

FABRICACIÓN DE **ÁCIDO FOSFÓRICO**

Enrique Mapelli Brahm 77816444-S

Asignatura Química Industrial

Grado Ingeniería Química Industrial

-Ácido fosfórico

El objeto a estudiar será el Ácido Fosfórico. El ácido fosfórico de 100% es una masa blanca cristalina.

Fórmula química: H_3PO_4

Nombre Comercial: Ácido Fosfórico

Nombre Químico: Acido Orto- fosfórico

Familia Química: Acido Inorgánico

Información DOT: Corrosivo, Clase 8

Otros Datos: Uso industrial

Estado Físico: Líquido. Es tan fuertemente higroscópico y tan fácilmente soluble en agua que absorbe la humedad del aire y se disuelve.

Olor: Inoloro

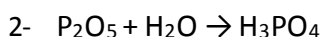
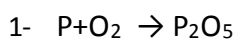
Color: Verde, ámbar o incoloro

PH: 1.0 a 1% w/w

-Métodos de fabricación

El ácido fosfórico, se pueden obtener por dos métodos:

Vía Seca: El ácido fosfórico (orto- fosfórico) se obtiene por combustión de fosforo blanco con aire por medio del quemador de fosforo (para dar pentóxido en una cámara de combustión. La mayor parte del pentóxido de fosforo en la cámara de combustión se disuelve en este ácido fosfórico diluido, que se concentra así hasta el 85% y se recoge en 18%.



Vía Húmeda: Según este método, que todavía es objeto de numerosas patentes, el ácido se obtiene directamente de la roca fosfórica, $Ca_5(PO_4)_3F$ que está compuesta en su mayoría de fosfatos cálcicos ($Ca_3(PO_4)_2$), por reacción con ácidos minerales como el sulfúrico. En esencia, el método se funda en la conversión del fosfato cálcico terciario en ácido fosfórico y sulfato de calcio (yeso).

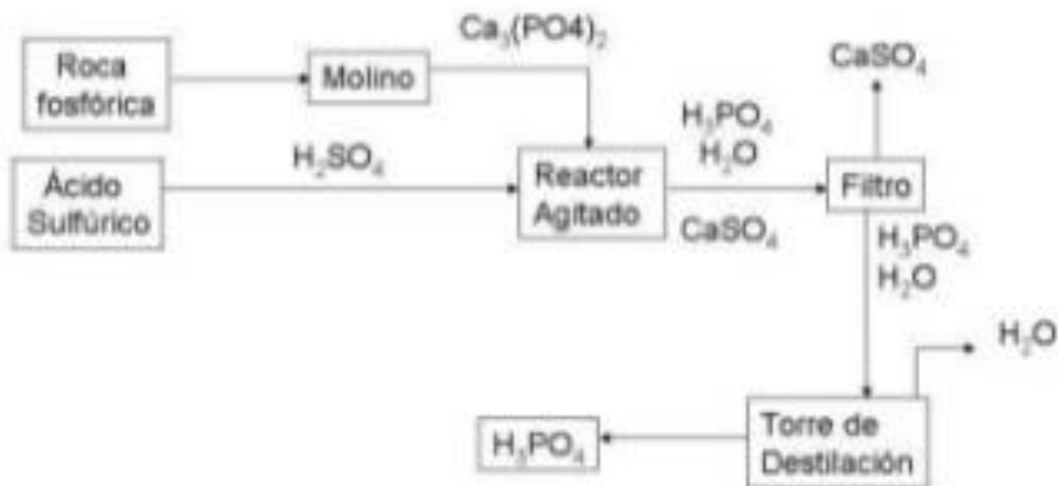
Este ácido fosfórico húmedo no es tan puro como el obtenido del fosforo blanco. Existen varios métodos de realización por vía húmeda:

- 1- Rhone Poulenc: Consta de 1 reactor con agitador central y con baffles, existe una adición de H_2SO_4 en diversos puntos a través de dispersión. No posee sistema de recirculación. *(En este método se centrara mi desarrollo)*

- 2- Prayon: Consta de un único reactor dividido en tres diferentes secciones. Consta con varios agitadores en cada sección y la adición de H_2SO_4 normalmente se realiza en las 2 primeras secciones.
- 3- Siape: Se recomienda para rocas de alto contenido de carbonatos donde se utiliza la emisión de CO_2 como medio de agitación y conducción de fluido. Consiste en un reactor con un cilindro interno donde se adiciona el H_2SO_4 , ácido de reciclo y la roca.

