



ANEXO

Análisis ecológico del proyecto «Clausura de las balsas de fosfoyesos situadas en el término municipal de Huelva» de la empresa Fertiberia.

Dr. Jesús M. Castillo Segura

Catedrático de Ecología – Universidad de Sevilla

Este documento expone, brevemente, las conclusiones sobre las deficiencias del proyecto de la empresa Fertiberia para la “clausura de las balsas de fosfoyesos en el término municipal de Huelva”. Específicamente, este informe expone las deficiencias relativas a la prevención y seguimiento de la entrada de contaminantes en la red trófica del Estuario de los Ríos Tinto y Odiel, y otros impactos socio-ambientales relacionados con la ecología de la zona de actuación.

1.- **Las posibles alternativas sobre qué hacer con las acumulaciones de fosfoyesos no se valoran, ni explican suficientemente en el proyecto.** Por lo tanto, la alternativa seleccionada, ‘aplicación de técnicas de confinamiento/aislamiento de los yesos’, aparece como arbitraria.

En particular, no se han analizado convenientemente **las posibilidades de valoración de los fosfoyesos** como materias primas para la extracción de productos útiles en diferentes procesos productivos. En este sentido, vienen desarrollándose estudios científicos que apuntan a la valoración de estos residuos (ver, por ejemplo Rosales et al. 2020, Cardenas-Escudero et al. 2011). Esta alternativa generaría empleo en la zona y conllevaría su retirada gradual de las Marismas del Tinto y su posterior restauración ecológica. En esta línea, parte de los fondos obtenido por la venta de los productos de la valoración de los fosfoyesos podrían ser empleados en la restauración ecológica de las marismas afectadas.

2.- **El proyecto no aborda el sellado total de las salidas de fosfoyesos desde las balsas de acumulación por los fondos de la Ría del Tinto**, proceso que ha sido demostrado por geólogos de la Universidad de Huelva. Esto haría que los fosfoyesos y sus elementos contaminantes (metales pesados, metaloides e isótopos radiactivos) continuaran contaminando las aguas y sedimentos del Estuario una vez selladas, teóricamente, las balsas. Es más, la salida de contaminantes por los fondos de la Ría del Tinto podría aumentar al acumular más peso sobre las balsas de retención tras la operación de sellado planteada.

3.- No se propone **ninguna medida de correctora de impacto ambiental para evitar que las aves entren en contacto con los fosfoyesos y sus aguas de drenaje** en la balsa de evaporación de la Zona 3. Esto conllevaría que diferentes especies de aves, como distintas especies de gaviotas (*Larus* sp.), que actualmente ya se posan y beben de estas aguas contaminadas, sigan haciéndolo. De esta manera se seguirían introduciendo contaminantes en la red trófica estuarina. Además, esto podría afectar, directamente, a especies de aves amenazadas y protegidas.

4.- No se analiza el estado actual de las Zonas 1 y 4 en las que se desarrolla **vegetación arbustiva y arbórea que podría estar hundiendo sus raíces en los fosfoyesos subyacentes**, extrayendo así contaminantes e introduciéndolos en la red trófica. En este sentido, estudios anteriores han demostrado que las zonas teóricamente restauradas vierten altas concentraciones de contaminantes a la Ría del Tinto a través de los canales mareales (Perez-Lopez et al. 2016). Así, las zonas que la empresa Fertiberia da por restauradas en su proyecto no lo están convenientemente como puede observarse en estas fotografías tomadas en campo en el Estero de los Caños en marzo de 2021 (Fig. 1-3):



Figura 1. Vertido de fosfoyesos desde la Zona 1 a la marismas mareal del Estero de los Caños en las Marismas del Tinto (Huelva).



Figura 2. Vertido de fosfoyesos desde la Zona 1 a la marismas mareal del Estero de los Caños en las Marismas del Tinto (Huelva).



Figura 3. Vegetación halófila expuesta a vertidos de fosfoyesos desde la Zona 1 a la marisma mareal del Estero de los Caños en las Marismas del Tinto



(Huelva). Entre las especies vegetales expuestas a los contaminantes aparece *Spartina densiflora*, especie hiper-acumuladora de metales pesados.

