-04-26	Pre-proyecto
Proyecto de seguimiento de aplicación de protocolo de manejo	2019-07-17	Proyecto
Propuesta de actuaciones Butano2, Horcada1-2	2019-08-06	Pre-actuaciones
Evaluación fin de obra de actuaciones	2019-08-23	Post-actuaciones y pre-vertido
Prórroga Proyecto de seguimiento	2019-11-28	Seguimiento
Avance de resultados Proyecto de seguimiento	2020-01-15	Seguimiento
Estudio preliminar viabilidad reintroducción pelícano ceñudo	2020-02-17	Seguimiento

Desde el inicio de los trabajos de adecuación pre-vertido se efectuó un seguimiento in-situ de la ejecución de las actuaciones en contacto directo con el contratista. Este trabajo permitió la corrección de desviaciones, la valoración de alternativas en caso de cambios imprevistos y la evaluación final de los

trabajos efectuados. En el documento *“Evaluación fin de obra (versión 2) - Propuesta de actuaciones en vaciaderos terrestres del río Guadalquivir (APS-EBD)”* de 23 de agosto de 2019 (en adelante la Evaluación), se resume el grado de ejecución y valoración definitiva de cada una de las actuaciones realizadas respecto al diseño original contemplado en la Propuesta. La valoración global se mostró conforme teniendo en cuenta las limitaciones físicas y logísticas, así como los plazos disponibles. No obstante, se destacó el incumplimiento de algunas recomendaciones de diseño relacionadas con pendientes de taludes, cotas y superficies de coronación en algunas islas y penínsulas, y la falta de escalas de profundidad en uno de los recintos.

El seguimiento de los trabajos efectuados ha proseguido desde la confección del documento de Evaluación, particularmente con motivo de cambios posteriores no previstos respecto al plan original relativos a los tramos dragados, volúmenes finales de materiales, la disposición de nuevos recintos de confinamiento durante la presente campaña, e incidentes imprevistos con efectos potenciales sobre las actuaciones ambientales realizadas y la comunidad de aves acuáticas y de interés, como resultado de los trabajos de extracción de sedimentos durante el periodo de seguimiento, desde la conclusión del vertido hasta la fecha final del presente informe.

Además de los objetivos principales de seguimiento de actuaciones y de la comunidad de aves acuáticas y de interés, entre las metas iniciales del Proyecto figuraba el diseño de un programa de divulgación de las actuaciones desarrolladas en los vaciaderos terrestres como ejemplo de conciliación entre las actividades de vertido y extracción de sedimentos, y del potencial ambiental de los recintos bajo una planificación y manejo sostenibles. No obstante, la APS tomó la decisión de aplazar y desligar este objetivo del Proyecto con el fin de poner en marcha una estrategia global de comunicación en la que participasen todos los proyectos de investigación y gestión promovidos por la entidad en el estuario del Guadalquivir. Esta estrategia sería desarrollada, coordinada e implementada durante los próximos años por una tercera organización en colaboración con cada una de las instituciones responsables de los respectivos proyectos, bajo la supervisión de la APS.

Finalmente, en el Proyecto se establecía como último objetivo la confección del estudio de viabilidad de la reintroducción del pelícano ceñudo (*Pelecanus crispus*) en el bajo Guadalquivir, como ejemplo de recuperación de una especie emblemática desaparecida de gran parte de los estuarios fluviales en Europa. En enero del presente año, por tanto antes de la finalización de la prórroga del Proyecto, ya se entregó un avance del estudio de viabilidad titulado *“Pelícano ceñudo (Pelecanus crispus). Situación actual y posibilidad de reintroducción en el bajo Guadalquivir”*, en el que se resumían las características y ecología de la especie, la evolución histórica y estado de conservación presente, y se describía la estrategia básica para una posible reintroducción en el Bajo Guadalquivir.

En el presente informe se muestran los resultados obtenidos durante el seguimiento de la avifauna acuática y de interés en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, desde el final de las actividades de vertido en noviembre de 2019 hasta la fecha final del Proyecto de junio de 2020. Se describe la composición, abundancia, estructura y variación de la comunidad de aves acuáticas a lo largo del periodo de seguimiento y su relación con las actuaciones de adecuación de los recintos, con especial atención a la comunidad de aves nidificantes y las especies de interés. Los resultados se presentan de forma global, por sectores y por especies nidificantes y destacadas (e.g. catalogadas). Se resume también el contexto hidrometeorológico, la evolución de los propios recintos, de las actuaciones y las posibles amenazas detectadas. Por último, se incluyen las principales conclusiones de interés para la mejora de los protocolos de diseño y gestión de los vaciaderos de cara a futuras actuaciones, siguiendo la filosofía de manejo integral adaptativo.

2.2. Gestión ambiental de vaciaderos terrestres

En tránsito fluvial por el curso bajo del río Guadalquivir requiere de la conservación del canal de navegación en condiciones de plena operatividad y seguridad. Por esta razón la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS), como entidad competente y responsable, lleva a cabo un dragado periódico para mantener el calado (7 m) y anchura mínima del canal, evitando así el aterramiento excesivo por deposición de los sedimentos transportados por el río.

Mientras que los dragados realizados próximos a la desembocadura son destinados a regeneración de playas o se vierten en la plataforma marina, los de tramos superiores se depositan en recintos de confinamiento temporal, denominados **vaciaderos terrestres**, donde son procesados como residuos potenciales hasta ser retirados para su reutilización, generalmente en agricultura y obra civil. Los vaciaderos consisten en recintos múltiples de decantación de 5 a 9 ha colindantes a la margen izquierda del río y formados por el recrecimiento de una mota perimetral de contención. Actualmente existen tres vaciaderos operativos denominados Butano (4 recintos), La Horcada (2) y El Yeso (2), situados a una distancia inferior a 50 m de la orilla del río, coincidiendo con los tramos de la Antesclusa, Atravesada-Mata y El Yeso, respectivamente (Fig. 1).



Figura 1. Localización geográfica de los vaciaderos de Butano, La Horcada y El Yeso en la margen izquierda del curso bajo del río Guadalquivir, entre la ciudad de Sevilla y la desembocadura (Broa). El área verde muestra el Espacio Natural Protegido de Doñana.

El confinamiento de los dragados en los vaciaderos genera unas condiciones transitorias potencialmente aprovechables por organismos ligados a medios acuáticos temporales e inestables. La aplicación de criterios ambientales en el diseño y gestión operativa de los recintos bajo una conveniente planificación dirigida favorece el asentamiento y desarrollo de las comunidades biológicas y las funciones del ecosistema acuático sin comprometer el cometido original de estas estructuras artificiales. En este sentido, la APS

manifiesta en su Política de Calidad y Medio Ambiente de 2016 el compromiso con el uso sostenible de los recursos naturales y el respeto medioambiental, e incorpora en su Plan Estratégico 2025 la filosofía “Trabajando con la Naturaleza” (*Working with Nature*), adoptada por la Asociación Internacional de Infraestructuras de Transporte Acuático (PIANC). Esta estrategia supone una aproximación integral y proactiva en el desarrollo de cualquier proyecto con implicaciones ambientales, desde su concepción y planificación hasta su finalización, de forma que se lleve a cabo de la forma más sostenible y eficiente posible sin limitarse a un mero cumplimiento de las regulaciones ambientales. Por tanto, los principios de sostenibilidad bajo los que opera la APS casan perfectamente con el fomento de los vaciaderos como biotopo apto para sustentar comunidades ligadas al medio acuático (e.g. aves acuáticas) en el marco de una planificación integrada de las actividades de dragado, vertido, drenaje y extracción de sedimentos.

La colaboración científico-técnica entre la APS y EBD-CSIC tiene como fin principal desarrollar un protocolo de manejo capaz de conciliar las labores de vertido, confinamiento y extracción de sedimentos con el uso de los recintos por la avifauna acuática y de interés, mediante la introducción y refuerzo de características de diseño y manejo que potencien el valor de los vaciaderos como hábitat de interés sin comprometer la función operativa de los mismos. Las principales actuaciones recogidas en el Protocolo abarcan los siguientes conceptos:

- Morfología de los recintos: incrementar la sinuosidad de las orillas interiores para maximizar la interfase tierra-agua de gran productividad; crear islas y desconectar diques interiores para proporcionar zonas seguras de descanso y nidificación; crear fondos de profundidad variable para asegurar el aislamiento de islas y la presencia de aguas someras productivas.
- Lámina de agua: extender el hidropériodo y limitar las oscilaciones bruscas del nivel para favorecer la presencia, nidificación y éxito reproductor; implementar manejos rotatorios para aumentar la disponibilidad de recintos en diferentes estados de llenado.
- Calendario de trabajos compatible con el uso que las aves realizan de los recintos para evitar molestias durante periodos sensibles y en zonas de concentración y nidificación.
- Elementos específicos, como taludes para nidificación de abejaruco, sustratos para nidificación de larolimícolas, cobertura vegetal para refugio y nidificación de anátidas y otras especies, posaderos y plataformas artificiales, etc. o generales como la revegetación y apantallamiento vegetal
- Regulación de acceso y cerramientos para evitar molestias y predadores terrestres.
- Seguimiento, adaptación activa y generación de conocimiento teórico y aplicado, aplicando un enfoque pseudo-experimental que aproveche el manejo rotatorio y las variaciones de diseño y gestión.

2.3. Actuaciones en vaciaderos terrestres 2019-20

Como ya se ha mencionado, en el documento de Propuesta de actuaciones se detallan las acciones de diseño y gestión planteadas para los recintos habilitados por la APS para recibir los vertidos del dragado de mantenimiento entre septiembre y noviembre de 2019. Igualmente, en el documento de Evaluación de obra se valora el nivel de ejecución real de las actuaciones y se describe la situación final pre-vertido de los recintos.

Los recintos inicialmente acondicionados para el confinamiento de materiales y, por tanto, en los que se llevaron a cabo actuaciones ambientales, fueron los de Butano2 y Horcada1 (Fig. 2; Tabla 2). No obstante, el recinto de Butano3S tuvo que ser finalmente utilizado para acomodar el excedente de materiales que no pudo alojarse en Butano2 (ver apartado 3.2.1), aunque sin realizar ningún tipo de actuación previo. El resto de recintos no recibió vertido alguno ni actuaciones específicas, excepto Horcada2 que se utilizó como zona de recepción de materiales antes de ser redirigidos hacia la Horcada1.

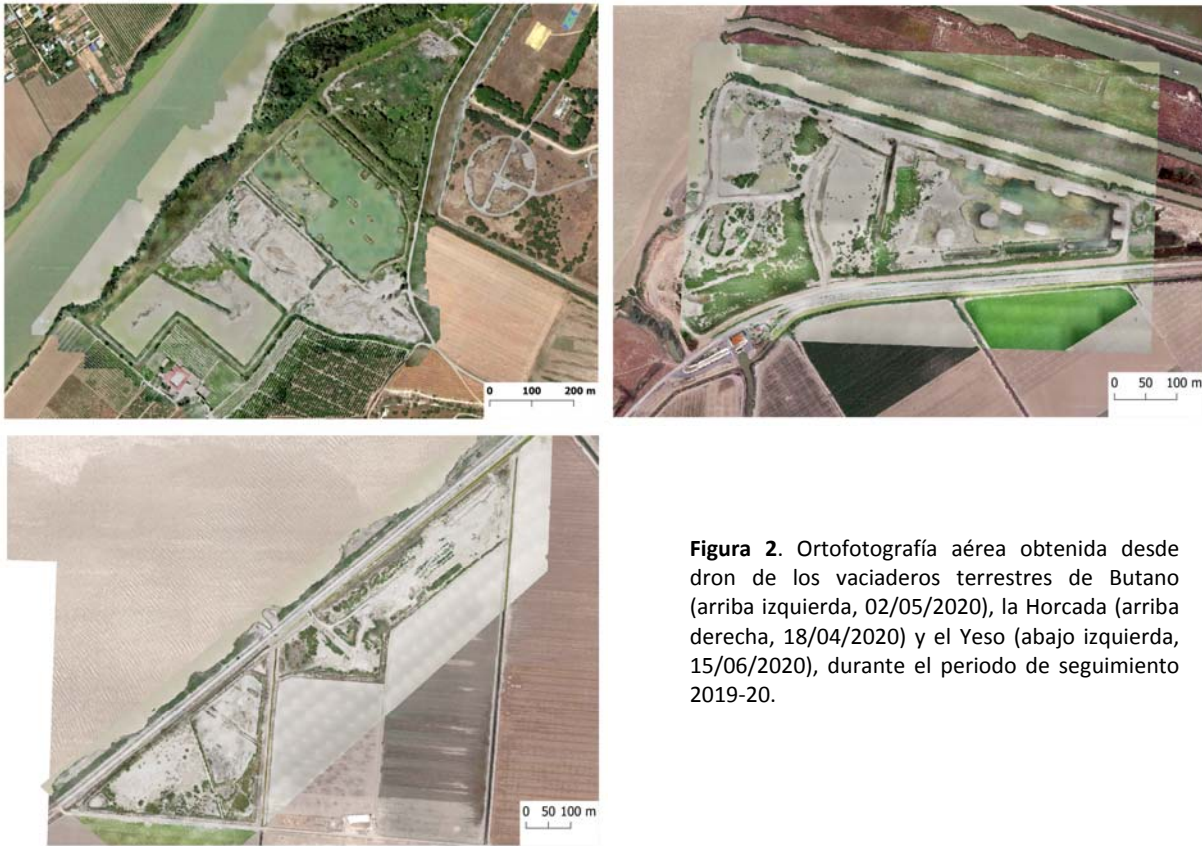


Figura 2. Ortofotografía aérea obtenida desde dron de los vaciaderos terrestres de Butano (arriba izquierda, 02/05/2020), la Horcada (arriba derecha, 18/04/2020) y el Yeso (abajo izquierda, 15/06/2020), durante el periodo de seguimiento 2019-20.

Las actuaciones pre-vertido efectuadas fueron equivalentes en ambos recintos de Butano2 y Horcada1 y siguieron las recomendaciones generales del Protocolo de manejo (Fig. 3 y 4):

- Incremento de longitud de orilla, zonas de refugio e interfaces de aguas someras perimetrales mediante la construcción de seis penínsulas en cada recinto de 15x10 m en coronación organizadas en tandems de dos penínsulas. Se situaron en los lados NE, E y SO en Butano2 y lados N y E en Horcada1. Las cotas de coronación fueron superiores a las previstas y las pendientes de los taludes mayores de los recomendados. La ubicación del tandem E en Butano2 no fue el planeado.
- Creación de zonas seguras de descanso y nidificación aisladas de molestias y predadores terrestres. Se crearon cuatro islas artificiales en cada recinto con dos tamaños de entre 50 y 200 m² de superficie en coronación, borde maximizado con forma 1:4, posición central en zona de máxima profundidad, distancia mínima entre sí y dos tipos de sustrato en coronación en el caso de las islas de Butano2 (grava y limo). Las cotas de coronación y pendientes de las taludes fueron superiores a las previstas, y en Horcada1 el tamaño y forma de dos islas varió al aprovecharse la existencia de pequeños islotes.
- Cierre de cajas de agua para maximizar el hidroperiodo. En Butano2 se cubrió el frente de la caja de agua con áridos para garantizar el sellado hermético, mientras que en Horcada1 no hubo necesidad debido al bajo nivel de agua alcanzado (ver apartado 3.2.1).
- Instalación de escalas limnimétricas con rango solapado para el registro de la profundidad real in-situ. Sólo se cumplió en Butano2, donde se situaron dos, una en zona de máxima profundidad y otra pintada sobre la caja de agua.
- Se formaron fondos de profundidad variables, máxima en la zona de islas y mínima en zona de impulsión. Los materiales removidos se utilizaron para la construcción de islas y penínsulas.
- Se construyeron dos taludes para la nidificación del abejaruco europeo (y otras especies potenciales) de 20 m de longitud y ≥ 2 m de altura sobre la cara interna de la mota perimetral en cada recinto.

- Entre Horcada1 y 2 se excavó un canal paralelo al lado norte de la mota para redirigir los materiales vertidos en Horcada2 y se construyó un dique para aislar la zona de impulsión en el subsector N de Horcada2.

La evolución y modificaciones posteriores al vertido de los recintos inundados se describen en los correspondientes apartados por sectores en Resultados (ver apartado 3.2).

Tabla 2. Área y perímetro de islas artificiales, islas espontáneas y de la lámina de agua en el momento central del periodo reproductor en los recintos habilitados de Butano2 (02/05/2020) y Horcada1 (18/04/2020).

	Butano2			Horcada1		
	Área		Perímetro (m)	Área		Perímetro (m)
	(m ²)	%		(m ²)	%	
Lámina de agua	64216.2	81.4	2128.1	22640.0	26.2	1875.0
Islas artificiales	877.6	1.1	242.3	2553.0	2.9	388.0
Islas espontáneas	700.7	0.9	332.2	-	-	-
Total recinto	78874.0		1133.0	86562.0		1304.0



Fotografía 1. Ejemplos de actuaciones ambientales acometidas en Butano2 durante la campaña 2019-20: islas artificiales en zona de máxima profundidad (arriba izquierda), sustrato de grava y limo-arcilla en la superficie de coronación de las islas artificiales (arriba derecha), penínsulas en tándem sobre el lado suroeste de la mota perimetral (abajo izquierda); talud vertical para abejaruco europeo sobre la cara interior de la esquina sur de la mota perimetral (abajo derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC; APS)

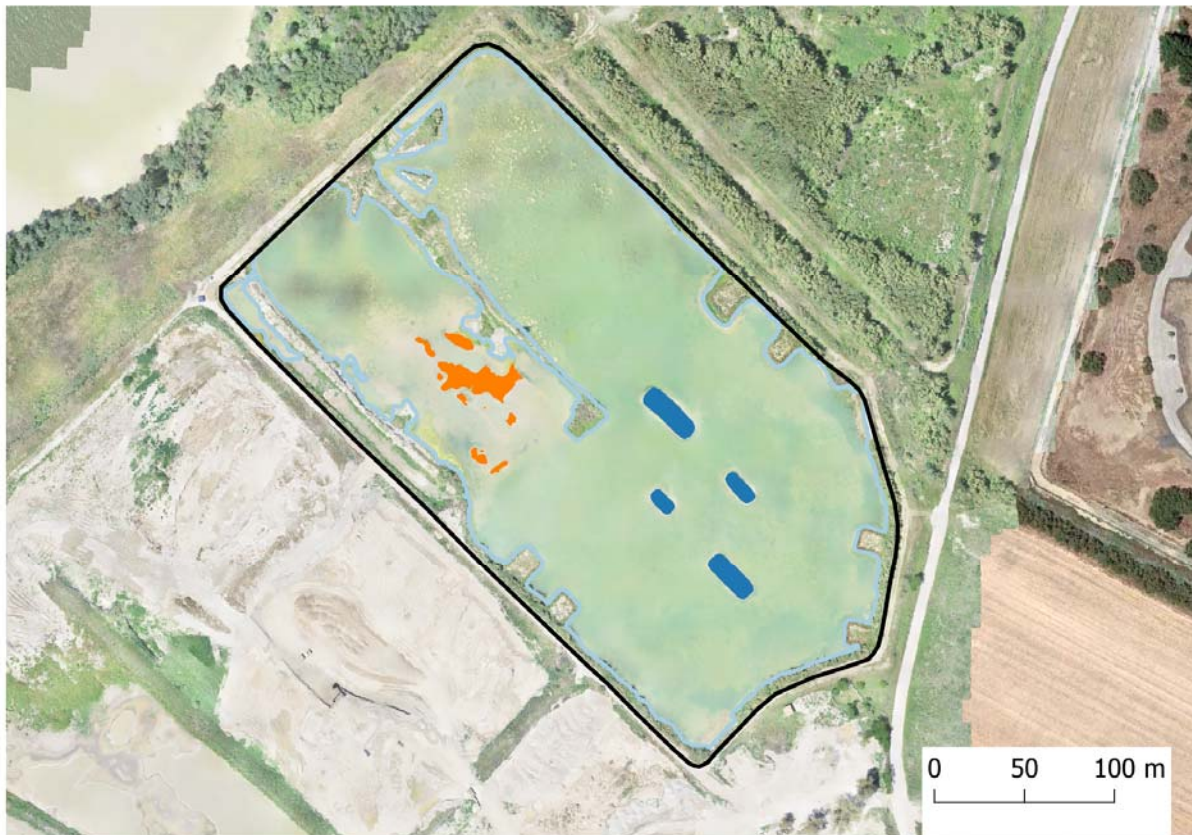
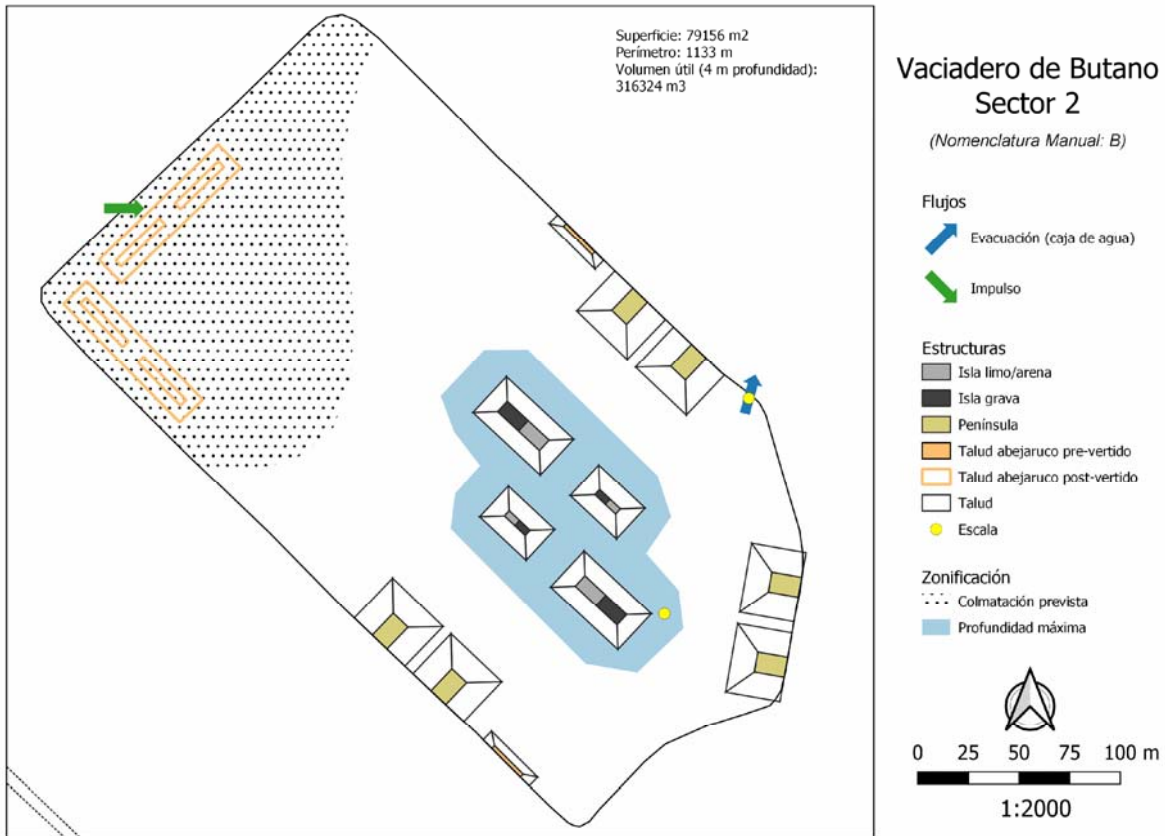
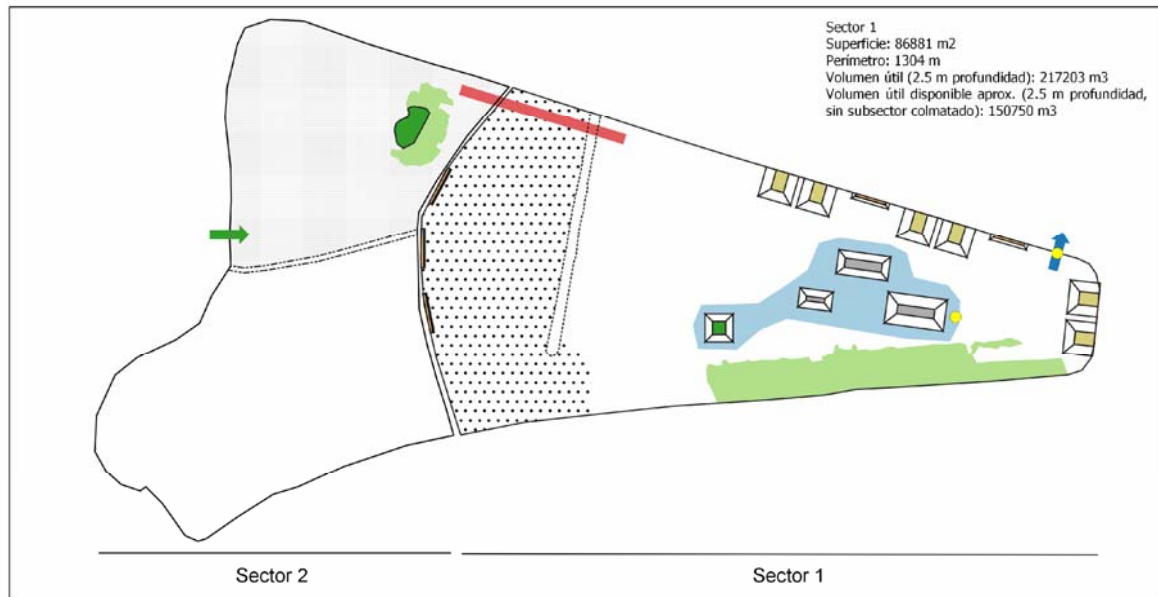
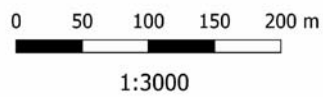


Figura 3. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (izquierda) y situación real de inundación y elementos a principios de mayo (derecha) en el sector Butano2. En foto derecha, azul claro: borde de lámina de agua, azul oscuro: islas artificiales, naranja: islotes espontáneos.



Vaciadero de La Horcada
 Sectores 1 y 2

(Nomenclatura Manual: A y B)



Flujos

- Impulso
- Evacuación (caja de agua)

Estructuras

- Isla limo/arena
- Isla arbolada
- Península
- Talud abejaruco pre-vertido
- Talud
- Canal
- Escala

Diques

- Finger
- Dique

Zonificación

- Colmatación previa
- Zona de decantación preliminar
- Profundidad máxima
- Gestión de la vegetación



Figura 4. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (izquierda) y situación real de inundación y elementos a mediados de abril (derecha) en los sectores Horcada1 y 2. En foto derecha, azul claro: borde de lámina de agua, azul oscuro y naranja: islas artificiales.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Hidrometeorología, inundación y cartografía base

La cantidad y distribución temporal de las precipitaciones tiene efectos directos sobre el volumen de agua disponible, la profundidad y el hidropериodo en los diferentes medios húmedos del bajo Guadalquivir. El nivel y fenología de la inundación de ciertos hábitats manejados depende además del tipo y calendario de usos. Todo ello influye en la disponibilidad y estabilidad de los diferentes hábitats, por lo que resulta importante conocer la evolución del ciclo hidrometeorológico y el manejo del medio para poder interpretar el comportamiento de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres.

Se utiliza la distribución climatológica de estaciones (i.e. invierno: diciembre-febrero, primavera: marzo-mayo, verano: junio-ago, otoño: septiembre-noviembre).

Se elaboraron series de precipitación mensual estimada para los vaciaderos de Butano y la Horcada a partir de la interpolación ponderada por la distancia de los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para tres estaciones meteorológicas cercanas: Sevilla Aeropuerto (ID 5783, ubicación NE), Jerez de la Frontera (ID 5960, ubicación S) y Moguer-El Arenosillo (ID 5860E, ubicación O). Los datos se descargaron a través de la aplicación online AEMET OpenData. Se calcularon los valores del presente ciclo hidrológico, desde septiembre de 2019 hasta mayo de 2020 (junio no disponible), se construyeron las series de valores medios normales para el periodo de referencia 1981-2020, y se obtuvo la anomalía en las precipitaciones mensuales mediante la diferencia entre los valores del presente ciclo y las medias normales (i.e. anomalía = registrados – normales).

El estado hídrico de los principales hábitats húmedos continentales del bajo Guadalquivir se determinó mediante series temporales de inundación para masas de agua permanentes (i.e. esteros, salinas, balsas), marismas estacionales y arrozales. Las series se construyeron a partir de muestreos aleatorios estratificados por hábitat de puntos múltiples (i.e. 100 puntos para aguas permanentes, 200 en arrozal y 300 en marismas estacionales) sobre imágenes satelitales válidas de LandSat 7-8, en los que se estableció el nivel de inundación de forma binaria (i.e. si/no). Con el conjunto de imágenes disponibles se generó una serie mensual para cada hábitat del porcentaje de puntos con inundación entre enero de 2010 y junio de 2020. Además del tramo de la serie correspondiente al presente ciclo hidrológico, desde septiembre de 2019 hasta junio de 2020, se obtuvo la serie normal de valores medios mensuales para el periodo de referencia 2010-2020 y la anomalía del nivel de inundación del ciclo actual (i.e. anomalía = registrados – valores normales).

El nivel de inundación de los sectores con vertido en la campaña 2019-2020 se determinó de forma visual durante los censos y a partir de series de inundación elaboradas sobre imágenes satelitales LandSat 7/8 entre septiembre de 2019 y junio de 2020. Los valores del espectro de los canales 4 y 5 de estos satélites permiten discriminar la presencia de agua libre (i.e. inundación) sobre imágenes corregidas y sin interferencias (e.g. nubes, falta de datos) (Fig. 5). Estas imágenes tienen una resolución espacial de 30x30 m y temporal máxima de 14 días. Debido al retardo en el procesado automático de las máscaras de inundación del bajo Guadalquivir realizado por el laboratorio de GIS de la EBD (LAST-EBD) y las especiales condiciones de trabajo durante el confinamiento impuesto ante la pandemia del Covid-19, no se ha podido disponer de la serie completa de inundación de los vaciaderos desde diciembre de 2019. Aun así, el LAST-EBD ha procesado manualmente cinco imágenes satelitales sin interferencias que cubren parcialmente el periodo enero-junio 2020. A efectos de comparación se presentan las series de inundación de los vaciaderos desde el anterior ciclo hidrológico (septiembre 2018) hasta la fecha final del presente informe. Las escalas limnimétricas instaladas en Butano2 no pudieron utilizarse como guías debido al sellado con áridos del frontal de la caja de agua donde se pintó una de las escalas y al aterramiento de la segunda instalada sobre el punto de máxima profundidad del recinto. En Horcada1 y Butano3S no se llegaron a disponer escalas.

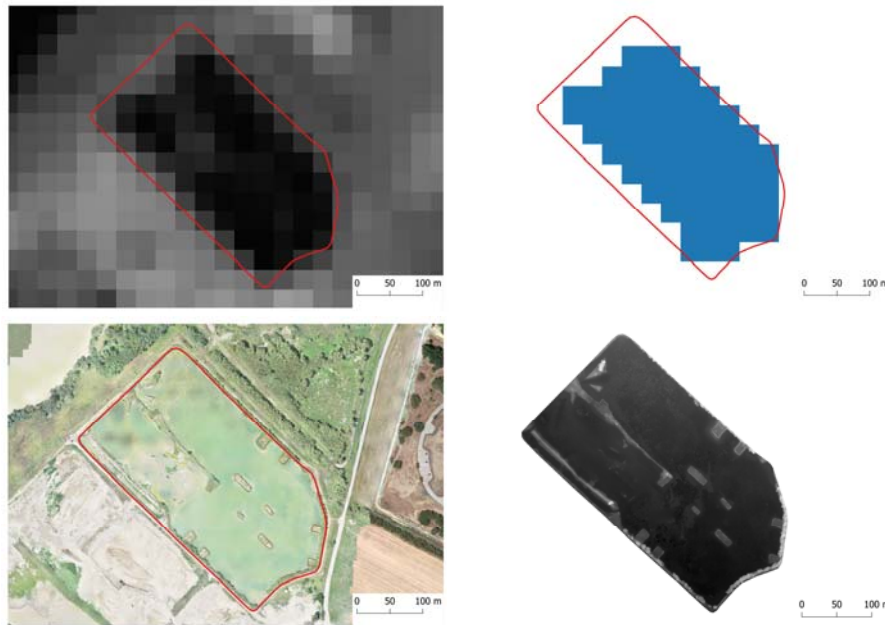


Figura 5. Ejemplo de máscara de inundación (arriba izquierda) obtenida a partir de imágenes satelitales LandSat 7/8 con la que se determina el área de inundación (arriba derecha), y de mosaico ortofotográfico desde dron (abajo izquierda) con el que se deriva el correspondiente modelo digital de elevaciones (abajo derecha), para el sector de Butano2.

Se realizaron vuelos con dron para la obtención de ortofotomosaicos de todos los sectores de los vaciaderos con los que disponer de cartografía base y derivar mapas en detalle de la superficie de las láminas de agua y modelos digitales de elevación (MDE). Los MDE se utilizarán para el cálculo de la profundidad de las láminas de agua una vez los sectores se hayan secado completamente y se pueda calcular la diferencia entre las cotas de fondo post-vertido y las de superficie de las láminas en cada vuelo (Fig. 5). Para los vuelos se utilizó un dron Phantom 4 Pro operado por Manuel Barbero (Aerialrotors) con licencia de piloto y permisos de vuelo según requisitos locales. Las condiciones del confinamiento por Covid-19 y el retraso en la tramitación y obtención del permiso de vuelo en Butano debido a las restricciones de la cercana base militar de El Coper, limitaron la frecuencia de vuelos originalmente prevista. Se realizaron tres vuelos en la Horcada, cuatro en Butano y uno en los Yesos, durante la primavera y comienzos del verano.

3.2. Seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y especies de interés

Siguiendo las definiciones según el Convenio Ramsar y SEO-BirdLife, en el presente informe se considera el término *ave acuática* (o *ave ligada a medios acuáticos*) en su sentido más amplio, como toda aquella especie de ave que dependa directamente de los ecosistemas acuáticos para completar al menos parte de su ciclo biológico (i.e. reproducción, migración, invernada, alimentación, refugio o descanso). Según SEO-BirdLife, bajo esta definición se agruparían un total de 137 (40%) de las especies de aves registradas habitualmente en España.

Se utilizan datos recogidos durante el periodo de seguimiento de prácticamente ocho meses entre el 05/11/2020 y el 29/06/2020. Los siete sectores de los tres vaciaderos se censaron con frecuencia quincenalmente fuera del periodo reproductor (nov-2019 a feb-2020) y semanal durante el periodo reproductor (mar-2020 a jun-2020). Aunque en el protocolo se establecen muestreos de igual duración (20 min), finalmente se optó por censos completos independientemente del tiempo. Estos censos son adecuados para comunidades de especies conspicuas, con abundancias moderadas y en áreas de tamaño pequeño y comparable, en las que la detectabilidad es elevada. Los registros correspondientes a la

reproducción serán probablemente valores mínimos y temporales, a falta de completar el seguimiento hasta la finalización de la reproducción entorno al mes de agosto.

En cada censo se anotó el número, localización dentro del sector, clase de edad (adulto, pollo) y comportamiento de cada individuo (o grupo de individuos) de cada especie de ave acuática y de interés. Se anotó también la presencia y localización de nidos con o sin adultos incubando.

Se utilizaron las siguientes variables como indicadores de la estructura de la **comunidad de aves acuáticas** que utilizaron los vaciaderos:

- Riqueza específica (S): número de especies observado.
- Riqueza de órdenes (So): número de órdenes observado.
- Abundancia (N): suma del número de individuos de todas las especies observadas ($N = \sum n_i$, desde $i = 1$ hasta S, donde n_i es el número de individuos de la especie S).
- Índice de diversidad de Shannon (H'): expresa la uniformidad de los valores de abundancia sobre la muestra de individuos de las especies observadas ($H' = -\sum p_i \ln p_i$, desde $i = 1$ hasta S, donde p_i = proporción de individuos de la especie i en la muestra total). Aumenta desde cero (una sólo especie) con la riqueza y la distribución uniforme, y no tiene límite superior. Valores < 2 se consideran diversidad baja y > 3 diversidad alta.
- Índice de uniformidad de Pielou (J): mide la relación entre la diversidad observada y la máxima esperada ($J = H'/\ln(S)$) e informa sobre la distribución de la abundancia entre las especies. Varía desde cero (sin uniformidad, dominancia elevada) hasta uno (reparto equitativo).



Fotografía 2. Dron Phantom 4 Pro durante vuelo de mapeo en el vaciadero de la Horcada, para la elaboración de ortomosaicos , MDE y material audiovisual (izquierda). Telescopio terrestre sobre trípode en Butano3S, una de las principales herramientas de observación durante los censos de aves (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El rendimiento reproductivo se valoró en base a los siguientes parámetros:

- Número de nidos activos, con un adulto incubando.
- Número de pollos.
- Número de grupos familiares, entendiendo como grupo familiar al conjunto de pollos hermanos con o sin progenitores cercanos.
- Productividad, como la razón del número de pollos y el número de nidos activos.

La distribución de muestreos (censos) entre sectores y meses no fue siempre completamente balanceada, por lo que se utilizaron los valores medios por censo como principales variables respuesta para la

comparación entre grupos y periodos a nivel de comunidad. También se consideró el total acumulado, es decir, la suma de individuos, nidos, pollos o grupos familiares de todos los censos de una o varias especies, principalmente en estadísticas por especie y para sectores con vertido con censos equilibrados.

En el caso del **abejaruco europeo** (*Merops apiaster*), como especie reproductora de interés, además de los conteos de individuos durante los censos de acuáticas, se realizaron varios recuentos repetidos del número de túneles perforados en los taludes terrosos existentes en ciertos sectores de los vaciaderos, desde la llegada en primavera hasta los primeros vuelos de los pollos, para determinar el uso de los sectores como lugar de nidificación. En los taludes de fácil acceso se determinó el número de túneles incipientes superficiales, profundos y activos (i.e. entrada sin vegetación, ni telas de araña y con los dos carriles formados por las patas).

3.3. Amenazas potenciales e incidencias

Las aves acuáticas son especies presa de **predadores** aéreos como las rapaces, pero también otros grupos como láridos, ardeidas o ciconídeos que pueden capturar pollos. Igualmente, son objeto de predación por mamíferos terrestres, tanto silvestres (e.g. zorro común, mustélidos, jabalí) como domésticos (i.e. perros y gatos). El impacto de la predación sobre la dinámica de las poblaciones de aves acuáticas puede ser importante, particularmente sobre nidos y pollos, por lo que debe prestarse atención a la presencia y abundancia de posible predadores en los vaciaderos terrestres. Durante los censos y revisión de actividad reproductora se anotó la presencia directa de predadores potenciales, aéreos o terrestres, silvestres o domésticos, así como los indicios de su presencia (e.g. huellas, rastros y excrementos).

Se registró también la existencia de posibles **molestias** de origen humano en el interior o periferia cercana de los sectores que pudiesen influir en la presencia y reproducción de las aves acuáticas en los vaciaderos. Se prestó especial atención a las actividades agrícolas, ganaderas y cinegéticas, así como el tránsito no autorizado de personas y vehículos a motor.

El entorno del bajo Guadalquivir, especialmente en su margen izquierdo, es un entorno altamente humanizado con una importante presencia de infraestructuras. Entre ellas destacan los **tendidos eléctricos**, sobre todo de distribución, que dan servicio a viviendas, instalaciones de bombeo, riego y compuertas, y que son una fuente potencial de mortalidad para los grupos de aves de mayor envergadura, que utilizan los apoyos como posaderos. En el entorno cercano de los vaciaderos y de la Ctra. Del Práctico discurren varios tendidos, entre los que destaca el situado entre la mota del lado NO de los sectores de Butano y la orilla del río Guadalquivir. Debido al riesgo de electrocución se realizó una tipificación y revisión de la línea, con especial atención a los apoyos de diseño más peligroso.

Se anotó también la presencia y abundancia de **residuos sólidos** y escombros dentro de los vaciaderos terrestres y en sus inmediaciones. Por desgracia, este tipo de basura es relativamente habitual en el entorno de la margen izquierda del Guadalquivir, tanto por depósito incontrolado, como por arrastre fluvio-mareal.

Se prestó especial atención a la aparición de **aves muertas** dentro de los recintos, sobre todo de aves acuáticas ante el riesgo de mortalidad por la proliferación de microorganismos tóxicos (e.g. cianobacterias, bacilos del género *Clostridium*) en condiciones de temperaturas elevada del agua y anoxia, propias de humedales eutrofizados con escasa renovación de agua. Cuando resultó posible, se examinó el cadáver en busca de indicios externos de la causa de muerte. Al menos en aquellas especies catalogadas se procedió a dar el aviso a la autoridad pertinente.

Finalmente, se registraron las posibles **incidencias** en los trabajos de extracción y transporte de áridos en los vaciaderos observadas durante el seguimiento de los recintos, con posible impacto sobre las actuaciones ambientales implementadas o sobre la comunidad de aves acuáticas y especies de interés.

4. RESULTADOS

4.1. Hidrometeorología e hidropериодо

4.1.1. Meteorología: Precipitaciones

Los datos de precipitación mensual estimada para los vaciaderos de Butano y la Horcada durante el presente ciclo hidrológico (septiembre 2019 – mayo 2020) estuvieron fuertemente correlacionados ($R^2 = 0.97$) como era de esperar por su cercanía. Los acumulados totales desde septiembre 2019 han estado un 22.2% y 13.7% por debajo de la media del periodo de referencia 1981-2010, respectivamente (Fig. 6). Sin embargo, la distribución de esta anomalía no fue uniforme dentro del ciclo, presentando un déficit marcado en otoño e invierno (-47.8% entre sep-2019 y feb-2020) y precipitaciones por encima de la media durante la primavera (+67.7-76.5% desde mar-2020). Especialmente secos fueron los meses de octubre y, sobre todo, febrero con cantidades marginales. Al déficit del presente ciclo hay que sumarle la sequía arrastrada durante el pasado año hidrológico 2018-2019, en el que los acumulados totales fueron un 32.5 y 34.9% inferiores a la media en los vaciaderos de Butano y la Horcada respectivamente.

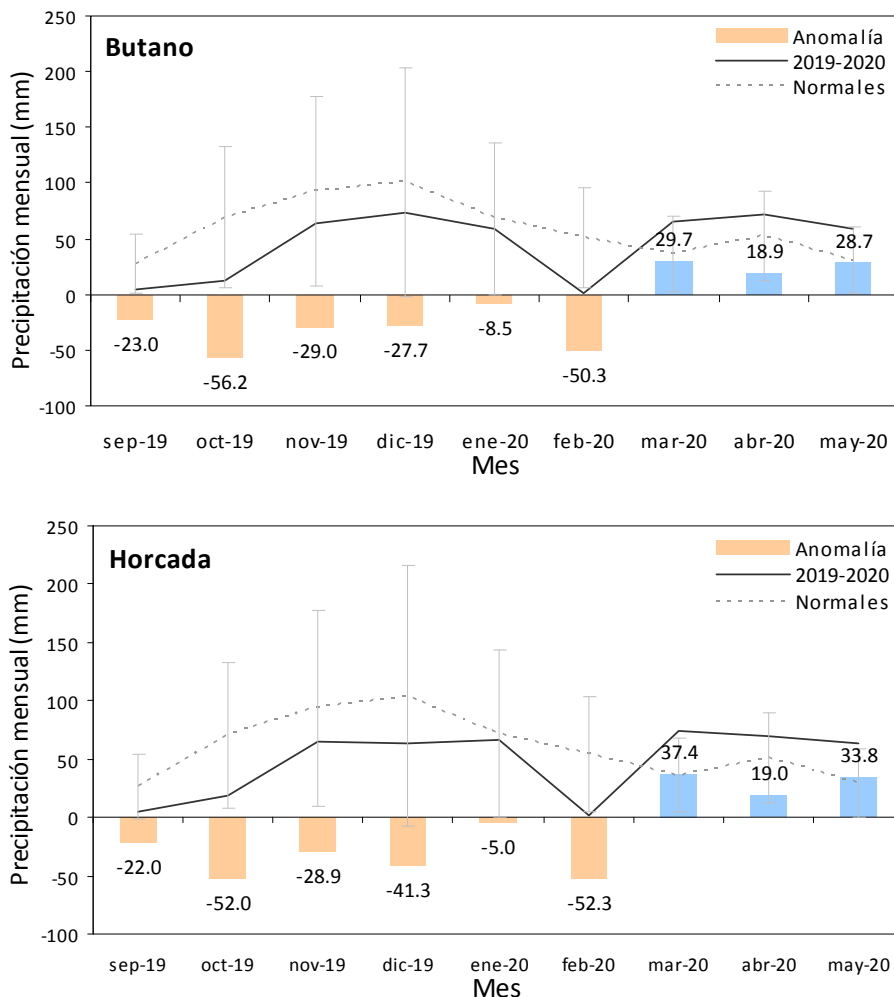


Figura 6. Precipitación mensual registrada entre septiembre 2019 y mayo 2020 (línea sólida), precipitación mensual media normal (\pm SD) para el periodo de referencia 1981-2020 (línea discontinua), y anomalía en la precipitación observada respecto a la normal (i.e. anomalía = registrada – normal; azul: positiva, naranja: negativa) para los vaciaderos de Butano (arriba) y la Horcada (abajo), calculados a partir de la interpolación de las series de precipitación de los observatorios de Sevilla Aeropuerto (5783), Jerez de la Frontera (5960) y El Arenosillo (5860E).

4.1.2. Inundación de hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir

La sequía de fondo y el déficit de precipitaciones durante el otoño-invierno han afectado de forma desigual a los tres principales hábitats utilizados por las aves acuáticas en el bajo Guadalquivir (Fig. 7).

Como cabía esperar, los cuerpos de **aguas permanentes** (e.g. esteros, salinas, balsas) mantuvieron niveles altos de inundación por encima del 70% a lo largo de todo el ciclo, con un pico máximo en febrero. Estos niveles elevados con reducida variabilidad estacional e interanual, son necesarios para sostener los usos a los que se destinan (e.g. acuicultura, producción de sal, riego) y se consiguen gracias a los aportes externos de origen fluvio-mareal o subterráneo (i.e. acuíferos), independientes de las precipitaciones estacionales.



Fotografía 3. Ejemplos de los tres principales hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir: esteros y salinas de aguas (semi) permanentes en el Codo de la Esparraguera (Trebujena) (arriba izquierda); marisma estacional seca en la margen izquierda del río Guadalquivir en febrero de 2020 (Trebujena) (arriba derecha); calamón común (*Porphyrio porphyrio*) en arrozal inundado y germinado en el Paraje Natural del Brazo del Este a finales de junio de 2020 (Los Palacios) (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En cambio, las **marismas estacionales** sufrieron directamente el déficit hídrico en las precipitaciones del presente ciclo y la sequía plurianual arrastrada (Fig. 7). El nivel medio mensual de inundación estuvo un 49.3% por debajo del nivel medio normal de los últimos 10 años. Las precipitaciones del otoño y comienzo del invierno fueron insuficientes para superar el umbral de desbordamiento de la capa freática que alimenta las marismas, ya mermada por el déficit hídrico arrastrado, lo que provocó que la marisma permaneciese seca hasta prácticamente el mes de febrero. Finalmente, con unas precipitaciones primaverales más cuantiosas de lo habitual, la marisma se inundó parcialmente, pero manteniendo un nivel máximo un 20% inferior al normal. Debido al llenado tardío y al secado rápido por el menor volumen de agua, el hidropereodo efectivo fue mucho más corto del habitual (-40%). La marisma ocupa entorno al 35% de la superficie del bajo Guadalquivir y constituye el principal hábitat natural por superficie para las aves acuáticas. El llenado tardío e insuficiente implica escasez de zonas de alimentación y descanso durante la invernada y el paso migratorio, y de nidificación para los reproductores más tempranos. Además, el secado prematuro perjudica a las especies de reproducción tardía.

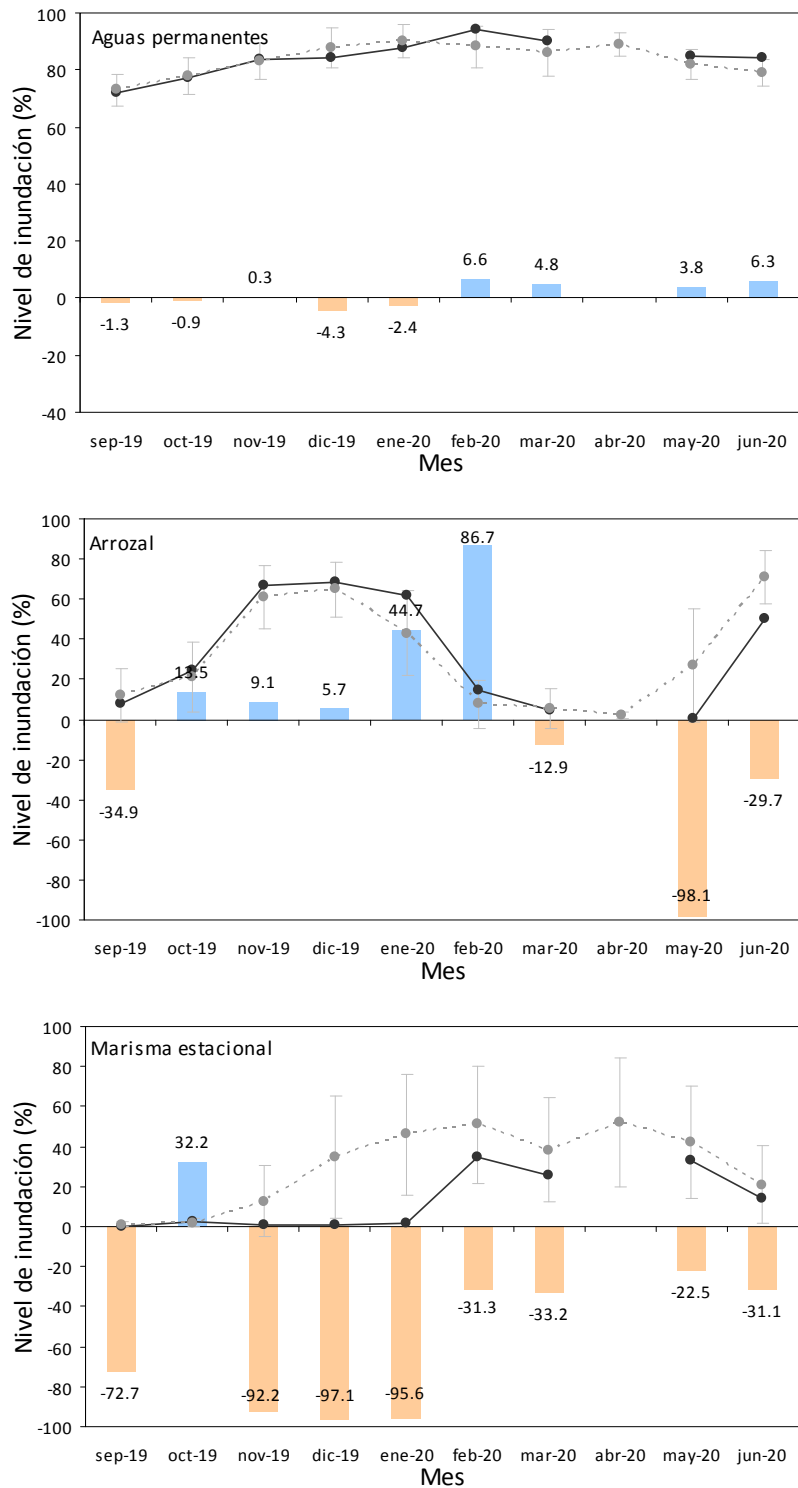


Figura 7. Porcentaje de inundación de masas de agua permanentes (arriba), arrozales (centro) y marismas estacionales (abajo) en el bajo Guadalquivir durante el actual ciclo hidrológico entre septiembre 2019 y junio 2020 (línea sólida), valores normales para el periodo de referencia 2010-2020 (línea discontinua) y anomalía hídrica resultante (i.e. anomalía = registrada – normal; azul: positiva, naranja: negativa). Valores obtenidos de muestreos sobre series de inundación en base a imágenes LandSat 7-8 (LAST-EBD).

En el **arrozal** se registraron variaciones temporales respecto al ciclo agrícola normal, consistentes principalmente en el retraso de la preparación y siembra (Fig. 7). Debido a las precipitaciones abundantes de final de primavera y a una menor cuota de agua asignada a los regantes, las labores de preparación del cultivo y, por tanto, la inundación de la tablas se retrasó casi un mes y no comenzó hasta principios de junio.

Como resultado, la disponibilidad de condiciones óptimas de alimento y cobertura en el arrozal fueron inferiores a lo normal durante el periodo final de la reproducción. El arrozal es uno de los principales hábitats temporales alternativos para aves acuáticas en el bajo Guadalquivir, especialmente como lugar de alimentación, con una superficie similar a la de la marisma estacional. Es un medio artificial con un ciclo bimodal de inundación (otoño-invierno, primavera-verano) que no depende directamente de las precipitaciones, pero sí está sujeto a decisiones de manejo que pueden influir en los tiempos y áreas de inundación. Si bien la inundación otoñal de las tablas pudo aliviar parcialmente la falta de agua en la marisma, el retraso en la inundación y siembra del arroz en primavera pudo afectar negativamente a la reproducción de ciertas especies habituales en el arrozal, como la cigüeñuela común o el chorlitejo patinegro, ya condicionadas por un menor nivel primaveral de la marisma.

Un hidroperiodo más breve y una menor superficie de inundación de las marismas naturales estacionales favorecen el uso alternativo de medios más estables y predecibles como las aguas permanente de salinas o esteros, los arrozales o enclaves como los vaciaderos, que gracias al manejo sostenible aseguran la disponibilidad de agua desde el llenado en septiembre-octubre hasta su desecación en julio-agosto. La marisma seca durante el otoño e invierno podría haber favorecido la concentración durante el paso e invernada de aves en los vaciaderos, mientras que una menor superficie de inundación primaveral y un hidroperiodo más breve, junto con el retraso de la inundación del arrozal hasta principios del verano, podrían potenciar el papel alternativo de los vaciaderos como zonas de reproducción.

4.2. Vertido e inundación de vaciaderos terrestres

4.2.1. Butano

El **sector 2** fue acondicionado como recinto principal para contener el grueso de los vertidos en el vaciadero de Butano. Fue el primero en recibir materiales de dragado a comienzos de septiembre. El turno de vertido principal finalizó a mediados de septiembre con el llenado completo, pero se repitió una última tanda hasta el 30 de septiembre aprovechando el desagüe parcial de agua para acomodar nuevos sedimentos. El volumen final de vertidos fue superior a la capacidad prevista y la APS decidió disponer del sector 3S para alojar el excedente.



Fotografía 4. Descarga desde la draga de materiales dragados del fondo del río Guadalquivir a través de la conducción de vertido (izquierda) e impulsión en el sector de Butano3S (derecha) a principios del mes de octubre de 2019 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC)..

El sellado del sector 2 se realizó finalmente mediante el depósito directo de sedimentos frente a la caja de agua hasta alcanzar una altura superior a la cota máxima de inundación prevista. Este método evitó la filtración de agua a través de las tablas de la caja y garantizó el nivel máximo pasivo de inundación. Sin embargo, no permitió la regulación de la lámina de agua por evacuación controlada, excepto con la retirada de materiales con maquinaria.

Gracias al acondicionamiento previo, el llenado completo, el sellado de la caja de agua y las precipitaciones primaverales, Butano2 fue el sector con la lámina de agua más estable. El nivel se mantuvo alto, por encima del 75%, desde el llenado hasta el inicio del verano, lo que garantizó unas condiciones óptimas de inundación durante el periodo reproductor (Fig. 8 y 9). No obstante, a lo largo del mes de junio se constató un descenso lento y progresivo que favoreció la emergencia e interconexión de fondos en la zona noroeste de impulsión, donde los depósitos de sedimentos fueron mayores. Es muy probable que, según las condiciones meteorológicas, este sector mantenga una lámina suficiente hasta finalizar el periodo reproductor en agosto, siempre que no se realice una evacuación forzada. Una vez seco, está prevista la extracción de los sedimentos depositados en la presente temporada a lo largo de la próxima campaña 2020-21.

El llenado del **sector 3S** se realizó de forma imprevista para alojar el exceso de vertidos destinado a Butano. Debido a la urgencia en la adecuación de la mota perimetral y el inicio del vertido, no fue posible implementar actuaciones en este recinto equivalentes a las efectuadas en el sector 2. Se manifestó el interés de mantener al menos el nivel máximo de agua alcanzado mediante el sellado de la caja de agua, después de constatar filtraciones continuas a través de las tablas de la caja. Sin embargo, la APS decidió no intervenir para facilitar el vaciado hasta su desecación total, debido a la necesidad de incrementar la capacidad útil disponible en Butano de cara a la futura campaña de vertidos de 2020-21.



Fotografía 5. Comparación del estado del sector de Butano2 durante la ejecución de actuaciones ambientales antes del vertido a finales de agosto de 2019 (izquierda) y después del vertido a mediados de mayo de 2020 (derecha) (Autor: DRAVOSA; M. Barbero EBD-CSIC).

El vertido en Butano3S comenzó el 18 de septiembre y se prolongó de forma discontinua hasta el 24 de octubre. Aunque la superficie inicial alcanzada en Butano3S fue importante, con un 75% del recinto, la reducción de la lámina fue evidente desde el final del vertido debido a las filtraciones, provocando el rápido afloramiento de los fondos en la zona de impulsión en la mitad norte del subsector este (Fig. 8 y 9). Las lluvias primaverales estabilizaron el nivel temporalmente, pero volvió a descender a mayor ritmo durante los meses de mayo y junio con el aumento de las horas de luz y las temperaturas. A finales de junio el subsector este se encontraba prácticamente seco y en el oeste resistían varas láminas disjuntas de tamaño variable, la mayor rodeando parcialmente la zona de reproducción del brazo oeste y por debajo del nivel base de la caja de agua.

Con el descenso rápido del nivel, a primeros de marzo la empresa contratista (CORESA) procedió a abrir la mota del recinto por el lado noreste y retirar durante unas semanas parte de los sedimentos arenosos de la zona emergida de impulsión, sin afectar a la orilla en regresión hacia el lado sur. Este sector seguirá actuando como recinto alternativo para alojar los vertidos excedentes en el vaciadero de Butano durante la próxima campaña y es probable que no se retiren más sedimentos de su interior hasta entonces.

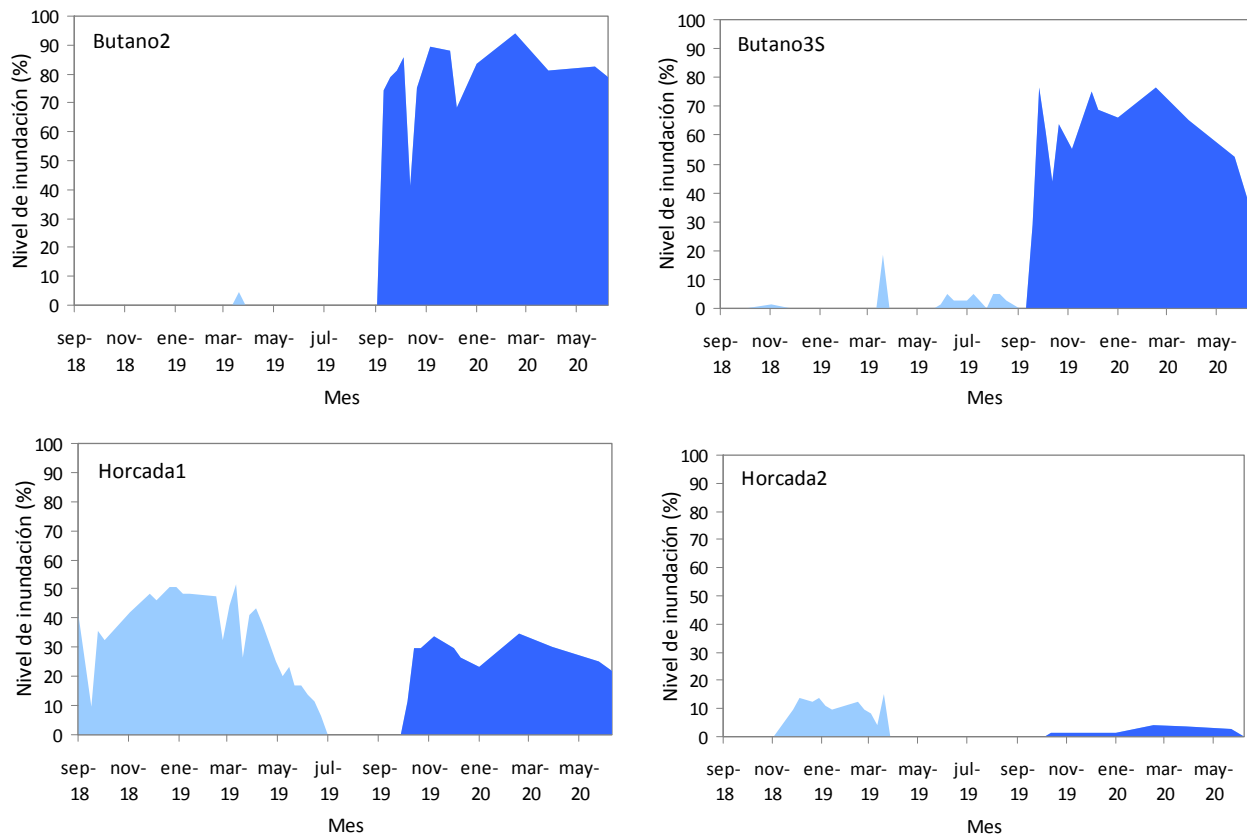


Figura 8. Nivel de inundación (%) respecto al área total del recinto durante el pasado ciclo hidrológico sep 2018 – ago 2019 (azul claro) y el presente sep 2019 – jun 2020 (azul oscuro) en los sectores de Butano2 (arriba izquierda), Butano3S (arriba derecha), Horcada1 (abajo izquierda) y Horcada2 (abajo derecha), en los que se realizó vertido en la campaña 2019-2020. Valores obtenidos a partir de imágenes LandSat 7-8 (LAST-EBD). Los descensos bruscos y breves son errores debidos a la presencia de nubes u otras interferencias en las imágenes satelitales.

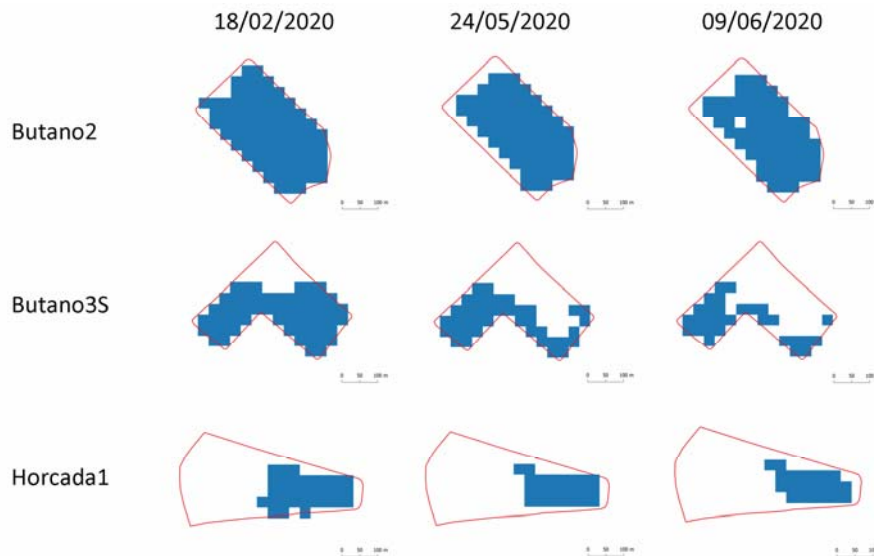


Figura 9. Comparación del área de inundación registrada (azul oscuro) a partir de imágenes satelitales LandSat 7/8 (LAST-EBD) en los sectores inundados de Butano2, Butano3S y Horcada1 en tres fechas representativas del ciclo hídrico durante el periodo de seguimiento 2019-20.

En **Butano1** no se efectuó ningún vertido y permaneció seco durante todo el periodo de seguimiento. La presencia de sedimentos arenoso-limosos procedentes del último vertido en este sector (2017-18) impidió incluso la formación de charcos temporales por la acumulación del agua de precipitaciones. Durante la

primera semana de mayo se iniciaron trabajos de extracción de áridos en el extremo noreste, zona centro y sureste, para lo que se habilitó el paso entre Butano1 y Butano2 y varios tramos de mota perimetral. Los trabajos se detuvieron en la primera semana de junio después de detectarse posibles afecciones al recinto de Butano2 y consensuarse alternativas entre la empresa subcontratista (CORESA), CSIC y APS. Este sector no recibirá vertidos durante la próxima campaña.

Finalmente, **Butano3N**, sin vertido y con labores continuas de movimiento, clasificación, mezcla y extracción de áridos, ha permanecido también seco durante todo el periodo de seguimiento. Se trata del sector destinado a recibir la mayor parte de los vertidos de la próxima campaña de dragado-vertido 2020-21 y en el que se aplicarán las principales actuaciones ambientales.



Fotografía 6. Aspecto de la caja de agua en Butano2 una vez sellado el frente con el acopio de materiales por encima del nivel máximo previsto del agua (izquierda). Se observa la parte superior de la escala limnimétrica pintada sobre el perfil metálico en la esquina de la caja. Detalle de la filtración de agua entre las tablas de la caja de agua de Butano3S a principios de noviembre (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.2.2. Horcada

El periodo de vertido en la Horcada se limitó sólo a dos jornadas entre el 28 y el 30 de septiembre, por lo que el volumen final de vertidos fue insuficiente para lograr el llenado previsto para el **sector 1** en la Propuesta de actuaciones. Como resultado, la superficie máxima de inundación fue inferior al 35% del área total del recinto, estando incluso por debajo de 50% registrado durante el invierno de 2019, que se consiguió únicamente a partir de las precipitaciones (temporada 2018-19 sin vertido) (Fig. 8 y 9). La profundidad alcanzada fue mínima (< 1.5 m) y la cota máxima del agua se quedó muy por debajo de la prevista (> 2 m de diferencia) y de las cotas de coronación de islas y mota, con los inconvenientes que supuso para el acceso y uso efectivo de las islas. Las causas de un vertido insuficiente parecen haber sido el menor grado de aterramiento de los tramos correspondientes a este vaciadero respecto al de otras campañas y el desvío de parte de los sedimentos para la regeneración de playas. El llenado de Horcada1 se realizó mediante la reconducción del vertido en el área de impulsión del subsector norte del sector 2 a través de un canal excavado en la parte norte de ambos sectores paralelo a la mota.

El nivel de agua y la superficie de la lámina en Horcada1 descendieron progresivamente desde el final del vertido debido a la falta de precipitaciones otoñales e invernales, con afloramiento rápido de fondos irregulares en el tercio oeste y conexión de la isla artificial al suroeste con el lado oeste. Las lluvias primaverales recuperaron temporalmente parte del nivel, que siguió bajando hasta mínimos a comienzo del verano. Debido al bajo nivel ($< 25\%$ de superficie), la lámina no fue regulable al encontrarse muy por debajo de la cota base de la caja de agua (> 2 m de diferencia). La dinámica hídrica y sus efectos sobre la dinámica de la comunidad de aves acuáticas, quedó por tanto sujeta a la variabilidad meteorológica.

En la próxima campaña 2020-21 está previsto un nuevo vertido de materiales con un procedimiento similar seguido en la presente. Aunque no se implementen nuevas actuaciones de diseño, si las condiciones del vaso lo permiten, deberían rectificarse ciertos elementos (e.g. altura de coronación de islas) para ajustarlos al nivel previsto del agua si el llenado previsto es de nuevo inferior a la cota máxima posible.



Fotografía 7. Conducción de vertido sobre el borde oeste de Horcada2 a mediados de septiembre de 2019 (arriba izquierda); panorámica de la orilla del río Guadalquivir y lado oeste de Horcada2 con marea alta a mediados de febrero de 2020 (arriba derecha); lámina de agua residual en subsector norte de Horcada2 procedente del vertido destinado a Horcada1 a mediados de febrero de 2020 (abajo izquierda); estado post-vertido de las islas artificiales en Horcada1, con una gran diferencia entre la cota de coronación y la superficie del agua debido al bajo nivel de inundación (abajo derecha) (Autor: R.Muriel, EBD-CSIC).

En la **Horcada2** no hubo intención durante la presente campaña de inundar el recinto. Pero si se utilizó el subsector norte como zona próxima de impulsión desde el río para redirigir el agua y parte de los materiales hacia Horcada1 mediante un canal excavado entre los sectores paralelos a la mota norte. Aun así, parte del agua quedó retenida en el subsector norte formando dos pequeñas láminas marginales ($\leq 400 \text{ m}^2$) muy someras y variables, capaces de perdurar gracias a los aportes de las precipitaciones primaverales y a la proximidad de la capa freática del cercano cauce del Guadalquivir (Fig. 8). Con el fin de las lluvias primaverales y el aumento de las temperaturas terminaron por secarse completamente.

La función de este sector durante la próxima campaña será similar a la de la presente, es decir, zona de impulsión para reconducir el vertido hacia Horcada1.

4.2.3. Yesos

En ninguno de los dos sectores del vaciadero de los Yesos se ha realizado vertido de dragados en la presente temporada

En el **Yeso1** se han venido realizando trabajos de movimiento, clasificación y extracción de áridos más o menos continuos durante todo el periodo de seguimiento, concentrados especialmente en la zona noreste y centro. La excavación de zanjas y catas en el fondo del vaso, ya de por sí próximo al nivel freático, permitió el afloramiento de pequeños charcos de agua semipermanente, alimentados también por la cuantiosas precipitaciones primaverales. No obstante, el aumento de las temperaturas y las horas de luz desde mediados de primavera terminó por secar la mayor parte de estos charcos.

En el **Yeso2**, se diferenciaron dos subsectores: el oeste totalmente colmatado por sedimentos arenosos muy permeables en los que ni siquiera se formaron charcos durante los episodios de lluvias (excepto una charca en la esquina suroeste), y el este que conservó la estructura de la última campaña de vertidos (2016-17) con fondos de arcillosos que si permitieron la retención de charcos temporales de escasa profundidad formados con las precipitaciones primaverales, que terminaron por secarse durante el mes de junio.



Fotografía 8. Maquinaria de extracción y clasificación de áridos trabajando en el lado noreste de Yeso1 durante la campaña 2019-20 (izquierda). Pequeñas láminas de agua marginales formadas por la acumulación de precipitaciones a principio de mayo de 2020 en el subsector este de Yeso2 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.3. Comunidad de aves acuáticas

4.3.1. Comunidad global

Entre noviembre de 2019 y junio de 2020, incluidos, se realizaron un total de 140 censos a lo largo de 24 jornadas de campo en los siete sectores de los tres vaciaderos terrestres del Guadalquivir (i.e. Butano, Horcada, Yesos) (Tabla 3). Este esfuerzo de muestreo supuso un 83.3% del máximo previsto (i.e. 168 censos) según el calendario establecido en el protocolo de seguimiento. Los factores meteorológicos (e.g. segundo censo de diciembre suspendido por temporal de lluvias) y, en menor medida, logísticos y administrativos (e.g. activación del contrato de personal), fueron los responsables de no alcanzar el número máximo de censos.

En total, se registraron **13773 ejemplares de 124 especies diferentes de aves pertenecientes a 19 órdenes** (Tabla 4). De estas, un 72.7% fueron aves acuáticas (o aves ligadas a medios acuáticos) de 59 especies (47.6%) y 10 órdenes (52.6%) (Fig. 10). La gran mayoría de los ejemplares y especies acuáticas censadas, 92.4% y 86.4% respectivamente, se observaron utilizando los recintos para descansar, alimentarse y/o reproducirse, mientras que el resto fue observado en vuelo circunstancial sin hacer uso directo de los recintos (Tabla 4; Fig. 10). En conjunto, el índice de diversidad de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos fue de $H = 2.2183$, y el nivel de uniformidad de $J = 0.5642$.

Tabla 3. Distribución del número de censos por sector, estación y mes en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo de seguimiento (nov-2019 a jun-2020).

Vaciadero	Sector	Otoño			Invierno			Primavera			Verano	Total
		Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun			
Butano	1	1	0	0	2	2	3	2	4	14		
	2	2	1	2	2	3	4	3	4	21		
	3S	2	1	2	2	3	4	3	4	21		
Horcada	1	2	1	2	2	3	4	3	4	21		
	2	2	1	2	2	3	4	3	4	21		
Yeso	1	2	1	2	2	3	4	3	4	21		
	2	2	1	2	2	3	4	3	4	21		
Total		13	6	12	14	20	27	20	28	140		

Tabla 4. Número de individuos, especies y órdenes de aves registrados en los censos de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir en el periodo nov-2019 a jun-2020.

Grupo	Individuos	Especies	Géneros
Aves	13773	124	19
Aves acuáticas	10007	59	10
Aves acuáticas con uso directo	9249	51	9

De las 51 especies de aves ligadas a medios acuáticos de 9 órdenes distintos que utilizaron los vaciaderos, 27 (45.1%) pertenecían al orden caradriformes, que engloba, entre otros, a las limícolas, láridos (gaviotas) y estérnidos (charranes y similares). Los anseriformes (anátidas), pelecaniformes (ardeidas, morito) y passeriformes, fueron los siguientes órdenes en importancia con un 35.3% de las especies en conjunto. En el Anexo I se puede consultar un listado completo de todas las especies de aves acuáticas censadas en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, su abundancia absoluta y relativa, global y por sectores.



Fotografía 9. Hembra adulta de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) acompañando a un pollo en avanzado estado de desarrollo a finales de julio de 2020 (izquierda). Fue la especie más abundante en la comunidad de aves acuáticas de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo de seguimiento 2019-20. Congregación de chorlitejos grandes (*Charadrius hiaticula*) en paso primaveral en Horcada2 a principios de mayo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

La especie más abundante, con diferencia, en los vaciaderos durante el periodo de seguimiento fue la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), con casi la mitad del total de aves acuáticas observadas (46.7%) (Anexo I). Aunque su presencia fue regular y relativamente abundante en todos los sectores inundados a lo largo de todo el periodo, la presencia de bandos unos pocos bandos de entre 162 y 980 ejemplares durante noviembre y diciembre en el sector Horcada1 supuso el 38.8% de la abundancia registrada para todos los vaciaderos (ver apartado específico). En orden decreciente de importancia, otras especies con al menos un 5% de abundancia relativa total fueron: avoceta común (*Recurvirostra avosetta*,

9.9%), chorlitejo grande (*Charadrius hiaticula*, 5.7%), focha común (*Fulica atra*, 5.3%) y ánade azulón (*Anas platyrhynchos*, 5.1%) (Anexo I). En el caso del chorlitejo grande, el 85.7% de los ejemplares fueron censados en Horcada2 durante una sola jornada (03/05/2020), coincidiendo con la entrada temporal de grandes bandos en paso prenupcial. El resto de las especies citadas, tuvo una distribución de la abundancia más homogénea y continua en los recintos con agua.

