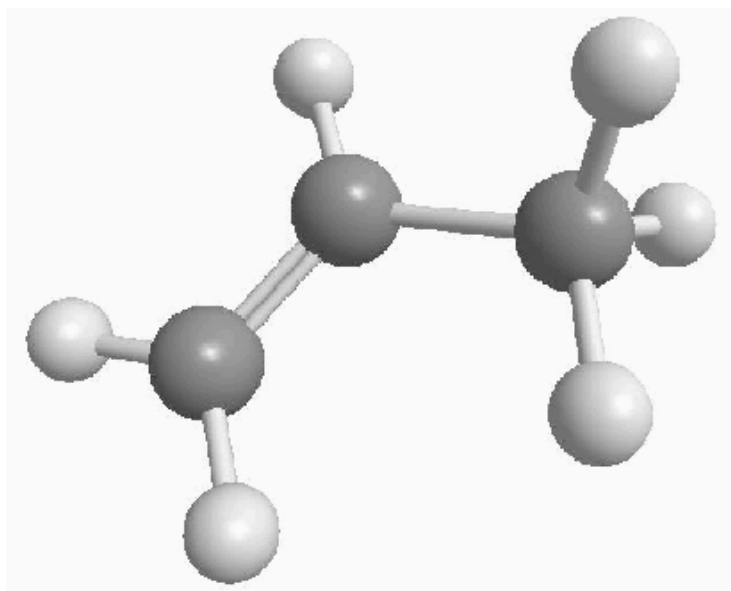
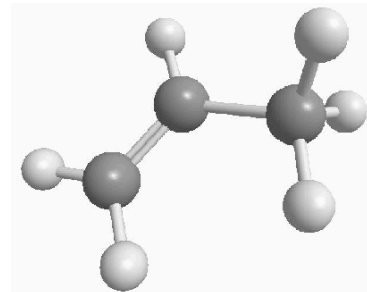


Propileno y derivados



Propileno



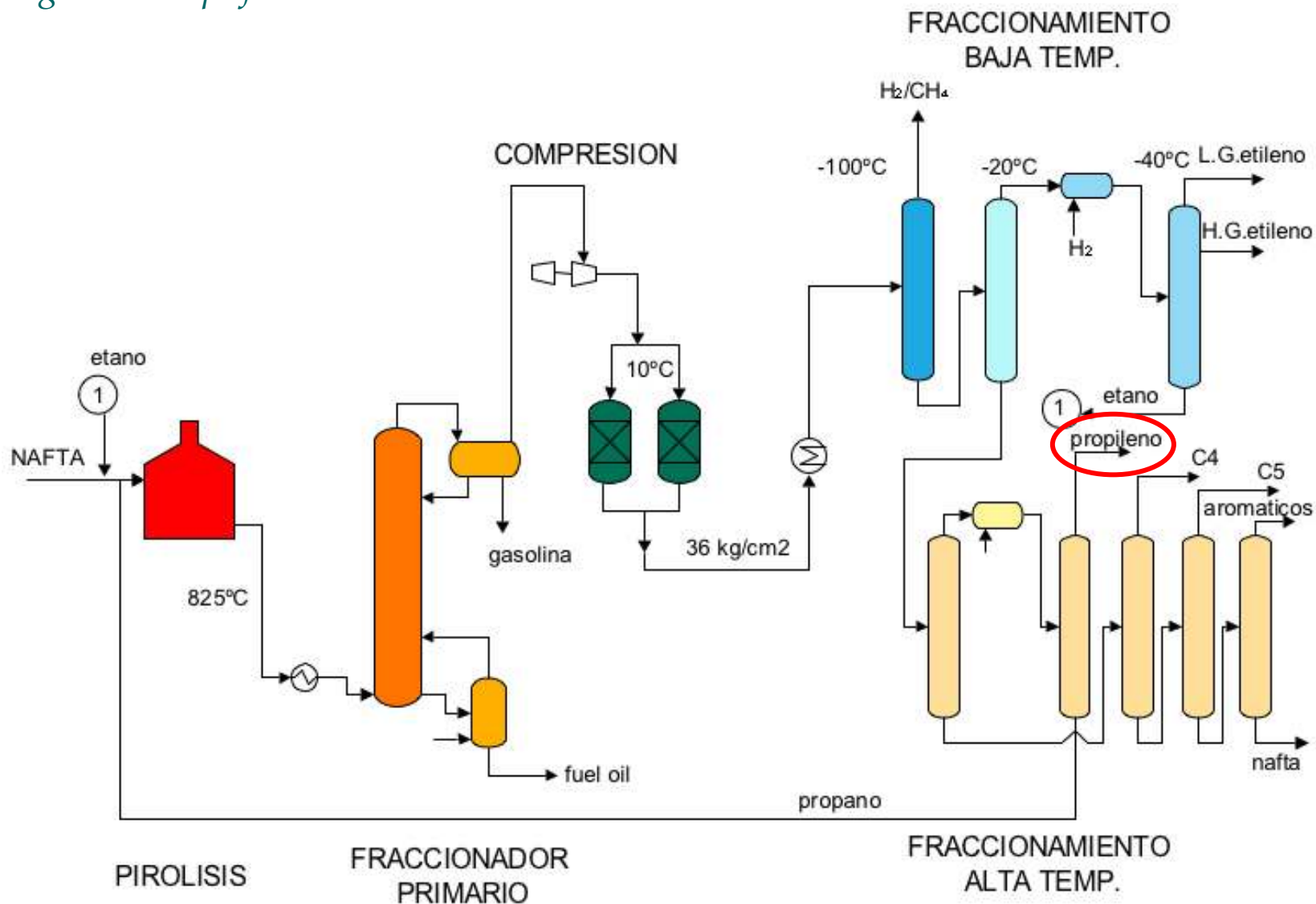
- Temp. normal ebullición: $-47,7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Temp. crítica: $91,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Presión crítica: $4,47\text{ MPa}$
- Límites de explosividad: $2,2 - 10\text{ \%v}$
- Muy reactivo (polimerización, oxidación, halogenación, alquilación, ...): radical alilo estabilizado por resonancia

Obtención del propileno

- **Obtenido como:**
 - i) subproducto de producción de etileno (craqueo con vapor);
 - ii) subproducto de operaciones de refinería
- **Tres variedades: Refinery Grade (50-70 %), Chemical Grade (92-94 %p) y Polymer Grade (>99 %p)**

Producción de olefinas mediante craqueo con vapor de una nafta

Diagrama simplificado



Rendimiento en etileno y propileno en el craqueo con vapor de naftas

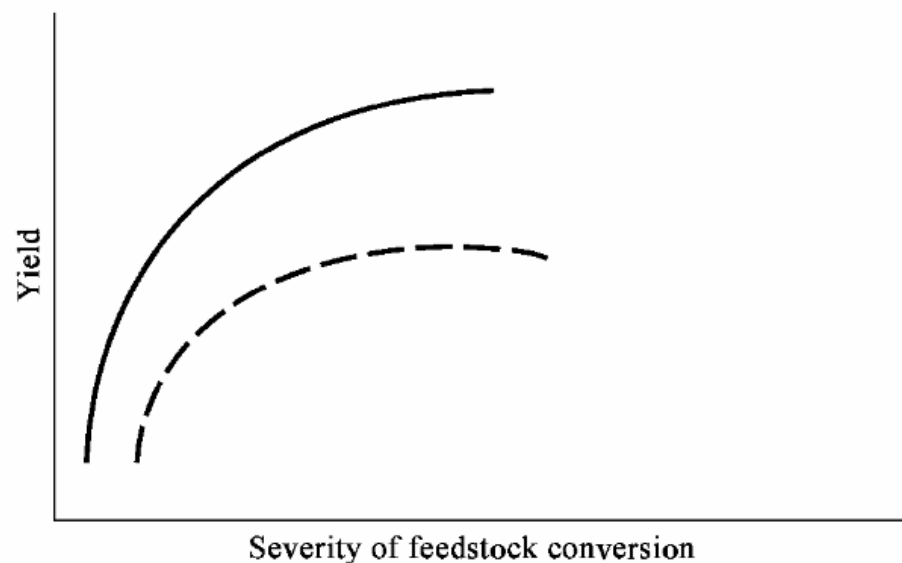


Fig. 1. Ethylene (—) and propylene (---) yields.

