

## Introducción:

Desde hace más de 20 años existe una clara conciencia en la comunidad científica sobre la necesidad de evaluar el impacto radiológico ocupacional y ambiental producido por las actividades realizadas por industrias convencionales no nucleares. Éstas se caracterizan bien por utilizar en sus procesos de producción materias primas enriquecidas en radionucleidos naturales, o bien por generar productos comerciales, sub-productos o residuos enriquecidos en estos radionucleidos (industrias conocidas como industrias NORM).

En el Suroeste de España (Huelva), y entre una gran variedad de industrias químicas, se localiza una dedicada a la producción de fertilizantes. En esta industria se utilizan cantidades considerables de materia prima, para la producción de ácido fosfórico, que presenta la particularidad de estar enriquecida en radionucleidos naturales, de las series del uranio, en proporción a los contenidos en suelos no perturbados.

## Material y métodos:

Las muestras utilizadas se han seleccionado de entre las recogidas de un conjunto de muestreos realizado durante los años 2008, 2009 y 2010, tratando de que sea las más representativas de toda la actividad industrial, en función de los objetivos planteados.

Para llevar a cabo una exhaustiva caracterización físico, química y radiactiva de las muestras recogidas, se han utilizado las siguientes técnicas:

- Difracción láser (Granulometría)
- Mineralogía (Difracción de rayos-X)
- Elementos mayoritarios (Fluorescencia de rayos-X)
- Elementos trazas (ICP-OES)
- Espectrometrías alfa y gamma (Caracterización radiactiva)

## Resultados y discusión:

En cuanto a la evaluación radiológica de la materia prima, se ha comprobado que es un material NORM y cómo la concentración que se obtiene de elementos mayoritarios es lo esperable.

Como resultado de la composición mineralógica de los materiales intermedios la mayoría de la fase cristalina que se encuentra en la fracción sólida que se forma del producto de la reacción roca más ácido sulfúrico (pulpa), se corresponde con la anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ). Así como la presencia, además de éste, de fluorosilicatos alcalinos como la malladrita ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) en la fracción sólida obtenida en los decantadores. En cuanto a los elementos trazas como Sr, La e Y, presenta valores, prácticamente en la totalidad de las muestras, superior a la concentración media de suelos no contaminados. Además destacar concentraciones de elementos potencialmente tóxicos como el Cd, 1000 veces superior a la de un suelo típico. Respecto a su granulometría, en general, es fina, por debajo de 30 micras. Por último, en su evaluación radiológica, se observa que están enriquecidos especialmente en radionucleido de  $^{226}\text{Ra}$  y  $^{210}\text{Po}$ , llegando a alcanzar una concentración de actividad de  $^{226}\text{Ra}$  unas 200 veces superior a la de suelos no contaminados.

En la composición mineralógica de las muestras de residuos, prácticamente el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) es la mayor de las fases cristalina que presentan y en menor porcentaje basanita ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y brushita ( $\text{Ca}(\text{HPO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Por su granulometría, destacar la diferencia de tamaño entre los fosfoyesos, que por el proceso de precipitación es relativamente gruesa, y fosfoyesos negros que es más fina, hecho completamente compatible con el enriquecimiento encontrado. Para finalizar, comentar que en general, el radionucleido que presenta mayor concentración es el  $^{226}\text{Ra}$ .

## Conclusiones:

Ciertos materiales pueden tener impactos importantes tanto en la salud de las personas como en el medio ambiente, lo que hace de la tarea de caracterizar de forma correcta este tipo de materiales, una necesidad absoluta.

La caracterización física, química y radiactiva de los materiales seleccionados ha permitido comprobar y evaluar el grado de fraccionamiento de los diferentes elementos y compuestos en las principales etapas analizadas del proceso industrial.

Los resultados radiactivos indican que la principal materia prima utilizada en el proceso industrial, es un material NORM.

Los niveles de elementos mayoritarios, determinados por FRX, se correlacionan con el origen de las materias utilizadas.

Se ha observado una granulometría más fina en los fosfoyesos negros que en los fosfoyesos blancos, debido a su origen diferente.

Las muestras con mayor contenido de radionucleidos naturales como  $^{226}\text{Ra}$  y  $^{210}\text{Po}$  son las incrustación de interior del bajante de la tubería de ácido fosfórico de producción y fosfoyesos negros, con niveles hasta 1000 veces superior a suelos no contaminados.