Hay que destacar la presencia de al menos cinco especies listadas con algún grado de amenaza en los catálogos nacional y andaluz de especies amenazadas. Una de ellas, el porrón pardo (*Aythya nyroca*), catalogada en peligro (EN), tuvo una presencia relativamente escasa pero regular en el recinto de Butano2 donde incluso se reprodujo con éxito (ver apartado específico). El resto de especies (i.e. águila pescadora *Pandion haliaetus*, cerceta pardilla *Marmaronetta angustirostris*, focha moruna *Fulica cristata* y garcilla cangrejera *Ardeola ralloides*) aparecieron de forma ocasional con observaciones puntuales (ver detalles en apartado 3.5; Tabla 7).

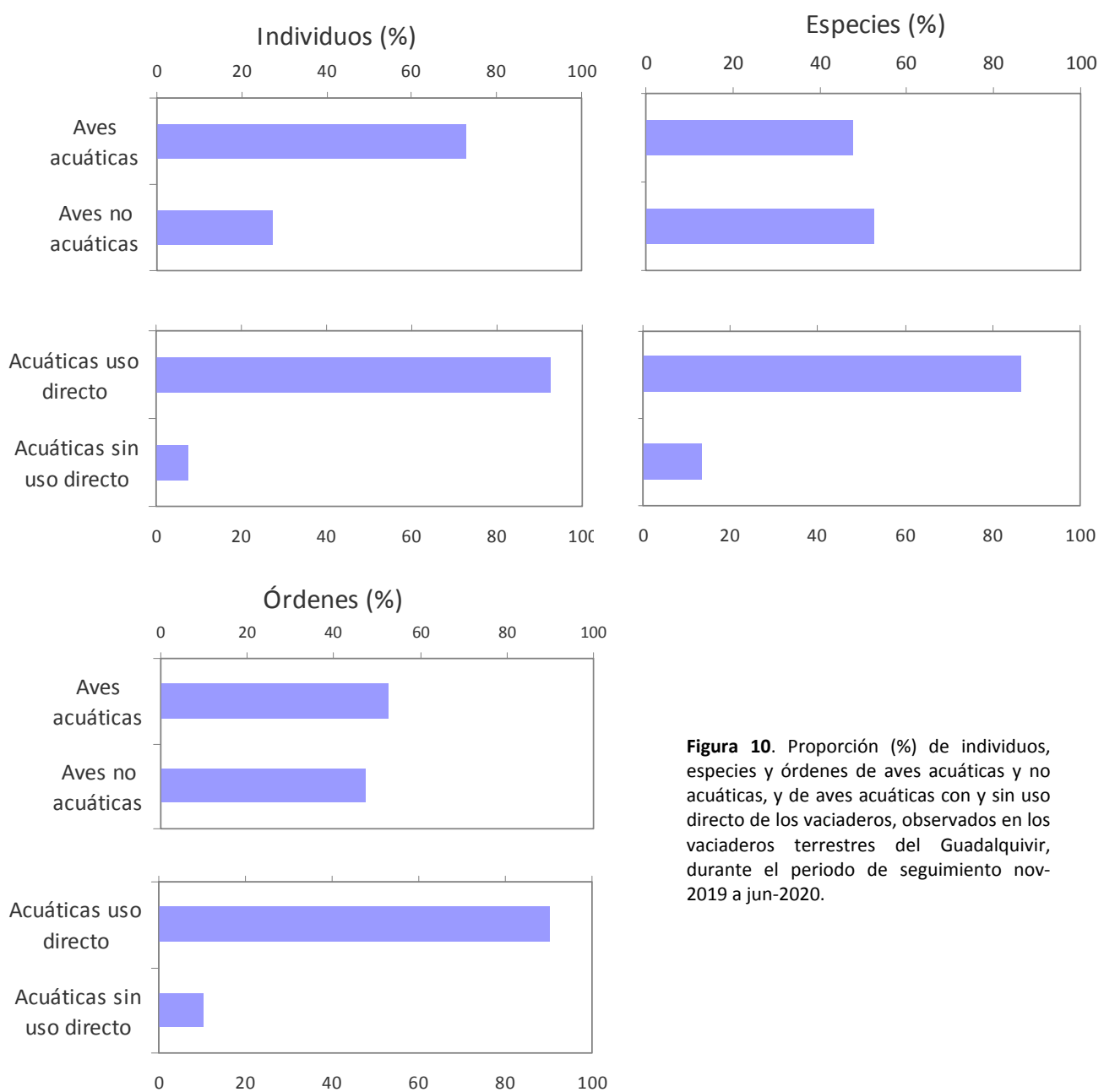


Figura 10. Proporción (%) de individuos, especies y órdenes de aves acuáticas y no acuáticas, y de aves acuáticas con y sin uso directo de los vaciaderos, observados en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento nov-2019 a jun-2020.

En los sectores inundados con vertidos, con o sin actuaciones ambientales específicas (i.e. Butano2, Butano3S y Horcada1) la comunidad de aves acuáticas fue mucho más abundante, diversa y homogénea que en aquellos sectores no inundados, dependientes de las precipitaciones y que permanecieron básicamente secos (i.e. Butano1, Horcada2, Yeso1 y 2) (Fig. 11).

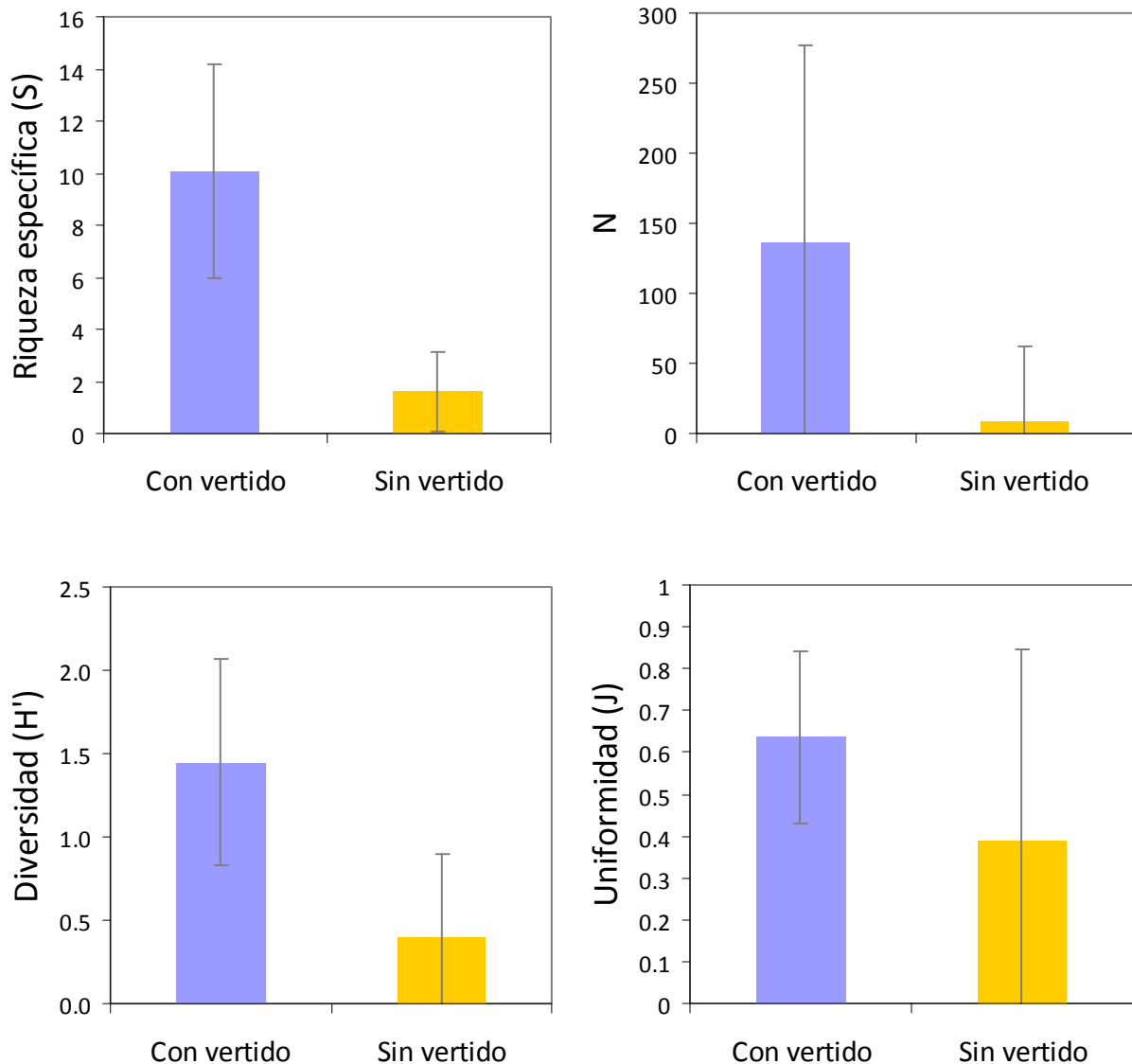


Figura 11. Valores medios \pm SD por censo de la riqueza específica (S, arriba izquierda), número de individuos (N, arriba derecha), diversidad (índice H, abajo izquierda) y uniformidad (índice J, abajo derecha), de la comunidad de aves acuáticas que utilizan los vaciaderos, para los sectores agrupados con y sin vertido de dragado.

Concretamente, la abundancia media por censo en los sectores con agua fue 15 veces superior a la de sectores sin agua estable. No obstante la variabilidad en los censos fue importante en ambos casos, con coeficientes de variación entre la dispersión de los valores y sus medias de algo más del 100% para los sectores con agua y de seis veces más en los secos. Esta variabilidad se debió a la presencia de grandes bandos de limícolas en concentración post-nupcial e invernada, entre los meses de noviembre y enero, y en paso primaveral, en alguno de los vaciaderos (Fig. 12). El resto del año, la abundancia media fue moderada y mucho más estable.

El número medio de especies (riqueza) y la diversidad media fueron más de 6 y 3 veces superiores, respectivamente, en los sectores con vertido en relación a los secos (Fig. 11). En los sectores inundados la riqueza y diversidad disminuyó durante el inicio de la invernada y aumentó de forma notable durante el paso prenupcial y el periodo reproductor, con un pico máximo en abril (Fig. 12). En los sectores sin agua, se observó un patrón similar, con aumento durante el periodo reproductor desde valores mínimos en la invernada, pero con niveles mucho menores y una gran variabilidad. La distribución de la abundancia en los censos fue más homogénea (mayor uniformidad) en los sectores inundados y durante el periodo de paso primaveral y reproducción, que durante el paso otoñal e invernada. No obstante, el grado de uniformidad fue muy variable durante el otoño e invierno en los sectores con agua debido a la presencia de grandes bandos monoespecíficos durante el paso otoñal, y a lo largo de todo el ciclo en los sectores secos, como resultado de una abundancia baja y muy variable.

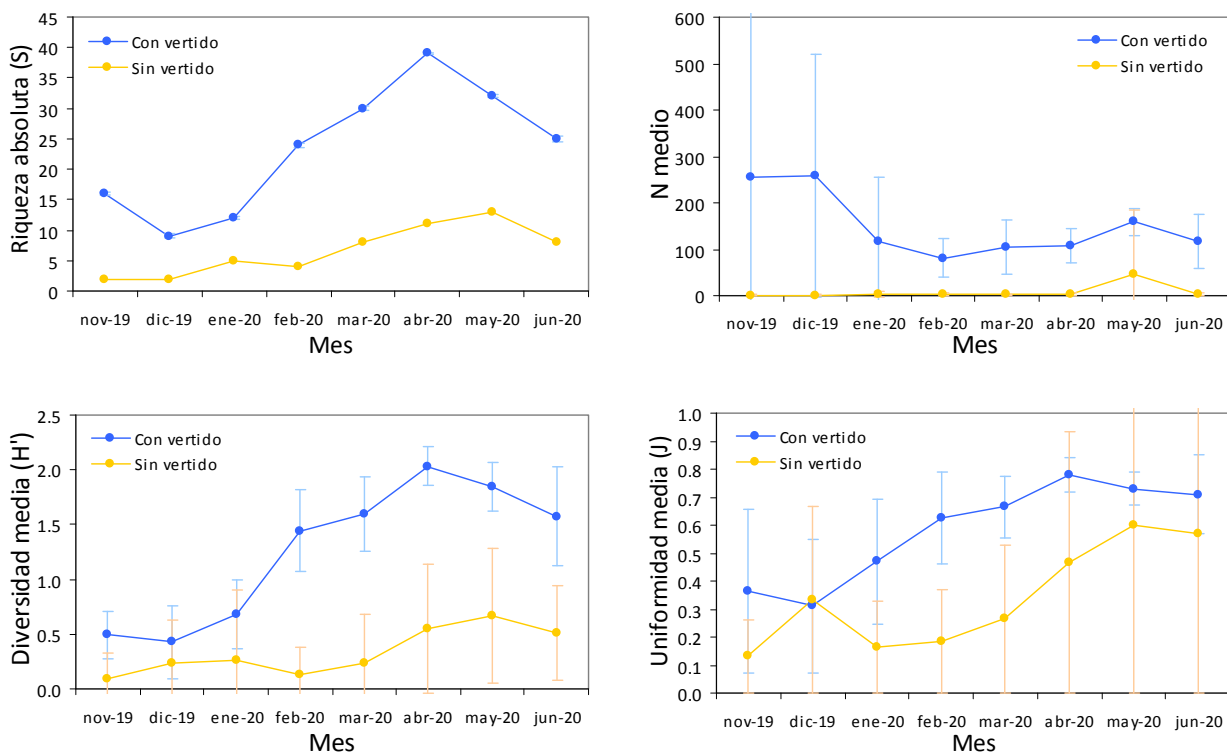


Figura 12. Evolución temporal de la riqueza específica absoluta (S , arriba izquierda) combinando censos, el número medio \pm SD de individuos (arriba derecha), diversidad media (índice H' , abajo izquierda) y uniformidad media (índice J , abajo derecha) por censo y mes de la comunidad de aves acuáticas en los sectores con y sin vertido de dragado de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

4.3.2. Comunidad por sectores

Como se ha comentado previamente, los sectores de **Butano2**, **Butano3S** y **Horcada1**, que se inundaron total o parcialmente con los vertidos de los dragados y que mantuvieron una lámina de agua suficientemente estable, mostraron los mayores niveles de uso por parte de la comunidad de aves acuáticas entre todos los recintos de los vaciaderos terrestres. El número total de especies observado a lo largo del periodo de seguimiento fue de 31, 30 y 36 pertenecientes a ocho órdenes, respectivamente. Los niveles medios por censo de riqueza específica y diversidad fueron similares entre ellos y claramente superiores a los sectores sin vertido (Fig. 13). La abundancia media fue también parecida, aunque la variabilidad registrada en Horcada1 fue muy superior a la de los otros dos sectores. Esta diferencia se debió a la concentración de grandes bandos de cigüeñuela común de entre 162 y 980 individuos en los meses de noviembre y diciembre, que aumentaron significativamente el rango de las abundancias medias mensuales por censo.

La variación de la riqueza, abundancia y diversidad medias a lo largo del periodo de seguimiento fue muy similares en los tres sectores, a excepción de la ya comentada mayor abundancia y variabilidad otoñal en Horcada1 (Fig. 14). El número de especies observado y la diversidad fueron menores durante el otoño y el comienzo de la invernada, aumentando de forma sincronizada en los tres sectores durante el mes de febrero, hasta alcanzar máximos en primavera e inicio del verano, durante la época reproductora. El aumento de la diversidad con abundancias medias no mucho mayores se tradujo igualmente en comunidades más equilibradas durante la primavera y comienzo del verano.

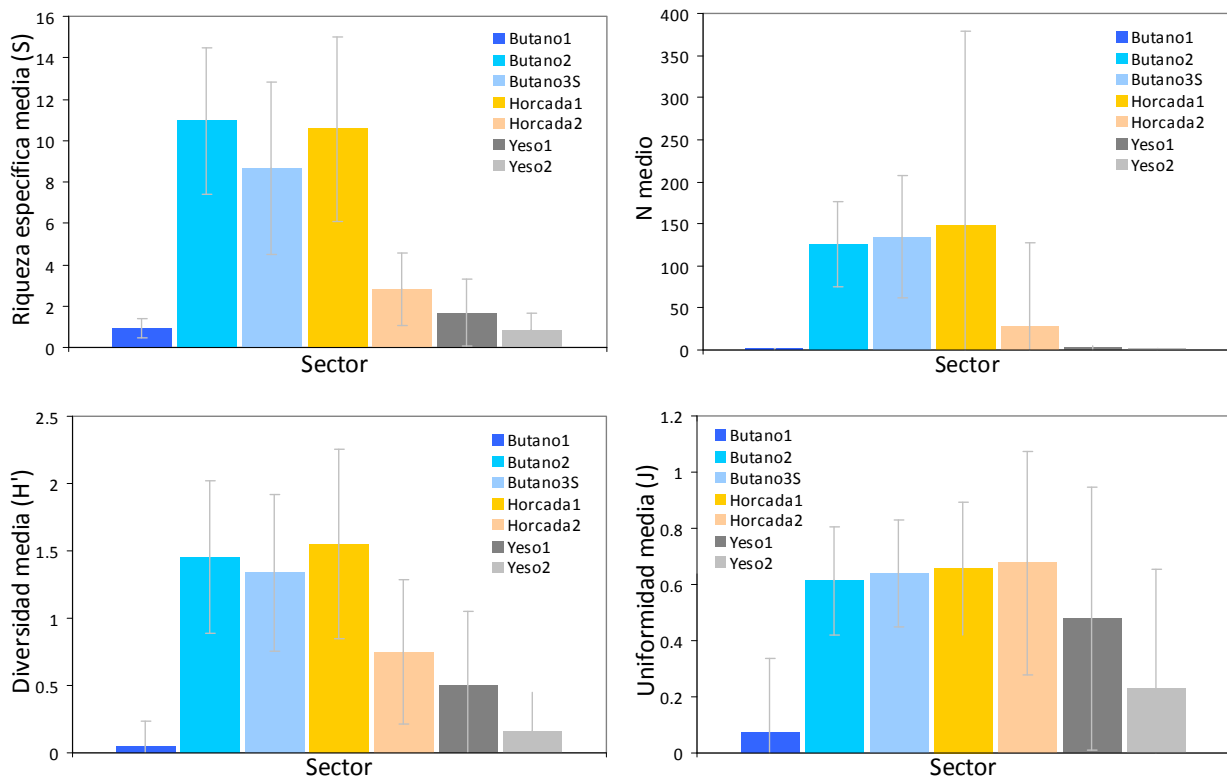


Figura 13. Valores medios \pm SD por censo de riqueza específica (S, arriba izquierda), número de individuos (N, arriba derecha), diversidad (índice H', abajo izquierda) y uniformidad (índice J, abajo derecha), de la comunidad de aves acuáticas que utilizan los vaciaderos, para cada uno de los siete sectores.

El pico de riqueza y diversidad medias fue muy parecido y sincronizado (i.e. abril) en Butano2 y Butano3S, algo no extraño siendo sectores vecinos en un entorno común y con probable intercambio de aves (Fig. 14). En la Horcada1 el pico de riqueza media fue superior y más tardío (i.e. mayo), mientras que el de diversidad fue ligeramente superior pero similar en tiempo.

En los tres sectores se observó una tendencia hacia una menor riqueza y diversidad medias a partir del verano, probablemente relacionado con el secado progresivo de las láminas de agua y, sobre todo, con el final del periodo reproductor para la mayoría de las aves, que pueden abandonar las zonas de cría una vez desarrollados los pollos. En este sentido, la disminución de riqueza y, particularmente, de abundancia media, fue menor (o nula) en **Butano2** que en los otros dos sectores (Fig. 14). Es probable que estuviese relacionado con unas condiciones más favorables para la reproducción, en parte gracias a las actuaciones desarrolladas, como un hidropereodo prolongado, mayor diversidad de profundidades e islas seguras para reproducción, que favorecieron una mayor presencia de especies nidificantes y pollos en fases tardías. En **Butano3S** la reducción de la riqueza y diversidad fue aun mayor desde finales de la primavera, observándose además una disminución estival de la abundancia en relación al recinto vecino de Butano2 (Fig. 14). Esta dinámica se debió probablemente a un menor hidropereodo consecuencia de las características particulares de llenado y gestión del agua del recinto. Este sector fue utilizado como zona de

vertido de último recurso del excedente procedente de Butano2, y en él no se llevaron a cabo actuaciones. El volumen y profundidad de la lámina de agua (máximo probable < 1.5 m) fue inferior al de Butano2, lo que unido a las filtraciones a través de la caja de agua, provocó la reducción rápida de la superficie y profundidad del agua, apenas mitigado por las precipitaciones primaverales. A principios de junio la lámina de agua representaba un 49.1% del máximo alcanzado al final del invierno, y a finales de junio gran parte del recinto se encontraba ya seco, con láminas residuales y fragmentadas de extensión variable. Una menor disponibilidad de superficies de alimentación y descanso provocaría una menor presencia de aves.

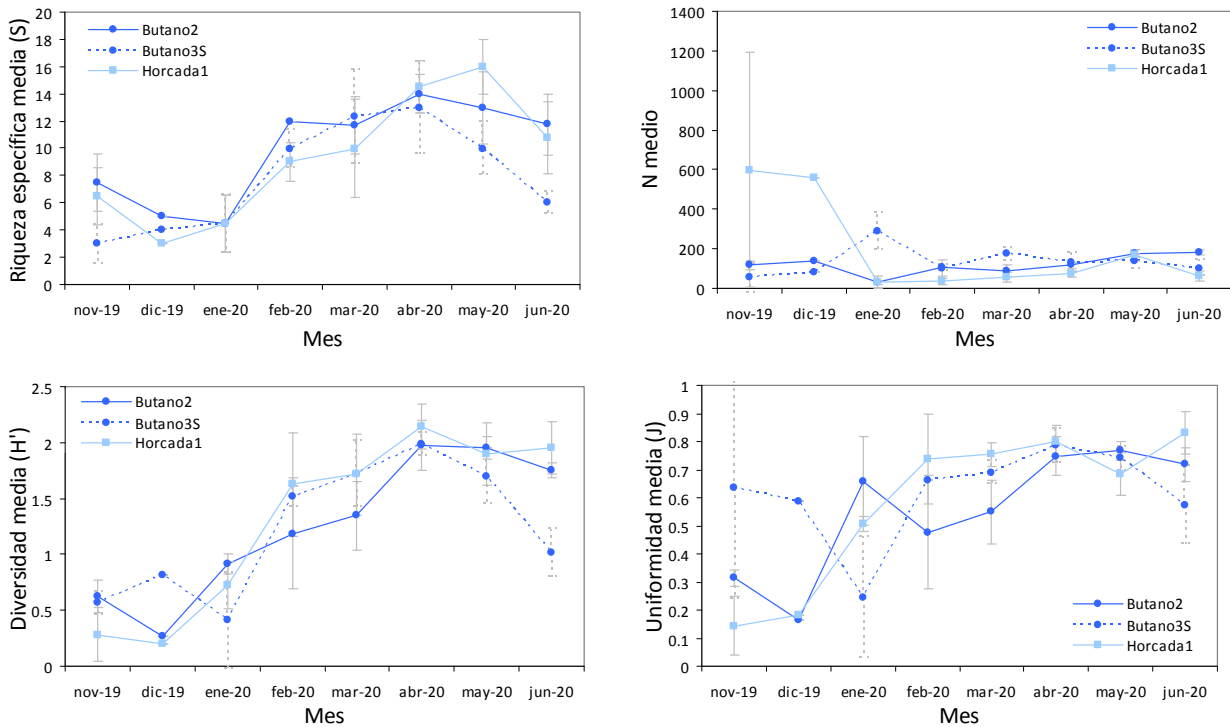


Figura 14. Evolución temporal de la riqueza específica media \pm SD (S, arriba izquierda), número medio de individuos (arriba derecha), diversidad media (índice H, abajo izquierda) y uniformidad media (índice J, abajo derecha) por censo y mes, de la comunidad de aves acuáticas en los sectores con vertido de dragado (i.e. Butano2, Butano3S y Horcada1) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20

Entre los sectores sin vertido destacó la **Horcada2**, donde se observaron 16 especies de aves acuáticas de 4 órdenes diferentes. Estos valores, aunque claramente inferiores a los registrados en los sectores con vertido y agua estable, duplicaron como mínimo los registrados en otros sectores sin vertido (Fig. 13). Esta diferencia se debe a que, como ya se ha comentado, este sector retuvo pequeñas láminas de aguas someras y variables entre otoño y primavera en su subsector norte, que sirvieron de zona de alimentación de unas pocas limícolas y passeriformes (e.g. cigüeñuela común, avoceta común, chorlitejos, andarríos, lavanderas). Además, la ubicación colindante de este sector con el Guadalquivir, favoreció la entrada ocasional de aves que siguen la orilla del río. Un ejemplo fue el registro de 453 chorlitejos grandes concentrados durante el paso primaveral en el subsector norte el día 03/05/2020, que supusieron el 85.7% de la abundancia total de la especie en el conjunto de los vaciaderos. En todo caso, las abundancias medias registradas fueron muy bajas y variables a lo largo del seguimiento (Fig. 14). La diversidad media mostró un primer pico invernal en el mes de enero y un segundo pico ligeramente superior en el paso primaveral en abril, gracias a pequeño aumento en el número de especies y de las abundancias.

En los **sectores 1 y 2 del vaciadero del Yeso**, se registraron 9 y 7 especies de aves acuáticas de 4 y 2 órdenes, respectivamente. En general, ambos sectores permanecieron prácticamente secos durante todo el seguimiento, excepto algunos charcos pequeños y temporales de origen variable, como ya se ha descrito. La presencia de aves acuáticas fue esporádica, temporal y de unos pocos individuos, relacionada con la

presencia de estos puntos de agua, principalmente durante la invernada y los pasos. Las únicas excepciones fueron la presencia estable durante el periodo reproductor de lavandera boyera (*Motacilla flava*; jóvenes incluidos) y carricero común (*Acrocephalus scirpaceus*) en los carrizos con tarajes de Yeso1, y la observación durante la primavera en Yeso1 de hasta dos ejemplares de chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) con reclamo y exhibición de alarma habitual en individuos reproductores.



Fotografía 10. Aves exóticas no acuáticas habituales en los censos de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo de seguimiento de la campaña a 2019-20: cotorra de Kramer (*Psittacula krameri*) hembra alimentándose de las semillas de cardo mariano en Butano2 a mediados de abril (arriba izquierda); tejedor cabecinegro (*Ploceus melanocephalus*) hembra en un taraje de Horcada1 a mediados de abril (arriba derecha); y grupo de estrildas comunes (*Estrilda astrild*) entre Butano2 y 3N a principios de junio de 2020 (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Finalmente, el sector de **Butano1** tuvo una presencia testimonial de aves acuáticas con sólo dos especies de passeriformes: cetia ruiseñor (*Cettia cetti*), como reproductor probable y estable en el bosque de ribera al norte del recinto, y un único registro de carricero común. Este recinto, parcialmente colmatado por los sedimentos mixtos del último vertido (2017-18) y cubierto de vegetación pionera, no retuvo el agua de precipitaciones, por lo que la ausencia de puntos de agua fue total.

4.3.3. Comunidad de nidificantes global y por sectores

En conjunto se registraron 10 especies de aves acuáticas no passeriformes que nidificaron en alguno de los sectores de los vaciaderos terrestres, incluyendo cuatro anátidas (ánade azulón *Anas platyrhynchos*, pato colorado *Netta rufina*, porrón europeo *Aythya ferina*, porrón pardo *Aythya nyroca*), tres limícolas (cigüeñuela común *Himantopus himantopus*, avoceta común *Recurvirostra avosetta*, chorlitejo chico *Charadrius dubius*), dos gruiformes (focha común *Fulica atra*, gallineta común *Gallinula chloropus*) y un podicipediforme (zampullín chico *Tachybaptus ruficollis*) (Tabla 5). A estas especies habría que sumar la muy probable reproducción de cuatro passeriformes ligados a medios húmedos presentes durante la época reproductora: lavandera boyera (*Motacilla flava*), carricero común (*Acrocephalus scirpaceus*), carricero tordal (*Acrocephalus arundinaceus*) y cetia ruiseñor (*Cettia cetti*), y la de una especie no acuática de interés, el abejaruco europeo (*Merops apiaster*). En las siguientes estadísticas y comparaciones se utilizan

únicamente las especies acuáticas reproductoras no paseriformes por su carácter más conspicuo y mayor detectabilidad de nidificación y productividad.

Tabla 5. Lista de especies de aves acuáticas no paseriformes registradas como reproductoras (R, incubación observada) y con éxito reproductor (E, pollos observados) por sectores, en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante la temporada reproductora 2020 (hasta jun-2020). S: segura; P: posible (indicios por fecha y comportamiento). But: Butano; Hor: Horcada; Yes: Yeso. N total (S): número total de especies por sector con reproducción y éxito seguros.

Nombre común	Nombre científico	But1		But2		But3S		Hor1		Hor2		Yes1		Yes2	
		R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E
Ánade azulón	<i>Anas platyrhynchos</i>			S	S	S	S	S	S						
Avoceta común	<i>Recurvirostra avosetta</i>			S	S	S	S	S	S	*					
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>			P		S	S	S	S	S	S	P			
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>			S	S	S	S	P							
Focha común	<i>Fulica atra</i>			S	S			P							
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>			S	S	S	S	S	S						
Pato colorado	<i>Netta rufina</i>			S	S			S	S						
Porrón europeo	<i>Aythya ferina</i>			S	S										
Porrón pardo	<i>Aythya nyroca</i>			S	S										
Zampullín común	<i>Tachybaptus ruficollis</i>			S	S			S	S						
N Total (S)				9	9	5	5	6	6	1	1				

* Observado un grupo familiar de 2 adultos y un pollo procedentes probablemente de Horcada1. Sin indicios de reproducción nativa en Horcada2.

La reproducción se registró de forma generalizada sólo en los sectores Butano2, Butano3S y Horcada1, donde se realizó vertido y se mantuvo una lámina de agua suficiente durante la época reproductora. No obstante, también se confirmó la reproducción con éxito del chorlitejo chico (una especie menos dependiente del agua para la puesta) en Horcada2 y posible nidificación en Yeso1, ambos secos o con charcos marginales. Butano2 fue el sector con mayor riqueza de acuáticas reproductoras, con nueve especies confirmadas, seguido de la Horcada1 con seis y Butano3S con cinco especies, en todos los casos con éxito reproductor confirmado. Además, en base a los indicios no confirmados a fecha del presente informe, es probable la reproducción no confirmada del chorlitejo chico en Butano2, así como de la cigüeñuela común y la focha común en Horcada1.

Entre estas especies hay que destacar la reproducción con éxito en Butano2 de una pareja de porrón pardo, una anátida buceadora con reproducción muy escasa, localizada en el sur y el levante peninsular, que se encuentra catalogada en peligro de extinción. En el apartado dedicado a esta especie se proporcionan más detalles.

Se observaron diferencias importantes en la fenología reproductiva de la comunidad en conjunto entre los sectores con reproducción confirmada (Tabla 6). Butano2 fue el sector más temprano en el que se detectó la nidificación y éxito reproductor de especies acuáticas. Concretamente, un primer nido de cigüeñuela común a finales de marzo y la presencia a comienzos de abril de un grupo familiar de ánade azulón formado por una hembra con 10 pollos. Le siguieron Butano3S en abril y Horcada1 ya en el mes de mayo. Además, Butano2 fue también el sector con mayor duración del periodo de nidificación hasta el momento del presente informe, con puestas comprobadas aun a finales de junio (cigüeñuela común, focha común) y presencia de pollos pequeños con pocos días de edad de varias especies (cigüeñuela común, porrón europeo, pato colorado, focha común, zampullín común). Hasta el último censo del día 29/06/2020, el periodo mínimo de nidificación registrado fue de 96 días en Butano2, 79 en Butano3S y 57 en Horcada1. Estas diferencias están relacionadas probablemente con el hidroperiodo y la disponibilidad y diversidad de hábitats óptimos y estables de cría para múltiples especies.

Tabla 6. Fenología del periodo reproductor registrado en los sectores de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir con reproducción confirmada. Se muestran los periodos desde el primer registro de nidificación (nidos) y reproducción con éxito (pollos) hasta el último confirmados.

Sector	Parámetro	Primero	Último	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Butano2	Nidos	25/03/20	-				
	Pollos	03/04/20	-				
Butano3S	Nidos	11/04/20	17/05/20				
	Pollos	03/05/20	-				
Horcada1	Nidos	03/05/20	14/06/20				
	Pollos	01/06/20	-				
Horcada2	Nidos						
	Pollos	01/06/20	01/06/20				

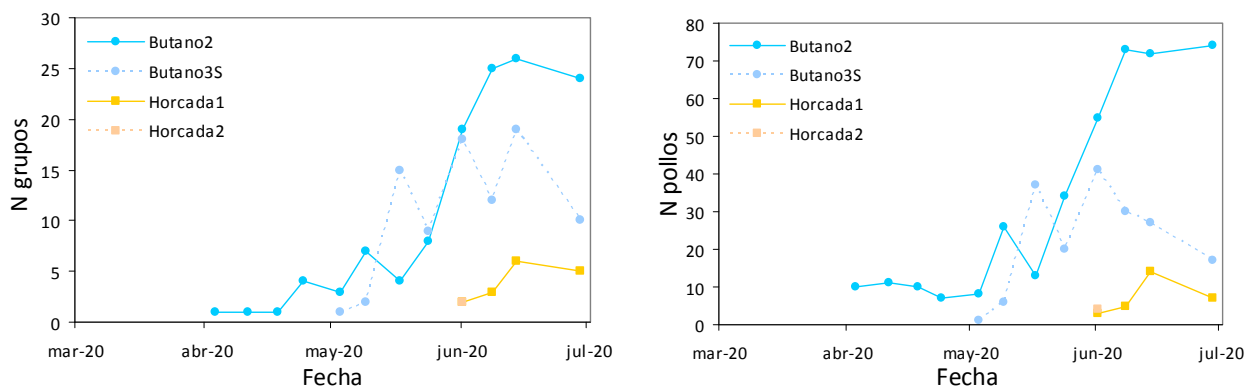


Figura 15. Variación temporal del número total de grupos familiares (izquierda) y de pollos (derecha) en los sectores con reproducción confirmada de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

La composición y abundancia de la comunidad de especies nidificantes, junto con la duración del periodo reproductor, parecieron influir en la abundancia de grupos familiares, la producción acumulada de pollos y la productividad total acumulada (ver definiciones en Material y métodos) (Fig. 15, 16). La producción total acumulada y la media (i.e. número medio de pollos de todas las especies por censo con pollos detectados) fueron superiores en Butano2, seguido de Butano3S y, a mayor distancia, Horcada1. La variabilidad de las medias entre censos fue importante debido al incremento progresivo de la abundancia hasta alcanzar los picos máximos a principios de verano. Butano2 mostró un mayor número acumulado de pollos que Butano3S, al combinar un pico máximo de producción más sostenido a lo largo de un periodo reproductivo más prolongado. Sin embargo Butano3S tuvo cifras de grupos familiares más parecidos a Butano2, tanto en términos acumulados como, sobre todo, medios, lo que resultó en una menor productividad acumulada en Butano3S respecto a Butano2 (2.08 vs 3.20 pollos/pareja). Podría deberse a diferencias en la composición de la comunidad nidificante, puesto que en Butano2 se reprodujeron con éxito varias parejas de diversas especies de anátidas con una elevada productividad acumulada (5.5.-8.1 pollos/pareja), mientras que en Butano3S dominaron cigüeñuelas y avocetas (95.3% de los grupos registrados vs 54% en Butano2) con una productividad acumulada inferior (1.99-2.31 pollos/pareja). Las diferencias ambientales entre ambos sectores también podrían influir sobre la productividad, pero es poco probable que sean importantes, puesto que, por ejemplo, la productividad acumulada de la cigüeñuela común en ambos sectores fue similar (2.18 pollos/pareja en Butano2 vs 1.99 pollos/pareja en Butano3S). Finalmente, no se puede descartar un efecto de sesgo de muestreo al asignar pollos a grupos familiares.

La diversidad y abundancia registradas de especies reproductoras, así como la duración del periodo reproductor parecen estar relacionadas con el mantenimiento del nivel del agua, la creación de zonas de nidificación estables y seguras (i.e. islas), y la mayor diversidad de hábitats y disponibilidad de recursos (e.g. aguas profundas y someras, vegetación sumergida y palustre).

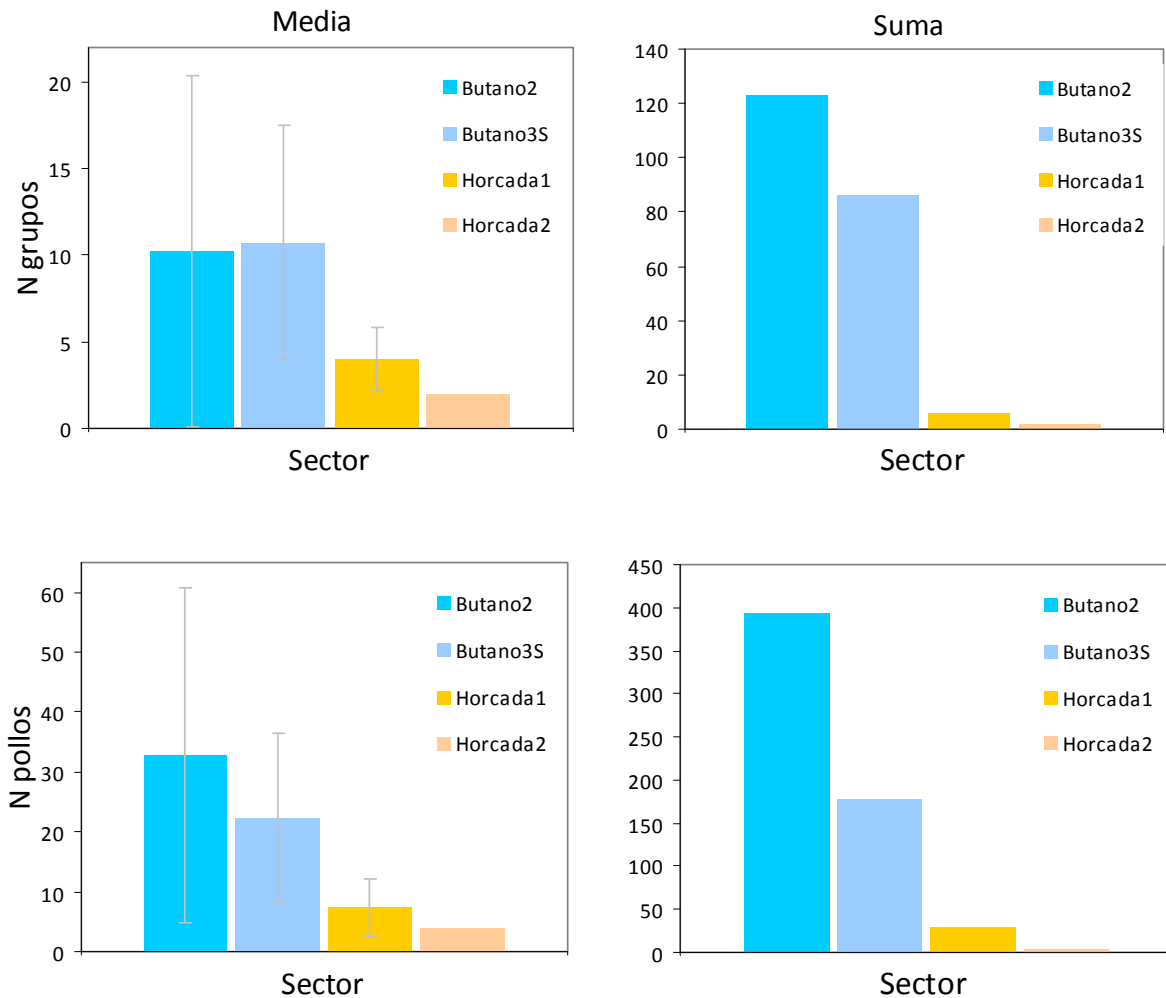


Figura 16. Número medio \pm SD de grupos familiares (arriba izquierda) y de pollos (abajo izquierda) por censo, y suma total de grupos familiares (arriba derecha) y de pollos (abajo derecha) en los sectores con reproducción confirmada de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

Butano2 fue el recinto con mejores condiciones para la nidificación de una rica comunidad de aves acuáticas gracias a la estabilidad de una lámina de agua relativamente grande, un hidropereodo prolongado, la diversidad de áreas de distinta profundidad, la existencia de islas seguras y estables, la abundancia de macrófitos sumergidos y la profusa cobertura vegetal en las orillas. La zona de impulsión en el lado noroeste de aguas someras y superficies emergidas y aisladas, fue de uso preferente para la alimentación y nidificación de limícolas (e.g. cigüeñuela común, avoceta común), alimentación de otras especies no reproductoras (e.g. morito común, flamenco común), y para el descanso de prácticamente todas las especies de acuáticas observadas, incluyendo anátidas, limícolas, canasteras, gaviotas, fochas y gallinetas. Las islas artificiales, rodeadas de aguas profundas, permitieron prolongar el periodo de nidificación y fueron clave para la reproducción de la cigüeñuela común, focha común y probablemente anátidas. Las zonas N-NE y O-NO de profundidad intermedia, presentaron el mayor desarrollo de macrófitos sumergidos y flotantes (i.e. algas filamentosas) esenciales para la alimentación de muchas de las especies presentes (e.g. anátidas, focha común, zampullín común) y como material de construcción de nidos (zampullín común). Es probable que la menor salinidad en los tramos de dragado asignados a Butano y la mayor presencia de nutrientes en el vertido y en los propios materiales del recinto, favoreciesen una mayor productividad de plancton y macrófitos en el agua y de vegetación anual y bianual en las orillas, tal como denota la dominancia de comunidades ruderales formadas por cardos (e.g. *Sylibum marianum*, *Carduus bourgeanus*) y acedera (*Rumex acetosella*), frente a comunidades halófilas con menor desarrollo en el resto de vaciaderos. No obstante, el rápido y profuso desarrollo de esta vegetación sobre la coronación y, sobre

todo, el perímetro de las islas artificiales, limitó su potencial como zona de reproducción de larolimícolas. Cabe destacar finalmente, la abundancia de taludes terrosos en el lado noroeste y norte, además de los dos taludes artificiales construidos, ocupados por el abejaruco común como especie no acuática de interés



Fotografía 11. Isla artificial de Butano2 con una profusa orla de vegetación anula/bianual espontánea a comienzos de mayo donde nidificaron varias especies de aves acuáticas (izquierda). Grupo de islas espontáneas en la zona de impulsión en el lado noroeste de Butano2 a principios de mayo, donde se instaló una colonia mixta de cigüeñuelas comunes y avocetas comunes (derecha) (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).

Butano3S ofreció condiciones adecuadas para la nidificación de limícolas sobre sustratos aislados, con poca cobertura vegetal, como las superficies emergidas y aisladas en el centro del subsector oeste, además de amplias superficies de aguas someras para la alimentación de limícolas, moritos, gaviotas reidoras y flamencos. En cambio no resultó atractivo para anátidas, fochas o zampullines, que precisan de láminas de agua más estables, zonas de mayor profundidad con abundante vegetación sumergida y orillas con mayor cobertura vegetal. Sin embargo, la disminución continua del nivel del agua y la conexión de las zonas emergidas con las orillas cercanas, adelantó el fin de la nidificación a mediados de mayo. En junio, quedaban láminas aisladas y menguantes de aguas muy someras, suficientes para el desarrollo de los pollos restantes y la alimentación puntual de otras especies visitantes (e.g. morito común, flamenco común).



Fotografía 12. Imagen aérea de Butano3S desde el sur, en la que se aprecia la zona seca y con extracción incipiente de sedimentos en el lado norte del subsector este (izquierda), y detalle de las islas espontáneas con tarajes en el subsector oeste, donde se estableció una colonia mixta de cigüeñuelas comunes y avocetas comunes (derecha), a comienzos de mayo de 2020 (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).

En **Horcada1**, la diversidad y abundancia de reproductores fue inferior al potencial del sector a pesar de las actuaciones llevadas. La principal razón fue el llenado insuficiente, muy por debajo de la cota máxima prevista en base a la cual se diseñaron los elementos para el descanso y nidificación de aves acuáticas. Como consecuencia, las cuatro islas artificiales creadas permanecieron como pirámides truncadas de taludes pronunciados con menor atractivo para su uso por aves acuáticas. Aun así, las orillas de las islas fueron utilizadas con asiduidad por anátidas (e.g. ánade azulón, pato colorado, porrón europeo), fochas y

algunas limícolas (e.g. avoceta común, cigüeñuela, andarríos chico y grande, chorlito chico) como zona de descanso y alimentación. Lo más destacable fue el uso de las superficies de coronación y taludes de las cuatro islas como lugar de nidificación por la avoceta común a pesar de la altura respecto al agua y la inclinación de los taludes. Esta especie selecciona sustratos aislados con poca cobertura vegetal, e incluso desnudos, con preferencia por humedales someros y salobres. Ninguna otra especie utilizó las islas como zona de reproducción. Se registró también la nidificación con éxito en el carrizal del lado sur de varias especies que instalan los nidos dentro o cerca de la cobertura vegetal de la orilla, como el ánade azulón, pato colorado o zampullín común.



Fotografía 13. Imagen aérea de Horcada1 desde el noreste, donde se pueden ver las islas artificiales y penínsulas construidas (izquierda), y Horcada2 desde el río Guadalquivir (derecha) a mediados de abril de 2020 (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).



Fotografía 14. Imagen aérea ortogonal de una de las islas medianas creadas en Horcada1 ocupada por una colonia nidificante de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) a finales de junio de 2020 (izquierda). Detalle ampliado donde se observan avocetas incubando sobre la superficie desnuda de coronación de la isla (derecha) (Autor: M. Barbero, EBD-CSIC).

4.4. Especies reproductoras

4.4.1. Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*)

Limícola cosmopolita ampliamente distribuida por zonas templadas y cálidas del centro y sur de Eurasia, África, Oceanía y América, excepto áreas desérticas y grandes extensiones de bosque tropical. Habita una gran variedad de zonas húmedas de aguas tranquilas, tanto dulces como salobres, interiores y costeras, de origen natural o artificial, siempre que cuenten con zonas someras para alimentarse y orillas o superficies emergidas con cierta cobertura vegetal para nidificar. En España es la limícola más abundante y constituye posiblemente la población más importante de Europa. Está presente en casi todas las regiones, con las principales zonas de reproducción en el Delta del Ebro y las Marismas del Guadalquivir. Básicamente estival,

aunque una pequeña parte de la población ibérica permanece en humedales del sur junto con invernantes norteños.



Fotografía 15. Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) adulta macho (izquierda) y hembra (derecha) en laguna restaurada cercana al vaciadero de los Yesos (Autor: R. Muriel - EBD-CSIC) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Es, con enorme diferencia, la especie de ave acuática más abundante en los vaciaderos terrestres, con casi la mitad (46.7%) de la abundancia total acumulada de toda la comunidad. Es también la más abundante en los sectores con vertido y lámina de agua más estable (41-57%), pero no así en los sectores secos (0-5%), excepto Yeso1 con 28% sobre una comunidad marginal de tan solo 25 individuos. Horcada1 fue el sector de mayor abundancia acumulada, con un 43.3% del total, seguido de Butano2 con un 30.6%, Butano3S con el 25.3%, y ya de forma testimonial Horcada2 y Yeso2 con el 0.6 y 0.2%, respectivamente (Fig. 17).

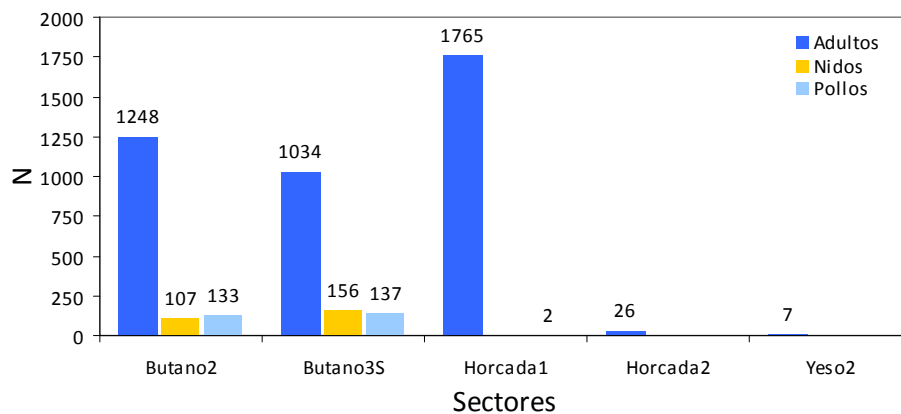


Figura 17. Número total acumulado de registros de adultos, nidos y pollos de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) en cada uno de los sectores con presencia de la especie i.e. Butano2, Butano3S, Horcada1, Horcada2 y Yeso2) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo del periodo de seguimiento 2019-20.

La cigüeñuela común estuvo presente de forma continua a lo largo de todo el periodo de seguimiento en el conjunto de los vaciaderos, pero la distribución temporal de la abundancia varió de forma notable entre sectores (Fig. 18). En la Horcada1, el sector con mayor abundancia acumulada, se comportó principalmente como una especie dispersante debido a la concentración de grandes bandos de 162-1000 ejemplares entre los meses de noviembre y diciembre (96% de la abundancia acumulada total). Desapareció por completo durante el invierno, para retornar de forma modesta a partir de la primavera y durante el resto del periodo reproductor con un máximo de 12 ejemplares. En cambio, en Butano3S no estuvo presente durante el paso otoñal, pero sí en invierno con concentraciones de hasta 263 ejemplares, que sumaron el 52.1% de la abundancia total en el sector. El número descendió hasta nuevos mínimos al inicio de la primavera para

repuntar y estabilizarse durante el periodo reproductor con conteos de 30-76 ejemplares adultos. La distribución en Butano2 fue relativamente más homogénea y continua durante todo el periodo, con picos en el paso otoñal e invernada de hasta 132 individuos, y una posterior disminución y estabilización a partir de la primavera, con una población de entre 35 y 64 ejemplares adultos en el periodo reproductor. Finalmente, en Horcada2 la presencia fue muy escasa y concentrada en la primavera, mientras que en Yeso2 fue accidental con sólo siete individuos en tres ocasiones.

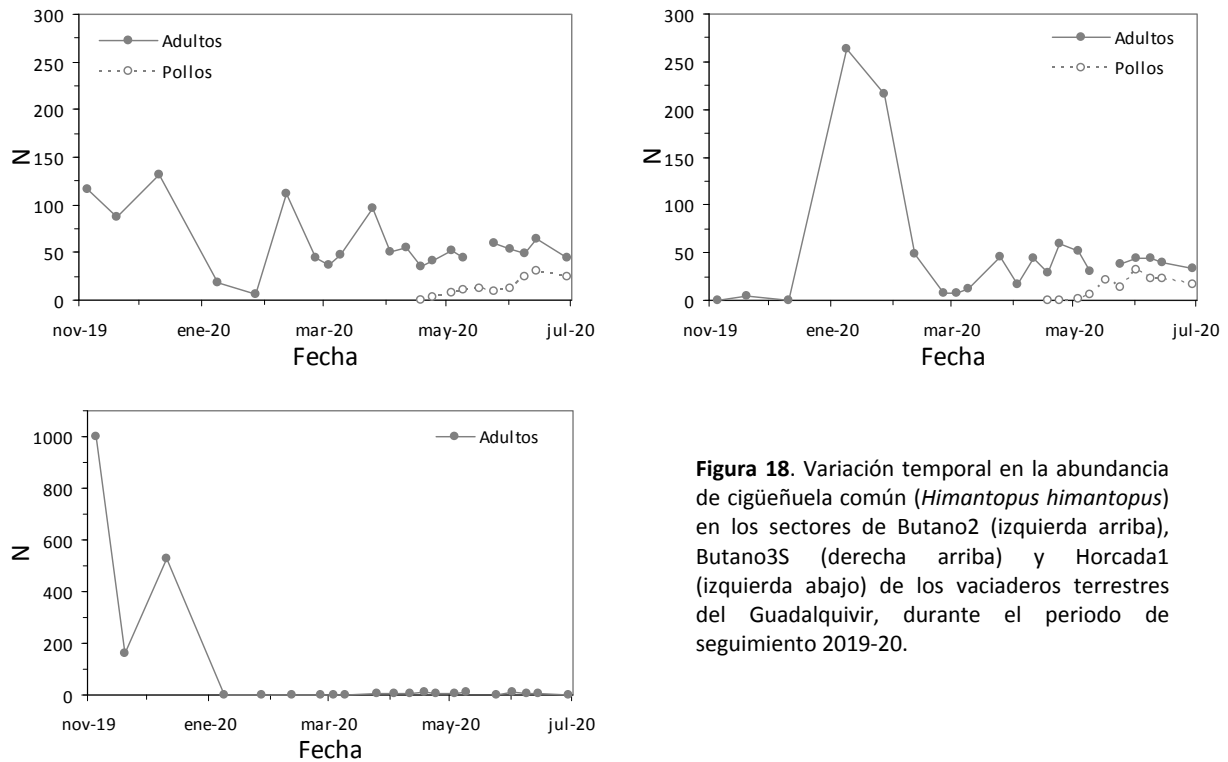


Figura 18. Variación temporal en la abundancia de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) en los sectores de Butano2 (izquierda arriba), Butano3S (derecha arriba) y Horcada1 (izquierda abajo) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

Fue la especie con mayor número de parejas reproductoras y mayor producción de pollos en los vaciaderos terrestres, con un 43.7% de la abundancia acumulada de pollos registrados de todas las especies con éxito confirmado en la comunidad de aves acuáticas. Se registró la reproducción en tres de los cinco sectores con presencia, aunque sólo en Butano2, con el 68.6% de los nidos detectados y el 48.9% de los pollos, y Butano3S, con el 31.4% y 50.4% respectivamente, tuvieron una producción relevante (valores sobre totales acumulados). En Horcada1 únicamente se registraron dos pollos y ningún nido activo. La especie seleccionó como zona preferente de nidificación las cuatro islas artificiales construidas expresamente para el refugio y cría de aves acuáticas en Butano2, y superficies emergidas de forma espontánea y rodeadas de agua en la zona noroeste de impulsión en Butano2 y en la zona oeste de Butano3S (Fig. 19). Sólo se registró un nido fuera de estas zonas, muy próximo a la orilla sur en Butano2, bajo uno de los taludes artificiales para abejaruco europeo. En estos lugares formaron colonias mixtas con avoceta común y probablemente otras especies como focha común, gallineta, anátidas o chorlito chico. Es interesante destacar que las zonas utilizadas por los grupos familiares una vez nacidos los pollos, no fueron necesariamente las mismas zonas de nidificación, sino que seleccionaron aguas someras adecuadas para la alimentación. Es el caso de Butano2, las islas artificiales fueron idóneas para la reproducción segura, pero no como área de alimentación, al estar en aguas profundas y tener orillas de mayor pendiente. En cambio, la zona de islas emergidas al NO sí cumplió el doble papel de zona de nidificación y alimentación. En Butano3S, la zona de reproducción, aunque estaba rodeada de aguas someras, era relativamente pequeña en relación a la superficie de aguas poco profundas y zonas encharcadas en el resto del sector.



Fotografía 16. Cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) hembra incubando (arriba izquierda) en nido con cuatro huevos (arriba derecha) en el sector de Butano2 a mediados de mayo de 2020. Pollo de cigüeñuela común emplumado (abajo izquierda) en Butano2 a finales de junio de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Por otro lado, la duración del periodo de nidificación fue distinta entre las tres zonas de cría (Fig. 19). Los primeros nidos con incubación se observaron entre finales de marzo y principios de abril en las tres zonas. Las islas emergidas en Butano2 y Butano3S alcanzaron un pico máximo a principios de mayo, perdiendo importancia a partir de entonces hasta dejar de ser utilizadas a comienzo de junio. Sin embargo, las islas artificiales de Butano2 mantuvieron un pico máximo más prolongado, desde mediados de abril hasta mediados de junio, cuando la nidificación declinó. Precisamente la reducción progresiva del nivel del agua y el entorno somero de las islas espontáneas, favoreció su conexión temprana con las orillas próximas, lo que causó la pérdida de atractivo como zona segura que las islas artificiales sí conservaron al estar en zona profunda.

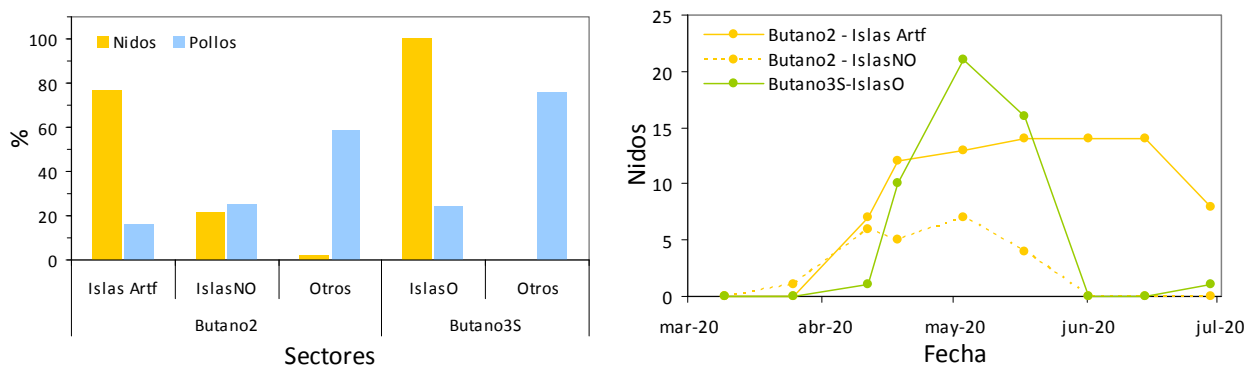


Figura 19. Porcentaje de nidos y pollos de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) en las colonias de cría y resto de zonas (otros) dentro de los sectores de Butano2 y Butano3S (izquierda), y variación temporal del número de nidos de cigüeñuela común en las tres colonias de cría dentro de los sectores de Butano2 y Butano3S (derecha), de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo de la temporada de reproducción 2020.

Por último, en Butano2 se realizó la única lectura de un ave anillada en el conjunto de los vaciaderos. Se trataba de un macho de cigüeñuela común con anilla PVC B[WP3] en tarso izquierdo (metal en derecho) que incubaba junto a su pareja en un nido en una de las islas artificiales de Butano2 el día 29/06/2020. Fue anillado en su segundo año de vida en la Cañada de los Pájaros a 13 km de distancia.

4.4.2. Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*)

Limícola abundante que se distribuye de forma fragmentada por zonas templadas y tropicales de Europa, centro y suroeste de Asia, y este y sur de África. Tiene predilección por humedales salobres y salinos de marismas, estuarios, zonas costeras y lagunas endorreicas, con amplias zonas someras y fangosas donde alimentarse y superficies seguras con escasa cobertura vegetal para nidificar. En la Península Ibérica se comporta como estival con dispersión y concentraciones post-reproductoras, además de recibir invernantes del resto de Europa. La población reproductora española es relativamente importante y se localiza principalmente en el suroeste (Marismas de Doñana, Bahía de Cádiz, Odiel), pero también en el levante y grandes lagunas salobres interiores.

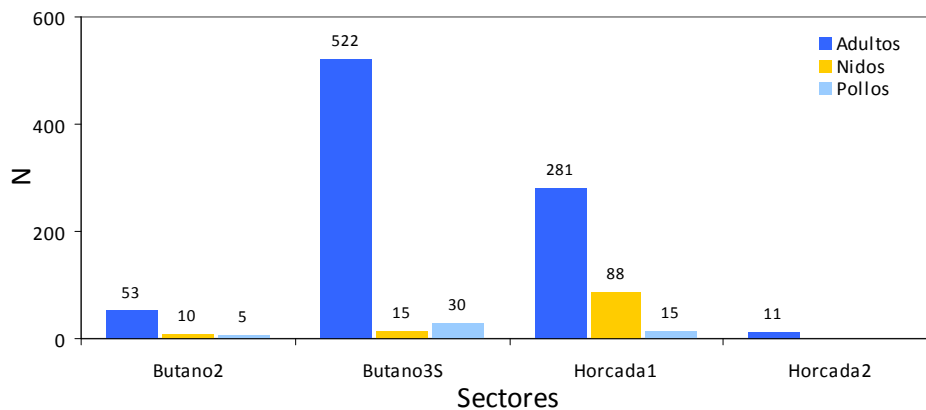


Figura 20. Número total acumulado de registros de adultos, nidos y pollos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en cada uno de los sectores con presencia de la especie i.e. Butano2, Butano3S, Horcada1 y Horcada2) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo del periodo de seguimiento 2019-20.



Fotografía 17. Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) adulta en laguna restaurada cerca de los Yesos (izquierda) y en Butano3S (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Fue la segunda especie en importancia en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir con un 9.9% de la abundancia acumulada total de la comunidad de aves acuáticas. Butano3S fue el sector con mayor presencia de la especie, con un 60.2% de la abundancia acumulada, seguido de Horcada1 con un 32.4%, Butano2 con el 6.1% y Horcada2, ya de forma ocasional, con sólo un 1.3% (Fig. 20). La abundancia estuvo

probablemente ligada a la existencia de amplias superficies someras de alimentación y la situación del vaciadero en la cuenca del río, debido a la preferencia de la especie por aguas salobres propias del tramo bajo.

El uso y distribución temporal de la abundancia fue muy variable entre sectores. En Butano3S, se constató un importante flujo durante el otoño e inicio de la invernada con un pico máximo de 93 ejemplares, que decayó hasta mínimos durante el resto de la invernada, para aumentar de nuevo durante el paso primaveral hasta marcar un nuevo máximo (Fig. 21). La abundancia cayó de nuevo hasta estabilizarse durante la época reproductora entorno a 11-31 ejemplares, para terminar por abandonar el recinto durante el mes de junio. El patrón fue similar en Horcada1 y Butano2 y diferente del descrito en Butano3S. En ambos casos no se registró paso otoñal ni invernada apreciable. Los primeros registros tuvieron lugar en marzo en Butano2 y desde abril en Horcada1, con un pico máximo absoluto de 12 ejemplares a mitad de abril en Butano2, y más tardío de 72 individuos a finales de mayo en Horcada1. En Butano2, la presencia disminuyó y se estabilizó temporalmente con sólo 2-6 ejemplares adultos durante la época reproductora, mientras que en Horcada1 la abundancia se redujo progresivamente a lo largo del mes de junio desde el máximo. El mayor uso durante el paso y la invernada podría estar relacionado con la menor disponibilidad relativa de superficies de aguas someras con suficientes recursos tróficos en el entorno cercano (e.g. esteros, salinas y arrozales mucho más abundantes entorno a Horcada que en Butano), además de las características propias de cada recinto (diferencia entre Butano3S y 2). Las variaciones en la fenología reproductiva, podrían estar relacionadas con la disponibilidad de superficies de nidificación adecuadas (e.g. desarrollo más temprano y profuso de vegetación en zonas de cría en Butano), atracción heteroespecífica (e.g. presencia de colonias tempranas de cigüeñuela común) y la dinámica de zonas de cría cercana.

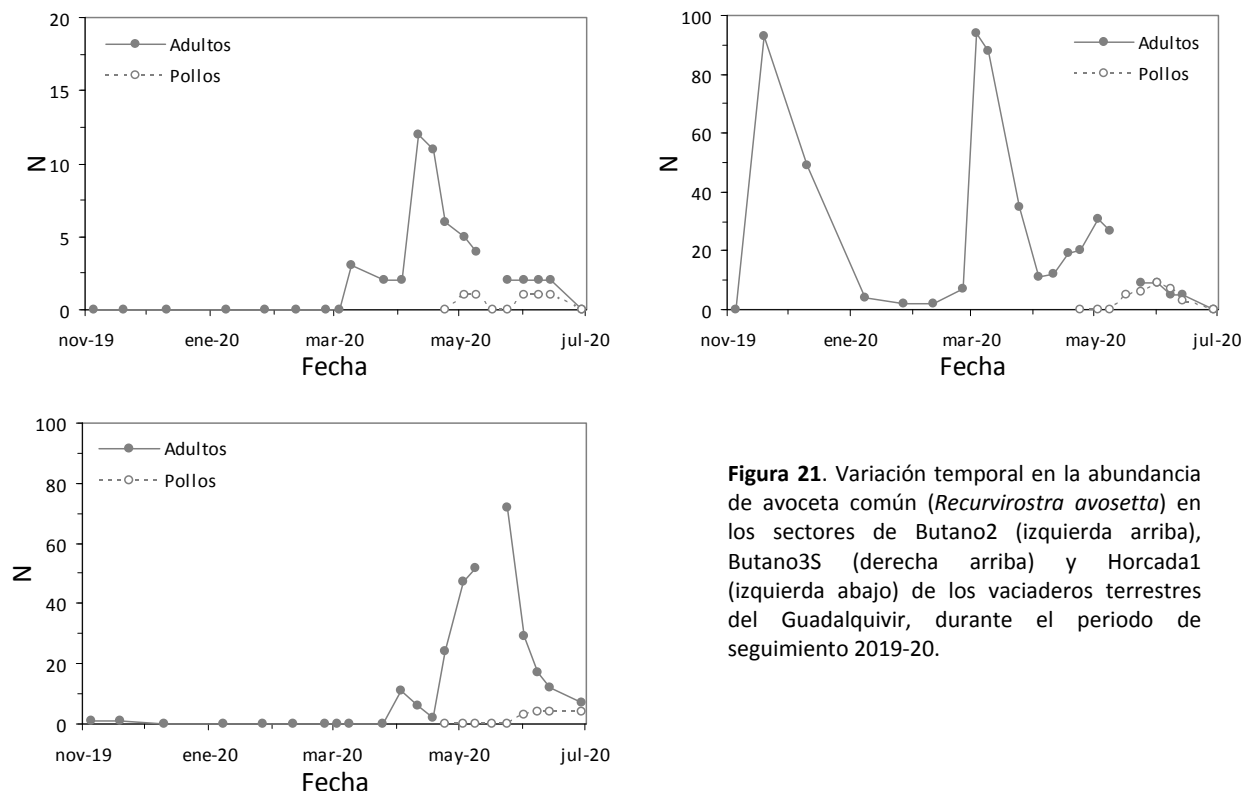


Figura 21. Variación temporal en la abundancia de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en los sectores de Butano2 (izquierda arriba), Butano3S (derecha arriba) y Horcada1 (izquierda abajo) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

La intensidad y dinámica de nidificación también varió entre recintos (Fig. 22). Horcada1 fue el sector con mayor número de nidos activos registrados, con un máximo de 36 a mediados de mayo, mientras que en Butano2 y Butano3S el máximo fue notablemente inferior y más temprano, con 5 y 7 nidos entre mediados de abril y principios de mayo, respectivamente. En todos los casos, la avoceta seleccionó superficies

emergidas aisladas con poca o nula cobertura vegetal, como las zonas emergidas en el lado NO de Butano2 y zona oeste de Butano3. Al contrario que con la cigüeñuela común, no se registró presencia ni nidificación en las islas artificiales de Butano2, probablemente debido a la profusa orla de vegetación ruderal crecida entono a la orilla de las islas. Por el contrario, las islas artificiales de Horcada1, carentes de vegetación, sustentaron la principal colonia de cría en el conjunto de los vaciaderos, incluso a pesar de la gran diferencia de cotas entre la lámina de agua y las superficies de coronación de las islas ($\geq 1.5\text{m}$), y la gran pendiente de los taludes emergidos, causado por el llenado insuficiente del sector. Cabe destacar la baja productividad observada y las diferencias entre sectores. En Horcada1, a pesar de ser el recinto con el mayor número de nidos activos, la productividad estimada a partir del número máximo de nidos y de pollos observado fue de tan sólo 0.11 pollos/nido, frente a 0.2 de Butano2 y 0.78 de Butano3S. En esta especie no es inusual un bajo éxito reproductor y productividad provocado por predación o molestias, pero no están claros los motivos en los vaciaderos, especialmente en Horcada1.

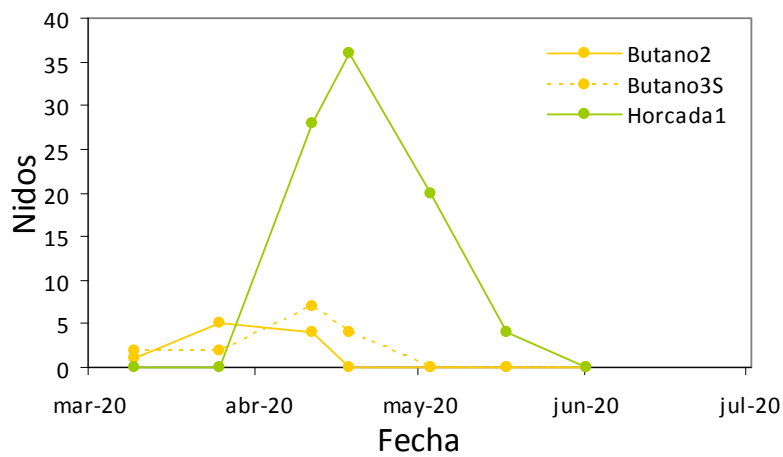


Figura 22. Variación temporal del número de nidos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en las tres colonias de cría de los sectores de Butano2, Butano3S y Horcada1, de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir a lo largo de la temporada de reproducción 2020.



Fotografía 18. Avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) incubando en colonia de islas espontáneas en Butano3S a finales de abril (izquierda) y adulto acompañando a pollos de pocos días de edad en laguna restaurada cerca de los Yesos (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Las dimensiones, posición y grado de aislamiento de las islas de nidificación parecieron tener un efecto importante sobre el número de nidos activos y el periodo de nidificación en la especie (Fig. 23, 24). Por ejemplo, en Horcada1 el número de nidos activos por isla fue directamente proporcional a las dimensiones de las islas, con un pico máximo de 16 parejas en cada una de las dos islas medianas y de 4-5 en las pequeñas. Además, la nidificación fue esporádica en la isla pequeña oeste (IPO), que sólo estuvo aislada de las orillas cercanas durante las lluvias primaverales. En ella sólo se detectaron cuatro posibles nidos activos

en un solo censo, con abandono posterior. En cambio, en las islas centrales sobre aguas más profundas el periodo se prolongó al menos durante 29 días (IME, IPC) y hasta 42 días en el caso de la isla mediana norte (IPM) más alejada de las orillas (Fig. 24). Utilizando la densidad de nidos totales en relación a la superficie de coronación para excluir el efecto del tamaño, se observó que la nidificación fue inferior en la isla pequeña IPO que en IPC, debido a su temprana conexión con la periferia, como ya se ha comentado. La densidad acumulada en IPC fue incluso mayor que la de IME, pero algo menor que la de IMN, probablemente debido a la mayor proximidad de IME a la orilla sur y la situación más aislada sobre aguas más profundas de IMN (Fig. 23).

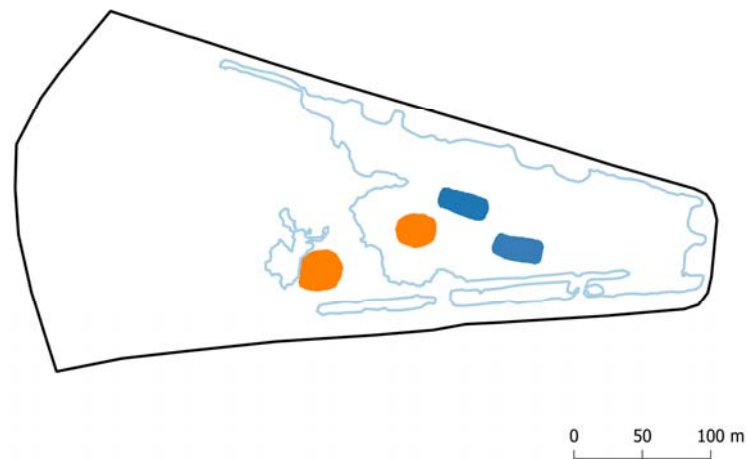


Figura 23. Esquema en planta de la disposición, forma y dimensiones de las islas artificiales medianas (en azul: IMN arriba, IME derecha) y pequeñas (en naranja: IPC en centro, IPO izquierda), y láminas de agua (línea azul claro) en el sector Horcada1 el 18/04/2020.

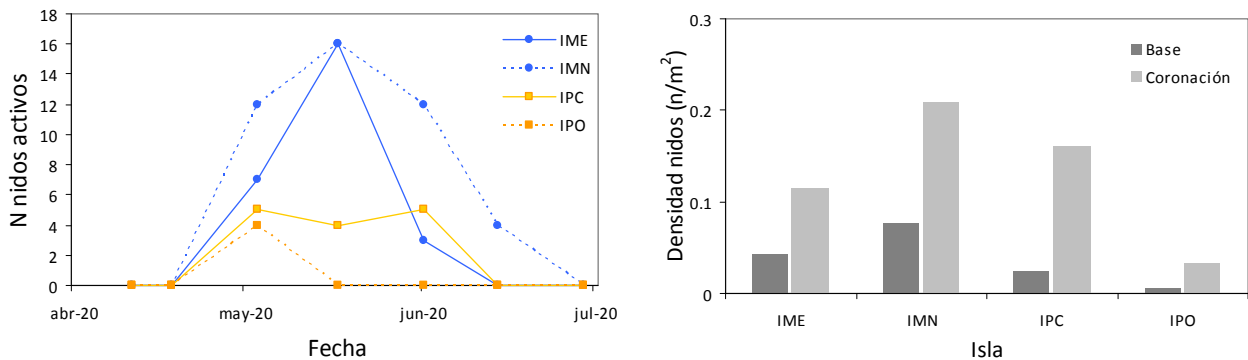


Figura 24. Izquierda: Evolución del número de nidos activos de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) en las cuatro islas (medianas: IME, IMN; pequeñas: IPC, IPO) del sector Horcada1 durante la temporada de reproducción 2020. Derecha: Densidad de nidos activos (n/m^2) por área base y de coronación en las islas de Horcada1 durante la temporada de reproducción 2020. La densidad se calcula con la suma de nidos observados en cada isla durante todo el seguimiento.