Como se observa claramente en las fotografías y demuestran investigaciones científicas, **la Zona 1 no ha sido restaurada adecuadamente y sigue vertiendo contaminantes al estuario, por lo que debería haber sido incluida en el proyecto de restauración de Fertiberia.** En las marismas mareales afectadas por estos vertidos aparece, por ejemplo, la halófito *Spartina densiflora*, una especie hiperacumuladora de metales pesados que estaría introduciéndolos en la red trófica estuarina (Muñoz-Valles et al. 2017).

5.- En las labores de ‘restauración vegetal’ se plantea la colocación de **especies arbóreas en la Zona 4, las cuales podría extraer contaminantes del subsuelo** al contar con sistemas radicales profundos.

6.- El proyecto no evalúa convenientemente los **efectos del cambio climático actual en el aumento de precipitaciones torrenciales** (Anaya-Romero *et al.*, 2015; IPCC, 2015) que podrían conllevar erosión de la cubierta vegetal y la tierra vegetal colocada, en pendiente, sobre el sellado de las balsas de fosfoyesos. Además, este aumento de lluvias torrenciales podría aumentar las posibilidades de inundación de las balsas por avenidas del Río Tinto, aspectos que tampoco se recoge convenientemente en el proyecto.

7.- Se plantea la **introducción de *Spartina maritima* en la zona limítrofe con las balsas de fosfoyesos.** *Spartina maritima* es una especie hiperacumuladora de metales en sus hojas en la zona de actuación (Curado *et al.*, 2014a). Estas hojas se desprenden rápidamente de los tallos adultos al envejecer (Castillo *et al.*, 2008) y son consumidas por detritívoros, dispersándose y biomagnificándose los metales pesados en la red trófica estuarina. Por lo tanto, la introducción de esta especie en la zona de actuación podría servir como un bioindicador de la contaminación y su entrada en la red trófica, aspecto que no ha sido incorporado en el plan de seguimiento ambiental de las medidas correctoras propuestas.

8.- Dado que el proyecto de clausura de las balsas de fosfoyesos propuesto conllevará la eliminación definitiva (sin posibilidades de restauración ecológica) de cientos de hectáreas de marismas mareales en las que se acumulan dichos fosfoyesos, **las medidas correctoras de impacto ambiental deberían ir acompañadas de medidas compensatorias** de dicho impactos. Estas medidas compensatorias deberían incluir la creación de nuevas marismas mareales en una superficie igual a la ocupada por los fosfoyesos (aproximadamente 1200 hectáreas). En este sentido, El Puerto de Huelva ha realizado un proyecto de creación y restauración ecológica de marismas costeras exitoso en la zona (Castillo y Figueroa, 2009; Curado *et al.*, 2012, 2013a,b; 2014b,c,d). Este proyecto sirve de ejemplo para la creación de marismas que debería desarrollarse a modo de medidas compensatorias si los fosfoyesos se quedasen, finalmente, en las Marismas del Tinto. Existen los conocimientos científicos y técnicos, y la práctica, necesarios para estos proyectos de creación y restauración de marismas en el Golfo de Cádiz. En un contexto de subida de nivel del mar en la zona, de aproximadamente 4 cm cada década (NOAA 2018), la creación de marismas costeras en nuevas zonas que están empezando a ser inundadas por las mareas es clave para facilitar el reajuste de estos ecosistemas al ascenso del mar provocada por el cambio climático.

9.- **No está justificada la acción de ‘siega cuando la vegetación alcance 25 cm de altura’** de las ‘siembras’. Esta siega podría afectar de manera muy negativa a la biodiversidad asociada al pastizal que crecería sobre las balsas. Además, la siega conllevaría una exportación de materia orgánica que empobrecería el suelo en nutrientes y necromasa, facilitando su erosión y dificultando el crecimiento del pastizal a medio plazo. Además, no se indica cómo se gestionarían los materiales resultantes de esta siega. Si el objetivo de estas siegas es evitar los incendios, sería ecológicamente más favorable que el control del desarrollo de la vegetación herbácea se produjese mediante el fomento de la fauna herbívora.

