



PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ESTABLECER VARIABLES DE DECISIÓN MINERA, MEDIANTE CORRELACIÓN GEOLÓGICA Y TÉCNICAS DE BENEFICIO MINERAL EN FOSFATOS SEDIMENTARIOS



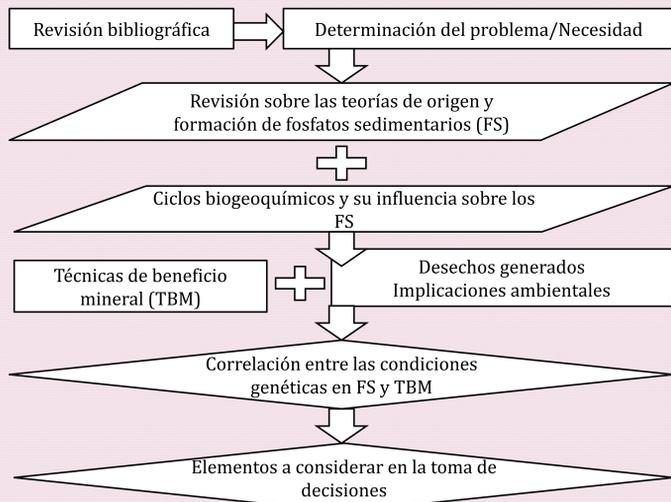
• PIÑA DÍAZ, AURORA BETZABÉ aurorabpd@gmail.com

• UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA. FACULTAD DE INGENIERÍA. ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA. DEPARTAMENTO DE MINAS. Apartado 54027

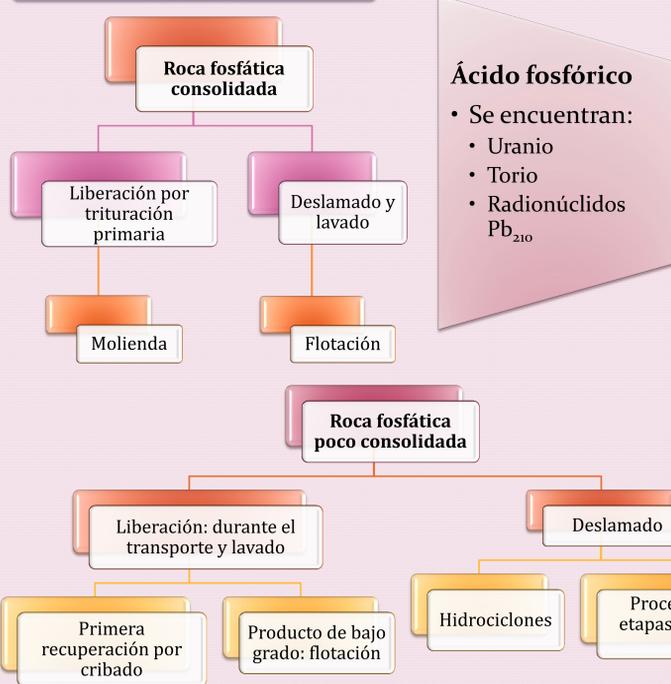
Objeto del estudio

- Identificar variables mineras para la toma de decisiones para fosfatos sedimentarios mediante correlación de condiciones genéticas y técnicas de beneficio mineral.

Metodología



Beneficio mineral



Ácido fosfórico

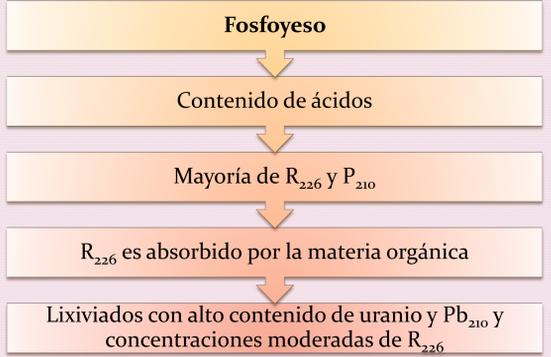
- Se encuentran:
 - Uranio
 - Torio
 - Radionúclidos Pb_{210}