Fotografía 19. Colonia de cría de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) sobre las islas artificiales (izquierda), y detalle de nidos activos sobre la isla mediana norte (derecha) en el sector de Horcada1 a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.3. Porrón pardo (*Aythya nyroca*)

Es una anátida buceadora con poblaciones fragmentadas en zonas templadas y cálidas del sur y este de Europa y Asia, y norte de África. Habita preferentemente en lagunas de agua dulce, relativamente someras y con abundante vegetación acuática y flotante de la que se alimenta, así como vegetación emergente que utiliza para refugiarse y nidificar. En España es un reproductor muy escaso y disperso en humedales de Andalucía occidental, Levante y lagunas manchegas, e invernante escaso pero en crecimiento en humedales del sur, sobre todo del oeste de Andalucía. La población reproductora en Andalucía es muy reducida y variable, con entre cero y 10 parejas confirmadas en las provincias occidentales en los censos coordinados por la Junta de Andalucía desde 2004 (Fig. 25). En el último censo de 2018, se localizó un mínimo de siete parejas en cuatro humedales de Huelva y Sevilla. Está clasificada en peligro extinción (EN) en los catálogos de especies amenazadas, tanto a nivel nacional (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas RD 139/2011) como andaluz (Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas D 23/2012).

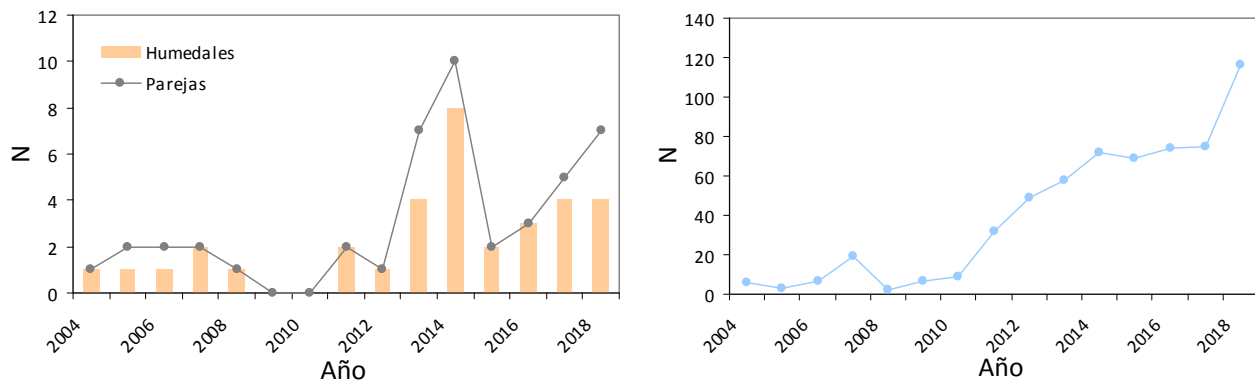


Figura 25. Evolución temporal del número de parejas reproductoras de porrón pardo (*Aythya nyroca*) y del número de humedales con reproducción confirmada en Andalucía (izquierda). Evolución temporal de la población invernante del porrón pardo en Andalucía (derecha) (Fuente: REDIAM, Junta de Andalucía).

La especie ha sido registrada de forma escasa pero regular sólo en el sector de Butano2, donde se pudo constatar la reproducción con éxito de una pareja. El primer registro se produjo el día 25/03/2020, cuando se observó una pareja entre las islas artificiales y el lado este. Desde entonces se registró la presencia de la especie en casi todos los censos realizados hasta el 29/06/2020, fecha de fin de seguimiento del presente informe (Fig. 26). La pareja se observó repetidamente junta hasta final de abril, cuando la hembra desapareció seguramente ocupada en la incubación en algún lugar de vegetación densa cerca de la orilla. El macho continuó siendo observado, incluso acompañado por un segundo ejemplar macho en dos ocasiones.

El día 24/05/2020 se registró por primera vez a la hembra con 10 pollos de pocos días, constatándose su presencia en los sucesivos censos, casi siempre en el entorno de las islas y el *finger*. A fecha de 29/06/2020 eran seis los jóvenes, ya prácticamente desarrollados, que acompañaban a la hembra, lo que supone una reducción del 40% de la pollada desde la eclosión. Esta especie no ha sido registrada en el resto de los sectores de Butano ni en ninguno de los otros vaciaderos, donde, exceptuando la Horcada1, las condiciones no son adecuadas.



Fotografía 20. Trío de porrón pardo (*Aythya nyroca*) constituido por una hembra y dos machos adultos observado en Butano2 a principios de mayo de 2020 (izquierda). Pareja de porrón pardo en la orilla de una de las islas artificiales de Butano2 a finales de marzo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

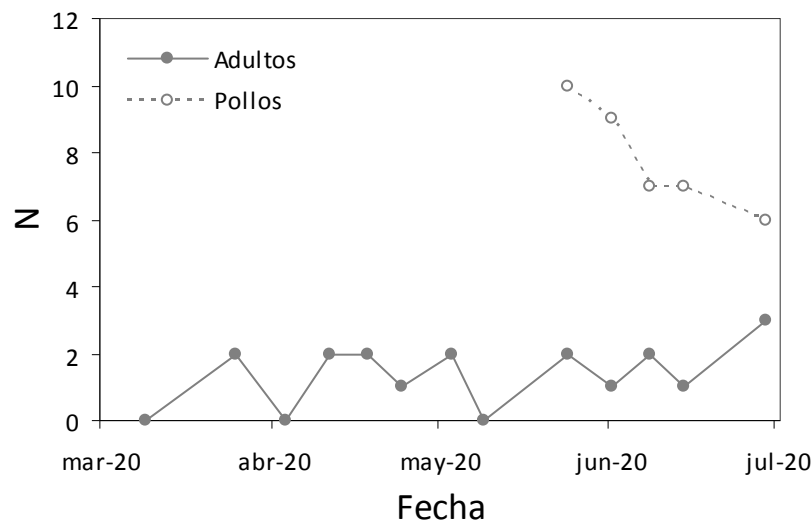


Figura 26. Variación temporal en la abundancia de porrón pardo (*Aythya nyroca*) en el sector de Butano2 de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante la temporada de reproducción de 2020.

La presencia regular de esta especie amenazada en los vaciaderos es un hecho relevante, pero la reproducción con éxito es todavía más destacable dada la exigua población reproductora en la región y en la Península Ibérica en general. La pareja reproductora en Butano2 representaría el 18.6% de la población reproductora media anual en Andalucía de los últimos 5 años (2014-18) y el 62.5% de los pollos observados en 2018 (N = 16), aunque no todos los años se confirma la reproducción con éxito en la región.



Fotografía 21. Grupo familiar de porrón pardo (*Aythya nyroca*) formado por la hembra adulta y diez pollos de unos días de edad nacidos a finales de mayo de 2020 en Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Aunque ninguno de los ejemplares avistados en Butano2 portaba marcas o anillas, no puede descartarse que alguno proceda del relativamente cercano (13 km) núcleo de la Cañada de los Pájaros donde se realiza cría en semi-cautividad con liberación posterior de diversas especies como el porrón europeo, la focha moruna o la cerceta pardilla.

4.4.4. Porrón europeo (*Aythya ferina*)

Se trata del pato buceador más extendido y abundante del Paleártico, desde la Península Ibérica hasta Siberia oriental. Ocupa una amplia variedad de humedales de aguas preferenteente dulces pero también salobres, tanto naturales como artificiales, con cierta profundidad y con abundante vegetación sumergida y emergente. En España se reproduce de forma abundante pero localizada en enclaves propicios, tanto costeros como interiores. La principal población reproductora se encuentra en las marismas del Guadalquivir con hasta 5000 parejas, pudiendo llegar a representar el 70% de la población española, aunque con gran variabilidad interanual según el nivel de inundación de la marisma. Como invernante es aún mucho más numeroso y extendido por humedales de menor entidad.



Fotografía 22. Grupo de porrones europeos (*Aythya ferina*) formado por tres machos y una hembra, descansando en aguas abiertas de Butano2 a principios de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En los vaciaderos del Guadalquivir, todas las observaciones se repartieron entre Butano2 y Horcada1, con el 57.7% y el 42.3% del total de ejemplares observados. Ambos recintos reúnen características mínimas para la especie, con una lámina continua de agua dulce o ligeramente salobre de suficiente extensión y profundidad, con abundantes macrófitos acuáticos, zonas de vegetación densa, sea palustre o cerca de la orilla, y lugares seguros de descanso (e.g. islas). A pesar de ser también un invernante común en la zona, en estos recintos sólo se observó durante primavera y verano, fuera del periodo de invernada. Podría deberse al incipiente desarrollo de la vegetación acuática y, en el caso del Butano, de la orla de vegetación en las orillas durante el invierno, justo después de completarse el llenado en otoño. El primer registro en Butano2

fue el 03/03/2020 y en Horcada1 un mes después, el 03/04/2020. El número máximo de ejemplares adultos observado fue de 18 ejemplares en Butano2 y 15 en Horcada1, con mayor abundancia durante los meses de abril y mayo, y un descenso a partir de junio una vez los machos se desentienden completamente de la reproducción y abandonan las zonas de reproducción (Fig. 27). La proporción aparente entre sexos estuvo claramente desviada hacia machos, con un valor global de 1.76, muy similar en ambos sectores. Durante la primavera, las hembras se ocupan de la incubación y la atención a los pollos, mientras que los machos tienden a reunirse en zonas de agua abierta y son más detectables. Sin embargo, la proporción se invierte el al final del periodo reproductor, cuando las hembras prospectan zonas abiertas acompañadas por los pollos, mientras que los machos abandonan la zona y pasan más desapercibidos mientras realizan la muda post-nupcial, cuando pueden ser confundido con hembras. Aun así, no se puede descartar un verdadero sesgo.



Fotografía 23. Pareja de porrones europeos (*Aythya ferina*) en Butano2 a comienzos de mayo de 2020 (izquierda), y grupo familiar formado por la hembra y siete pollos (seis visibles) de entorno a una de edad (derecha), en Butano2 a principios de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Se confirmó la reproducción del porrón europeo únicamente en Butano2 donde se estima la cría de tres parejas. El primer grupo familiar se registró el 01/06/2020, formado por siete patitos de pocos días acompañando a la hembra. Este mismo grupo volvió a verse una semana después con un pollo menos, pero no la siguiente (Fig. 27). Es posible que fracasase por predación completa de los pollos. El día 29/06/2020 se registraron dos grupos simultáneos en el recinto formados por siete y dos pollos de 2-3 semanas de edad acompañados por sus madres. Ninguno de estos grupos se corresponde con el primero por la edad incompatible de los pollos. Por tanto, se registró un mínimo total de 16 pollos pertenecientes a tres grupos. Al igual que otras anátidas en el mismo recinto, frecuentaron el entorno de islas y *finger*, así como las aguas abiertas de la zona sur y este, evitando por lo general las orillas de la mota perimetral.

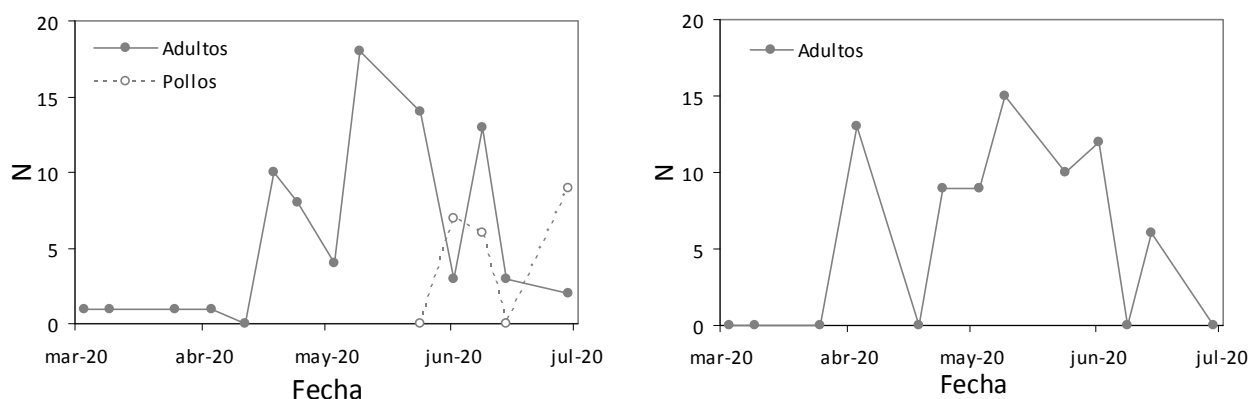


Figura 27. Variación temporal en la abundancia de porrón europeo (*Aythya ferina*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

4.4.5. Pato colorado (*Netta rufina*)

Se trata de una anátida semibuceadora ampliamente extendida, aunque de forma dispersa, por las zonas templadas de Europa y occidente asiático. Es migradora en la mayor parte de su distribución, invernando en el sur de Europa y Asia, y en el norte de África. Selecciona láminas de agua abierta, dulce o ligeramente salobrea, con abundante vegetación emergida en las orillas como refugio y zona de nidificación, y vegetación sumergida como fuente de alimento. La población reproductora ibérica, la más importante de Europa occidental, es básicamente sedentaria y ocupa humedales interiores y costeros de la mitad sur y zona este, siendo muy dependiente de las condiciones hídricas estacionales. En invierno aumenta con los migrantes del centro de Europa.



Fotografía 24. Pareja de patos colorados (*Netta rufina*) en aguas abiertas de Horcada1 a finales de abril de 2020 (izquierda), y grupo de dos machos y una hembra en la orilla de una de las islas artificiales en Horcada1 a mediados de mayo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En los vaciaderos, estuvo presente y se reprodujo en los recintos de Butano2 y Horcada1, que reúnen las condiciones mínimas de extensión, profundidad y cobertura vegetal. El 86.7% de los ejemplares se registró en Horcada1, donde además se observaron las mayores concentraciones con un máximo de 27 ejemplares adultos en un mismo censo, frente a sólo tres en Butano2. La fenología fue también diferente en ambos sectores. Los primeros registros se dieron en Horcada1, con dos ejemplares el 11/02/2020 y un máximo invernal de 12 individuos a mitad de febrero (Fig. 28). En cambio, en Butano2 no se observaron invernantes y el primer registro fueron. La abundancia aumentó durante los meses de primavera, desde finales de marzo hasta final de mayo, para luego descender de nuevo. Como en otras anátidas, al final de la reproducción los machos tienden a abandonar las zonas de cría y realizan la muda post-nupcial (eclipse), durante la que pasan más tiempo refugiados en la vegetación y pueden confundirse con hembras. La razón sexual global estuvo ligeramente sesgada hacia machos (1.22), siendo algo mayor en Horcada1 (1.30) e inferior en Butano2 (0.83), donde el peso relativo de las hembras reproductoras, más fieles y detectables, fue comparativamente mayor en un recinto con una población tan reducida (máximo tres ejemplares).



Fotografía 25. Grupo familiar de patos colorados (*Netta rufina*) con una hembra y cuatro pollos de pocas semanas en laguna restaurada cerca del vaciadero de los Yesos a principios de julio de 2020 (izquierda). Grupo de igualones (i.e. pollos desarrollados, morfológicamente similares a la hembra adulta) en Butano2 a finales de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Curiosamente, aunque Horcada1 acogió el grueso de la población en los vaciaderos, la reproducción fue mucho más importante y estable en Butano2 (Fig. 28). En Horcada1 sólo se obtuvo un único registro el 08/06/2020 de un pollo pequeño de varios días de edad acompañando a su madre en el carrizal del lado sur. Por el contrario, en Butano2 se estima en base al desarrollo de los pollos un mínimo de cuatro grupos familiares diferentes que sumaron un máximo de 31 pollos. El primer registro de reproducción exitosa en Butano2 tuvo lugar el 17/05/2020, con una hembra y nueve pollos de pocos días, observados al menos hasta mediados de junio, cuando apareció una segunda hembra con ocho pollos a la que se unieron otras dos más con cinco y nueve pollos respectivamente a finales de junio. Probablemente las mejores condiciones tróficas, de cobertura vegetal, disposición de zonas seguras e incluso una posible atracción hetero-específica pueden ser los motivos detrás de la relevancia de este sector en relación a la población adulta registrada.

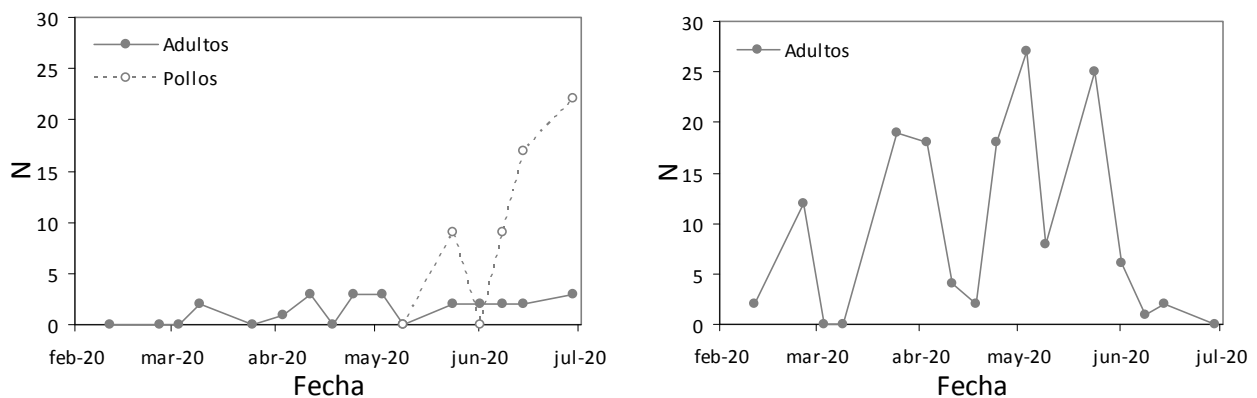
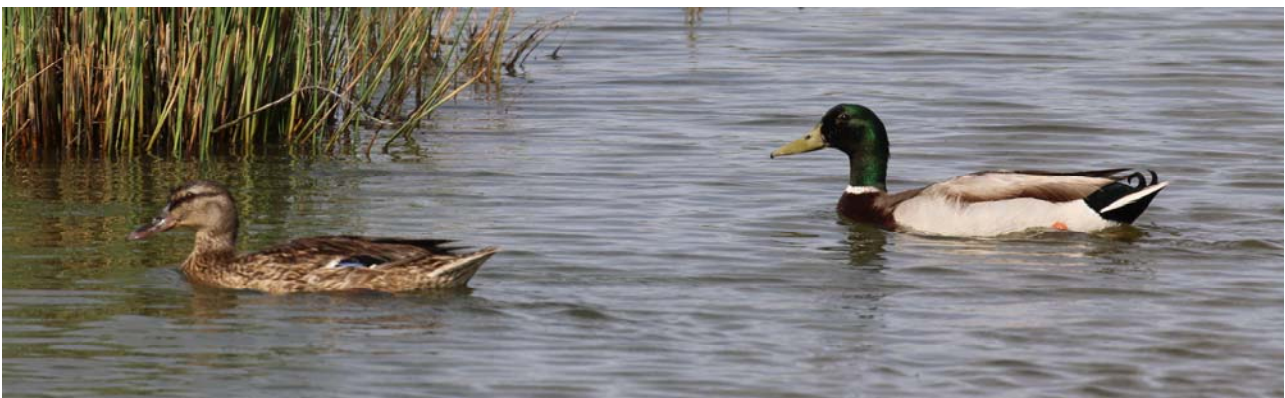


Figura 28. Variación temporal en la abundancia de pato colorado (*Netta rufina*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

4.4.6. Ánade azulón (*Anas platyrhynchos*)

Anátida de superficie muy abundante y de amplia distribución por todo el Holártico. Es un pato generalista, relativamente tolerante a la presencia humana y presente en una gran variedad de medios acuáticos, desde entornos fluviales, estuarios, marismas, lagunas interiores y humedales estacionales, hasta medios humanizados como embalses, estanques y canales. Sin grandes requerimientos, tiene preferencia por aguas relativamente someras con vegetación de la que alimentarse y una mínima cobertura vegetal donde nidificar. La población reproductora española es sedentaria, relativamente estable y presente prácticamente en todo el territorio con presencia de cuerpos de agua. En invierno acoge a una importante población migrante del resto de Europa occidental.



Fotografía 26. Pareja de ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) en esteros próximos al vaciadero de los Yesos a mediados de abril de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Es la anátida con mayor presencia y abundancia, y la quinta especie más numerosa en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir. Ha sido registrada en todos los sectores con o sin agua estable, excepto en Yeso2. Como sucede en el resto de anátidas, Butano2 y Horcada1 han reunido la mayor parte de los observaciones con un 23.2 y 68.6% de la abundancia acumulada de adultos (N = 341), respectivamente, mientras que la presencia en Butano3S (5%), Horcada2 (2.3%) y, sobre todo, en Yeso1 (0.5%) ha sido mucho más ocasional. El número máximo de individuos observados en un mismo censo fue de 10 y 31 ejemplares en Butano2 y Horcada1, y de sólo 1-2 en el resto de sectores con presencia. Estuvo presente durante el paso otoñal y como invernante escaso con cifras de entre 2 y 7 ejemplares, sobre todo en Horcada1 (Fig. 29). A finales de febrero la abundancia aumentó con el paso pre-nupcial y la ocupación de las zonas de reproducción, manteniendo niveles máximos durante la primavera hasta final de mayo. A partir de entonces se registró un descenso coincidiendo con la fase de cuidado de los pollos, muy notable en el caso de los machos, que como en el resto de anátidas, abandonan las zonas de reproducción y comienzan la muda post-nupcial en zonas más tranquilas. No se descarta tampoco la confusión de machos en eclipse con hembras, aunque la reducción de la abundancia total es manifiesta y la presencia de hembras relativamente estable. En el ánade azulón se observó también un sesgo sexual general hacia machos (1.53), más acentuado en el sector de Horcada1 (1.76) que en Butano2 (1.24), probablemente porque, al igual que en el pato colorado, la abundancia relativa de las hembras (más estables) tuvo más peso en la reducida población de Butano2.



Fotografía 27. Grupo familiar de ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) de una hembra y diez pollos (tres en la imagen) de pocos días en Butano2 a principios de abril de 2020 (izquierda). Fue el primer registro de reproducción con éxito en los vaciaderos terrestres en la temporada 2019-2020. Grupo familiar formado por la hembra y once pollos de unos días de edad en Butano2 a mediados de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El ánade azulón fue la especie con reproducción más temprana de toda la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos. Los primeros pollos se observaron el 03/04/2020 en Butano2. De forma similar a lo observado en otras anátidas, aunque la mayor abundancia a lo largo del periodo de seguimiento se registró en Horcada1, la reproducción fue más importante en Butano2 (Fig. 29). En base al número y desarrollo de los pollos, se estimó la presencia en Butano2 de cinco grupos familiares distintos entre abril y junio con un máximo de 28 pollos. Por su parte, en Horcada1 se detectaron al menos dos grupos con ocho pollos en total el día 17/05/2020, y en Butano3S un solo grupo con ocho pollos pequeños el 14/06/2020. Estas observaciones puntuales sin reavistamientos posteriores podrían indicar fracaso (e.g. predación) o desplazamiento hacia otras zonas. De hecho, no se puede descartar que el grupo con ocho pollos observado en Butano3S fuese un grupo con 11 pollos pequeños registrado una semana antes en Butano2 y no visto posteriormente, aunque no es probable dada la distancia, la falta de cobertura vegetal y los grandes taludes entre ambos sectores. Esta distribución de grupos familiares indicaría de nuevo unas mejores condiciones para la reproducción en el sector de Butano2 a pesar del potencial para acoger a la especie en Horcada1. También es posible que la localización del vaciadero de la Horcada, más cercano a la marisma, esteros y campos de arroz del Bajo Guadalquivir, favorezca el movimiento de aves acuáticas que lo utilicen como zona de alimentación y refugio, pero no tanto como lugar óptimo de nidificación, en relación al vaciadero de Butano.

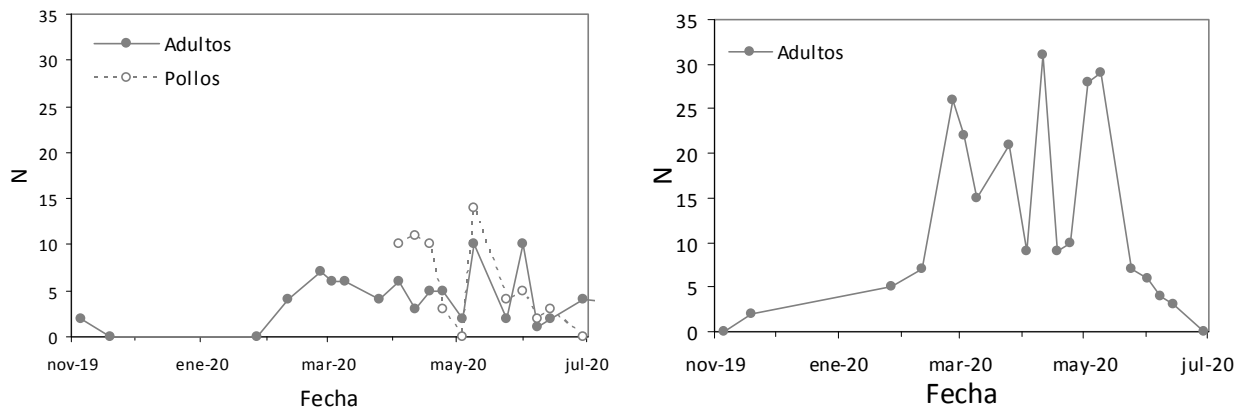


Figura 29. Variación temporal en la abundancia de ánade real (*Anas platyrhynchos*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

4.4.7. Focha común (*Fulica atra*)

Rálido abundante de amplia distribución por zonas templadas y relativamente cálidas de Europa, Asia, Norte de África y Oceanía. Selecciona con preferencia aguas libres y tranquilas, de suficiente profundidad, con abundante vegetación sumergida y palustre. No es excesivamente exigente y puede ocupar humedales de tamaño variable, de agua dulce o salobre, naturales o artificiales, siempre que abunde la vegetación sumergida de la que se alimenta. Construye nidos aparentes sobre vegetación emergida o anejos a la orilla. La población reproductora ibérica, modesta en el contexto europeo, es sedentaria y se distribuye por cualquier humedal interior o costero que reúna las mínimas condiciones. En invierno realizan movimientos dispersivos además de recibir algunos invernantes europeos.



Fotografía 28. Focha común (*Fulica atra*) adulta en Butano2 (izquierda) y ejemplar incubando a mediados de mayo en nido cerca de la orilla perimetral en Butano2 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Fue la cuarta especie más abundante en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, con presencia continua durante todo el periodo de seguimiento en términos generales. Se registró únicamente en los recintos de Butano2 y Horcada1, en los que se mantuvo una lámina de agua libre con suficiente profundidad y vegetación acuática. La distribución entre ambos recintos fue equilibrada, con el 55.4% de la abundancia acumulada de registros de adultos ($N = 439$) en Butano2 y un 44.7% en Horcada1. No obstante la fenología y distribución temporal fue distinta entre en ambos casos (Fig. 30). En Horcada1 la mayor abundancia se dio durante la invernada, en los meses de diciembre y enero, con un máximo absoluto de 28 ejemplares. Posteriormente se redujo para aumentar de nuevo en primavera con un segundo pico menor de 16 ejemplares, bajando desde entonces hasta el mínimo de final de la primavera y verano. En Butano2, el

comportamiento fue justo el opuesto. La especie no se registró hasta principios de marzo, aumentado progresivamente hasta alcanzar un máximo de 29 ejemplares en mayo, que se mantuvo con variaciones hasta al menos final de junio. Varias causas podrían explicar este patrón inverso. Por un lado, la marisma permaneció seca durante el invierno debido a la falta de lluvias, lo que pudo favorecer el uso alternativo de enclaves cercanos con agua permanente como el vaciadero de la Horcada. Por otro lado, además de la mayor distancia de las zonas de concentración invernal, es probable que en Butano2 la vegetación acuática y de orilla no madurase lo suficiente hasta el inicio de la primavera, momento a partir del cual las condiciones hídricas, tróficas y de seguridad para la nidificación fueran superiores en Butano2 que en la Horcada1, donde la superficie y profundidad se redujeron continuamente desde el final de las lluvias primaverales.

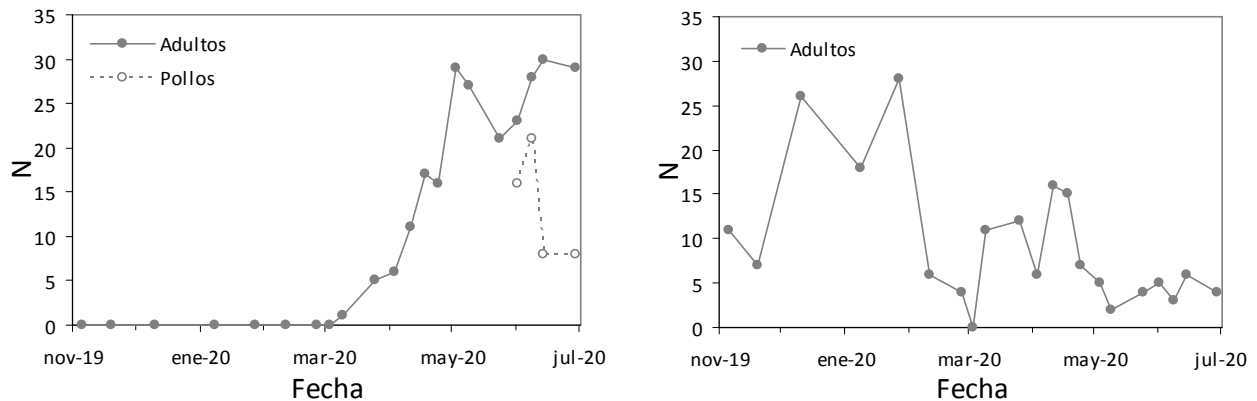


Figura 30. Variación temporal en la abundancia de focha común (*Fulica atra*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

A pesar de las condiciones propicias de Horcada1, al menos durante la primavera, la reproducción sólo fue confirmada en Butano2, donde se registró un mínimo de cinco nidos, siete grupos familiares distintos y un total de al menos 21 pollos diferentes (Fig. 30). Los nidos se localizaron desde finales de abril hasta la misma fecha final del presente informe en posiciones no particularmente discretas de las islas artificiales ($n = 2$), *finger* ($n = 1$), islas espontáneas emergidas en el lado NO ($n = 1$) y orilla perimetral sur ($n = 1$). Sólo se pudo comprobar el tamaño de puesta en el nido situado en la orilla sur ($N = 6$ huevos), justo en la base del talud artificial para abejarucos. Los primeros pollos se registraron el día 01/06/2020, alcanzando el máximo simultáneo de 21 pollos una semana después. Los grupos familiares frecuentaron el entorno de islas, el lado NE del *finger* y la zona O y NO de la balsa. No se descarta la posible nidificación en Horcada1 a finales de junio, en las pequeñas lagunas del interior del carrizal del lado sur que utilizan asiduamente, pero sin confirmación por la reducida visibilidad.



Fotografía 29. Nido de focha común (*Fulica atra*) con cinco huevos, próximo a la orilla perimetral en Butano2 a principios de mayo de 2020 (izquierda). Nido de focha común con adulto incubando y cuatro pollos (uno en nido) de pocos días en la orilla de una de las islas artificiales de Butano2 a principio de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.8. Gallineta común (*Gallinula chloropus*)

Es el rálido más extendido y abundante en el mundo, estando presente en casi toda Europa, este y sur de Asia y África, excepto las zonas más frías o desérticas. Tiene gustos eclécticos, pudiendo estar presente en prácticamente cualquier cuerpo de agua independientemente del tamaño, natural o artificial, dulce o salobre, permanente o estacional y con agua de calidad variable. No obstante, prefiere zonas de aguas tranquilas, no demasiado profundas y con abundante cobertura vegetal en las riberas en las que alimenta, refugia y nidifica. En invierno muestra un carácter gregario, mientras que en la época reproductora es fuertemente territorial. En España es una especie ubicua, presente en una gran variedad de ambientes y con una población importante y creciente gracias a su adaptabilidad a medios transformados.



Fotografía 30. Gallineta común (*Gallinula chloropus*) adulta en un estero próximo al vaciadero de los Yesos a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

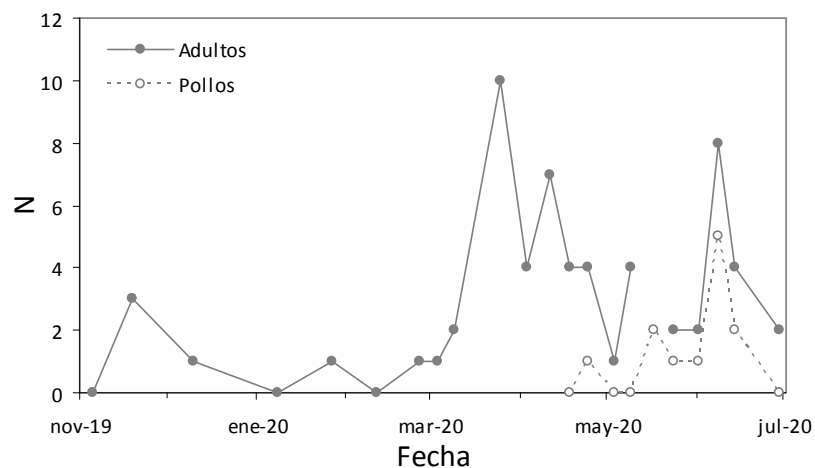


Figura 31. Variación temporal en la abundancia total de gallineta común (*Gallinula chloropus*) en el conjunto de sectores con presencia (i.e. Butano2 + Butano3S + Horcada1) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

En los vaciaderos terrestres estuvo presente en los tres sectores con inundación, es decir, Butano2, Butano3S y Horcada1, aunque en densidades bajas. En Butano2 el número máximo de ejemplares detectado fue de cinco, ocho en Horcada1 y dos en Butano3S. En parte puede deberse a sus hábitos discretos y tendencia a moverse por la orilla u oculto entre la vegetación, lo que dificulta su detección. El sector con presencia más regular fue Butano2, con el 54.1% de los registros acumulados de adultos, seguido por la Horcada1 con el 39.3% y Butano3S con un 6.6%. Aunque se observó durante la dispersión

otoñal y la invernada en Butano2 y Horcada1, la mayor parte de los registros (85%) tuvo lugar a partir de finales de marzo, una vez iniciada la reproducción (Fig. 31). Debido a la población tan reducida y la elevada variabilidad en términos relativos, resulta difícil y es desaconsejable establecer patrones a nivel de sector.

La gallineta común se reprodujo con éxito, pero en números muy bajos, en los tres sectores en los que se detectó su presencia. En base a la comparación de edades, se estimó que, como mínimo, hubo cinco grupos familiares con al menos nueve pollos en total: dos grupos con cinco pollos en Butano2, otros dos grupos con tres pollos en Butano3S, y un grupo con un pollo en Horcada1 (Fig. 31). Hay que tener en cuenta que esta especie suele realizar segundas puestas en las que los hermanos de la primera ayudan a criar a los de la segunda. Por tanto el número efectivo de parejas podría ser inferior al estimado. Sólo en Butano3S y Horcada1 se llegó a confirmar el desarrollo completo de al menos un pollo hasta la fase de joven volantón. En general, los pollos se mantuvieron protegidos dentro de la vegetación palustre, particularmente en fases tempranas de desarrollo, y siempre sin alejarse de la orilla. En Butano2, uno de los dos grupos familiares con cuatro pollos pequeños se registró en la orilla de una de las islas artificiales (IPO), siendo altamente probable que la puesta tuviese lugar en la propia isla.



Fotografía 31. Pollos de gallineta común (*Gallinula chloropus*) de unos días de edad en un estero pró próximo al vaciadero de los Yesos a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.9. Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*)

Es una especie abundante y de amplia distribución por las zonas templadas y subtropicales de Europa, oeste y sur de Asia, norte de Australasia y África, evitando las zonas desérticas y de gran altitud. Si bien puede encontrarse una gran variedad de humedales naturales o artificiales, de tamaño muy variable, desde pequeñas balsas hasta grandes marismas y estuarios, prefiere zonas de aguas dulces y mansas, con cierta profundidad, abundante vegetación acuática y zonas de vegetación palustre donde nidificar. En España es sedentario con dispersión invernal y aparece por todo el territorio, con importantes concentraciones en las marismas del Guadalquivir según las condiciones hídricas.

En los vaciaderos estuvo presente fundamentalmente en Butano2 y Horcada1, los sectores con una lamina de agua de suficiente profundidad, con abundancia de macrófitos sumergidos y de vegetación en la orilla. De forma mucho más ocasional se registró también en Butano3S. El sector con mayor importancia fue Butano2 con el 71.8% del total de registros acumulados de adultos (N = 170) y un pico máximo de 14 ejemplares, seguido de Horcada1 con el 25.9% y un máximo de seis ejemplares y ya de forma residual Butano3S con un 2.4% y cuatro registros de un solo individuo. Tanto en Butano2 como en Horcada1 el zampullín chico estuvo presente de forma casi continua durante todo el periodo de seguimiento (Fig. 32). Sin embargo, mientras en Horcada1 la pequeña población se mantuvo relativamente estable con variaciones pero sin tendencia, en Butano2 aumentó progresivamente desde un mínimo invernal de 1-4 ejemplares hasta el máximo a comienzos del verano, coincidiendo con la mayor actividad reproductora.



Fotografía 32. Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*) adulto alimentándose mediante inmersiones en una laguna restaurada próxima al vaciadero de los Yesos a principios de marzo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

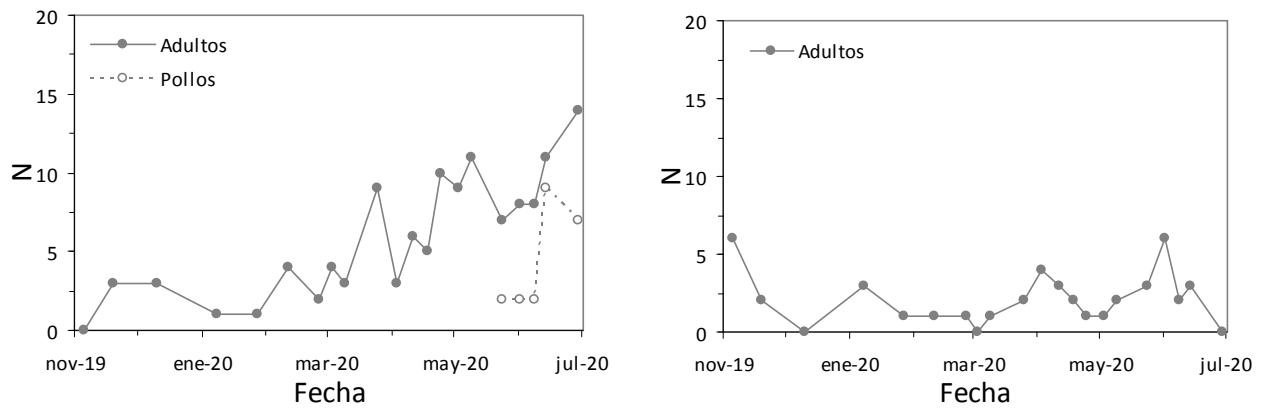
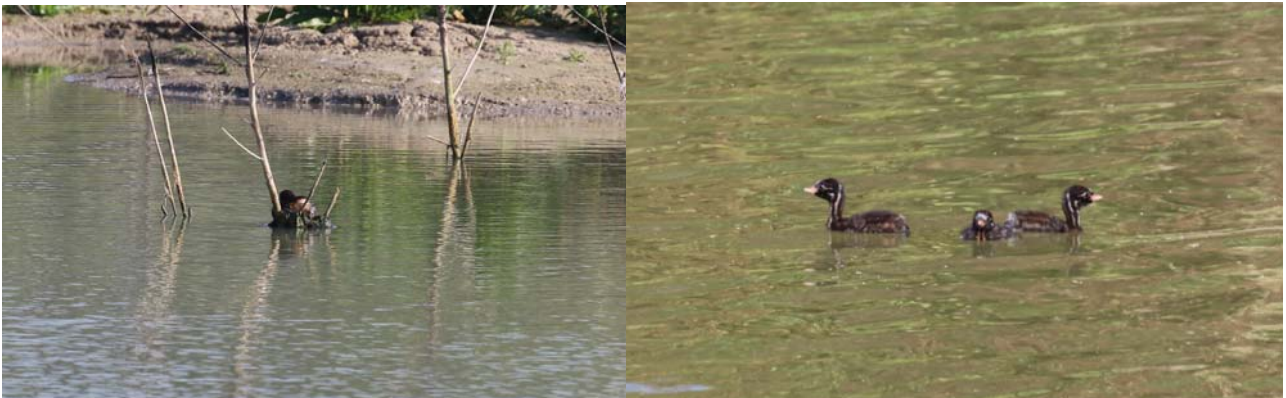


Figura 32. Variación temporal en la abundancia de zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*) en los sectores de Butano2 (izquierda) y Horcada1 (derecha) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.



Fotografía 33. Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*) incubando a mediados de abril en nido flotante construido sobre ramas secas (izquierda) y pollos de varias semanas de edad a mediados de junio de 2020 (derecha), en Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

De la misma forma, Butano2 fue el sector con mayor actividad reproductora. Se contabilizaron al menos cuatro nidos diferentes por uno en Horcada1. Los nidos, de tipo flotante, se ubicaron sobre tallos secos emergentes rodeadas de agua o entre vegetación palustre y ramas próximas a la orilla. En Butano2 fue difícil discriminar grupos familiares, pero se observó un máximo simultáneo de seis grupos diferentes y se estimó un mínimo de nueve pollos en base a la edad (Fig. 32). En Horcada1 sólo se detectó un solo grupo

con dos pollos. En conjunto, en Butano se registró entorno al 92% de grupos y pollos acumulados entre jornadas. Las zonas más utilizadas por la especie en Butano2 fueron los lados NO, O y, sobre todo, NE, donde se dio el mayor desarrollo de vegetación subacuática. En Horcada1 utilizaron el carrizal del lado sur y zonas de aguas más profundas con macrófitos en el centro y este. Las pocas observaciones en Butano3S se dieron en la zona menos somera entorno a las islas emergidas del subsector oeste. Los grupos con pollos pequeños permanecieron muy cerca de la orilla segura, por ejemplo en el lado este del *finger* de Butano2, mientras que los jóvenes emplumados frecuentaron aguas más abiertas en las mismas zonas que los adultos.

4.4.10. Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*)

Pequeña limícola de distribución extensa por Europa, Asia, noroeste de África y norte de Oceanía. Es un reproductor básicamente estival que inverna en África subsahariana y zona indomalaya. Durante la época reproductora selecciona sustratos de arena y grava con poca cobertura vegetal en orillas y bancos de ríos, humedales interiores o graveras, mientras que en invierno se agrupa en medios fangosos costeros, estuarios e interior. En España es común, con una población aparentemente en crecimiento y está bien distribuido, con mayor abundancia en el sur, submeseta norte y valle del Ebro durante el periodo reproductor, y en Andalucía durante la invernada cuando llegan individuos norteños.



Fotografía 34. Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) adulto entre el sector de Horcada2 y la orilla del río Guadalquivir a mediados de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

La disponibilidad de amplias superficies con escasa cobertura vegetal y sustrato arenoso-limoso favoreció la presencia del chorlitejo chico en casi todos los sectores de los vaciaderos terrestres con o sin agua excepto Yeso2. Fue mucho más abundante en los recintos con superficies encharcadas y fangosas, pero en densidades muy bajas y variables. En este sentido, Butano3S, el sector con mayor área fangosa gracias al sustrato arcilloso-limoso y el descenso continuo del nivel del agua, fue el sector de mayor presencia con el 41.3% de la abundancia acumulada de adultos. Le siguió la Horcada1 con un 22%, Butano2 con el 18.4%, Horcada2 9.2%, Yeso1 7.3% y Butano1 1.8%. En los vaciaderos se comportó como estival, estando ausente durante el final del otoño y casi todo el invierno (Fig. 33). Los primeros ejemplares se localizaron a mediados de febrero coincidiendo con el paso primaveral, que alcanzó su pico a principios de marzo. A partir de entonces estuvo presente de forma continua, con importantes variaciones resultado de la baja abundancia, y una tendencia creciente durante la época reproductora hasta el inicio del verano. Debido a la baja abundancia y elevada variabilidad no se detallan patrones temporales a nivel de sector.

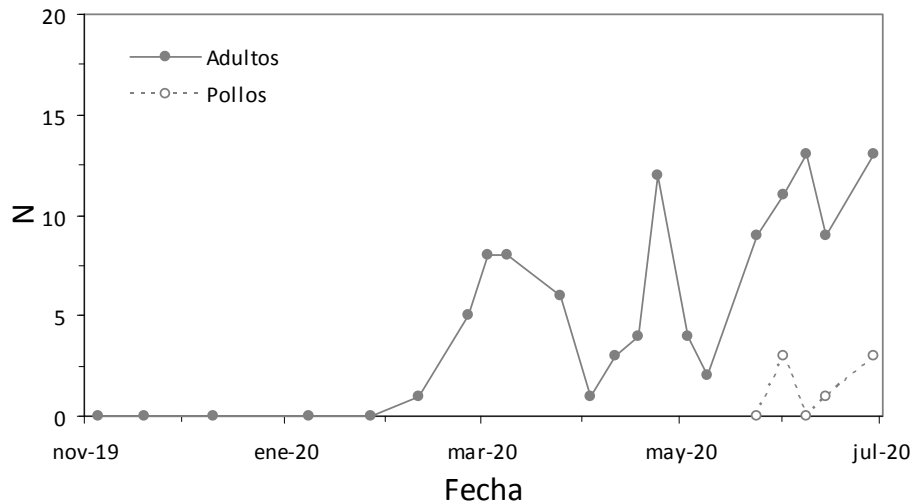


Figura 33. Variación temporal en la abundancia total de chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) en el conjunto de los sectores con presencia (i.e. Butano1+Butano2+Butano3S+Horcada1+Horcada2+Yeso1) de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20.

Es un reproductor discreto que pasa desapercibido por su pequeño tamaño y coloración críptica de los pollos. Se confirmó la reproducción con éxito en tres de los seis sectores con presencia. Sólo se registraron tres parejas con pollos, todos ellos en el mes de junio: en Butano3S se observó una pareja con un pollo desarrollado en dos jornadas consecutivas, otra pareja en Horcada1 con dos pollos emplumados y una pareja con tres pollos pequeños en el subsector sur de Horcada2 (Fig. 33). En otros sectores se observaron indicios de posibles intentos de nidificación sin confirmación durante el periodo reproductor. En Butano2 se observó en tres ocasiones (al menos dos independientes) a un adulto tumbado en la zona de las islas emergidas de la parte NO, y en el vecino sector sector de Butano3N, donde se realizaron constantes trabajos de retirada de áridos, se observaron al menos dos adultos aquerenciados a zonas de sedimentos mixtos. En Yeso1 se observaron durante la primavera hasta 2 ejemplares con reclamo y exhibición de alarma habitual en reproductores, aunque no se pudo constatar su reproducción.



Fotografía 35. Pollos de chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) de pocas semanas de edad en el subsector sur de Horcada2 a comienzos de junio de 2020 (izquierda). Chorlitejo chico (*Charadrius dubius*) adulto en el subsector norte de Horcada2 a final de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.4.11. Abejaruco europeo (*Merops apiaster*)

Ave coraciforme presente como reproductor estival en Europa, norte de África y centro y suroeste de Asia, que migra durante el invierno al África tropical subsahariana. Selecciona como lugar de nidificación taludes o desniveles terrosos con escasa cobertura vegetal en ríos, canteras, barrancos o terraplenes artificiales, en

los que excava galerías de 1-3 m de profundidad, al final de las cuales sitúa la cámara del nido. La población española es importante (entorno al 25% de la europea) en ligero crecimiento y distribuida por zonas preferentemente de influencia mediterránea.



Fotografía 36. Abejarucos europeos (*Merops apiaster*) adultos en la colonia ubicada en el talud largo del lado oeste de Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Los primeros abejarucos se registraron durante la segunda semana de abril de forma simultánea en todos los vaciaderos, aunque los primeros probablemente comenzaron a llegar a llegar unos días antes (Fig. 34). El pico máximo de abundancia global, con más de 100 ejemplares en total, coincidió precisamente con el paso primaveral, cuando se observan bandos en migración y los abejarucos visitan temporalmente zonas potenciales de reproducción. Los valores disminuyeron una vez terminado el paso hasta estabilizarse entorno a 25-50 individuos correspondientes con los reproductores que permanecieron en las colonias de cría.

Los sectores con mayor presencia media a lo largo de todo el periodo de seguimiento fueron Horcada2 (32,2%; zona entre sectores), Butano2 (31,8%) y Yeso1 (17,2%), que en conjunto sumaron el 81.1% del total acumulado de abejarucos registrados (Fig. 35). En estos sectores se encuentran las mejores condiciones para la construcción de nidos seguros, con abundancia de taludes de sustrato mixto arenoso-limoso, de gran inclinación y suficiente altura.

En algunas de las colonias de cría más importantes (i.e. Horcada2 y Yeso1) se observó una reducción de la abundancia detectada entre finales de mayo y principios de junio, coincidiendo con la puesta y el periodo de incubación (Fig. 34). Estos registros repuntaron de nuevo a partir de mediados de junio, cuando vuelan los pollos y ambos adultos dedican gran parte del tiempo a procurar alimento en el exterior.

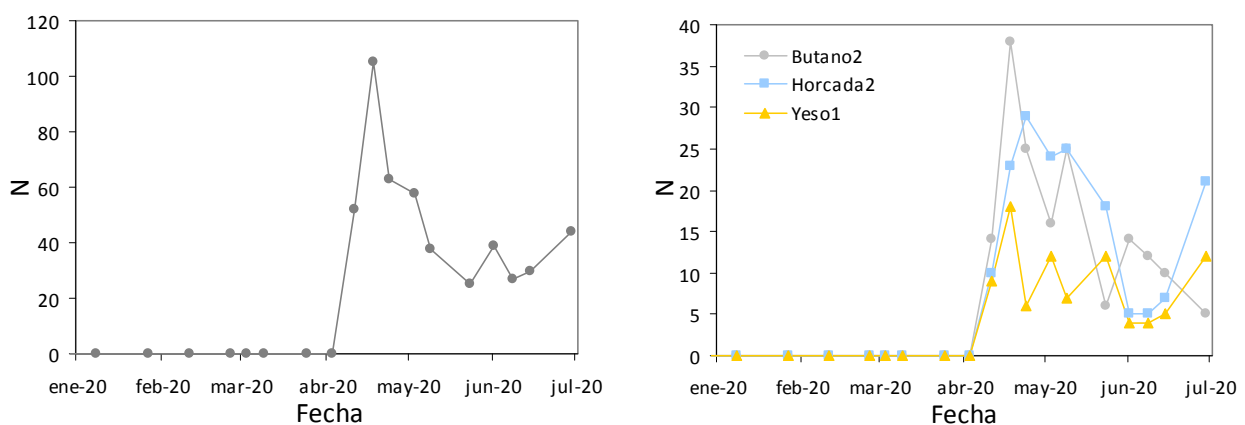


Figura 34. Variación temporal del número total de abejarucos europeos (*Merops apiaster*) censados por visita en el conjunto de vaciaderos terrestres del Guadalquivir (izquierda) y en los sectores con colonias reproductoras (derecha).

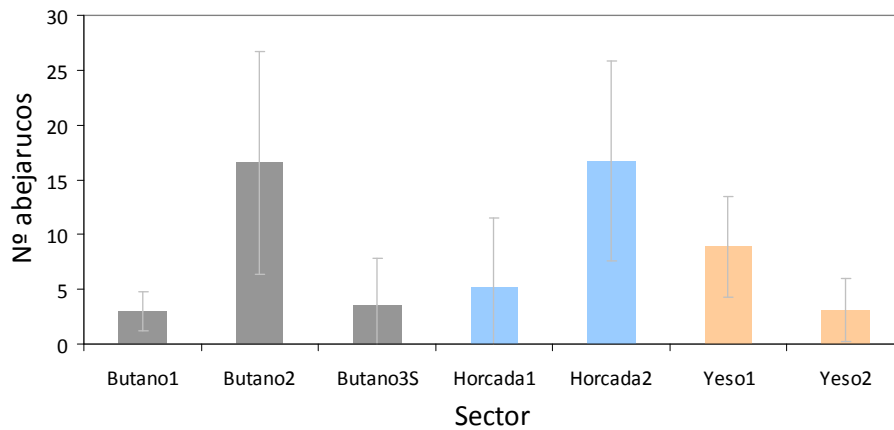


Figura 35. Abundancia media (\pm SD) de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) por visita y sector.

Este patrón no se observó en Butano2, siendo uno de los tres sectores con mejores condiciones para la especie del conjunto de vaciaderos. Entre el 9 y el 24 de mayo se registró una reducción del 76% en la abundancia en este sector, frente a un aumento del 8% en el resto de recintos con conteos en las mismas fechas. Este declive coincidió con el desmantelamiento parcial de uno de los taludes artificiales construidos para la especie (T1) y el tránsito continuo de grandes camiones transportando áridos desde Butano1 hasta la zona de acopio en Butano3N por los viales de la mota perimetral de Butano2 (ver apartado 3.7.5). Las molestias directas y la gran cantidad de polvo en suspensión, particularmente en la zona NO del recinto, donde se sitúan los principales taludes de cría y no existe pantalla vegetal que aminore los efectos, pudieron influir en el abandono temporal de la zona. Una vez paralizada la circulación de vehículos, la presencia aumentó durante las siguientes visitas hasta valores intermedio de entorno al 50% del máximo previo. Sin embargo, no se observó un repunte a finales de junio como en los otros recintos con reproducción, sino una reducción continuada, pasando de 14 a 5 ejemplares observados a lo largo del mes de junio.

En el último censo a finales de junio, con el repunte causado por el vuelo de los pollos después del descenso aparente causado por la incubación, los sectores con mayor presencia de la especie fueron Horcada2 (47.8%) y Yeso1 (27.3%), mientras que Butano2 (11.4%) no recuperó la importancia relativa que presentaba a mediados de primavera. Aún es pronto para realizar una valoración definitiva, pero es posible que las molestias ocasionadas hayan provocado el fracaso en Butano2 o que al menos hayan supuesto un retraso en el ciclo reproductivo respecto a otros sectores.



Fotografía 37. Abejaruco europeo (*Merops apiaster*) adulto en vuelo sobre la colonia de cría en el talud del lado oeste en Butano2 a mediados de abril de 2020 (izquierda) y adulto posado sobre el borde del talud de nidificación entre sectores de la Horcada a principio de mayo de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Es difícil precisar el número de parejas reproductoras y parámetros reproductivos en base a censos generales de presencia. Sería necesario realizar observaciones específicas de entrada y salida de las galerías en los taludes de nidificación durante la fase de cría y/o recurrir a la prospección del interior de las galerías mediante sistemas endoscópicos. La valoración de la reproducción se basa pues en datos indirectos del número de galerías excavadas en los taludes.

Los abejarucos no suelen reocupar nidos utilizados en pasadas temporadas, sino que prefieren construir nuevas galerías en los mismos taludes u otros próximos. Entre mediados de abril, poco después del retorno primaveral, y finales de mayo, en plena época de puesta, se observó un aumento medio por colonia del 72.1% de los orificios existentes en los taludes de cría. (Fig. 36). De hecho, se observaron nuevas perforaciones prácticamente en cualquier talud vertical existente en el entorno de las colonias, incluidos taludes recientes formados por los trabajos de retirada de áridos. Sólo una pequeña parte del total de orificios se correspondió con nidos completos y activos.

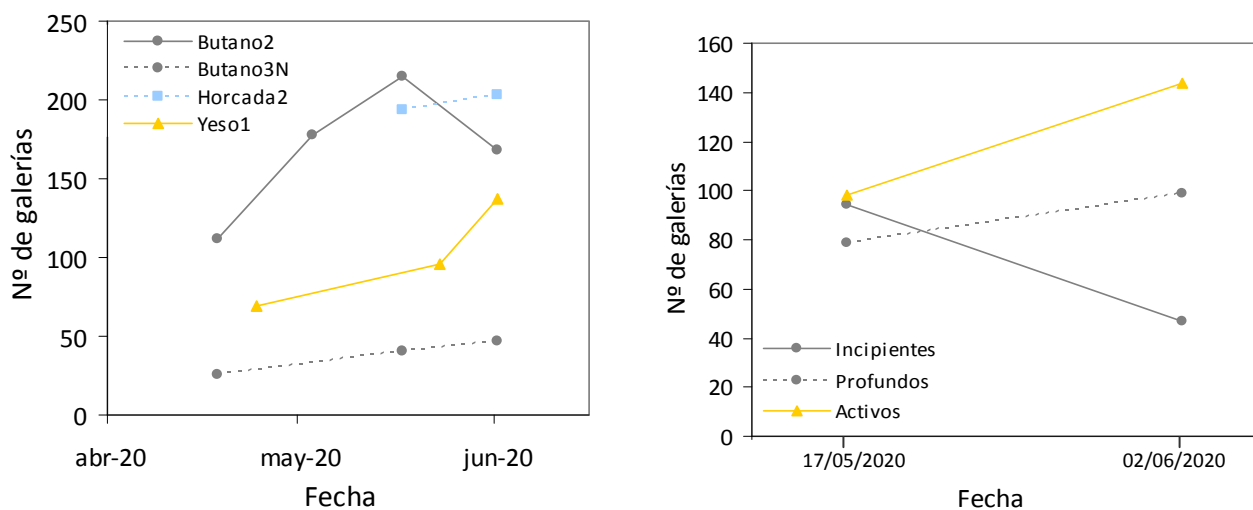


Figura 36. Variación temporal del número de galerías (incipientes o profundas) de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) registrado en diferentes conteos por sector (izquierda) y número de galerías según su grado de construcción (incipiente, o profundo) y uso (profundo activo) en la colonia de cría entre sectores en la Horcada2 en dos conteos durante el periodo reproductor (derecha).

En un seguimiento específico de los taludes de nidificación en la zanja y el canal entre los sectores de Horcada 1 y Horcada2, se observó un número muy similar de túneles entre mediados de mayo (N = 191) y principio de junio (N = 192). Sin embargo, el número de galerías profundas aumentó un 47%, mientras que el de las incipientes superficiales disminuyó un 50% (Fig. 36). Entre las profundas, el número de galerías activas aumentó un 25%, aunque en términos relativos pasaron de suponer un 80.6% a un 68.8% entre ambas fechas. Es decir, los abejarucos avanzaron en la profundización de huecos ya iniciados a mitad de mayo, de los que sólo una fracción tuvo una ocupación más intensa al aproximarse la puesta.

Esta especie es un reproductor tardío, con las puestas centradas en mayo y la eclosión en junio. Además, la profundidad del nido impide registrar la productividad hasta la salida de los pollos o por medio de la prospección interior de las galerías, como ya se ha comentado. Por tanto, aun es pronto para valorar el resultado de la reproducción en las colonias de los vaciaderos.

Taludes artificiales de nidificación

Los taludes artificiales de 20 m de longitud y ≥ 2 m de altura construidos para la nidificación de abejarucos en la cara interna de la mota perimetral en Butano2 y Horcada1 tuvieron resultados desiguales y por debajo de lo esperado debido a diversos motivos.



Fotografía 38. Parte del talud vertical ocupado por la colonia de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) en una zanja amplia excavada sobre acopios de sedimentos entre los sectores de la Horcada (izquierda), y detalle del orificio de entrada de la galería tipo excavado por la especie (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En Butano2, los dos taludes T1 y T2 construidos en los lados E (caja de agua) y S del recinto fueron remodelados por CORESA el 09/04/2020 a petición del CSIC para retirar la vegetación que había crecido profusamente sobre ellos y perfilar un corte más vertical. Ambos taludes, pero particularmente T1, fueron ocupados por los abejarucos, que comenzaron a perforar galerías inmediatamente. En T1 se registró un máximo de 26 nuevos orificios, lo que supuso un 11.8% del número máximo de galerías registradas en todo Butano2. Sin embargo el desmantelamiento accidental de más de la mitad sur del talud (> 10 m lineales hasta la base) entorno al 20/05/2020, truncó su potencial en el momento central del periodo de puesta (ver apartado 3.7.5). Antes de su desmantelamiento se registraba la presencia de 2-4 aves ocupando activamente el talud, que no volvieron a observarse posteriormente. El número de orificios restante (N = 7) tampoco aumentó con nuevas perforaciones.



Fotografía 39. Talud artificial (T1) creado en Butano2 para abejaruco europeo (*Merops apiaster*), dentro de las medidas ambientales de la campaña 2019-20, situado en el lado este de la mota perimetral junto a la caja de agua, antes de despejar el frente colonizado por vegetación a principios de marzo (izquierda) y después de la actuación realizada por CORESA a petición del CSIC a principio de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El talud T2 de Butano2 tuvo una ocupación marginal, con un máximo de 7 orificios incipientes a mitad de mayo y baja o nula presencia de abejarucos desde entonces. Las causas de la baja ocupación pueden ser el sustrato más arcilloso con el que se construyó, la presencia de residuos sólidos, la situación menos

expuesta en el vértice sur de la mota y la reducción generalizada de abejarucos en Butano2 desde finales de mayo.

En Horcada1 se construyeron igualmente dos taludes, T1 y T2, recrecidos sobre la mota del lado N del recinto. La ocupación fue testimonial en ambos casos, con tal sólo un máximo de 1 y 5 orificios incipientes registrados a mediados de mayo, respectivamente. La presencia de abejarucos en su proximidad fue también marginal y únicamente se observó a un ave posada sobre T2 coincidiendo con el paso y llegada de primeros ejemplares. El resto de observaciones en Horcada1 se corresponde con individuos de la cercana colonia en el límite con Horcada2. Los materiales arcillosos procedentes del fondo de la cubeta con los que se construyeron, formaron taludes duros y quebradizos no aptos para perforar galerías estables. Además, la presencia cercana de amplias zonas óptimas para la nidificación redujo el interés de estos taludes.

4.5. Especies catalogadas

Se registró la presencia de cinco especies de aves acuáticas listadas en los catálogos nacional (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas RD 139/2011) y andaluz (Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas D 23/2012) de especies susceptibles de amenaza. Cuatro de estas especies se encuentran clasificadas en peligro de extinción (EN): porrón pardo (*Aythya nyroca*), cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), focha moruna (*Fulica cristata*) y garcilla cangrejera (*Ardeola ralloides*). Y una quinta, el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) está catalogada como vulnerable (VU). En la tabla 7 se listan las observaciones de estas especies excepto del porrón pardo (ver apartado específico 3.4.3).

El **porrón pardo** fue la única especie catalogada que se registró de forma regular a lo largo del seguimiento en el sector de Butano2, donde llegó a reproducirse con éxito. Los detalles sobre esta especie se pueden consultar en el correspondiente apartado específico (3.4.3). El resto de las especies se observó de forma mucho más ocasional.

Tabla 7. Registro de especies de aves acuáticas listadas en los catálogos nacional y andaluz bajo algún grado de amenaza (excepto porrón pardo *Aythya nyroca*). C: categoría de amenaza (EN: en peligro; VU: vulnerable).

Nombre común	Nombre científico	C	Sector	Fecha	Hora	N	Observaciones
Focha moruna	<i>Fulica cristata</i>	EN	Butano2	18/04/20	8:30	1	Come macrófitos acuáticos en lado SE
Cerceta pardilla	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	EN	Horcada1	24/04/20	8:45	1	Nada entre islas hasta posarse en orilla
Garcilla cangrejera	<i>Ardeola ralloides</i>	EN	Butano2	14/06/20	14:50	2	Pescando en orilla de <i>finger</i> lado NE
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	VU	Butano2	08/01/20	13:24	1	Posado con pez en isla emergida NO
				11/02/20	13:20	1	Posado en apoyo eléctrico al N
			26/02/20	8:47	1	Posado en apoyo eléctrico al N	
			Horcada1	11/02/20	16:30	1	Vuela hasta apoyo eléctrico al S

El **águila pescadora** es un invernante y migrante regular y frecuente en el bajo Guadalquivir que ocupa estuarios costeros, entornos fluviales y aguas continentales permanentes o semipermanentes (e.g. esteros, salinas, balsas, embalses) con abundante pesca. Además, existe una población reproductora cercana en las provincias de Cádiz y Huelva, creada a partir de un proyecto de reintroducción. Entre enero y febrero se observó en varias ocasiones una hembra adulta sin anillar (probablemente mismo ejemplar) posada en uno de los apoyos eléctricos del tendido situado entre la mota NO y el bosque de ribera en Butano2. En una de las ocasiones se observó posada con un pez (seguramente pescado fuera) en una de las islas emergidas en la zona NO de impulsión (Tabla 7). En febrero se observó otro ejemplar volando desde el interior de la Horcada1 hasta posarse en un apoyo de un tendido de distribución en cultivos al sur del vaciadero.

La **cerceta pardilla** es una anátida reproductora escasa en el sur y levante peninsular que ocupa humedales habitualmente temporales o semipermanentes, de aguas someras, salobres y con abundantes vegetación. Es un reproductor tardío muy afectado por la sequía y desecación de humedales temporales. En los

vaciaderos se registró un único ejemplar en Horcada1 el día 24/04/2020. Llegó volando y estuvo nadando entre las islas artificiales hasta posarse para acicalarse y descansar en la orilla de la isla pequeña central (IPC). Esta especie se registró en otras seis ocasiones (hasta dos individuos juntos) en la laguna recién restaurada por WWF en la marisma de Adventus (Trebujena), muy próxima al vaciadero del Yeso. Esto indica el potencial de los vaciaderos más cercanos a la desembocadura del río para acoger una comunidad de acuáticas con mayor presencia de especies de aguas salobres, como la misma cerceta pardilla.



Fotografía 40. Águila pescadora (*Pandion haliaetus*) hembra adulta invernante en el vaciadero de Butano durante los meses de enero y febrero de 2020, posada sobre apoyo eléctrico de diseño trebolillo canadiense en la línea que transcurre entre los recintos del vaciadero y la orilla del río Guadalquivir (izquierda). Macho adulto comiendo un gran barbo, posado sobre apoyo eléctrico próximo al vaciadero de Butano a mediados de junio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



Fotografía 41. Cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*) adulta descansando en la orilla de una de las islas artificiales de Horcada1 a finales de abril (izquierda), y adulto en aguas abiertas de una laguna restaurada próxima al vaciadero de los Yesos a principios de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En Butano2 se registró el 18/04/2020 el único ejemplar de **focha moruna** observado en los vaciaderos durante el seguimiento. Se encontraba en la zona E cerca de la caja de agua, la zona más profunda donde se alimentaba de macrófitos acuáticos. Esta especie de climas cálidos selecciona humedales tranquilos de cierta profundidad, agua dulce o ligeramente salobre, con abundante vegetación palustre y sumergida, que comparte con su congénera la focha común. Es un reproductor muy escaso en Andalucía y zonas del levante peninsular. En el núcleo de la Cañada de los Pájaros (13 km desde Butano) se realiza cría en cautividad y suelta de esta especie. Aunque el ejemplar observado no portaba collar de identificación, no puede descartarse su procedencia de la Cañada.



Fotografía 42. Garcillas cangrejas (*Ardeola ralloides*) adulta alimentándose en la orilla vegetada del *finger* en Butano2 a mediados de junio de 2020 (izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Por último, se registraron dos individuos de **gacilla cangrejera** en el lado N-NE del recinto de Buntano2 el día 14/06/2020. Ambos ejemplares estaban próximos entre sí pescando insectos o anfibios en la orilla E del *finger*. Uno de ellos capturó un gran insecto en tierra que engulló después de mojarlo. Ocupa humedales de agua dulce con abundante vegetación palustre en su entorno y nidifica en colonias mixtas con otras ardeidas y moritos. Es un reproductor estival más abundante que el resto de especies catalogadas pero sufre fluctuaciones importantes dependientes de la sequía y la disponibilidad de hábitat.

4.6. Especies de interés

En el Protocolo de manejo y la Propuesta de actuaciones de la presente campaña se mencionaban explícitamente al **martín pescador** (*Alcedo atthis*) y el **avión zapador** (*Riparia riparia*) como especies de interés a tener en cuenta en las actuaciones ambientales. Ambas especies presentan poblaciones reproductoras en disminución o muy poco conocidas en el bajo Guadalquivir y ocupan taludes terrosos más o menos próximos a medios acuáticos para nidificar. Los taludes artificiales construidos en los vaciaderos tienen como objetivo no solo el abejaruco europeo, sino también estas dos especies mucho más escasas.

El martín pescador se registró en sendas ocasiones en el mismo vaciadero del Yeso1 en los meses de diciembre y enero (Tabla 8). En el primer caso se trataba de un individuo en vuelo sobre el lado sur y en el segundo de un ejemplar volando por el canal situado entre la mota norte del recinto y la carretera SE-9013 (Cta. del Práctico). Ambos registros corresponden a uno o dos individuos de la población invernante en el bajo Guadalquivir.

Tabla 8. Detalles de las observaciones de martín pescador (*Alcedo atthis*) y avión zapador (*Riparia riparia*) observados durante el seguimiento de los vaciaderos terrestres entre noviembre de 2019 y junio de 2020.

Especie	Sector	Fecha	Hora	N	Lugar	Comportamiento
	Horcada2	05/11/19	11:15	1	Subsector N	Vuelo
Avión zapador (<i>Riparia riparia</i>)	Yeso1	09/05/20	14:50	1	Lado O, sobre taludes de abejaruco	Vuelo bajo
	Horcada2	29/06/20	18:05	2	Subsector S	Vuelo bajo E-O
	Yeso1	29/06/20	10:05	2	Lado N	Vuelo bajo NE-SO
Martín pescador (<i>Alcedo atthis</i>)	Yeso1	10/12/19	13:05	1	Lado S	Vuelo O-E
	Yeso1	08/01/20	10:20	1	Lado N, entre canal y Cta. del Práctico	Vuelo

El avión zapador fue observado en cuatro ocasiones en los vaciaderos de la Horcada2 y el Yeso1 (Tabla 8). En total sumaron seis individuos, uno de ellos posiblemente en paso otoñal y los otros cinco en pleno periodo reproductor. Sin embargo fueron observaciones puntuales de ejemplares divagantes alimentándose en vuelo bajo sobre la zona, sin indicios de reproducción.

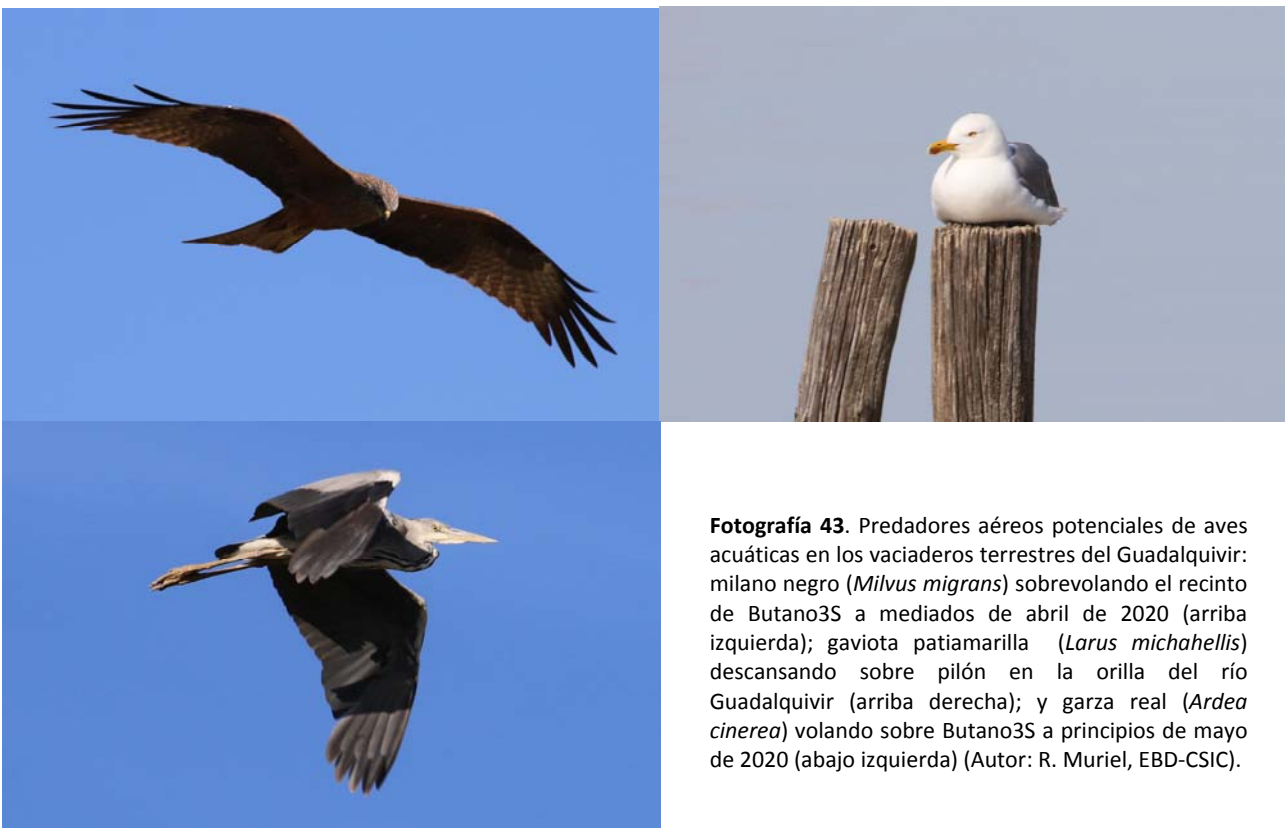
Cabe destacar el registro de la presencia de la **nutria europea** (*Lutra lutra*) mediante la detección de huellas en dos ocasiones en la orilla próxima a la caja de agua en Butano3S. Aunque en los recintos no hay poblaciones de especies presa habituales de la nutria, como peces o cangrejos de río, si hay anfibios y pollos de aves acuáticas que pueden ser presa ocasional.

4.7. Amenazas potenciales e incidencias

4.7.1. Predadores

Durante el periodo reproductor y sobre todo en la fase de cría de pollos, se observó comportamiento de alarma y defensa frente a posibles predadores, particularmente en la cigüeñuela común y avoceta común, cuyos pollos no volantones se mueven por las orillas y son más susceptibles de ser capturados.

Este comportamiento se observó principalmente frente a las aves de presa, como el abundante milano negro (*Milvus migrans*), pero en ocasiones también frente a garzas reales (*Ardea cinerea*) y gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*). Aún así, no se constató ningún ataque directo de predadores aéreos a aves acuáticas, aunque si se observó un milano negro transportando un posible pollo de limícola no identificado (Horcada2, 14/06/2020).



Fotografía 43. Predadores aéreos potenciales de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir: milano negro (*Milvus migrans*) sobrevolando el recinto de Butano3S a mediados de abril de 2020 (arriba izquierda); gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*) descansando sobre pilón en la orilla del río Guadalquivir (arriba derecha); y garza real (*Ardea cinerea*) volando sobre Butano3S a principios de mayo de 2020 (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

La presencia cercana de predadores terrestres y del propio observador también desencadenó la respuesta de alarma. Durante los censos se observó la presencia directa o indirecta a través de huellas y/o excrementos de al menos tres posibles predadores terrestres silvestres: zorro común (*Vulpes vulpes*), jabalí (*Sus scrofa*) y nutria europea, y de uno doméstico, el perro (*Canis lupus familiaris*). En el Anexo II se recopilan todos los registros de presencia directa o indirecta de predadores terrestres.