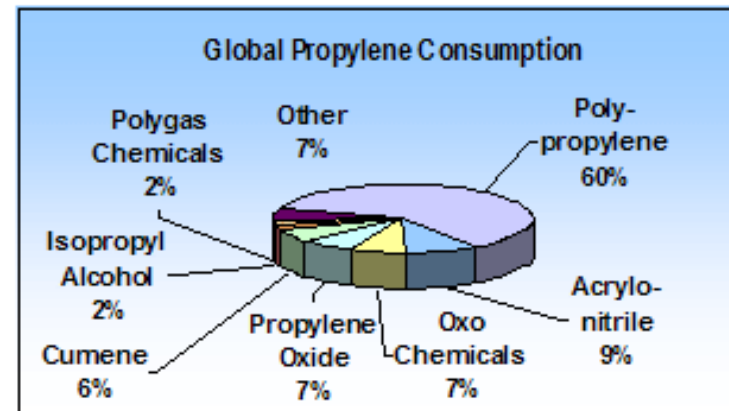
- Cantidad de propileno producido varia de acuerdo a diferentes aspectos (precio de la alimentación, consumo energético, demanda de los diversos productos del craqueo, ...)

Producción de propileno en refinería

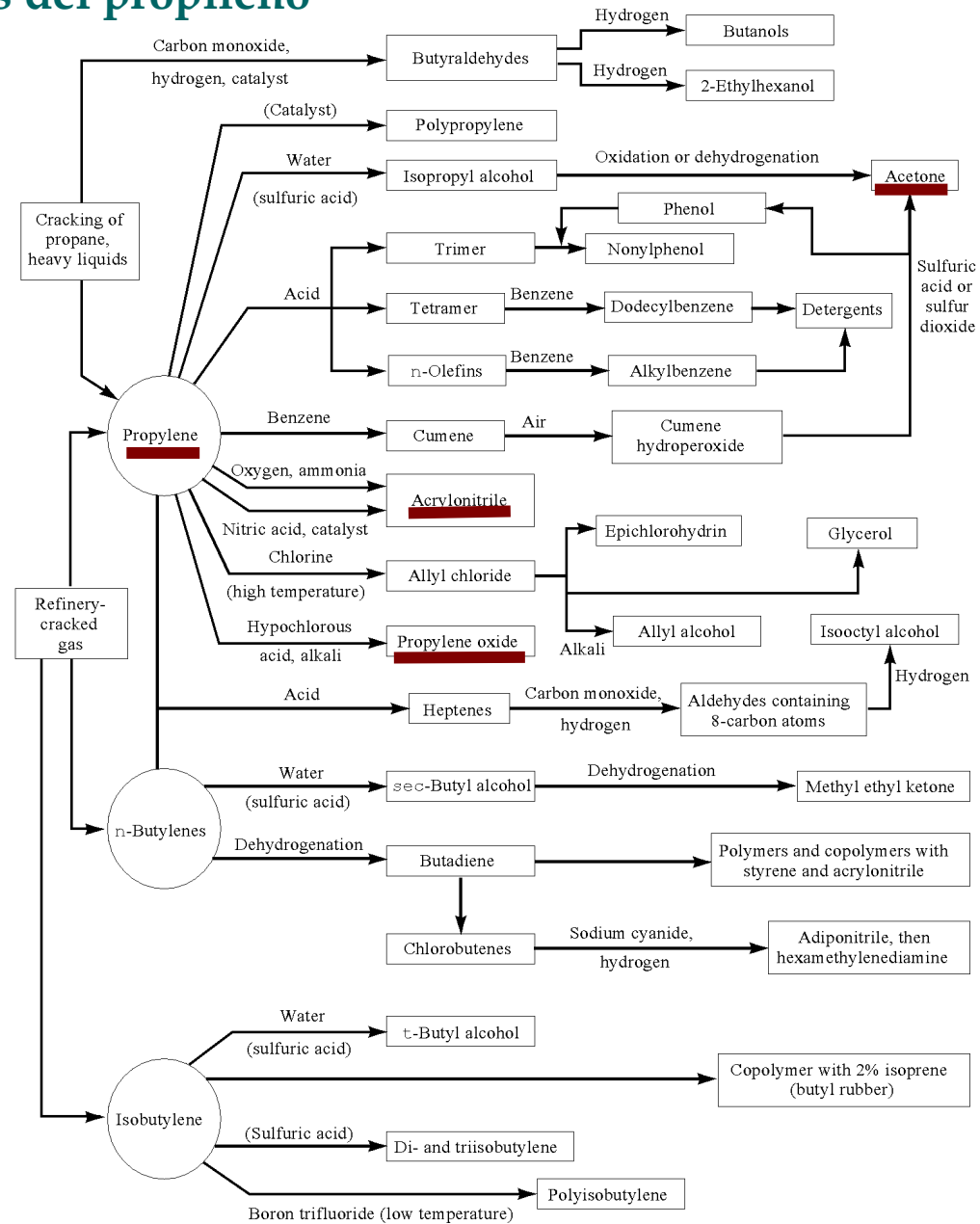
- FCC: Craqueo catalítico en lecho fluido de gasóleos
- Mayor proporción de propano en el propileno de refinería (~30%)

Productos derivados del propileno

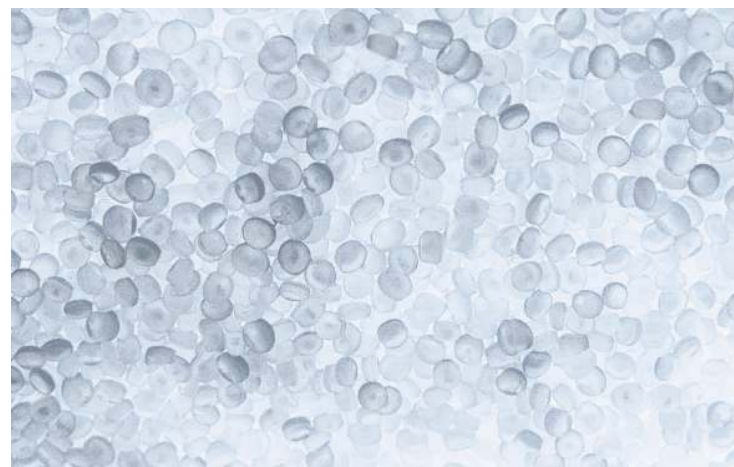
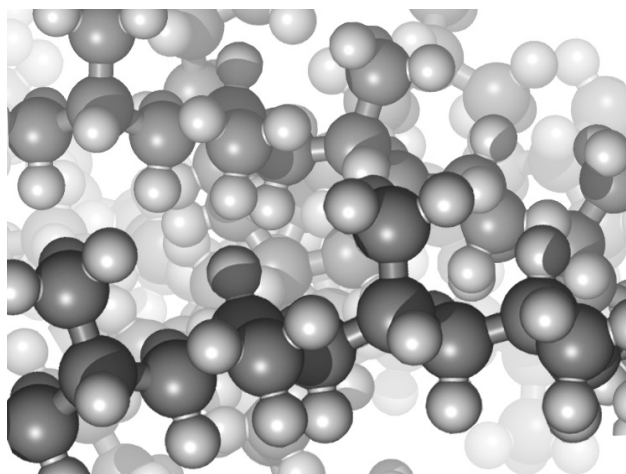
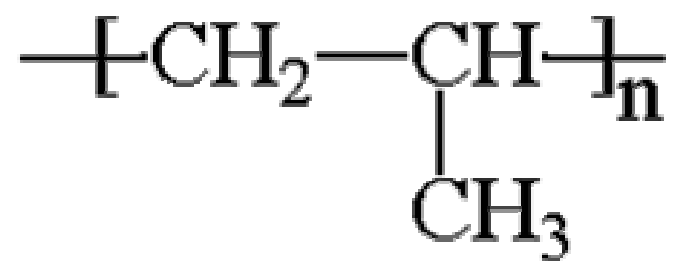
- Capacidad mundial (2006): 70 millones de toneladas (estimación aproximada)
- Usos:
 - Polipropileno 60%
 - Acrilonitrilo 9%
 - Derivados oxo 7%
 - Óxido de propileno 7%
 - Cumeno 6%
 - Alcohol isopropílico 2%
 - Otros 9%