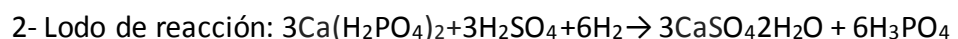
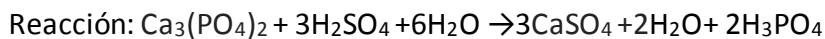
-Fabricación del Ácido fosfórico por vía húmeda

Vamos a centrarnos en la fabricación de ácido fosfórico por el método de Rhone Poulenc que se basa en un reactor con agitador a diferencia de los demás métodos



Descripción general:

- 1- Preparación de la roca fosfórica: Extraemos el mineral y lo pulverizamos en un molino para poder hacerlo reaccionar con ácido sulfúrico.
- 2- Formación del ácido fosfórico: Se agrega el material molido al reactor alimentándolo también de ácido sulfúrico y agua.



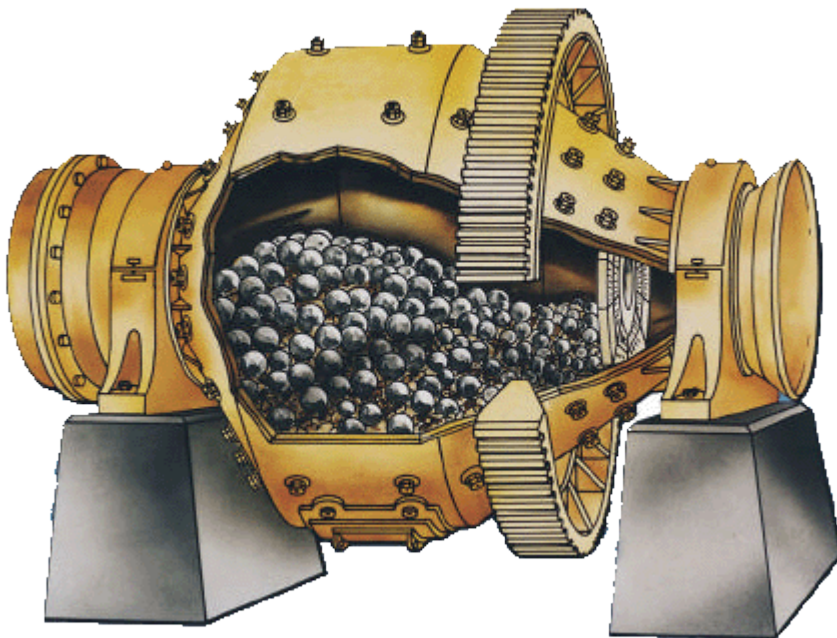
- 3- Eliminación del fosfoyeso: Para separar el ácido fosfórico disuelto en el agua y el sulfato de calcio se decanta y filtra, con lo que se separa en forma sólida el fosfoyeso y el ácido fosfórico pasa disuelto en agua.

- 4- Obtención de ácido fosfórico concentrado: Para eliminar el agua el ácido fosfórico se pasa por una columna de destilación, donde por diferencias de puntos de ebullición se separa el agua quedando el ácido fosfórico listo para almacenar.

Descripción detallada:

Para la fabricación de ácido fosfórico por vía húmeda se requieren los siguientes equipos de proceso:

1. Molino: Es el encargado de moler la roca fosfórica para dejarla de tamaño de alrededor de $\frac{1}{4}$ de pulgada y así alimentar el reactor con la misma. En este caso el recomendado es el de bolas.

