

# Las Arenas de la Bahía de Portman: ¿Residuo o Mena de Hierro?

/ MARÍA JOSÉ MARTÍNEZ-SÁNCHEZ (1), CARMEN PÉREZ-SIRVENT (1) MARI LUZ GARCÍA-LORENZO (2), SALVADORA MARTÍNEZ(1), JOSE MANUEL VEIGA DE BAÑO(1), EVA GONZALEZ(1), VICTOR PEREZ(1), LUCIA BELEN MARTÍNEZ(1), CARMEN HERNANDEZ(1).

(1) Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Facultad de Química, Campus de Espinardo, Campus Internacional de Excelencia Mare Nostrum. Universidad de Murcia. 30100, Murcia (España)

(2) Departamento de Petrología y Geoquímica, Facultad de Geología, Universidad Complutense de Madrid. 28040, Madrid (España)

## INTRODUCCIÓN

La Bahía de Portman es el depósito de materiales procedentes del vertido de estériles de flotación minera procedentes del Lavadero Roberto durante más de 30 años. Esto supone unos 67 millones de toneladas que ocupan la superficie de la bahía desplazando a línea de costa más de 800 m y alcanzando una profundidad de sedimentos en la línea de playa actual, de 24 m. El material que constituye este depósito no es homogéneo, y se puede considerar a grandes rasgos dos tipos muy diferentes de sedimentos: un sedimento de granulometría tamaño arena, de color oscuro, que proviene del material lavado en el mar y arrastrado hacia la playa por acción de la dinámica marina, y otro, de color pardo amarillento, de granulometría muy fina, que equivaldría al sedimento del vertido original, que no ha tenido ocasión de lavarse en el mar por verterse en la playa directamente (fig. 1)

En los últimos años se han llevado a cabo por la Administración Central, diversas actuaciones dentro del Proyecto Piloto de regeneración de la Bahía de Portman. Sobresalen por su importancia para la aprobación del Proyecto definitivo de Regeneración, y que ha sido la base para la aprobación de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) (BOE, 2011), los estudios de caracterización de los materiales para el análisis de riesgos, y, dentro de ellos, la caracterización mineralógica de los mismos.

Este trabajo trata de aportar un mayor conocimiento de la naturaleza mineralógica de los materiales grano seleccionados por el mar y evaluar su posible aprovechamiento como mena de hierro.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La figura 2 muestra la distribución del muestreo realizado en la bahía de Portman, correspondiendo a muestras

tomadas en superficie (sp) y a muestras de profundidad (S), realizando 12 sondeos y tomando una muestra por metro de sondeo) seleccionando para este trabajo un total de 120 muestras (20 superficiales y 100 de sondeos).

Las muestras se procesaron para su caracterización físico química y mineralógica, determinando pH, CE, elementos traza, elementos mayoritarios, granulometría y composición mineralógica.

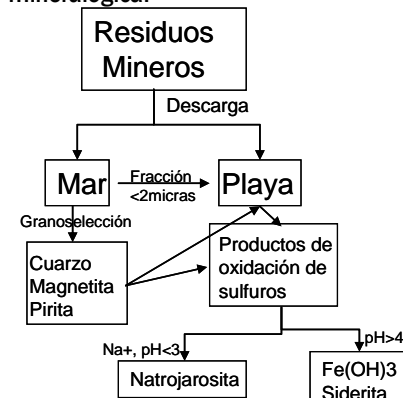


fig 1. Procesos que han afectado a los materiales del vertido.



fig2. Muestreo efectuado en la bahía de Portman

El contenido en Zn, Pb, Cd, Fe, Cu y Mn se determinó mediante espectrometría de absorción atómica (con atomización en llama y/o horno de grafito). El contenido en As se determinó mediante fluorescencia atómica. Los elementos mayoritarios se determinaron usando la Fluorescencia de rayos X. La composición mineralógica se obtuvo mediante difracción de Rayos X con un

difractómetro PW3040 Philips. Los difractogramas fueron interpretados con el programa X-powder (Martín, 2004), utilizando la base de datos PDF2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por DRX muestran como minerales mayoritarios a siderita, cuarzo, pirita, hematites, greenalita, magnetita, clinocloro y moscovita. También acompañan a algunas muestras pequeñas cantidades de goethita, dolomita y jarosita. Las figuras 3, 4 y 5 permiten apreciar las diferencias mineralógicas a las distintas profundidades

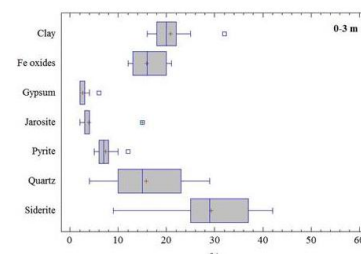


fig 3. Mineralogía correspondiente a la zona superficial.