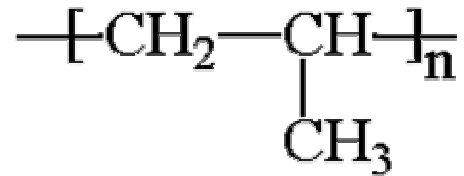
Productos derivados del propileno



Polipropileno



Polipropileno



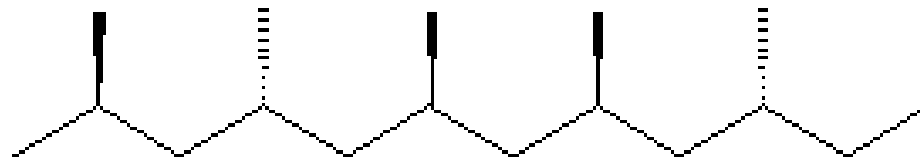
- Ocupa el tercer lugar en ventas de plásticos, uno de los más baratos.
- Muy versátil (gran variedad de tipos, copolimerización con etileno)
- Usos: automoción, productos para el hogar, electrodomésticos, embalajes, utensilios de laboratorio, botellas, ...

Polipropileno

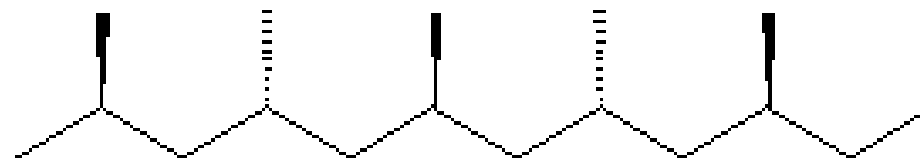
- Puede obtenerse sindiotáctico o isotáctico

Polypropylene

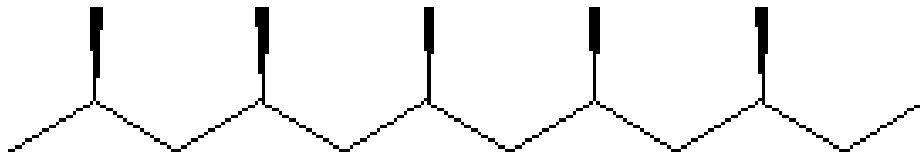
atactic



syndiotactic

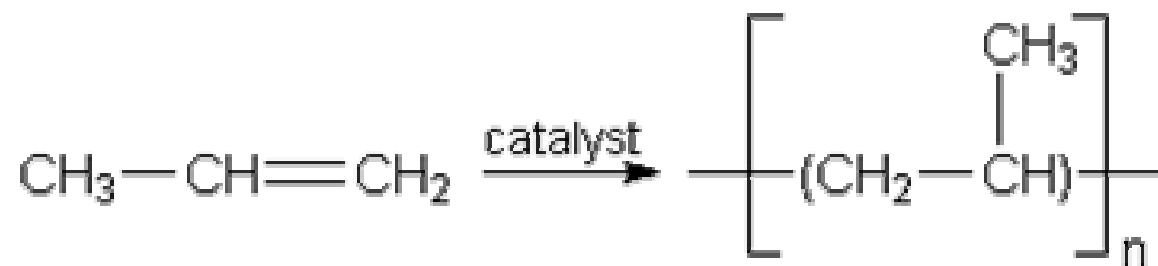


isotactic



Obtención del polipropileno

- Polimerización del propileno



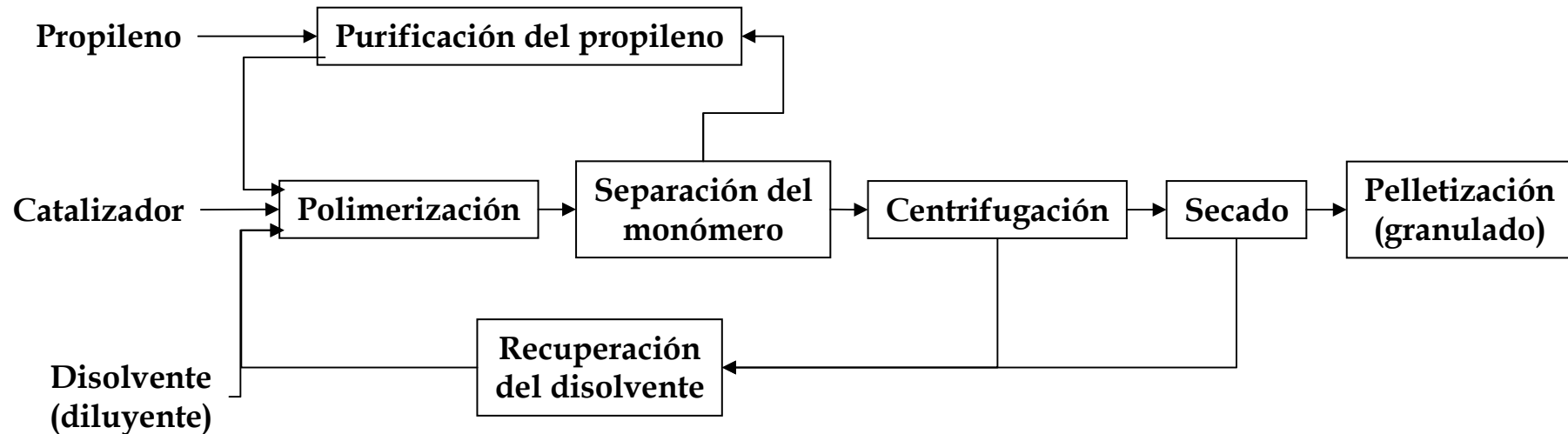
- Catalizadores estereoespecíficos

Obtención del polipropileno

- Proceso en “slurry”: en presencia de diluyente
- Proceso en masa con monómero en fase líquida (p.ej. Spheripol)
- Proceso en masa con monómero en fase gas (p.ej. Unipol PP)

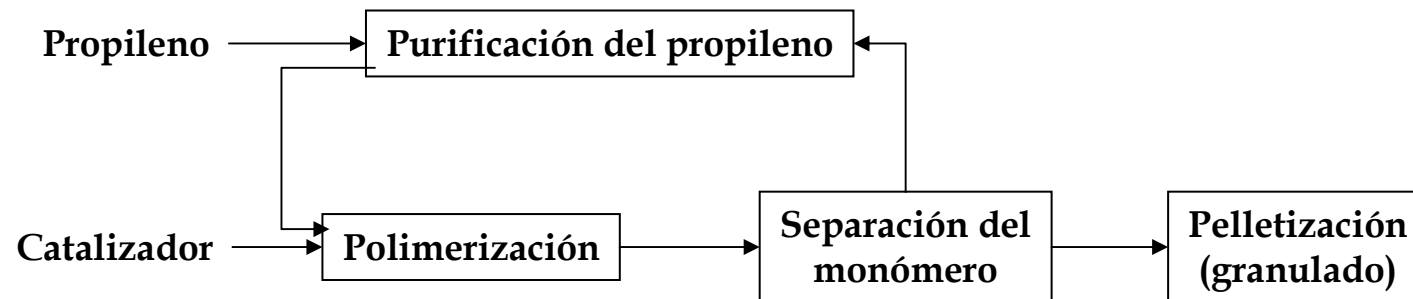
Obtención del polipropileno

Proceso "slurry"



