



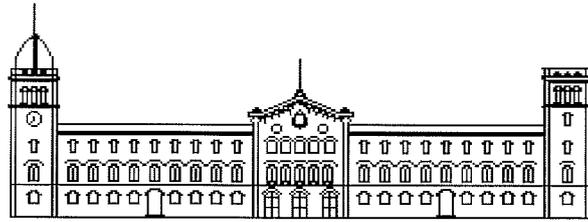
# Procesos industriales de acondicionamiento de caolín para su utilización como materia prima en la síntesis de zeolita X

Fernando García Colina

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



**UNIVERSIDAD DE BARCELONA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA  
Y METALURGIA**

**PROCESOS INDUSTRIALES DE  
ACONDICIONAMIENTO DE CAOLIN PARA  
SU UTILIZACION COMO MATERIA PRIMA  
EN LA SINTESIS DE ZEOLITA X**

**Fernando Garcia Colina**

---

## 7. RECOMENDACIONES

---

Como se ha mostrado a lo largo de la exposición de los trabajos realizados, la síntesis de la zeolita X a partir de caolines de razón  $R_{\text{caolín}}$  ajustada ha sido muy escasamente estudiada. Como consecuencia inevitable, el autor ha debido aceptar el reto de trabajar en un entorno en el que siempre quedaron gran cantidad de cuestiones por resolver. Consecuencia de ello es el número de estudios que se proponen en este capítulo y que el autor del presente trabajo invita al lector interesado en el tema a emprender con la seguridad de que encontrará en ellos incontables motivos de satisfacción tanto personal como profesional. Los trabajos recomendados se han clasificado según el mismo criterio empleado en la exposición y son los que se detallan a continuación:

- **Naturaleza de las materias primas.** (i) Estudiar el efecto que tienen caolines de diferentes composiciones mineralógicas y químicas en las reacciones con HCl, NaHSO<sub>4</sub> y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. (ii) Estudiar el efecto de la proporción de impurezas (Ti y Fe fundamentalmente) sobre las reacciones mencionadas.
- **Reacción con HCl.** (i) Estudiar la cinética para todas las condiciones de operación y extraer conclusiones. (ii) Estudiar la variación en el tamaño de partícula que tiene lugar durante la reacción (iii) Estudiar la evolución de los poros que aparecen durante la reacción y confrontar los resultados obtenidos con los expuestos en este trabajo. (iv) Desarrollar el esquema de proceso para el ajuste de la razón  $R_{\text{caolín}}$  empleando este reactivo y realizar un estudio técnico y económico comparativo respecto de los otros reactivos.
- **Reacción con NaHSO<sub>4</sub>.** (i) Estudiar la cinética para todas las condiciones de operación y extraer conclusiones. (ii) Estudiar la cinética para tiempos de reacción muy cortos (inferiores al minuto). (iii) Estudiar los gases emitidos durante la reacción y confrontar los resultados obtenidos con los expuestos en este trabajo. (iv) Analizar en profundidad la estequiometría verdadera de la reacción. (v) Estudiar la variación en el tamaño de partícula que tiene lugar durante la reacción (vi) Estudiar la evolución de los poros que aparecen durante la reacción y confrontar los resultados obtenidos con los expuestos en este trabajo. (vii) Desarrollar el esquema de proceso para el ajuste de la razón  $R_{\text{caolín}}$  empleando este reactivo y realizar un

## RECOMENDACIONES

estudio técnico y económico comparativo respecto de los otros reactivos. (viii) Llevar a cabo un diseño detallado de los equipos más relevantes del proceso, en especial el reactor.

- **Reacción con  $H_2SO_4$ .** (i) Estudiar la cinética para todas las condiciones de operación y extraer conclusiones. (ii) Estudiar la cinética para tiempos de reacción muy cortos (inferiores al minuto). (iii) Estudiar los gases emitidos durante la reacción y confrontar los resultados obtenidos con los expuestos en este trabajo. (iv) Analizar en profundidad la estequiometría verdadera de la reacción. (v) Estudiar la variación en el tamaño de partícula que tiene lugar durante la reacción (vi) Estudiar la evolución de los poros que aparecen durante la reacción y confrontar los resultados obtenidos con los expuestos en este trabajo. (vii) Estudiar la reacción de caolín con mezclas hidrógenosulfato de sodio - ácido sulfúrico y analizar sus ventajas e inconvenientes. (viii) Desarrollar el esquema de proceso para el ajuste de la razón  $R_{caolin}$  empleando este reactivo y realizar un estudio técnico y económico comparativo respecto de los otros reactivos. (ix) Llevar a cabo un diseño detallado de los equipos más relevantes del proceso, en especial el reactor.
  
- **Reacción con NaOH.** (i) Estudiar la cinética de la reacción. (ii) Estudiar el efecto que tiene la preparación del caolín de razón  $R_{caolin}$  ajustada en la cinética de la reacción con NaOH.
  
- **Síntesis de zeolita X.** (i) Acometer un estudio detallado del efecto de la preparación del caolín de razón  $R_{caolin}$  ajustada en la conversión de la reacción de síntesis de la zeolita X así como en su calidad (ii) Realizar un estudio de la optimización de las variables que intervienen en la síntesis de la zeolita X teniendo en cuenta los resultados obtenidos (iii) Proponer esquemas de proceso detallados para la síntesis de zeolita X por esta ruta. (iv) Realizar un estudio de viabilidad técnica y económica para la síntesis de zeolita X a partir de caolín de razón  $R_{caolin}$  ajustada y comparar los resultados obtenidos con los existentes para el proceso convencional de síntesis a partir de silicato y aluminato sódicos.