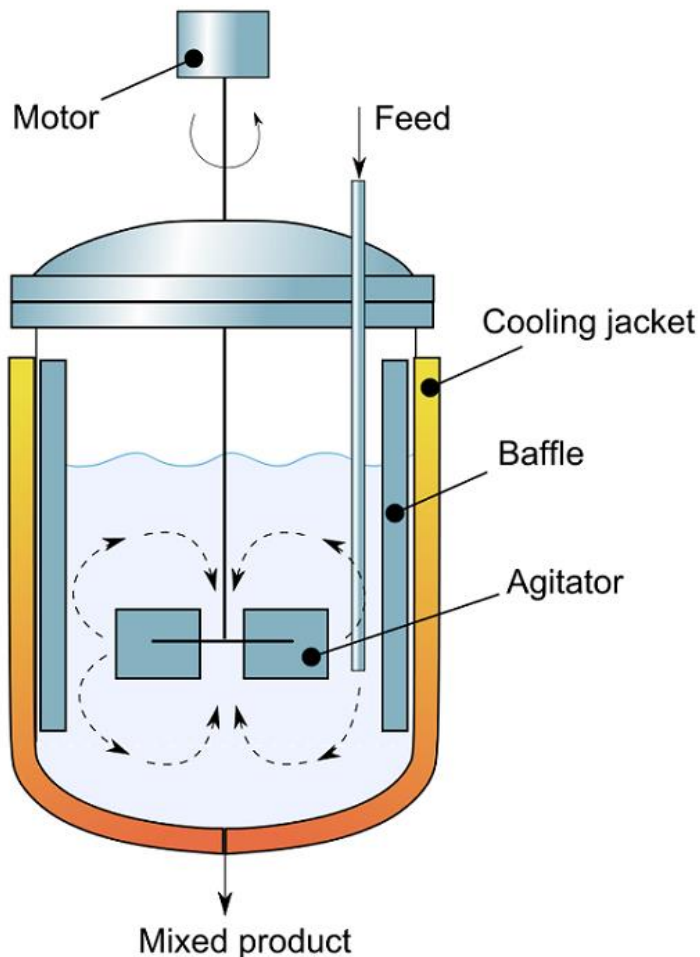


2. Reactor: Para este proceso su modo de operación debe ser por lotes, continuo de tanque agitado. El 60% de tiempo de reacción será utilizado para la etapa de digestión y el 40% restante para el ataque con ácido sulfúrico a la roca fosfórica.

Material de construcción: teniendo en cuenta, la temperatura de reacción, el efecto de la corrosión y la presión de operación, que corresponde a la presión atmosférica, para lo cual se debe utilizar acero inoxidable. Este material resulta ser adecuado puesto que la corrosión que se presenta en la producción de ácido fosfórico, es del tipo generalizada e intergranular, y este resulta ser el elemento más positivo para inhibir la corrosión, por su contenido de cromo.

Agitador: la selección adecuada, del agitador para el reactor de producción de ácido fosfórico, tiene alta importancia, para conseguir un buen funcionamiento del mismo y

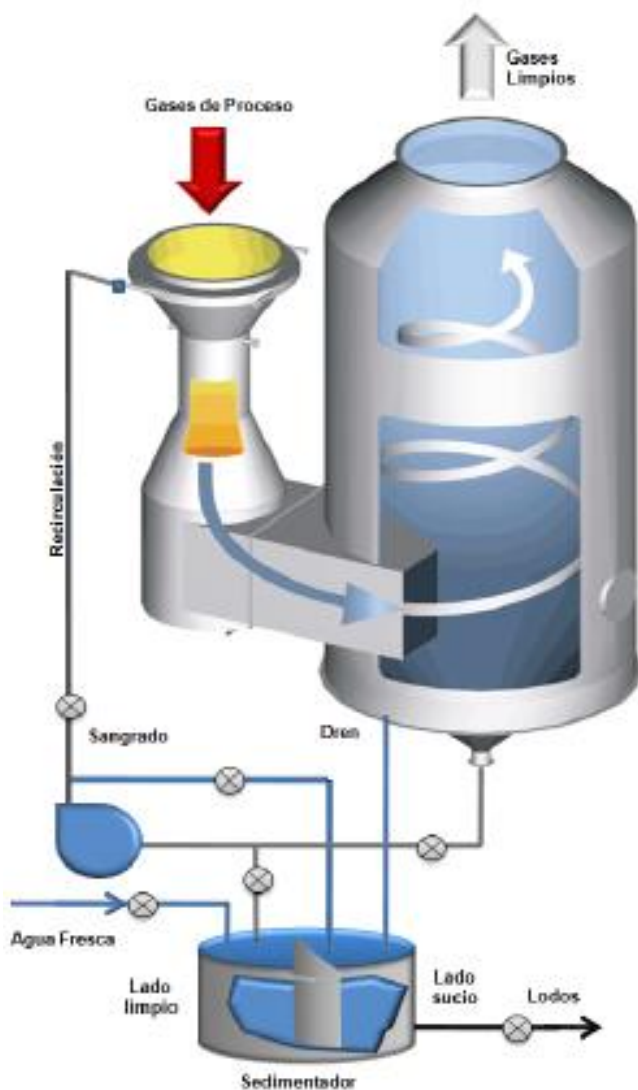
alcanzar homogeneidad en la reacción. El diseño para este tipo de reactores, depende de las fases de los fluidos, en este caso sólido-líquido, a ser mezclados. Para reactores de menos de 1,8 metros de diámetro, se debe utilizar, como mejor alternativa usar un agitador de hélice (flujo axial).



