

Valorización de un residuo derivado de la descontaminación de lixiviados de fosfoyeso como sustituto de arcilla en cerámicas

Francisco Javier Soto Cruz

Dpto. de Física Aplicada, Instituto de Investigación del Mar (INMAR), Universidad de Cádiz, 11510, España.

franciscojavier.soto@uca.es

Proyecto Plan Nacional: RAD-REMOVE

XIII Jornadas sobre la
Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental
Santander 2026 del 2 al 5 de Junio

1. Introducción



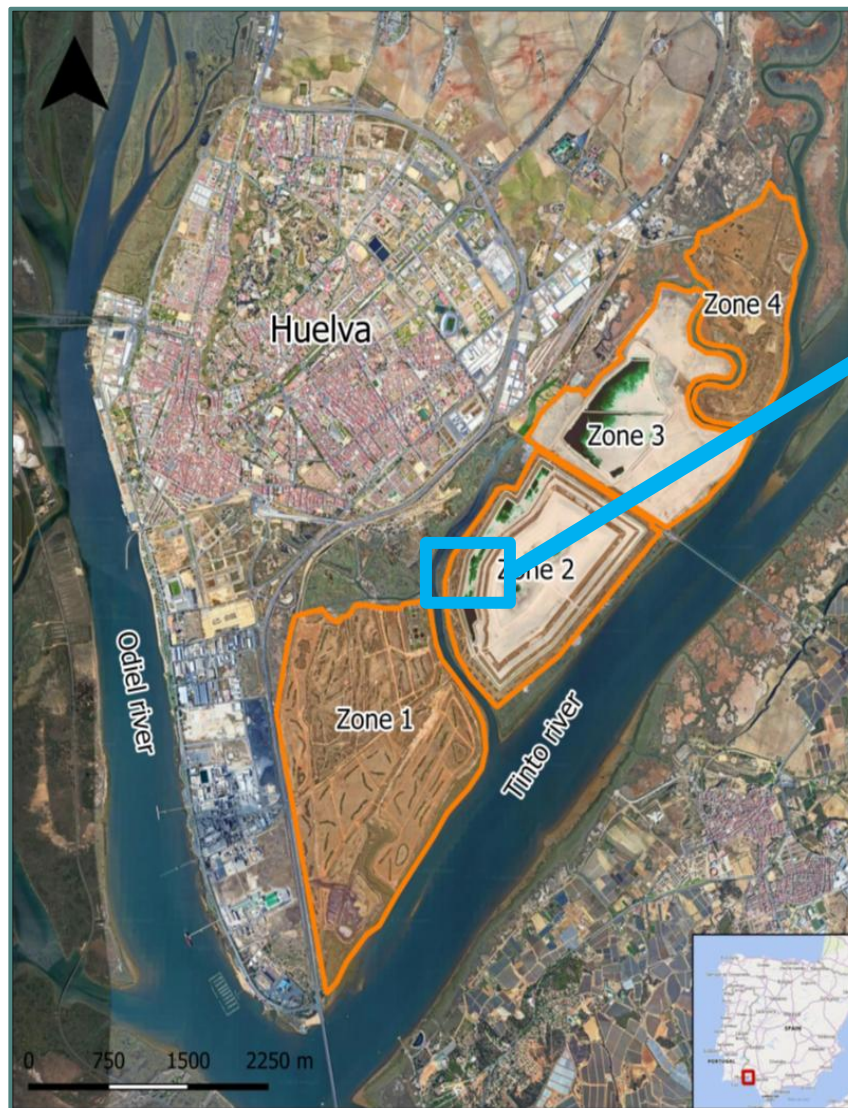
**Industria del
ácido fosfórico**

Ácido fosfórico



Co-producto: Fosfoyeso

100 Mt of Phosphogypsum

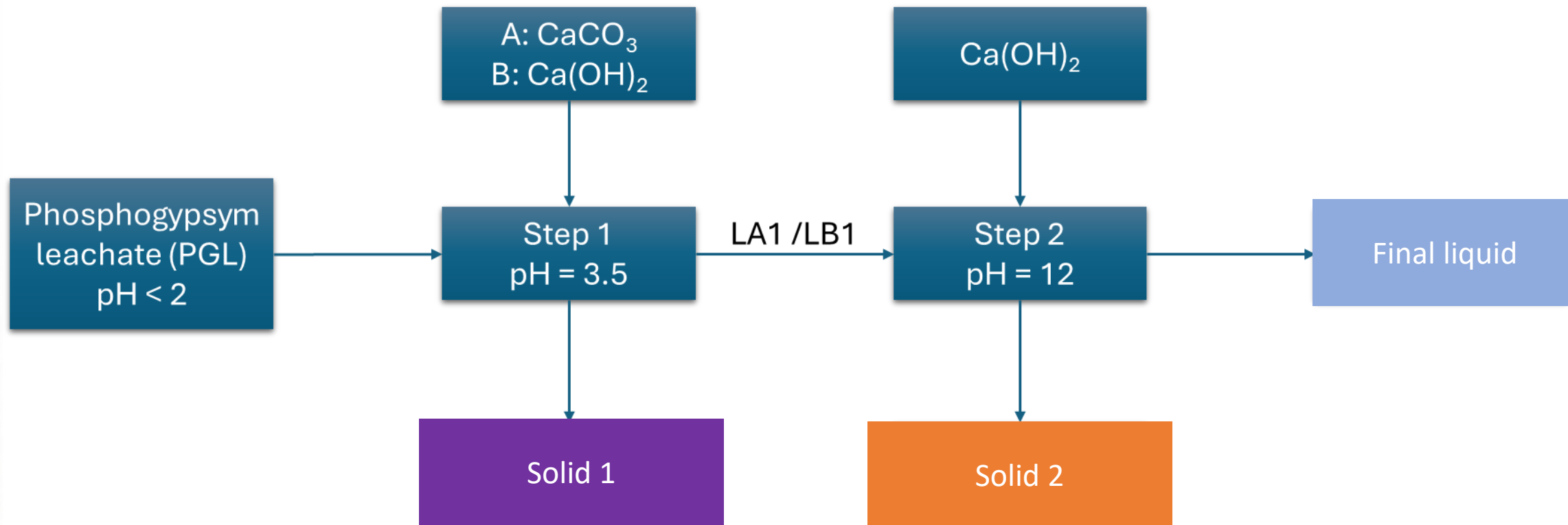


**Lixiviados de
fosfoyeso (LFY)**



Altamente contaminados con
metales pesados, fluoruros,
fosfatos y radionucleidos
 $\text{pH} < 2$

Proceso de descontaminación



2. Metodología

Diseño de experimento

Hydroxyapatite Waste
(HApW = Sólido 2)

Arcilla A
Arcilla B

Sustitución de arcilla
(20-80 wt.%)