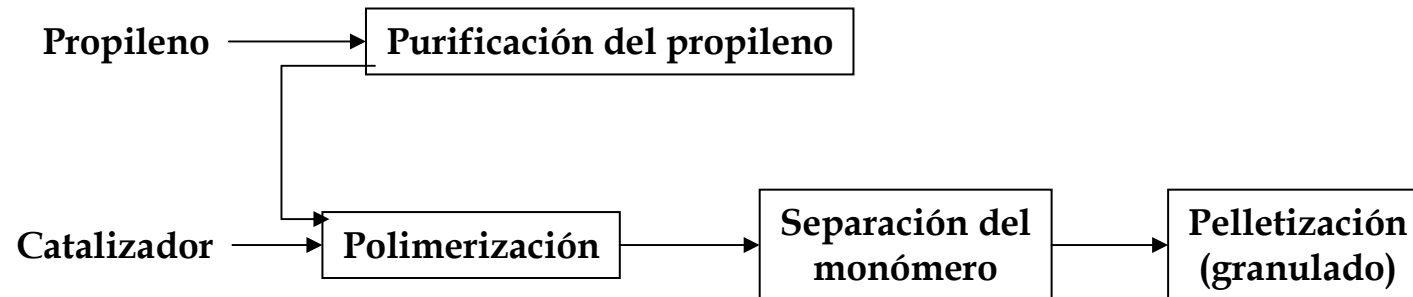
Obtención del polipropileno

Proceso en masa (fase líquida)