3. Lavador de gases: Es un sistema de depuración que se usa para eliminar algunas partículas y/o gases de escape de las corrientes de la industria.

En el caso de los procesos por vía húmeda la depuración se realiza por contacto de los compuestos de interés o las partículas con solución de lavado, estas pueden ser agua o soluciones de reactivos que ataquen ciertos compuestos. En el caso del proceso de producción del ácido fosfórico se usa un lavador de Venturi, de alta eficiencia de remoción, que permite una adecuada remoción del contenido de flúor en los gases antes de su emisión a la atmósfera, procurándose las condiciones de operación que permita obtener concentraciones de flúor (F).

El lavador funciona mediante 3 componentes: el primero es el ejector donde se cambia la presión y velocidad a los gases de combustión, para darles la suficiente velocidad para que tengan un choque con el fluido de lavado y así facilitar la reacción química entre estos. El fluido de lavado se atomiza formando un cono de pequeñas gotas de fluido. Luego pasa al tanque separador donde contiene la solución que neutraliza los gases contaminantes y que recolecta las partículas presentes en el flujo de gases. Por último está el eliminador de gotas en el que se separa el líquido presente en el flujo de gases, antes de ser emitido por la chimenea.

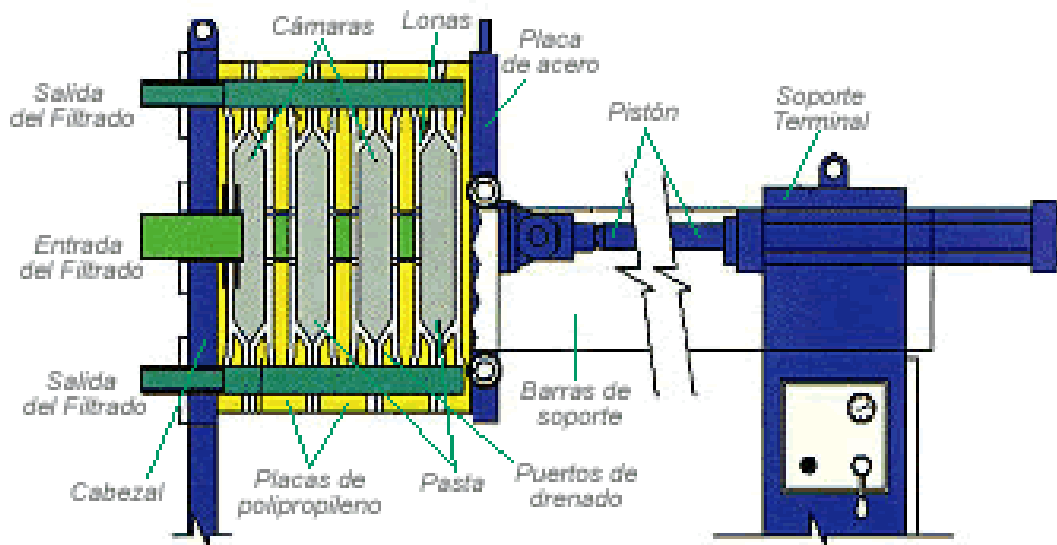


4. Decantador: Se realiza una separación de los sólidos insolubles a través de una decantación a gravedad, con el fin de obtener el ácido fosfórico líquido, preparado para ingresar a la etapa de filtración. El carbonato cálcico es muy buen decantador y para optimizar y evitar atascos en el proceso de filtración se procesa antes por un decantador.