La presencia de nutria y jabalí se confirmó en Butano3S a partir de huellas en la orilla o la mota, mientras que el zorro fue observado en dos ocasiones entre Butano3S y la orilla del río, y en el Yeso1, además de posibles huellas y excrementos en los mismo lugares. El predador terrestre detectado con mayor frecuencia, con diferencia, fue el perro, con 16 individuos cimarrones o de propiedades cercanas registrados en 6 ocasiones diferentes, en grupos de 2 a 5 individuos, a lo largo de todo el periodo de seguimiento y en todos los vaciaderos. En ningún caso se observó el ataque directo de perros a aves acuáticas, pero si comportamiento de búsqueda en los márgenes interiores de las balsas.



Fotografía 44. Indicios de presencia de potenciales predadores terrestres silvestres de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir: huella de nutria europea (*Lutra lutra*) en la orilla fangosa de Butano3S, cerca de la caja de agua, en diciembre de 2019 (arriba izquierda); huella de jabalí (*Sus scrofa*) sobre la mota norte de Butano3N, a finales de enero de 2020 (arriba derecha); posible excremento de zorro común (*Vulpes vulpes*) sobre la caja de agua de Butano3S en junio de 2020 (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.7.2. Molestias

Durante la primera quincena de junio se han producido vuelos a baja altura de **avionetas** dedicadas a la siembra de arrozales en el entorno del vaciadero de la Horcada. Este vaciadero se sitúa justo en el extremo sur de los arrozales del Brazo del Este y muy próximo a la gran extensión de tablas de Isla Mayor al otro lado del río. Durante las labores de siembra de los campos situados al norte de la Horcada, algunas avionetas realizaron pasadas sucesivas a muy baja altura y muy próximos a los recintos y su entorno inmediato. Aunque los vuelos más cercanos se produjeron sólo durante unos pocos días, suponen una molestia potencial por el ruido y el impacto visual durante el periodo reproductor.

Se ha detectado la entrada de **vehículos a motor** en el interior de los vaciaderos. Sólo en una ocasión se ha observado la presencia directa de un turismo con personal no autorizado entrando en Horcada2 por la cancela abierta de la entrada SO del vaciadero. El vehículo permaneció estacionado cerca de la orilla del río para volver a salir poco tiempo después. La mayor parte de vehículos registrados se corresponde con rodaduras de motocicletas, especialmente de motocross, en el interior de los tres vaciaderos, pero sobre todo en la Horcada, donde no hay restricciones físicas al acceso. La mayor parte de los rastros se localizan

sobre las motas perimetrales, pero también se ha observado el paso por zonas secas del interior de los recintos (e.g. Yeso2, Horcada2). La circulación descontrolada de estos vehículos puede ahuyentar a la avifauna y provocar fracaso reproductor si se produce por el interior de las balsas durante la nidificación.

En las proximidades del vaciadero de la Horcada se registraron varias **detonaciones** en tres días diferentes en los meses de abril, mayo y junio. Al menos en los dos primeros casos parecía tratarse de algún sistema anti-pájaros de gas comprimido localizado en los cultivos intensivos al sur del vaciadero destinado a minimizar las pérdidas durante la siembra/plantación de las parcelas. En el tercer caso se trataba de detonaciones inespecíficas al norte del vaciadero que podrían deberse a un sistema similar o incluso a armas de fuego. Precisamente, en el interior del sector Yeso1 se encontraron en marzo varios cartuchos de escopeta relativamente recientes. En ninguno de los casos se observó un comportamiento anómalo en las aves que ocupaban el interior del vaciadero. Cabe recordar que la caza está prohibida dentro del dominio público hidráulico y su zona de servidumbre, y que aun estando autorizada en cotos de caza limítrofes, puede tener un impacto directo sobre las aves en los vaciaderos incluso aunque no sean las especies objetivo (e.g. caza de conejo, abundante en la Horcada y el Yeso).



Fotografía 45. Molestias potenciales detectadas dentro o en la periferia de los recintos de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir: avioneta de siembra de arroz sobrevolando a baja altura la periferia cercana del vaciadero de la Horcada a principios de junio de 2020 (arriba izquierda); rodadura de motocicleta de cross en la mota norte de Butano3N y 3S a mediados de mayo de (arriba derecha); cartucho de caza usado en Yeso1 a principios de marzo (abajo izquierda); y rebaño de ovejas transitando y pastando próximo a la mota este en Horcada1 a mediados de abril de 2020 (abajo derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En los vaciaderos de Butano y la Horcada se comprobó el tránsito frecuente de **rebaños de ovejas** por la periferia, mota perimetral e incluso el interior de los recintos. Se trata de dos rebaños acompañados por el pastor y perros que pastan en la zona de El Copero-Guadaira y la franja de dominio público desde el sur del Brazo del Este hasta la Señuela, respectivamente. La presencia de ovejas no supone en sí mismo un problema para las aves, pero el pisoteo reiterado de orillas y el ramoneo descontrolado pueden tener efectos locales no deseados sobre el desarrollo de la vegetación palustre, la formación de pantallas vegetales en las motas, o la recuperación del bosque de ribera, si no se regula adecuadamente. Además, los perros que acompañan a los pastores pueden actuar ocasionalmente como predadores si transitan por el interior de los recintos. Los efectos de compactación y erosión por pisoteo frecuente se observan principalmente sobre sustratos arcillosos con poca cobertura vegetal de la periferia N y S de la Horcada1, y el ramoneo tras desbroce se constató en la mitad NE de Butano1.

4.7.3. Tendidos eléctricos

En el vaciadero de Butano existe una línea eléctrica de distribución que recorre en paralelo el lado NO entre la mota de los cuatro recintos del vaciadero y la orilla del río Guadalquivir. Parte del vértice NE próximo a la glorieta de acceso al recinto militar de El Copero, donde la línea se soterra, y continúa por la margen del río hacia el SO. En el tramo de 1.5 km de longitud correspondiente al vaciadero de Butano hasta el soterramiento hay un total de 21 apoyos eléctricos de diversa tipología y peligrosidad. La mayoría de ellos (N = 18; 85.7%) son de baja peligrosidad (i.e. tresbolillo suspendido o canadiense suspendido), pero hay tres de peligrosidad alta o muy alta con diseño de amarre y fin de línea con seccionadores sin aislamientos (Tabla 9; Figura 37). Ninguno de los apoyos presenta medidas de corrección.

Tabla 9. Lista de apoyos según sector y tipología de la línea eléctrica de distribución entre los recintos del vaciadero de Butano y la orilla del Guadalquivir.

Sector	Tipología	Numero	Peligrosidad
Butano1	Tresbolillo suspendido	6	Baja
	Amarre	1	Alta
	Amarre con puente superior	1	Muy alta
	Amarre fin de línea con seccionador	1	Alta
	Tresbolillo atirantado fin línea con seccionador	1	Baja
Butano2 y 3	Canadiense suspendido	11	Baja

Se han registrado al menos tres especies de aves rapaces utilizando alguno de estos apoyos como posadero (Tabla 10). El milano negro (*Milvus migrans*) ha sido la más frecuente (50%), seguida de dos registros de águila pescadora probablemente correspondientes a un mismo individuo invernante en la zona, y otros dos de cernícalo vulgar. El milano negro se reproduce en el bosque de ribera cercano y es una especie abundante en la zona desde la primavera. Otras especies de rapaces como el busardo ratonero (*Buteo buteo*) y el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) presentes en la zona, no se han observado posadas en los apoyos. Los abejarucos europeos y otras especies de passeriformes (e.g. alcaudón común, pardillo común, gorrión común, verderón común, serín verdecillo), han utilizado también los cables de la línea como posadero sin riesgo de electrocución.

El 08/06/2020 se revisó la base de los apoyos del sector de Butano1 (N = 10), donde se encuentran los tipos de mayor peligro, y no se encontró restos de ninguna especie. Falta por revisar los correspondientes al sector de Butano2 y 3 (N = 11) de menor peligrosidad, pero que ha fecha del informe se encontraban rodeados de un espeso cardal alto de muy difícil acceso.

Tabla 10. Lista de ejemplares de aves rapaces registrados sobre apoyos eléctricos de la línea de distribución entre los recintos del vaciadero de Butano y la orilla del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2019-20. Los dos registros de águila pescadora podrían corresponder con mismo individuo invernante.

Especie	Nombre científico	Fecha	Sector
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	19/11/19	Butano1
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	11/02/20	Butano2
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	26/02/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	25/03/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	03/04/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	24/05/20	Butano3S
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	08/06/20	Butano2
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	08/06/20	Butano3S
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	29/06/20	Butano3S



Figura 37. Localización de la línea eléctrica de distribución en el vaciadero de Butano y tipología de los apoyos eléctricos:

- Círculo blanco: canadiense suspendido.
- Doble círculo blanco: tresbolillo suspendido.
- Doble círculo amarillo: amarre con o sin puente superior.
- Doble círculo rojo: tresbolillo atirantado de amarre.
- Doble círculo azul: amarre con seccionador.



Fotografía 46. Tres de los apoyos más peligrosos del tendido eléctrico de distribución en Butano1, con diseño de amarre con o sin seccionadores o puentes por arriba (derecha). Milano negro (*Milvus migrans*) posado sobre apoyo tipo tresbolillo no peligroso en el entorno del río Guadalquivir a principios de marzo (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.7.4. Escombros y basura

La falta o deterioro de las barreras físicas al acceso de personal no autorizado al interior de los vaciaderos facilita el uso de puntual de los mismos como lugar de depósito de escombros y basuras no autorizadas. El caso más evidente se encuentra en la explanada al NE de Butano1, a la que se accede directamente desde la Ctra. de El Copero y en la que se acumulan importantes acopios de escombros no autorizados con residuos sólidos.

Dentro de los recintos también se encuentran depósitos puntuales de residuos. Por ejemplo, la formación del talud T2 para abejaruco en Butano2 se hizo con un acopio cercano de tierra con un contenido importante de residuos sólidos y escombros que afloran en el corte interior del talud. En el interior de Yeso1 existen varios acúmulos de escombros en su parte centro-sur y se observa la presencia de escombros semienterrados mezclados con el sustrato de la base del carril central.

Finalmente, hay que mencionar la presencia no intencionada de abundantes residuos sólidos mezclados con restos vegetales producto del arrastre y depósito en las orillas del Guadalquivir, como se puede observar en la orilla despejada de Horcada2.



Fotografía 47. Acúmulos de escombros colindante a la mota suroeste de Yeso2 (Izquierda). Escombros y residuos sólidos semienterrados en el carril central dentro de Yeso1 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.7.5. Mortalidad

A lo largo del periodo de seguimiento se encontraron cuatro aves acuáticas muertas en el interior de dos recintos de Butano, todas ellas en primavera y verano:

- Butano3S: el día 09/03/2020 se observa un cadáver de pagaza piquirroja y otro de la misma especie o gaviota reidora, en la zona emergida rodeada de aguas someras del centro sur del subsector este. El día 24/05/2020 se registra otro cadáver de pagaza piquirroja en una zona similar, en el tercio sur del subsector E. En todos los casos no se pudo acceder hasta los cuerpos debido al encharcamiento y el fondo blando impracticable.
- Butano2: el día 29/06/2020 se registra el cadáver de una hembra adulta de cigüeñuela común en el agua de la orilla S-SE. No se apreciaron fracturas aparentes en los huesos largos y el plumaje parecía intacto.

En ningún caso pudo determinarse la causa de muerte. Aunque no se puede descartar un origen antrópico (e.g. disparo), es más probable que las muertes respondan a factores naturales. En todo caso, es improbable que se deban a la intoxicación por la proliferación de bacterias o bacilos, teniendo en cuenta las fechas y los pocos cadáveres encontrados.



Fotografía 48. Cadáver de hembra adulta de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) encontrado en la orilla sureste de Butano2 a finales de junio (izquierda). Restos de búho chico (*Asio otus*) semienterrados en el lado sur de Yeso1, hallados a mediados de abril de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Además de aves acuáticas, el día 18/04/2020 se localizó el cadáver de un búho chico (*Asio otus*) semienterrado en el lado sur de Yeso1. El cadáver reseco se encontraba relativamente bien preservado gracias al sustrato arenoso bien drenado. No se pudo determinar la causa de muerte.

4.7.6. Incidencias

Se listan a continuación una serie de incidencias identificadas durante los censos periódicos de los vaciaderos con impacto sobre las actuaciones ambientales implementadas, la presencia y comportamiento de las aves de interés en los recintos afectados, y/o que podrían haberse sometido a planificación previa y consensuada para evitar o minimizar impactos y desarrollar un manejo integral más eficiente:

- Más de la mitad (15 m) de la longitud del talud (T1) creado para el abejaruco europeo junto a la caja de agua en el sector de Butano2, fue desmantelado y allanado al nivel de la mota durante la tercera semana del mes de mayo de forma no intencionada por operarios de la contrata CORESA (Fig. 38). Se trataba de uno de los dos taludes construidos como parte de las actuaciones destinadas a proporcionar sustrato de nidificación para la especie, que habían sido desbrozados y reperfilados por la propia CORESA el 08/04/2020 a petición del equipo de seguimiento. Con la remoción parcial del talud se destruyeron 35 m² de frente de talud y desapareció el 73% de los 26 orificios excavados por los abejarucos (conteo máximo 17/05/2020, 12.1% del total en el sector), si bien la mayoría eran incipientes y la reproducción era posible pero no segura. Los materiales retirados se utilizaron para ensanchar el tramo del carril, quizá con el fin de permitir cruce de maquinaria.



Fotografía 49. Talud para abejaruco europeo (T1) junto a caja de agua en Butano2, parcialmente desmantelado a finales de mayo (izquierda). Misma imagen al paso de un camión transportando materiales de Butano1 a 3N (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

- Durante la segunda quincena del mes de mayo camiones volquete de gran tonelaje (*Lagartos*) transitaron con frecuencia elevada (3 min, turnos de mañana y tarde), velocidad moderada y en sentido único sobre los carriles reacondicionados de la mota perimetral de Butano2, con el fin de transportar áridos entre la zona de extracción en Butano1 y la zona de depósito al sur de Butano3N (Fig. 38). La velocidad de circulación y la ausencia de precipitaciones contribuyeron a la formación de grandes nubes de polvo en suspensión que cubrieron la vegetación del entorno a varios metros de altura y distancia. El impacto fue mayor en los lados O y NO donde no existe orla de tarajes suficientemente desarrollada que actúe de pantalla física. El paso constante de maquinaria pesada, junto con el ruido y el polvo pudieron provocar molestias, particularmente al abejaruco europeo por la disposición de su principal colonia en el talud largo en la esquina oeste. De hecho, se constató un descenso acusado en el recuento de la especie en Butano2, pasando de 25 ejemplares el día 09/05/2020, antes del incidente, a sólo 6 el 24/05/2020, para volverse a recuperar hasta 10-14 individuos en los dos siguientes censos, una vez cesado el tránsito, aunque localizados con preferencia en los taludes y tendido eléctrico del lado NO.



Fotografía 50. Vegetación cubierta de polvo levantado por el paso constante de camiones en la zanja y talud oeste donde se encuentra la principal colonia de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) (izquierda), y en la orla de tarajes que forma una pantalla aislante entre el carril y la balsa en el lado SO (derecha), de Butano2 a finales de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

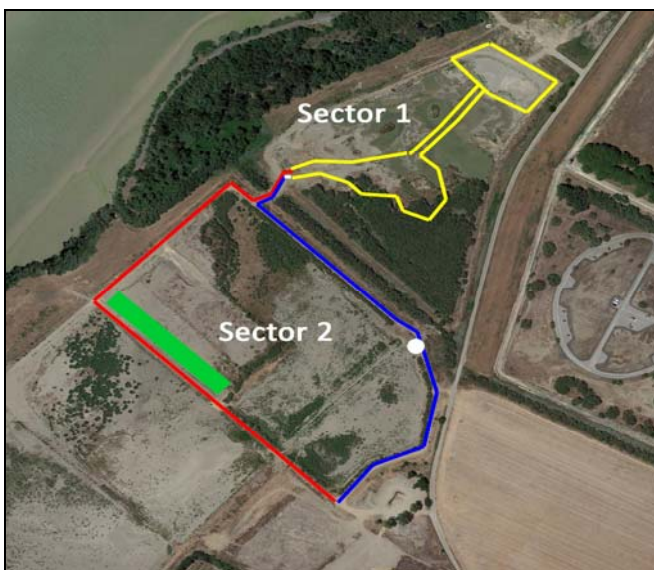


Figura 38. Localización de las incidencias reportadas en el presente informe en los sectores 1 y 2 del vaciadero de Butano. Línea azul: carriles utilizados para el traslado en camiones de materiales desde el Butano1 hasta 3N. Línea roja: carril utilizado para el retorno de los camiones desde Butano3N hasta 1. Polígono amarillo: zonas en la que se han extraído sedimentos de Butano1. Punto blanco: talud para abejaruco europeo (T1) junto a la caja de agua parcialmente desmantelada. Polígono verde: zanja y talud noroeste donde se encuentra la principal colonia de abejaruco europeo del vaciadero afectado por el paso de maquinaria pesada y el polvo.

- Durante la extracción de áridos en Butano1 y Yeso1 se han reformado completamente ciertos tramos de la mota perimetral de los recintos, lo que ha supuesto el desbroce de la vegetación leñosa incipiente que se desarrollaba en la cara interior de la mota (Fig. 38, 39). En Butano1 la extracción y remodelado de la

mota se ha realizado en el extremo NE, con nuevos desbroces y extracciones en la parte central. En el Yeso1 se ha reformado todo el lateral E y parte del SE, afectando a la franja de tarajal maduro, así como un pequeño tramo en el lado NO. La vegetación leñosa pionera (e.g tarajes) desarrollada sobre el talud interior de la mota perimetral cumple una importante función de consolidación de la mota frente a la erosión, forma una pantalla vegetal que aísla físicamente el interior de los recintos de molestias visuales, sonoras y polvo en suspensión, y proporcionen refugio y alimentos a las aves, incluidas algunas acuáticas que nidifican en orilla vegetadas y ramas semihundidas (e.g. focha común, zampullín común).



Fotografía 51. Extracción de materiales y remodelación completa de la mota perimetral en el lado NE (izquierda), y extracción de materiales en curso en el frente de los acopios de materiales antiguos cubiertos por tarajal maduro (derecha), en el sector Butano1 desde el mes de mayo de 2020 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



Figura 39. Localización de las incidencias reportadas en el presente informe en el sector Yeso1. Polígono amarillo: tramos de la mota perimetral desbrozados y remodelados. La remodelación afectó al extremo NE de la orla de tarajes maduros.

Los trabajos de extracción de sedimentos en sectores no inundados deberían estar sujetos a una planificación coordinada en concordancia con el objetivo de gestión integrada del Protocolo de manejo de los vaciaderos. Esto supone incorporar a todas las partes involucradas en la gestión de los vaciaderos, incluidos los diversos contratistas, para evitar incidentes irreversibles o para fijar ciertas pautas de diseño importantes (e.g. respetar taludes internos de mota perimetral) previas a la ejecución de actuaciones ambientales específicas. Es además una forma más eficiente de proceder, que reduce costes posteriores durante la ejecución de las actuaciones al reducir el movimiento de materiales y predisponer elementos sin apenas esfuerzo (e.g. no retirar materiales de islas).

5. CONCLUSIONES

A continuación se resumen las principales conclusiones derivadas de los resultados obtenidos durante el periodo de seguimiento de los vaciaderos terrestres y de la comunidad aves acuáticas y especies de interés presentes en los mismos. Se presta especial atención a la información con utilidad directa para completar y mejorar las actuaciones recomendadas en el Protocolo de manejo:

- La escasa inundación e hidroperiodo más corto en la marisma estacional debido al déficit pluviométrico del otoño e invierno, unido el retraso en la inundación del arrozal al final de la primavera, limitaron la disponibilidad de hábitats húmedos durante la invernada y la reproducción en el bajo Guadalquivir, lo que podría haber favorecido el uso de los recintos inundados de los vaciaderos por las aves acuáticas.
- El sellado de la caja de agua en Butano2 permitió maximizar el hidroperiodo, mientras que las filtraciones en la caja de agua y un menor volumen efectivo de inundación favorecieron un secado más temprano de Butano3S. En Horcada1 el volumen de vertido y la profundidad fueron muy inferiores a lo previsto, lo que limitó el potencial del sector y de las actuaciones (e.g. islas, penínsulas).
- La comunidad de aves acuáticas fue mucho más rica, abundante, diversa y homogénea en los sectores inundados, con o sin actuaciones específicas, que mantuvieron una lámina de agua suficiente desde la invernada hasta el periodo reproductor.
- En los sectores inundados la comunidad de aves acuáticas fue menos diversa, menos uniforme y con abundancia más variable en otoño-invierno debido a la presencia de grandes bandos mono-específicos en paso y dispersión, y más rica, diversa, homogénea y con abundancias más estables durante el periodo reproductor.
- Un hidroperiodo prolongado, las actuaciones de diseño funcionales (e.g. islas, fondos) y ciertas características intrínsecas (e.g. productividad primaria, ubicación) favorecieron mayor variabilidad de ambientes y condiciones más favorables para la reproducción dentro de un mismo recinto, de un mayor número de especies de aves acuáticas, durante un periodo más prolongado y con mayor productividad acumulada (e.g. Butano2 vs otros recintos inundados).
- Es probable que las propiedades combinadas del vertido y los materiales que conforman el vaso (e.g. salinidad, nutrientes) determinen la productividad primaria de las aguas y orillas una vez inundados los recintos, y por tanto influyan en la composición, abundancia y diversidad de la comunidad de aves acuáticas sustentada. Por ejemplo, el desarrollo de macrófitos acuáticos y vegetación anual/bianual en las orillas fue mayor en Butano2 y 3S que en la Horcada1, donde dominan comunidades halófilas perennes.
- Además de la variabilidad intra-recinto, una mayor variabilidad en hábitats, condiciones, ubicaciones en el curso río y contextos ambientales, entre recintos dentro de vaciadero y entre vaciaderos, podría favorecer una mayor riqueza y diversidad de aves acuáticas a nivel global (i.e. diversidad β), y la presencia y nidificación de especies de interés con requerimientos diferentes.
- Las superficies emergidas y rodeadas de agua a cierta distancia de las orillas perimetrales, tanto espontáneas como islas artificiales, fueron lugares preferentes para el descanso y refugio de la gran mayoría de aves acuáticas, y para la nidificación de limícolas, fochas y probablemente anátidas.
- El desarrollo profuso de vegetación sobre las islas espontáneas o artificiales, limitó su potencial como zona de nidificación para especies de larolimícolas como cigüeñuelas, que utilizaron únicamente las orillas, o avocetas, que seleccionaron islas despejadas con escasa o nula vegetación. Estas especies seleccionan probablemente zonas con un campo visual amplio, libre de obstáculos para detectar la aproximación de predadores. Sin embargo, la vegetación favoreció la nidificación de fochas en los bordes y probablemente anátidas en su interior, que buscan mayor cobertura para proteger los nidos.
- El número máximo de nidos estuvo relacionado directamente con el tamaño de las islas y su ubicación respecto al perímetro, mientras que el periodo de nidificación dependió de la duración del aislamiento

(desconexión de orillas). Por ejemplo, las mayores densidades de nidos de avoceta en Horcada1 se dieron en islas más distanciadas de las orillas y con mayor periodo de aislamiento, y el periodo de nidificación de la cigüeñuela en Butano2 fue más largo en las islas artificiales, que mantuvieron su aislamiento hasta el final del seguimiento.

- Las orillas de diques, *fingers* o perimetrales con suficientes cobertura vegetal y tranquilidad también fueron zona de nidificación para fochas, zampullines y posiblemente anátidas.
- Las penínsulas incrementaron la heterogenidad y longitud de las orillas perimetrales, pero aunque fueron utilizadas como zonas de alimentación de limícolas y de refugio de fochas, gallinetas y limícolas, según su disposición y ubicación, no ofrecieron todo su potencial debido a las variaciones de diseño (e.g. orillas de mayor pendiente, cotas de coronación elevadas) o la insuficiente inundación (e.g. Horcada1).
- Las zonas de aguas someras (< 20 cm), de cierta superficie y a una distancia mínima de las orillas perimetrales, fueron utilizadas intensivamente como lugares de alimentación por limícolas, moritos y flamencos. Las orillas perimetrales o de mayor pendiente fueron también utilizadas por algunas limícolas como cigüeñuelas, andarríos y chorlitejos.
- Las zonas más profundas (≥ 0.5 m) con abundante desarrollo de macrófitos acuáticos fueron usadas como zona de alimentación por especies buceadoras, como porrones, pato colorado, fochas y zampullines.
- La presencia de especies piscívoras (e.e. cormoranes, águila pescadora, ardeidas) fue ocasional, generalmente relacionada con el uso de los recintos como zona de descanso o para alimentarse de invertebrados y anfibios (ardeidas).
- Los taludes artificiales para abejaruco europeo fueron ocupados (i.e. perforación de galerías) cuando se utilizaron materiales limoso-arenosos, el frente estuvo despejado de vegetación y con perfil vertical, y se ubicaron en zonas relativamente abiertas.
- Las pantallas de vegetación leñosa con suficiente desarrollo en altura, anchura y espesor sobre la cara interna de la mota perimetral favorecieron la consolidación de la propia mota frente a la erosión, proporcionaron aislamiento visual, sonoro y físico frente a molestias y polvo en suspensión, proporcionaron lugares de nidificación para acuáticas en orillas tranquilas y zonas de alimentación, refugio y nidificación para paseriformes.
- La obtención periódica de imágenes ortomosaico desde dron promete ser un método eficaz y preciso para seguir la evolución de láminas de agua, profundidades, el estado de la vegetación e incluso con potencial para el censo de aves y localización de nidos. No obstante, deberá complementarse con la instalación correcta de escalas limnimétricas para registro directo de profundidad.
- Se registraron amenazas potenciales que podrían afectar a la comunidad de aves y que deberían ser controladas de forma preventiva. Principalmente relacionadas con la presencia reiterada de predadores domésticos (e.g. perros), molestias de origen humano por acceso ocasional no autorizado de personas y vehículos, y presencia de apoyos eléctricos de alto riesgo para rapaces.
- El control periódico de los recintos ha demostrado ser útil, no solo para el seguimiento de la comunidad de aves acuáticas, sino también para la detección de incidentes con impacto potencial sobre la comunidad de aves. Es importante la planificación coordinada de los trabajos de extracción y adecuación de recintos, haciendo hincapié en la zonificación, el calendario de operaciones y la transmisión de información entre promotor, contratistas y responsables de seguimiento.

6. AGRADECIMIENTOS

Al personal del LAST-EBD y, en especial, a David Aragonés por su ayuda para la obtención y procesado de imágenes satelitales, y series de inundación de hábitats y vaciaderos en el bajo Guadalquivir. Gracias también a M. de Lucas por la supervisión del proyecto, a C. Florencio y J. Mañas por su colaboración en el campo y a M. Barbero por su asistencia técnica en la adquisición y procesamiento de imágenes aéreas con dron. Igualmente, agradecer a DRAVOSA y, en especial, a C. Osborne, por su ayuda logística durante las labores de remodelación y vertido en los vaciaderos, y a CORESA por su colaboración durante el seguimiento, especialmente en la remodelación de taludes artificiales.



Fotografía 52. Bando en paso de chorlitejos grandes (*Charadrius hiaticula*) sobrevolando Horcada1 a principios de mayo (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

ANEXO I – Tabla resumen de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres

Número total, porcentaje respecto al total de la especie (%sp) y porcentaje respecto al total global (%tot) de las especies de aves ligadas a medios acuáticos registradas utilizando los vaciaderos para en cada uno de los siete sectores y el conjunto de vaciaderos (Total).

Nombre común	Nombre científico	TOTAL		Butano1			Butano2			Butano3S			Horcada1			Horcada2			Yeso1			Yeso2		
		N	%	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot
Agachadiza chica	<i>Lymnocyptes minimus</i>	2	0.02				1	50.00	0.01				1	50.00	0.01									
Agachadiza común	<i>Gallinago gallinago</i>	65	0.70				56	86.15	0.61	4	6.15	0.04	2	3.08	0.02	2	3.08	0.02				1	1.54	0.01
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	4	0.04				3	75.00	0.03				1	25.00	0.01									
Aguilucho lagunero occidental	<i>Circus aeruginosus</i>	1	0.01										1	100.00	0.01									
Aguja colinegra	<i>Limosa limosa</i>	3	0.03							3	100.00	0.03												
Ánade friso	<i>Mareca strepera</i>	7	0.08				3	42.86	0.03				4	57.14	0.04									
Ánade azulón	<i>Anas platyrhynchos</i>	468	5.06				146	31.20	1.58	32	6.84	0.35	281	60.04	3.04	6	1.28	0.06	3	0.64	0.03			
Andarrío grande	<i>Tringa ochropus</i>	65	0.70				6	9.23	0.06	27	41.54	0.29	11	16.92	0.12	20	30.77	0.22	1	1.54	0.01			
Andarríos chico	<i>Actitis hypoleucos</i>	123	1.33				31	25.20	0.34	55	44.72	0.59	12	9.76	0.13	16	13.01	0.17	6	4.88	0.06	3	2.44	0.03
Archibebe claro	<i>Tringa nebularia</i>	2	0.02							1	50.00	0.01				1	50.00	0.01						
Archibebe común	<i>Tringa totanus</i>	1	0.01							1	100.00	0.01												
Avefría europea	<i>Vanellus vanellus</i>	5	0.05				5	100.00	0.05															
Avoceta común	<i>Recurvirostra avosetta</i>	913	9.88				58	6.35	0.63	547	59.91	5.92	296	32.42	3.20	12	1.31	0.13						
Calamón común	<i>Porphyrio porphyrio</i>	8	0.09										8	100.00	0.09									
Canastera común	<i>Glareola pratincola</i>	91	0.98				83	91.21	0.90	5	5.49	0.05	2	2.20	0.02	1	1.10	0.01						
Caricero tordal	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	13	0.14										13	100.00	0.14									
Carricerín común	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	7	0.08										4	57.14	0.04	1	14.29	0.01				2	28.57	0.02
Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	25	0.27	1	4.00	0.01				5	20.00	0.05	7	28.00	0.08				10	40.00	0.11	2	8.00	0.02
Cerceta pardilla	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	1	0.01										1	100.00	0.01									
Cetiaruiseñor	<i>Cettia cetti</i>	75	0.81	17	22.67	0.18	33	44.00	0.36	11	14.67	0.12	11	14.67	0.12	3	4.00	0.03						
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>	106	1.15				20	18.87	0.22	47	44.34	0.51	18	16.98	0.19	13	12.26	0.14	8	7.55	0.09			
Chorlitejo grande	<i>Charadrius hiaticula</i>	529	5.72							33	6.24	0.36	35	6.62	0.38	459	86.77	4.97	2	0.38	0.02			
Chorlitejo patinegro	<i>Charadrius alexandrinus</i>	10	0.11										4	40.00	0.04				5	50.00	0.05	1	10.00	0.01
Chorlito gris	<i>Pluvialis squatarola</i>	1	0.01													1	100.00	0.01						
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>	4317	46.70				1368	31.69	14.80	1149	26.62	12.43	1767	40.93	19.12	26	0.60	0.28				7	0.16	0.08
Cormorán grande	<i>Phalacrocorax carbo</i>	3	0.03							3	100.00	0.03												
Correlimos común	<i>Calidris alpina</i>	17	0.18							11	64.71	0.12				6	35.29	0.06						
Correlimos gordo	<i>Calidris canutus</i>	1	0.01							1	100.00	0.01												
Correlimos zarapitín	<i>Calidris ferruginea</i>	27	0.29							27	100.00	0.29												
Cuchara común	<i>Anas clypeata</i>	49	0.53				5	10.20	0.05	19	38.78	0.21	25	51.02	0.27									
Espátula común	<i>Platalea leucorodia</i>	19	0.21							2	10.53	0.02	17	89.47	0.18									

Nombre común	Nombre científico	TOTAL		Butano1			Butano2			Butano3S			Horcada1			Horcada2			Yeso1			Yeso2		
		N	%	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot	N	%sp	%tot
Flamenco común	<i>Phoenicopterus roseus</i>	48	0.52				1	2.08	0.01	44	91.67	0.48	3	6.25	0.03									
Focha común	<i>Fulica atra</i>	492	5.32				296	60.16	3.20				196	39.84	2.12									
Focha moruna	<i>Fulica cristata</i>	1	0.01				1	100.00	0.01															
Fumarel cariblanco	<i>Chlidonias hybrida</i>	29	0.31				2	6.90	0.02				27	93.10	0.29									
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>	71	0.77				38	53.52	0.41	6	8.45	0.06	27	38.03	0.29									
Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>	17	0.18				1	5.88	0.01	9	52.94	0.10	6	35.29	0.06				1	5.88	0.01			
Garcilla cangrejera	<i>Ardeola ralloides</i>	2	0.02				2	100.00	0.02															
Garza imperial	<i>Ardea purpurea</i>	8	0.09				6	75.00	0.06				2	25.00	0.02									
Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	11	0.12				3	27.27	0.03	2	18.18	0.02	5	45.45	0.05	1	9.09	0.01						
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis</i>	2	0.02										2	100.00	0.02									
Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	359	3.88				64	17.83	0.69	295	82.17	3.19												
Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>	56	0.61				3	5.36	0.03	1	1.79	0.01	14	25.00	0.15	8	14.29	0.09	21	37.50	0.23	9	16.07	0.10
Morito común	<i>Plegadis falcinellus</i>	368	3.98				13	3.53	0.14	355	96.47	3.84												
Pagaza piconegra	<i>Gelochelidon nilotica</i>	35	0.38										35	100.00	0.38									
Pagaza piquirroja	<i>Hydroprogne caspia</i>	134	1.45				5	3.73	0.05	127	94.78	1.37	2	1.49	0.02									
Pato colorado	<i>Netta rufina</i>	226	2.44				80	35.40	0.87				146	64.60	1.58									
Porrón europeo	<i>Aythya ferina</i>	175	1.89				101	57.71	1.09				74	42.29	0.80									
Porrón pardo	<i>Aythya nyroca</i>	57	0.62				57	100.00	0.62															
Somormujo lavanco	<i>Podiceps cristatus</i>	1	0.01							1	100.00	0.01												
Zampullín común	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	194	2.10				144	74.23	1.56	4	2.06	0.04	46	23.71	0.50									

ANEXO II – Registro de amenazas potenciales

Registro de amenazas potenciales por predadores terrestres y molestias humanas observadas en los vaciaderos terrestres durante el periodo de seguimiento, exceptuando los trabajos propios de los vaciaderos.

Especie	Fecha	Sector	Tipo	Comentarios
Automóvil	29/06/20	Horcada2	Presencia	Vehículo entra por acceso SO abierto
Avioneta	08/06/20	Horcada1	Presencia	Pasadas a baja altura y ruido de avionetas de siembra
Avioneta	14/06/20	Horcada1	Presencia	Vuelos a baja altura (ruido) de avionetas de siembra
Avioneta	14/06/20	Horcada2	Presencia	Vuelos cercanos a baja altura (ruido) de avionetas de siembra
Caza	09/03/20	Yeso1	Presencia	Cartuchos de escopeta
Caza, explosiones	29/06/20	Horcada1		Detonaciones al N de armas o sistemas antiaves
Explosiones	11/04/20	Horcada1		Sistema antiaves en cultivos al S
Explosiones	09/05/20	Horcada1		Sistema antiaves en cultivos al S
Jabalí	30/01/20	Butano3N y 3S	Huellas	Grupo en mota y orilla río
Motocicleta	08/01/20	Horcada1	Rodaduras	Sobre mota
Motocicleta	08/01/20	Yeso2	Rodaduras	Subsector O
Motocicleta	27/01/20	Horcada2	Rodaduras	Subsector N
Motocicleta	11/02/20	Horcada2	Rodaduras	Recientes
Motocicleta	17/05/20	Butano3N y 3S	Rodaduras	Mota N
Nutria	10/12/19	Butano3S	Huellas	Caja de agua
Nutria	03/03/20	Butano3S	Huellas	Caja de agua
Oveja	08/01/20	Butano2	Huellas	
Oveja	11/02/20	Butano1	Huellas	Rebaño
Oveja	26/02/20	Horcada1	Huellas	Rebaño entre mota S y carretera
Oveja	03/03/20	Horcada1	Huellas	Rebaño en periferia de mota
Oveja	03/03/20	Horcada2	Huellas	Rebaño en mota
Oveja	25/03/20	Horcada1	Huellas, presencia	Rebaño y una oveja con cordero en mota N
Oveja	25/03/20	Horcada2	Huellas	Rebaño en mota N
Oveja	25/03/20	Butano1	Huellas	Ramoneo de rebaño
Oveja	18/04/20	Horcada1	Presencia	Rebaño con pastor y perros en periferia y mota E y S
Oveja	24/04/20	Horcada1	Huellas	Rebaño en mota y entorno N, E y S
Perro	19/11/19	Yeso2	Huellas	Grandes
Perro	08/01/20	Butano2	Huellas	
Perro	08/01/20	Horcada1	Huellas	
Perro	08/01/20	Horcada2	Huellas, excrementos	
Perro	08/01/20	Yeso2	Huellas	Grande
Perro	27/01/20	Butano2	Huellas	
Perro	27/01/20	Butano3S	Presencia	5 perros medianos entre mota y orilla de río
Perro	27/01/20	Yeso1	Huellas	
Perro	11/02/20	Horcada1	Presencia	2 perros medianos-grande en mota S
Perro	11/02/20	Yeso2	Presencia	2 perros guardianes de ganad al N
Perro	25/03/20	Yeso2	Huellas	Grandes
Perro	25/03/20	Horcada2	Huellas	Grandes
Perro	18/04/20	Horcada2	Presencia	3 perros medianos con pastor en periferia y mota E y S
Perro	18/04/20	Butano2	Presencia	2 perros medianos en carril O
Perro	24/04/20	Horcada2	Huellas, excrementos	Entre sectores
Perro	23/05/20	Yeso1	Huellas	
Perro	02/06/20	Horcada2	Huellas	Subsector N
Perro	29/06/20	Yeso2	Presencia	2 perros medianos entre subsectores
Zorro	19/11/19	Yeso1	Huellas	

Especie	Fecha	Sector	Tipo	Comentarios
Zorro	27/01/20	Butnao3S	Presencia	1 zorro en orilla río
Zorro	18/04/20	Butano3S	Huellas	Posibles
Zorro	14/06/20	Butano3S	Excremento	Posible, sobre caja de agua
Zorro	29/06/20	Yeso1	Presencia	1 zorro en lado O-centro

ANEXO III – Avance de actuaciones 2020-21

Se resumen, de forma preliminar, las principales líneas de actuación ambiental propuestas para la próxima campaña de vertidos 2020-21 en los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir. Las actuaciones han sido diseñadas adaptando el *Protocolo de manejo* en base al conocimiento adquirido durante el seguimiento de la presente campaña 2019-20, en relación a la evolución de las actuaciones acometidas y el comportamiento y uso de los recintos por la comunidad de aves acuáticas y de interés. Las actuaciones tienen como fin optimizar la presencia, abundancia, riqueza y diversidad de la comunidad de aves acuáticas y de ciertas especies de interés a lo largo del ciclo anual, con especial atención a los periodos de invernada y, particularmente, de reproducción, sin poner en riesgo los trabajos de vertido, confinamiento temporal y retirada de sedimentos en los vaciaderos.

Gestión de la lámina de agua

- Maximización del hidroperiodo en los sectores inundados. Garantizar la presencia de una lámina de agua de suficiente extensión y profundidad hasta final del mes de julio, para favorecer la nidificación y éxito reproductor de las aves acuáticas. Valorar la extensión del hidroperiodo en ciertos recintos para permitir la reproducción de especies tardías de especial interés, como la cerceta pardilla.
- En caso de que el vertido previsto no permita alcanzar la cota máxima de inundación, se complementará la impulsión mediante alguno de los siguientes métodos: bombeo activo post-vertido, aumento de la proporción de agua en las cántaras de la draga, y/o impulsión directa de agua desde la draga.
- Sellado hermético de la caja de agua una vez finalizado el vertido, que permita la regulación a demanda del nivel de la lámina de agua. Se dará prioridad a sistemas de impermeabilización de las tablas extraíbles de la caja, dejando como último recurso el acopio de sedimentos sobre el frente de la caja.
- Instalación de escalas limnimétricas en los recintos inundados para la lectura in situ de la cota de agua. Deberán cubrir el rango completo de cotas desde el punto de máxima profundidad hasta la cota máxima prevista, con solapamiento parcial entre escalas para lectura continua.

Refugio y nidificación

Creación de superficies emergidas, aisladas y seguras que reduzcan las molestias y el acceso de predadores terrestres. Se aplicará un diseño que permita comparar sistemas para minimizar el desarrollo de vegetación en superficies emergidas (malla anti-herbáceas vs inundación temporal), analizar la selección de sustrato de nidificación y determinar efecto de tamaño y borde sobre la densidad de nidificación:

- Construcción o remodelación de islas con superficie de 50 y 200 m² en coronación con forma 1:4 en planta y taludes con pendientes máximas 1:2.
- La mitad de la superficie de coronación de cada isla se cubrirá con sustrato limo-arcilloso y la otra mitad con capa de grava de ≥ 25 cm de profundidad.
- En la mitad de las islas se utilizará malla anti-herbáceas enterrada a 25 cm bajo la superficie, cubriendo el área de coronación y el tercio superior de los taludes.
- La cota final de coronación deberá situarse 25 cm por debajo de la cota máxima de agua en la mitad de las islas y a nivel de la cota máxima de agua en el resto. El nivel de agua se mantendrá máximo hasta el mes de marzo, cuando se reducirá lo suficiente para aflorar las superficies de coronación de las islas sumergidas.
- Se situarán en zona de máxima profundidad, utilizando los materiales del entorno próximo para su construcción.
- Separación mínima de 30 m respecto a orillas perimetrales y de 20 m entre islas.

- Se dispondrán paralelas en el sentido del eje mayor del recinto o subsector, alternas por tamaños y tratamiento anti-herbáceas, y sin solapamiento visual desde los puntos de observación previstos.
- Los tratamientos de inundación y malla anti-herbáceas se aplicarán de forma cruzada para garantizar al menos una isla por combinación de niveles.
- Creación de *fingers* con el fin de limitar las zonas de sedimentación en el punto (o puntos) de impulsión para la formación de zonas someras de alimentación, aumentar la longitud de la interfase tierra-agua y proporcionar zonas de refugio y nidificación. Se dispondrán en el punto medio del lado de la mota donde se realice la impulsión, de forma paralela al eje mayor del recinto. Longitud mínima igual a un tercio de la longitud del eje mayor del recinto y no superior a 100 m, con ancho en coronación de máximo 2 m y taludes con pendiente 1:1. Tras el vertido se eliminará un tramo de 10 m de longitud del *finger* a partir de los 10 primeros m desde la unión con la mota perimetral, para aislarlo de molestias y predadores terrestres.
- Disposición de troncos y grandes ramas en orillas y superficies emergidas como hábitat de nidificación de especies con nidos flotantes (e.g. zampullines, fochas). Se utilizarán restos de desbroce de recintos próximo o de arribazón en la orilla del río.

Orillas y fondos

Se crearán áreas perimetrales que aumenten la longitud de la interfase tierra-agua y la superficie de aguas someras < 50 cm de profundidad, complementarias a las playas emergidas en la zona de impulsión y preferentes para la alimentación y descanso de limícolas, ardeidas, moritos, flamencos, rálidos y anátidas de superficie:

- Construcción o remodelación de penínsulas en tándem sobre la cara interior de la mota perimetral en la zona alejada del punto de impulsión.
- Tendrán forma aproximada 1:1 en coronación, longitud de 25 m, separación en coronación dentro de tándem de 25 m y de mínimo 50 m entre tándems y respecto a las esquinas del recinto.
- La cota de coronación estará 25 cm por debajo de la cota máxima prevista de agua en la unión con la mota y 1 m en el borde distal, consiguiendo una superficie en rampa con mínima pendiente descendente.
- Los taludes frontales tendrán pendiente máxima 1:1 y 1:2 los laterales.
- Se construirán con materiales nativos limo-arcillosos, preferentemente de la zona de máxima profundidad donde se ubiquen las islas.

Además, se formarán áreas de profundidad máxima de 1-2 m una vez concluida la precipitación y estabilización de los sedimentos vertidos, adecuadas para la alimentación y descanso de anátidas buceadoras, zampullines, somormujos y fochas. Se crearán en el entorno de las islas y zonas centrales del recinto alejadas del punto de impulsión, aprovechando la movilización de materiales para la construcción de elementos.

Taludes de nidificación para abejaruco europeo

- Creación de taludes de 20 m de longitud y 2 m de alto sobre cota máxima de agua en la cara interior de la mota perimetral. Seguirán el diseño recomendado en el *Protocolo de manejo* y la propuesta de actuaciones 2019-20.
- Creación de taludes de 20 m de longitud y 2-3 m de alto en seco sobre la mota perimetral o formando un cordón independiente de la mota. Se ubicarán en zonas donde no se prevea paso frecuente y cercano durante los trabajos de extracción de sedimentos.

- La distancia entre taludes y respecto a las esquinas del recinto en los apoyados sobre el interior de la mota será mínimo de 20 m.
- Se construirán formando acopios compactados con una mezcla adecuada de materiales arenoso-limoso-arcillosos practicable por los abejarucos.
- No será necesario conseguir un frente vertical en su construcción, siempre que antes de la llegada de los abejarucos en marzo se proceda al desbroce y corte de los frentes. En los taludes en seco se eliminará la vegetación desarrollada en una franja frontal de 5 m de ancho frente a los taludes.

Revegetación

De forma experimental se probará la eficacia de la regeneración rápida de formaciones vegetales con taraje (*Tamarix sp*) y carrizo (*Phragmites australis*) en recintos con escasa o nula orla vegetal sobre la mota perimetral:

- Se plantarán en tramos de 20-30 m de longitud sobre la cara interior desnuda de la mota perimetral desde 1 m por debajo de la cota máxima de agua hasta el borde de coronación de la mota.
- Se utilizarán esquejes vegetativos de taraje de 40 cm de longitud, que se enterrarán parcialmente (un tercio), siguiendo una rejilla alterna de 1 x 1 m.
- Se enterrarán fragmentos de 30 cm de rizoma de carrizo siguiendo la misma rejilla de plantación que para el taraje en zona de orilla.

Seguimiento de parámetros físico-químicos

Con el fin de determinar el efecto de las condiciones físicas y bioquímicas del agua sobre la productividad primaria y la comunidad de aves acuáticas:

- Se medirán niveles de nutrientes disueltos y totales, actividad fotosintética y valores de temperatura, oxígeno, conductividad (salinidad) y pH.
- Toma de varias muestras mensuales de agua por recinto inundado, desde la finalización del vertido y en la misma franja horaria.
- Análisis en el laboratorio de Ecología Acuática EBD-CSIC y con polímetro in-situ.

Otras actuaciones

- Se evitara los trabajos de extracción y transporte de áridos en el perímetro de los recintos inundados y en el entorno próximo de los taludes de abejaruco, particularmente durante la época reproductora (marzo-julio). En caso imprescindible, se realizarán previo aviso, habilitando rutas alternativas para minimizar molestias y polvo en suspensión.
- Se respetarán las caras interiores de las motas perimetrales de los recintos hasta al menos 2 m de altura desde la cota de coronación, con el fin de permitir el desarrollo de vegetación leñosa que consolide los taludes, forme una pantalla física frente a molestias y polvo, y proporcione zonas de refugio, alimentación y nidificación para la avifauna. Esta medida es extensiva a cualquier recinto inundado o no, durante los trabajos de adecuación pre-vertido o de extracción de sedimentos. Se podrá reacondicionar el talud sólo en los puntos habilitados para el acceso rodado al interior de los recintos y, previo aviso, en los tramos en los que por seguridad y consolidación deba reconfigurarse la mota.
- Se avisará con antelación si la extracción de materiales supone el desbroce y desmonte de formaciones de vegetación desarrollada o de interés (e.g. tarajales, carrizales) en el interior o perímetro de los recintos.

- No se retirarán los materiales que formen estructuras de campañas anteriores (e.g islas, penínsulas, *fingers*, taludes) sin previo acuerdo.
- Señalización visible de los elementos creados en los que exista riesgo de alteración accidental y/o de tránsito próximo de vehículos u operarios.
- Construcción de pequeños muretes sobre el borde interior en coronación de la mota en puntos de observación en recintos sin pantalla vegetal, ni carriles practicables por vehículos. Tendrán mínimo 1 m de altura, 5 m de longitud y se construirán con áridos nativos.
- Valorar la instalación de observatorios prefabricados en puntos de observación claves, principalmente en recintos inundados con reducida cobertura para la observación. De diseño abierto (i.e. frente, laterales y semitecho) y madera.
- Adecuación de los carriles de motas perimetrales para permitir la circulación segura de vehículos y la observación.

Actuaciones específicas por recinto

Butano3N

- Al menos cuatro islas dispuestas en la mitad sur de máxima profundidad en sentido NO-SE, paralelas al eje mayor del recinto y siguiendo el diseño general.
- *Finger* aislado en punto medio del lado NO, de longitud ≤ 100 m.
- Cuatro penínsulas en tándem sobre la mitad SE de los dos lados largos del recinto.
- Zona de máxima profundidad en el tercio S.
- Tres taludes para abejaruco sobre agua, en la cara interior de los lados largos y el lado SE del recinto
- Uno o dos taludes en seco sobre la cara exterior de la mota NO.
- Revegetación experimental en lado NO, O y/o E.
- Muretes de observación y/o observatorios.
- Adecuación de carril SE.

Butano3S

- Reposición del tramo de mota de separación entre sectores 3N y 3S eliminado para la extracción de sedimentos en el lado NE.
- Muretes de observación y/o observatorios.
- Revegetación experimental en lados NO, NE y/o *finger*.
- Adecuación de carriles sobre mota NO, O y SE.

En caso de poder ejecutarse actuaciones dentro del recinto se construirán:

- Al menos cuatro islas en el tercio sur de ambos subsectores en sentido SO-NE paralelo al lado sur o en sentido NO-SE paralelo al eje mayor en caso de acortar la longitud distal del *finger*.
- Asilamiento del *finger*.
- Cuatro penínsulas en tándem sobre los lados NE y SO de la mitad SE del recinto.
- Zona de máxima profundidad en el tercio sur.

Butano2

- Reconstrucción del talud T1 de la campaña 2019-20 junto a la caja de agua en el lado E, siguiendo las directrices generales.
- Construcción de un nuevo talud sobre cara interior del lado N de la mota, en sustitución de los dos islotes desmantelados con taludes ocupados por abejarucos.
- Se podrá disponer de los materiales de la mitad NO del cordón largo con taludes donde se ubica la principal colonia de abejarucos. Los límites del desmonte serán consensuados. Se repondrán los materiales formando un cordón de igual longitud, anchura y altura al preexistente, siguiendo el resto de recomendaciones generales.
- Creación de entre uno y dos taludes en seco sobre la cara exterior de la mota NO.
- No se retirarán los materiales que forman las cuatro islas construidas ni el *finger*, debiendo dejar taludes con pendiente mínima 1:1.

Horcada1

- Revegetación experimental en lado N y/o E.
- Conservación de formaciones de carrizal con tarajes en lado S.
- Creación de taludes en seco para abejaruco en la mota O de separación con Horcada2 y en las zanjas de extracción de sedimentos en ejecución en el tercio O.
- Muretes de observación y/o observatorios.

Si el estado de encharcamiento del fondo del vaso lo permite:

- Remodelación de las cuatro islas existentes para adecuar tamaño, forma, cota de coronación y tratamientos al diseño general y la cota máxima de inundación prevista.
- Profundización del fondo entorno a las islas en la mitad oeste y sur del recinto.
- Remodelación de las penínsulas existentes para formar dos tándems en el lado norte entre la caja de agua y la esquina NO, y una única península en el lado este.

Horcada2

- Valorar la posibilidad de inundar parte o todo el recinto si el volumen del vertido lo permite o mediante bombeo activo. Se eliminaría la mota entre subsectores.
- Conservación de rodales de taraje maduros en el lado E.
- Reacondicionar el canal de conexión con Horcada1 y reducir la extensión del subsector N para reducir filtraciones y acumulación en Horcada2, si el vertido se destina únicamente a Horcada1.
- Adecuación de carriles sobre mota O y entre subsectores.



Agachadiza común (*Gallinago gallinago*) en el sector de Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS VACIADEROS TERRESTRES UTILIZADOS EN LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO DE LA CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA EUROVIA E.60.02. GUADALQUIVIR PARA SU USO POR LA AVIFAUNA ACUÁTICA Y DE INTERÉS



Informe junio 2021



Informe técnico:

SEGUIMIENTO DE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS VACIADEROS TERRESTRES UTILIZADOS EN LOS DRAGADOS DE MANTENIMIENTO DE LA CANAL DE NAVEGACIÓN DE LA EUROVIA E.60.02. GUADALQUIVIR PARA SU USO POR LA AVIFAUNA ACUÁTICA Y DE INTERÉS

Equipo de trabajo:

Roberto Muriel Abad

Investigador responsable:

Miguel Ferrer Baena

Grupo de Ecología Aplicada

Departamento de Etología y Conservación de la Biodiversidad

Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC)

Responsable Autoridad Portuaria de Sevilla (APS):

Antonio Bejarano Moreno

Citar como:

Muriel, R., Ferrer, M. 2021. Seguimiento de la aplicación del Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés - Informe junio 2021. APS & EBD-CSIC, Sevilla.

Fotografía de portada: Panorámica de islas artificiales en Butano3S desde esquina SE (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC)

© Junio 2021





ÍNDICE

1. RESUMEN	6
2. INTRODUCCIÓN	9
2.1. Presentación y objetivos.....	9
2.2. Actuaciones en vaciaderos terrestres 2020-21	11
2.3. Evaluación de ejecución de obra 2020-21	18
3. MATERIAL Y MÉTODOS	26
3.1. Hidrometeorología, inundación y cartografía base.....	26
3.2. Seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y especies de interés.....	27
3.3. Amenazas potenciales e incidencias.....	28
4. RESULTADOS	29
4.1. Hidrometeorología e hidropериodo	29
4.1.1 Meteorología: Precipitaciones	29
4.1.2 Inundación de hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir.....	30
4.2. Vertido e inundación de vaciaderos terrestres	31
4.2.1 Butano	31
4.2.2 Horcada	36
4.2.3 Los Yesos	37
4.3. Comunidad de aves acuáticas.....	38
4.3.1 Comunidad global	38
4.3.2 Comunidades por sectores.....	42
4.3.3 Comunidad de nidificantes global y por sectores	45
4.4. Abejaruco europeo y otras especies de interés	49
4.5. Especies catalogadas	51
4.6. Amenazas potenciales	52
4.6.1 Predadores	53
4.6.2 Molestias	54
4.6.3 Tendidos eléctricos.....	56
4.6.4 Escombros y basura.....	57
4.6.5 Aprovechamientos cinegéticos	58
4.6.6 Mortalidad.....	59
5. CONCLUSIONES.....	62
6. AGRADECIMIENTOS	64
ANEXO I.....	65
ANEXO II.....	67



Joven aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) sobrevolando el vaciadero de los Yesos (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

1. RESUMEN

En el presente informe se presentan los resultados del seguimiento de los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir correspondiente al periodo de vigencia del Contrato de Apoyo Tecnológico entre la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), incluyendo las sucesivas prórrogas, entre julio de 2020 y abril de 2021. La colaboración APS-CSIC tiene por objeto implementar y evaluar medidas de diseño y gestión que potencien el uso de los vaciaderos por la comunidad de aves ligadas a medios acuáticos, de forma compatible con los trabajos de vertido, confinamiento y extracción de sedimentos.

Durante el verano de 2020 casi todos los recintos terminaron secándose, excepto Butano2 donde, a pesar del vaciado forzado a finales de julio, se mantuvieron láminas residuales. En la presente campaña 2020-21 sólo dos de los ocho recintos (Butano3N y 3S) se inundaron con los materiales vertidos en el mes de noviembre, y únicamente se acometieron parte de las actuaciones de mejora, principalmente en Butano3S. La menor profundidad en Butano3S debido a la gran colmatación pre-vertido provocó la desecación prematura al inicio de la primavera y redujo el potencial de los elementos construidos. Además, el trasvase improvisado de agua de Butano3N a la mitad S de Butano2 en primavera, no logró crear láminas de aguas libres en este último recinto y redujo la disponibilidad de agua en el primero.

Entre julio 2020 y febrero 2021 se realizaron 128 censos en 18 jornadas, en los que se contabilizó un total de 6982 aves acuáticas de 48 especies pertenecientes a 9 órdenes distintos, de las que el 88.4% utilizaron los vaciaderos para descansar, alimentarse y/o reproducirse. Los caradriformes (limícolas, estérnidos y láridos) fueron el grupo dominante, aunque la especie más abundante, con diferencia, fue el morito común con un 46.1% de las aves censadas. Se registraron además dos especies catalogadas, el porrón pardo (EN) y el águila pescadora (VU).

El uso de los vaciaderos por la comunidad de aves reflejó de nuevo el papel vital del agua y el factor estacional dependiente de la fenología de estas especies. Durante el verano y otoño de 2020 la comunidad de acuáticas fue más abundante y diversa en los recintos previamente inundados durante 2019, incluso a pesar de la desecación generalizada, aunque con gran variabilidad, en parte debida a la concentración pos-reproductora de algunas especies. A partir de finales del otoño, la comunidad de aves se empobreció hasta valores similares a los de sectores que habían permanecido siempre secos, excepto en aquellos inundados con nuevos vertidos, donde la abundancia, riqueza y diversidad fue mayor. Butano2 fue de nuevo el sector con una comunidad más abundante y rica, gracias a las condiciones óptimas para la reproducción en 2020 y a las concentraciones pos-reproductoras (e.g. morito común). El ciclo retrasado del arrozal y la inundación tardía de la marisma por las escasas lluvias otoñales, pudo haber reducido la disponibilidad de hábitats durante el paso e inicio de la invernada y favorecido la concentración puntual en los vaciaderos. Durante el invierno y tras el llenado, Butano3S cobró mayor relevancia sobre todo en riqueza, seguida por Butano3N y Butano2.

La comunidad de especies nidificantes al final de la temporada reproductora de 2020 continuó el mismo patrón respecto a lo constatado en los meses anteriores. Se registraron 10 especies reproductoras, con mayor riqueza y abundancia en sectores con vertido previo en 2019. Particularmente Butano2 mostró el periodo reproductor más amplio y la mayor productividad, gracias a un hidroperiodo más largo, la mayor disponibilidad, diversidad y estabilidad de hábitats, y la existencia de zonas seguras para nidificar (e.g. islas). Aunque la abundancia de grupos familiares y pollos disminuyó a partir de julio con la desecación de los recintos y el final de la reproducción, se observó un repunte al final del verano coincidiendo con el paso pos-nupcial y dispersión de algunas especies. En el inicio de la temporada reproductora de 2021 se constató la nidificación escasa de algunas especies, pero con elevada probabilidad de fracaso por la escasa inundación y rápida desecación causada por el manejo del agua.

Durante el periodo de seguimiento se registraron diversas fuentes de amenaza. Además de los predadores aéreos (e.g. rapaces, ardeidas), se constató la gran abundancia de perros desatendidos vagando por el interior y el perímetro de los vaciaderos, aunque sin evidencias de predación. Se observaron también indicios de zorro común, nutria y mustélidos. Fue notoria la circulación de vehículos por el interior de recintos o motas y el ganado ovino causó daños puntuales por pisoteo y ramoneo. No se encontraron aves electrocutadas ni colisionadas en el tendido eléctrico existente en Butano, pero sí ocho aves muertas dentro de los recintos, ninguna de ellas catalogada, y sin evidencias de traumas o hemorragias en las examinarse. Por último, destacar la práctica cinegética en vaciaderos incluidos en cotos legalmente constituidos, cuyo estado debería modificarse dada la incompatibilidad con el objeto del presente proyecto.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Presentación y objetivos

El mantenimiento del calado y anchura mínimos del canal de navegación del río Guadalquivir, entre su desembocadura y la ciudad de Sevilla, requiere de un dragado periódico que evite el aterramiento excesivo por acumulación de los sedimentos transportados por el río. La Autoridad Portuaria de Sevilla (APS), como organismo competente y responsable, dispone de recintos, denominados **vaciaderos terrestres**, para el confinamiento temporal de los materiales dragados en los tramos fluviales no destinados a la plataforma marina o restauración de costas. Estos materiales son procesados como residuos potenciales hasta ser retirados para su reutilización, principalmente para mejorar suelos agrícolas y en obra civil. Los vaciaderos terrestres consisten en recintos múltiples de decantación con un área de 5-9 ha colindantes a la margen izquierda del río y formados por el recrecimiento de una mota perimetral de contención. Actualmente existen tres vaciaderos operativos denominados Butano (4 recintos), La Horcada (2) y El Yeso (2), situados a la altura de los tramos de la Antesclusa, Atravesada-Mata y El Yeso, respectivamente (Fig. 1).

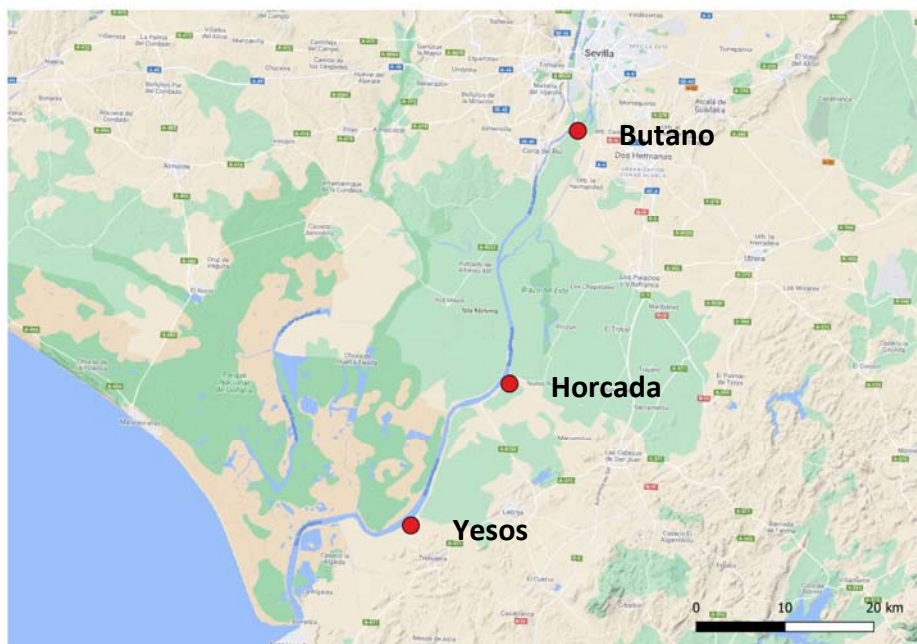


Figura 1. Localización geográfica de los vaciaderos de Butano, La Horcada y los Yesos en la margen izquierda del curso bajo del río Guadalquivir, entre la ciudad de Sevilla y la desembocadura (Broa). Las áreas verde oscuro y marrón muestran el Espacio Natural Protegido de Doñana.

La aplicación planificada de criterios ambientales en el diseño y gestión operativa de los vaciaderos fomenta el asentamiento y crecimiento de organismos y comunidades biológicas ligadas a medios acuáticos temporales e inestables, así como el desarrollo de procesos y servicios propios de los ecosistemas acuáticos, sin comprometer la función primaria de estas estructuras artificiales. En este sentido, la APS manifiesta en su Política de Calidad y Medio Ambiente de 2016 el compromiso con el uso sostenible de los recursos naturales y el respeto medioambiental, e incorpora en su Plan Estratégico 2025 la filosofía de desarrollo ambiental, sostenible, integral y proactiva de proyectos denominada **Trabajando con la Naturaleza (*Working with Nature*)**, adoptada por la Asociación Internacional de Infraestructuras de Transporte Acuático (PIANC). Por tanto, los principios de sostenibilidad bajo los que opera la APS casan perfectamente con el fomento de los vaciaderos como medio apto para sustentar comunidades de entornos acuáticos bajo una planificación integrada de las actividades de dragado, vertido, drenaje y extracción de sedimentos.

Es en este marco donde se establece la colaboración científico-técnica entre la APS y la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que tiene como finalidad poner en práctica y evaluar

un conjunto de actuaciones sostenibles que concilie las labores primarias de vertido, confinamiento y extracción de sedimentos en los vaciaderos, con la introducción y refuerzo de características de diseño y manejo para potenciar el uso de los recintos por la comunidad de aves acuáticas y otras especies de interés. Así, en noviembre de 2014, la APS y el CSIC ponen en marcha el proyecto titulado **“Ampliar conocimiento científico e innovación en el estuario del Guadalquivir. Determinación de los efectos de las actuaciones humanas sobre las comunidades de aves asociadas al río Guadalquivir”**, con el objetivo de determinar el potencial de los vaciaderos terrestres como áreas de interés para las aves acuáticas, así como conocer los problemas asociados a las labores de dragado-vertido y la gestión de las balsas.

A partir de este estudio surge el interés de desarrollar una estrategia sostenible de manejo integral y proactivo de los vaciaderos enmarcada en la filosofía *Trabajando con la Naturaleza* que potenciase la utilización de los vaciaderos por la comunidad de aves acuáticas y especies de interés, lo que se plasmó en la firma en abril de 2018 de un contrato de apoyo tecnológico entre ambas partes titulado **“Planificación integrada de las actividades de vertido. Los vaciaderos como modelos de gestión adaptativa”**, fruto del cual es el documento denominado **“Protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés”** (en adelante el Protocolo de manejo). En él se establece un plan de actuaciones que introducen o refuerzan características físicas y de gestión durante la adecuación de balsas, la campaña de vertidos, el manejo del agua y la extracción de sedimentos, que incrementan el valor de los vaciaderos terrestres como hábitat de interés para la alimentación, descanso y nidificación de la avifauna acuática y otras especies de interés, sin comprometer la función operativa de los mismos.

Con el fin de hacer efectivas las recomendaciones establecidas en el Protocolo de manejo, en julio de 2019 se firma entre las partes un nuevo contrato de apoyo tecnológico de seis meses de duración bajo el título **“Seguimiento de la aplicación del protocolo de manejo integral de los vaciaderos terrestres utilizados en los dragados de mantenimiento de la canal de navegación de la Eurovía E.60.02. Guadalquivir para su uso por la avifauna acuática y de interés y un plan de acción para la divulgación de los resultados obtenidos”**. En este proyecto se desarrollaba una propuesta de diseño y seguimiento de actuaciones en los recintos utilizados para el vertido de los dragados de mantenimiento durante la campaña de 2019-20, y el estudio de la respuesta de la comunidad de aves acuáticas y de interés en el uso de los vaciaderos. Se planteaba también la colaboración con la estrategia de comunicación de la APS para difundir los resultados de los trabajos realizados en los vaciaderos y se incluía el inicio del estudio de viabilidad para la reintroducción en el bajo Guadalquivir de una especie emblemática de medios acuáticos como el pelícano ceñudo (*Pelecanus crispus*). En noviembre de 2019 se firmó una ampliación del Proyecto hasta junio de 2020 con motivo de los retrasos en la contratación del personal técnico, a pesar de lo cual se llevaron a cabo la propuesta de actuaciones, la evaluación de los trabajos ejecutados y el seguimiento post-vertido.

En julio de 2020 se firma con la APS una nueva **Adenda al Proyecto** de seis meses de duración para la continuación de los trabajos desarrollados en el marco del contrato de apoyo tecnológico previo y su extensión a la nueva campaña de dragados y vertidos de 2020-21. Dentro de esta ampliación se elabora el documento **“Propuesta de actuaciones en los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir - Campaña de dragado y vertido 2020-21”** de 14 de octubre de 2020 (en adelante Propuesta) en el que se recogen las actuaciones ambientales de diseño y gestión del agua y los trabajos de extracción de materiales en los sectores previstos para recibir vertidos. Estas actuaciones se acordaron con la APS y el contratista responsable de la ejecución de los trabajos (DRAVOSA) en base a los plazos temporales, limitaciones técnicas y costes asociados, siguiendo las recomendaciones del Protocolo de manejo. Además de los objetivos previamente referidos, se incorporó la caracterización de nuevos espacios ribereños gestionados por la APS, susceptibles de ser utilizados como vaciaderos alternativos bajo los mismos criterios ambientales establecidos en el Protocolo o ser considerados como espacios de interés en el estudio de viabilidad de la reintroducción del pelícano ceñudo.

En diciembre de 2020 el contrato fue prorrogado por acuerdo de las partes y sin aumento de costes durante cuatro meses más, hasta el 30 de abril de 2021, para continuar con los trabajos de seguimiento pos-vertido de la comunidad de aves acuáticas. El propósito final es prolongar la gestión y seguimiento de los vaciaderos terrestres hasta la puesta en marcha de un nuevo proyecto de larga duración que amplíe los objetivos realizados hasta el momento, con una aproximación integral en múltiples escalas.

Tabla 1. Listado cronológico de documentos presentados en el marco del Proyecto de seguimiento del manejo integral de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, desde el final del proyecto previo y sus ampliaciones (2014-2019) hasta fecha del presente informe final.

Documento	Fecha	Fase
Protocolo de manejo integral de vaciaderos	2019-04-26	Pre-proyecto
Proyecto de seguimiento de aplicación de protocolo de manejo	2019-07-17	Proyecto
Propuesta de actuaciones Butano2, Horcada1-2	2019-08-06	Pre-actuaciones
Evaluación fin de obra de actuaciones	2019-08-23	Post-actuaciones y pre-vertido
Adenda Proyecto de seguimiento	2019-11-28	Proyecto
Avance de resultados Proyecto de seguimiento	2020-01-15	Seguimiento
Estudio preliminar viabilidad reintroducción pelícano ceñudo	2020-02-17	Seguimiento
Adenda Proyecto de seguimiento	2020-07-01	Proyecto
Informe de seguimiento	2020-07-31	Seguimiento
Propuesta de actuaciones Butano3N-3S, Horcada1	2020-10-14*	Pre-actuaciones
Prórroga Proyecto de seguimiento	2020-12-30	Proyecto

* Versiones parciales posteriores según adaptaciones técnicas solicitadas por la APS.

En el presente informe se muestran los resultados obtenidos durante el seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y otras especies de interés en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, desde el final del anterior periodo de seguimiento el 30 de junio de 2020, hasta el final de la última prórroga extraordinaria el 30 de abril de 2021. Se describe la composición, abundancia, estructura y variación de la comunidad de aves acuáticas y su respuesta frente a la estacionalidad ambiental y las actuaciones llevadas a cabo en los recintos en la presente campaña. El seguimiento de la comunidad de aves comienza con el final del periodo reproductor estival previo y finaliza con la invernada en el mes de febrero antes de iniciar un nuevo periodo reproductor. De esta forma no se incluye información del seguimiento parcial de la reproducción, detenido al finalizar la prórroga del contrato en abril. Los resultados se presentan de forma global, por sectores y por especies nidificantes y destacadas (e.g. catalogadas). Se resume también el contexto hidrometeorológico, la evolución hídrica de los propios recintos y principales hábitats acuáticos del bajo Guadalquivir, las actuaciones llevadas a cabo, las posibles amenazas detectadas y se una breve caracterización de otros vaciaderos en desuso dentro de espacios de gestión portuaria. Por último, se incluyen las principales conclusiones de interés para la mejora de los protocolos de diseño y gestión de los vaciaderos de cara a futuras actuaciones, siguiendo la filosofía de manejo integral adaptativo.

2.2. Actuaciones en vaciaderos terrestres 2020-21

En el documento de Propuesta de actuaciones previamente referido se presenta con detalle el conjunto de actuaciones previstas para los recintos en los que se inicialmente se había planificado el vertido de los materiales dragados entre octubre y diciembre de 2020.

La importante cantidad de sedimentos previstos para ser dragados en los tramos correspondientes al vaciadero de Butano y el menor volumen inundable respecto a otras campañas que proporcionaba el recinto disponible de Butano3N, hizo que se incluyese desde el principio el recinto colindante de Butano3S para alojar el exceso de materiales. Las actuaciones primarias se plantearon para Butano3N, que había sido vaciado y acondicionado durante el año anterior. No obstante, y a pesar de encontrarse parcialmente colmatado con los materiales de campañas previas, se incluyó también un conjunto equivalente de actuaciones para Butano3S en caso de que la logística y presupuesto permitiese su ejecución, especialmente si los vertidos se limitaban únicamente al vaciadero de Butano. En la Propuesta se

contemplaba además el reforzamiento y reacondicionamiento de las actuaciones ya realizadas en la pasada campaña en la Horcada1, e indirectamente Horcada2, en previsión de recibir los materiales de los tramos medio y bajos del río. Al igual que en campañas precedente, el sector de Butano1 y los dos recintos del vaciadero de los Yesos permanecieron inactivos al no recibir vertidos ni llevarse a cabo ningún tipo de acondicionamiento más allá del seguimiento y control de los trabajos de extracción de sedimentos.

Las actuaciones propuestas seguían las recomendaciones generales del Protocolo de manejo adaptadas según el conocimiento adquirido con la experiencia de la anterior campaña 2019-20 (Fig. 2-5). Las principales acciones propuestas fueron:

Gestión del agua para maximizar el volumen e hidroperiodo:

- Llenado completo hasta cota máxima de seguridad.
- Sellado hermético de caja de agua, preferentemente con métodos que permitan la regulación a demanda de la cota de inundación.
- Instalación de escalas limnimétricas para lectura *in situ* de cota que cubran el rango completo entre cotas de máxima profundidad y nivel máximo.

Zonas seguras para el descanso y nidificación:

- Construcción de cuatro islas por en Butano3N y 3S de 50 y 200 m² en coronación con forma 1:4 en planta y taludes con pendientes máximas 1:2. La mitad de las islas se cubriría con malla anti-herbáceas enterrada. La mitad de la superficie de coronación de cada isla se cubriría con limo-arcilla y la otra mitad con gravas. Las islas se situarían en zonas de gran profundidad alejadas de orillas, en disposición paralela entre si, con alternancia de tamaños y sin solapamiento visual desde puntos de observación.
- Remodelación de forma y disposición de las islas construidas la temporada anterior en Horcada1.
- Disposición de hasta dos acopios por recinto de troncos y ramas en posiciones estratégicas formando superficies de 10 m² semihundidos para nidificación de zampullines y fochas.
- Construcción de *finger* sumergido y transversal al eje mayor de Butano3N aprovechando estructuras preexistentes, que proporcione zonas de nidificación con el descenso de la cota de agua.