Teorías de formación. Siglo XX

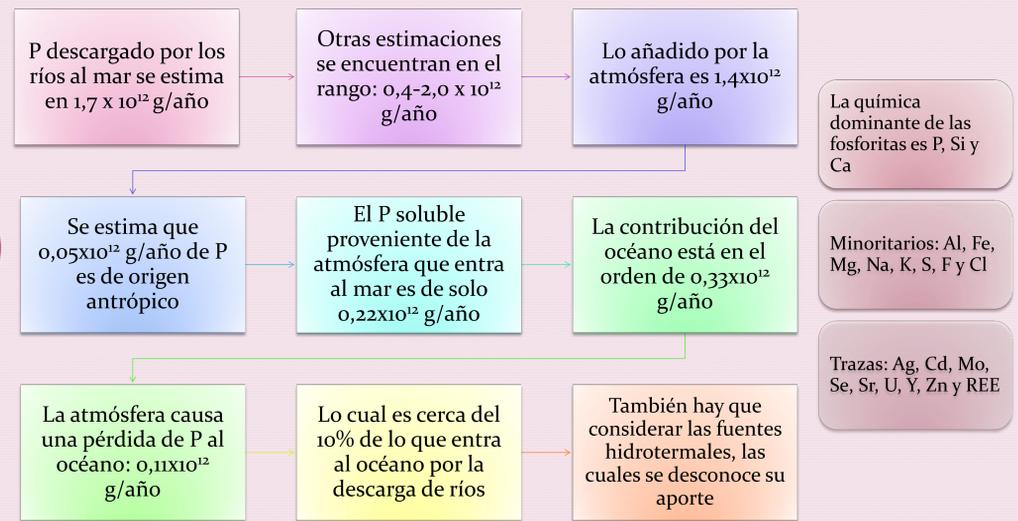


Mineralogía y geoquímica

- Los minerales más comunes es F-carbonato-apatito
- Triple asociación: fosfato-chert/porcelanita-materia orgánica
 - Los chert son derivados de diatomeas y radiolarios
- La materia orgánica es frecuente, se encuentra con la pirita
 - Es indicador de ambiente reductor/anóxico
- Las fosforitas están asociados a elementos traza
 - Uno de los más interesantes es el U (concentraciones entre 50-150 ppm)



Ciclo del fósforo y química dominante



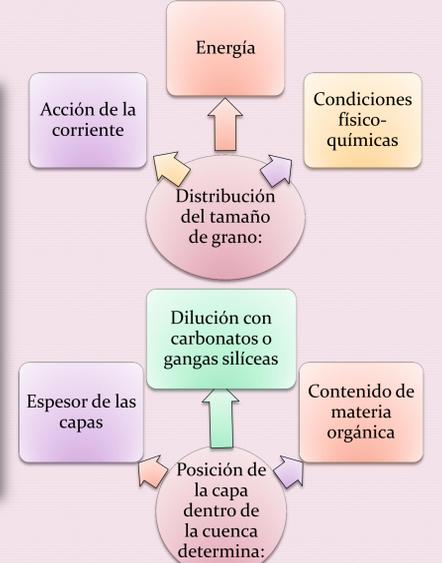
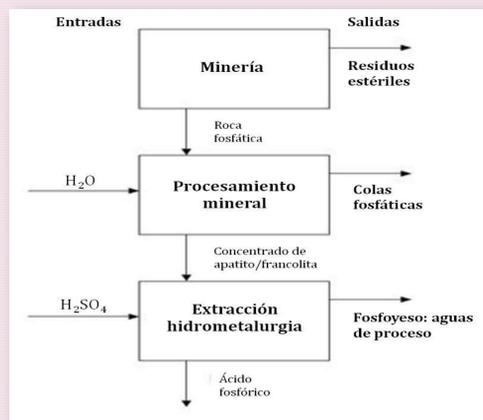
V, Ni, Cr, Zn y U Relación con Materia orgánica + actividad biológica: microorganismos

El P es elemento traza en el agua de mar

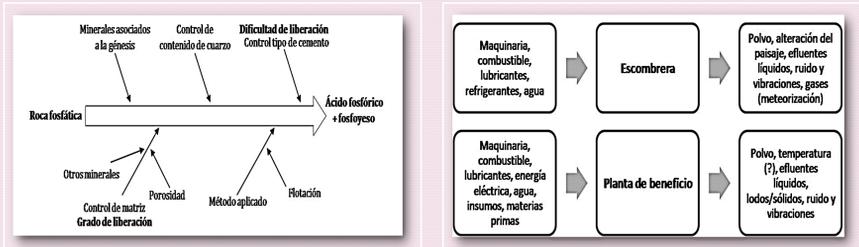
La sobresaturación de P: Está relacionada con esqueletos/huesos de peces

- Prueba**
 - Determinar MgO
 - Afecta la producción de ácido fosfórico
- Flotación**
 - Separar por tamaño
- Lavado**
 - Generación y gestión de residuos

Geología y beneficio mineral



Técnicas y herramientas para el análisis



Espina de pescado

| Geológicos | Geoquímicos | Beneficio mineral y minería |
|---|---|---|
| -Característica particular: triple asociación fosfatos, chert y sedimentos con abundante materia orgánica. -La composición química dominante es P, Si, Ca. -Elementos minoritarios: Al, Fe, Mg, Na, K, S, F y Cl. -Elementos trazas: Ag, Cd, Mo, Se, Sr, U, Y, Zn y REE. | -Los elementos traza se encuentran en el apatito por: (1) química cristalina y aceptación de iones extraños y (2) geoquímica única dada la disponibilidad de estos elementos en el ambiente de depositación. -El enriquecimiento en: Ag, Cd, Mo, Se, Sr, U, Y, Zn y Tierras Raras (excepto Ce) es probablemente indicativo de su génesis. -El enriquecimiento de Cd, U, Y y lantanos, Sr, Pb y Zn son conocidos y sustituyen al Ca en el apatito. -Los modos de fijación de elementos como As, Cd, Cu, Mo y V son debidas a la presencia de materia orgánica, detritos finos y sulfatos metálicos sueltos. | -La materia orgánica debe ser eliminada. -Remoción de Mg antes de la producción de ácido sulfúrico, pues puede causar errores (requerir más H_2SO_4 y reducir el producto buscado). Concentración debe ser >1%. -Cuidar las concentraciones de algunos elementos como Cd, U que pueden acumularse en seres vivos y entrar en la cadena alimentaria. -Altas concentraciones de radionúclidos, Ar, Cd, Se y To pueden limitar sus usos. -Tratamiento de efluentes y lixiviados donde puedan existir metales y metaloides como Ag, As, Cd, Cu, Mo, Ni, Sb, Se, V y Zn. |