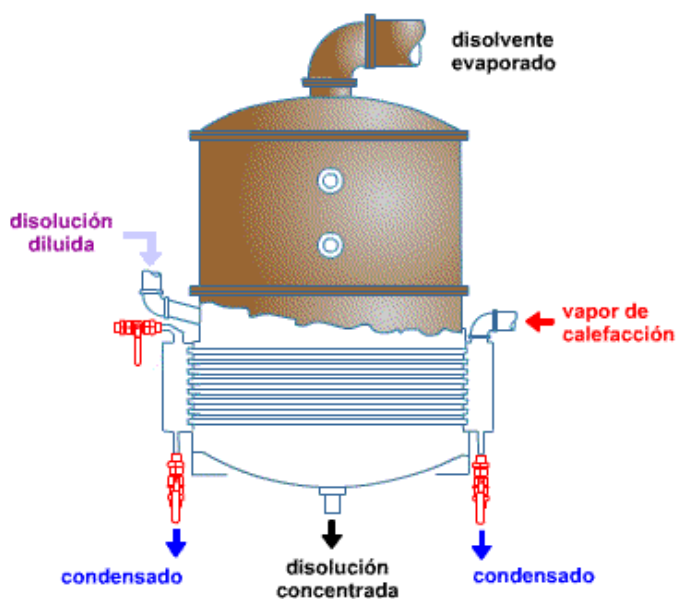


5. Filtro: Consiste en la separación de una mezcla de sólidos y fluidos, en la cual a través de un medio poroso se retienen las partículas sólidas contenidas en la mezcla, que en este caso es el sulfato de calcio o yeso.

Se usa un filtro prensa, el cual consiste en una serie de elementos vibrantes verticales, ordenados horizontalmente que cuentan con un esqueleto que soporta los platos o elementos filtrantes. Las caras de cada plato están cubiertas con un medio filtrante formando una serie de cámaras perforadas en las cuales, se introduce bajo presión el alimento, el medio filtrante retiene el material sólido, y el líquido, fluye a través de la torta formada, del medio filtrante, de la superficie de drenaje del plato y por último recolectado. Cuando se completa el ciclo de filtración, se separan los platos y la torta formada se desprende de los platos y se descarga.



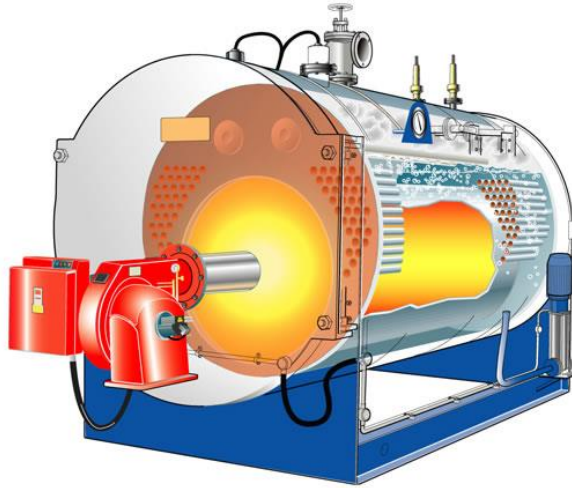
6. Evaporador: Su objetivo es eliminar cierta cantidad de agua, para obtener el producto deseado con mayor concentración. Asumiendo que el ácido fosfórico sale de la etapa de filtración, entra al evaporador a una temperatura de 70°C. La concentración de entrada al evaporador es de alrededor del 30% H_3PO_4 y sale del mismo con una concentración de entre 50-80%.



7. Dosificadores: Como el proceso es por lotes, se necesitan 3 dosificadores para el agua, ácido sulfúrico y ácido fosfórico, para ingresar al reactor como materias primas.



8. Caldera: Se usa para obtener un control de temperatura en el reactor de producción de ácido fosfórico y en las demás unidades.