Obtención del polipropileno

Proceso en fase gas



Obtención del polipropileno

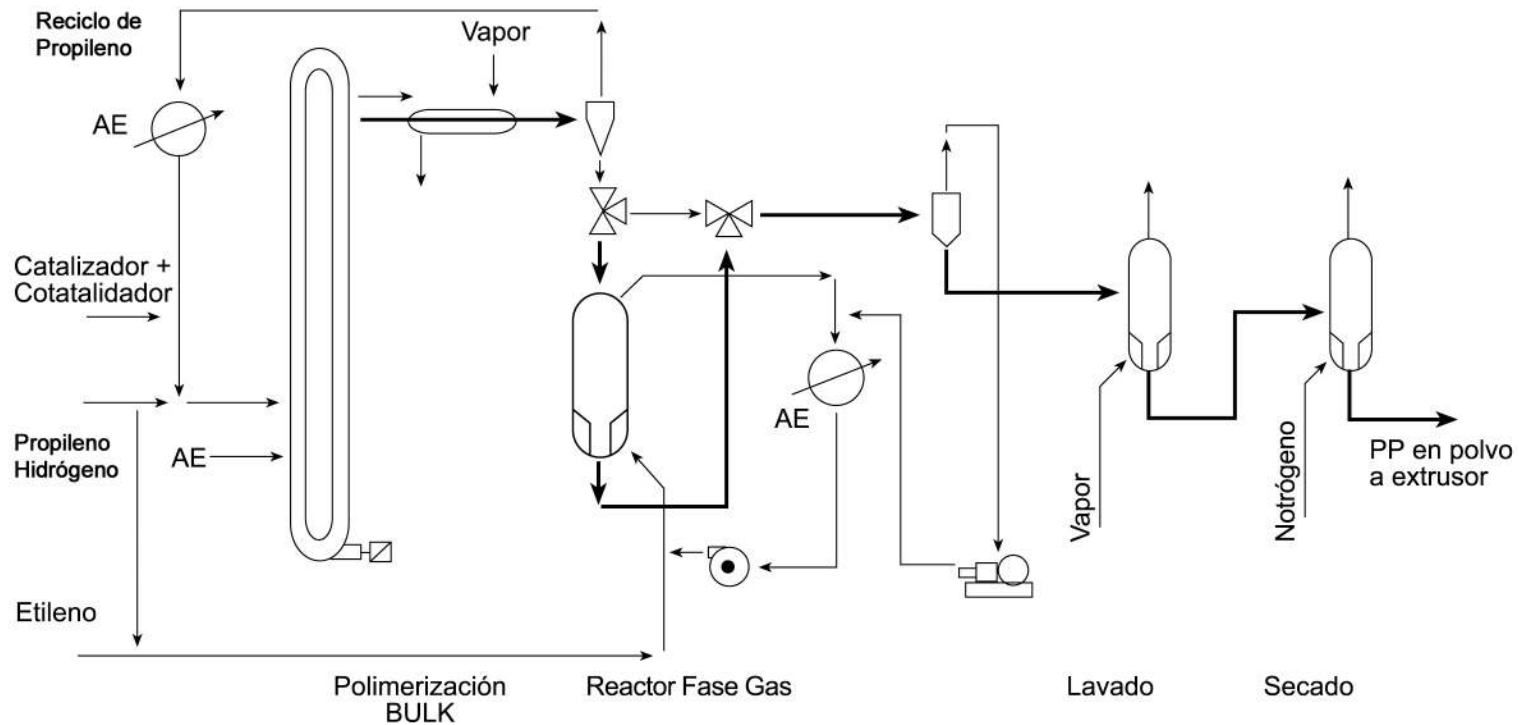
- Proceso Spheripol



Planta de
Repsol de PP
en Tarragona

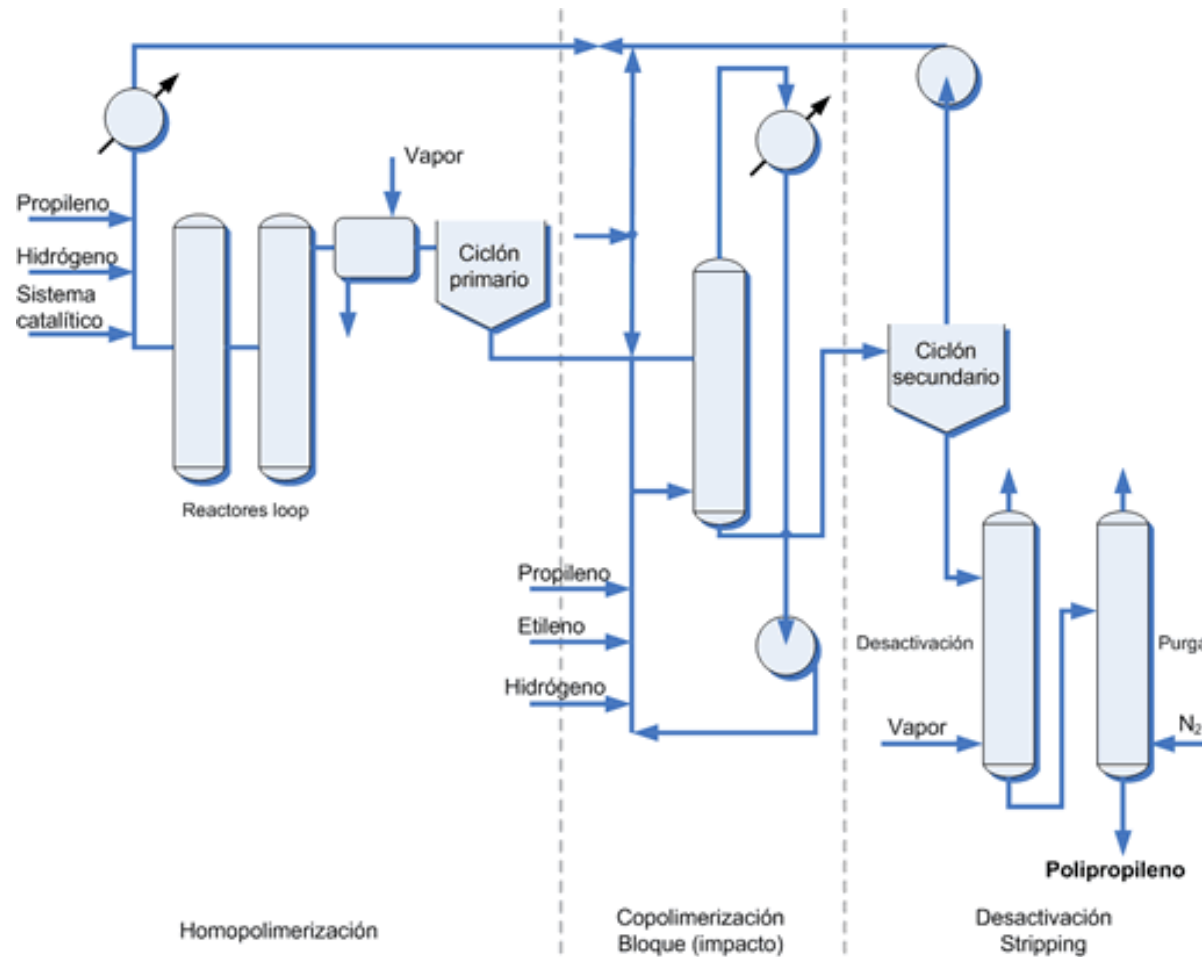
Obtención del polipropileno

● Proceso Spheripol

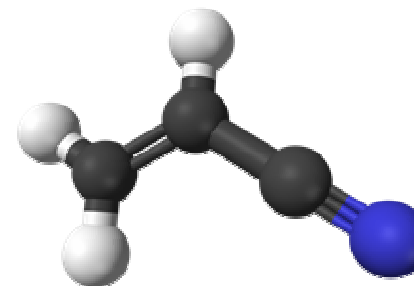
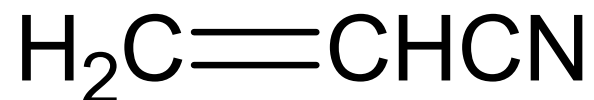


Obtención del polipropileno

● Proceso Spheripol



Acrylonitrilo



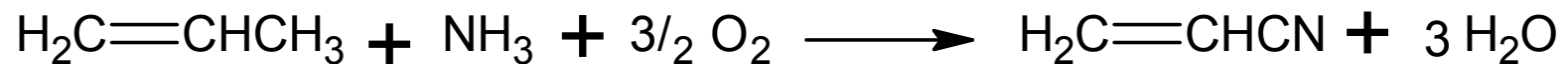
- Temp. normal ebullición: 77,3 °C
- Temp. crítica: 246 °C
- Presión crítica: 3,54 MPa
- Límites de inflamabilidad: 3 – 17 %v

Acrilonitrilo

- Monómero de partida de homo y copolímeros (fibras, plásticos, caúchos).
- Producto intermedio para la obtención de:
 - Adiponitrilo (poliamidas)
 - Acrilamida (poliacrilamida se emplea como floculante, agente de flotación, ...)
 - Colorantes y productos farmacéuticos

Obtención del acrilonitrilo

- Originalmente a partir de compuestos C-2 (OE, acetileno, acetaldehído).
- Amonoxidación del propileno (oxidación catalítica en presencia de amoníaco):



Proceso Sohio

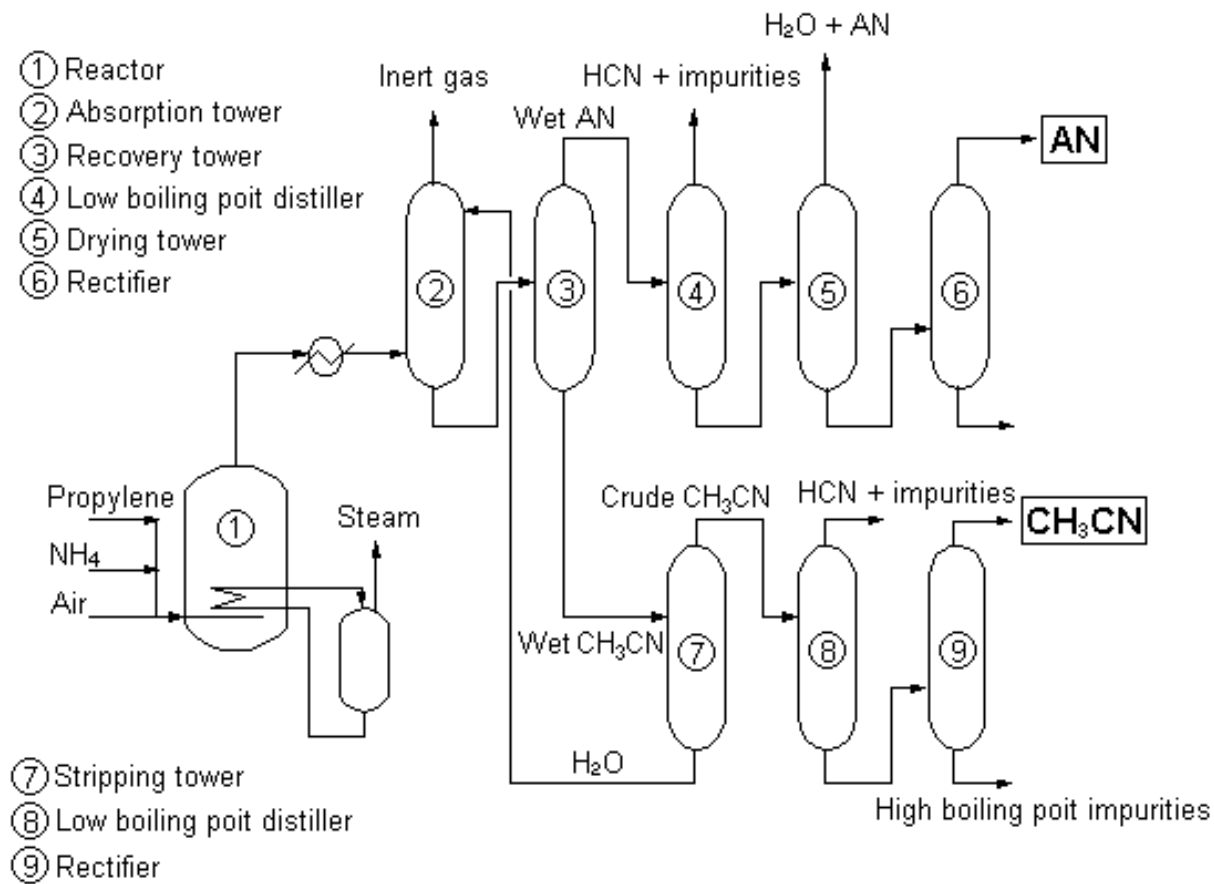
- Reactor de lecho fluido de múltiples etapas.
- Catalizador complejo de óxido metálico.
 - P.ej. $\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{MoO}_3$; $\text{UO}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_4$.
 - Recuperación del catalizador arrastrado en ciclones en el interior del reactor.
- Subproductos: acetonitrilo, HCN.
- Proceso muy selectivo, no requiere reciclaje del propileno sobrante.

Proceso Sohio



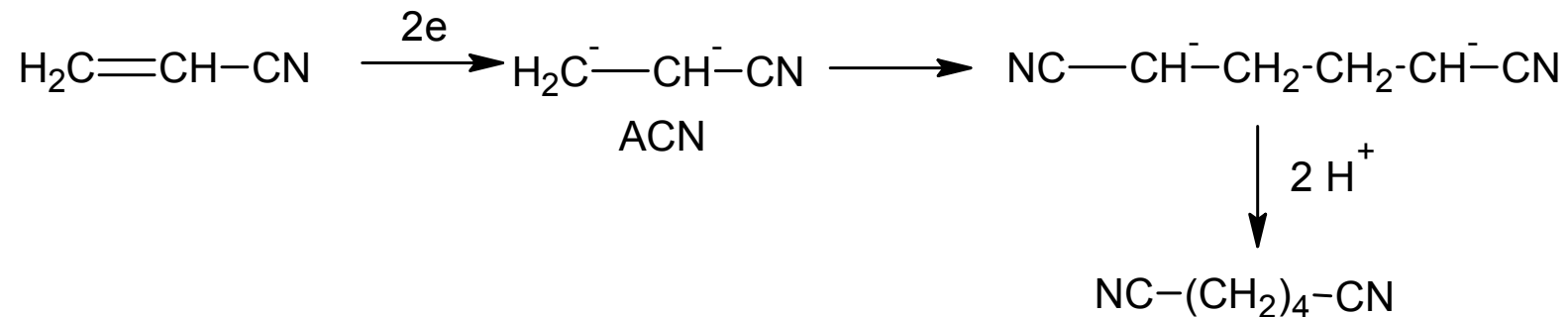
Proceso Sohio

Sohio process



Electrohidrodimerización (EHD)