Ciclo de vida

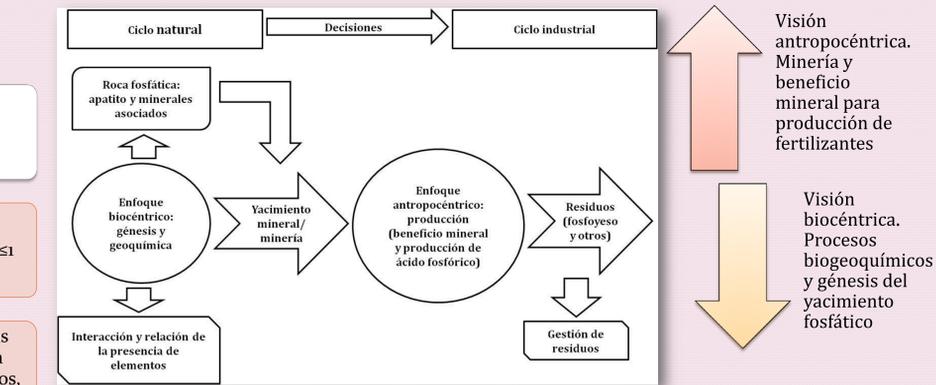
| Roca fosfática | Proceso implicado | Salidas y desechos |
|--|---|---|
| -Dureza, consolidación, distribución de los granos minerales presentes. -Minerales presentes en la ganga. | -Reducción de tamaño/molienda. -Grado y calidad de la liberación (mineral/ganga). -Energía necesaria para la reducción de tamaño. -Producción de ácido fosfórico. -Separación de la ganga por medios densos, separación magnética, flotación con espuma, entre otras. | -Producción de aguas de lavado en separación/crudo en húmedo. El mineral es posible que requiera retirar las lamas, arcillas y minerales carbonatados. -Los cloruros solubles se sacan con agua, por lo que estos quedan disueltos en estos fluidos. -El procedimiento de eliminar ganga con agua deja en el líquido sólidos finos en suspensión. -Las aguas de proceso pueden tener pH muy bajo (pH5.1). -Desechos que contienen reactivos de los procesos de beneficio mineral. |

- Estéril**
 - Material no conforme. Estabilidad y reforestación
 - Erosión. Efluentes y lixiviados
- Relaves fosfatos**
 - Material grueso usado en recuperación de espacios
 - Construcción de lagunas de sedimentación

- Fosfoyeso**
 - Mayor residuo generado por la industria
 - Por 1 ton de ácido fosfórico se producen entre 3 y 6 ton de fosfoyeso
 - Los mayores componentes son calcio y sulfato
- Aguas de procesos**
 - Tienen $pH \leq 1$
 - Estas aguas contienen radionúclidos, metales pesados y metaloides
 - Estas aguas requieren vigilancia y aislamiento

Propuesta

- Estudios encontraron que los fertilizantes han introducido metales traza
- Autores mencionan "incremento dramático en el uso de fertilizantes"
- Cultivos como: remolacha azucarera y papas
- Se recomienda hacer líneas base para identificar proveniencia de metales en cultivos



Visión antropocéntrica. Minería y beneficio mineral para producción de fertilizantes

Visión biocéntrica. Procesos biogeoquímicos y génesis del yacimiento fosfático

Cuadro de relaciones geológicas-geoquímicas

| | | | |
|---|---|--|---|
| Uranio es indicador de fosfatos primarios | Otros metales son factores a considerar en productos y desechos | La granulometría puede considerarse bastante homogénea | Matriz y cemento son de influencia en la energía necesaria para la liberación del mineral |
|---|---|--|---|

Cuadro relaciones procesos mineros y beneficio mineral

| | | | |
|---|--|---|--|
| El método de beneficio cambia con el grado de consolidación | Elementos problemáticos: Mg, Q y Otros metales | Importante es considerar que la sedimentación clástica es poca o nula | Ciclos biogeoquímico del fósforo y el empleo de la ecología industrial |
|---|--|---|--|

Conclusiones

| | | | |
|---|---|--|---|
| Uranio es indicador de fosfatos primarios | Otros metales son factores a considerar en productos y desechos | La granulometría puede considerarse bastante homogénea | Matriz y cemento son de influencia en la energía necesaria para la liberación del mineral |
|---|---|--|---|