Zonas de alimentación

- Construcción y/o remodelación de penínsulas en tándem con planta 1:1, longitud de 25 m, separación de 25 m y coronación subsuperficial con pendiente suave 1:18, para aumentar la interfase tierra-agua y las superficies someras de alimentación en la cara interior de la mota perimetral. Se construirían con limo-arcillas en zonas de máxima profundidad.
- Profundización entorno islas, penínsulas y zonas centrales de recinto para formar zonas profundas de aguas libres.

Taludes de nidificación para abejaruco europeo:

- Creación de 2-3 taludes de 20 m de longitud y 2 m sobre la cota máxima de agua en la cara interior de la mota perimetral.
- Creación de varios taludes en seco de 20 m de longitud y 2-3 m de alto apoyados en el talud de la cara exterior de la mota NO de los recintos de Butano y en la zona. de extracción de arenas en el lado O de Horcada1
- Los taludes se formarán con acopios compactados limo-arenosos, con frente lo más vertical posible y un reperfilado en primavera para eliminar vegetación.

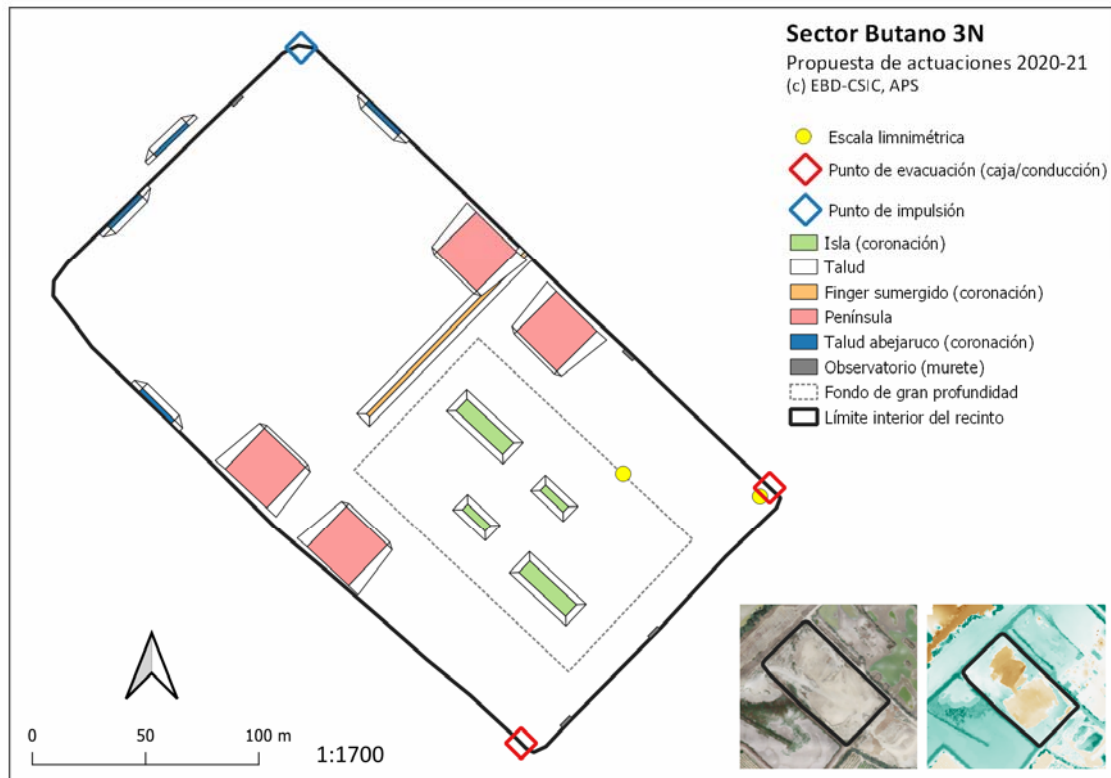


Figura 2. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (arriba) y situación real de inundación y elementos a mediados de febrero (abajo) en el sector Butano3N. Línea negra: coronación de mota perimetral; línea azul: borde de lámina de agua.

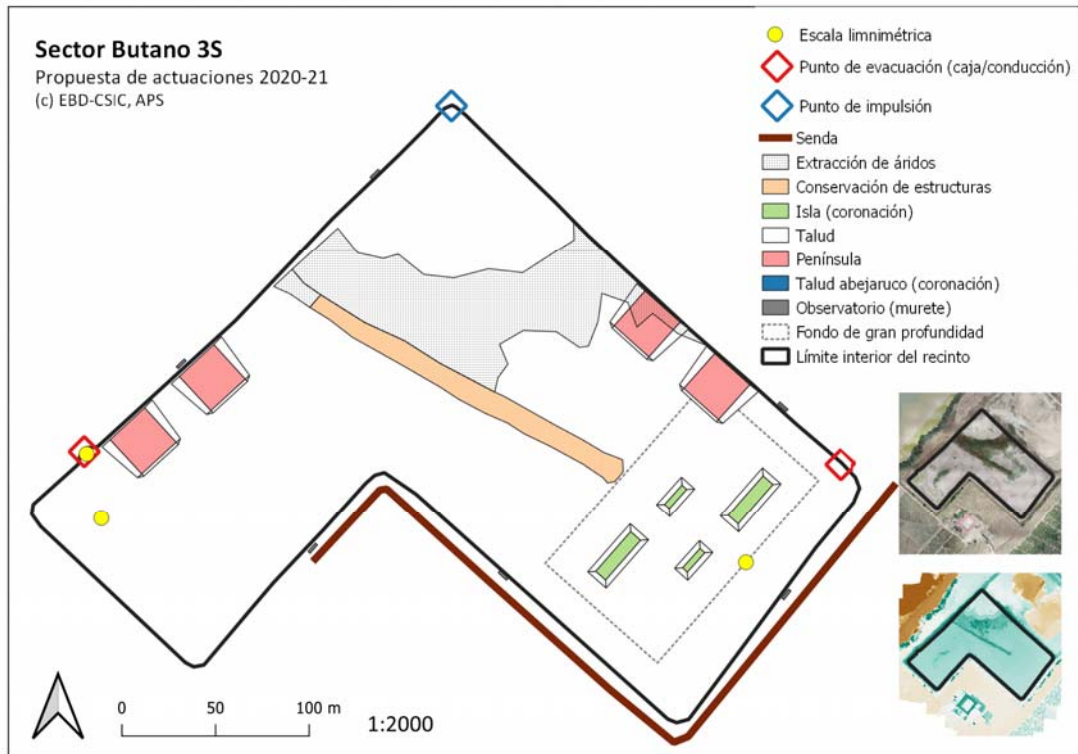


Figura 3. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (arriba) y situación real de inundación y elementos a mediados de febrero (abajo) en el sector Butano3S. Línea negra: coronación de mota perimetral; línea azul: borde de lámina de agua; línea naranja: islas artificiales construidas.

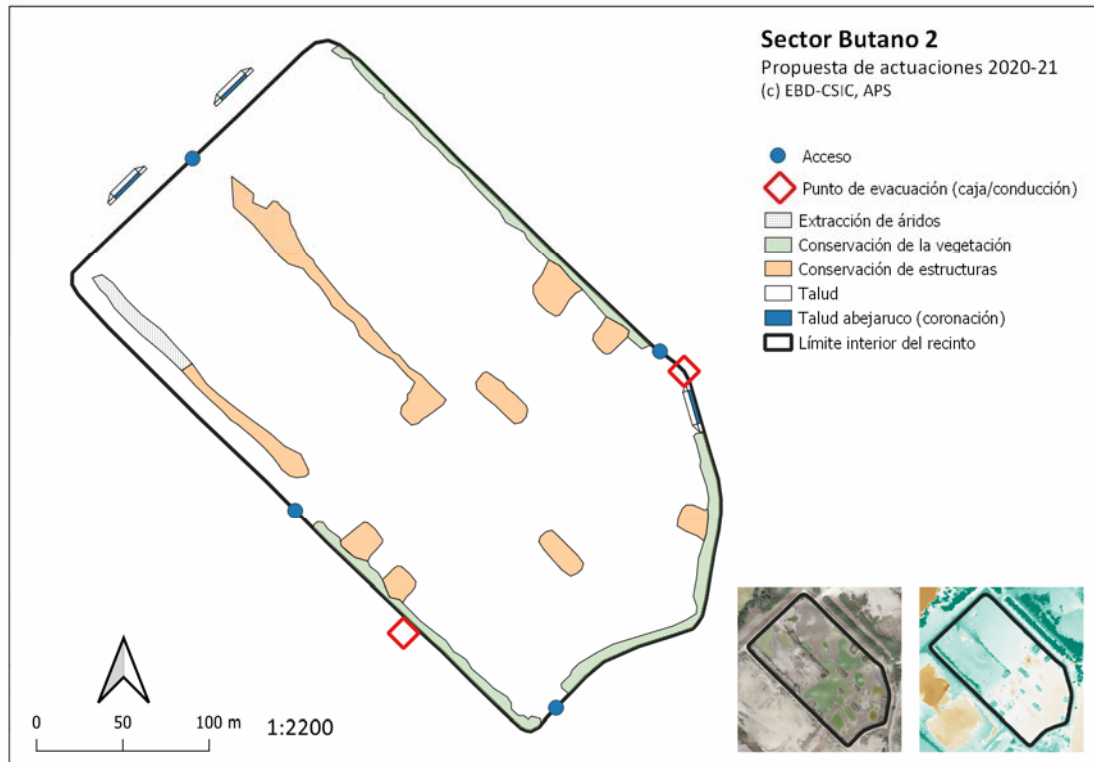


Figura 4. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (arriba) y situación real de inundación y elementos a mediados de febrero (abajo) en el sector Butano2. Línea negra: coronación de mota perimetral; línea azul: borde de lámina de agua; línea naranja: islas artificiales preexistentes.

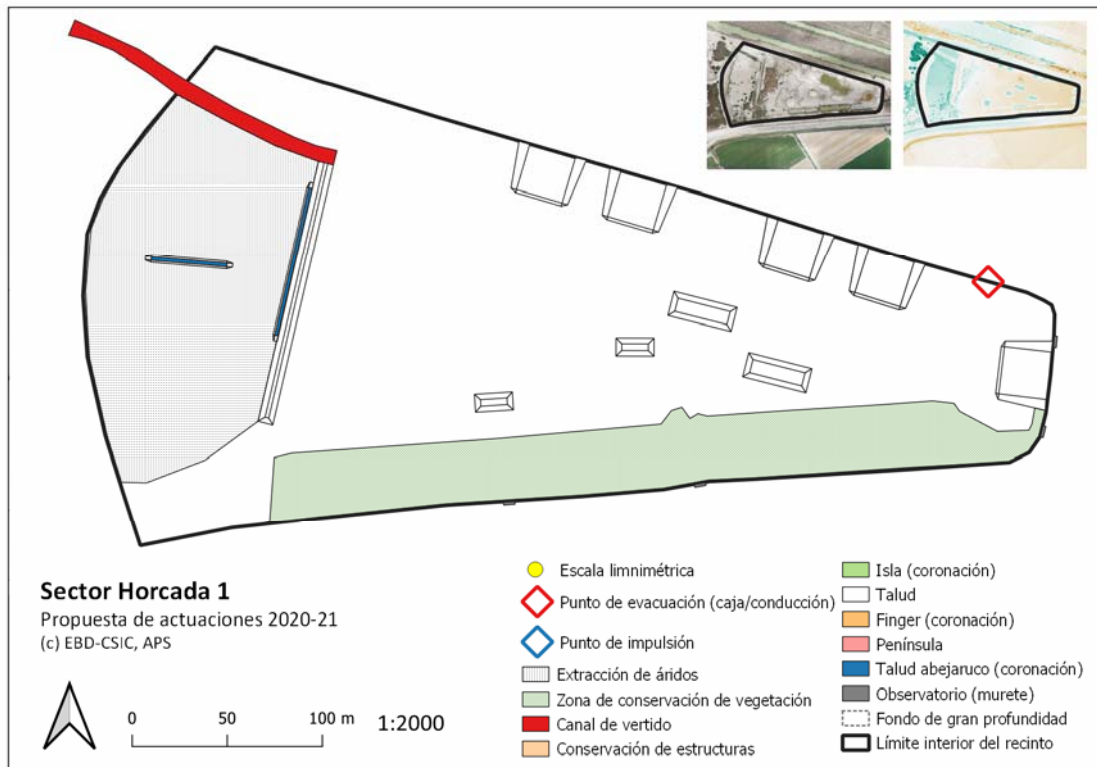


Figura 5. Esquema sobre planta de elementos físicos propuestos (arriba) y situación real de inundación y elementos a mediados de febrero (abajo) en el sector Horcada1. Línea negra: coronación de mota perimetral; línea azul: borde de lámina de agua; línea naranja: islas artificiales preexistentes.

- Conservación de taludes ocupados por colonias de abejarucos en cordón NO de Butano2 y el canal N de Horcada1-2.
- Zona de actividad restringida con radio de 50 m en época reproductora para garantizar la tranquilidad.

Otras actuaciones

- Preservación de taludes interiores perimetrales en recintos inundados o no para favorecer el desarrollo de la vegetación leñosa espontánea. Acceso de vehículos por puntos preestablecidos y limitados.
- Conservación de rodales estratégicos de tarajes y carrizos en el interior de recintos.
- Mantener las islas, *finger* y parte de las penínsulas de Butano2 a pesar de no inundarse en la presente campaña 2020-21.
- Construir talud en Horcada2 para minimizar la zona de impulsión del agua destinada a Horcada1.
- Uso de bombeo activo para completar la inundación de Horcada1.
- Construcción de muros de 5 m de longitud en coronación de mota perimetral en puntos de observación de recintos sin pantalla vegetal.
- Adecuación de carriles perimetrales para permitir circulación segura y acceso discreto a puntos de observación.



Fotografía 1. Actuaciones y trabajos realizados en la adecuación de los vaciaderos terrestres en la presente campaña 2020-21: bando de avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) y cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) sobre una de las penínsulas construidas en Butano3S (arriba izquierda); talud para abejaruco europeo (*Merops apiaster*) sobre seco en la cara exterior de la mota NO de Butano2 (arriba derecha); isla artificial con la mitad de la superficie cubierta de grava en Butano3S (abajo izquierda); reperfilado de mota perimetral y eliminación de la vegetación desarrollada sobre el talud en el Yeso1 (abajo derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC; APS).

2.3. Evaluación de ejecución de obra 2020-21

El grado general de cumplimiento de las actuaciones de diseño respecto a la propuesta final (v3.1) fue **insuficiente** para el conjunto de vaciaderos en los que se preveía el vertido de materiales dragados. Sólo en uno (Butano3S) de los tres recintos previstos se alcanzó un grado de ejecución aceptable o satisfactorio. En los otros dos no se acometió ninguna de las estructuras previstas (Horcada1) o sólo una mínima parte (Butano3N). Estas decisiones se debieron a la menor disponibilidad de materiales dragados en los tramos medios del río correspondientes con el vaciadero de Horcada, al destino para regeneración de costas de los sedimentos de tramos bajos, y al gran volumen de materiales que deberían mobilizarse en Butano3N para la construcción de estructuras debida a su gran profundidad, lo que supondría mayor tiempo de ejecución y de costes asociados. En los siguientes apartados se resume por sector el conjunto de actuaciones ejecutadas y el logro respecto a la propuesta original para los tres sectores mencionados, más Butano2, y se incluyen además tablas individuales con la evaluación detallada por sector y actuación (Tablas 2-5).

Algunas actuaciones que se preveía iniciar en la presente campaña se decidieron posponer para ser abordadas en el futuro contrato de colaboración APS-CSIC de mayor duración y cobertura. Entre ellas se encuentran la revegetación experimental de pequeñas superficies fijas en taludes interiores de la mota perimetral de recintos inundados, y el seguimiento de parámetros físico-químicos y de productividad del agua confinada.

Butano3N

La APS tomó la decisión de no realizar ninguna de las actuaciones previstas en el interior del recinto como consecuencia del gran volumen de materiales que debería ser movilizados para la construcción de islas y penínsulas dada la gran profundidad máxima (9 m) del recinto y por la posible colmatación parcial por el gran volumen previsto de sedimentos vertidos. Por tanto, no se construyeron ni islas, ni penínsulas, ni taludes interiores para abejaruco sobre agua. Estas estructuras fueron transferidas al recinto de Butano3S siguiendo la propuesta alternativa, donde la menor profundidad por colmatación parcial previa reducía el tiempo y los costes de construcción. Únicamente se mantuvo la instalación de escalas limnimétricas para medir profundidad in-situ, aunque no llegaron a cubrir el tramo inferior del rango máximo de profundidad. Para la conexión y decantación de agua desde Butano3N a 3S, en lugar de la instalación de una caja de agua regulable a demanda, se optó finalmente por la apertura temporal de cuatro tramos de 10-15 m de longitud en la mota de separación entre los recintos que fueron posteriormente sellados, una vez finalizado el vertido y estabilizadas las láminas de agua. Entre las estructuras exteriores, se construyó el talud de abejaruco en seco sobre el talud exterior del lado NO, pero no los muros de observación. Las caras interiores del recinto, particularmente en los lados NO, NE y SE, fueron casi completamente reperfiladas sin conservar la vegetación incipiente, debido al recrecimiento en altura de la mota perimetral (9-9.5 m) para alcanzar una mayor cota de inundación y alojar un mayor volumen de sedimentos. En la Tabla 2 se listan todas las actuaciones proyectadas y el grado de cumplimiento alcanzado.

Butano 3S

El grado de ejecución de la propuesta fue satisfactorio gracias a la realización de casi todos los elementos propuestos, en parte como consecuencia de la suspensión de las actuaciones previstas en Butano3N. Se construyeron cuatro islas siguiendo los parámetros de diseño, localización, disposición y composición, incluido el uso de malla antiherbáceas en dos de ellas. No obstante, no se profundizó la zona de su entorno lo suficiente como para garantizar su aislamiento durante el periodo reproductor y la distancia de las islas al perímetro tampoco fue el mínimo requerido debido a las dimensiones y formato del recinto. Se construyeron cuatro penínsulas en dos tándems según el diseño recomendado, aunque se cambió, de forma acordada, la localización de uno de los tándems de su ubicación inicial en el lado NE al lado SO, evitando así las zonas de apertura de la mota entre Butano3S y 3N. Se construyeron también los taludes de abejaruco sobre agua y se instalaron las escalas limnimétricas, aunque como en el caso de Butano3N, no cubrieron el tramo inferior de la profundidad máxima. El sellado de la caja de agua se realizó con depósito

de materiales no regulable. No se ejecutaron ni los muros de observación, ni los acopios semisumergidos de ramas para nidificación, ni el sendero S de acceso, ni se arreglaron varios carriles perimetrales. En cambio, se respetó la vegetación de los taludes perimetrales interiores y del *finger* gracias a que el acceso de maquinaria se realizó por puntos fijos y no se reperfiló la mota. En la Tabla 3 se detalla el grado de cumplimiento de todas las actuaciones proyectadas.



Fotografía 2. Panorámica de las cuatro islas artificiales construidas en la zona S de Butano3S, antes del llenado con el vertido de dragados (izquierda) y después (derecha). Se aprecia la mitad de la superficie de cada isla cubierta con grava (Autores: DRAVO.S.A.; M. Barbero, AerialRotors)

Butano2

No estaba previsto acondicionar este recinto para alojar sedimentos del dragado, por lo que las recomendaciones propuestas fueron principalmente de conservación de elementos preexistentes y de la orla perimetral de vegetación leñosa. El cumplimiento de estas recomendaciones fue aceptable, aunque parcial. No se tocaron ni las islas ni las penínsulas cubiertas por vegetación espontánea, pero si se desbrozaron algunos tramos cortos ($\approx 5-10$ m) de la orla leñosa perimetral en los lados SO y NE, debido al recrecimiento parcial en altura de la mota de separación entre Butano2 y 3N, y a la construcción en primavera de un dique interior transversal para dividir el sector en dos mitades. Finalmente, no se extrajeron materiales del cordón largo en el NO utilizado para nidificar por los abejarucos, pero CORESA si eliminó durante el invierno los islotes de la esquina N con taludes ocupados por la especie. A cambio, la empresa desbrozó y reperfiló los taludes preexistentes T2 y la base residual del T1. En la Tabla 4 se muestran las actuaciones previstas y el grado de ejecución.



Fotografía 3. Tramo desbrozado de la orla madura de tarajes (*Tamarix* sp) sobre la mota perimetral de Butano2 (izquierda) y resultado del desmantelamiento de los islotes arcilloso-arenosos con taludes ocupados por abejaruco europeo (*Merops apiaster*) en la zona N de Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC; APS).

Horcada1

Finalmente se decidió no realizar vertidos de sedimentos en el vaciadero de Horcada, por lo que no se ejecutó ninguna de las actuaciones propuestas para este vaciadero. Ni siquiera aquellas no dependientes de la existencia de agua, como los taludes en seco de abejaruco en la zona O del sector. No se remodeló ninguno de los elementos preexistentes, ni se arreglaron motas o carriles erosionados (incluido el talud exterior en la orilla del río), ni se intervino en cualquier otra zona del vaciadero. En la Tabla 5 se presentan las actuaciones previstas y el nivel de ejecución.

Tabla 2. Valoración de la ejecución de obra en el sector de Butano3N. Se muestran las actuaciones propuestas originalmente, la obra ejecutada finalmente y el grado cuantitativo de cumplimiento de 0 a 1 (verde: ejecución completa; amarillo: ejecución suficiente; naranja: ejecución parcial, rojo: ejecución insuficiente o nula).

Actuación	Parámetro	Proyectado	Ejecutado ^a	Logro (0-1)	Comentarios
Zona impulsión	Localización	Esquina N	Esquinas N y NO	1.0	Distribución de vertido según materiales
	Estructuras	No instalar en zona impulsión	No instaladas	1.0	
Islas	Número	4	0	0.0	
	Superficie coronación	2x200 m2 + 2x50 m2	-	0.0	
	Cota coronación	+0.25 m sobre máximo agua	-	0.0	
	Forma coronación	1:4	-	0.0	
	Sustrato coronación	50% limo, 50% gravas	-	0.0	
	Taludes	1:2	-	0.0	
	Localización	Centro-SE	-	0.0	
	Disposición	Tamaños alternos entre y dentro de líneas	-	0.0	
	Orientación	NO-NE	-	0.0	
	Distancias	≥30 m mota, ≥25 m entre islas, en coronación	-	0.0	
Profundidad entorno	Máxima del recinto	-	0.0		
Márgenes (penínsulas)	Número	4	0	0.0	
	Superficie coronación	25x25 m	-	0.0	
	Cota coronación	-0.1 m sobre máximo agua	-	0.0	
	Forma coronación	1:1	-	0.0	
	Talud	1:18	-	0.0	
	Localización	2 SO, 2 SE	-	0.0	
	Disposición	2 tandems paralelos	-	0.0	
	Orientación	Perpendicular a mota	-	0.0	
	Distancias	25 m entre penínsulas en coronación	-	0.0	
Fingers	Número	1	1	1.0	Sobre cordón de materiales preexistente
	Localización	Lado NE	Lado NE	1.0	
	Orientación	NE-SO	Ne-SO	1.0	
	Dimensiones	100 m longitud, 2 m bajo cota	>100 m longitud, 1.5 m bajo cota	0.8	
Taludes abejaruco Sobre agua	Número	3	3	1.0	
	Localización	1 SO, 1 NE, 1 NO	But3S: 1NE, 1 centro, 1 SO	0.8	Transferidos a But3S
	Dimensiones	20 m longitud, 2 m altura sobre máximo agua	20 m longitud, 2 m altura sobre máximo agua	1.0	
	Talud vertical	75-90º	75-90º	1.0	

Actuación	Parámetro	Proyectado	Ejecutado ^a	Logro (0-1)	Comentarios
	Materiales	Limo-arenosos	Limo-arcillosos	1.0	
Taludes abejaruco en seco	Número	1	1	1.0	
	Dimensiones	20 m longitud, 2-3 m altura	20 m longitud, 2-3 m altura	1.0	Valoración post-vertido
	Talud vertical	75-90º	60-70º	0.8	Erosión por lluvias, crecimiento de vegetación
	Localización	NO	NO	1.0	
	Materiales	Limo-arenosos	Limo-arenosos	1.0	Valoración post-vertido
	Reperfilado	Marzo	Abril	0.8	Posterior a llegada de abejarucos
Regulación agua	Caja de agua	Caja regulable con But3S, sellado caja a But2	Apertura mota con But3S, sellado caja But2	0.8	4 tramos de mota abiertos y posteriormente cerrados. Sellado de caja con lona y materiales
	Nivel máximo	Cota 8.5	Cota 8.5	1.0	
	Profundidad máxima	Tercio SE entorno a islas	Zona centro	0.5	Colmatación de orillas y <i>finger</i> sumergido
	Escalas limnimétricas	Rango completo de profundidad	2 escalas, precisión 5 cm	0.8	Zona más profunda no cubierta
Otros	Nidos semiflotantes	2 acopios ramas en orillas estratégicas	-	0.0	
	Muretes de observación	1NO, 2NE, 2SO	-	0.0	
	Revegetación	Experimental en orilla NO, O y/o E	Transferido a nuevo proyecto	-	
	Adecuación carriles	Carril NE	Carril NE, con retraso	0.8	

Tabla 3. Valoración de la ejecución de obra en el sector de Butano3S. Se muestran las actuaciones propuestas originalmente, la obra ejecutada finalmente y el grado cuantitativo de cumplimiento de 0 a 1 (verde: ejecución completa; amarillo: ejecución suficiente; naranja: ejecución parcial, rojo: ejecución insuficiente o nula).

Actuación	Parámetro	Proyectado	Ejecutado	Logro (0-1)	Comentarios
Zona impulsión	Localización	Esquina N	Esquinas N	1.0	Distribución de vertido según materiales
	Estructuras	No instalar en zona impulsión	No instaladas	1.0	
Islas	Número	4	4	1.0	
	Superficie coronación	2x200 m2 + 2x50 m2	2x200 m2 + 2x50 m2	1.0	
	Cota coronación	+0.25 m sobre máximo agua	≈0.25 m sobre máximo agua	1.0	
	Forma coronación	1:4	1:4	1.0	
	Sustrato coronación	50% limo, 50% gravas	50% limo, 50% gravas	1.0	
	Taludes	1:2	1:2	1.0	
	Localización	SE	SE	1.0	
	Disposición	Tamaños alternos entre y dentro de líneas	Tamaños alternos	1.0	
	Orientación	SO-NE	SO-NE	1.0	
	Distancias	≥30 m mota, ≥25 m entre islas, en coronación	25 m mota, 25 m entre islas	1.0	
Profundidad entorno	Máxima del recinto	Mínima	0.0	Emersión prematura de fondos y reconexión de islas	
Márgenes (penínsulas)	Número	4	0	1.0	
	Superficie coronación	25x25 m	-	1.0	
	Cota coronación	-0.1 m sobre máximo agua	-	1.0	
	Forma coronación	1:1	-	1.0	
	Talud	1:18	-	1.0	
	Localización	2 NO, 2 NE	2NO, 2SO	1.0	
	Disposición	2 tandems paralelos	-	1.0	
	Orientación	Perpendicular a mota	-	1.0	
	Distancias	25 m entre penínsulas en coronación	-	1.0	
Finger preexistente	Conexión	Desconexión	Desconexión	1.0	
	Longitud	Recortar extremo 15 m	Extremo recortado 10 m	1.0	
Regulación agua	Caja de agua	Caja regulable con But3N, sellado caja But3S	Apertura y cierre mota con But3S, sellado caja But2	0.8	4 tramos de mota abiertos y posteriormente sellados. Sellado de caja con lona y materiales
	Nivel máximo	Cota 8.5	Cota 8.5	1.0	
	Profundidad máxima	Zona SE entorno a islas	Zona NO	0.2	Emergencia prematura de fondos entorno a islas
	Escalas limnimétricas	Rango completo de profundidad	2 escalas, precisión 5 cm	0.8	Zona más profunda no cubierta

Actuación	Parámetro	Proyectado	Ejecutado	Logro (0-1)	Comentarios
Otros	Nidos semiflotantes	2 acopios ramas en orillas estratégicas	-	0.0	
	Muretes observación	2NO, 1NE, 2S-SO	-	0.0	
	Revegetación	Experimental en orilla NO, O y/o E	Transferido a nuevo proyecto	-	
	Adecuación carriles	Carril NO, SO y SE. Senda SE-SO	Carril NO	0.2	
	Eliminación vegetación	Desbroce de fondo subsector E	-	0.0	

Tabla 4. Valoración de la ejecución de obra en el sector de Butano2. Se muestran las actuaciones propuestas originalmente, la obra ejecutada finalmente y el grado cuantitativo de cumplimiento de 0 a 1 (verde: ejecución completa; amarillo: ejecución suficiente; naranja: ejecución parcial, rojo: ejecución insuficiente o nula).

Actuación	Parámetro	Proyectado	Ejecutado ^a	Logro (0-1)	Comentarios
Islas y márgenes	Islas preexistentes	Conservación de las 4 islas	Conservación de las 4 islas	1.0	
	Penínsulas	Conservación de 5 penínsulas (P4 excluida)	Conservación de 6 penínsulas	1.0	
	Accesos interior	4 puntos delimitados (3 preexistentes)	Nuevo acceso en lado E	0.8	
Taludes abejaruco en seco	Número	2	2	1.0	
	Dimensiones	20 m longitud, 2-3 m altura	20 m longitud, 2-3 m altura	1.0	Valoración post-vertido
	Talud vertical	75-90º	60-70º	0.8	Erosión pluvial, pisoteo, crecimiento de vegetación
	Localización	NO	NO	1.0	
	Materiales	Limo-arenosos	Limo-arenosos	1.0	Valoración post-vertido
	Reperfilado	Marzo	Abril	0.8	Posterior a llegada de abejarucos
<i>Finger</i> preexistente		Conservación	Conservación	1.0	Reconstrucción de tramo retirado
Otros	Vegetación	Conservación orla leñosa perimetral	Tramos desbrozados en SO y NE	0.5	
	Taludes abejaruco preexistentes	Conservación parcial y reposición	Retirada de taludes N	0.8	Preservación de cordón largo NO, reperfilado de T1 y T2 preexistentes

Tabla 5. Valoración de la ejecución de obra en el sector de Horcada1. Se muestran las actuaciones propuestas originalmente, la obra ejecutada finalmente y el grado cuantitativo de cumplimiento de 0 a 1 (verde: ejecución completa; amarillo: ejecución suficiente; naranja: ejecución parcial, rojo: ejecución insuficiente o nula).

Actuación	Parámetro	Proyectado	Ejecutado ^a	Logro (0-1)	Comentarios
Zona impulsión	Localización	Acercar impulsión a esquina NO de Hor1 o limitar impulsión a extremo N de Hor2	-	0.0	Distribución de vertido según materiales
	Canal N	Remodelación	-	0.0	
	Cota máxima	Bombeo activo	-	0.0	
Islas y márgenes (penínsulas)	Islas preexistentes	Remodelación islas menores	-	0.0	
	Penínsulas preexistentes	Remodelación según nuevo diseño: 2 tandems en lado N, 1 península en lado E	-	0.0	
	Profundidad entorno	Máxima del recinto	-	0.0	
Taludes abejaruco en seco	Número	2	-	0.0	
	Dimensiones	A: 80 m longitud, >2 m altura B: 40 m, >2 m altura	-	0.0	Valoración post-vertido
	Talud vertical	75-90º	-	0.0	Erosión por lluvias, crecimiento de vegetación
	Localización	A: cara O de antiguo finger B: zona O frente a mota Hor2	-	0.0	
	Materiales	Limo-arenosos	-	0.0	Valoración post-vertido
Regulación agua	Caja de agua	Caja regulable	-	0.0	-
	Profundidad máxima	Centro entorno a islas	-	0.5	Colmatación parcial en S y E
	Escalas limnimétricas	Rango completo de profundidad	-	0.0	Zona más profunda no cubierta
Otros	Vegetación	Conservación carrizal-tarajal S	Conservación carrizal-tarajal S	1.0	
	Revegetación	Experimental en orilla N y/o E	-	-	
	Taludes abejaruco preexistente	Conservación taludes en canal N	Conservación taludes en canal N	1.0	
	Muros observación	2 lado S, 2 lado E	-		

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Hidrometeorología, inundación y cartografía base

La cantidad y distribución temporal de las precipitaciones tiene efectos directos sobre el volumen de agua disponible, la profundidad y el hidroperiodo en los diferentes medios húmedos naturales o no del bajo Guadalquivir. El nivel y fenología de la inundación de ciertos hábitats manejados dependen además del tipo y calendario de usos realizados. Por todo ello, resulta importante conocer la dinámica del ciclo hidrometeorológico y el manejo del medio para poder interpretar el comportamiento de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres dependiente de la disponibilidad y uso de otros hábitats acuáticos en su entorno.

Se elaboraron series de precipitación mensual estimada para los vaciaderos de Butano, la Horcada y los Yesos a partir de la interpolación ponderada por la distancia de los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para tres estaciones meteorológicas cercanas: Sevilla Aeropuerto (ID 5783, ubicación NE), Jerez de la Frontera (ID 5960, ubicación S) y Moguer-El Arenosillo (ID 5860E, ubicación O). Los datos se descargaron a través de la aplicación online AEMET OpenData. Se calcularon los valores del presente ciclo hidrológico, desde julio de 2020 hasta marzo de 2021 (abril no disponible), se construyeron las series de valores medios normales para el periodo de referencia 1981-2020, y se obtuvo la anomalía en las precipitaciones mensuales mediante la diferencia entre los valores del presente ciclo y las medias normales (anomalía = registrados – normales).

El estado hídrico de los principales hábitats húmedos continentales del bajo Guadalquivir se determinó mediante series temporales de inundación para masas de agua permanentes (i.e. esteros, salinas, balsas), marismas estacionales y arrozales. Las series se construyeron a partir de muestreos aleatorios estratificados por hábitat de múltiples puntos (i.e. 100 puntos para aguas permanentes, 200 en arrozal y 300 en marismas estacionales) sobre imágenes satelitales válidas de LandSat 7-8 procesadas por el laboratorio de GIS de la EBD (LAST-EBD), en los que se estableció el nivel de inundación de forma binaria (i.e. si/no). Con el conjunto de imágenes disponibles se generó una serie mensual para cada hábitat del porcentaje de puntos con inundación entre julio de 2010 y diciembre de 2020. Las imágenes satelitales no estuvieron disponibles para el periodo de enero a abril de 2021 debido al retardo en el procesado automático de las máscaras de inundación del bajo Guadalquivir por el LAST-EBD. Además del tramo disponible de la serie correspondiente al presente ciclo hidrológico, desde julio de 2020 hasta diciembre de 2020, se obtuvo la serie normal de valores medios mensuales para el periodo de referencia 2010-2020 y la anomalía del nivel de inundación del ciclo actual (anomalía = registrados – valores normales).

El nivel de inundación de los sectores con vertido en la campaña 2020-2021 se determinó de forma visual durante los censos mediante las escalas limnimétricas dispuestas en Butano3N y 3S, y a partir de series de inundación elaboradas sobre imágenes satelitales LandSat 7/8 entre julio de 2020 y diciembre de 2020 para todos los recintos controlados con o sin vertido. Los valores del espectro de los canales 4 y 5 de estos satélites permiten discriminar la presencia de agua libre (i.e. inundación) sobre imágenes corregidas y sin interferencias (e.g. nubes, falta de datos) (Fig. 6). Estas imágenes tienen una resolución espacial de 30x30 m y temporal máxima de 14 días. Ocasionalmente, la presencia de nubes o artefactos en las imágenes satelitales procesadas puede afectar al cálculo de los valores de inundación.

Se realizaron vuelos con dron para la obtención de ortofotomosaicos de todos los sectores de los vaciaderos con los que disponer de cartografía base y derivar mapas en detalle de la superficie de las láminas de agua y modelos digitales de elevación (MDE). Los MDE se utilizarán para el cálculo de la profundidad de las láminas de agua una vez los sectores se hayan secado completamente y se pueda calcular la diferencia entre las cotas de fondo post-vertido y las de superficie de las láminas en cada vuelo (Fig. 6). Para los vuelos se utilizó un dron Phantom 4 Pro operado por Manuel Barbero (AerialRotors) con

licencia de piloto y permisos de vuelo según requisitos locales. Se realizaron tres vuelos en la Horcada y Butano los días 07/08/2020, 18/10/2020 y 14/02/2021, y uno en los Yesos el día 14/02/2021.

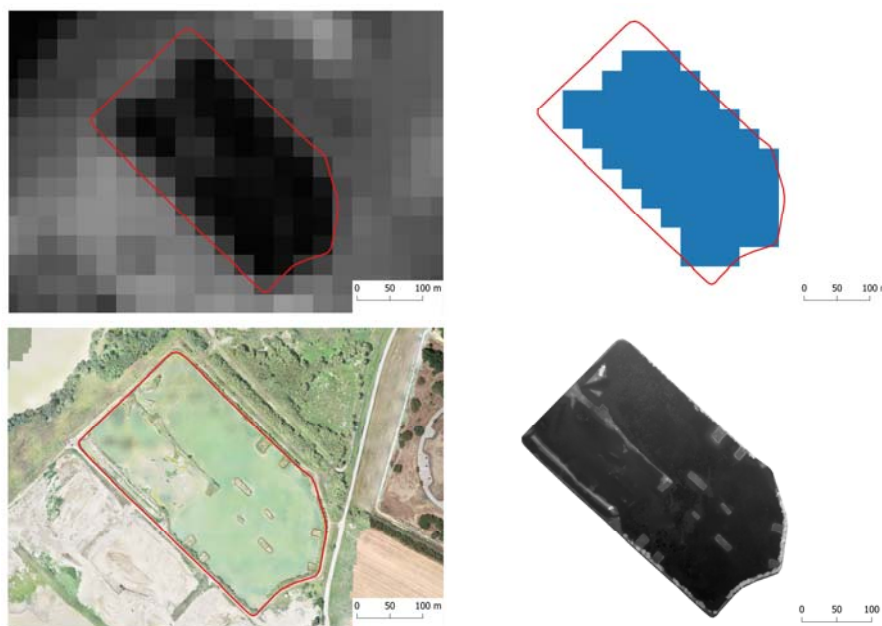


Figura 6. Ejemplo de máscara de inundación (arriba izquierda) obtenida a partir de imágenes satelitales LandSat 7/8 con la que se determina el área de inundación (arriba derecha), y de mosaico ortofotográfico desde dron (abajo izquierda) con el que se deriva el correspondiente modelo digital de elevaciones (abajo derecha), para el sector de Butano2.

3.2. Seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y especies de interés

Siguiendo las definiciones según el Convenio Ramsar y SEO-BirdLife, en el presente informe se considera el término *ave acuática* (o *ave ligada a medios acuáticos*) en su sentido más amplio, como toda aquella especie de ave que dependa directamente de los ecosistemas acuáticos para completar al menos parte de su ciclo biológico (i.e. reproducción, migración, invernada, alimentación, refugio o descanso). Según SEO-BirdLife, bajo esta definición se agruparían un total de 137 (40%) de las especies de aves registradas habitualmente en España.

Se utilizan datos recogidos durante el periodo de seguimiento de cerca de ocho meses entre el 08/07/2020 y el 19/02/2021. Los ocho sectores de los tres vaciaderos se censaron con frecuencia quincenal fuera del periodo reproductor (ago-2020 a feb-2021) y semanal durante el periodo reproductor (jul-2020), excepto Butano3N que se incorporó al protocolo de censado a partir de su llenado con el vertido de noviembre de 2021, momento en el que Butano1, que continuó seco y sin vertido, pasó a censarse de forma mensual. Se realizaron censos completos de duración no prefijada, adecuados para comunidades de especies conspicuas, con abundancias moderadas y en áreas de tamaño pequeño y comparable, en las que la detectabilidad es elevada. Los registros correspondientes a la reproducción corresponden a la fase final cuando se acelera la desecación estival de los recintos, la nidificación ha cesado y se concluye la crianza de los últimos pollos eclosionados.

En cada censo se anotó el número, localización dentro del sector, clase de edad (adulto, pollo) y comportamiento de cada individuo (o grupo de individuos) de cada especie de ave acuática y de interés. Se anotó también la presencia y localización de nidos con o sin adultos incubando.

Se utilizaron las siguientes variables como indicadores de la estructura de la **comunidad de aves acuáticas** que utilizaron los vaciaderos:

- Riqueza específica (S): número de especies observado.
- Riqueza de órdenes (So): número de órdenes observado.
- Abundancia (N): suma del número de individuos de todas las especies observadas ($N = \sum n_i$, desde $i = 1$ hasta S, donde n_i es el número de individuos de la especie S).
- Índice de diversidad de Shannon (H'): expresa la uniformidad de los valores de abundancia sobre la muestra de individuos de las especies observadas ($H' = -\sum p_i \ln p_i$, desde $i = 1$ hasta S, donde p_i = proporción de individuos de la especie i en la muestra total). Aumenta desde cero (una sola especie) con la riqueza y la distribución uniforme, y no tiene límite superior. Valores < 2 se consideran diversidad baja y > 3 diversidad alta.
- Índice de uniformidad de Pielou (J): mide la relación entre la diversidad observada y la máxima esperada ($J = H'/\ln(S)$) e informa sobre la distribución de la abundancia entre las especies. Varía desde cero (sin uniformidad, dominancia elevada) hasta uno (reparto equitativo).

El rendimiento reproductivo se valoró en base a los siguientes parámetros:

- Número de nidos activos, con un adulto incubando.
- Número de pollos.
- Número de grupos familiares, entendiendo como grupo familiar al conjunto de pollos hermanos con o sin progenitores cercanos.
- Productividad, como la razón del número de pollos y el número de nidos activos.

La distribución de muestreos (censos) entre sectores y meses no fue siempre completamente balanceada, por lo que se utilizaron los valores medios por censo como principales variables respuesta para la comparación entre grupos y periodos a nivel de comunidad. También se consideró el total acumulado, es decir, la suma de individuos, nidos, pollos o grupos familiares de todos los censos de una o varias especies, principalmente en estadísticas por especie, para sectores con vertido con censos equilibrados y valores globales.

En el caso del **abejaruco europeo** (*Merops apiaster*) y otras especies de especial interés (martín pescador *Alcedo atthis*, avión zapador *Riparia riparia*) se prestó especial atención a su presencia y número durante los censos de acuáticas. Se tuvo en cuenta la fenología particular de cada especie, sobre todo de las migradoras.

3.3. Amenazas potenciales e incidencias

Las aves acuáticas son presa de **predadores** aéreos como las rapaces, pero también otros grupos como láridos, ardeidas o ciconíidos que pueden capturar pollos. Igualmente, son objeto de predación por mamíferos terrestres, tanto silvestres (e.g. zorro común, mustélidos, jabalí) como domésticos (i.e. perros y gatos). El impacto de la predación, particularmente de nidos y pollos, sobre la dinámica de las poblaciones de aves acuáticas puede ser localmente importante, por lo que debe prestarse atención a la presencia, abundancia y accesibilidad de posibles predadores en los vaciaderos terrestres. Durante los censos se anotó la presencia directa o de indicios (e.g. huellas, rastros y excrementos) de predadores potenciales, aéreos o terrestres, silvestres o domésticos.

Se registró también la existencia de posibles **molestias** de origen humano en el interior o periferia cercana de los sectores, que pudiesen influir en la presencia y reproducción de las aves acuáticas en los vaciaderos, tales como las actividades agrícolas, ganaderas y cinegéticas, así como el tránsito no autorizado de personas y vehículos a motor. Se prestó especial atención a los **aprovechamientos cinegéticos** realizados en los vaciaderos y su entorno, y se revisó la situación legal de los terrenos desde el punto de vista de la

caza. Para ello se utilizó información procedente del catálogo de datos de terrenos cinegéticos de Andalucía 2016-2017 actualizada a fecha 25/02/2020 y de la información técnica para la presente temporada de caza 2020-2021, disponibles en la plataforma REDIAM y el Portal de la Caza y Pesca Continental en Andalucía, respectivamente.

El entorno del bajo Guadalquivir, especialmente en su margen izquierdo, es un entorno altamente humanizado con una importante presencia de infraestructuras. Entre ellas destacan los **tendidos eléctricos** de distribución, que dan servicio a viviendas, instalaciones de bombeo, riego y compuertas, y que son una fuente potencial de mortalidad para las aves de mayor envergadura que utilizan los apoyos como posaderos. En el entorno cercano de los vaciaderos y de la Ctra. Del Práctico discurren varios tendidos, entre los que destaca el situado entre la mota del lado NO de los sectores de Butano y la orilla del río Guadalquivir. Debido al riesgo de electrocución se realizó la revisión completa de todos los apoyos de esta línea que ya habían sido tipificados y parcialmente revisados (12 apoyos) en la pasada temporada, con especial atención a los apoyos de diseño más peligroso.

Se anotó también la presencia y abundancia de **residuos sólidos** y escombros dentro de los vaciaderos terrestres y en sus inmediaciones. Por desgracia, este tipo de basura es relativamente habitual en el entorno de la margen izquierda del Guadalquivir, tanto por depósito incontrolado, como por arrastre fluvio-mareal.

Se prestó especial atención a la aparición de **aves muertas** dentro de los recintos, sobre todo de aves acuáticas ante el riesgo de episodios de mortalidad causados por la proliferación de microorganismos tóxicos (e.g. cianobacterias, bacilos del género *Clostridium*) en condiciones de temperaturas elevadas del agua y anoxia, propias de humedales eutrofizados con escasa renovación de agua. Cuando resultó posible, se examinó el cadáver en busca de indicios externos de la causa de muerte. Al menos en aquellas especies catalogadas se procedió a dar el aviso a la autoridad pertinente.

4. RESULTADOS

4.1. Hidrometeorología e hidroperiodo

4.1.1 Meteorología: Precipitaciones

Las series de precipitación mensual estimada para los vaciaderos de Butano y la Horcada durante el periodo de junio 2020 a marzo 2021 presentaron una fuerte correlación ($R^2 = 0.996$) como era de esperar dada su cercanía (29 km). Los acumulados totales en este periodo fueron un 30.2% y 26.9% inferiores a la media del periodo de referencia 1981-2010, respectivamente (Fig. 7). El déficit mensual registrado fue de ligero a moderado en la primera parte del otoño (-43.7 a -64.7% entre septiembre y octubre; anomalía mensual media = -24.0 mm) e intenso en el mes de diciembre (-72.4 a -74.7%; anomalía mensual media = -75.4 mm), mientras que las precipitaciones estuvieron próximas a la media histórica durante noviembre (-1.9 a +7.7%) y resto del invierno (enero a marzo 2021; -15.8 a +21.5%). El déficit de este periodo continua la tendencia de disminución pluviométrica del último ciclo hidrológico 2019-2020, en el que los acumulados totales ya fueron un 23.9 y 21.9% inferiores a la media del periodo de referencia en Butano y la Horcada, respectivamente.

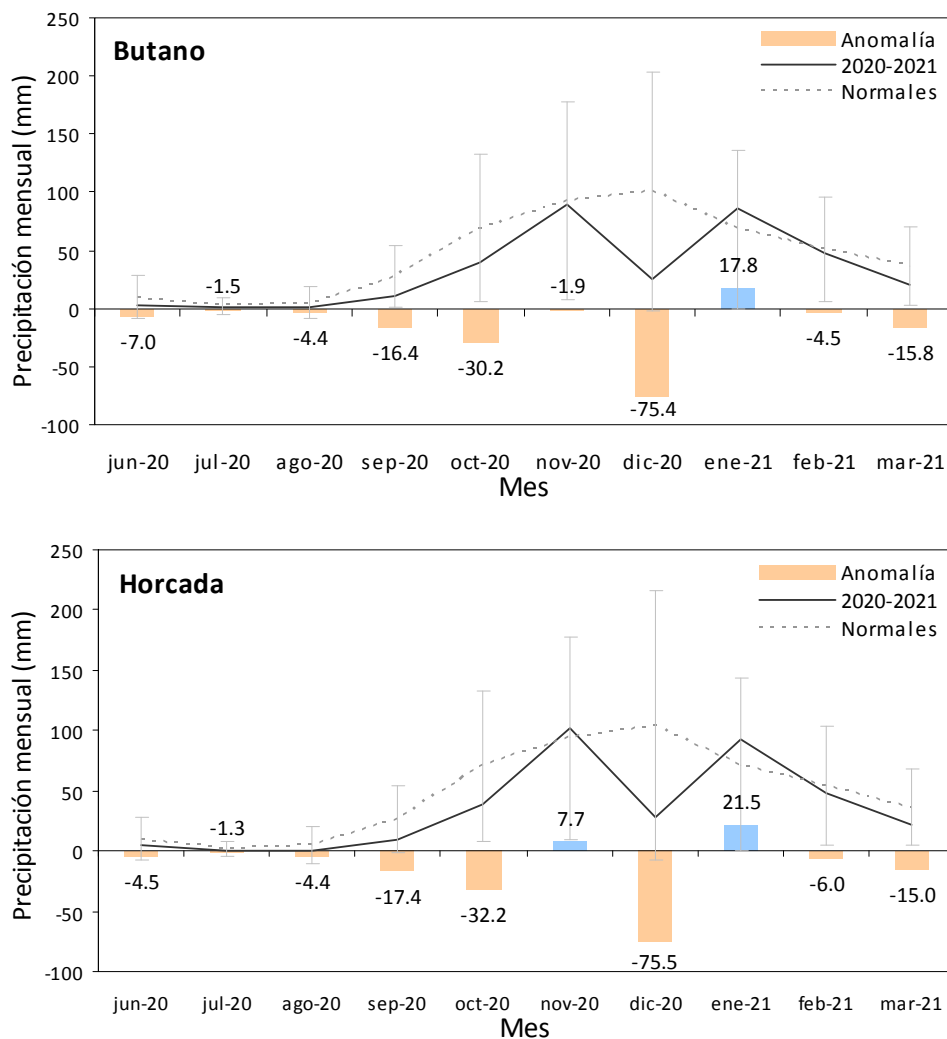


Figura 7. Precipitación mensual (mm/m^2) registrada entre junio 2020 y marzo 2021 (línea sólida), precipitación mensual media normal (\pm SD) para el periodo de referencia 1981-2020 (línea discontinua), y anomalía en la precipitación observada respecto a la normal (i.e. anomalía = registrada – normal; azul: positiva, naranja: negativa) para los vaciaderos de Butano (arriba) y la Horcada (abajo), calculados a partir de la interpolación ponderada de las series de precipitación de los observatorios de Sevilla Aeropuerto (5783), Jerez de la Frontera (5960) y El Arenosillo (5860E).

4.1.2 Inundación de hábitats húmedos en el bajo Guadalquivir

Las oscilaciones en las precipitaciones de otoño e inicio del invierno, junto con el déficit hídrico arrastrado de años anteriores y el manejo de cultivos y recursos hídricos explican la dinámica diferencial observada en la inundación temporal de los principales hábitats húmedos del bajo Guadalquivir.

Como es de esperar, los medios de **aguas permanentes** (e.g. esteros, balsas, salinas) mantuvieron niveles de inundación altos y relativamente estables (68-90%) durante el periodo de junio a diciembre de 2020 (Fig. 8). La acuicultura, el riego o la producción de sal, precisan reservas continuas de agua de suficiente calidad que deben reponerse principalmente con aportes fluvio-mareales o subterráneos, y que apenas dependen del aporte variable y estacional de las precipitaciones. No obstante, se registró una reducción significativa de las aguas permanentes durante el otoño, causada probablemente por el menor aporte de las precipitaciones y el déficit acumulado de los últimos ciclos hidrológicos, que menguan las reservas subterráneas de fondo y los aportes superficiales.

En el **arrozal** se registraron oscilaciones muy importantes debidas al retraso en el crecimiento del arroz, cosecha y vaciado de las tablas causado por el llenado y siembra tardíos al final de la primavera previa (ver

Informe junio 2020) (Fig. 8). Como resultado, se registró un nivel de inundación infrecuente de más del doble de lo esperado (+140%) en el mes de septiembre, muy por encima de la variabilidad esperada. El llenado fue además ligeramente superior en los meses previos, lo que obedecería a un aumento de la superficie puesta en cultivo. El vaciado pos-cosecha se culminó también con retraso, durante el mes de octubre, y aunque las primeras lluvias no fueron suficientes para recuperar el nivel normal de agua otoñal, el área inundada se recuperó a principios del invierno gracias a las precipitaciones de noviembre. El arrozal es un medio antropogénico con ciclo bimodal de inundación (otoño-invierno, primavera-verano) sujeto a decisiones de manejo que determinan los tiempos y áreas de inundación. Es uno de los principales hábitats temporales alternativos para aves acuáticas en el bajo Guadalquivir, sobre todo como lugar de alimentación, con una superficie similar a la de la marisma estacional. El ciclo de cultivo retardado, aunque desfavorable para las especies de aves acuáticas con reproducción temprana, puede favorecer a las de nidificación tardía o que utilicen las tablas como zona de alimentación al final del verano, un momento en el que la marisma se encuentra sin agua. En cambio, la menor inundación otoñal reduce la disponibilidad de este medio para las aves en paso e invernantes, lo que se une al déficit hídrico crónico que arrastra la marisma estacional.

La dinámica de inundación de la **marisma estacional** depende en última instancia del régimen pluviométrico otoño-primaveral, ya sea por la acumulación directa de las precipitaciones, el rebosamiento del acuífero subterráneo o los aportes de la red de arroyos en la cuenca hidrográfica que vierte a la marisma. Como es de esperar, la marisma permaneció prácticamente seca durante el verano después del secado prematuro favorecido por el déficit hídrico acumulado en el ciclo previo (Fig. 8). Las lluvias otoñales fueron insuficientes para recuperar el nivel normal de inundación que fue un 44.6% inferior al esperado para los meses de noviembre y diciembre de los últimos 10 años. Un área de inundación menor implica una menor disponibilidad de alimento y zonas seguras de descanso en la marisma, lo que podría favorecer la concentración de aves durante el paso en otros medios disponibles como el arrozal, con una gran superficie inundada al final del verano, o de invernantes y aves en paso en humedales permanentes durante el otoño e invierno debido al déficit hídrico registrado simultáneamente en la marisma y el arrozal.

Aunque la marisma estacional es el principal hábitat para las aves acuáticas en el bajo Guadalquivir (35% de la superficie), la gran variabilidad del régimen hidro-meteorológico mediterráneo dependiente de las precipitaciones favorece el uso alternativo de otros hábitats más estables y predecibles como las salinas, los esteros o incluso los propios vaciaderos, a pesar de su menor entidad espacial. El papel relativo de estos enclaves adquiere mayor relevancia debido a la sobreexplotación del acuífero de Doñana, el déficit pluviométrico arrastrado y los posibles efectos de Cambio Climático. Por tanto, es necesario un manejo sostenible de estos espacios que garantice la suficiente inundación y un hidroperiodo mínimo durante los momentos más críticos de reproducción, paso e invernada cuando otros medios, como la marisma, no ofrezcan recursos suficientes durante el tiempo necesario.

4.2. Vertido e inundación de vaciaderos terrestres

4.2.1 Butano

Según la previsión de dragados a partir de la batimetría del canal de navegación, la mayor parte de los sedimentos serían retirados del tramo superior de bajo Guadalquivir, fundamentalmente desde la esclusa hasta el tramo de la Isleta, que corresponden al vaciadero de Butano. Por su estado y capacidad disponible, el sector 3N fue el destinado a recibir la mayor parte de los vertidos, mientras que el sector 3S quedaría como secundario para alojar el exceso de materiales al encontrarse semicolmatado con los sedimentos de las últimas campañas. Por su parte, el sector 2 no sería inundado para poder disponer así de los materiales una vez seco y practicable, mientras que el sector 1 permanecería sin uso como en las últimas campañas.

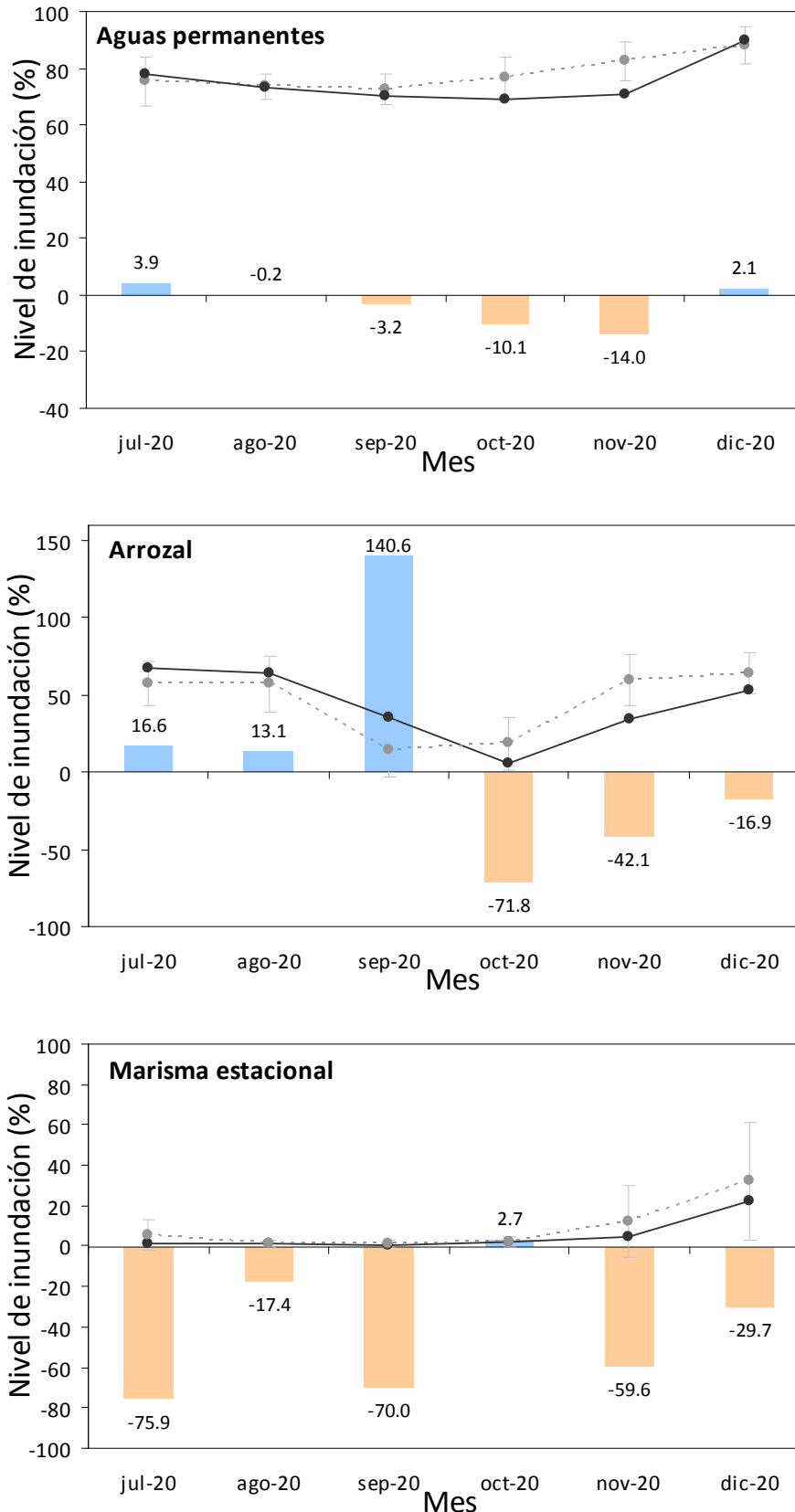


Figura 8. Porcentaje de inundación de masas de agua permanentes (arriba), arrozales (centro) y marismas estacionales (abajo) en el bajo Guadalquivir durante el actual ciclo hidrológico entre junio 2020 y marzo 2021 (línea sólida), valores normales para el periodo de referencia 2010-2020 (línea discontinua) y porcentaje de anomalía hídrica resultante (i.e. anomalía = (registrada – normal) / normal; azul: positiva, naranja: negativa). Valores obtenidos de muestreos sobre series de inundación en base a imágenes LandSat 7-8 (LAST-EBD).

Sector 3N

Había permanecido seco y sin vertido en 2019-2020 cuando se realizaban labores de extracción de áridos. Los primeros trabajos de acondicionamiento por la el contratista DRAVOSA comenzaron el día 23/10/2021 con el recrecimiento en altura y retaluzado de los lados NO, NE y SE de la mota perimetral hasta la cota mínima de 9 m, similar a la de 3S, en previsión del gran volumen de materiales dragados. La cota máxima de inundación se llevó también hasta 8.5 m. Como ya se ha mencionado (apartado 2.2.), las nuevas estructuras se planificaron originalmente para el sector 3N con posibilidad de ejecutar otras adicionales en 3S. Sin embargo, la APS determinó a finales de octubre de 2020 la conveniencia de trasladarlas y adaptarlas definitivamente al sector 3S para reducir el movimiento de materiales y los costes asociados que supondría construir los elementos en un recinto de tal profundidad, así como evitar los efectos de la posible colmatación sobre la funcionalidad de las estructuras (e.g. aislamiento prolongado de islas). Únicamente se mantuvo el *finger* transversal sumergido preexistente, pero sin cerrar la apertura central para no generar excesiva presión con el llenado inicial de la mitad NO del recinto, y la construcción de un talud en seco para nidificación de abejaruco que CORESA llevó a cabo el 22/11/2021. La caja de agua que comunica con el sector 2 a través de conducciones bajo la mota perimetral permaneció cerrada, impermeabilizada con lona plástica y espuma expansiva, y sellada finalmente con acopios de materiales en su frente para evitar filtraciones. El llenado comenzó el día 01/11/2020 con vertido directo y alterno en las dos esquinas del lado NO cercano al río (Fig. 9). La evacuación de agua excedente durante el periodo de vertido se realizó por flujo pasivo desde 3N hacia 3S a través de comunicación directa por hasta cuatro aperturas practicadas en la mota de separación. La primera conexión se realizó dos días después de iniciado el vertido y el resto se abrieron en semanas posteriores para facilitar un flujo mayor y más distribuido que evitase la colmatación de la conexión original. El día 07/12/2020 se reforzó en anchura y altura la mota perimetral en el lado NO y esquina N para compensar la presión del gran volumen de materiales confinados sobre la mota recrecida. Entorno al día 17/12/2020 finalizó el vertido en 3N y se retiraron los operarios y maquinaria de DRAVOSA. En los dos días posteriores se observó un descenso rápido de unos 15 cm en el nivel del agua debido al flujo hacia 3S y filtraciones. A partir de entonces el descenso se ralentiza, actuando únicamente la evaporación.



Fotografía 4. Aspecto del sector de Butnao3N en agosto de 2020 antes de los trabajos de adecuación previos al vertido (izquierda) y vertido de materiales de dragado en la zona de impulsión del lado NO de Butano3N en noviembre de 2020 (derecha) (Autores: M. Barbero, AerialRotors; R. Muriel, EBD-CSIC; APS).

A mediados de enero de 2021 la APS toma la decisión de vaciar por completo y de forma anticipada el recinto de 3N con el fin de que se seque durante el final de la primavera para que CORESA pueda disponer de las arenas acumuladas en las zonas de impulsión. El día 05/02/2021, antes del vaciado, cierran las cuatro conexiones de la mota entre 3N y 3S. El 19/02/2021 CORESA realiza una extracción puntual de arena acumulada en la zona de impulsión de la esquina N. La intención inicial es trasvasar el agua desde 3N hasta la mitad S del sector 2 a través de la caja de agua que comunica ambos sectores, pero las dificultades técnicas (e.g. fondo impracticable del sector 2 para maquinaria) decantan la solución hacia la apertura directa de la mota de separación entre sectores. Entorno al día 08/04/2021 se procede finalmente a la

apertura de una zanja en la zona media del lado NE de la mota entre 3N y 2. Se produce un vaciado inicialmente rápido que se ralentiza una vez el nivel de agua alcanza la base de la zanja practicada, hasta cesar a finales del mes de abril. El descenso hace aflorar el *finger* transversal sumergido y amplios fondos limosos en todo el perímetro, principalmente en los lados NO y SE.

Sector 3S

Este sector fue perdiendo por evaporación y rápidamente el agua del vertido previo de 2019 durante la primavera de 2020, hasta quedar completamente seco a finales de agosto (Fig. 9). A finales de octubre de 2020 la APS toma la decisión de no ejecutar las actuaciones previstas para el sector 3N y reajustar la propuesta alternativa del **sector 3S** para alojar las principales estructuras proyectadas. Antes, a mediados de octubre, se procedió al aislamiento de 3S mediante el cierre del paso existente en el extremo N de la mota de separación entre 3S y 3N. A finales del mes DRAVOSA construye las estructuras previstas en 3S y acondiciona el sector, justo antes de comenzar los vertidos en Butano el 01/11/2020. El llenado de 3S se efectuó por flujo pasivo desde 3N y en menor medida por vertido directo en la esquina N. Inicialmente se pensó en el paso de agua y materiales a través de conducciones enterradas colocadas en la mota de separación entre ambos sectores. Pero se optó por la apertura directa de la mota en su extremo más alejado del punto de vertido, que finalmente se amplió hasta un total de cuatro conexiones a lo largo de toda la mota para soslayar la colmatación en la apertura original. Dada la gran colmatación pre-vertido de este sector (cota 7.5 m), se decidió subir la cota máxima de inundación hasta 8.5 m igual que en 3N, para alojar un mayor volumen de materiales, aumentar la profundidad final de agua y prolongar el hidropereodo y la funcionalidad de las estructuras creadas. El día 08/11/2020 comenzó a entrar agua en 3S desde 3N por la primera apertura practicada. La decantación del agua excedente del conjunto conectado 3N-3S se realizó por la caja de agua de 3S, operativa durante el periodo de vertido. Se desconectó entonces el *finger* de la mota perimetral para aumentar el flujo de agua hacia la zona de la caja de agua. El día 20/12/2020 finaliza el vertido directo en todo el vaciadero, incluido 3S, aunque el flujo continuó lento desde 3N hasta la estabilización del nivel. Dos días después se cerraron las conducciones de la caja de agua con tapas atornilladas, se cubrieron las tablas con lona impermeable y se depositaron acopios de materiales en el frente y dentro de la propia caja. Aún así, el nivel de inundación descendió unos 15 cm iniciales por evacuación y filtraciones hasta el sellado definitivo.



Fotografía 5. Panorámica estival de Butano3S desde el lado E en agosto de 2020 donde se aprecian las láminas residuales y menguantes en la zona más profunda frente a la caja de agua (izquierda) y misma perspectiva con el recinto completamente seco en octubre de 2020 antes comenzar el vertido (derecha) (Autor: M. Barbero, AerialRotors).

Como ya se ha indicado, la APS tomó la decisión de vaciar el sector 3N a finales de enero de 2021, por lo que se aislaron ambos sectores mediante el cierre a principios de febrero de las conexiones en la mota de separación entre 3S y 3N. A partir de ese momento se produce un lento y progresivo descenso del nivel del agua principalmente por evaporación no compensado por las precipitaciones invernales. Debido a la acumulación de los nuevos sedimentos aportados sobre la colmatación previa, la profundidad máxima efectiva de agua fue reducida y rápidamente comenzaron a aflorar los fondos más elevados a partir de

mediados de febrero. A comienzos de abril las islas se encontraban ya interconectadas con el perímetro, las dos escalas totalmente emergidas y sólo se mantenían láminas someras, fragmentadas y menguantes, sobre todo en el subsector O.

Sector 2

Siguiendo el principio del uso rotatorio en Butano, no se preveían vertidos directos o indirectos en el sector 2, ni por tanto nuevas actuaciones ambientales más allá de la preservación de los elementos de interés y la construcción de dos taludes en seco para nidificación de abejaruco en la cara exterior del lado NO. Este recinto debería continuar el proceso de desecación del gran volumen de agua procedente del vertido 2019, después de la apertura forzada de la mota perimetral en julio de 2020, para proceder a la retirada de materiales durante el verano de 2021 y su posterior acondicionamiento de cara a la próxima campaña de vertidos. Desde el pasado verano todavía persistían unas pocas láminas de reducida extensión y profundidad, mantenidas por la saturación subsuperficial de los sedimentos y las últimas precipitaciones (Fig. 9). Sin embargo, a finales de enero de 2021 la APS tomó la decisión de vaciar el sector 3N inundado en la presente campaña, trasvasando el agua a la mitad S del sector 2. Por ese motivo, el día 05/02/2021 CORESA inicia la construcción de un dique transversal y de escasa altura entre los lados SO y NE, pasando por el extremo del *finger* para dividir el recinto en dos subsectores aislados. Se concluye su construcción a finales de marzo con el aporte de materiales externos desde el lado NE que evitan el uso de las arcillas húmedas y blandas del fondo del recinto. Entorno al día 08/04/2021 se procede a la apertura de una zanja en la mota de separación entre los sectores 3N y 2, a la altura de la antigua península P6 y el nuevo dique. Una semana después se alcanza el nivel máximo de inundación en el subsector S de Butano2, insuficiente para crear nuevas láminas de aguas abiertas o rodear a las islas preexistentes. El agua transferida permite el recrecimiento (+30 cm) de las dos láminas residuales en esta parte del recinto, la inundación de la fosa creada en la construcción del dique en su extremo NE y el encharcamiento parcial de algunas zonas deprimidas cubiertas de vegetación. A finales de abril ya no hay paso de agua por la zanja y CORESA comienza a cerrar la zanja con pequeños aportes de áridos.



Fotografía 6. Panorámica estival de Butano2 desde el lado SO en agosto de 2020 donde se aprecian las láminas residuales y menguantes entre las islas ratificales después del vaciado forzoso (izquierda) y perspectiva del mismo recinto desde el NO en octubre de 2020, con las láminas aisladas más persistentes (derecha) (Autor: M. Barbero, AerialRotors).

Sector 1

Al igual que en la campaña anterior, este sector permaneció inactivo y no se llevaron a cabo ni actuaciones ambientales ni vertidos. Durante la primera semana de julio de 2020 CORESA realizó nuevas extracciones de áridos en la zona O, retirando parte de la propia mota perimetral y la vegetación incipiente de la cara interior de la franja afectada. Estas extracciones fueron las últimas después de las realizadas durante la primavera previa en la zona NE y centro-S. Las lluvias de invierno y primavera sólo consiguieron formar pequeños charcos efímeros en las zonas más profundas y arcillosas de las esquinas O y NE.

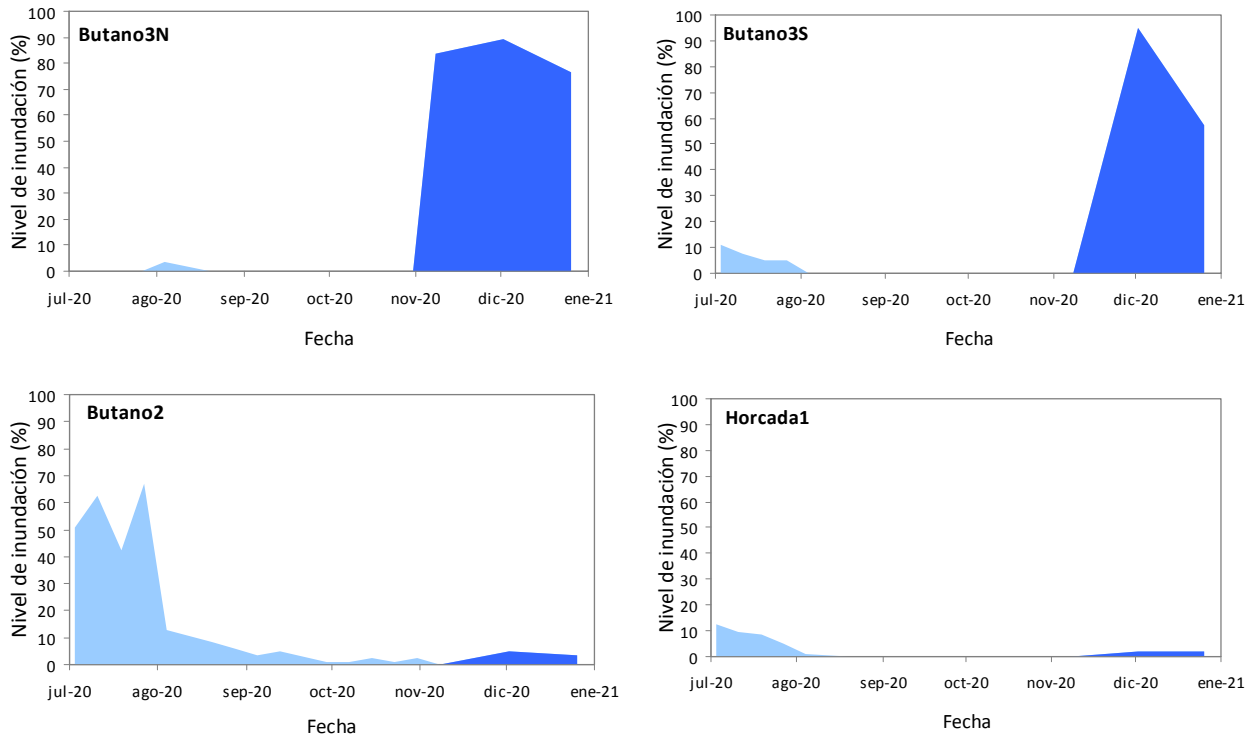


Figura 9. Nivel de inundación (%) respecto al área total del recinto durante el periodo previo al vertido (julio-octubre 2020, azul claro) y después del vertido (noviembre-diciembre 2020, azul oscuro) en los sectores de Butano3N (arriba izquierda), Butano3S (arriba derecha), Butano2 (abajo izquierda) y Horcada1 (abajo derecha). Valores obtenidos a partir de imágenes LandSat 7-8 (LAST-EBD). Los descensos anormalmente bruscos y breves son errores debidos a la presencia de nubes u otras interferencias en las imágenes satelitales.

4.2.2 Horcada

Inicialmente se valoró la posible inundación de la **Horcada1** con los dragados procedentes de tramos cercanos destinados específicamente a la Horcada en el dragado de 2020. En este sentido, se incluyó en la propuesta la reconfiguración de las estructuras construidas en la pasada campaña con el fin de mejorar su funcionalidad en previsión de al menos un llenado parcial. Sin embargo, ya en el mes de octubre se determinó que no habría suficientes sedimentos que dragar en estos tramos bajos, que estos serían destinados a la restauración de playas en la desembocadura del río y que, por tanto, no se ejecutaría ninguna de las actuaciones previstas en el vaciadero de la Horcada. Tampoco se valoró la alternativa propuesta de realizar bombeo de agua en el recinto, independiente del proceso de dragado-vertido. El dragado de los tramos bajos tuvo lugar finalmente entre la última quincena de diciembre de 2020 y el día 12/01/2021, cuando se da por concluida la campaña 2020-21.