Prensado a 40 MPa

Cocción 1150-1250 °C

Cerámicas

Propiedades mecánicas
Impacto medioambiental

Sólido 2

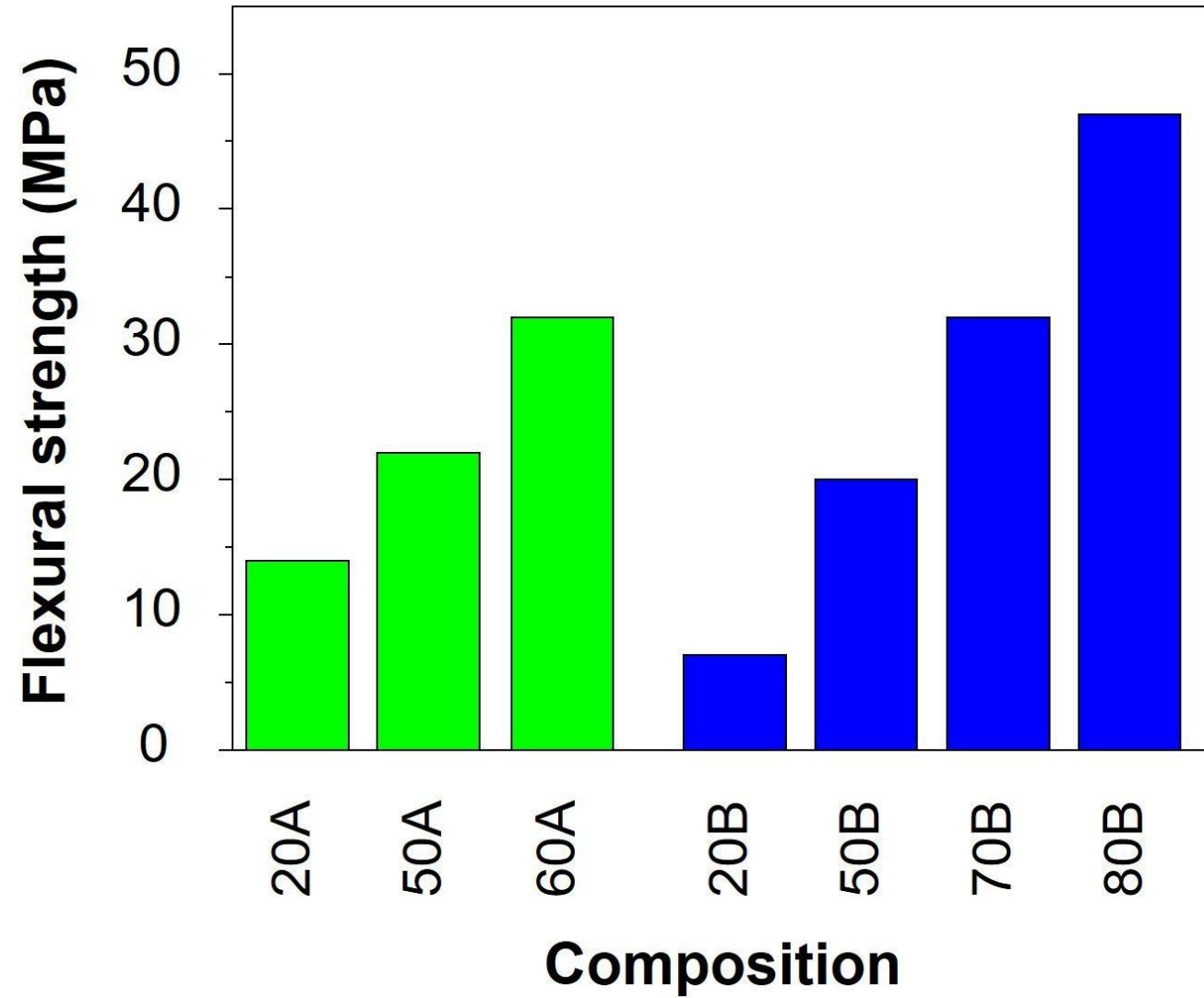
Minerales: Hidroxiapatita y amorfo

Elementos: Ca y P

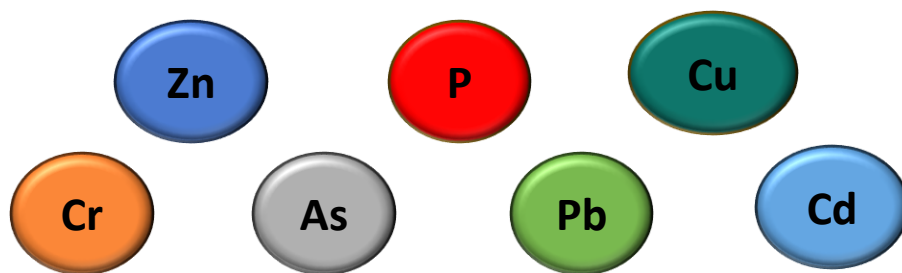
Contaminantes: Radionucleidos, metales pesados, aniones

3. Resultados

Resistencia a la Flexión



Test de Lixiviación



Las concentraciones fueron **3–5 órdenes de magnitud por debajo** del límite



Implicación radiológica: materiales de construcción

$$I = \frac{C_{226Ra}}{300} + \frac{C_{232Th}}{200} + \frac{C_{40K}}{3000}$$

Si $I < 1 \rightarrow < 1 \text{ mSv año}^{-1}$

	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	<i>I</i>
	(Bq kg ⁻¹)	(Bq kg ⁻¹)	(Bq kg ⁻¹)	
Gres porcelánico estándar	77 ± 18	55 ± 5	450 ± 24	0.68
Gres porcelánico superblanco	216 ± 43	80 ± 6	461 ± 27	1.27
Gres porcelánico coloreado	106 ± 24	68 ± 5	488 ± 28	0.86
20A	34 ± 2	25 ± 3	38 ± 2	0.25

Implicación radiológica: movilidad

^{238}U	
	(Bq kg ⁻¹)
OPC	20 ± 1
20A	2500 ± 200

En el test de lixiviación, se analizó el ^{238}U

Concentración de actividad < **0.2 Bq L⁻¹**

Dosis indicativa según Real Decreto 314/2016 < **0.1 mSv year⁻¹**

4. Conclusiones

- 
- Es **posible la valorización de HApW** como materia prima secundaria en formulaciones cerámicas.
 - Las **resistencias a la flexión** estaban comprendidas entre **7 y 47 MPa**, dependiendo del tipo de arcilla y del contenido de residuo.
 - Las evaluaciones ambientales y radiológicas confirmaron que los niveles de **contaminantes y las dosis radiactivas se encontraban muy por debajo de los límites regulatorios**, con una inmovilización efectiva de los metales pesados y del ^{238}U .

Valorización de un residuo derivado de la descontaminación de lixiviados de fosfoyeso como sustituto de arcilla en cerámicas

Francisco Javier Soto Cruz

Dpto. de Física Aplicada, Instituto de Investigación del Mar (INMAR), Universidad de Cádiz, 11510, España.

franciscojavier.soto@uca.es

Proyecto Plan Nacional: RAD-REMOVE

XIII Jornadas sobre la
Calidad en el Control de la Radiactividad Ambiental
Santander 2026 del 2 al 5 de Junio