10.- **No está justificada la acción de ‘controles sobre las poblaciones de conejos y otras comunidades de animales que pudieran proliferar’**. Para empezar, no se especifica qué ‘otras comunidades de animales’; pensamos que en vez de ‘comunidades’ el texto pretende referirse a ‘poblaciones’ animales. Además, el conejo es base de la dieta de multitud de predadores en la red trófica de ecosistemas mediterráneos, por lo que se debería favorecer que el control de sus poblaciones se de de forma natural mediante predadores silvestres.

11.- **Las balsas podrían convertirse en una trampa ecológica**. La Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto de Fertiberia recoge que ‘Durante el seguimiento de las fases de clausura y post-clausura se tomarán las medidas necesarias para asegurar que, en toda la extensión de las balsas 2 y 3, no se permite el establecimiento de poblaciones de animales que puedan dañar las capas de impermeabilización’. Esta medida podría conllevar que se impacte sobre especies de fauna protegidas, amenazadas y/o de interés ecológico especial que colonicen la zona de las balsas. De esta manera, las balsas se convertirían en una trampa ecológica para estas especies.

12.- **La DIA no recoge ninguna medida concreta para controlar que los contaminantes de las balsas de fosfoyesos no entran en la red trófica estuarina**, incluyendo en ella al ser humano. En este sentido, el programa de vigilancia ambiental debería incluir medidas para el seguimiento de las concentraciones de contaminantes (metales, metaloides e isótopos radioactivos) en flora y fauna de las inmediaciones de las balsas (incluyendo especies objeto de pesca y marisqueo), en comparación con zonas control. Estas medidas deberían centrarse en organismos bioindicadores de contaminación. De esta manera, se contaría con un sistema de monitoreo para prevenir la bioacumulación y biomagnificación de contaminantes, potencialmente provenientes de las balsas de fosfoyesos, en la red trófica.

13.- La Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) ‘Aguas de Huelva’ se sitúa en medio de las balsas de fosfoyesos. **El proyecto no analiza las posibles interacciones entre los vertidos actuales de las balsas (que no serían totalmente frenados por el proyecto) y las aguas vertidas por esta EDAR**, las cuales, por ejemplo, estarían disminuyendo la salinidad en el Estero del Rincón.

14.- Las márgenes de las balsas que dan a canales mareales están sufriendo erosión que se refleja en la formación de taludes verticales (Fig. 4). Estos taludes verticales se horadan en su base lo que acaba provocando la caída de bloques de sedimentos colonizados por vegetación a las planicies intermareales subyacentes. Así, la erosión en estos taludes de borde de caño,

habitualmente de más de 1 m de altura, puede conllevar la pérdida de más de 80 cm de marismas, por avance del talud, anualmente (Castillo et al. 2002). Por lo tanto, esta erosión, al eliminar la protección que ofrecen las marismas a las balsas de fosfoyesos, podría comprometer la estabilidad y durabilidad de las estructuras propuestas para contener los contaminantes. Sin embargo, **el proyecto de Fertiberia no propone medidas para luchar contra la erosión de taludes en borde de marisma**. Entre las medidas adecuadas para frenar esta erosión está la colocación de geotubos en las planicies intermareales (a modo de rompeolas), acompañados de plantaciones de *Spartina maritima* y *Zostera noltii*.



Figura 4. Vista del Estero del Rincón desde la Zona 1 en el que puede observarse la formación de taludes verticales de erosión.

En general, **el proyecto que plantea la empresa Fertiberia para la clausura de los apilamientos de fosfoyesos en las Marismas del Tinto adolece de importantes deficiencias**. Entre estas carencias destacan un análisis insuficiente de las posibilidades de valoración de los fosfoyesos, la ausencia de medidas compensatorias para la creación de nuevas marismas costeras, el no desarrollar medidas adecuadas para luchar contra la erosión costera, y un seguimiento mal planificado y parcial de las medidas propuestas.