Fotografía 7. Aspecto estival de Horcada1 desde el lado E, con láminas someras y fragmentadas entre fondos emergidos e islas artificiales (izquierda) y mismo recinto en octubre de 2020 completamente seco donde destacan las penínsulas e islas artificiales (derecha) (Autores: R. Muriel, EBD-CSIC; M. Barbero, AerialRotors).

Sin aportes procedentes del dragado ni de bombeo alternativo, el hidroperiodo en ambos sectores de la Horcada dependió completamente de la climatología estacional. El agua del vertido parcial de 2019 en Horcada1 fue secándose progresivamente durante el verano y principio del otoño de 2020, hasta quedarse en un único charco residual, pequeño e hipersalino entre las islas y la mota N (Fig. 9). Las lluvias de noviembre reinundaron parcialmente el sector, formando láminas fragmentadas y someras alrededor de las islas, la zona N y el lado E. El nivel del agua aumentó ligeramente con las lluvias de enero formando una lámina más continua desde el lado E hasta la isla IMN, además del entorno del resto de islas y las lagunas del carrizal en el lado S. Estas láminas se mantuvieron estables gracias a las precipitaciones primaverales, la menor evapotranspiración estacional y la proximidad del nivel freático. **Horcada2** permaneció completamente seco desde principios de julio hasta las primeras lluvias importantes de noviembre de 2020, cuando se formaron charcos temporales, sobre todo en el subsector N. Las lluvias de invierno mantuvieron estos encharcamientos estacionales hasta después de enero cuando comenzaron a reducirse progresivamente hasta quedar pequeños charcos marginales en la zona SE del subsector N.

El día 17/08/2020 CORESA-Eiffage inició la extracción de áridos sobre 2 ha colmatadas con arenas de la franja O de Horcada1, situada entre el *finger* N-S y la mota de separación con el sector 2, y entre la zanja N de trasvase de agua del sector 2 al 1 y la mota S. La circulación de maquinaria y retirada de materiales se realizó por la apertura preexistente en la mota S. Estas labores se prolongaron durante algo más de un mes hasta el día 25/09/2021. No se tocaron los taludes oeste sobre la mota de separación entre sectores, ni las paredes de la zanja N que atraviesa la mota de separación, donde habían nidificado abejarucos la pasada temporada. Se crearon de forma no premeditada nuevos taludes arenosos sobre el borde E de la zona de extracción, coincidiendo aproximadamente con el *finger* de Horcada1. Las lluvias de otoño e invierno crearon charcos irregulares y muy someros en el fondo de la zona de extracción que se redujeron a partir de finales de febrero.

Por último, la acción erosiva fluvio-mareal arrastró parte del talud exterior de la mota O de Horcada2 que había sido reforzado durante la pasada campaña. Como consecuencia, se han vuelto a formar cortes verticales idóneos para la nidificación del abejaruco. No obstante, de progresar la erosión de la ribera, existe un riesgo alto de desestabilización de la propia mota, sobre todo en el tramo central entre los subsectores del recinto.

4.2.3 Los Yesos

Al igual que en la pasada campaña, en ninguno de los dos recintos de los Yesos se realizó vertido de dragados ni actuaciones ambientales específicas. A pesar de ello, siguieron realizándose los censos de aves y el seguimiento de los trabajos de extracción de sedimentos.

En el **sector 1** han continuado las tareas de movimiento, clasificación, mezcla y extracción de los áridos que venían realizándose durante la pasada campaña. Durante el verano los trabajos se centraron en la zona NE, pasando a la zona centro y O a lo largo del otoño y el invierno. Estos trabajos han ido acompañados del retaluzado de la cara interior de los tramos de mota correspondientes, sobre todo en la zona N-NE y la O junto a la entrada. El recinto permaneció seco hasta las lluvias de noviembre, cuando se formaron charcos muy someros en las zonas deprimidas de extracción en el N y zona centro-O, que se mantuvieron con variaciones hasta la primavera, cuando comenzaron a secarse por evaporación y bombeo activo.

El **sector 2** permaneció inactivo y sin labores de extracción de sedimentos al igual que durante la pasada campaña. El subsector O se mantuvo completamente seco, excepto una pequeña laguna temporal en su esquina SO, debido a la naturaleza permeable de las arenas que lo colmatan desde la última campaña de vertidos 2016-17. En el subsector E, menos colmatado y con fondos arcillosos, con las primeras lluvias de

noviembre se formaron varias láminas someras y fragmentadas en las zonas deprimidas entre los *fingers*. Estas pequeñas láminas se mantuvieron relativamente estables gracias a las lluvias invernales, tendiendo a reducirse progresivamente a partir de finales de marzo.

4.3. Comunidad de aves acuáticas

4.3.1 Comunidad global

Entre los meses de julio de 2020 y febrero de 2021 se llevaron a cabo un total de 128 censos durante 18 jornadas de campo en los ocho recintos incluidos en el programa de seguimiento de los tres vaciaderos terrestres del Guadalquivir en Butano, Horcada y los Yesos (Tabla 6). El esfuerzo de muestreo realizado alcanzó el 95.5% del máximo esperable (i.e. 134 censos). La pequeña diferencia de únicamente seis censos se debió a una disminución en la frecuencia de muestreo en el recinto seco de Butano1 a partir de la incorporación del sector 3N en el plan de seguimiento.

Se registró un total de **12559 aves de 116 especies pertenecientes a 18 órdenes diferentes**. El 55.6% de estos ejemplares fueron aves ligadas a medios acuáticos de 48 especies (42.1%) y 9 órdenes (50%) (Tabla 7). Una gran mayoría de estas aves y especies (88.4%) utilizaron los recintos para descansar, alimentarse y/o reproducirse, mientras que el resto fue observado en paso sin realizar un uso directo de la zona (Fig. 10). La abundancia por censo de acuáticas usando los vaciaderos fue inferior a la registrada durante el periodo anterior de seguimiento de noviembre 2019 a junio 2020, con 48.2 vs 66.06 aves/censo, respectivamente (noviembre 2019 a junio 2020). En conjunto, el índice de diversidad global de la comunidad de aves acuáticas que utilizaron los vaciaderos fue de $H' = 2.132$, mientras que el valor de uniformidad fue de $J = 0.563$, similares a los del periodo previo.

Tabla 6. Distribución del número de censos por sector, estación y mes en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo de seguimiento jul-2020 a feb-2021. El sector 3N no estuvo incluido en el programa de seguimiento hasta su inundación con el vertido de dragados durante el mes de noviembre.

Vaciadero	Sector	Verano		Otoño			Invierno			Total
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	
Butano	1	3	2	2	3	0	1	1	0	12
	2	3	2	2	3	1	3	2	2	18
	3S	3	2	2	3	1	3	2	2	18
	3N	0	0	0	0	1	3	2	2	8
Horcada	1	3	2	2	3	1	3	2	2	18
	2	3	2	2	3	1	3	2	2	18
Yeso	1	3	2	2	3	1	3	2	2	18
	2	3	2	2	3	1	3	2	2	18
Total		21	14	14	21	7	22	15	14	128

Tabla 7. Número de individuos, especies y órdenes de aves registrados en los censos de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir en el periodo jul-2020 a feb-2021.

	Individuos	Especies	Géneros
Aves	12559	114	18
Aves acuáticas	6982	48	9
Aves acuáticas con uso directo	6172	44	9

El orden caradriformes, que incluye limícolas, estérnidos y láridos, fue el que contribuyó con mayor riqueza específica a la comunidad, suponiendo el 38.6% de las 44 especies que utilizaron los vaciaderos. Pelecaniformes (ardeidas, morito), anseriformes (anátidas) y paseriformes, fueron los siguientes órdenes

en importancia, con un 11-15% de las especies. El resto de especies pertenecieron a los órdenes acipitriformes (rapaces), gruiformes (fochas, gallineta), foenicopteriformes (flamenco), podicipediformes (zampullines) y suliformes (cormorán).

A diferencia del anterior periodo de seguimiento, en el que la cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) fue, con diferencia, la especie más abundante en los vaciaderos, en el presente periodo fue el morito común (*Plegadis falcinellus*) con un 46.1% de los ejemplares censados. Este hecho se debió a la concentración puntual de grandes bandos de morito común de hasta 1248 individuos descansando y alimentándose durante el verano en los sectores 2 y 3S de Butano al inicio del periodo de dispersión pos-reproductor. Por el contrario, su presencia fue testimonial en el resto de sectores con agua y mucho más escasa e irregular durante el siguiente otoño e invierno en Butano. La cigüeñuela común fue la segunda especie en abundancia sumando el 16.5% de las aves censadas, con presencia regular y variable en Butano 2 y 3S, y puntual de bandos en dispersión en la orilla del río Guadalquivir en Horcada 2. Otras especies que suman al menos el 3% de la abundancia relativa fueron la gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*, 5.03%), el chorlito chico (*Charadrius dubius*, 4.37%) y la avoceta común (*Recurvirostra avosetta*, 4.11%).



Fotografía 8. Concentración pos-nupcial de moritos comunes (*Plegadis falcinellus*) en Butano2 (arriba izquierda), grupo de fochas comunes (*Fulica atra*) en un estero próximo al vaciadero de los Yesos (arriba derecha), joven de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) alimentándose en Butano2 (abajo izquierda), y bando invernal de pagazas piquirrojas (*Hydroprogne caspia*) sobrevolando Butano3S (abajo derecha) (Autores: M. Barbero, AerialRotors; R. Muriel, EBD-CSIC).

Dos de las especies registradas en los vaciaderos se encontraban catalogadas bajo algún grado de amenaza en los listados nacional y de Andalucía. El porrón pardo (*Aythya nyroca*), catalogado en peligro (EN), se reprodujo con éxito en el recinto de Butano2 y fue registrado de forma regular hasta poco antes del secado definitivo del recinto. El águila pescadora (*Pandion haliaetus*), listada como vulnerable (VU), fue observada de forma regular, aunque escasa, durante la invernada y, sobre todo, el paso otoñal, incluso utilizando apoyos eléctricos de distribución como posaderos para descansar y comer peces capturados.

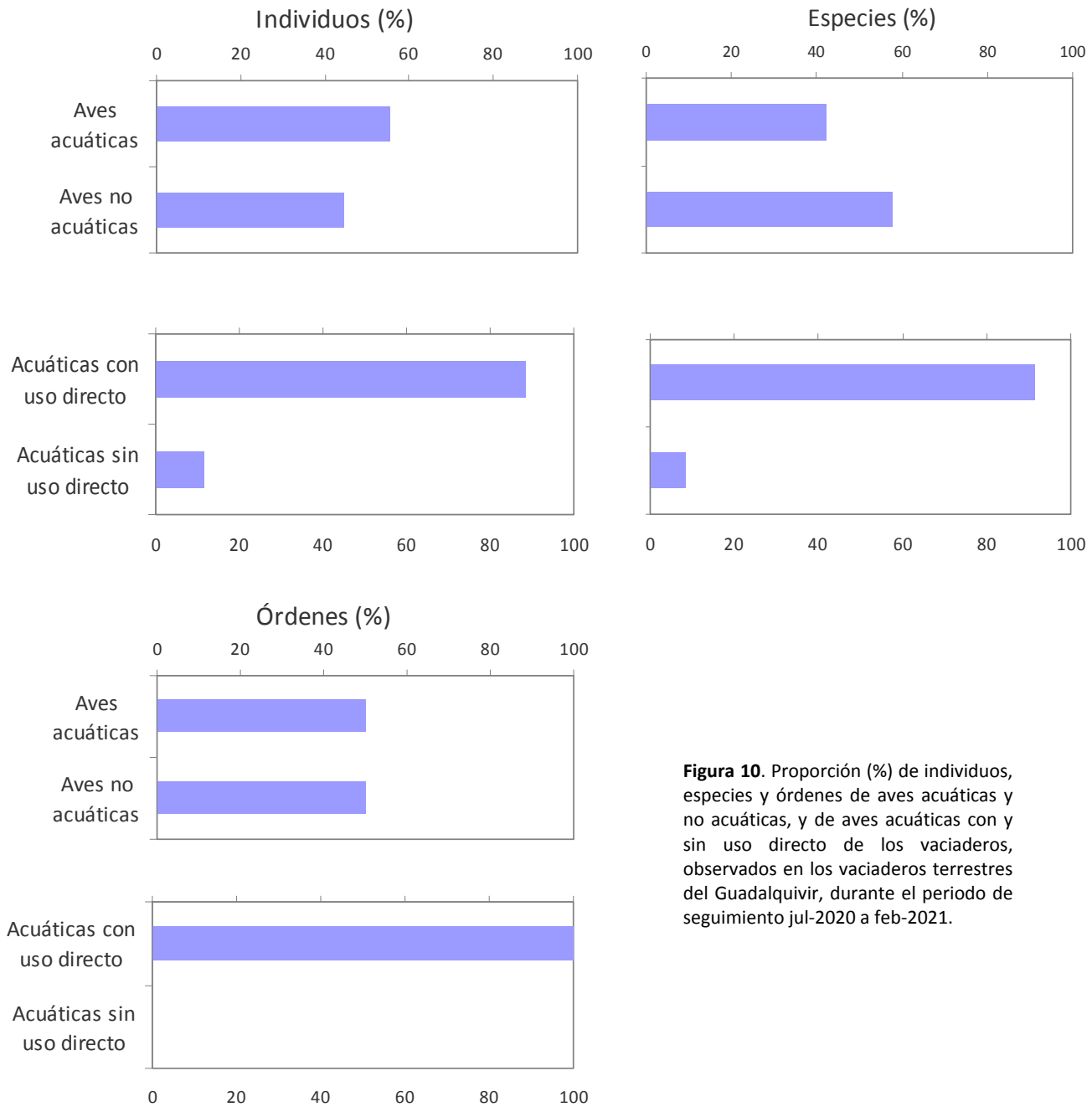


Figura 10. Proporción (%) de individuos, especies y órdenes de aves acuáticas y no acuáticas, y de aves acuáticas con y sin uso directo de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento jul-2020 a feb-2021.

La comunidad de aves acuáticas que utilizó los vaciaderos durante el verano y otoño de 2020 fue más abundante, con mayor número de especies, mayor diversidad y más homogénea en aquellos vaciaderos que habían sido previamente inundados en 2019 (i.e. Butano2, Butano3S, Horcada1), respecto a los que no (i.e. Butano1, Horcada2, Yesos1, Yesos2) (Fig. 11), incluso a pesar de la notable reducción de las láminas de agua a lo largo de la primavera y verano. Estas diferencias fueron aun mayores si no se considera la contribución mayoritaria de Horcada2 al conjunto de sectores secos sin vertido previo. Por ejemplo, la abundancia media sería un 82% inferior en estos sectores y el número total de especies registradas pasaría de 20 a tan sólo seis. No obstante, la variabilidad observada en todos los parámetros fue muy elevada en ambos grupos de vaciaderos (coeficientes de variación: 88-348 %), debido a la menguante abundancia media de individuos y la presencia temporal de grupos muy numerosos de aves en dispersión y paso posnupcial (e.g. bandos de morito común de hasta 1284 ejemplares en Butano2 y Butano3S entre finales de julio y principios de septiembre).

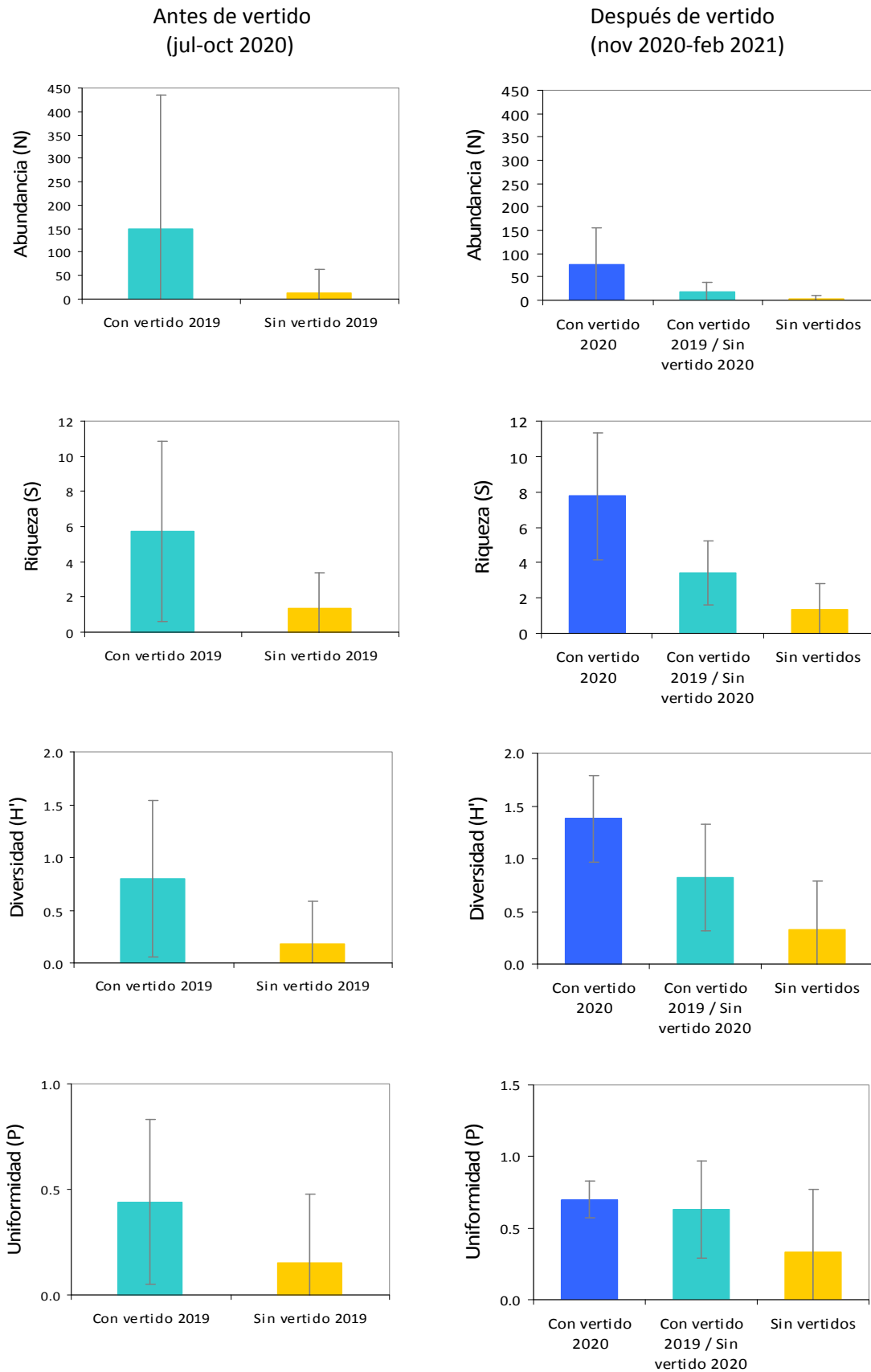


Figura 11. Valores medios \pm SD por censo de abundancia (N), riqueza específica (S), diversidad (índice H') y uniformidad (índice J), de la comunidad de aves acuáticas que utilizaron los vaciaderos terrestres, para los sectores agrupados con vertido en 2019 y/o 2020, y sin ningún vertido, antes y después del vertido de la actual campaña 2020-21.

A partir del vertido de la presente campaña en noviembre de 2020, la riqueza específica, pero sobre todo la abundancia, disminuyeron de forma notable en los vaciaderos sin vertido, pero con inundación previa en 2019 (i.e. Butano2, Horcada1), aproximándose a los valores bajos de los vaciaderos secos sin vertido previo (i.e. Butano1, Horcada2, Yesos1, Yesos2) (Fig. 11). La desecación casi completa durante el verano y otoño previo a las lluvias de finales de otoño e invierno, y la atracción de las aves hacia recintos inundados y otros hábitats acuáticos disponibles, como arrozales y marismas parcialmente inundadas, podrían ser algunas de las causas de esta disminución. Sin embargo, los valores de diversidad y uniformidad permanecieron similares en ambos casos respecto al periodo anterior pre-vertido.

En los vaciaderos que recibieron vertidos durante noviembre de 2020 (i.e. Butano3N, Butano3S) la comunidad de aves pos-vertido presente durante el final del otoño e invierno, fue más abundante, rica y diversa que en los vaciaderos secos con o sin vertido previo en 2019 (Fig. 11). La distribución de abundancia entre especies en estos sectores fue además similar a las de los recintos secos con vertido previo. Estos parámetros fueron similares o ligeramente superiores a los registrados durante el verano-otoño pre-vertido en los recintos con inundación durante el año previo, con excepción de la abundancia que fue inferior. Además, la variabilidad post-vertido observada durante este segundo periodo fue menor en todos los grupos de vaciaderos, probablemente debido al final del paso otoñal de grandes grupos de aves.

La dinámica de la comunidad observada reflejó de nuevo el papel clave del agua en el uso directo de los vaciaderos por una mayor variedad y abundancia de aves acuáticas, así como la importante componente estacional relacionada con la fenología reproductiva y el comportamiento espacial de estas especies.

4.3.2 Comunidades por sectores

En los recintos de **Butano2**, **Butano3S**, **Butano3N** y **Horcada1**, se observó un mayor uso por las aves acuáticas durante el periodo de seguimiento entre julio de 2020 y febrero de 2021. La existencia en estos sectores de láminas de agua más o menos continuas, originadas por los vertidos realizados en la presente o anterior temporada, favoreció una mayor riqueza y abundancia de aves durante el periodo de seguimiento (Fig. 12). Destacó particularmente **Butano2**, donde se registró la mayor riqueza con 25 especies de 7 órdenes, gracias a la presencia de una rica comunidad reproductora que continuó aprovechando los recursos del recinto incluso a pesar de su vaciado forzado a partir del final del mes de julio (Fig. 12, 13). Después de una riqueza mínima a finales del otoño, se observó un nuevo repunte invernal de especies aprovechando las escasas láminas marginales mantenidas por las lluvias. En este sector se registró además la mayor abundancia, con diferencia, debido a la concentración estacional de grandes bandos de morito común (*Plegadis falcinellus*) durante el periodo estival pos-reproductor. La gran dominancia estival de esta especie penalizó los valores medios de diversidad y uniformidad en este sector, que fueron similares a los de los otros sectores con láminas de agua, pero menor abundancia y riqueza (Fig. 13).



Fotografía 9. Concentración pos-nupcial de moritos (*Plegadis falcinellus*) en Butano2 y bando dispersante de cigüeñuelas comunes (*Himantopus himantopus*) en la orilla mareal del Guadalquivir junto a la Horcada2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En los otros tres sectores, la comunidad de aves, aunque notable (13-21 especies de hasta 8 órdenes), fue menos rica y abundante que en Butano2, y presentó valores máximos en diferentes momentos según el patrón específico de inundación. Así, en **Horcada1** se observó un pico máximo de riqueza, abundancia y diversidad durante el verano gracias al aprovechamiento de las láminas residuales y manguantes pos-vertido, y un repunte secundario durante el invierno con la formación de charcos someros de origen pluvial. El patrón fue inverso en **Butano3S**, con un pico estival inferior de los parámetros de la comunidad debido al rápido secado durante la anterior primavera del agua vertida en la campaña 2019-20, y valores máximos, sobre todo en riqueza y diversidad, a partir de la inundación en noviembre con el vertido de la presente campaña (Fig. 13). Las penínsulas semisumergidas construidas en este recinto fueron utilizadas por limícolas y moritos para descansar y alimentarse durante las primeras semanas después del llenado, cuando la profundidad sólo permitía el uso de las orillas. Las islas también fueron utilizadas inicialmente como zonas de descanso por bandos de pagazas piquirrojas (*Hydroprogne caspia*), gaviotas reidoras (*Chroicocephalus ridibundus*), limícolas y ocasionalmente otras especies (e.g. garza real). Sin embargo, el descenso del nivel (< 30 cm) hizo posible el acceso temprano a gran parte del recinto para alimentarse y las penínsulas perdieron protagonismo. Por su parte, **Butano3N** había permanecido completamente seco y sin seguimiento específico al no realizarse vertidos durante las últimas dos temporadas. A partir de su llenado con el vertido en el mes de noviembre se registran valores moderados de riqueza y diversidad, con máximos al final del invierno, pero sin alcanzar abundancias destacables, probablemente debido al diseño simple del recinto sin actuaciones explícitas que fomentasen mayor heterogeneidad y disponibilidad de zonas de alimentación someras y áreas seguras de descanso.

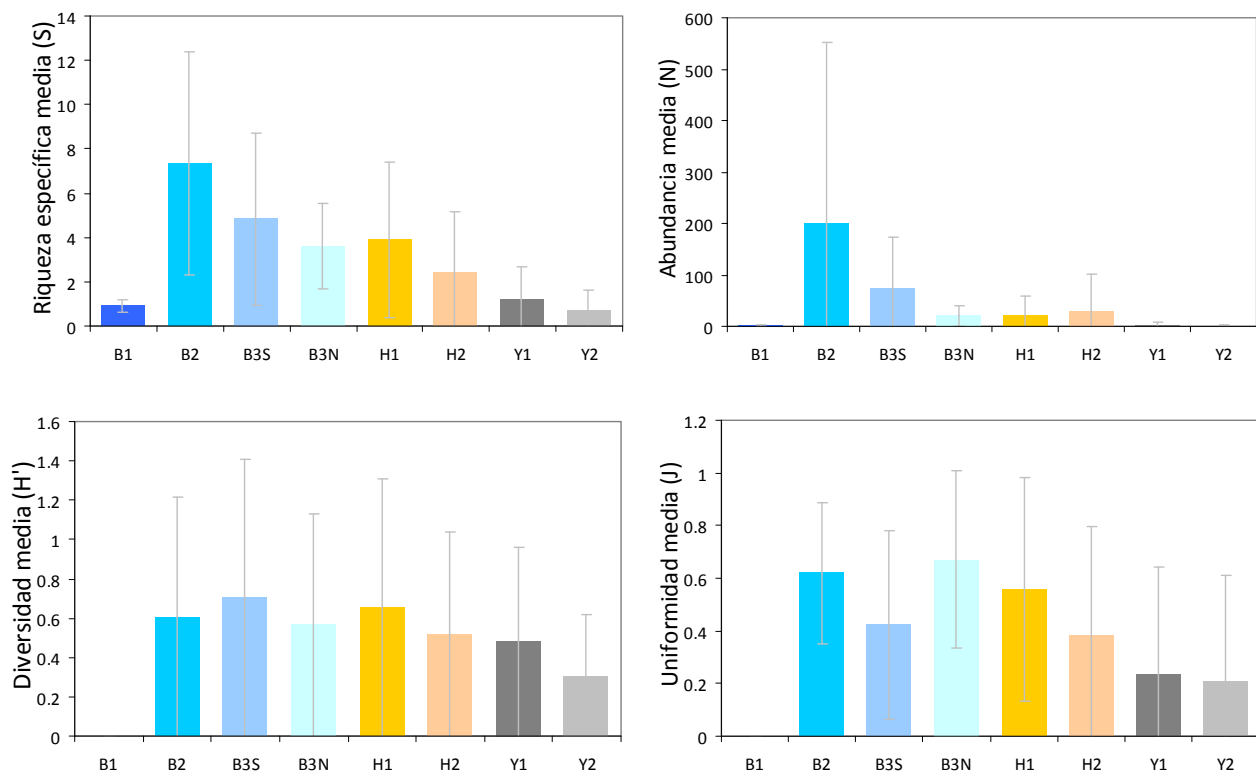


Figura 12. Valores medios \pm SD por censo de riqueza específica (S, arriba izquierda), abundancia (N, arriba derecha), diversidad (índice H', abajo izquierda) y uniformidad (índice J, abajo derecha), de la comunidad de aves acuáticas que utilizan los vaciaderos, para cada uno de los ocho sectores (B: Butano; H: Horcada; Y: Yesos). El seguimiento del sector de Butano3N comienza a partir del vertido en noviembre de 2020.

Curiosamente, **Horcada2**, a pesar de no recibir ningún vertido en las últimas dos campañas y encontrarse prácticamente seco en el verano de 2020, mostró valores medios de riqueza, abundancia y diversidad, similares a los de otros recintos con vertidos (Fig. 12). De hecho, la riqueza absoluta igualó a la de estos

otros recintos con 21 especies de 5 órdenes. Estos valores se debieron fundamentalmente a la presencia de bandos de limícolas en paso y dispersión, descansando y alimentándose en las orillas mareales del Guadalquivir en el borde O del sector, principalmente cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*), chorlito chico (*Charadrius dubius*), avoceta común (*Recurvirostra avosetta*) y avefría europea (*Vanellus vanellus*). Con la formación de charcos someros en el subsector N del recinto por las lluvias invernales, se observó la presencia esporádica de algunas limícolas, gaviotas y ardeidas una vez finalizado el notable paso otoñal.

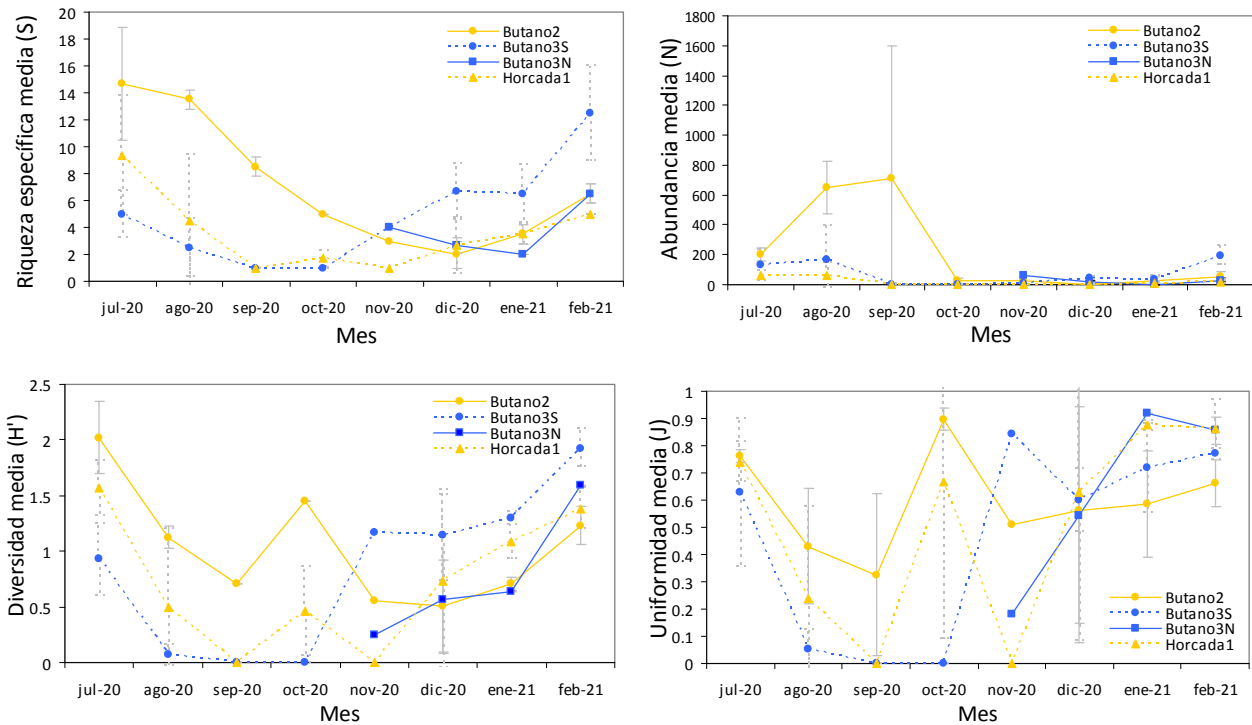


Figura 13. Evolución temporal de la riqueza específica media \pm SD (S, arriba izquierda), abundancia media (arriba derecha), diversidad media (índice H, abajo izquierda), y uniformidad media (índice J, abajo derecha) por censo y mes, de la comunidad de aves acuáticas en los sectores con vertido previo en 2019 y secado en 2020 (Butano2, Horcada1; líneas naranjas) y de sectores con vertido en 2020, con o sin vertido previo en 2019 (Butano3S y Butano3N respectivamente; líneas azules), de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2020-21.

Los sectores de **Yesos1 y 2** mostraron los valores más bajos de riqueza y abundancia, con 10 y 5 especies de 4 y 2 órdenes, respectivamente (Fig. 12). Ambos recintos se entraban completamente secos al inicio del periodo estival de seguimiento y no recibieron vertidos durante el otoño. Sin embargo, los valores de diversidad fueron sólo ligeramente inferiores a los de otros recintos con vertidos, probablemente debido a una distribución relativamente homogénea de observaciones entre las especies registradas. Durante el verano y principios de otoño el carricero común (*Acrocephalus scirpaceus*) y particularmente la lavandera boyera (*Motacilla flava*) fueron las únicas especies con presencia regular, además de reproducción confirmada en esta última. Únicamente la formación de láminas someras, irregulares y temporales en zonas deprimidas gracias a las lluvias, permitió la presencia esporádica de ejemplares solitarios o grupos pequeños de limícolas y ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) durante el invierno.

Por último, el sector de **Butano1**, que no recibe vertidos desde la campaña 2017-18, permaneció seco durante todo el periodo de seguimiento, únicamente con unos pocos charcos efímeros en su parte oeste durante los episodios de lluvias más intensos. Como consecuencia, sólo una especie de paseriforme asociado a ambientes ribereños, el cetia ruseñor (*Cettia cetti*), fue registrado en el sector de forma regular, de forma más activa durante el verano y otoño.

4.3.3 Comunidad de nidificantes global y por sectores

A partir del mes de julio no se observaron nuevas especies nidificantes respecto al periodo de nidificación central en los meses previos (marzo-junio). Por tanto, durante la temporada 2020 fueron 10 especies de aves acuáticas no paseriformes las que criaron en los vaciaderos, incluyendo cuatro anátidas (ánade azulón *Anas platyrhynchos*, pato colorado *Netta rufina*, porrón europeo *Aythya ferina*, porrón pardo *Aythya nyroca*), tres limícolas (cigüeñuela común *Himantopus himantopus*, avoceta común *Recurvirostra avosetta*, chorlitejo chico *Charadrius dubius*), dos gruiformes (focha común *Fulica atra*, gallineta común *Gallinula chloropus*) y un podicipediforme (zampullín chico *Tachybaptus ruficollis*) (Tabla 8). Habría que contar con otras cuatro aves paseriformes ligadas a medios acuáticos y ribereños reproductoras probables en los vaciaderos (lavandera boyera *Motacilla flava*, carricero común *Acrocephalus scirpaceus*, carricero tordal *Acrocephalus arundinaceus*, cetia ruiseñor *Cettia cetti*), además de una especie terrestre de gran interés, el abejaruco europeo (*Merops apiaster*). En las siguientes estadísticas se consideran solo las especies acuáticas no paseriformes por su mayor detectabilidad.

Tabla 8. Lista de especies de aves acuáticas no paseriformes registradas como reproductoras (R, incubación observada) y con éxito reproductor (E, pollos observados) por sectores, en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante la temporada reproductora 2020. S: segura; P: posible (indicios por fecha y comportamiento). But: Butano; Hor: Horcada; Yes: Yeso. N total (S): número total de especies por sector con reproducción y éxito seguros.

Nombre común	Nombre científico	But1		But2		But3S		Hor1		Hor2		Yes1		Yes2	
		R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E	R	E
Ánade real	<i>Anas platyrhynchos</i>			S	S	S	S	S	S						
Avoceta común	<i>Recurvirostra avosetta</i>			S	S	S	S	S	S	*					
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>			P		S	S	S	S	S	S	P			
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>			S	S	S	S	P	S						
Focha común	<i>Fulica atra</i>			S	S			P	S						
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>			S	S	S	S	S	S						
Pato colorado	<i>Netta rufina</i>			S	S			S	S						
Porrón europeo	<i>Aythya ferina</i>			S	S										
Porrón pardo	<i>Aythya nyroca</i>			S	S										
Zampullín chico	<i>Tachybaptus ruficollis</i>			S	S			S	S						
N Total (S)				9	9	5	5	6	6	1	1				

* Grupo familiar de 2 adultos y un pollo, procedentes probablemente de Horcada1. Sin indicios de reproducción nativa en Horcada2.

Durante este **periodo final de la reproducción de la temporada 2020**, se observó una continuación del patrón ya registrado anteriormente. El número de especies con reproducción fue claramente mayor en los sectores con vertido previo (Butano2, Butano3S, Horcada1), que pudieron mantener láminas de agua de suficiente extensión y profundidad durante la primavera e inicio del verano. Butano2 fue el sector con mayor riqueza de nidificantes, con nueve especies que finalizaron la reproducción con éxito, más la probable nidificación no confirmada del chorlitejo chico. Butano3S y Horcada1 fueron los siguientes en riqueza, con cinco y seis especies, respectivamente. No obstante, en Horcada1 se observó la presencia tardía de pollos de otras dos especies (cigüeñuela común, focha común), lo que confirmaría su reproducción, sin descartar un posible origen exterior por dispersión. En Horcada2 y probablemente también en Yeso1, se confirmó además la reproducción del chorlitejo chico.

Butano2 fue sector con el periodo de nidificación más temprano y, con diferencia, el más amplio (118 días vs 42 y 36 días en Horcada1 y Butano3S), gracias al inicio de la incubación de cigüeñuelas a finales de marzo y la existencia de al menos un nido activo y tardío de zampullín común en la tercera semana de julio (Tabla 9). No obstante, la nidificación fue ya muy residual durante el periodo tardío. Sólo se registraron tres eventos compatibles con incubación, todos ellos en julio y en Butano2: un nido de cigüeñuela común con un adulto tumbado y tres pollos pequeños, y dos nidos de zampullín común con un adulto echado. Butano2 fue también el sector con éxito reproductor más temprano y presencia más tardía de jóvenes, junto con Butano3S y Horcada2. Las condiciones óptimas de inundación con un hidrop periodo prolongado, incluso a

pesar del vaciado forzado a finales de julio, junto con la mayor productividad, diversidad y estabilidad de los hábitats, explicarían la idoneidad de este sector para la reproducción prolongada de avifauna acuática. La desecación prematura de Horcada1 y sobre todo Butano3S, con menor volumen y profundidad de agua, limitó la continuación de la nidificación a partir de finales de mayo y redujo la disponibilidad recursos para sostener grupos pos-reproductores. No obstante, se siguieron observando jóvenes de cigüeñuela hasta final del otoño en Butano2, Butano3S y, más anecdóticamente, en Horcada2, correspondiendo probablemente a individuos en dispersión no necesariamente nacidos en la zona.

Tabla 9. Fenología del periodo reproductor registrado en los sectores de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir con reproducción confirmada. Se muestran los periodos desde el primer registro de nidificación (nidos) y reproducción con éxito (pollos) hasta el último confirmados.

Sector	Parámetro	Primero	Último	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Butano2	Nidos	25/03/20	21/07/20						
	Pollos	03/04/20	15/11/2020*						
Butano3S	Nidos	11/04/20	17/05/20						
	Pollos	03/05/20	01/12/2020*						
Horcada1	Nidos	03/05/20	14/06/20						
	Pollos	01/06/20	07/08/20						
Horcada2	Nidos								
	Pollos	01/06/20	01/06/2020*						

(*) Jóvenes no necesariamente nacidos en el sector.

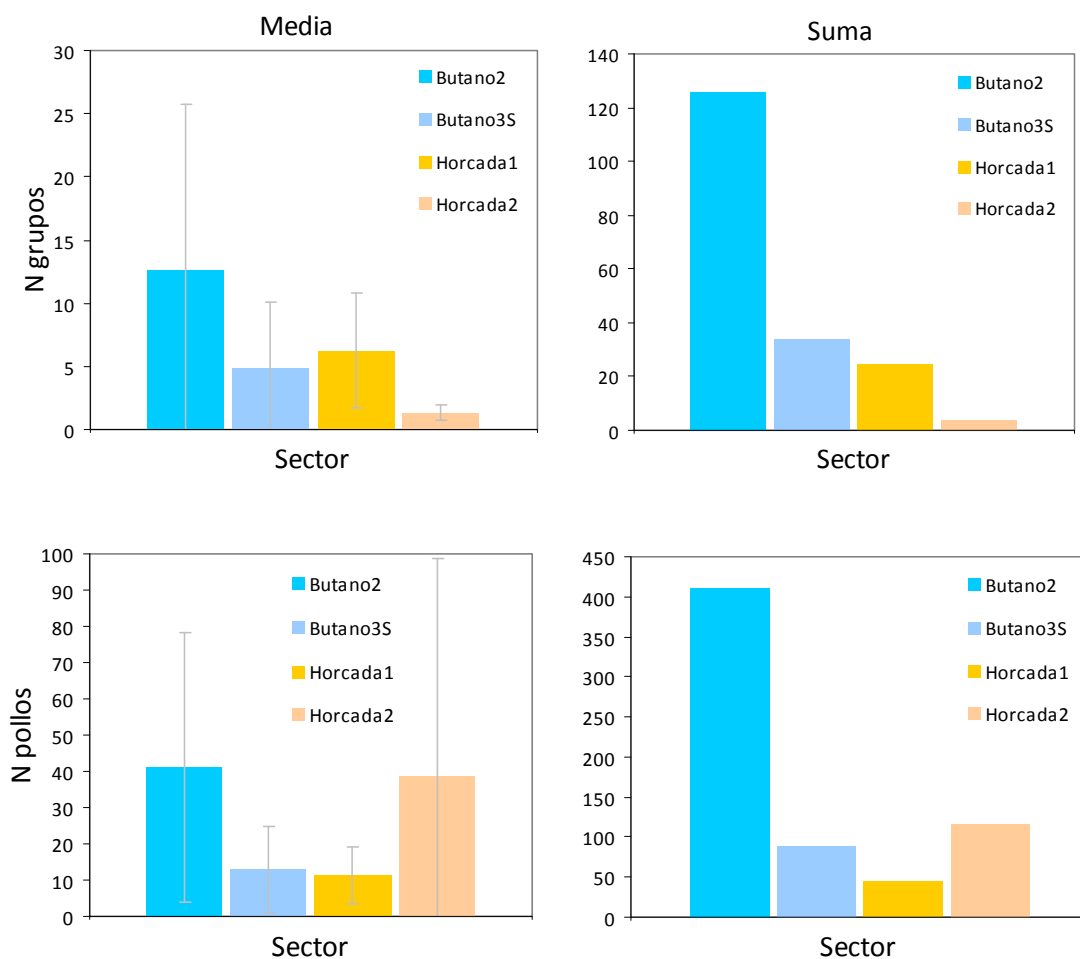


Figura 14. Número medio \pm SD de grupos familiares (arriba izquierda) y de pollos (abajo izquierda) por censo, y suma total de grupos familiares (arriba derecha) y de pollos (abajo derecha) en los sectores con reproducción confirmada de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante la temporada de reproducción 2020.

Butano2 continuó siendo, con gran diferencia, el sector con el mayor número de grupos familiares y mayor productividad (i.e. número de pollos) durante un periodo más prolongado en esta parte final de la reproducción (Fig. 14, 15). Tanto el número medio de grupos y pollos por censo con presencia de pollos, como el acumulado total, fueron mucho mayores en Butano2 que en los sectores de Butano3S y Horcada1, con 3.7-5 veces más grupos familiares y hasta 9 veces más pollos. La presencia de grupos y pollos se redujo de forma notable hacia finales de julio en los tres sectores, aunque en Butano2 se registraron valores notables aun hasta finales de agosto y septiembre, con presencia puntual y anecdótica de jóvenes desde el final del verano y durante el otoño (Fig. 15). Estas diferencias se deberían a causas en parte ya indicadas en el informe previo. Por un lado, la mayor productividad debida a la composición diferencial de la comunidad nidificante, con la reproducción en Butano2 de anátidas más prolíficas (5.5-8.1 pollos/pareja) que cigüeñuelas y avocetas (1.99-2.31 pollos /pareja), a la mayor disponibilidad de zonas para la nidificación segura y estable (e.g. islas artificiales, heterogeneidad estructural, orlas vegetales), y a una mayor disponibilidad de recursos tróficos y de refugio (e.g. vegetación acuática y emergente). Y en segundo lugar, un hidropereodo más prolongado gracias a la resistencia de láminas de agua durante el verano, incluso a pesar del vaciado forzado a finales de julio.

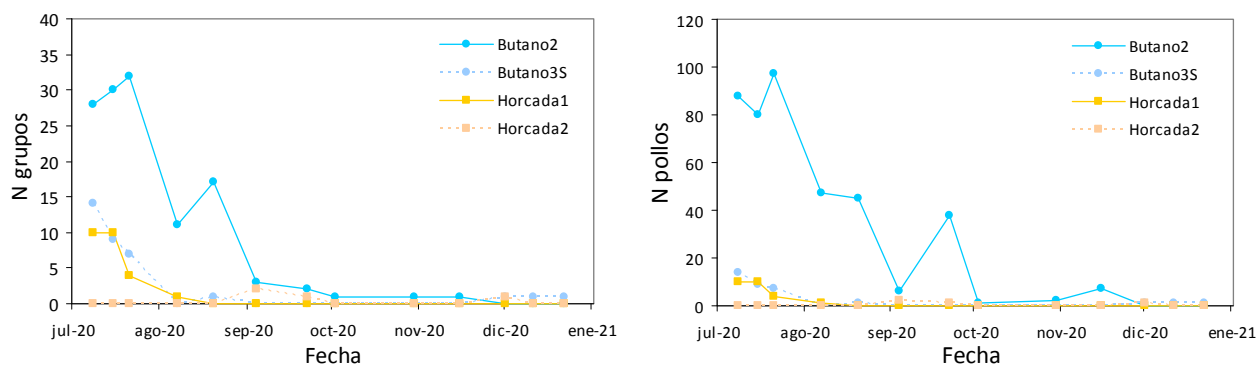


Figura 15. Variación temporal del número total de grupos familiares (izquierda) y de pollos (derecha) en los sectores con reproducción confirmada y/o presencia de jóvenes de los vaciaderos terrestres del Guadalquivir, durante el periodo final de la temporada de reproducción 2020.

Las condiciones particulares de reproducción en cada sector con nidificación registrada siguieron lo ya descrito para el periodo central de la nidificación (marzo-junio) descrito en el anterior informe. En él se puede consultar además la información detallada de reproducción para cada una de las diez especies nidificantes. Como ya se había observado, la cigüeñuela común fue, con gran diferencia, la especie nidificante más numerosa durante el periodo final de la reproducción y supuso el 46.2 y 41.8% del total de grupos familiares y pollos registrado en el conjunto de los vaciaderos, respectivamente (Fig. 16). El chorlito chico fue la segunda con el 17.9% de los pollos. Otras especies con más del 7% del total de pollos fueron el pato colorado, porrón europeo y focha común. El número de grupos y pollos disminuyó durante el mes de julio en todas las especies, una vez concluida la nidificación y acelerada la reducción de la superficie de agua útil y los recursos disponibles (Fig. 16). Sin embargo, en las limícolas como la cigüeñuela común y el chorlito chico, se observó un segundo pico de abundancia notable entre finales de agosto y mediados de septiembre, coincidiendo con la dispersión pos-reproductora y el probable paso temprano de grupos que se concentran debido a la desecación completa de la marisma y el vaciado progresivo de los arrozales cosechados.

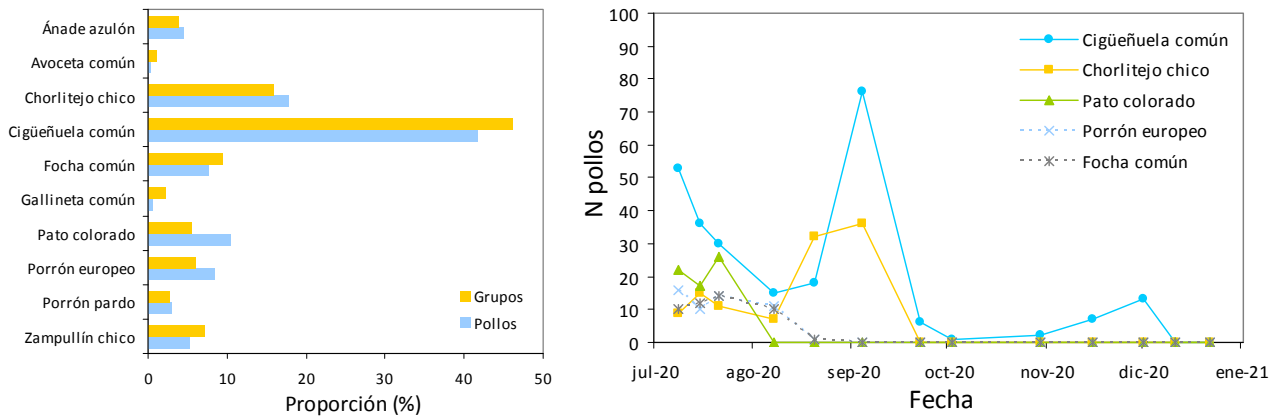


Figura 16. Porcentaje de grupos familiares y pollos por especie reproductora sobre el total registrado (izquierda) y variación temporal del número total de de pollos (derecha) en las cinco especies con mayor productividad acumulada (>7% del total), en los vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el periodo final de la temporada de reproducción 2020.

Aunque el **periodo reproductor de la temporada 2021** no es objeto del presente informe, cabe destacar la observación en el mes de abril de al menos tres especies nidificantes tempranas con reproducción segura. Se registró una pareja de chorlitejo chico con al menos un pollo en la explanada de áridos sin cobertura vegetal al sur de Butano3N. Se observaron al menos dos parejas de cigüeñuela común incubando en sendos nidos situados sobre el *finger* transversal emergido en el lado E de Butano3N, y una tercera puesta en la isla mediana más cercana a la esquina SO de Butano3S. En los tres casos es poco probable que lleguen a completar la incubación con éxito debido a la rápida desecación de ambos sectores y la accesibilidad para predadores y molestias terrestres. En Butano3S, la escasa profundidad y rápida evaporación ya habían reconectado la isla con la mota perimetral, mientras que en Butano3N el vaciado forzado provocó un rápido descenso del nivel del agua y alejamiento de los nidos de la orilla unida al perímetro. Finalmente, en Butano2 se registró un grupo de seis pollos de pocos días de edad, probablemente de ánade azulón, entre la vegetación de la zona N inundada del subsector SE junto al nuevo dique transversal de separación.



Fotografía 10. Nidos de cigüeñuela común (*Himantopus himantopus*) en isla artificial de Butano3S conectada con el perímetro por el descenso del agua (izquierda), y en el *finger* transversal emergido en Butano3N tras su vaciado forzoso (derecha), en abril de 2021 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

En general, las condiciones iniciales para la nidificación con éxito en la temporada 2021 fueron mucho menos propicias que en la pasada campaña, por los siguientes motivos:

- Menor número de sectores inundados completamente con vertido (2 vs 3).
- Desecación prematura por la gran colmatación, escaso volumen y reducida profundidad (Butano3S).

- Drenado forzoso previo al periodo reproductor para proseguir con la extracción de sedimentos (Butano3N).
- Llenado insuficiente por trasvase alternativo de agua (Butano2).
- Ejecución de actuaciones de mejora en sectores sin hidroperiodo garantizado (Butano3S vs 3N).
- Menor probabilidad de nidificación y mayor riesgo de fracaso reproductor en islas artificiales por reconexión prematura con el perímetro.

4.4. Abejaruco europeo y otras especies de interés

El **abejaruco europeo** (*Merops apiaster*) es una especie estival de interés que se reproduce en los vaciaderos terrestres aprovechando la existencia de taludes limoso-arenosos creados por la dinámica rotatoria de depósito y extracción de sedimentos. Utiliza también los taludes artificiales creados explícitamente para su uso por la especie. En 2020 formó colonias reseñables en los sectores de Butano2, Horcada2 (entre sectores) y Yeso1 (ver informe junio 2020).

Durante el periodo final de la reproducción a partir del mes de julio, los sectores con mayor abundancia de abejaruco europeo fueron Butano3S (36.4%), Horcada2 (24.1%) y Butano2 (20.0%), que sumaron en conjunto el 80.5% del total de ejemplares observados (Fig. 17). A diferencia del periodo central de reproducción (ver informe junio 2020), la importancia relativa de Butano2 se redujo en favor de Butano3S, mientras que la variabilidad entre censos fue mayor. Esto podría deberse al efecto arrastrado por las molestias generadas sobre la colonia reproductora en los taludes del recinto durante el transporte de materiales por los carriles perimetrales desde Butano1 hasta la zona de clasificación en el mes de mayo (ver informe anterior). Pero, sobre todo, a la concentración temporal de grandes grupos en paso pos-reproductor durante el final del verano, cuando tiene lugar la migración de la población europea hacia los cuarteles de invernada en África.



Fotografía 11. Talud arenoso-limoso creado por extracción de materiales en el Yeso1 y ocupado por abejarucos europeos (*Merops apiaster*) (izquierda), y ejemplar joven en Butano2 en julio de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Para el conjunto de vaciaderos se observó de hecho una disminución de la abundancia a mediados de julio, después de que los jóvenes volantones del año comenzasen a dispersar fuera de las colonias, seguido de un nuevo pico máximo más importante, coincidiendo con el paso durante el mes de agosto y principio de septiembre (Fig. 18). Este máximo pos-reproductor fue más importante y algo más temprano precisamente en Butano3S, seguido de Butano2 y Horcada2 (Fig. 18). En cambio, no fue registrado en los sectores de los Yesos.

Al tratarse de una especie colonial que nidifica en galerías es complicado determinar parámetros de productividad a menos que se realicen seguimientos específicos de entradas/salidas de nidos y la prospección interior de los mismos. Además, en el periodo final de la reproducción, los jóvenes volantones abandonan los nidos y se concentran junto con los adultos en grupos más móviles pre-migración. Por tanto, la valoración del desempeño reproductor y del impacto de las actuaciones específicas (e.g. taludes de nidificación) debe realizarse con el seguimiento anterior, cuando las parejas son más fieles a los nidos.

Por último y aunque fuera del periodo de control considerado, a finales de marzo de 2021 se registraron los primeros abejarucos en migración pre-nupcial de la nueva temporada reproductora. El número aumentó durante el mes de abril, en los recintos de Butano2 y 3N, pero sobre todo de Horcada2 en su límite con Horcada1, y en el Yeso1. Se observó además actividad de construcción de galerías incipientes en taludes propicios e incluso acopios temporales de áridos.

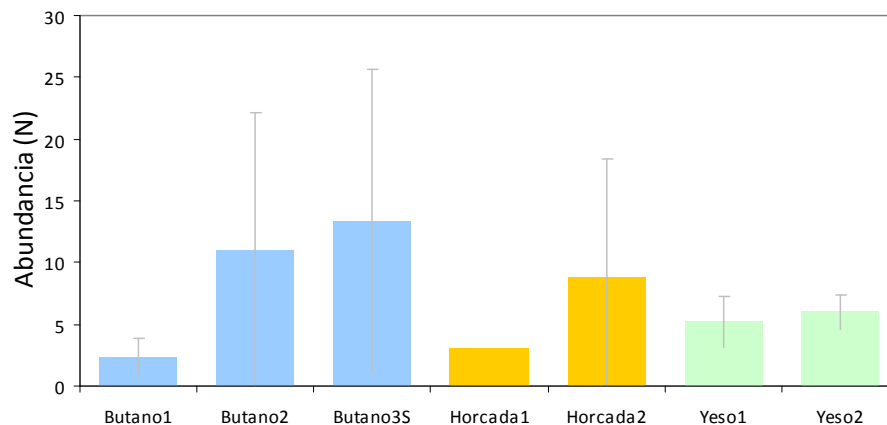


Figura 17. Abundancia media (\pm SD) de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) por visita y sector.

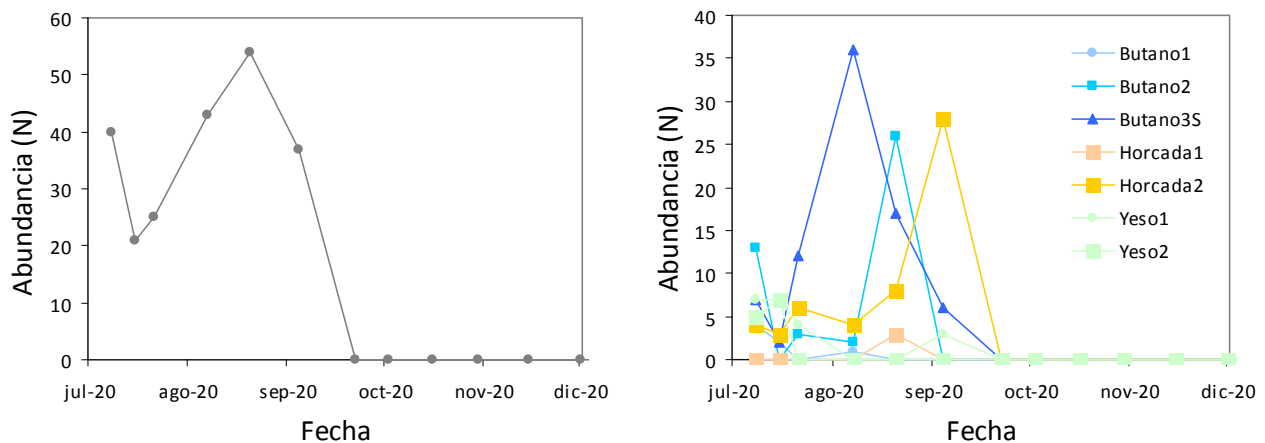


Figura 18. Variación temporal del número total de abejarucos europeos (*Merops apiaster*) censados por visita en el conjunto de vaciaderos terrestres del Guadalquivir (izquierda) y en los siete sectores censados antes de la migración otoñal.

Durante el verano y otoño se registró un importante paso pos-reproductor de **avión zapador** (*Riparia riparia*) en los vaciaderos terrestres, que no había sido registrado en el paso primaveral. Se contabilizó un total de 185 ejemplares en 22 grupos (8.41 ± 10.84 indiv/grupo), en 6 de los 7 vaciaderos censados antes del último vertido en 2020. El paso fue más notorio en el vaciadero de la Horcada, sobre todo en el sector 1 con grupos de hasta 50 ejemplares, mientras que en los Yesos y, especialmente, en Butano fue más moderado, con grupos de 2-5 individuos (Fig. 19). El pico máximo de abundancia se dio en julio, seguido de un descenso y paso más moderado durante el resto de verano y el otoño hasta mitad de octubre, cuando

cesó definitivamente (fig. 19). Además de presente en los pasos, principalmente el pos-nupcial, el avión zapador era una especie antiguamente reproductora en los tramos bajos del río Guadalquivir que parece haber sufrido una regresión hasta hacerse muy escaso y sin un estatus claro.

En cuanto al **martín pescador** (*Alcedo atthis*), únicamente se obtuvo una cita el 20/08/2020 durante el paso pos-nupcial, de un ejemplar posado en el interior del sector Yeso1 que voló hacia la orilla del río Guadalquivir. Se trata de una especie con un estatus reproductor muy escaso y poco conocido en el bajo Guadalquivir, e invernante regular no escaso, sobre todo en zonas con vegetación de ribera o marisma. Precisamente, las escasas citas de la especie en vaciaderos se dan durante la invernada y el paso otoñal.

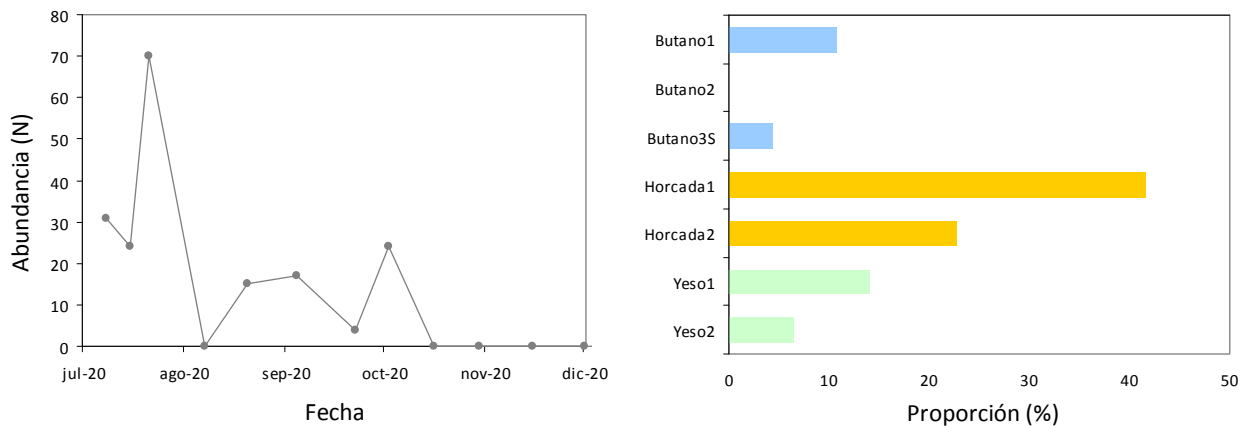


Figura 19. Variación temporal de la abundancia total de avión zapador (*Riiparia riparia*) en el conjunto de vaciaderos terrestres (izquierda) y porcentaje de observaciones de la especie por sector en el conjunto de vaciaderos terrestres del Guadalquivir durante el paso pos-reproductor en 2020.

Tabla 10. Detalles de la observación de martín pesador (*Alcedo atthis*) durante el seguimiento de los vaciaderos terrestres entre julio de 2020 y febrero de 2021.

Especie	Sector	Fecha	Hora	N	Lugar	Comportamiento
Martín pescador (<i>Alcedo atthis</i>)	Yeso1	20/08/21	10:27	1	Lado NO	Posado, vuela hacia el río

4.5. Especies catalogadas

Se registraron dos especies de aves acuáticas listadas en los catálogos nacional (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas RD 139/2011) y andaluz (Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas D 23/2012).

El **porrón pardo** (*Aythya nyroca*), catalogada como en peligro de extensión (EN), fue la única especie registrada con regularidad y que se reprodujo con éxito en los vaciaderos (ver informe junio 2020). Una pareja crió con éxito en Butano2, donde a principios de julio se observó el grupo familiar compuesto por un máximo de 7 jóvenes y la hembra. El grupo se fue haciendo más laxo durante el mes de julio, encontrándose jóvenes separados de la hembra hasta final de mes. Una posible segunda hembra fue observada también en ese periodo en el mismo sector. A partir de ese momento dejaron de verse, coincidiendo con la apertura de la mota del recinto al final de julio, que redujo la disponibilidad de recursos al reducirse drásticamente la extensión y profundidad de la lámina de agua.

La otra especie fue el **águila pescadora** (*Pandion haliaetus*), clasificada como especie vulnerable (VU). Se observaron varios individuos de forma regular durante el final del otoño e invierno. Se trata de una especie migradora presente durante el paso desde las poblaciones del centro y norte de Europa occidental. También hay una creciente, población invernante en el Golfo de Cádiz, además de pequeñas poblaciones

reproductoras reintroducidas en Cádiz y Huelva. En los vaciaderos se observaron 12 individuos en 11 registros distintos, localizados principalmente en Butano (75%) y en menor medida en Horcada, entre principios de octubre y febrero (Tabla 11). Es posible que varias observaciones correspondan al mismo ejemplar y que el número total de individuos distintos sea menor. La mayoría de observaciones fueron en vuelo, excepto en tres ocasiones en las que se encontraron posadas en apoyos eléctricos, normalmente con un pez en las garras. En una ocasión se observó un individuo posado y acosado intensamente por un águila calzada (*Hiraaetus pennatus*).



Fotografía 12. Águila pescadora (*Pandion haliaetus*) hembra adulta utilizando una de las escalas de cota de agua en Butano03S como posadero y lugar para comer capturas en abril de 2021 (izquierda), y macho adulto en paso sobre el río Guadalquivir en agosto de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Tabla 11. Registros de águila pescadora (*Pandion haliaetus*) (VU; catálogos nacional y andaluz) en los vaciaderos terrestres durante el periodo de seguimiento entre julio 2020 y febrero 2021.

Sector	Fecha	Hora	N	Lugar	Comportamiento
Butano1	02/10/20	15:18	1	Orilla río	Vuela hacia O con pez
Butano1	11/12/20	10:38	1	Lado O	Vuela hacia N
Butano1	22/01/21	10:18	1	Orilla río	Vuelo hacia el E
Butano2	20/08/20	15:10	1	Lado N	Vuela desde N. Posible macho
Butano2	16/10/20	12:50	1	Orilla río	Vuela hacia O, posible macho
Butano3N	22/12/20	15:19	1	Lado NO	Posado en apoyo eléctrico con pez. Acosado por águila calzada
Butano3S	22/09/20	8:59	2	Orilla río	Vuelan, una prob. adulta con pez
Butano3S	19/02/21	12:36	1	Orilla río	Vuela hacia O con pez
Horcada1	02/10/20	8:30	1	Lado N	Prob. adulto
Horcada2	01/12/20	16:15	1	Entre sectores	Vuela hacia N con pez. Se posa en apoyo eléctrico
Horcada2	05/02/21	9:25	1	Al S del sector	Posado sobre apoyo eléctrico

4.6. Amenazas potenciales

En el Anexo II se puede consultar una listan de todos los registros de amenazas potenciales detectadas durante el periodo de seguimiento entre julio 2020 y febrero 2021. A continuación, se resumen las más importantes.

4.6.1 Predadores

La presencia de **aves potencialmente predatoras** de aves acuáticas, sobre todo de menor tamaño como limícolas, fue habitual en todos los vaciaderos terrestres, principalmente aves de presa, pero también garzas y gaviotas. Sólo en dos ocasiones se registraron capturas con éxito, de un posible passeriforme por un halcón peregrino (*Falco peregrinus*) en una pasada rápida y baja sobre Butano2, y otro passeriforme capturado al vuelo por un cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*). Más habitual fue la observación de intentos de caza sin éxito o comportamientos de alarma y defensa antipredador, principalmente de limícolas reproductoras. Por ejemplo, se obtuvieron al menos tres registros de aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), águila calzada (*Hieraetus pennatus*) y cernícalo vulgar, volando bajo y espantando limícolas en Butano y Horcada. También un gavilán común (*Accipiter nisus*) persiguiendo un passeriforme en Horcada2. Algunas de estas rapaces fueron probables reproductores en la zona de los vaciaderos, como el milano negro (*Milvus migrans*), águila calzada, ratonero común (*Buteo buteo*) y cernícalo vulgar, sobre todo en Butano gracias a la existencia de grandes árboles e infraestructuras humanas para nidificar. Además de rapaces también se registró la presencia de otros predadores aéreos potenciales como la garza real (*Ardea cinerea*), garza imperial (*Ardea purpurea*) o gaviota patiamarilla (*Larus michaellis*), pero sin interacciones comprobadas con las posibles presas.



Fotografía 13. Milano negro (*Milvus migrans*) sobre nido en álamo blanco de la orilla del río Guadalquivir en el vaciadero de Butano, donde es un reproductor regular, en julio de 2020 (izquierda). Águila calzada (*Hieraetus pennatus*) de fase clara volando sobre Butano2 en septiembre de 2020 (derecha) (Autor: R- Muriel, EBD-CSIC).

Se constató la presencia directa o indirecta a través de indicios de al menos cuatro posibles **predadores terrestres**, incluyendo uno doméstico, el perro (*Canis lupus familiaris*), y tres silvestres, el zorro común (*Vulpes vulpes*), la nutria europea (*Lutra lutra*) y un mustélido no identificado. En el Anexo II se listan todos los registros de presencia de predadores terrestres.

En todos los sectores de todos los vaciaderos se registró la presencia de perros, tanto mediante observación directa de ejemplares sin supervisión humana, como de huellas y excrementos. Fue, con diferencia el predador terrestre más frecuente en los vaciaderos. En los seis contactos directos de los 26 registros compilados, se observaron entre uno y cuatro perros, generalmente de talla mediana, pero también mastines. En algunas ocasiones procedían de propiedades cercanas (Horcada) o pertenecían a algún pastor local, pero por lo general se trataba de animales divagantes. En dos ocasiones se observó la presencia de perros con sus dueños: dos personas con nueve galgos embozados entrenando dentro del Yeso1, y tres cazadores con seis perros cazando en mano en los dos sectores de los Yesos (ver apartado 4.6.5.). En ningún caso se observó predación o persecución de aves por los perros, aunque si se desplazaron por motas y carriles perimetrales en recintos con agua o directamente por el interior de los secos, siendo fuente potencial de molestias.

Se obtuvieron dos registros de la presencia de **zorro común**, uno por observación de un ejemplar caminando por el interior O del Yeso1, y un excremento de posible zorro o cánido mediano en la mota perimetral de Butano3S. En cuanto a la **nutria europea**, sólo se registraron huellas en la zona NO de Butano2, junto al cadáver parcialmente mutilado de una cigüeña blanca en fondo seco. Aunque lo más probable es que la cigüeña ya estuviese muerta y la nutria sólo estuviese inspeccionando la carroña, no se puede descartar la predación sobre todo si se trataba de un ejemplar con taras. Finalmente, se observaron huellas parciales y excrementos en tres registros de algún **mustélido** mediano no identificado en Butano1 y 2, y Yeso1.



Fotografía 14. Huella de zorro común (*Vulpes vulpes*) sobre arena húmeda en el Yeso1 en enero de 2021 (arriba izquierda). Huellas de mustélido sin identificar en Butano2 en julio de 2020 (arriba derecha). Huella de nutria europea (*Lutra lutra*) cerca de cadáver de cigüeña blanca en Butano2 en julio de 2020 (abajo izquierda).

4.6.2 Molestias

El acceso y circulación libre de **vehículos**, sobre todo a motor, en los vaciaderos es fuente directa de molestias para las aves acuáticas, sobre todos en periodos sensibles como la reproducción. Fue relativamente habitual encontrar rastros de bicicletas de montaña y motocicletas de cross circulando sobre las motas y, en ocasiones, el interior de recintos, sobre todo en la Horcada y Butano. En una ocasión (30/10/2020) se observó la presencia de un coche estacionado y circulando con dos ocupantes entre la mota O de Horcada2 y la orilla del río, dentro del recinto de acceso restringido. También se han observado rodaduras de coche en el carril perimetral de Butano2 y de un supuesto tractor en la mota E y N de Butano1. En estos dos últimos casos no es descartable que se tratase de personal de CORESA o la APS. En cualquier caso, la ausencia de barreras físicas perimetrales facilita enormemente la circulación por el

interior de los vaciaderos, sobre todo de vehículos ligeros, a pesar de los carteles informativos en algunos accesos.



Fotografía 15. Indicios y presencia de algunas de las fuentes de molestia detectadas en los vaciaderos terrestres durante el periodo de seguimiento entre julio de 2020 y abril de 2021: vehículo circulando sobre la mota N de Horcada1 a pesar de las restricciones de acceso en abril de 2021 (arriba izquierda), rodaduras de motos de cross en el interior del Yeso2 en diciembre de 2020 (arriba derecha), pisoteo intenso y erosión de uno de los taludes sobre seco para abejaruco europeo (*Merops apiaster*) en Butano2 en marzo de 2021 (abajo izquierda), y colmenas instaladas sobre la mota entre subsectores de Horcada2 en julio de 2020 (abajo derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El **tránsito de ganado** libremente por los vaciaderos puede ocasionar perturbaciones que afecten directa e indirectamente a la comunidad de aves acuáticas. El pisoteo del ganado en intensidad y frecuencia elevada puede compactar el sustrato, especialmente si se trata de materiales arcillosos o limosos abundantes en los vaciaderos y se encuentran empapados. El ramoneo y pastoreo puede ser una herramienta útil para el control del crecimiento de la vegetación y el proceso de sucesión vegetal, pero también puede impedir el desarrollo de orlas de vegetación leñosa y palustre en el perímetro de los recintos, o de ribera en la orilla del río. Además, el paso del ganado, sobre todo ovino acompañado por perros guardianes y pastores, puede crear molestias directas sobre las aves si acceden a zonas de refugio y nidificación.

En Butano y la Horcada es muy habitual la presencia de rebaños de ganado ovino, sobre todo circulando por las motas y pastando entre sectores o en la periferia hacia el N y el E. Este tránsito provoca la compactación del sustrato en motas y algunos taludes y, en el caso de Butano2, la erosión por pisoteo del talud para abejaruco en la cara exterior de la mota NO. El pastoreo dificulta el desarrollo del bosque de ribera en la franja de la orilla al NO de Butano1 y 2, incluida la zona de repoblación forestal. También se ha constado ramoneo intenso en el interior de Butano1 y en el entorno de Horcada1.

Durante el seguimiento solo se comprobó el vuelo bajo de una **avioneta** en arrozales al otro lado del río en la Horcada, suficientemente lejos como para no perturbar el comportamiento de aves en el vaciadero. Y

sólo una **detonación** también al N de la Horcada, probablemente relacionada con algún sistema disuasor anti-aves en cultivos.

Por último, en la Horcada2 se instalaron entre 60 y 172 **colmenas de abejas** durante el verano, probablemente para la polinización de cultivos de hortalizas al S del vaciadero. Se colocaron inicialmente en la mota de separación entre los dos subsectores, para ser posteriormente trasladadas a la zona interior S. Las colmenas no suponen ningún problema, aunque la predación de abejas por abejarucos en zonas próximas a las colonias como en la Horcada2, puede derivar en conflicto. En las visitas realizadas no se observó predación concentrada de abejarucos sobre las colmenas,

4.6.3 Tendidos eléctricos

Entre el vaciadero de Butano y la orilla del río Guadalquivir transcurre un tramo de línea eléctrica de distribución desde el extremo NE junto a la vía que da acceso a la esclusa del puerto hasta el extremo SO que linda con cultivos (Fig. 20). En el 1.5 km de línea hay 21 apoyos eléctricos, mayoritariamente de bajo riesgo (e.g. tresbolillo canadiense) pero con algunos de especial riesgo por la combinación de elementos descubiertos todavía no corregidos (Tabla 12).

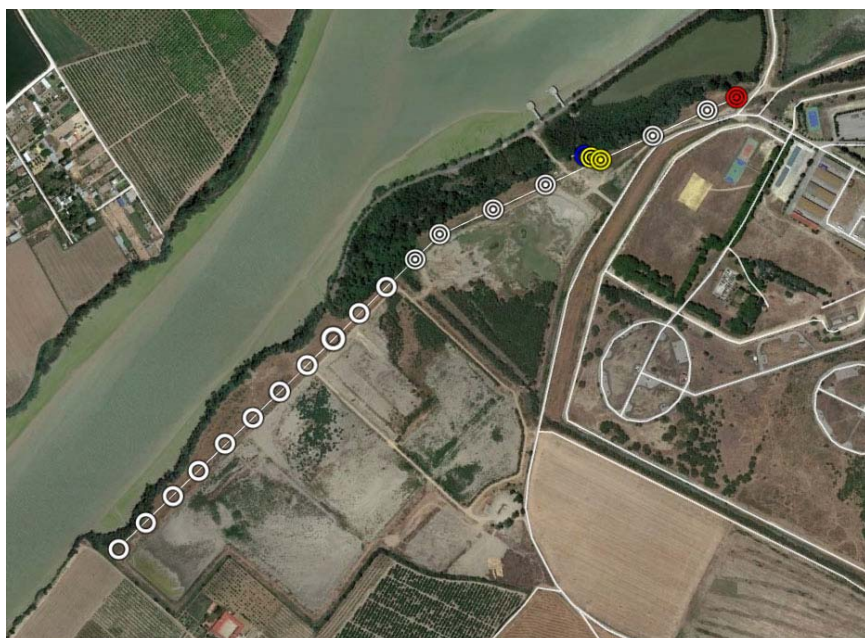


Figura 20. Localización de la línea eléctrica de distribución en el vaciadero de Butano y tipología de los apoyos eléctricos: canadiense suspendido (círculo blanco), tresbolillo suspendido (doble círculo blanco), amarre con o sin puente superior (doble círculo amarillo), tresbolillo atirantado de amarre (doble círculo rojo), amarre con seccionador (doble círculo azul).