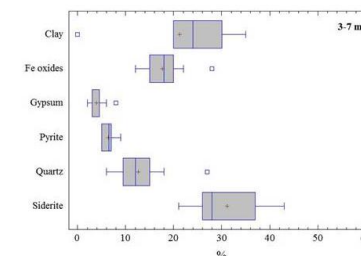


fig 4. Mineralogía zona intermedia

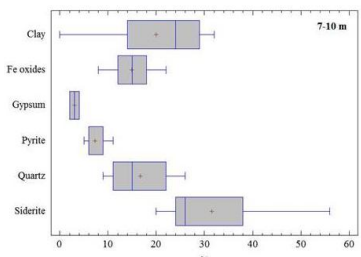


fig 5. Mineralogía zona profunda

**palabras clave:** sedimentos mineros, grano selección; Difracción Rayos X, magnetita.

**key words:**

resumen SEM 2013

\* corresponding author: mellita@um.es

	pH	CE dS/m	<5µm	Pb (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cd (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	As (mg kg <sup>-1</sup> )
<b>Superficiales Portman</b>	4.3±2.9	8.1± 3.4	17±12	4406± 1900	8823±769	16±7	60±61	1249±700
<b>Sondeos Portman</b>	7.6±0.3	7.9±4.2	4±2	1151±715	8844±310	11±3	51±14	224±85

Tabla 1. Características analíticas y concentración de metales pesados.

	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% SO <sub>3</sub>	% MnO
<b>Superficiales Portman</b>	16.9	4.3	62.2	2.5	0.9	0.4	10.6	4.6
<b>Sondeos Portman</b>	15.4	4.5	60.3	2.2	0.7	0.3	10.1	4.8

Tabla 2. Valores medios Elementos mayoritarios

Tamaño partícula medio (µm)	BET (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Permeabilidad (cmh <sup>-1</sup> )	Densidad aparente gcm <sup>-3</sup>	Porosidad (%)
326 µm	16	29,7	3,1	21,0%

Tabla 3. Valores medios calculados para diferentes propiedades fisicoquímicas

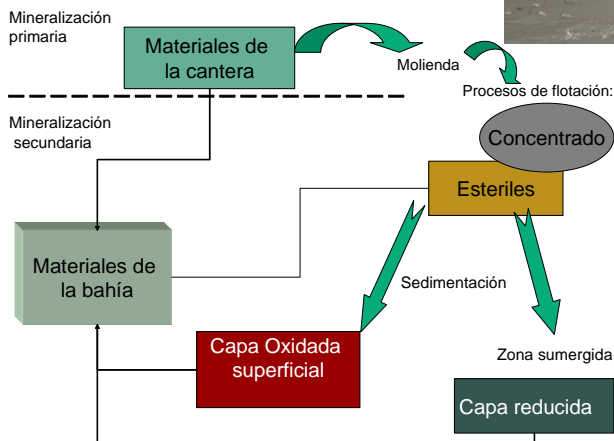
La composición química muestra un elevado contenido en hierro, alcanzando valores superiores al 70 % en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en algunos puntos, como corresponde a la presencia mayoritaria de fases de Fe como piritita, siderita y magnetita (García Lorenzo et al, 2012)

La justificación de la abundancia de estos minerales se encuentra en los procesos que han tenido lugar en el relleno de la bahía, considerando a todos ellos como minerales procedentes de la mineralización presente en la cantera de explotación minera (Navarro et al, 2012), y no han sufrido procesos de alteración supergénica (figura 6).

Las condiciones reductoras en las aguas marinas, han permitido preservar a los sulfuros presentes en el estéril de su oxidación supergénica y posiblemente, enriquecer el contenido de siderita a partir de hidróxidos de Fe presentes o de la jarosita (Lottermoser, 2007).

La abundancia de magnetita se pone de manifiesto cuando se realizan pruebas con separador magnético, obteniendo rendimientos muy elevados, mayores de lo que se deduce de la difracción de rayos X.

Por otro lado las características físico químicas de estos materiales permiten deducir un alto grado de estabilidad química, con una muy baja reactividad (Martínez Sánchez et al, 2008). Los ensayos de elutriados efectuados dan unos resultados en metales solubles cercanos a los límites de cuantificación, y muy por debajo de los contemplados en la legislación para vertederos.



## CONCLUSIONES

Los materiales estudiados muestran un elevado contenido en metales pesados, asociados a fases no solubles en agua, y que han sido calificados como residuos inertes o no peligrosos, en ocasiones. Por otra parte es de destacar el alto contenido en minerales de hierro, así como en este metal, lo que lo hace adscribible a las menas de hierro. Si tenemos en cuenta el elevado contenido en magnetita en numerosos puntos, puede ser considerado un placer de magnetita.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a la colaboración con la Empresa TRAGSA en el Proyecto Piloto para la Bahía de Portman (contrato...) para el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2007-2011).

## REFERENCIAS

- BOE, (2011): Resolución de 10 de febrero de 2011, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático. Murcia. Núm. 45. Sec. III. Pág. 20530
- García-Lorenzo, M.L., Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M.J., Molina, J. (2012). Trace elements contamination in an abandoned mining site in a semiarid zone. *J. Geochem. Explor.*, **113**, 23-35.
- Lottermoser, B.G. (2007): *Mine wastes characterization, treatment, environmental impacts*, 2nd ed. Springer, Berlin.
- Martín, D. (2004). *Qualitative, quantitative and microtextural powder X-Ray diffraction analysis*. <http://www.xpowder.com>.
- Martínez-Sánchez M.J., M.C. Navarro, C. Pérez-Sirvent, J. Marimón, J. Vidal, M.L. García-Lorenzo y J. Bech. (2008). "Assessment of the mobility of metals in a mining-impacted coastal area (Spain, Western Mediterranean)". *Journal of Geochemical Exploration* **96**, 171-182.
- Navarro, M.C., Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M.J., García-Lorenzo, M.L., Molina, J. (2012). Weathering processes in waste materials from a mining area in a semiarid zone. *Appl. Geochem.*, **27**, 1991-2000.