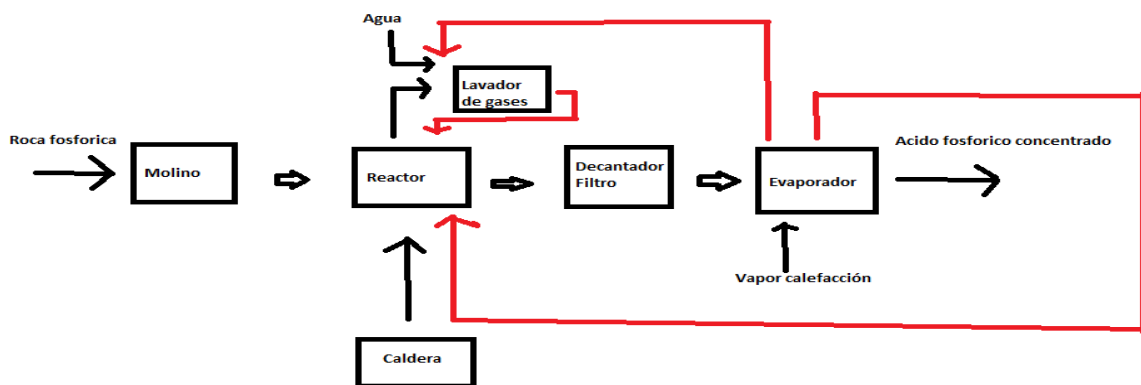
-Mejoras en el proceso de fabricación por vía húmeda

1- Reducción de la energía suministrada por la caldera, encargada de mantener la temperatura en el reactor, con el juego de temperaturas que se obtiene del agua evaporada en el evaporador.

2- El lavador de gases de Venturi tiene la desventaja de consumir mucha agua coste que se podría reducir si usáramos el agua procedente del líquido de calefacción del evaporador o de la reciclada para mantener la temperatura en la caldera.

3- Los gases limpios del lavador salen con cierta energía cinética la cual podríamos utilizar como motor de las hélices del reactor.

En los 3 puntos sería necesaria la realización de cálculos para ver la viabilidad de los procesos, ya que puede ser que alguno no sea rentable.



-Reutilización de los residuos generados en el proceso de fabricación

1- Residuo inorgánico procedente del lavador de gases: El residuo que se genera en el proceso de lavado de gases, procedentes del reactor, por efecto Venturi son de carácter inorgánico más concretamente ácido fluorosilícico, concentraciones de flúor, que será utilizado en su totalidad para la fluoración del agua potable, esta fluoración

se lleva a cabo con el objetivo de evitar caries en la dentadura humana. El flúor es un producto muy utilizado en el ámbito de la odontología y sus derivados.

2- Residuo sólido procedente de la filtración y decantación: Como ya sabemos en la producción de ácido fosfórico se forma un subproducto, desarrollado anteriormente, llamado fosfoyeso. Este subproducto no se puede utilizar como yeso blanco, con gran salida para la construcción, ya que contiene fosfatos insolubles que afectan significativamente al tiempo de fraguado y a la resistencia al agua. El fosfoyeso se puede utilizar directamente para:

- Recuperación de suelos salinos.
- Aplicación en pequeñas porciones en betún, empleado en el asfalto, para mejorar la flexibilidad y elasticidad.
- Como cubierta en vertederos para acelerar los procesos de biodegradación.

La problemática que se genera es que es mucho mayor la producción de fosfoyeso, como subproducto, que la salida que se le puede dar a la par y esto deriva en el vertido descontrolado en balsas que no están preparadas para tal vertido. Como solución se propone verter este subproducto en antiguas minas o canteras cerradas sellarlas con vegetación activa y volver a explotarlas para extraer el propio vertido.

-Fuentes de información

Tripoliven productora de ácido fosfórico

<https://es.scribd.com/doc/221877816/Obtencion-de-Acido-Fosforico>

<https://disenodeplantasgutierrezsegura.wordpress.com/equipos-de-procesos/>

<http://www.tesisred.net/bitstream/handle/10803/10684/1de8.RAGintroduccion.pdf?sequence=2>

http://www.diquima.upm.es/old_diquima/docencia/tqindustrial/docs/cap4_fosforico.pdf

<http://www.agenciasinc.es/Noticias/El-fosfoyeso-mejora-propiedades-del-asfalto-alteradas-por-la-temperatura>

<http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/8618C7F6-8603-4EB7-A190-496EC0A8A3B7/119940/FOSFOYESO1.pdf>