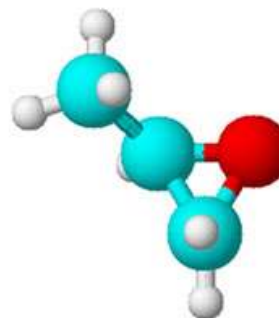
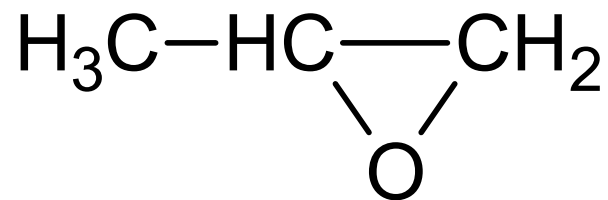
- Monsanto, ICI, Rhône-Poulenc, ...
- Obtención de adiponitrilo
 - intermedio para las materias primas del nylon 6,6: ácido adípico y hexametildiamina
- Electrohidrodimerización del acrilonitrilo:



Electrohidrodimerización (EHD)

- **Segunda generación del proceso Monsanto:**
 - No hay membrana separadora de ánodo y cátodo
 - Emulsión de dos fases: orgánica con acrilonitrilo, acuosa con sal de alquilamonio y buffer de fosfato.
 - Adiponitrilo producido se disuelve en acrilonitrilo.

Óxido de propileno (OP)



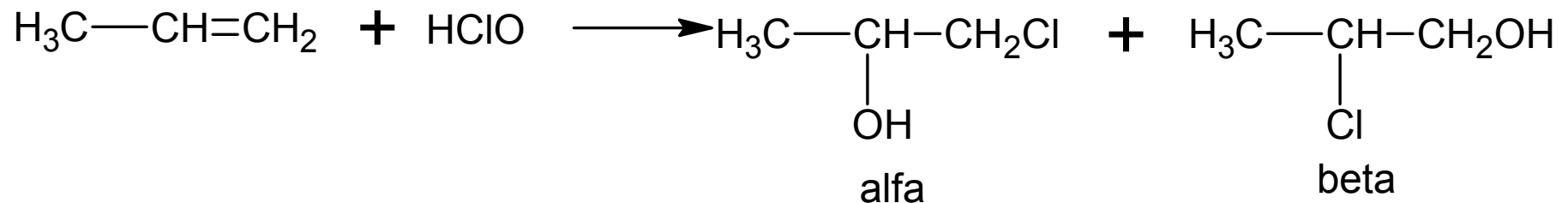
- Temp. ebullición: 34,2 °C
- Temp. crítica: 209,1 °C
- Presión crítica: 4,92 MPa
- Límites de explosividad en aire: 2,3 – 36 %v

Obtención del óxido de propileno

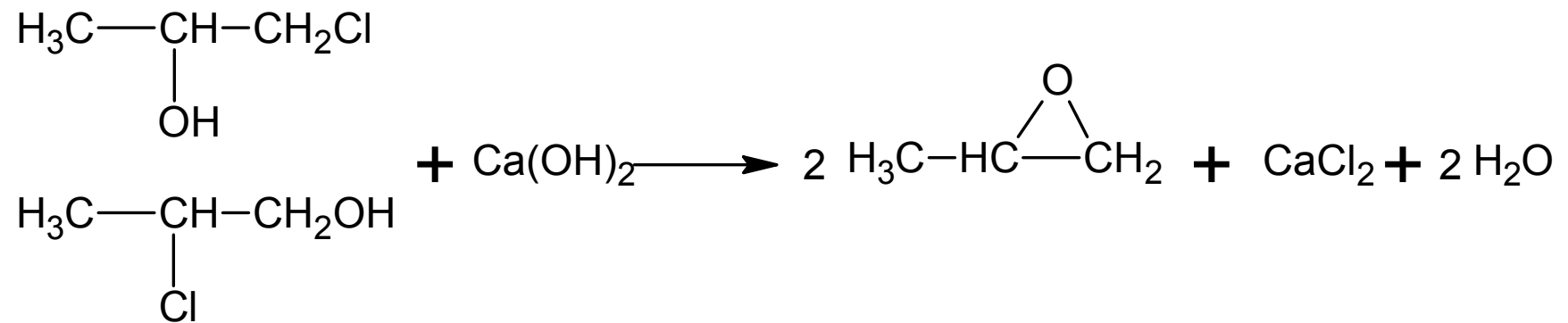
- Oxidación directa de propileno con aire tiene baja selectividad ; NO se efectúa industrialmente.
- Dos procesos principales de producción:
 - i) Proceso de la clorhidrina
 - ii) Oxidación indirecta del propileno

OP vía clorhidrina

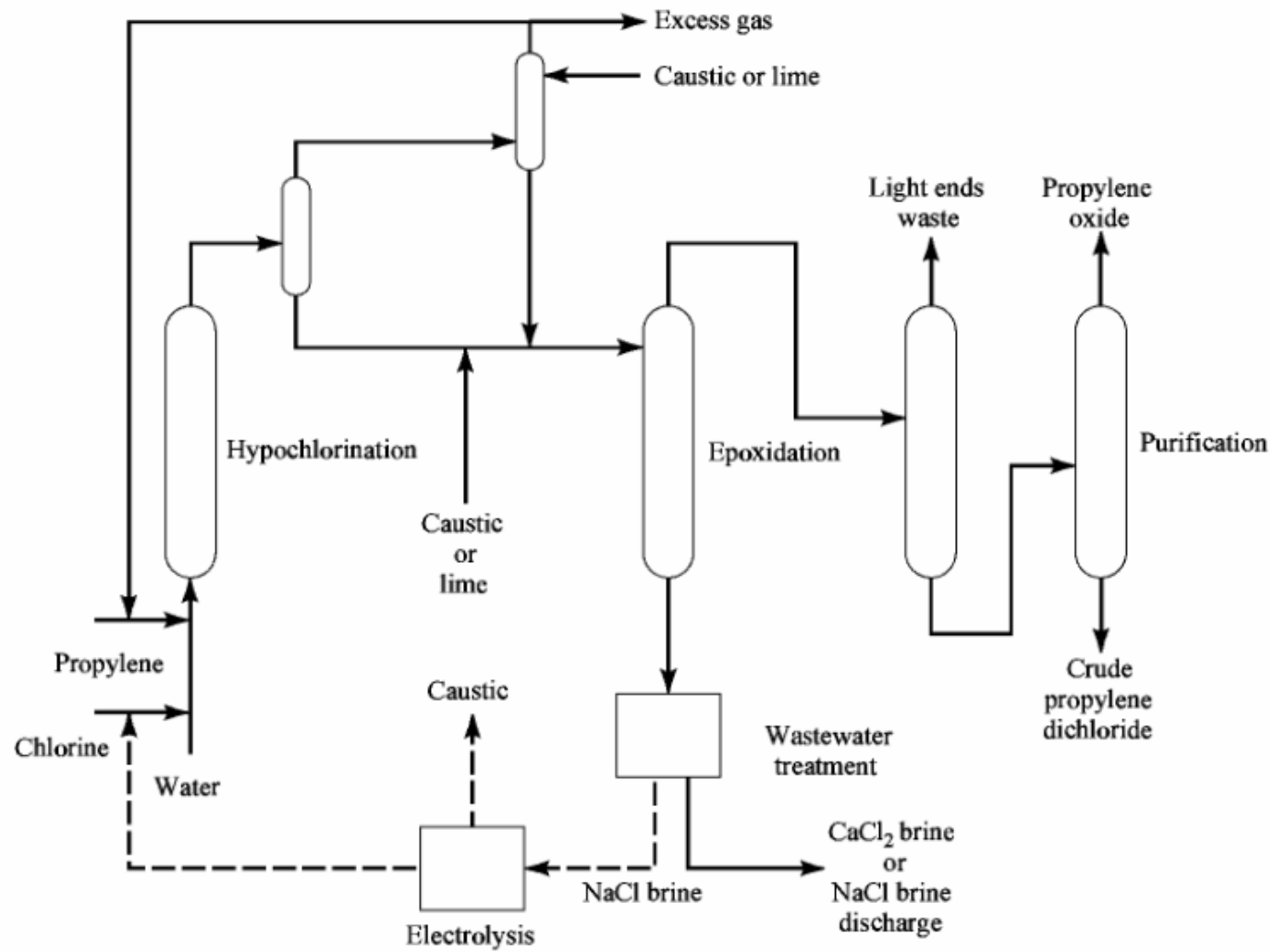
- Clorohidrinación del propileno: reacción con ácido hipocloroso