Bibliografía

- Anaya-Romero, M., Abd-Elmabod, S. K., Muñoz-Rojas, M., Castellano, G., Ceacero, C. J., Alvarez, S., et al. (2015). Evaluating soil threats under climate change scenarios in the Andalusia Region, Southern Spain. *L. Degrad. Dev.* 26, 441–449. doi:10.1002/ldr.2363.
- Cardenas-Escudero et al. 2011. Procedure to use phosphogypsum industrial waste for mineral CO2 sequestration. *JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS* 196. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2011.09.039
- Castillo et al. 2002. Wetland Loss by Erosion in Odiel Marshes (SW Spain). *Journal of Coastal Research* SI 36, 134-138
- Castillo, J.M.; Leira-Doce, P., Rubio-Casal, A.E., Figueroa, E., 2008b. Spatial and temporal variations in aboveground and belowground biomass of *Spartina maritima* (small cordgrass) in created and natural marshes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 78, 819–826.

- Castillo, J.M., Figueroa, E., 2009a. Restoring salt marshes using small cordgrass, *Spartina maritima*. *Restoration Ecology* 17, 324-326.
- Curado, G., Figueroa, E., Castillo, J.M., 2012. Vertical sediment dynamics in *Spartina maritima* restored, non-restored and preserved marshes. *Ecological Engineering* 47, 30-35.
- Curado, G., Rubio-Casal, A.E., Figueroa, E., Grewell, B.J., Castillo, J.M., 2013a. Native plant restoration combats environmental change: development of carbon and nitrogen sequestration capacity using small cordgrass in European salt marshes. *Environmental monitoring and assessment* 185, 8439-8449.
- Curado, G., Figueroa, E., Sánchez, M.I., Castillo, J.M., 2013b. Avian communities in *Spartina maritima* restored and non-restored salt marshes. *Bird Study* 60, 185-194.
- Curado, G., Rubio-Casal, A.E., Figueroa, E., Castillo, J.M., 2014a. Potential of *Spartina maritima* in restored salt marshes for phytoremediation of metals in a highly polluted estuary. *International Journal of Phytoremediation* 16, 1209-1220.
- Curado, G., Rubio-Casal, A.E., Figueroa, E., Castillo, J.M., 2014b. Plant zonation in restored, nonrestored, and preserved *Spartina maritima* salt marshes. *Journal of Coastal Research* 30, 629-634.
- Curado, G., Sánchez-Moyano, J.E., Figueroa, E., Castillo, J.M., 2014c. Do *Spartina maritima* plantations enhance the macroinvertebrate community in European salt marshes? *Estuaries and Coasts* 37, 589-601.
- Curado, G., Grewell, B.J., Figueroa, E., Castillo, J.M., 2014d. Effectiveness of the aquatic halophyte *Sarcocornia perennis* spp. *perennis* as a biotool for ecological restoration of salt marshes. *Water, Air, & Soil Pollution* 225, 1-14.
- IPCC 2015. "Summary Chapter for Policymakers" in *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]* (Geneva, Switzerland), 31. doi:10.1017/CBO9781107415324.
- Muñoz-Valles et al. 2017. Handling High Soil Trace Elements Pollution: Case Study of the Odiel and Tinto Rivers Estuary and the Accompanying Salt Marshes (Southwest Iberian Peninsula). in: COASTAL WETLANDS: ALTERATION AND REMEDIATION. DOI: 10.1007/978-3-319-56179-0_7
- NOAA, 2018. Sea Level Trends - NOAA Tides and Currents [WWW Document]. URL <https://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/> (accessed 10.19.18).
- Perez-Lopez et al. 2016. Pollutant flows from a phosphogypsum disposal area to an estuarine environment: An insight from geochemical signatures. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT* 553. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.02.070
- Rosales et al. 2020. Treated phosphogypsum as an alternative set regulator and mineral addition in cement production. *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION* 244. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118752