Tabla 12. Lista de apoyos según sector y tipología de la línea eléctrica de distribución entre los recintos del vaciadero de Butano y la orilla del Guadalquivir.

Sector	Tipología	Numero	Peligrosidad
Butano1	Tresbolillo suspendido	6	Baja
	Amarre	1	Alta
	Amarre con puente superior	1	Muy alta
	Amarre fin de línea con seccionador	1	Alta
	Tresbolillo atirantado fin línea con seccionador	1	Baja
Butano2 y 3	Canadiense suspendido	11	Baja

Estos apoyos han sido utilizados como posaderos por al menos cuatro especies de aves rapaces durante el periodo de seguimiento del vaciadero (Tabla 13). La más abundante fue el cernícalo vulgar con el 46.2% de los registros (N = 13), que corresponderían con un mínimo de dos aves en Butano1 y Butano3S. A continuación, estarían el milano negro y el águila pescadora con un 23.1% de las observaciones en ambos

casos, y por último el busardo ratonero (*Buteo buteo*) con un solo ejemplar visto sobre un apoyo de la línea. El 77% de estos registros fueron en apoyos tresbolillo canadiense o suspendido, ambos de baja peligrosidad. Sólo en el caso de un milano negro se observó el uso de un apoyo de alto riesgo, de tipo amarre con derivación inferior. En ocasiones el cernícalo vulgar, abejaruco europeo y otros paseriformes (e.g. gorrión común, verderón común, serín verdecillo, alcaudón común, tarabilla común) utilizaron los cables del tendido como posadero sin riesgo de electrocución.

Tabla 13. Registro de aves rapaces sobre apoyos eléctricos de la línea de distribución entre los recintos del vaciadero de Butano y la orilla del Guadalquivir, durante el periodo de seguimiento 2020-21. Los registros de cernícalo vulgar podrían corresponder a sólo dos ejemplares diferentes. Los registros de milano negro en Butano1 y 3S podrían ser del mismo ejemplar.

Nombre común	Nombre científico	Sector	Fecha	Tipo apoyo
Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	Butano3N	22/12/20	Tresbolillo canadiense. Con pez
		Horcada2	01/12/20	¿Tipo? Con pez
		Horcada2	05/02/21	Tresbolillo canadiense
Busardo ratonero	<i>Buteo buteo</i>	Butano1	22/09/20	Tresbolillo suspendido
Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	Butano1	20/08/20	Tresbolillo suspendido
		Butano1	02/10/20	Tresbolillo suspendido y tendido
		Butano1	30/10/20	Tresbolillo canadiense
		Butano3S	08/07/20	Tendido
		Butano3S	21/07/20	Tresbolillo suspendido
		Butano3S	20/08/20	Tresbolillo canadiense
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	Butano1	07/08/20	Tresbolillo suspendido
		Butano2	07/08/20	Tresbolillo canadiense
		Butano3S	20/08/20	Tresbolillo amarre y derivación

Entre los días 18/10/2020 y 28/10/2020 se recorrió la línea de distribución dentro del vaciadero de Butano para revisar los 21 apoyos en busca de posibles aves muertas por electrocución. No se encontró ningún ave, ni otro animal, muerto en la base de ninguno de los apoyos. Sí se observó la presencia de materia orgánica en la cruceta de dos apoyos tresbolillo canadiense, probablemente restos de presas consumidas sobre el apoyo por aves de presa, y se halló una egagrópila en la base de otro apoyo tresbolillo suspendido que contenía restos de dos pequeños roedores y al menos un ortóptero.



Fotografía 16. Ejemplos de diseños peligrosos de crucetas en apoyos del tramo de línea eléctrica de distribución existente en el vaciadero de Butano: tresbolillo amarre con derivación inferior y seccionadores (izquierda), y tresbolillo de amarre simple (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

4.6.4 Escombros y basura

La situación en cuanto a presencia de residuos sólidos y escombros no ha cambiado respecto a la ya descrita para el pasado periodo de seguimiento (ver informe junio 2020). El acceso libre sin barreras de los recintos facilita el uso de explanadas adyacentes como lugar de depósito de escombros, como sucede en la

zona al N de Butano1, accesible desde la carretera del Copero. Además, dentro de los propios recintos se encuentran residuos depositados en su gran mayoría con los sedimentos dragados del fondo del río, pero también aportados externamente de forma irregular. El propio cribado y selección de los materiales durante su extracción y procesado genera acopios con áridos descartados mezclados con residuos procedentes de los sedimentos, que no siempre son retirados y se terminan depositando en el interior o entorno de los recintos (e.g. Yeso1, Butano1). Por último, el arrastre fluvial y mareal provoca la acumulación de residuos por arribazón en las orillas del río Guadalquivir, haciéndose notoria en zonas despejadas sin vegetación palustre como en Horcada2.

4.6.5 Aprovechamientos cinegéticos

Se encontraron indicios de caza dentro de los propios recintos de los tres vaciaderos terrestres del río Guadalquivir, a través del hallazgo de cartuchos usados, sobre todo en los Yesos y la Horcada, y por la observación directa de prácticas cinegéticas o relacionadas, en la Horcada y Butano. No obstante, la situación legal de los terrenos y las restricciones de usos cinegéticos debidas a zonas de servidumbre y dominio público difieren entre vaciaderos.

Butano se encuentra dentro del coto privado Fuente del Rey (matrícula: Se-11939; 750.7 ha), excepto la mitad norte del sector 1 (Fig. 21). No obstante, una franja de 25-70 m de ancho de las secciones NO de todos los sectores se encuentra dentro de la servidumbre del dominio público-marítimo terrestre y a menos de 100 m de la zona ZEC Bajo Guadalquivir (código ES6150019) que comprende el cauce menor del río. Los socios del coto hacen uso activo de los recintos inundados del vaciadero para la caza de anátidas, al menos de ánade azulón, dentro del periodo legal establecido en el periodo de paso e invernada entre el 11 de octubre y el 31 de enero. Este hecho se constató al observar a uno de los socios cebando con grano las orillas de una de las lagunas residuales de Butano2 la tarde del día 18/10/2020. Esta persona confirmó que trataban de aquerenciar a las anátidas de la zona mediante aportes de alimento diarios con el fin de cazar a primera hora de los días hábiles.

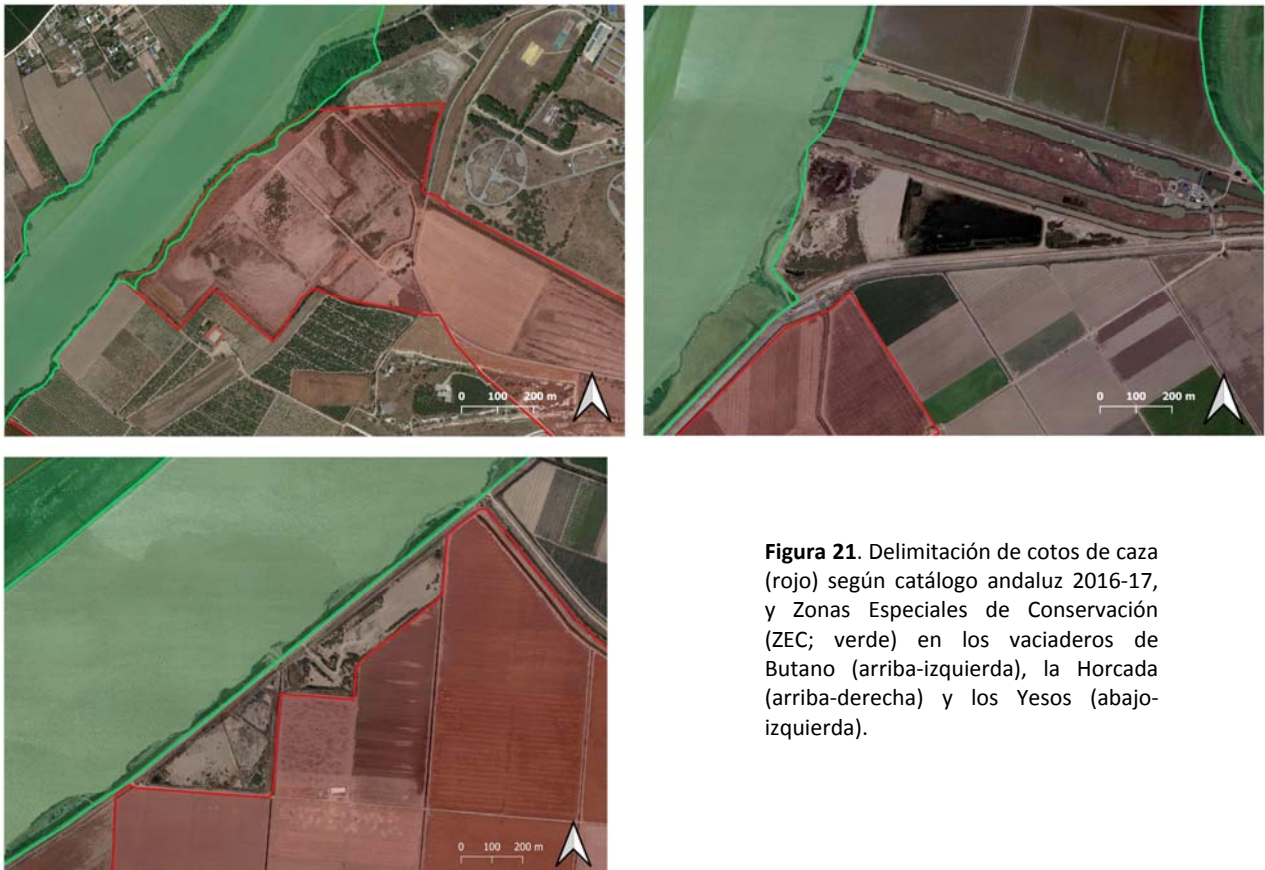


Figura 21. Delimitación de cotos de caza (rojo) según catálogo andaluz 2016-17, y Zonas Especiales de Conservación (ZEC; verde) en los vaciaderos de Butano (arriba-izquierda), la Horcada (arriba-derecha) y los Yesos (abajo-izquierda).

La Horcada se encuentra en zona libre, pero limita a menos de 100 m por el S con el coto de Marisma Lebrijana Sector B-XII (matrícula SE-12436; 3678.7 ha), por el O con la zona ZEC Bajo Guadalquivir, y buena parte del sector 2 se encuentra dentro de la zona de seguridad del dominio público marítimo terrestre al colindar con la orilla del río Guadalquivir.

Los Yesos parecen estar excluidos en todo su perímetro del coto privado de Los Yesos (matrícula SE-12496; 765.6 ha) que lo rodea por el S, SE y E, más allá de la mota perimetral (Fig. 21). Sin embargo, el día 20/08/2020 se observó la presencia de tres socios titulares del coto cazando conejo con perros y afirmaron que los vaciaderos estaban incluidos en el coto. No es descartable que con fecha posterior a 2017 estos terrenos, propiedad del ayuntamiento de Lebrija, se hayan incorporado a dicho coto de caza. Aun así, una franja de 70 m de anchura en los lados NE de ambos sectores estaría a menos de 100 m del ZEC Bajo Guadalquivir y de la zona de servidumbre del dominio público marítimo-terrestre.



Fotografía 17. Cartucho usado en isla artificial de Butano2 en octubre de 2020 (izquierda) y cazadores de conejo de monte con perros en el Yeso2 en agosto de 2020 (derecha) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

El aprovechamiento cinegético no parece compatible con el fomento de los vaciaderos como refugio para la comunidad de aves acuáticas, principalmente durante el periodo de invernada y paso otoñal. Se debería aclarar y modificar la situación de los usos cinegéticos en los vaciaderos gestionados directamente por la APS con el fin de restringir al menos la caza de aves acuáticas dentro de los recintos inundados y una franja de seguridad (100 m) entorno a su perímetro. Tales cambios podrían realizarse mediante la declaración de zonas de reserva dentro de los planes técnicos de caza de los respectivos cotos (art. 18. Decreto 126/2017) o la segregación efectiva de los terrenos de los vaciaderos del coto de caza a petición del propietario del terreno o el titular del coto (art. 39 Decreto 126/2017, Orden 13 julio 2007). Se deberán igualmente valorar y limitar en su caso, las molestias causadas por la caza de otras especies dentro de recintos secos o en el entorno inmediato de recintos inundados, sobre todo cuando se efectúen en periodos sensibles (e.g. final del periodo reproductor, invernada, paso otoñal).

Por último, no hay que olvidar la existencia de prácticas ilegales de caza en el entorno del bajo Guadalquivir que podrían afectar a los vaciaderos. En este sentido, el día 25/03/2021 se constató la actividad de furtivos cazando anátidas desde una lancha motora en las márgenes del río en el tramo de La Mata-Tarfía fuera del periodo hábil y en zona de seguridad colindante con el Espacio Natural de Doñana.

4.6.6 Mortalidad

Durante el periodo de seguimiento entre julio de 2020 y febrero de 2021 se localizaron ocho cadáveres de cinco especies de aves que podrían corresponder realmente a seis víctimas (Tabla 14):

- Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*): un ejemplar adulto parcialmente mutilado y descompuesto en fondo semiseco emergido en lado NO de Butano2. Le faltaba la cabeza que no se pudo localizar, y una pata amputada sobre el metatarso, que se encontraba a varios metros de distancia. Entorno al cadáver se encontraron huellas recientes de nutria y garza real.
- Gaviota patiamarilla (*Larus michaellis*): entre finales de septiembre y finales de octubre, se localizaron en seis ocasiones restos entre los recintos de Horcada1 y 2. Probablemente correspondían a un único ejemplar adulto carroñeado y desplazado por predadores entre ambos recintos.
- Morito común (*Plegadis falcinellus*): un ejemplar posiblemente joven observado en el extremo del *finger* cerca de la orilla de una de las láminas residuales en Butano2. No pudo examinarse de cerca.
- Gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*): cadáver reciente de adulto con plumaje nupcial en la península artificial P1 de Butano3S. Se examina de cerca y no muestra traumas evidentes, ni sangrado u otras secreciones. Se avisa al agente de medio ambiente local para su recogida.
- Garza real (*Ardea cinerea*): un ejemplar joven es encontrado vivo y sin capacidad de vuelo por operarios de DRAVOSA en Butano3N. Lo mantienen en caseta de obra, pero amanece muerto al día siguiente. Se avisa al agente de medio ambiente local para su recogida.

Como curiosidad, se encontraron los restos del cadáver de un lirón careto (*Eliomys quercinus*) en avanzado estado de descomposición en el subsector O de el Yeso2 el día 08/07/2020.

Tabla 14. Listado de aves halladas muertas en los vaciaderos terrestres durante el periodo de seguimiento de julio 2020 a abril 2021. Se ordenan por especie y sector.

Nombre común	Nombre científico	Sector	Fecha	Observaciones
Cigüeña blanca	<i>Ciconia ciconia</i>	Butano2	15/07/20	Sobre fondo emergido lado NO. Sin cabeza ni pata. Rastro de nutria y garza real
		Horcada1	11/12/20	Huesos de cadáver antiguo en lado O
Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	Butano3N	07/12/20	Joven encontrado vivo en mal estado. Muere día siguiente. Sin traumas aparentes ni secreciones
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michaellis</i>	Horcada1	22/09/20	Restos de adulto (pata-ala y parte de ala) en zona NO
		Horcada2	16/10/20	Adulto sin marcas. Sin traumas evidentes ni secreciones
		Horcada2	30/10/20	Lado E de subsector N. Adulto. Carroñeada
Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Butano3S	26/03/21	Adulto en península P1. Sin traumas evidentes ni secreciones
Morito común	<i>Plegadis falcinellus</i>	Butano2	04/09/20	Extremo <i>finger</i> . Prob joven.



Fotografía 18. Algunas de las aves muertas localizadas en los vaciaderos terrestres: cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*) mutilada y en descomposición avanzada en Butano2 en julio de 2020 (arriba izquierda); joven garza real (*Ardea cinerea*) encontrada en mal estado por operarios de DRAVO.S.A. y muerta unas horas después en Butano3N en diciembre de 2020 (arriba derecha); y gaviota reidora (*Chroicocephalus ridibundus*) adulta y recientemente muerta en una de las penínsulas artificiales de Butano3S en marzo de 2021 (abajo izquierda) (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

5. CONCLUSIONES

Se resumen a continuación las principales conclusiones derivadas del seguimiento de los vaciaderos terrestres durante el periodo julio 2020 y febrero 2021. Se presta especial atención a los efectos de las actuaciones y del manejo del agua sobre la comunidad de aves acuáticas.

- El nivel de ejecución de las actuaciones inicialmente propuestas en los vaciaderos terrestres para la campaña 2021-22 fue insuficiente y variable por motivos logísticos y económicos. Se acometieron actuaciones únicamente en uno de los tres recintos previstos, lo que redujo el potencial conjunto de los vaciaderos.
- Durante el verano, sólo Butano2 mantuvo láminas importantes incluso después del vaciado forzado a finales de julio. El resto de vaciaderos con vertido previo en 2019 terminaron secándose antes de la nueva campaña.
- El vertido escaso y localizado de noviembre en sólo dos recintos de un mismo vaciadero, junto con la gestión posterior del agua, resultó en una menor disponibilidad de hábitats, hidropereodo más corto y una comunidad de aves acuáticas más pobre y escasa. Butano3S sufrió desecación prematura por la colmatación y escaso volumen de agua, mientras que el trasvase de agua de Butano3N al sector 2 no logró una inundación aceptable y estable.
- La dinámica hídrica de los principales medios húmedos del bajo Guadalquivir varió según el manejo específico del agua y el régimen pluviométrico. El retraso en el ciclo anual del arrozal favoreció una inundación inusual al final del verano favorable para los reproductores tardíos, mientras que el llenado otoñal de la marisma y el arrozal, más lento y escaso por la falta de lluvias, redujo la disponibilidad de recursos durante el paso e invernada temprana. Los esteros, salinas y balsas mostraron en cambio un nivel alto de inundación, pero con una reducción otoñal sensible.
- La abundancia relativa de aves acuáticas en los vaciaderos fue inferior a la del periodo previo de seguimiento, aunque con valores de diversidad y uniformidad similares, debido probablemente a diferencias en el ciclo fenológico entre periodos y la menor inundación de recintos.
- El agua fue de nuevo el factor clave para la presencia de una comunidad abundante y diversa de aves acuáticas en los vaciaderos. La comunidad de acuáticas fue más abundante, rica, diversa y homogénea en los vaciaderos previamente inundados en 2019, incluso a pesar de la desecación de primavera y verano (e.g. Butano2). Con el nuevo vertido de noviembre, la riqueza y abundancia aumentó en los vaciaderos inundados (Butano3S y 3N) respecto a los que no recibieron vertidos, que se aproximaron a valores de recintos secos en ambos periodos, especialmente durante el paso otoñal e invernada.
- La fenología y el comportamiento espacial de las aves fue otro factor importante en la dinámica de la comunidad en los vaciaderos. La concentración pos-reproductora de aves y el paso otoñal de dispersantes y migrantes provocaron picos máximos de abundancia en recintos con agua (Butano2) o en orillas mareales del Guadalquivir (Horcada2).
- La composición y patrón general de la comunidad de nidificantes en los vaciaderos no varió en la parte final de la reproducción respecto a lo observado en el periodo anterior de seguimiento. Se registraron las mismas 10 especies, con mayor riqueza en los recintos con vertido en 2019, aunque la nidificación fue ya residual. Butano2 siguió siendo el recinto con mayor riqueza, productividad y duración del periodo reproductor gracias a la diversidad de hábitats, disponibilidad de lugares seguros y estables de reproducción (e.g. islas artificiales), y al mayor hidropereodo, incluso a pesar de su vaciado forzado a finales de julio.
- Las condiciones de los vaciaderos durante el comienzo del periodo reproductor de 2021 fueron a priori peores que las de la campaña anterior, debido a un menor número de recintos inundados, la desecación prematura del sector con actuaciones (Butano3S) y el trasvase de agua entre sectores que redujo la extensión combinada de agua.

- Las molestias ocasionadas en mayo sobre la colonia de abejaruco europeo en Butano2 se notaron en la disminución relativa de su presencia estival respecto a otros recintos, aunque la concentración pos-reproductora y el paso al final del verano provocaron un nuevo repunte general de la especie. También se observó un paso pos-nupcial notable de avión zapador no visto en primavera.
- Se constató la reiteración de las amenazas potenciales ya observadas en el periodo anterior. La presencia de perros desatendidos y la circulación de vehículos puede causar molestias durante periodos sensibles. El pisoteo y ramoneo intenso del ganado podría afectar localmente a formaciones vegetales y actuaciones de interés. Especial atención a la práctica incompatible de la caza dentro de los vaciaderos, especialmente de acuáticas durante el paso e invernada.

6. AGRADECIMIENTOS

Al personal del LAST-EBD y, en especial, a David Aragonés por su ayuda para la obtención y procesado de imágenes satelitales, y series de inundación de hábitats y vaciaderos en el bajo Guadalquivir. Gracias a M. Barbero por su asistencia técnica en el procesamiento de imágenes aéreas con dron. Igualmente, agradecer al personal de DRAVOSA por facilitar la coordinación durante la ejecución de las actuaciones ambientales, y a Eifagge-CORESA por su ayuda con varias actuaciones, especialmente en el reperfilado de taludes artificiales.

ANEXO I – Tabla resumen de la comunidad de aves acuáticas en los vaciaderos terrestres

Número total, porcentaje respecto al total de la especie (%sp) y porcentaje respecto al total global (%tot) de las especies de aves ligadas a medios acuáticos registradas utilizando los vaciaderos para en cada uno de los sectores y el conjunto de vaciaderos (Total). Por motivos de formato no se muestran los datos para Butano1, donde se registró una única especie, ceta ruiñeñor (*Cettia cetti*), con 30 ejemplares (0.49% del total global y 22.06% de ejemplares de la especie).

Nombre común	Nombre científico	TOTAL		Butano2			Butano3S			Butano3N			Horcada1			Horcada2			Yeso1			Yeso2						
		N	%	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp				
Agachadiza común	<i>Galligo galligo</i>	48	0.78	2	0.03	4.17	14	0.23	29.17	1	0.02	2.08	26	0.42	54.17										5	0.08	10.42	
Águila pescadora (VU)	<i>Pandion haliaetus</i>	2	0.03							1	0.02	50.00				1	0.02	50.00										
Aguilucho lagunero	<i>Circus aeruginosus</i>	1	0.02				1	0.02	100.00																			
Aguja colinegra	<i>Limosa limosa</i>	2	0.03	1	0.02	50.00							1	0.02	50.00													
Ánade azulón	<i>As platyrhynchos</i>	87	1.41	19	0.31	21.84	27	0.44	31.03	8	0.13	9.20	28	0.45	32.18				5	0.08	5.75							
Ánade friso	<i>Mareca strepera</i>	6	0.10	6	0.10	100.00																						
Andarrios chico	<i>Actitis hypoleucos</i>	85	1.38	31	0.50	36.47	26	0.42	30.59	8	0.13	9.41	15	0.24	17.65	3	0.05	3.53							2	0.03	2.35	
Andarrios grande	<i>Tringa ochropus</i>	58	0.94	9	0.15	15.52	4	0.06	6.90	1	0.02	1.72	17	0.28	29.31	13	0.21	22.41	8	0.13	13.79	6	0.10	10.34				
Archibebe claro	<i>Tringa nebularia</i>	35	0.57													35	0.57	100.00										
Avefría europea	<i>Vanellus vanellus</i>	62	1.01													62	1.01	100.00										
Avoceta común	<i>Recurvirostra avoetia</i>	253	4.11	38	0.62	15.02	53	0.86	20.95	15	0.24	5.93	72	1.17	28.46	75	1.22	29.64										
Calamón común	<i>Porphyrio porphyrio</i>	1	0.02										1	0.02	100.00													
Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	0.03																2	0.03	100.00							
Carricero tordal	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	1	0.02										1	0.02	100.00													
Cerceta común	<i>As crecca</i>	17	0.28				17	0.28	100.00																			
Cetia ruiñeñor	<i>Cettia cetti</i>	136	2.21	50	0.81	36.76	30	0.49	22.06	5	0.08	3.68	14	0.23	10.29	6	0.10	4.41	1	0.02	0.74							
Chorlitejo chico	<i>Charadrius dubius</i>	269	4.37	114	1.85	42.38	51	0.83	18.96				31	0.50	11.52	72	1.17	26.77	1	0.02	0.37							
Chorlitejo grande	<i>Charadrius hiaticula</i>	5	0.08													5	0.08	100.00										
Chorlitejo patinegro	<i>Charadrius alexandrinus</i>	4	0.06																4	0.06	100.00							
Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>	1018	16.53	402	6.53	39.49	267	4.34	26.23	16	0.26	1.57	90	1.46	8.84	234	3.80	22.99	4	0.06	0.39	5	0.08	0.49				
Cormorán grande	<i>Phalacrocorax carbo</i>	3	0.05				1	0.02	33.33	2	0.03	66.67																
Cuchara común	<i>As clypeata</i>	51	0.83				51	0.83	100.00																			
Espátula común	<i>Platalea leucorodia</i>	47	0.76	3	0.05	6.38							44	0.71	93.62													
Flamenco común	<i>Phoenicopterus roseus</i>	111	1.80	86	1.40	77.48	25	0.41	22.52																			
Focha común	<i>Fulica atra</i>	164	2.66	158	2.57	96.34							6	0.10	3.66													
Fumarel cariblanco	<i>Chlidonias hybrida</i>	1	0.02										1	0.02	100.00													
Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>	9	0.15	5	0.08	55.56							3	0.05	33.33	1	0.02	11.11										
Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>	38	0.62	3	0.05	7.89							27	0.44	71.05	5	0.08	13.16	3	0.05	7.89							
Garceta grande	<i>Ardea alba</i>	2	0.03													2	0.03	100.00										

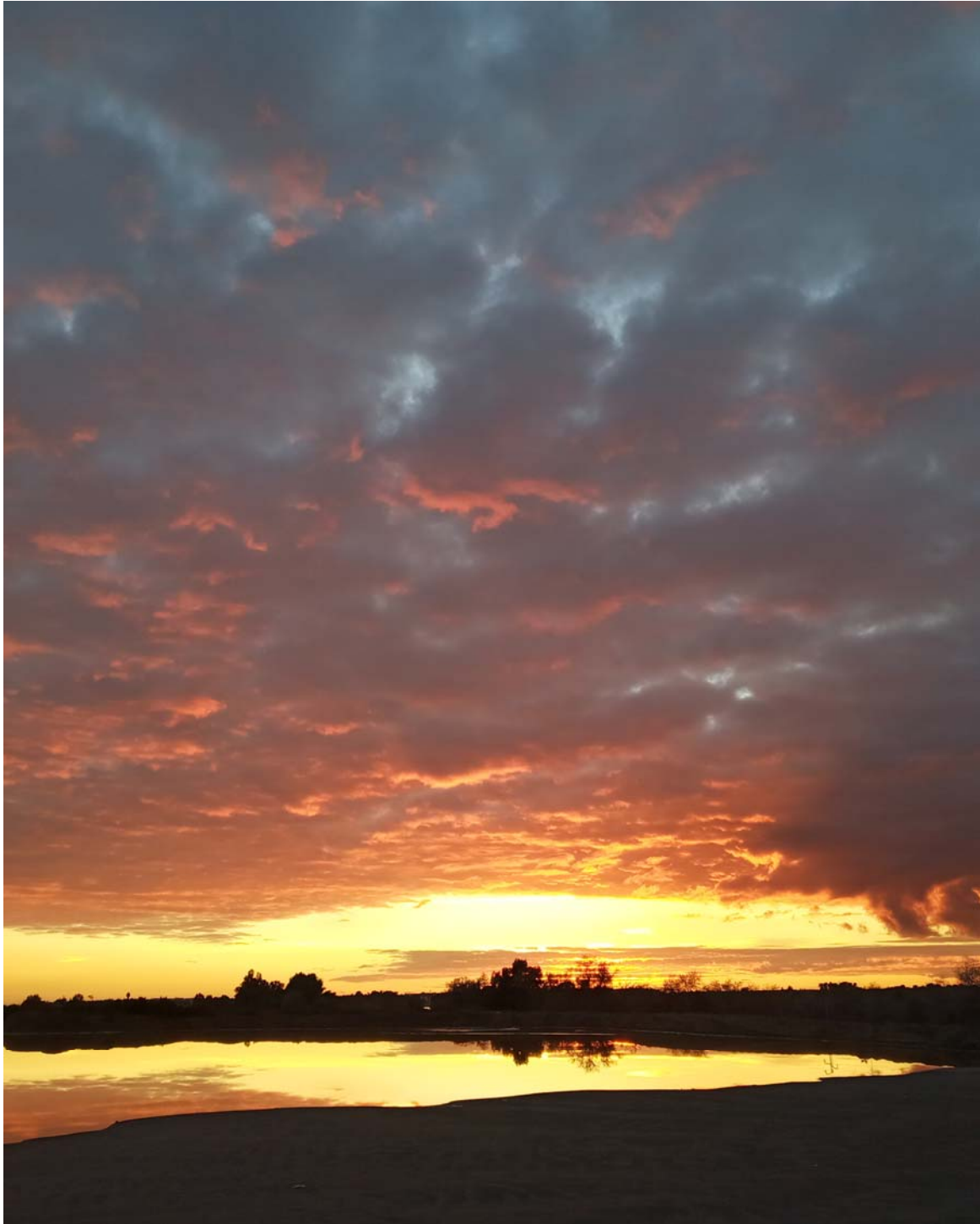
Nombre común	Nombre científico	TOTAL		Butano2			Butano3S			Butano3N			Horcada1			Horcada2			Yeso1			Yeso2		
		N	%	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp	N	%tot	%sp
Garcilla bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	7	0.11	6	0.10	85.71									1	0.02	14.29							
Garza imperial	<i>Ardea purpurea</i>	4	0.06	3	0.05	75.00							1	0.02	25.00									
Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	26	0.42	11	0.18	42.31	4	0.06	15.38	3	0.05	11.54	3	0.05	11.54	5	0.08	19.23						
Gaviota patiamarilla	<i>Larus michahellis</i>	10	0.16				5	0.08	50.00	1	0.02	10.00				4	0.06	40.00						
Gaviota reidora	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	310	5.03	74	1.20	23.87	125	2.03	40.32	108	1.75	34.84				3	0.05	0.97						
Gaviota sombría	<i>Larus fuscus</i>	3	0.05				1	0.02	33.33	1	0.02	33.33				1	0.02	33.33						
Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>	38	0.62	1	0.02	2.63							5	0.08	13.16	6	0.10	15.79	21	0.34	55.26	5	0.08	13.16
Martín pescador	<i>Alcedo atthis</i>	1	0.02																1	0.02	100.00			
Morito común	<i>Plegadis falcinellus</i>	2843	46.18	2291	37.21	80.58	538	8.74	18.92				1	0.02	0.04	13	0.21	0.46						
Pagaza piconegra	<i>Gelochelidon nilotica</i>	2	0.03													2	0.03	100.00						
Pagaza piquirroja	<i>Hydroprogne caspia</i>	97	1.58				97	1.58	100.00															
Pato colorado	<i>Netta rufi</i>	88	1.43	86	1.40	97.73	2	0.03	2.27															
Porrón europeo	<i>Aythya fer</i>	65	1.06	65	1.06	100.00																		
Porrón pardo (EN)	<i>Aythya nyroca</i>	24	0.39	24	0.39	100.00																		
Zampullín común	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	121	1.97	117	1.90	96.69	1	0.02	0.83				3	0.05	2.48									
TOTAL		6157	100.01	3605	58.58		1340	21.79		170	2.77		390	6.35		549	8.93		50	0.81		23	0.37	

ANEXO II – Registro de amenazas potenciales

Registro de amenazas potenciales por predadores terrestres y molestias humanas observadas en los vaciaderos terrestres durante el periodo de seguimiento, exceptuando los trabajos propios de los vaciaderos.

Amenaza	Fecha	Sector	Tipo	Comentarios
Avioneta	20/08/20	Horcada1	Presencia	Fumigando arrozal al otro lado del río
Caballo	16/10/20	Horcada1	Huellas	En mota N
Caballo	16/10/20	Horcada2	Huellas	En mota E
Caza	08/07/20	Butano1	Presencia	Cartucho usado en lado N
Caza	08/07/20	Horcada1	Presencia	Cartucho usado en lado NO
Caza	20/08/20	Yeso1	Presencia	3 cazadores en mano con 6 perros
Caza	21/07/20	Yeso2	Presencia	Cartucho usado en lado N de subsector O
Caza	20/08/20	Yeso2	Presencia	3 cazadores en mano con 6 perros
Caza	30/10/20	Yeso2	Presencia	Cartucho usado
Colmenas	08/07/20	Horcada2	Presencia	60 colmenas sobre carril entre subsectores
Colmenas	07/08/20	Horcada2	Presencia	172 colmenas en centro de subsector S
Detonación	22/09/20	Horcada1		Detonación al N prob. disuasor para aves en cultivos
Mustélido	21/07/20	Butano1	Excrementos	Especie no identificada, en mota N.
Mustélido	07/08/20	Butano2	Huellas	Especie sin identificar, canal de desagüe lado E
Mustélido	01/12/20	Yeso1	Huellas	Prob. mustélido
Nutria	15/07/20	Butano2	Huellas	Lado NO junto cadáver de cigüeña blanca
Oveja	07/08/20	Butano1	Huellas	Rebaño en lado NE y mota N
Oveja	11/12/20	Butano1	Huellas	Rebaño con pisoteo intenso en mitad NE, motas y hacia río
Oveja	01/12/20	Butano2	Huellas	Rebaño en mota S y E
Oveja	11/12/20	Butano2	Huellas	Rebaño en motas E y N
Oveja	15/07/20	Horcada1	Huellas, excrementos	Rebaño sobre lados N y E
Oveja	21/07/20	Horcada1	Huellas	Rebaño en mota S
Oveja	22/09/20	Horcada1	Huellas, excrementos	Rebaño sobre mota N y E
Oveja	05/02/21	Horcada1	Huellas	Rebaño con pisoteo intenso en mota E, N y taludes
Oveja	19/02/21	Horcada1	Huellas	Rebaño en mota N y E y entorno de sector
Oveja	02/10/20	Horcada2	Huellas	Una oveja en canal N
Perro	21/07/20	Butano1	Excrementos	En mota N
Perro	07/08/20	Butano1	Huellas	Un perro mediano en lado NE y mota N
Perro	07/08/20	Butano2	Huellas	Perro grande en mota SE y varios medianos en mota N y O
Perro	11/12/20	Butano2	Presencia	Galgo presente en la zona
Perro	12/01/21	Butano2	Huellas	Varios perros medianos por carril O
Perro	22/01/21	Butano3N	Huellas	Perro mediano en mota entre sectores 3N y 2
Perro	01/12/20	Butano3S	Huellas	Perro en motas, prob. galgo visto en la zona
Perro	20/08/20	Horcada1	Presencia	Dos mastines sobre la mota N. Proceden de vivienda cercana
Perro	15/11/20	Horcada1	Huellas	Un perro mediano en lado N
Perro	01/12/20	Horcada1	Presencia	Tres perros medianos sobre extremo S
Perro	01/12/20	Horcada1	Huellas	Perro en mota E y S
Perro	11/12/20	Horcada1	Huellas	Perro grande en lados NO y O
Perro	22/12/20	Horcada1	Huellas, excrementos	Perro mediano en lado E y canal N
Perro	22/09/20	Horcada2	Huellas	Un perro/cánido entre sectores
Perro	30/10/20	Horcada2	Excrementos	Lado E subsector N junto a restos de gaviota
Perro	01/12/20	Horcada2	Presencia	Tres perros entre sectores al S
Perro	22/12/20	Horcada2	Huellas	Un perro en subsector N lado SO
Perro	07/08/20	Yeso1	Excrementos	Perro mediano en carril lado O
Perro	30/10/20	Yeso1	Huellas, excrementos	Perros medianos y grande en centro-NE y lado S
Perro	15/11/20	Yeso1	Huellas	Un perro mediano en interior
Perro	01/12/20	Yeso1	Presencia	Dos personas con 9 galgos embozados entrenando
Perro	15/07/20	Yeso2	Presencia	Cuatro podencos medianos

Amenaza	Fecha	Sector	Tipo	Comentarios
Perro	04/09/20	Yeso2	Huellas	Varios perros medianos
Perro	15/11/20	Yeso2	Huellas	Varios perros y personas posibles cazadores
Perro	01/12/20	Yeso2	Huellas	Un perro mediano con personas
Perro	22/12/20	Yeso2	Huellas	Varios perros en subsector O
Personas	01/12/20	Yeso1	Presencia	Dos personas con 9 galgos embozados entrenando
Personas	15/11/20	Yeso2	Huellas	Posibles cazadores con perros
Personas	01/12/20	Yeso2	Huellas	Varias personas con perro mediano
Vaca	19/02/21	Yeso2	Huellas	Sobre mota N de subsector E
Vehículo	07/08/20	Butano1	Rastro	Rodaduras de bicicletas de montaña en mota NE y N
Vehículo	20/08/20	Butano1	Rastro	Rodadura de bicicleta de montaña o moto de cross sobre mota N
Vehículo	11/12/20	Butano1	Rastro	Rodadura de tractor en mota E y N
Vehículo	08/07/20	Butano2	Rodaduras	Rastro de coche sobre mota S y E desde Butano1
Vehículo	07/08/20	Butano2	Rastro	Rodaduras de bicicletas de montaña en motas S y E
Vehículo	04/09/20	Butano3S	Rastro	Rodadura de moto de cross
Vehículo	02/10/20	Horcada1	Rastro	Rodadas en mota N
Vehículo	30/10/20	Horcada1	Rastro	Rodadura de moto de cross en mota N y NE
Vehículo	22/12/20	Horcada1	Rastro	Rodaduras de moto de cross en mota N y E
Vehículo	30/10/20	Horcada2	Presencia	Vehículo (matrícula 2777JUK) con dos personas cerca de orilla río
Vehículo	30/10/20	Horcada2	Rastro	Rodadura de moto de cross en mota O
Vehículo	05/02/21	Horcada2	Rastro	Rodaduras de motos de cross sobre motas y taludes
Vehículo	19/02/21	Horcada2	Rastro	Rodadura de motos de cross en mota O
Vehículo	15/11/20	Yeso1	Rastro	Rodaduras de 2-3 motos de cross por carril interior
Vehículo	01/12/20	Yeso2	Rastro	Rodadura de motos de cross en subsector O y E
Zorro común	07/08/20	Butano3S	Excrementos	Zorro o perro mediano. Mota E de subsector O
Zorro común	12/01/21	Yeso1	Presencia	Uno se mueve hacia el N



Atardecer de invierno sobre Butano3S (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

Recomendaciones y actuaciones ambientales en Butano - 2021

Roberto Muriel Abad (EBD-CSIC)

En el presente documento breve se detallan una serie de actuaciones ambientales previas al periodo reproductor y otras consideraciones a tener en cuenta durante las labores de extracción y transporte de sedimentos de la presente campaña 2021, en los cuatro recintos del vaciadero de Butano. Se incluyen varias intervenciones pendientes de ejecución una vez concluido el vertido, así como recomendaciones para los trabajos de trasvase de agua desde el sector 3N hacia el 2. Las actuaciones específicas por sector se resumen en la Tabla 1 y se muestran en los mapas correspondientes (Fig. 1-4).

- 1. Conservación integral de formaciones vegetales maduras.** No desbrozar ni alterar el sustrato de las orlas y rodales de vegetación leñosa dominados por tarajes (*Tamarix* sp) en los taludes de las motas perimetrales y ciertas zonas interiores de los recintos.
- 2. Conservación de vegetación en desarrollo.** No alterar la estructura, sustrato o vegetación de los taludes interiores de las motas perimetrales y otros elementos estables (e.g. diques, *fingers*) con el fin de favorecer su revegetación natural a largo plazo.
- 3. Conservación de estructuras de interés para las aves.** No alterar la estructura, el sustrato, ni la vegetación de las estructuras preexistentes o creadas en la actual o pasadas temporadas para su uso por la avifauna, incluyendo islas, penínsulas, *fingers* y taludes para abejaruco, excepto que se indique lo contrario.
- 4. Modificación y construcción de nuevas estructuras.** Con motivo del trasvase del agua contenida en el sector de Butano3N hacia el 2, se modificarán y crearán nuevas estructuras que deberán cumplir las siguientes requisitos:
 - Desconexión de Butano3S y 3N. El cierre de las cuatro aperturas en la mota de separación se realizará con los acopios anexos de los materiales originalmente retirados.
 - Sellado de la caja de agua de Butano2 con acopio de materiales en su frente hasta al menos la altura máxima de inundación prevista.
 - Construcción de un dique transversal para aislar la mitad N de la zona de inundación en Butano2. El dique se ubicará entre el lado SO a la altura del inicio del talud largo de abejaruco NO, y el lado NE a la altura de la península P1, pasando sobre el *finger* cerca de su extremo. En su construcción no se utilizarán materiales procedentes de estructuras con interés para las aves referidas en puntos anteriores. No se modificará la estructura, sustrato ni vegetación del *finger*, del talud largo de abejarucos o de la península P1, excepto la franja mínima necesaria para la construcción del dique y paso de maquinaria sobre el *finger*.
- 5. Acceso de maquinaria al interior de los recintos.** Limitar el acceso de maquinaria al interior de los recintos exclusivamente a los puntos previamente habilitados o propuestos e indicados en los planos, durante las labores de extracción y transporte de sedimentos, y de adecuación de estructuras. Evitar la creación de nuevos accesos que alteren la estructura de taludes y vegetación.
- 6. Circulación de maquinaria pesada.** Optimizar las frecuencias de paso y los trayectos para el transporte de materiales desde las zonas de extracción hasta las de depósito y clasificación, de modo que se minimice el uso de viarios en sectores inundados con presencia de aves acuáticas u

otras de interés (e.g. colonias de abejaruco). En caso de afección comprobada se buscarán rutas alternativas y/o se aplicarán medidas de minimización de impacto.

7. Actuaciones pendientes de desarrollo. Antes del inicio del periodo reproductor en marzo deberán concluirse una serie de actuaciones ya previstas en el documento de la propuesta 2020-21 o surgidas con motivo de la adecuación de Butano2 para contener el agua de 3N:

7.1. Acopios de ramas en orilla. Formación de dos acopios parcialmente sumergidos de troncos y ramas sobre la orilla del talud interior de la mota perimetral en las dos ubicaciones indicadas de la esquina interior y el lado O en Butano3S. Los acopios tendrán 10 m² de superficie en plano, al menos un tercio de materiales por encima del nivel del agua, y estarán dispuestos de forma naturalizada, con las ramas paralelas entre sí y perpendiculares al talud de la mota. Se emplearán materiales nativos procedentes del desbroce de tarajes en Butano1 y de la tala de árboles en el límite de la finca colindante al SO de Butano3S (ver mapa).

7.2. Muretes de observación. Creación de muros de observación de aves sobre el lado interior de coronación de la mota perimetral en Butano3S y Butano3N, con una longitud mínima de 5 m y una altura de 1.3 m. Se construirán con materiales cercanos, sin modificar estructuras de interés, o externos.

7.3. Reperfilado del frente de taludes para abejarucos. En la segunda quincena del mes de marzo se procederá al corte con retroexcavadora del frente de los taludes tanto interiores, sobre lámina de agua, como exteriores, para formar un frente vertical, compacto y libre de vegetación. En los taludes exteriores además se desbrozará la vegetación desarrollada en una franja frontal de al menos 5 m de anchura.

7.4. Desbroce de islas. Antes de la inundación del subsector sur de Butano2, se eliminará con retroexcavadora la vegetación en coronación y parte superior de los taludes, y se removerá la capa superior del sustrato en coronación de las dos islas IME e IPE. Las otras dos (IMO, IPO) se mantendrán en su estado actual.

Tabla 1. Resumen de actuaciones y consideraciones propuestas por sector para el vaciadero de Butano. En las Fig. 1-4 se muestra la ubicación espacial de los elementos relativos a las actuaciones en cada sector.

ID	Actuación	Objetivo	1	2	3N	3S
1	Conservación de vegetación madura	Tarajales en taludes interiores de mota perimetral y rodales interiores	Orla y rodales en lados E, S y O	Orla en lados E, S y O		
2	Conservación de vegetación en desarrollo	Taludes interiores de mota perimetral y <i>fingers</i>	Lados NE, N, NO y O	Lados NE, N y O, y <i>finger</i>	Todo el perímetro, especialmente lados E, S y O	Todo el perímetro y <i>finger</i>
3	Conservación de estructuras	Elementos de interés para las aves, como islas, penínsulas, <i>fingers</i> y taludes para abejaruco		Cuatro islas, penínsulas excepto P4, <i>finger</i> y taludes para abejaruco: interior largo en O-NO, interior esquina S (T2), dos exteriores en lado NO	Talud exterior en lado NO	Cuatro islas, <i>finger</i> , taludes interiores para abejaruco: lados N, SO y O
4	Modificaciones y nuevas estructuras	Zona de trabajo y adecuación para trasvase de agua desde 3N hacia 2		Sellado del frente de caja de agua con sedimentos Dique transversal desde lado O (talud abejaruco largo) hasta lado E P1). No alterar <i>finger</i>	Cierre de conexiones entre 3N y 3S con acopios originales	Cierre de conexiones entre 3N y 3S con acopios originales
5	Acceso de maquinaria a recintos	Puntos de acceso limitados y habilitados	Dos preexistentes en extremo NE, uno en lado O conectando con sector 2	Tres preexistentes en lado E junto caja de agua, lado N en arranque de <i>finger</i> , lado O entre talud NO de abejarucos y P6	Tres nuevos en lado SE, punto medio de lado E y esquina N	
6	Circulación de maquinaria	Optimizar frecuencia de paso y rutas para evitar impacto sobre avifauna	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica
7	Actuaciones pendientes	Acopios de ramas y troncos en orillas				Dos acopios en esquina interior y lado O. Uso de materiales disponibles en sectores 1 y 3S
		Muretes de observación de aves			Tres en lado SE, esquina SE junto a caja de agua, y esquina N	Muro largo en esquina E, y tres muros en esquina N, lado NO y lado S
		Reperfilado del frente de taludes abejaruco		Dos exteriores en lado NO (T3, T4), uno interior en esquina S (T2)	Uno exterior en lado NO (T1)	Tres interiores en lados No, O y SO (T1, T2, T3)
		Desbroce de islas		Dos islas: IME e IPE		

Figura 1. Mapa del sector Butano1 con la localización espacial y zonificación de actuaciones y consideraciones ambientales para la temporada 2021.

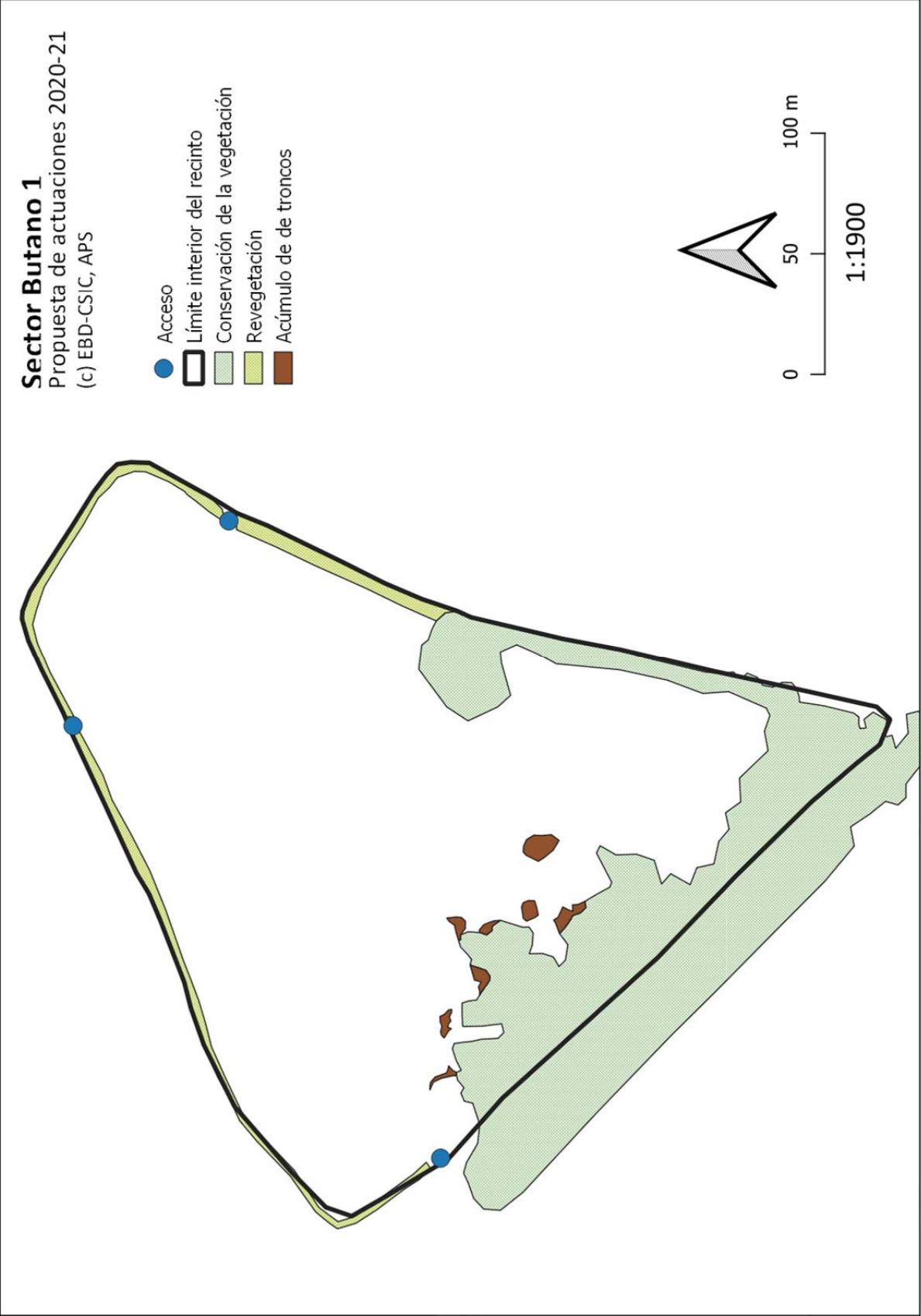


Figura 2. Mapa del sector Butano2 con la localización espacial y zonificación de actuaciones y consideraciones ambientales para la temporada 2021.

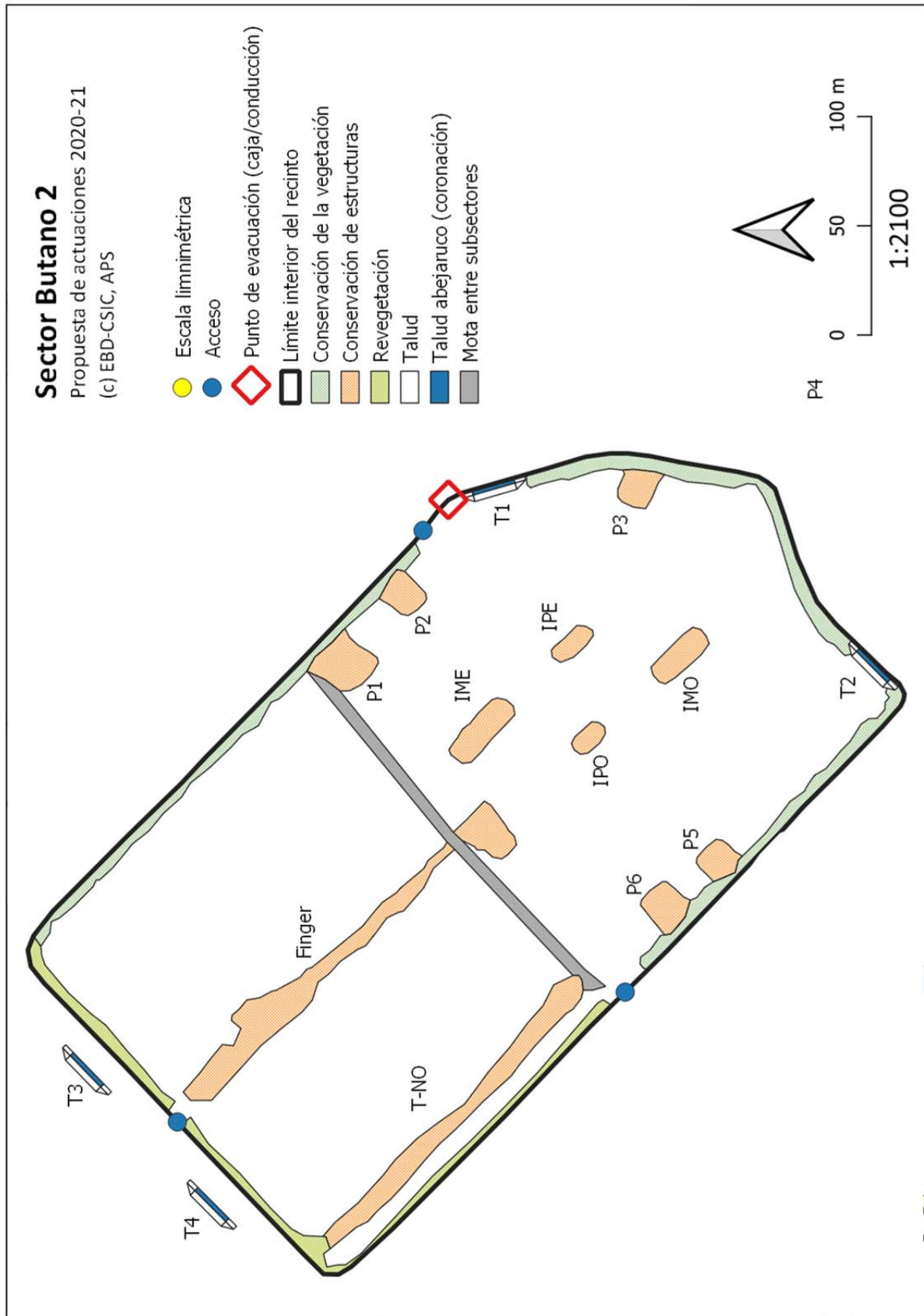


Figura 3. Mapa del sector Butano3N con la localización espacial y zonificación de actuaciones y consideraciones ambientales para la temporada 2021.

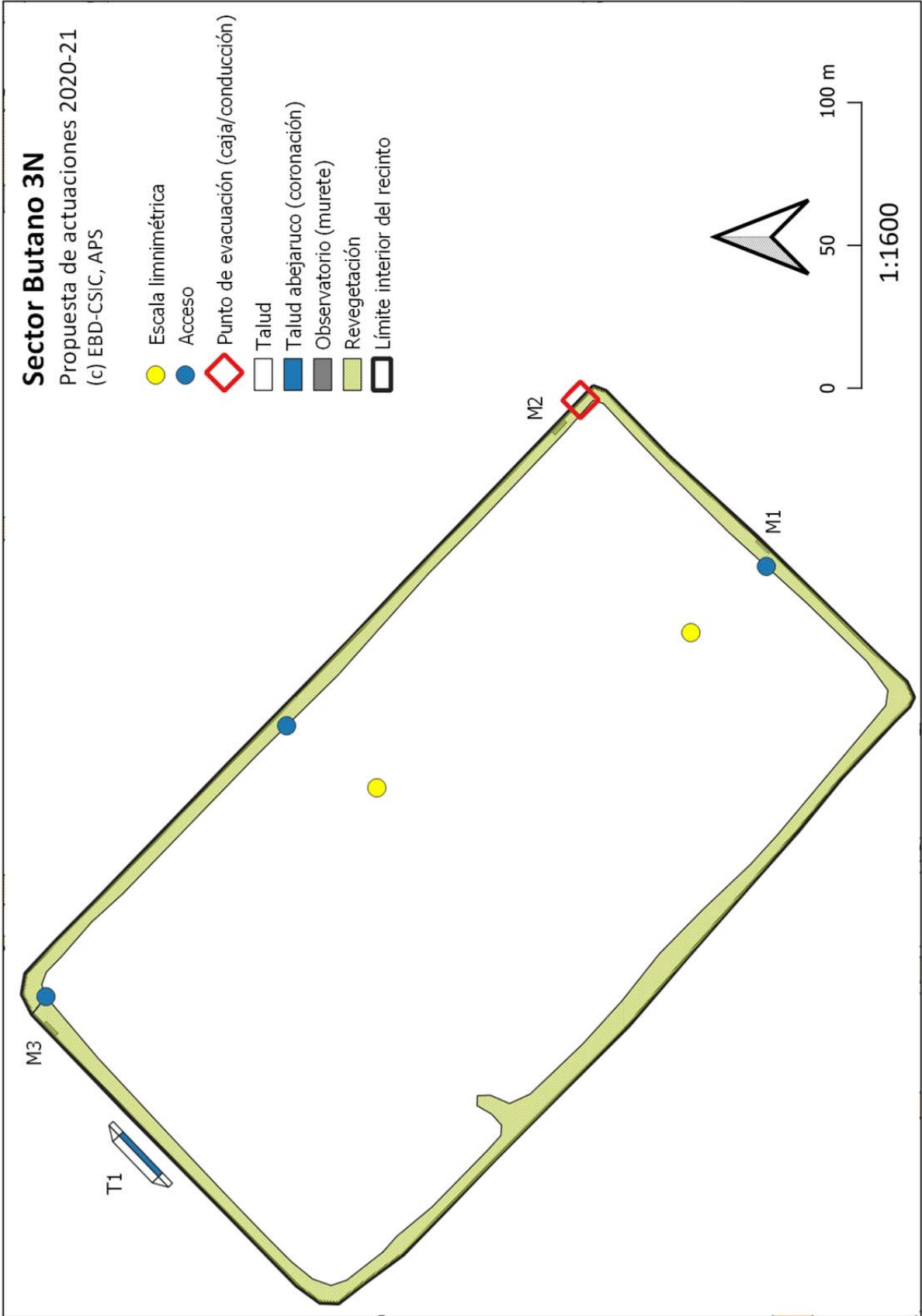
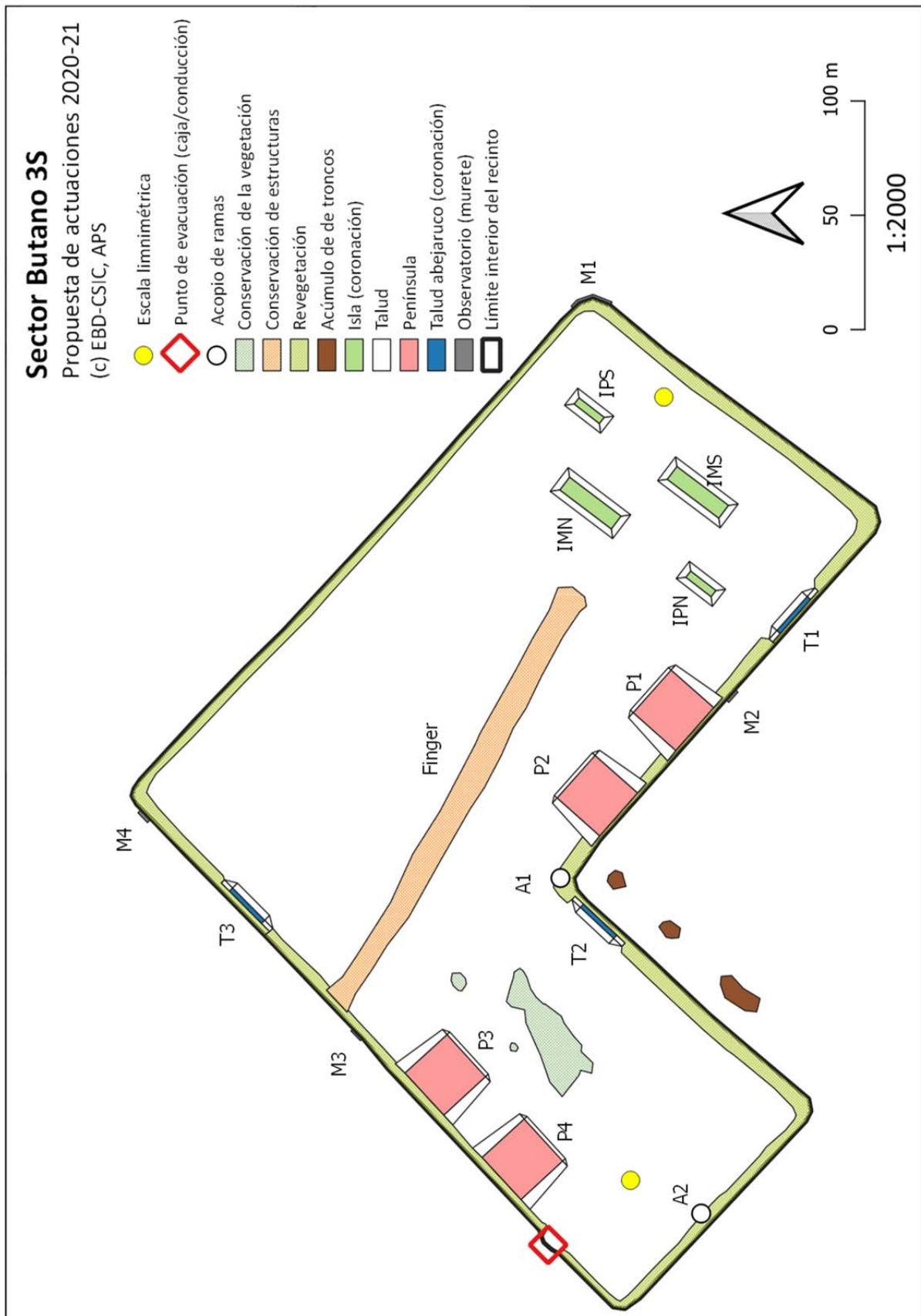


Figura 4. Mapa del sector Butano3S con la localización espacial y zonificación de actuaciones y consideraciones ambientales para la temporada 2021.



Propuesta de actuaciones en los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir

Campaña de dragado y vertido 2021-2022- Versión 3.0



Propuesta de actuaciones en los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir
Campaña de dragado y vertido 2021-2022
Versión 3.0
Noviembre 2021

Equipo de trabajo:
Roberto Muriel Abad

Investigador responsable:
Miguel Ferrer Baena

Grupo de Ecología Aplicada
Departamento de Etología y Conservación de la Biodiversidad
Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC)

© Noviembre 2021

Índice

1. HORCADA 1 y 2	4
1.1. Gestión del agua.....	5
1.2. Mota perimetral	5
1.3. Impulsión.....	6
1.4. Islas.....	6
1.5. Penínsulas perimetrales	6
1.6. Taludes de abejaruco	7
1.7. Capturaderos.....	7
1.8. Otras actuaciones.....	7
2. BUTANO 2.....	8
2.1. Gestión del agua.....	9
2.2. Mota perimetral	9
2.3. Impulsión.....	9
2.4. Islas.....	9
2.5. Penínsulas perimetrales	10
2.6. Taludes de abejaruco	10
2.7. Capturaderos.....	11
2.8. Otras actuaciones.....	11
3. BUTANO 3S.....	11
4. BUTANO 3N	13
5. Diseño general de penínsulas perimetrales	13
6. Capturaderos	14
7. Cambios de diseño respecto a la versión 2.0	14
Anexo I – Plano de actuaciones propuestas en Horcada 1-2	19
Anexo II – Plano de actuaciones propuestas en Butano 2	20
Anexo III – Plano de actuaciones propuestas en Butano 3S	21
Anexo IV – Plano de actuaciones propuestas en Butano 3N	22

1. HORCADA 1 y 2

Se plantean actuaciones destinadas a favorecer la presencia y reproducción de aves ligadas a humedales semipermanentes de aguas salobres. Particularmente, se potenciará la reproducción de larolimícolas sobre sustratos desnudos aislados, y la presencia y reproducción de fochas, zampullines y anátidas, incluidas especies catalogadas de reproducción tardía, como la cerceta pardilla (*Marmaronetta angustirostris*), y de humedales con amplias láminas de aguas libres, como la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*). En Horcada1 deberá asegurarse un hidroperiodo prolongado, que supere incluso el periodo estival, y una profundidad máxima superior a los 2 m con gran superficie de lámina de agua y zonas más someras en orillas, donde se mantendrá la vegetación palustre existente (carrizal-tarajal). Dado que el volumen de materiales dragados destinados a este vaciadero es relativamente reducido ($\approx 25000 \text{ m}^3$), deberá contemplarse el vertido activo de agua hasta alcanzar la cota máxima de agua prevista sin evacuación forzada posterior. Se podrá realizar desde la draga durante el periodo de vertido o posteriormente con un sistema de bombeo independiente.

Por último, este vaciadero presenta un gran potencial para la formación de colonias de abejaruco europeo (*Merops apiaster*) debido a la composición arenoso-limosa dominante de los sedimentos y la reducida cobertura vegetal limitada por la salinidad del sustrato. Se procurará la conservación y creación de taludes estables, aprovechando zonas de extracción anexas a Horcada2.

Las actuaciones a continuación detalladas se refieren al recinto de Horcada1.



Figura 1. Ortoimagen aérea del sector Horcada1 el día 07-08-2020. La línea negra delimita el contorno del recinto. La línea roja marca la zona donde se han retirado áridos entre la mota de separación con Horcada2 y el antiguo *finger* en Horcada1.

1.1. Gestión del agua

- Deberá alcanzarse una cota absoluta máxima de agua de 3.5 m y profundidad máxima de 2.70 m (cota de fondo 0.8 m en zona centro N). Esta cota deberá estar por encima de la cota mínima de la caja de agua, para garantizar la evacuación de agua por rebose durante el vertido y en caso de precipitaciones post-vertido abundantes.
- No se llevará a cabo la evacuación forzada del agua por debajo de la cota propuesta, para maximizar el hidropereodo en el recinto hasta al menos el mes de agosto.
- Acondicionamiento de la caja de agua existente para asegurar la evacuación de agua.
- Sellado de la caja de agua una vez finalizado el vertido y alcanzada la cota máxima prevista de agua. Se realizará mediante lona plástica sujeta con las propias tablas de la caja y, si fuese necesario, el acopio de materiales en el frente de la caja hasta rebasar la cota máxima de agua.
- Instalación de dos escalas limnimétricas, entre islas y lado N y entre islas y lado E:
 - Tendrán al menos 3 m de altura sobre la superficie más al menos 1 m enterrado para su fijación.
 - Graduación de 10 cm en patrón blanco-negro con marcas numéricas para lectura a distancia.
 - Cubrirán todo el rango de profundidad previsto, solapándose parcialmente si fuese necesario.
 - Calibración con cotas de altitud absoluta.

1.2. Mota perimetral

- Se acondicionará la mota perimetral del recinto para garantizar una cota absoluta de coronación mínima de 5 m con taludes estables y seguros. Especial atención a:
 - Lado O: formado por el *finger* N-S original que deberá reconstruirse y prolongarse hasta conectar con la mota S.
 - Esquina SE: deberá recrearse hasta la cota mínima de 5 m. Conservar la vegetación palustre (carrizal, tarajes) desarrollada en el lado S.
- Se respetarán en lo posible las caras internas de la mota perimetral para no alterar la vegetación establecida.
- Se conservará la vegetación palustre (carrizal-tarajal) del lado S de Horcada1 y las orlas leñosas de taraje existentes en Horcada2.
- El acceso de la maquinaria pesada al interior del recinto se realizará por el mínimo número de accesos, con preferencia:
 - Apertura en la mota perimetral en el lado SO para acceder al recinto.
 - Rampa de acceso en el exterior de la esquina NE de la mota.
 - Evitar la apertura de nuevos accesos.

1.3. Impulsión

La entrada de agua y materiales desde la draga en la orilla del río al recinto se realizará por el punto habitual en la esquina NO. Se proponen dos modos de impulsión:

- Indirecta: Impulsión en el NO de Horcada2 desde la draga. Reduce la longitud de tubería empleada y permite la decantación previa de materiales más gruesos (arenas) antes de su transferencia pasiva a Horcada1. Deberá acondicionarse el subsector N de Horcada2, mediante la rehabilitación de la mota interior O-E de separación y el canal de transferencia entre los sectores 2 y 1.
- Directo: Con tubería extendida por el canal al N del vaciadero, desde la draga hasta el punto de impulsión en el NO de Horcada1 (≈ 350 m desde la orilla del río). Evita el uso y reacondicionamiento del Horcada2, y reduce el volumen de agua total vertida. Debería cerrarse el canal de comunicación entre sectores.

Si el vertido de materiales dragados no resultase suficiente para alcanzar la cota máxima de agua prevista, deberá complementarse con el bombeo de agua. Podrá realizarse con impulsión indirecta o directa desde la draga, bien aumentando la mezcla de agua en los vertidos o bien impulsando agua en periodos ociosos, o con impulsión post-vertido desde el canal N mediante una bomba independiente.

1.4. Islas

Reacondicionamiento de las cuatro islas existentes para minimizar los movimientos de tierra y los costes asociados:

- Rebajar y enrasar la cota final de coronación hasta 3.8 m (+0.3 m respecto a cota máxima de agua).
- Eliminación de la posible vegetación desarrollada en coronación y parte superior del talud.
- Dos islas medianas (N y E) con 200 m² de superficie en coronación y relación 1:4 (28.5 x 7 m).
- Dos islas pequeñas (centro y O) de 50 m² de superficie en coronación y relación 1:4 (14 x 3.5 m).
- Retaluzar las cuatro islas para suavizar las pendientes hasta alcanzar una relación mínima 1:2, al menos en los primeros 1.5 m de altura desde la cota de coronación de las islas
- Uso de materiales nativos del fondo de la mitad O del recinto, con preferencia en el entorno de las islas menores (centro y O).

1.5. Penínsulas perimetrales

- Reacondicionamiento según el nuevo diseño establecido (ver apartado 5) de las cuatro penínsulas agrupadas en dos tándems en el lado N. Se prestará atención a las dimensiones, cota de coronación (+0.1 m de la cota máxima de agua), pendientes y distancia de separación entre penínsulas.
- El tercer tándem del lado E mantendrá las dimensiones de anchura y distancia entre penínsulas debido al reducido espacio. Se ajustará la longitud, cota de coronación y pendiente del plano de coronación según lo establecido en el nuevo diseño.

1.6. Taludes de abejaruco

- Los dos taludes existentes sobre la mota N se mantendrán como muros de observación (ver apartado específico).
- Creación de un nuevo talud sobre agua en el lado N de la mota perimetral:
 - Se situará sobre el talud interior de la mota perimetral, entre los dos tándems de penínsulas y coincidiendo (a cota inferior) con el antiguo talud.
 - Importante utilizar una mezcla compactada de materiales arenoso-limosos procedentes de la zona de extracción entre sectores 1 y 2. En ningún caso usar materiales arcillosos como los del sector 1.
 - Tendrá 20 m de longitud y al menos 2 m de altura de frente sobre la cota máxima de agua (3.5 m). El frente se cortará lo más vertical posible una vez asentados los materiales.
- Se crearán al menos tres taludes en seco para abejaruco en el área de extracción de áridos entre los sectores 1 y 2 (zona roja en Fig. 1):
 - Se construirán reperfilando los bordes en taludes existentes resultado de la retirada de materiales. Con preferencia en los bordes E y N (muro S del canal) de la zona.
 - Tendrán al menos 20 m de longitud y 2.5 m de altura, con frente casi vertical.
 - No se modificarán los taludes existentes del lado O ocupados por la especie, excepto por motivos de estabilidad y seguridad estructural.

1.7. Capturaderos

Construcción de dos pequeñas plataformas con áridos para la futura disposición de un sistema de captura pasiva de pollos no volantes de limícolas:

- Se dispondrán sobre el talud de la mota perimetral en el lado N, a ambos lados de los tándems de penínsulas.
- Cota de coronación igual a la de agua prevista.
- Superficie de 4 x 4 m en coronación.
- Talud frontal con pendiente 1:1 y laterales mínimo de 1:2.
- Se utilizarán materiales nativos.

1.8. Otras actuaciones

- Muros de observación:
 - Se mantendrán, para su reutilización como puntos de observación, los dos taludes para abejaruco que se construyeron sobre la mota N en pasadas campañas.
 - Construcción de tres nuevos muros de 5 m de longitud y 1.2 m de altura, dos sobre el borde interior del lado E de la mota perimetral y uno sobre el borde interior del lado S frente a las tres islas más al E.
- Acopio de ramas y troncos:
 - En lado O entre isla pequeña O y centro del antiguo *finger*.

- Sobre plataforma sumergida de 5 x 2 m en coronación a 0.5 m bajo cota máxima de agua prevista y taludes 1:1, construida con materiales nativos sobrantes del reacondicionamiento de islas o del fondo cercano.
- Antes del vertido se dispondrá un acopio semisumergido de ramas gruesas y troncos de arribazón procedentes de la orilla del río. Se colocarán paralelos entre sí, con al menos un tercio del material emergido.

2. BUTANO 2

El vaciadero de Butano recibirá el mayor volumen de materiales dragados ($\approx 250000 \text{ m}^3$) del total previsto para la presente campaña. Además, no se han retirado los sedimentos acumulados en las últimas dos campañas (2019-2021) excepto una reciente extracción realizada en la zona N de Butano2. Por tanto, es de esperar una colmatación importante en todos los recintos y una profundidad de agua final relativamente reducida, sobre todo en los recintos 3N y 3S. Se prevé la formación de amplias zonas someras y la emergencia temprana de fondos si las precipitaciones invernales y primaverales son escasas. Esta configuración sería ideal para la alimentación de vadeadoras como limícolas, moritos y flamencos, además de la reproducción de limícolas. La menor salinidad y el gran desarrollo de la vegetación acuática y terrestre anual, favorecería también la presencia de anátidas, fochas y zampullines siempre que se mantuviese cierta profundidad (Butano2), incluidas especies de interés como porrón pardo (*Aythya nyroca*) o la focha moruna (*Fulica cristata*). Las actuaciones estarán encaminadas a restituir buena parte de las estructuras preexistentes, maximizar la superficie inundada y prolongar el hidroperiodo en recintos con islas y probable nidificación.