- Epoxidación (deshidrocloración):



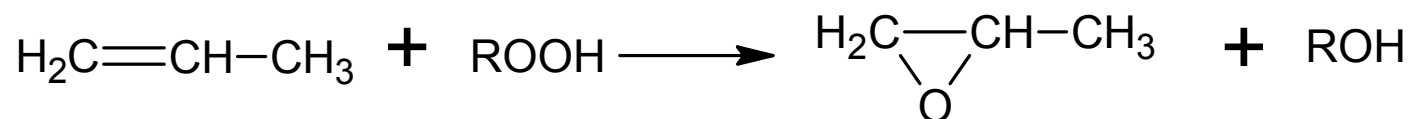
OP vía clorhidrina



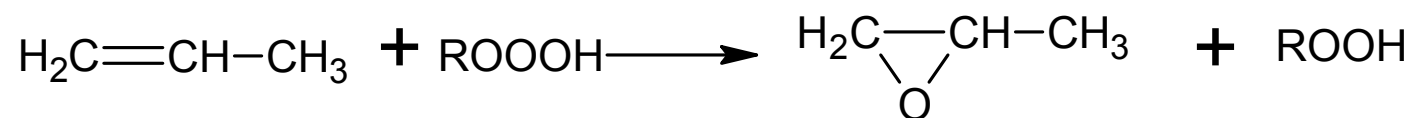
OP vía oxidación indirecta

- Reacción con peróxidos orgánicos:

- Hidroperóxidos



- Perácidos

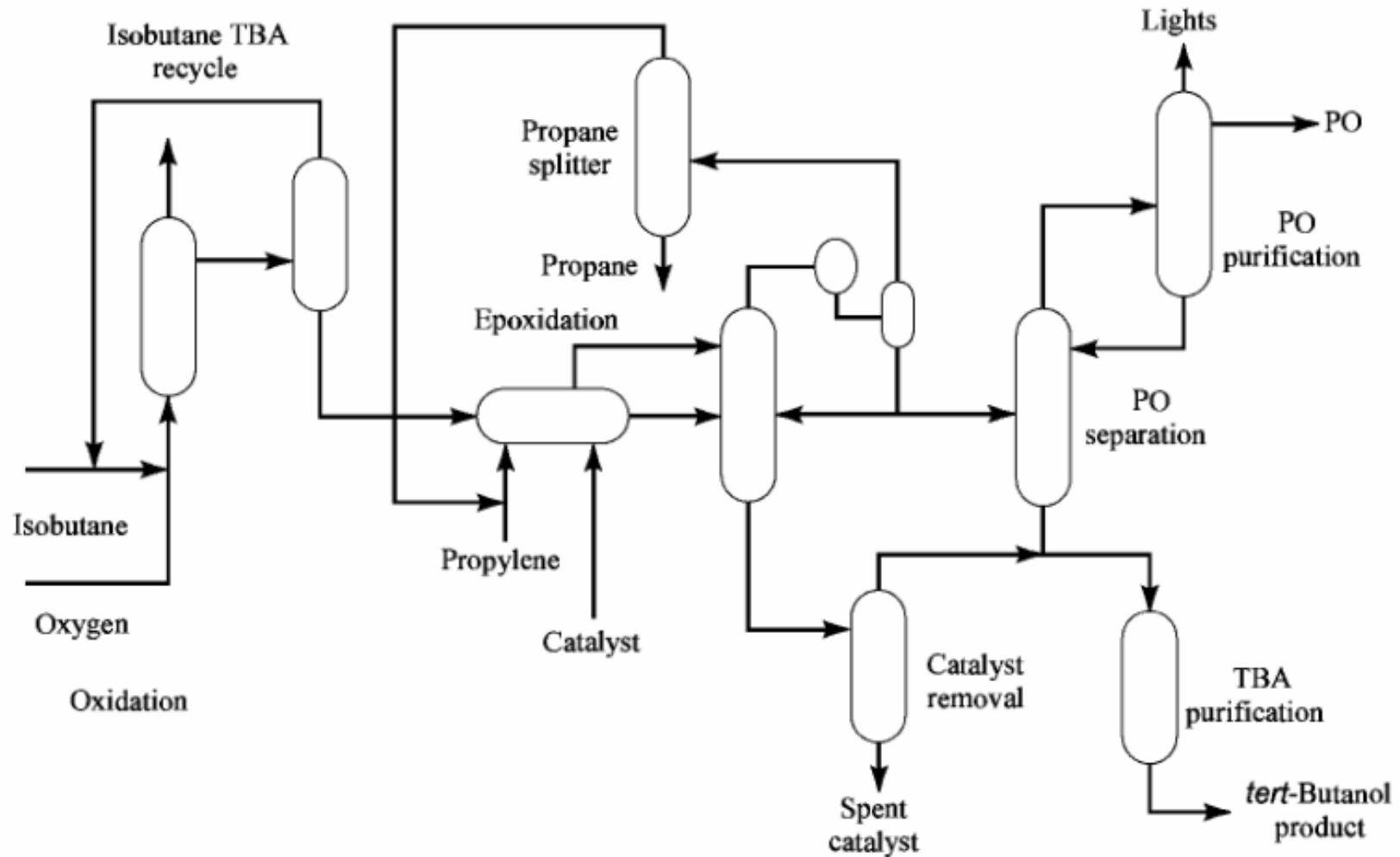


OP vía oxidación indirecta

- Se obtiene coproducto que puede modificarse a producto de interés (p.ej. estireno)

Materia prima	Coproducto	Derivado
Acetaldehído	Ácido acético	-
Isobutano	Tertbutanol	Isobuteno
Etilenbenceno	Metilfenilcarbinol	Estireno
Isopentano	Isopentanol	Isopenteno
Isopropanol	Acetona	Isopropanol