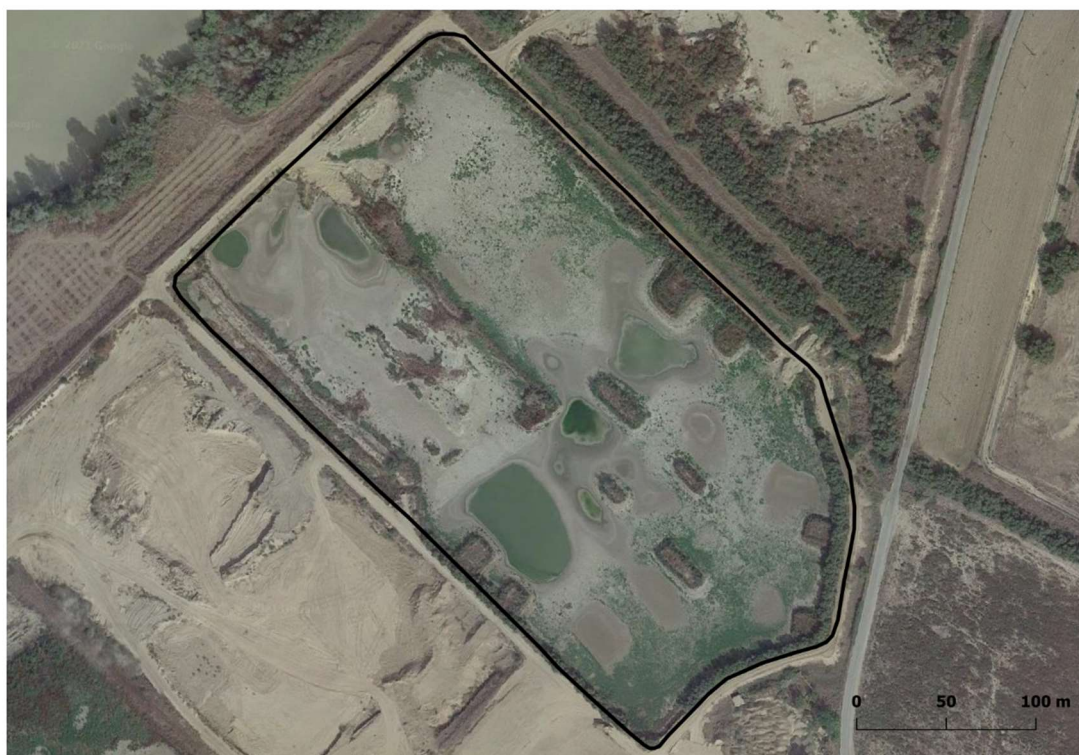


Figura 2.. Ortoimagen aérea del sector Butano2 el día 07-08-2020. La línea negra delimita el contorno del recinto.

2.1. Gestión del agua

- Deberá alcanzarse una cota máxima absoluta de agua de 7.8 m, garantizando así una diferencia de al menos 0.5 m con la cota mínima de coronación de la mota perimetral (8.3 m en lados NO, NE y SE; 9.3 en lado SO). La profundidad final dependerá del volumen de materiales vertidos, pero sería recomendable mantener al menos 1.5 m de profundidad máxima teniendo en cuenta la cota mínima inicial del fondo de 5 m en zona centro entorno a islas.
- No se llevará a cabo la evacuación forzada del agua una vez finalizado el vertido, para así maximizar el hidropериodo del recinto hasta al menos el mes de agosto.
- Sellado de la caja de agua una vez finalizado el vertido y alcanzada la cota máxima prevista de agua. Se realizará mediante lona plástica sujeta con las propias tablas de la caja y el acopio de materiales en el frente de la caja hasta alcanzar la cota máxima de agua.
- Instalación de dos escalas limnimétricas, entre islas y caja de agua, y entre islas y lado SO:
 - Tendrán al menos 3 m de altura sobre la superficie más al menos 1 m enterrado para su fijación.
 - Graduación de 10 cm en patrón blanco-negro con marcas numéricas para lectura a distancia.
 - Cubrirán todo el rango de profundidad previsto, solapándose parcialmente si fuese necesario.
 - Calibración con cotas de altitud absoluta.

2.2. Mota perimetral

- Se acondicionará la mota perimetral del recinto para garantizar una cota absoluta de coronación mínima de 8.3 m con taludes estables y seguros. Esta cota sube a 9.3 en el lado SO, recreado en la pasada campaña para alojar mayor volumen de vertidos en el sector 3N colindante.
- Se respetarán las caras internas de la mota perimetral para no alterar la orla de vegetación leñosa (tarajal) existente, particularmente en los lados NE, SE, y SO.
- El acceso de la maquinaria pesada al interior del recinto se realizará por el mínimo número de accesos, con preferencia los ya existentes:
 - Rampa de acceso en lado NO centro, en la unión del *finger* con la mota.
 - Rampa de acceso en lado SO, entre el talud interior de abejarucos y la península cercana.
 - Rampa de acceso en el lado NE, justo al N de la caja de agua.

2.3. Impulsión

La entrada de agua al recinto se realizará por el lado NO cercano al río, tanto desde la esquina O como en la N, al otro lado del *finger*, para distribuir la carga de sedimentos gruesos en ambas partes.

2.4. Islas

Reacondicionamiento de las cuatro islas existentes para minimizar los movimientos de tierra y los costes asociados:

- Elevar y enrasar la cota final de coronación hasta 8.1 m (+0.3 m respecto a cota máxima de agua). Se tendrá en cuenta el espesor de la cubierta final de gravas u otros materiales dispuestos.
- Eliminación de la posible vegetación desarrollada en coronación y parte superior del talud.
- Dos islas medianas (N y S) con 200 m² de superficie en coronación y relación 1:4 (28.5 x 7 m).
- Dos islas pequeñas (O y E) de 50 m² de superficie en coronación y relación 1:4 (14 x 3.5 m).
- Retaluzar las cuatro islas hasta alcanzar una relación mínima 1:2, al menos en los primeros 1.5 m de altura desde la cota de coronación de las islas
- Uso de materiales nativos del fondo del entorno de las islas.
- La superficie de coronación y parte superior de los taludes de dos islas, la mediana N y la pequeña O, se cubrirán con malla geotextil anti-hierbas hasta al menos 1 m por debajo de la cota de coronación. La malla deberá queda 20-30 cm por debajo de la cobertura de sustrato final.
- La mitad S de la superficie de coronación de cada isla se cubrirá con una capa de 20 cm de grava. La otra mitad N permanecerá con materiales arcilloso-limosos nativos. En ambos casos sobre la malla anti-hierbas en caso de existir.

2.5. Penínsulas perimetrales

- Reacondicionamiento según el nuevo diseño establecido de las seis penínsulas agrupadas en tres tándems en E, SE y SO. Se prestará atención a las dimensiones, cota de coronación (+0.1 m respecto a cota de agua), pendientes, distancia de separación entre penínsulas y eliminación de vegetación.
- La península S del tándem sobre el lado SE deberá reposicionarse para cumplir con la distancia fijada (25 m en coronación) según el diseño general (ver apartado específico).

2.6. Taludes de abejaruco

- Conservación del talud largo en la esquina O. Se desbrozará la parte baja de la mitad S de la cara exterior, orientada hacia la mota perimetral, y de la mitad N de la cara interior, orientada hacia el *finger*.
- Reconstrucción de los tres taludes en seco construidos la pasada campaña sobre el talud exterior del lado NO de la mota perimetral de Butano2 (2) y 3N (1):
 - Tendrán 20 m de longitud, 2 m de anchura y al menos 3 m de altura sobre el suelo.
 - Frente con perfil cuasi vertical.
 - Desbrozar una franja de 5 m de ancho delante del frente de los taludes.
 - Utilizar materiales arenoso-limosos compactados, evitar las arcillosos del fondo de los recintos.
- Reponer el talud pre-existente sobre agua en el lado NE:
 - Se dispondrá sobre el talud interior de la mota perimetral, justo al S de la caja de agua.
 - Tendrá 20 m de longitud, 3 m de anchura, al menos 2 m de altura respecto a la cota máxima de agua y 1 m sobre la mota perimetral, siguiendo el diseño habitual.
 - Frente con perfil cuasi vertical.

- Utilizar materiales arenoso-limosos compactados, evitar las arcillas del fondo de los recintos.
- Restaurar el talud preexistente sobre agua en la esquina S. Se aportará material arenoso-limoso compactado para restituir las zonas erosionadas, evitando los depósitos cercanos con escombros y las arcillas del fondo del recinto.
- En marzo, antes de la llegada de los abejarucos, se reperfilará el frente de todos los taludes practicando un corte vertical.

2.7. Capturaderos

Construcción de dos pequeñas plataformas con áridos para la futura disposición de un sistema de captura pasiva de pollos no volantones de limícolas:

- Se dispondrán sobre talud de la mota perimetral en el lado NE, cerca de la esquina N, y en el lado SO cerca de la esquina S.
- Cota de coronación igual que la de inundación prevista.
- Superficie de 4 x 4 m en coronación.
- Talud frontal con pendiente 1:1 y laterales mínimo de 1:2.
- Se utilizarán materiales nativos.

2.8. Otras actuaciones

- **Acopio de troncos y ramas** semisumergido de 10 m² de superficie sobre la orilla del lado NE, justo al N de la última península coincidiendo con el acceso desde la mota creado durante la pasada campaña para la construcción no ejecutada del muro transversal. Se construirá una plataforma de 5 x 2 m desde la mota a 0.7 m por debajo de la cota de inundación prevista utilizando materiales nativos. Una vez finalizado el vertido se depositará el acopio colocado perpendicularmente a la orilla con al menos un tercio emergiendo sobre el agua. Se utilizarán ramas y troncos de restos de talas en la finca colindante a Butano3S (ver mapa), tarajes desarraigados en Butano1 o material de arribazón en la orilla del río.
- En caso necesario, se reconectará el *finger* con el lado NO de la mota perimetral, hasta alcanzar la altura mínima de coronación (7.8 m) necesaria para separar ambas partes durante la impulsión. Una vez finalizada y si la acumulación de materiales lo permite, se procederá al aislamiento del *finger* retirando un tramo de al menos 15 m de longitud y 2 m de profundidad, desde la mota perimetral.

3. BUTANO 3S

Este sector se empleará como depósito de vertido y para la evacuación del agua decantada desde el recinto 3N. Se inundará y aislará la mitad SE para recuperar la función de las islas y crear hábitat de descanso y reproducción para limícolas. El alto nivel de colmatación previsto favorecerá la disponibilidad de amplias zonas someras de alimentación para especies vadeadoras, aunque reducirá el hidropериodo y el aislamiento necesario para la nidificación segura de aves en las islas.

- Conservación de las estructuras preexistentes (islas, penínsulas, taludes, *finger*, escalas).

- Conservación de la vegetación (tarajes) sobre fondo en el brazo O del recinto cerca de la caja de agua.
- Se respetarán las caras internas de la mota perimetral para no alterar la vegetación en desarrollo.
- Accesos de maquinaria por las esquinas N y E.



Figura 3. Ortoimagen aérea del sector Butano3S el día 20-02-2021. La línea negra delimita el contorno del recinto.

- Construcción de una mota transversal de separación entre la mitad NO y la SE:
 - Paralela al lado NO, desde la península N del tándem sobre el lado SO hasta el lado NE que linda con el sector 3N (≈ 120 m desde esquina N).
 - Tendrá la misma cota de coronación que la mota perimetral (9.5 m).
 - Se utilizarán los materiales del fondo del subsector S, preferentemente del entorno de las islas existentes.
- Se abrirán varias conexiones de ≈ 15 m de longitud en la mota de separación entre los sectores 3S y 3N para el paso de agua desde 3N:
 - Entre el nuevo subsector S de 3S y 3N para su inundación, próxima al lado SE de la mota perimetral. Una vez alcanzada la cota máxima de agua prevista (8.5-9 m), se repondrá la mota de nuevo.
 - Entre el subsector N de 3S y 3N, en la parte más cercana a la unión de la nueva mota transversal, para la evacuación de agua desde 3N. Si es necesario, se crearán nuevas conexiones en la misma mota, avanzando hacia el lado NO de la mota perimetral.

- Se desconectará la parte del *finger* incluido dentro del nuevo subsector S, eliminando un tramo de 15 m de longitud y al menos 2 m de profundidad en su conexión con la nueva mota transversal.
- No se realizará la evacuación forzada del agua en el subsector S, únicamente de la retenida en el subsector N una vez precipitados los materiales.
- Construcción de un muro de observación sobre el borde interior de la esquina E de la mota perimetral. Tendrá al menos 5 m de longitud y 1.2 m de altura.
- Rehabilitación de las dos escalas limnimétricas ya instaladas.

4. BUTANO 3N

Este sector se empleará como depósito de vertido y se comunicará con el sector 3S para la evacuación del excedente de agua. No se ejecutarán nuevas actuaciones dentro de este recinto. La colmatación previa y el aporte de nuevos materiales limitará la profundidad final del recinto, que podrá ofrecer amplias zonas someras de alimentación para vadeadoras (limícolas, moritos, flamencos) a costa de un hidropereodo limitado.

- Conservación de las escalas limnimétricas preexistentes.
- Se respetarán las caras internas de la mota perimetral para no alterar la vegetación en desarrollo.
- Acceso preferente de maquinaria por las esquinas N y E.
- Conexión del recinto con el sector 3S mediante la remoción de varios tramos de ≈ 15 m de longitud en la mota de separación para el paso de agua hacia los dos subsectores de Butano3S (ver apartado de Butano3S).
- Reconstrucción del talud de abejaruco en seco construido la pasada campaña sobre el talud exterior del lado NO de la mota perimetral. Ver apartado "Taludes de abejaruco" en Butano2 para detalles de diseño.

5. Diseño general de penínsulas perimetrales

Seguirá el mismo diseño introducido la pasada campaña 2020-2021:

- Penínsulas organizadas en parejas (tándems) sobre la cara interna de la mota perimetral.
- Cota de coronación de +0.1 m sobre la cota prevista de inundación (Horcada1: 3.5 m; Butano2: 7.8 m) en la unión con la mota y a 1.5 m de profundidad en el borde distal, formando un plano descendente con pendiente 1:18.
- 25 m de anchura.
- Longitud en función de la profundidad final (≈ 25 m para profundidad >1.3 m)
- Taludes frontales hasta el fondo del vaso con pendiente máxima 1:1 y taludes laterales con pendiente 1:2.
- Separación en coronación de 25 m entre penínsulas dentro de tándem y de mínimo 50 m respecto a otros tándems, estructuras o esquinas del recinto.

- Uso de materiales limo-arcillosos nativos, preferentemente de la zona de máxima profundidad entorno a islas.

6. Capturaderos

Nueva estructura diseñada para la captura pasiva de pollos no volantes de limícolas reproductoras en los vaciaderos. Se utilizará un jaulón de doble boca de entrada instalable en el momento de la captura. El sistema requiere de la pre-instalación de vallas interceptoras previa al asentamiento reproductor de las especies objetivo. Estas vallas se disponen por pares en forma de embudo sobre la orilla de la mota perimetral con el fin de interceptar y redirigir hacia el jaulón de captura (Fig. 4) a los pollos y grupos familiares que se desplazan en paralelo a la orilla sobre las zonas de agua más somera. Estos dispositivos se colocarán sobre plataformas fácilmente accesibles construidas con sedimentos del entorno en la cara interior de la mota perimetral a cota máxima de agua. Las plataformas para capturaderos se construirán en los recintos de Horcada1 y Butano2, donde se prevé la reproducción relevante de limícolas.

7. Cambios de diseño respecto a la versión 2.0

- Cotas máximas de agua en Horcada1 (3.5 m) y Butano2 (7.80 m).
- Cotas de coronación de islas en Horcada1 (3.8 m) y Butano2 (8.1 m).
- Cota de coronación de nuevas penínsulas (+0.1 m respecto a cota de agua).
- Pendiente de taludes en islas (de 1:1 a 1:2).
- Ubicación de mota transversal en Butano3S (desde península más al S).
- Ubicación de conexiones entre Butano3S y ·N (próximas a mota transversal y lado SE).
- Ubicación de talud de abejarucos sobre agua en Horcada1 (bajo talud preexistente).
- Número y ubicación de capturaderos en Horcada1 (+1) y Butano2.
- Nuevos acopios de ramas y troncos en Horcada1 y Butano2.
- Nuevos muros de observación en Horcada1 (+1) y Butano3S (+1).
- Rectificación general de la ubicación y área de estructuras preexistentes y zonas en mapas de actuaciones de todos los recintos.
- Rectificación de taludes y dimensiones en planos de islas (1:1 a 1:2).

Figura 4. Esquema en planta y perfil lateral del eje mayor de las islas pequeñas 14 x 3.5 m (A, C) y medianas 28.5 x 7 m (B, D), asumiendo una profundidad máxima de 3 m y taludes con pendiente 1:2. La mitad de la superficie de coronación y primer tercio de cada isla se cubrirá con una capa de gravas de 25 cm de grosos (verde oscuro) y la otra mitad permanecerá cubierta con los sedimentos limoso-arcillosos.

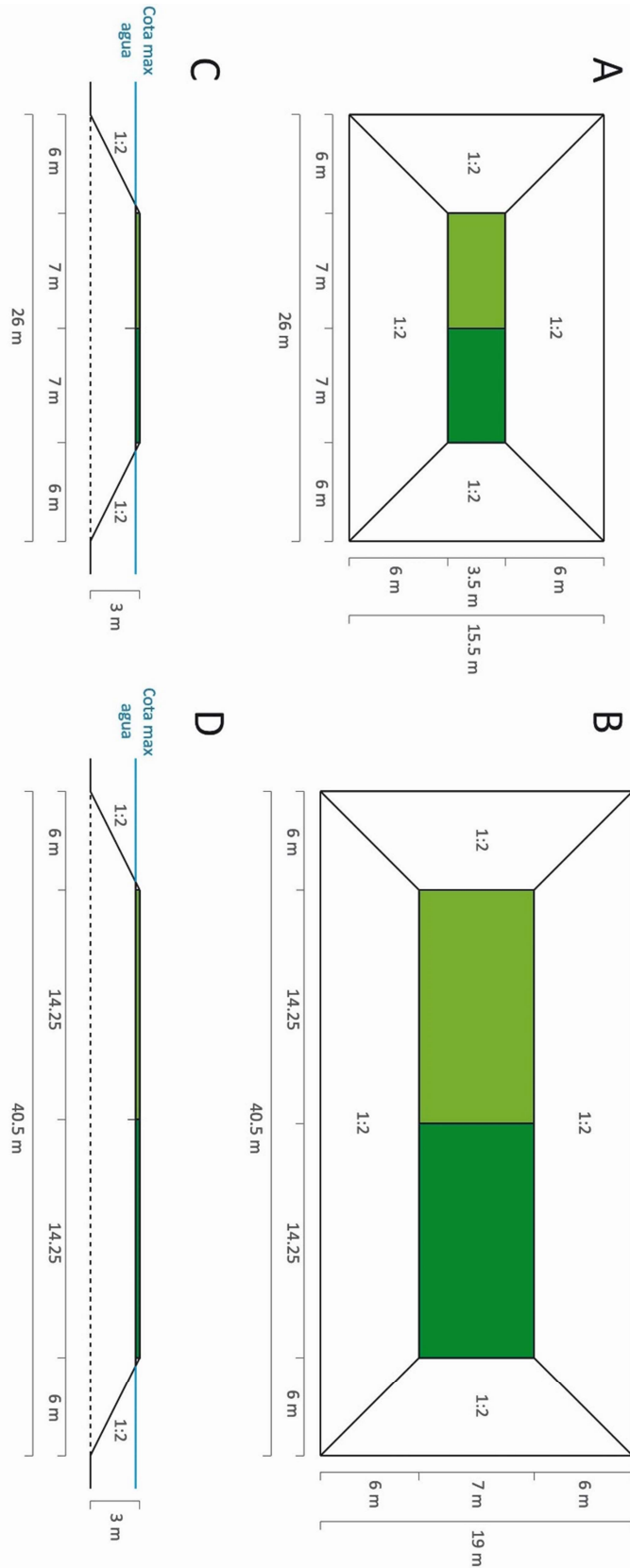


Figura 5. Disposición en Butano2 de las cuatro islas reacondicionadas, dos pequeñas (14 x 3.5 m) y dos medianas (28.5 x 7 m). Cada mitad S de la superficie de coronación de cada isla se cubrirá con 20 cm de grava (verde oscuro), mientras que cada mitad N se cubrirán con sedimentos limoso-arcillosos (verde claro). Dos de las islas (A1 y A2) se cubrirán con malla anti-hierbas, que se dispondrá 20-25 cm bajo la superficie final de coronación, incluido el sustrato de cobertura, y el tercio superior del talud.

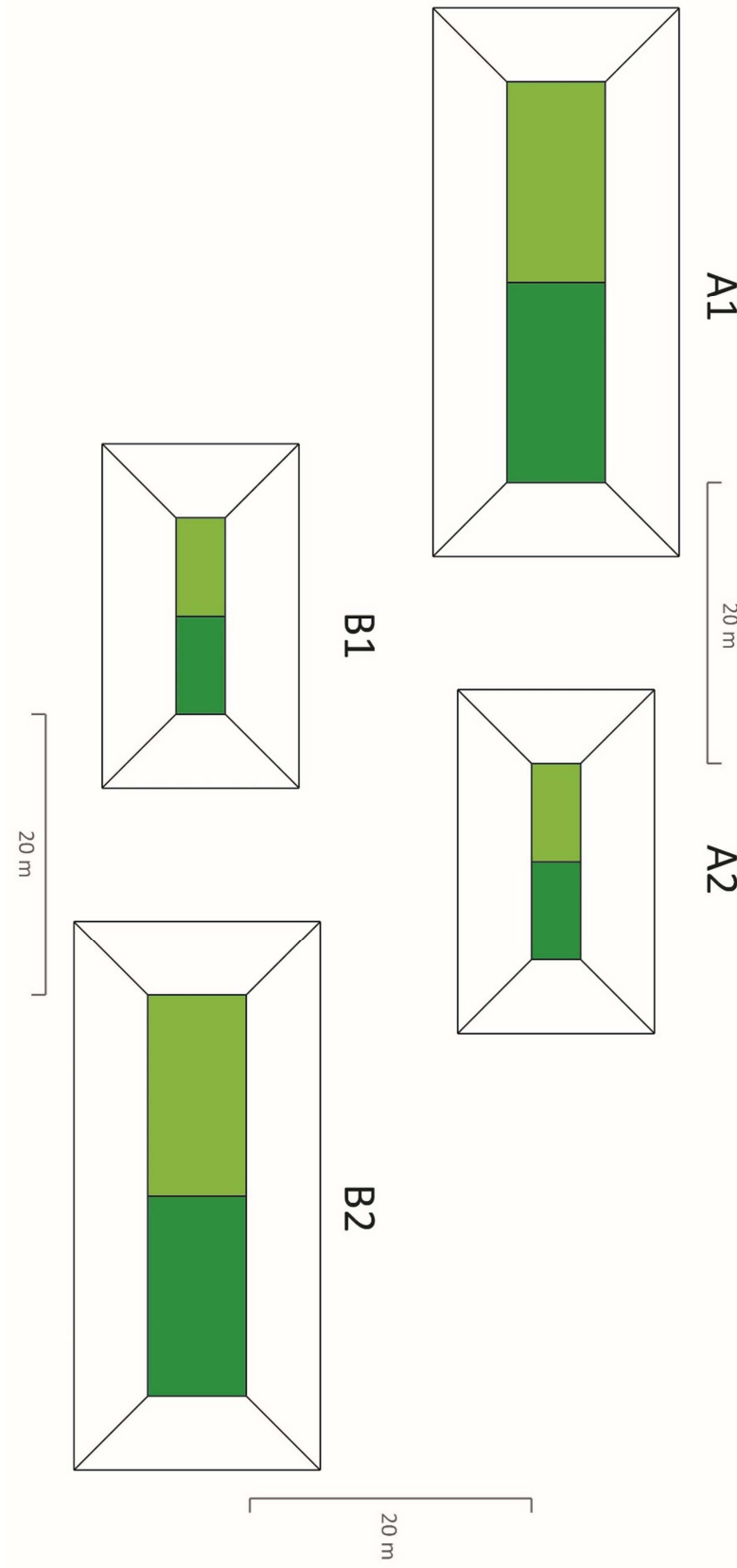


Figura 6. Esquema en planta (A), perfil frontal (B) y perfil lateral (C) de la península tipo, asumiendo una profundidad máxima de 3 m. La superficie de coronación (25 x 25 m) presentará una pendiente descendente suave 1:18, de forma que la cota máxima en la unión con la mota esté a +10 cm sobre la cota máxima de agua y a 1.5 m de profundidad en el límite frontal. Los taludes frontal y laterales tendrán pendientes 1:1 y 1:2, respectivamente. Las penínsulas se dispondrán en tándems con separación entre penínsulas de 25 m (D) y más de 50 m entre tándems o con otras estructuras.

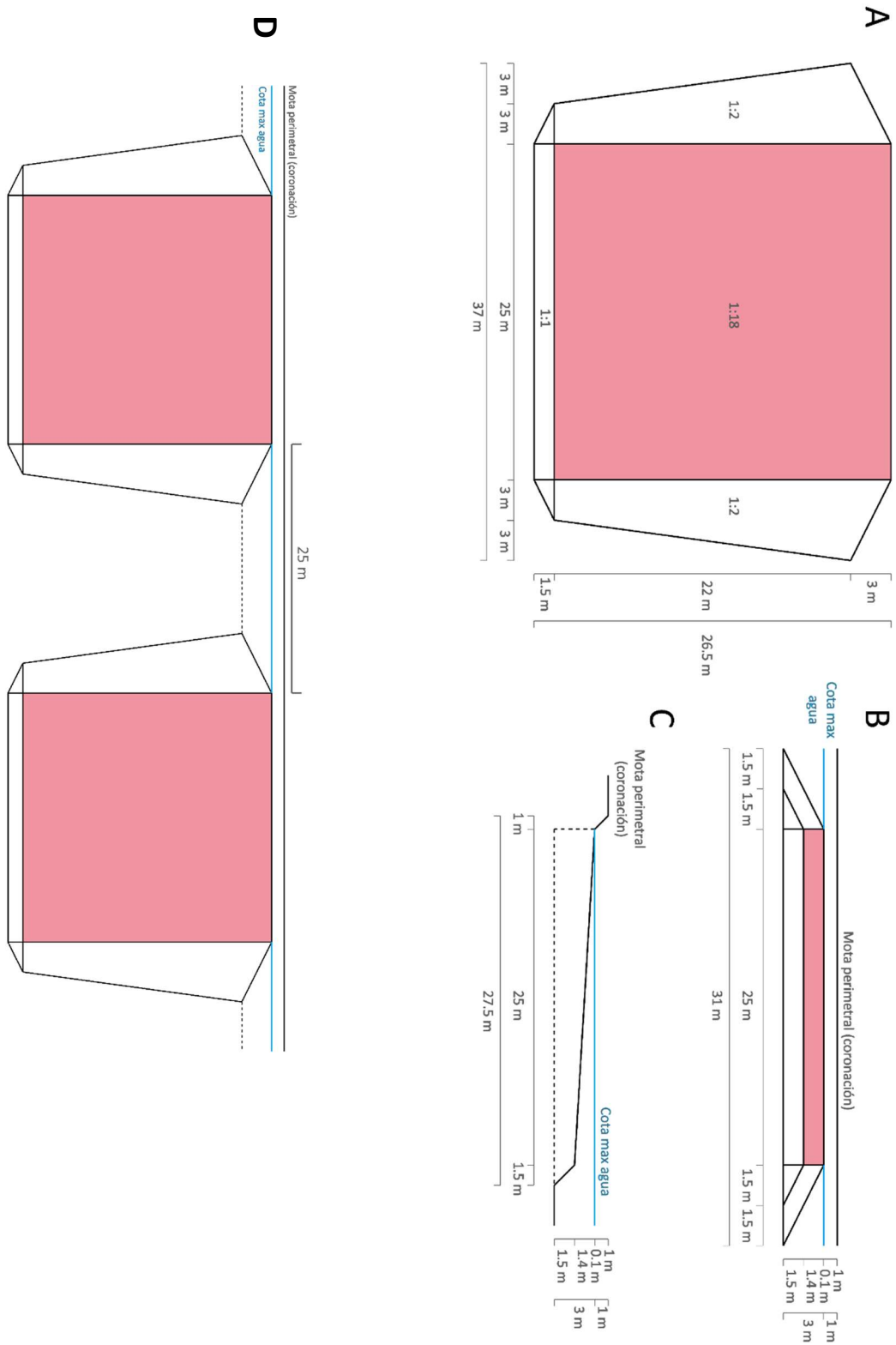
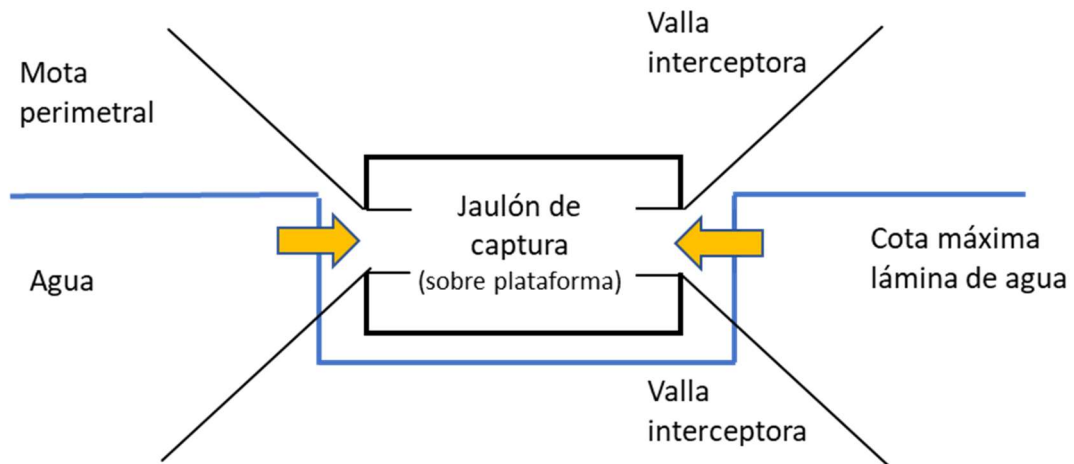
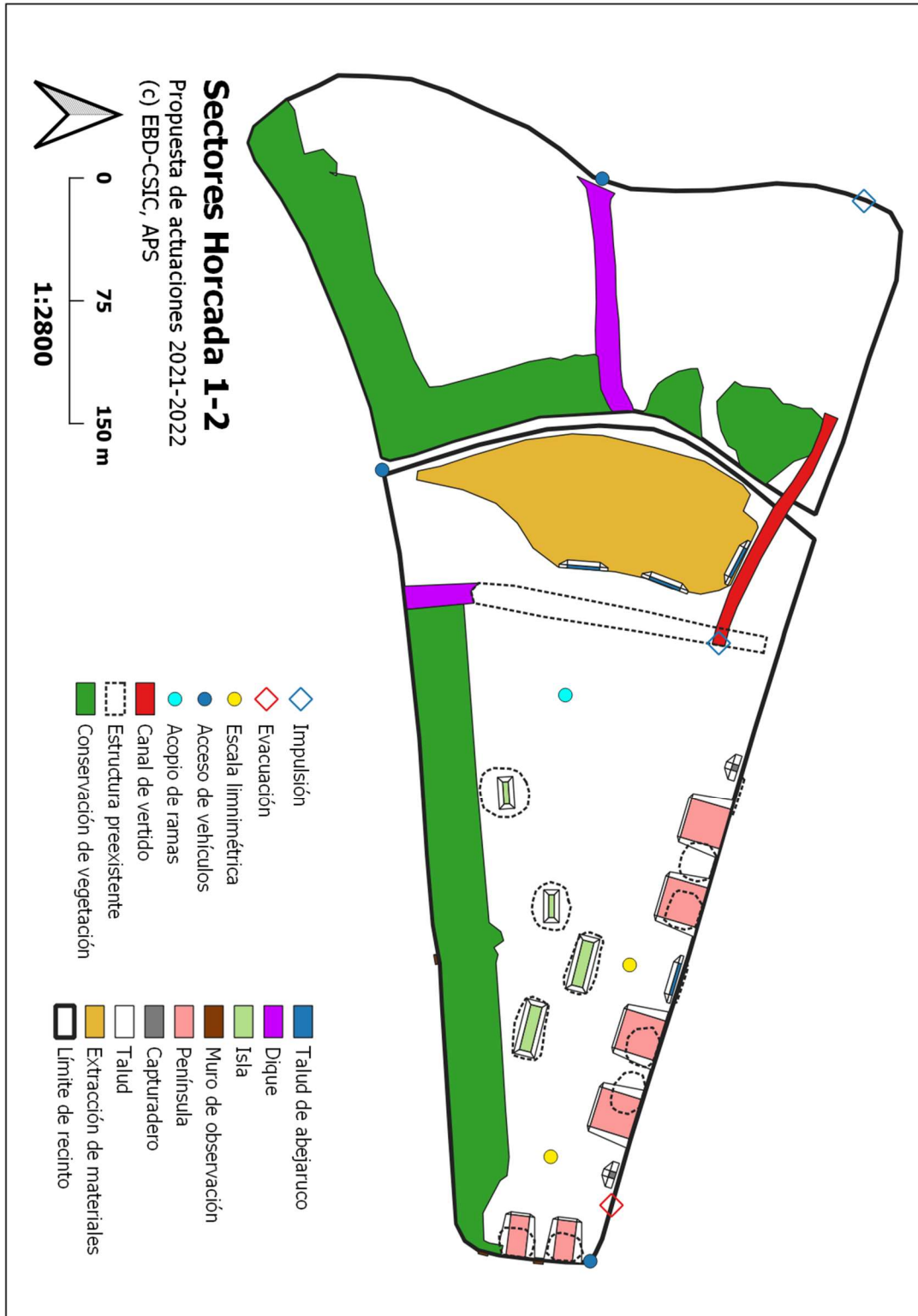


Figura 7. Diseño conceptual en planta del capturadero de pollos no voladores de limícolas. Se situará en la orilla sobre plataforma emergida de sedimentos para interceptar los desplazamientos de los grupos familiares por las aguas más someras. Estará compuesto por un doble vallado de intercepción preinstalado sobre la orilla en disposición de embudo o V, en cada una de las entradas del jaulón de captura. El vallado se instalará con suficiente antelación para que las aves se acostumbren, mientras que el jaulón se colocará en la jornada de captura.



Anexo I – Plano de actuaciones propuestas en Horcada 1-2



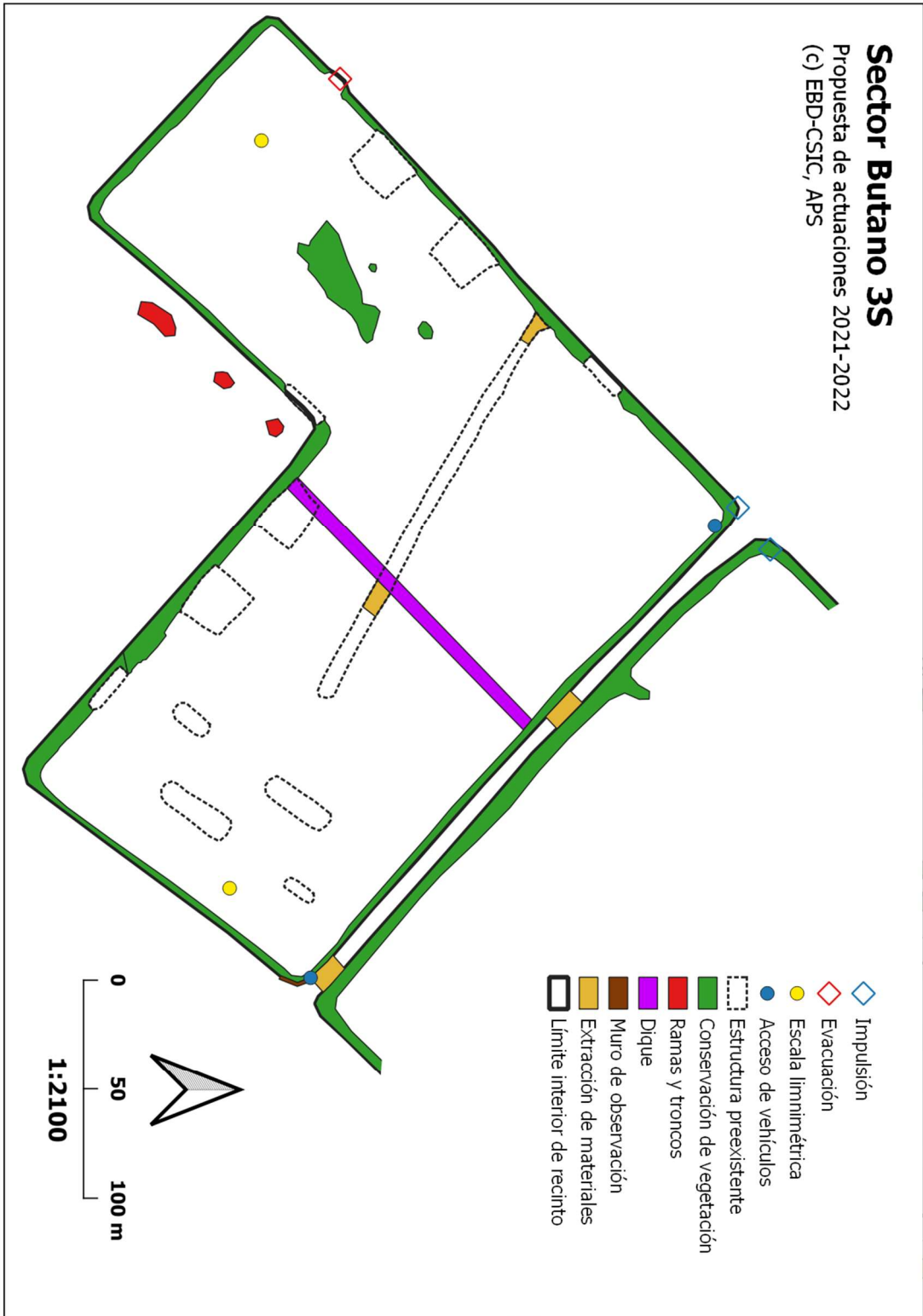
Nota: Las dimensiones de los taludes representados no son necesariamente las especificadas en las actuaciones

Anexo II – Plano de actuaciones propuestas en Butano 2

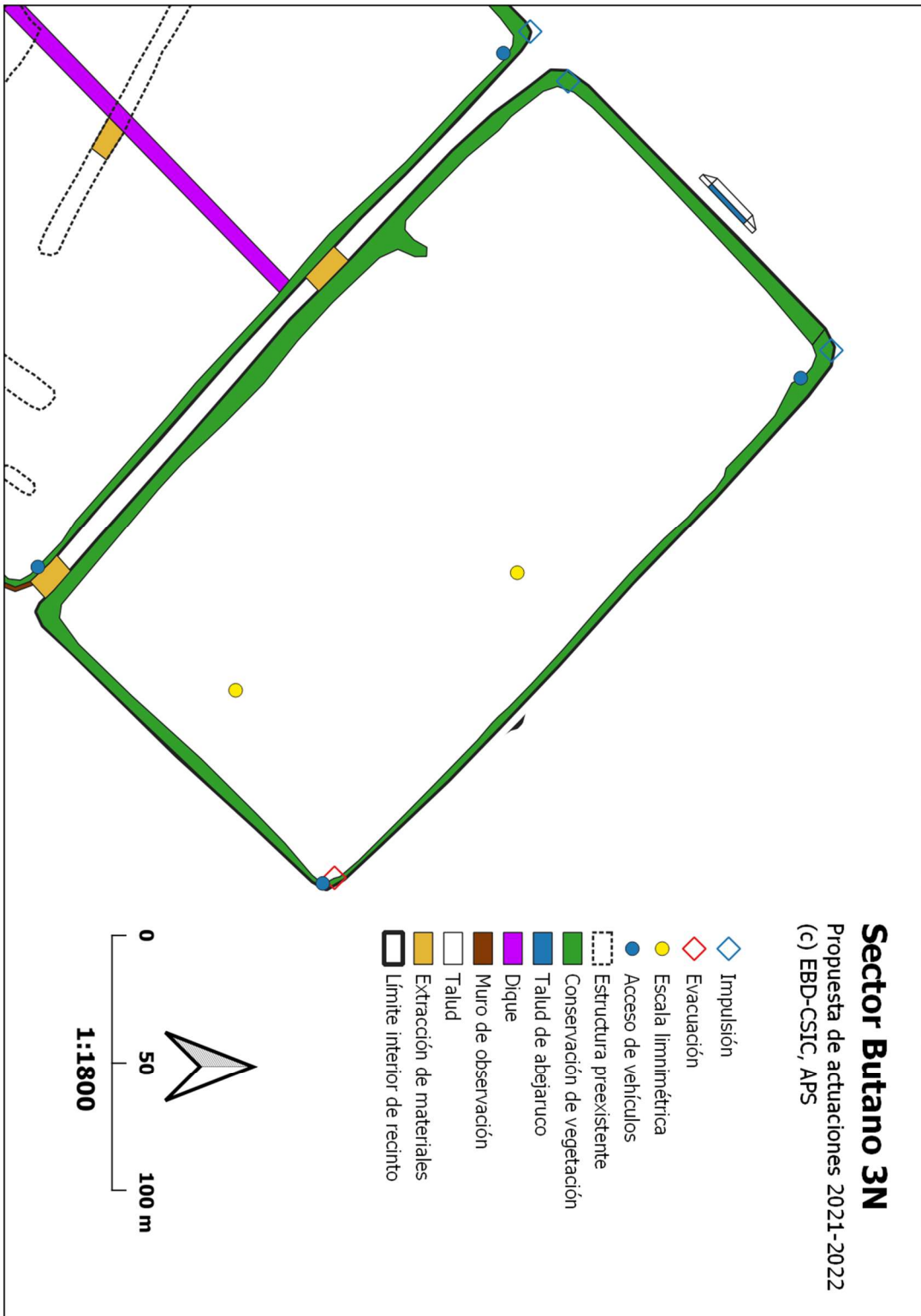


Nota: Las dimensiones de los taludes representados no son necesariamente las especificadas en las actuaciones.

Anexo III – Plano de actuaciones propuestas en Butano 3S



Anexo IV – Plano de actuaciones propuestas en Butano 3N



GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS VACIADEROS TERRESTRES DEL RÍO GUADALQUIVIR Y SU ENTORNO, Y EVALUACIÓN DE BIOINDICADORES DE ECOTOXICIDAD



Informe diciembre 2021



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



Puerto de Sevilla

Informe técnico:

GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS VACIADEROS TERRESTRES DEL RÍO GUADALQUIVIR Y SU ENTORNO, Y EVALUACIÓN DE BIOINDICADORES DE ECOTOXICIDAD

Equipo de trabajo:

Roberto Muriel Abad

Investigador responsable:

Miguel Ferrer Baena

Grupo de Ecología Aplicada

Departamento de Etología y Conservación de la Biodiversidad

Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC)

Responsable Autoridad Portuaria de Sevilla (APS):

Antonio Bejarano Moreno

Citar como:

Muriel, R., Ferrer, M. 2021. Gestión sostenible de los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir y su entorno, y evaluación de bioindicadores de ecotoxicidad - Informe diciembre 2021. APS & EBD-CSIC, Sevilla.

Fotografía de portada: Islas y acopio de ramas y troncos en Horcada1 desde el lado E con inundación parcial antes de finalizar los vertidos (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC)

© Diciembre 2021





Garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) alimentándose en fango durante el vertido en Butano2 (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. EVALUACIÓN DE EJECUCIÓN DE OBRA	8
2.1. HORCADA.....	8
2.2. BUTANO	11
2.2.1. Butano2	11
2.2.2. Butano3S y 3N	12

1. INTRODUCCIÓN

A finales de junio de 2021, la Autoridad Portuaria de Sevilla (APS) y al Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) firmaban el proyecto de apoyo tecnológico titulado “Gestión sostenible de los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir y su entorno, y evaluación de bioindicadores de ecotoxicidad” (en adelante el Proyecto), cuyo desarrollo se prolongará hasta finales de 2023. En noviembre de 2021 se resolvió la contratación de personal técnico responsable de la ejecución y seguimiento de los contenidos del proyecto.

El objetivo principal del Proyecto es dar continuidad y ampliar los trabajos que el CSIC lleva desarrollando en colaboración con la APS en el estuario del río Guadalquivir desde 2014 y, de forma más específica, en los vaciaderos terrestres del río desde 2018. En el Proyecto se establece una serie de líneas de estudio y gestión destinadas a compatibilizar los usos para los que se diseñaron los vaciaderos terrestres, con el fomento de la comunidad de aves acuáticas y de interés. Estas líneas se organizan en tres conjuntos básicos:

- A. Manejo de vaciaderos terrestres y respuesta de la comunidad de aves acuáticas, vegetación y especies de interés.
- B. Uso de especies centinela como bioindicadores de ecotoxicidad en vaciaderos terrestres.
- C. Caracterización de nuevos espacios gestionables y del impacto de los usos portuarios auxiliares en los HICs del bajo Guadalquivir.

En el primero de estos puntos se incluye la acción A.1. por la cual se plantea la propuesta y supervisión anual de las actuaciones de manejo de los vaciaderos terrestres destinadas a potenciar su uso por la comunidad de aves acuáticas y especies de interés. Se trata de uno de los aspectos principales del Proyecto que da continuidad a la experiencia y conocimiento adquirido en pasadas campañas de dragado y vertido. Es un punto clave en la estrategia integral de actuaciones ambientales desde el inicio mismo de los trabajos en línea con la filosofía Trabajando con la Naturaleza (WwN) implantada por la APS en todas las acciones desarrolladas en el estuario del río. Además, es el punto de partida de cada campaña anual de dragado y vertido, por el cual se establece el diseño y la gestión de los vaciaderos donde se desarrollarán la gran mayoría del resto de líneas de estudio del Proyecto.

En octubre de 2021 se presentó la propuesta preliminar de actuaciones para la presente campaña de vertidos 2021-22. Después de modificaciones acordadas con la APS, debidas a la redistribución de los volúmenes de materiales dragados y la capacidad de vertido disponible en los diferentes sectores de los vaciaderos, se presentó una versión final del documento a principios de noviembre bajo el título “Propuesta de actuaciones en los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir - Campaña de dragado y vertido 2021-2022- Versión 3.0” (en adelante la Propuesta). Esta última versión tuvo que ser nuevamente replanteada de urgencia para los recintos de Butano, después de una reestimación al alza de la previsión de sedimentos dragados en los tramos correspondientes a este vaciadero.

En la presente campaña 2021-22, los trabajos de dragado y vertido en los vaciaderos terrestres se han retrasado respecto a campañas anteriores. La campaña en conjunto se inició más tarde, a partir de mediados de noviembre, con el dragado de los tramos bajos próximos a la desembocadura y el vertido en la orilla Oeste del Espacio Natural de Doñana (Tabla 1). Las primeras actuaciones en los vaciaderos no se iniciaron hasta la cuarta semana de noviembre. Y la previsión es que los últimos vertidos en los vaciaderos tengan lugar a mediados del mes de febrero de 2022. La gran cantidad de sedimentos en la canal que deben ser dragados, principalmente en los tramos altos del entorno de la antesclusa, parece ser la principal causa

que explica un periodo tan prolongado de dragado y vertido. Como consecuencia, el desarrollo de algunos trabajos previstos en el Proyecto se verá retrasado hasta que no concluya el llenado definitivo de los sectores en Butano.

En el presente informe se realiza la evaluación parcial de la ejecución de obra de las actuaciones de diseño y gestión de los vaciaderos terrestres del río Guadalquivir recogidas en la Propuesta 2021-22 y finalizadas a fecha 20/12/2021. Puesto que gran parte de las actuaciones aún no se han llevado a cabo, especialmente en los recintos de Butano, la evaluación es parcial y sólo se considera (casi) definitiva para el vaciadero de Horcada.

Tabla 1. Cronografía de principales trabajos de ejecución de actuaciones propuestas y vertido en los tres espacios habilitados durante la campaña 2021-22.

Fecha	Doñana	Horcada	Butano
19/11/2021	Instalación de tubería y materiales		
23/11/2021	Inicio de vertido	Inicio de actuaciones	
01/12/2021		Fin de actuaciones en zona inundable de Horcada1	
07/12/2021			Inicio de actuaciones en Butano2 y 3S
11/12/2021	Fin de vertido	Inicio de vertido	
15/12/2021			Fin de actuaciones en zona inundable de Butano2
18/12/2021		Fin de vertido (cota 3.4 msnm)	Inicio de vertido en Butano2
29/12/2021			Fin de actuaciones en zona inundable de Butano3S

2. EVALUACIÓN DE EJECUCIÓN DE OBRA

2.1. HORCADA

El objetivo planteado para el vaciadero de Horcada fue lograr un humedal de gran amplitud, profundidad e hidropereodo extendido hasta bien entrado el verano, a diferencia de pasadas campañas donde, o bien no se realizó vertido, o bien este fue parcial e insuficiente para garantizar condiciones óptimas de alimentación y reproducción para la comunidad de aves acuáticas. Teniendo en cuenta el gran volumen de materiales que se estima serán dragados en los tramos correspondientes al vaciadero de Butano y el nivel de colmatación previo de todos los recintos de ese vaciadero, se prevé que el sector de Horcada1 será el recinto con mejores condiciones hídricas en cuanto a volumen efectivo de agua y duración del hidropereodo, por lo que la adecuada ejecución de todas las actuaciones propuestas es de gran importancia para el conjunto de la presente campaña 2021-22.

El nivel de ejecución de actuaciones en Horcada se considera muy satisfactorio y se aproxima al pleno cumplimiento en todas las actuaciones propuestas hasta la fecha del presente informe parcial (Tabla 2). En la planificación de trabajos de dragado y vertido establecida por la APS y DRAVOSA, la Horcada fue el primer vaciadero en el que se realizaron vertido una vez concluidos los trabajos de dragado en los tramos próximos a la desembocadura del río y el vertido de materiales para la regeneración de la orilla Oeste en los límites del Espacio Natural de Doñana. Las actuaciones dentro de la zona inundable de Horcada1 se llevaron a cabo de forma relativamente rápida, en el plazo de poco más de una semana a finales de noviembre hasta el día 01/12/2021. No obstante, la impulsión de materiales no comenzó hasta 10 días después, una vez concluido el vertido en la zona de Doñana. Se ejecutaron todas las propuestas de nuevas estructuras y la remodelación de las preexistentes de acuerdo con las indicaciones o alternativas especificadas. Únicamente quedaron pendientes dos actuaciones fuera de la zona inundable de Horcada1: los muros de observación y los taludes en seco para abejaruco europeo. Serán realizadas después del vertido cuando se traslade maquinaria para retirar la tubería instalada en el vaciadero y las condiciones climatológicas lo permitan. Estas actuaciones pendientes no han sido evaluadas.

La impulsión se realizó de forma indirecta desde el subsector Norte de horcada2 a través del canal Norte de comunicación con Horcada1. Se conservaron todas las estructuras y zonas de vegetación existentes en Horcada2. Sólo se reconstruyó el muro Sur del canal de comunicación y tramos de la mota perimetral Oeste y de la mota interior de Horcada2 para contener los materiales impulsados. La ventaja de esta alternativa, además de reducir la longitud de tubería y los costes asociados, es que se reduce la cantidad de materiales que entran en Horcada1 al precipitar los más gruesos (arenas) en Horcada2. La mota perimetral de Horcada2 tuvo que recrecerse en altura entorno a la zona de impulsión debido a la rápida colmatación del recinto, que terminó por enterrar los tarajes en la zona centro-oeste. Probablemente se hayan acumulado en torno a 2-4 m de arenas en parte del subsector Norte de Horcada2.

La cota final absoluta de agua alcanzada en Horcada1 fue de 3.4 msnm, es decir 0.1 m por debajo de la cota propuesta. Se detectaron filtraciones mínimas entre las tablas de la caja de agua, que se cortaron una vez sellada la caja con el acopio de materiales compactados en su frente hasta cota 3.6 msnm. No se realizó impulsión de agua post-vertido desde la draga para alcanzar la cota máxima puesto que la diferencia fue mínima y la APS decidió limitar los costes de vertido extraordinario en Horcada en previsión del gran volumen de materiales vertidos en Butano por encima de los inicialmente estimados. Además, las abundantes lluvias previstas en Horcada para los días posteriores al vertido podrían sumar el agua necesaria para alcanzar la cota 3.5 msnm y compensar las mermas debidas a la hidratación de los materiales inundados y las posibles filtraciones.

Se reacondicionaron las islas y penínsulas de acuerdo a lo establecido en la propuesta. Con el fin de evitar un aumento significativo de la superficie de coronación de las islas en previsión de una menor cota de inundación o del secado rápido en primavera, los taludes de las islas se reperfilaron con una pendiente decreciente desde algo más del 1:1 cerca de la coronación hasta el 1:2 en el resto del perfil. Las penínsulas cumplieron con los requisitos establecidos, con la excepción del volumen vacío entre penínsulas de un mismo tándem en los dos grupos del lado Norte. Parte del material movilizado en la reconfiguración de estas penínsulas se utilizó para formar los taludes interiores de las penínsulas, con menos pendiente que el 1:1 recomendado, lo que terminó colmatando parcialmente el espacio entre penínsulas por encima de lo previsto. Aunque no es un problema importante, sí podría reducir el perfil sinusoide buscado en la separación entre penínsulas sobre las orillas rectas del recinto.

Figura 1. Acopio de troncos y ramas sobre plataforma en lado Oeste de Horcada1 antes de la finalización de los vertidos (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



La plataforma con el acopio de troncos y ramas se ejecutó de forma sobresaliente en cuanto al diseño. Se cuadruplicó la superficie para alojar los grandes troncos de arriazón trasladados desde la orilla del río Guadalquivir, y el perfil en altura superó a lo previamente previsto. Además, se elevó la cota de coronación unos 0.1-0-2 m para garantizar la emersión de parte del material incluso con mayor cota de inundación de la prevista. El único contratiempo fue la ubicación final en el recinto. Se dispuso más cerca del *finger* interior del recinto de lo que se acordó en la visita inicial, previa a los trabajos. Esa zona presentaba una elevada cobertura de tarajes de 2-3 m de altura, lo que podría reducir el atractivo como enclave aislado rodeado de agua y con visibilidad suficiente. Se solucionó desbrozando una franja de 10-20 m de vegetación entorno a la plataforma.

El primer censo en Horcada se realizó el día 18/12/2021, aun con maquinaria y tubería de vertido todavía instalada. La cantidad de aves acuáticas haciendo uso del recinto fue muy escaso. Únicamente dos limícolas (*Vanellus vanellus*, *Tringa ochropus*), gaviotas reidoras (*Chroicocephalus ridibundus*) y garzas reales (*Ardea cinerea*), fueron registradas alimentándose

o descansando. La zona deberá recuperar la tranquilidad habitual para que las aves la utilicen como zona de refugio durante la invernada y el paso.

Figura 2. Coronación de penínsulas emergidas sobre la mota Norte en Horcada1 antes de finalizar los vertidos (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



Figura 3. Aspecto general de Hoircada1 desde lado este poco antes de finalizar los vertidos (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



2.2. BUTANO

En la propuesta original para el vaciadero de Butano, el sector 2 se planteaba como el principal recinto para realizar actuaciones y potenciar las condiciones para su uso por la comunidad de aves acuáticas, en línea con lo realizado en la campaña 2019-20. Sin embargo, la APS solicitó un replanteamiento del diseño a la vista del gran volumen estimado de materiales de vertido, por encima del inicialmente previsto. El nuevo plan consistía en reservar un espacio donde el vertido de materiales fuese mínimo para ejecutar el grueso de las actuaciones y dejar el resto de recintos con actuaciones mínimas en previsión de una probable colmatación que comprometería la funcionalidad de las actuaciones acometidas a largo plazo. En el replanteo final se destinó el subsector Sur de Butano3S, aislado del resto del recinto mediante una mota transversal, para las actuaciones principales, aprovechando las islas existentes y profundizando el fondo cercano para aumentar el hidropotencial. No obstante, se llevaron a cabo actuaciones mínimas de reperfilado y desbroce de estructuras en Butano2, por si finalmente la cantidad de materiales vertidos fuese menor de lo esperado y el recinto pudiese mantener una lámina de agua suficiente durante el periodo reproductor. La idea de acondicionar el sector de Butano1 para alojar un posible exceso de materiales fue descartado por la APS prácticamente desde el principio para reducir costes.

Se prevé que los trabajos de dragado y vertido se extiendan en Butano hasta al menos la mitad de febrero de 2022, debido al gran volumen de sedimentos en los tramos correspondientes de antesclusa y otros cercanos. Como consecuencia, los recintos de Butano no estarán completamente operativos y desalojados hasta finalizar el periodo completo de invernada e iniciarse el paso. Esto reducirá la funcionalidad de sectores clave durante un periodo importante y dificultará el desarrollo del resto de acciones previstas en el Proyecto, incluido el seguimiento de la comunidad de aves acuáticas y de interés.

2.2.1. Butano2

El vertido de materiales comenzó por el sector de Butano2 y se alternará con el conjunto 3N-3S, una vez completamente inundado el sector 2. Por tanto, se priorizaron las actuaciones en la zona inundable de Butano2 al tiempo que se realizaban de forma progresiva las de Butano3S, de mayor alcance, y se dejaban para una etapa posterior las acciones en seco fuera de la zona inundada. Las actuaciones en el interior de Butano2 se realizaron en poco más de una semana justo antes de los primeros vertidos, alcanzando un nivel de ejecución muy alto en tiempo y forma (Tabla 3). Se remodelaron las estructuras preexistentes (i.e. islas, penínsulas, taludes sobre agua) y se construyeron las nuevas previstas (i.e. capturaderos, plataforma de ramas) según lo planificado. Dos de las islas se reperfilaron eliminando vegetación y grava, mientras que las otras dos se dejaron en su estado actual, con el fin de conseguir dos islas desnudas y dos con vegetación frondosa para ofrecer diferentes hábitats seguros de reproducción. La plataforma de ramas y troncos finalmente se cuadruplicó en superficie, pasando a tener 10x4 m, al igual que en Horcada2. Cabe destacar el talud de abejaruco junto a la caja de agua, perfectamente reconstruido, y el reperfilado completo de las seis penínsulas con pendiente tendida para crear zonas someras separadas de la mota perimetral.

La única desviación respecto a lo previsto fue el desmonte excesivo de materiales durante el desbroce del talud largo de abejaruco en el lado Oeste. En la cara exterior, orientada hacia el NE, el desbroce propuesto se transformó en un reperfilado con la extracción de material para formar un frente vertical. Esto supuso la reducción significativa de la potencia o grosor del talud que, principalmente en la zona intermedia del talud, se redujo hasta por debajo del 1.5 m. Teniendo en cuenta que las galerías de abejaruco europeo alcanzan de media los 2 m de longitud, el grosor mínimo del talud parece insuficiente. No obstante, los dos extremos si mantuvieron un grosor suficiente, por lo que habrá que vigilar el uso que la especie hace de los nuevos cortes desbrozados.

Las actuaciones pendientes de realizar en Butano2 serían las situadas fuera del recinto inundado o accesibles desde la mota. Por un lado, quedaría pendiente la colocación post-vertido de ramas y troncos en la plataforma construida sobre el lado NE de la mota perimetral. Se utilizarán los materiales secos disponibles en el bosque de ribera de la orilla del río Guadalquivir. Se descarta el uso de restos de tarajes de Butano1 al haberse cortado el acceso desde Butano2 por el reacondicionamiento del canal de evacuación de agua, así como del material resultante de la corta realizada hace un año entre Butano3S y la finca colindante, desaparecido tras la limpieza realizada por la APS durante la formación de un canal perimetral. Finalmente, quedarían los taludes de abejaruco en seco sobre la cara exterior de la mota NO tanto en Butano 2 como en 3N.

Figura 4. Desmante parcial de la cara exterior (hacia la izquierda sombreada en la foto) del talud largo en el lado Oeste de Butano2 visto desde el extremo Norte del talud (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



2.2.2. Butano3S y 3N

En el momento del presente informe se continúan ejecutando la mayoría de las actuaciones propuestas para **Butano3S**, por lo que la evaluación del nivel de ejecución sería prematura (Tabla 4). Sin embargo, la dirección de las acciones realizadas hasta el momento es adecuada y no debería haber problema en realizar todas las actuaciones en tiempo y forma, teniendo en cuenta que el vertido de Butano2 recién se inició y se prevé que sea prolongado, antes de iniciar la impulsión en Butano3N-3S.

Hasta el momento se están acometiendo los dos principales trabajos relacionados con el movimiento de materiales. Se ha construido la nueva mota transversal en la zona prevista entre la esquina interior y la mota de separación entre 3S y 3N. Se han utilizado preferentemente materiales del subsector Sur, sobre todo en la zona NE, favoreciendo la profundización de la zona de actuaciones. Se ha finalizado también la profundización hasta la cota mínima de 6.9

msnm de la mitad del subsector Sur, entorno a las islas. Debido al fondo colmatado en el resto del subsector, es probable que no se consiga un fondo ascendente en pendiente hasta la mota transversal, sino un fondo heterogéneo más elevado de media que lo deseado. Por otro lado, los materiales retirados resultado de la profundización de la zona no se han depositado fuera del recinto, sino que se han apilado sobre las caras interiores de la mota perimetral. Esto conlleva dos consecuencias indeseadas. Por un lado, se reduce el volumen de agua que podría retener el subsector y la distancia desde el borde de la mota hasta las islas, lo que merma las condiciones del recinto para las aves acuáticas. Y por otro se cubre la vegetación incipiente desarrollada sobre las caras de la mota interior. Estos acopios deberán al menos redistribuirse para conseguir un perfil final uniforme tanto de los taludes como de la superficie de coronación. Durante la retirada de estos materiales se han retaluzado las islas, manteniendo las dimensiones y el formato. La coronación de las islas y parte superior de sus taludes deberán desbrozarse manualmente para no alterar los sustratos de cobertura (i.e. gravas, limo) y las cubiertas geotextiles anti-hierbas, dispuestos en la pasada campaña 2020-21. Como ya se ha comentado, aún falta por concluir el reperfilado de las dos penínsulas, la construcción de los capturaderos, el recalibrado de las escalas limnimétricas y las actuaciones en seco fuera de los recintos inundados, como los muros de observación. La evaluación definitiva deberá realizarse una finalizados los trabajos en la zona inundable.

Figura 5. Acopio de materiales sobre cara interior de la mota perimetral SE, retirados del fondo entorno a las islas del subsector Sur de Butano3S. Vista desde esquina SE (Autor: R. Muriel, EBD-CSIC).



En el sector de **Butano3N** las actuaciones a realizar son mínimas y todavía no se han acometido (Tabla 5). En el recinto se realizará la impulsión del vertido destinado a 3S, por lo que deberán abrirse conexiones en la mota de separación 3N-3S, para el llenado del subsector Sur de Butano3S y para el desagüe del conjunto 3N-3S a través de la caja de agua de Butano3S. La apertura con el subsector S se cerrará una vez alcanzada la cota prevista de agua, mientras que la otra deberá permanecer abierta hasta finalizar el vertido. En el sector 3N se mantendrán las

dos escalas preexistentes sin recalibrado y se intentará alterar lo mínimo posible las caras interiores de la mota perimetral. Antes de finalizar el vertido, deberá construirse el talud para abejaruco en seco sobre la cara exterior de la mota NO.

Tabla 2. Listado de actuaciones propuestas para el sector de Horcada1 en la campaña 2021-22, ejecución realizada y nivel de cumplimiento (0-1) hasta el día límite del informe 20/12/2021.

Actuación	Propuesta	Ejecución	Cumplimiento
Impulsión			
Alternativas de impulsión	Directa: tubería desde orilla del río hasta esquina NO de Horcada1 Indirecta: impulsión en subsector N de Horcada2 y paso a Horcada1 por canal	Indirecta	1
Bombeo auxiliar	Bombeo post-vertido hasta alcanzar cota de agua	Sin bombeo	0.8
Gestión del agua			
Cota de agua	3.5 msnm	3.4 msnm	0.9
Profundidad máxima	2.7 m	2.6 m	0.9
Evacuación	Sin evacuación	Sin evacuación	1
Caja de agua	Acondicionamiento y sellado	Acondicionamiento y sellado	1
Escalas limnimétricas	2 (N y E), precisión 0.1 m, 3 m altura	2 (N y E), precisión 0.1 m, 3 m altura	1
Mota perimetral			
Mota	Reconstrucción lado O, SE	Reconstrucción lado O	1
Taludes interiores	No alterar	Alteración mínima	0.8
Vegetación palustre	Conservación	Conservación	1
Accesos maquinaria	2 puntos máximo (SO, NE)	2 puntos (SO, NO)	0.9
Estructuras interiores			
Islas	Rebajar cotas de coronación a 3.8 msnm en islas medianas	Cotas de coronación a 3.8 msnm	1
	Remodelar las 2 islas pequeñas (IPO, IPC) hasta 50 m ² en coronación, relación 1:4 (14 x 3.5 m) y cota de coronación 3.8 msnm	Islas pequeñas remodeladas: 50 m ² , 1:4 (14 x 3.5 m), coronación a 3.8 msnm	1
	Retaluzar todas las islas con pendientes 1:2	Retaluzadas con pendientes decrecientes 1:1 a 1:2	0.9
Penínsulas perimetrales	2 tándems lado N: 25 x 25 m, pendiente 1:18 en coronación, separación 25 m, taludes 1:2 laterales y 1:1 frontal, cota coronación 3.6 msnm	2 tándems lado N: 25 x 25 m, pendiente 1:15-1:18, separación 25 m, taludes laterales 1:3 (relleno parcial en separación), coronación 3.6 msnm	0.9

Actuación	Propuesta	Ejecución	Cumplimiento
	1 tándem lado E: mantener anchura y separación, pendiente coronación 1:18	1 tándem lado E: misma anchura y separación, plano de coronación 1:15	1
Capturaderos	2 sobre talud interior de mota N a ambos lados de penínsulas, 4 x 4 m, taludes 1:1-1:2, cota 3.5 msnm	2 sobre talud interior de mota N entre penínsulas y caja de agua y al O de penínsulas, 4x4 m, taludes 1:1, cota 3.5 msnm	1
Plataforma ramas y troncos	1 acopio sobre plataforma, lado O cerca IPO, 5x2 m, 0.5 m bajo cota de agua, taludes 1:1, ramas de arribazón orilla río	1 acopio sobre plataforma, lado O cerca <i>finger</i> , 10x4 m, 0.4-0.3 m bajo cota de agua, taludes 1:1, ramas de arribazón orilla río	0.9
Taludes de abejaruco			
Taludes existentes	Conservación de 2 taludes sobre agua en Horcada1 y de taludes ocupados en zona de extracción entre sectores	Conservados	1
Talud en agua	1 talud sobre interior de mota bajo talud preexistente en lado N, 20 m longitud, 2 m altura sobre cota de agua, arenoso-limoso, frente vertical	1 talud sobre preexistente en lado N, 20 m longitud, > 2 m altura sobre cota de agua, material arenoso-limoso poco compacto, frente en talud 1:1-1:0.5	0.7
Taludes en seco	3 sobre taludes existentes en zona de extracción entre sectores y mota de canal, cortando o compactando materiales, ≥ 20 m longitud, 2.5 m altura, frente vertical	Ejecución post-vertido pendiente	No evaluado
Otras actuaciones			
Muros de observación	Conservación de 2 taludes prexistentes en Horcada1 3 nuevos muros, 2 lado E, 1 lado S, sobre borde interior de mota, 5 m longitud, 1.2. m altura, material nativo	Conservación de 2 taludes prexistentes en Horcada1 Ejecución post-vertido pendiente	1 No evaluado

Tabla 3. Listado de actuaciones propuestas para el sector de Butano2 en la campaña 2021-22, ejecución realizada y nivel de cumplimiento (0-1) hasta el día límite del informe 20/12/2021.

Actuación	Propuesta	Ejecución	Cumplimiento
Impulsión			
	En esquina O y/o N de lado NO desde el río	Esquina O de lado NO	1
Gestión del agua			
Cota de agua	7.8 msnm	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Cota de fondo mínima	5 msnm	Profundización en zona NE por CORESA	1
Evacuación	Por caja de agua. Sin evacuación forzada	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Caja de agua	Acondicionamiento y sellado	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Escalas limnimétricas	2 (lado SE, entre islas), precisión 0.1 m, 3 m altura	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Motas y finger			
Taludes interiores	Alteración mínima, conservación orla de tarajes	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Finger	Desconexión en base	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Accesos maquinaria	Lado NO, lado SO y caja de agua	Lado NO, lado SO y caja de agua	1
Estructuras interiores			
Islas	Desbroce coronación y taludes de 2 islas (IPE, IME), sin restitución de grava ni geotextil anti-hierbas	Desbroce de coronación y taludes, eliminación de grava y geotextil	1
	No intervenir en otras 2 islas (IPO, IMO)	Sin intervención	1
Penínsulas perimetrales	En 6 penínsulas, prolongar longitud, suavizar pendiente de coronación hasta 1:15, cota +0.1 m, mantener anchura y separación	Longitud prolongada, pendiente de coronación 1:15, cota +0.1 m, misma anchura y separación, taludes laterales 1:1	1
Capturaderos	2 sobre talud interior de mota NE y mota SO, 4 x 4 m, taludes 1:1, cota 7.8 msnmm	2 sobre talud interior de mota NE y mota SO, 4 x 4 m, taludes 1:1, cota 7.8 msnmm	1
Plataforma ramas y troncos	1 acopio sobre plataforma, lado NE cerca P1, 5x2 m, 0.5 m bajo cota de agua, taludes 1:1, ramas en bosque de ribera río	Acopio sobre plataforma, lado NE cerca P1, 10x4 m, 0.5 m bajo cota de agua, taludes 1:1, ramas sin colocar	Sin evaluar
Taludes de abejaruco			
Talud SE caja de agua	Reconstrucción, 20 m longitud, > 2 m de altura sobre agua, frente casi vertical, material arenoso-limoso	Reconstruido junto caja de agua, 20 m longitud, 2.5 m de altura sobre agua, frente casi vertical, materiales nativos	1

Actuación	Propuesta	Ejecución	Cumplimiento
Talud esquina S	Reperfilar talud esquina S	Frente de talud reperfilado	1
Talud largo lado O	Desbroce parcial de ambas caras de talud largo en lado O	Desbroce y reperfilado de mitad alterna de cada cara del talud largo en lado O. Retirada excesiva de materiales en cara interior, potencia del talud comprometida en el centro	0.8
Taludes en seco	Reconstrucción de 2 taludes en cara exterior de mota NO, 20 m de longitud, 3 m de altura, frente casi vertical, materiales arenoso-limosos, franja frontal desbrozada de 5 m	Ejecución post-vertido pendiente	Sin evaluar

Tabla 4. Listado de actuaciones propuestas para el sector de Butano3S en la campaña 2021-22, ejecución realizada y nivel de cumplimiento (0-1) hasta el día límite del informe 20/12/2021.

Actuación	Propuesta	Ejecución	Cumplimiento
Impulsión			
Subsector S	Entrada pasiva desde 3N por conexión hasta llenado, cota -0.25, cierre inmediato	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Subsector N	Entrada pasiva desde 3N por conexión y/o directa desde esquina N	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Gestión del agua			
Cota de agua	8.4 msnm	Ejecución pendiente, prevista 8.5 msnm	Sin evaluar
Cota de fondo mínima	Profundización entorno a islas hasta 6.9 msnm, pendiente ascendente hacia mota transversal	Profundización entorno a islas hasta 6.9 msnm, pendiente ascendente hacia mota transversal	1
Evacuación	Sin evacuación en subsector S. Evacuación por caja de agua en subsector N	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Caja de agua	Acondicionamiento y sellado	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Escalas limnimétricas	2 (entre islas, frente caja de agua), precisión 0.1 m, 3 m altura, recalibrado	2 reposicionadas y calibradas, precisión 0.1 m, 3 m altura	1
Motas y finger			
Mota transversal	Nueva mota (esquina interior a mota 3S-3N), cota 9 msnm, materiales de fondo subsecgtor S	Nueva mota (esquina interior a mota 3S-3N), cota 9msnm, materiales de fondo cercano	1

Actuación	Propuesta	Ejecución	Cumplimiento
Taludes interiores	Alteración mínima	Acopio de materiales de fondo en subsector S	0.4
Conexiones	2 en mota 3S-3N cerca de islas y cerca de mota N, cota - 0.25 m	Ejecución pendiente	Sin evaluar
<i>Finger</i>	Desconexión extremo y base	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Accesos maquinaria	Esquinas N y E	Esquinas N, E, y lado NE	0.9
<i>Estructuras interiores</i>			
Islas	Desbroce coronación y taludes	Ejecución pendiente	Sin evaluar
	Conservación de grava y geotextil anti-hierbas	Ejecución pendiente	Sin evaluar
	Retaluzar islas con pendientes 1:1	Retaluzar islas con pendientes 1:1	1
Penínsulas perimetrales	Reperfilar 2 penínsulas preexistentes en subsector S, anchura 25 m, separación 25 m, pendiente coronación 1:18, taludes laterales 1:1	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Capturaderos	2 sobre talud interior de mota SO y mota NE, 4 x 4 m, taludes 1:1, cota 8.4 msnmm	Ejecución pendiente	Sin evaluar
<i>Taludes de abejaruco</i>			
Taludes existentes	Conservación de 3 taludes sobre agua como muros de observación	Acopio de materiales de fondo sobre taludes de lado SO	Sin evaluar
Otras actuaciones			
Muros de observación	Al menos 1 muro nuevo en esquina E, sobre borde interior de mota, 5 m longitud, 1.2. m altura, material nativo	Ejecución post-vertido pendiente	Sin evaluar

Tabla 5. Listado de actuaciones propuestas para el sector de Butano3N en la campaña 2021-22, ejecución realizada y nivel de cumplimiento (0-1) hasta el día límite del informe 20/12/2021.

Actuación	Propuesta	Ejecución	Cumplimiento
<i>Gestión del agua</i>			
Evacuación	Pasiva por conexión hacia 3S (subsector N). No se descarta apertura forzada de mota	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Escalas limnimétricas	Conservación de 2 preexistentes (centro y S), precisión 0.1 m, 3 m altura, recalibrado	Conservación de 2 preexistentes (centro y S), sin recalibrado	0.7
<i>Mota perimetral</i>			
Taludes interiores	No alterar	Ejecución pendiente	Sin evaluar
Accesos maquinaria	3 puntos (N, NE, SE)	Ejecución pendiente	Sin evaluar
<i>Impulsión</i>			
	Directa en esquina N y/o esquina O, desde río	Ejecución pendiente	Sin evaluar
<i>Taludes de abejaruco</i>			
Taludes en seco	1 sobre cara exterior de mota perimetral NO, 20 m longitud, 2-3 m altura, frente casi vertical, materiales arenoso-limoso	Ejecución post-vertido pendiente	No evaluado