Proceso Oxirano

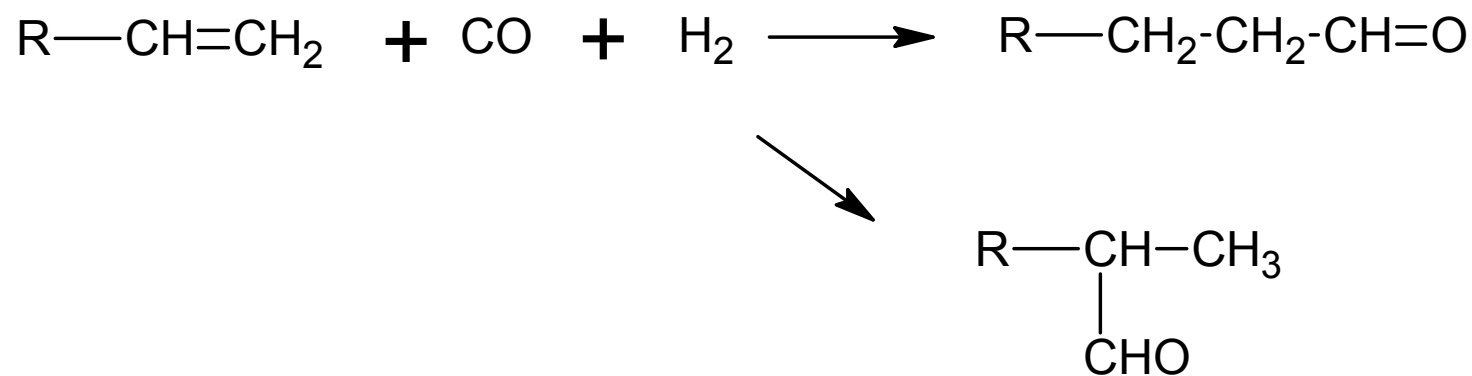


Derivados del OP

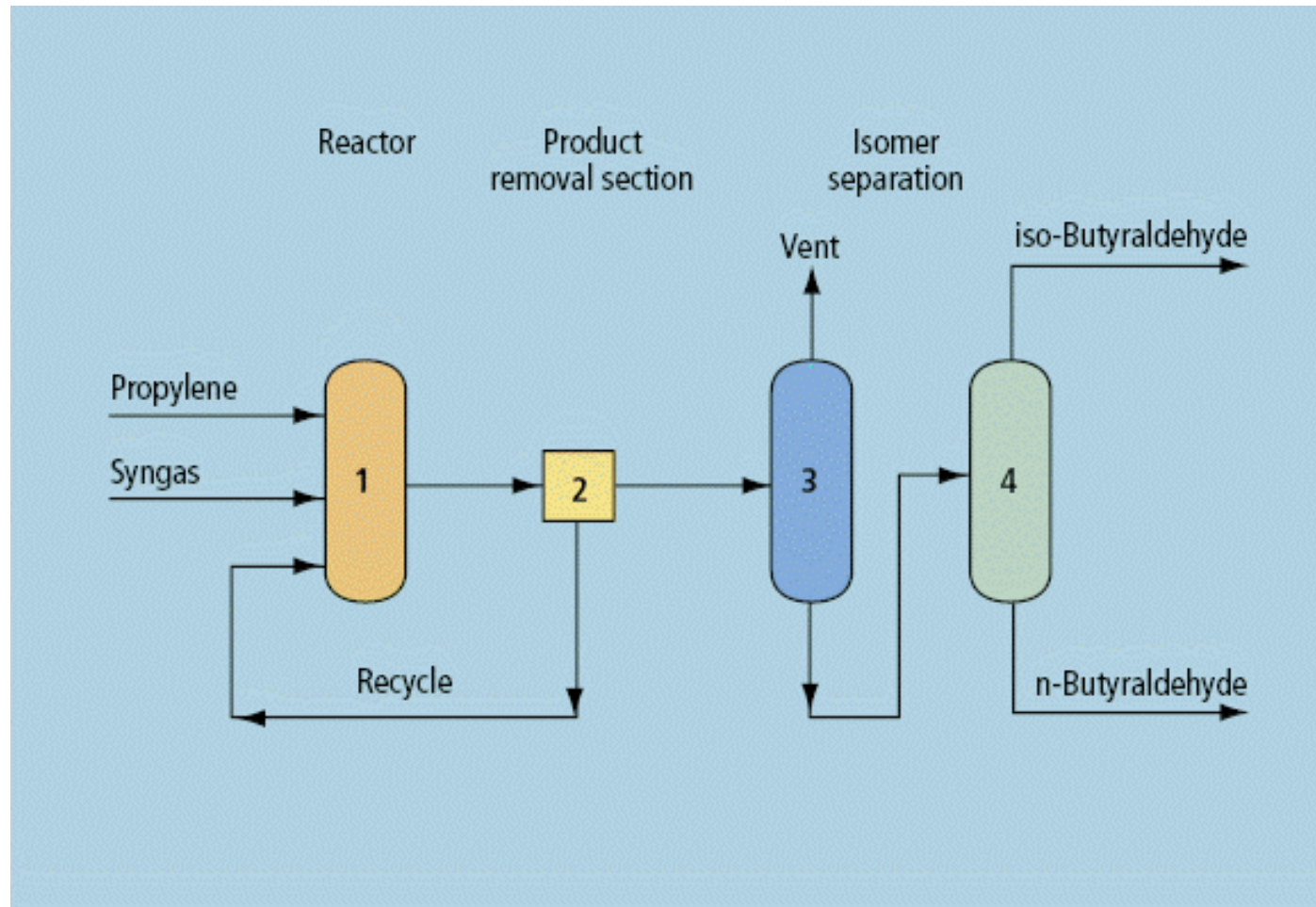
- **Poliolios de poliéter**
 - Espumas de poliuretano, adhesivos, etc.
- **Propilenglicol**
 - Anticongelante, líquido de frenos, resinas de poliéster, productos cosméticos y farmacéuticos, etc.
- **Polipropilenglicol**
 - Surfactantes no iónicos (detergentes), etc.
- **Glicoléteres**
 - Recubrimientos, etc.
- **Isopropanolaminas**
 - Lavado de gases, detergentes, productos farmacéuticos, etc.

Oxoderivados del propileno

- Aldehídos, alcoholes, etc.
- Reacción de hidroformilación de olefinas:



Oxoderivados del propileno



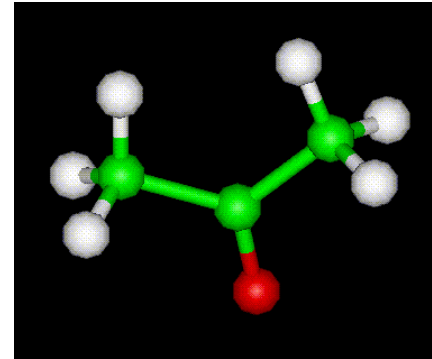
Aplicaciones de los oxoderivados

- **n-Butanol:**
 - Disolvente
 - Ftalato de dibutilo (plastificante de PVC)
- **Alcoholes C_7-C_{13} :**
 - Plastificantes (ftalatos)

Aplicaciones de los oxoderivados

- Alcoholes $C_{10}-C_{18}$:
 - Tensoactivos para detergentes
- Ácidos carboxílicos (por oxidación de aldehídos oxo)

Acetona



- Temp. ebullición:
- Temp. crítica:
- Presión crítica:

56,29 °C

235,05 °C

4701 kPa

Obtención de la acetona

- La mayoría se obtiene a partir de propileno:
 - Oxidación directa
 - Hidratación a alcohol isopropílico (IPA) y deshidrogenación
 - A través de cumeno

Acetona vía oxidación directa

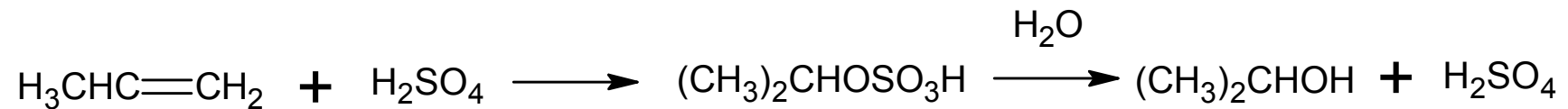
- Tecnología Wacker - Hoechst:



- Reacción en fase líquida.
- Catalizador: PdCl_2 (regeneración por mecanismo redox con CuCl_2)

Acetona vía deshidrogenación del IPA

- Hidratación indirecta del propileno:



- Sulfúrico obtenido se concentra para reutilizarlo

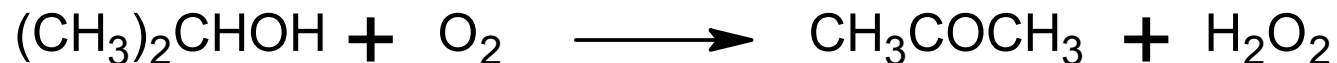
- Hidratación directa del propileno:



- Fase gas: catalizadores ácidos soportados
- Fase líquida: resinas de intercambio iónico, o catalizadores solubles en agua (tecnología Tokuyama)

Acetona vía deshidrogenación del IPA

- Deshidrogenación del IPA: diferentes catalizadores y condiciones de operación
 - En presencia de oxígeno, fase gas, catalizadores de Ag o Cu, 400 – 600 °C
 - Deshidrogenación pura, catalizadores ZnO, Cu o Ni, fase gas o líquida
 - Oxidación autocatalítica en presencia de agua oxigenada (proceso Shell)



Otros derivados del propileno

- Ácido acrílico y ésteres
- Cloruro de alilo
- Epiclorhidrina
- Alcohol alílico
- Glicerina