

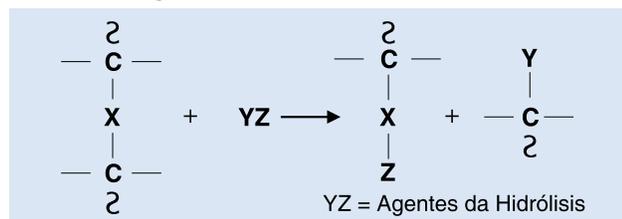


# Pérdida de resistencia: el fenómeno de la hidrólisis

La Hidrólisis es una rotura/alteración en la cadena molecular de materiales con cadena carbónica (polímeros), causada por el agua a una cierta temperatura (vapores). Es un fenómeno que sucede en diversos polímeros, tales como poliéster, poliamida y aramida. Se le puede observar en diversos tipos de aplicaciones de tejidos técnicos, tales como procesos de secado, transporte y filtración con temperaturas elevadas y presencia de humedad. En el proceso de secado de papel normalmente se desea eliminar la humedad de la hoja a través de la transmisión de calor vía conducción (superficies calentadas vía vapor o aceite térmico), convección (aire caliente y serpientes, etc.) e irradiación (infrarrojo). Estas operaciones se desarrollan normalmente entre 120 y 140° C, y en casos especiales entre 170 y 180° C, y se basan principalmente en el principio de la conducción, en el que la fuente de calor es el vapor.

## Acontecimiento y mecanismos de reacción

La hidrólisis es un proceso de solvólisis, que consiste en la reacción de romper las aleaciones C-X, las X designada por átomos heterogéneos no carbónicos, son ellos: O, N, R S, Si, o Halógenos. La solvólisis implica en la ruptura de la cadena molecular principal, como aparece en la reacción a seguir:

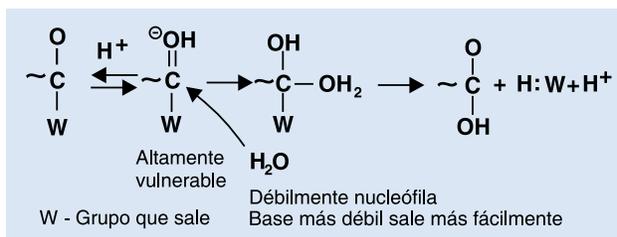


Los agentes de solvólisis más comunes son: agua, alcoholes, amonio, hidracina, etc.; en la hidrólisis. YZ = HO - H. Los polímeros no solubles en agua son gradualmente atacados por la hidrólisis. En estos casos cuando ocurre la reacción se restringe a la superficie del espécimen, siendo que la habilidad del polímero de absorber agua, es una característica de gran importancia. La calidad de cristalino y la conformación de la cadena molecular también ejercen una fuerte influencia en el acontecimiento de la hidrólisis.

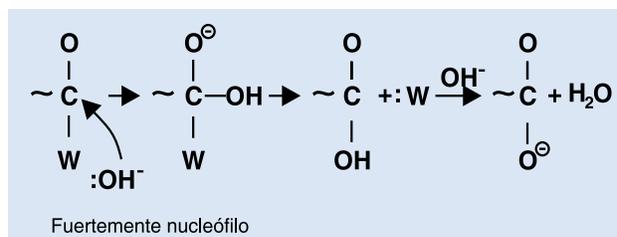
## Mecanismo de reacción:

El mecanismo de la hidrólisis que sucede en el medio ácido

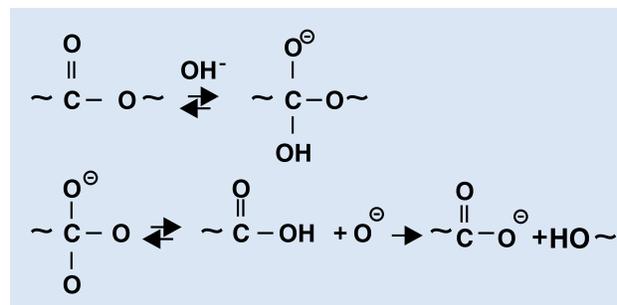
o neutro, difiere del medio básico. En  $\text{pH} \leq 7$  la hidrólisis inicia por el proceso de la protonación, seguida por la adición de  $\text{H}_2\text{O}$ , y la fragmentación de la aleación éster, conforme ilustra la reacción a seguir:



Las soluciones ácidas suministran protones, que al alearse al oxígeno carbonílico, dejan la molécula vulnerable al ataque del reactivo débilmente nucleófilo que es el agua. La Hidrólisis que sucede en el medio alcalino suministra el ion hidróxido que actúa como reactivo fuertemente nucleófilo, conforme ilustrado en la reacción que sigue:

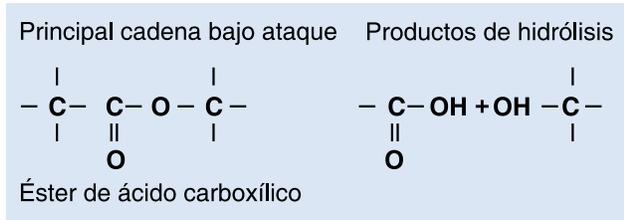


En medios alcalinos, los iones hidroxila son aleados a los carbonos del ácido carbonílico. En consecuencia de esto se rompen las aleaciones éster, como en el caso del poliéster, representado por la reacción a seguir:

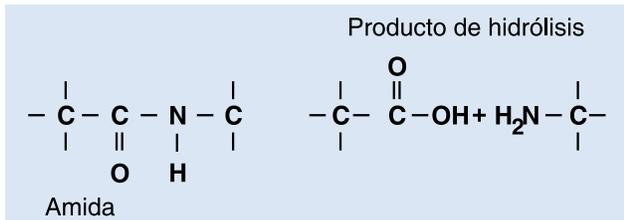


En el caso de polímeros de condensación, tales como poliéster (PES), poliuretano (PUR) y en menor escala la poliamida (PA) pueden suceder descomposiciones adicionales a través de reacciones hidrolíticas en los grupos funcionales en la cadena, produciendo rupturas en ella, en muchos puntos. Ejemplos de reacción química de hidrólisis:

A) En el poliéster:



B) En el nylon (poliamida):



### La acción de la hidrólisis sobre los polímeros de poliéster

1 - Determinación: Se puede determinar la Hidrólisis en el poliéster preferentemente por 5 medios analíticos, es decir:

A - Análisis Visual: Se efectúa normalmente por medio de una lupa, cuando inspeccionada en el lugar de su operación, o a través de macro/microfotografías.

B - Análisis Auditivo: Al ser doblados, los hilos monofilamentos de la tela secadora, por ejemplo, emiten un ruido (estallidos agudos), debido a que ocurren innumerables fisuras longitudinales.

C - Análisis Físico: Se puede realizar a través de ensayos de resistencia a la tracción en el dinamómetro. Las curvas de tensión/ estiramiento normalmente indican una disminución del estiramiento con relación a la original.

D - Análisis Químico: Consiste principalmente en la medida de los grupos moleculares, como por ejemplo dos grupos funcionales COOH, OH, -NH<sub>2</sub>, etc. Otro método se basa en la determinación de la viscosidad específica, que mide el promedio de la degradación del polímero. Para comparar la distribución del peso molecular con el material no degradado, se utiliza un método analítico, con base en la cromatografía de permeabilidad del coloide, que determina la alteración en el peso molecular del polímero.

E - Análisis Instrumental: Hay una serie de instrumentos desarrollados para determinar la degradación de polímeros.

Ejemplo: espectrometría de masa, cromatografía a gas, espectroscopia de absorción de infrarrojo, resonancia magnética nuclear.

### Su control

Desde que empezaron a aparecer las primeras señales de hidrólisis en Telas Secadoras de poliéster, tanto los

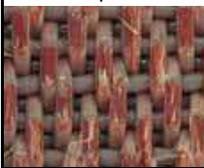
fabricantes de estas telas, como también los de materia prima (hilos) se preocuparon en producir productos que ofrecieran una mejor resistencia a esta degradación química. Antiguamente, se utilizaba el método de encapsulamiento de los hilos de poliéster, después de la impregnación de estos hilos con resina acrílica. Actualmente, los efectos de la hidrólisis se minimizan a través de la manipulación durante la fabricación del hilo o utilización de material diferente del poliéster, con más resistencia a la hidrólisis.

### Factores que influyen en la degradación por hidrólisis

El poliéster sufre el ataque por hidrólisis en medio que contiene calor y humedad, pero existen otros factores que contribuyen para que la hidrólisis suceda con más intensidad:

- 1 - El medio químico, ácido o alcalino;
- 2 - La temperatura: cuanto más alta, mayor la velocidad. El aumento de la temperatura puede causar la fusión de los cristalinos, causando de esta forma mayores porciones del polímero susceptibles al ataque de los agentes solvolíticos;
- 3 - El "estrés" mecánico (fatiga): Además, si el polímero entra en contacto con agentes de oxidación (HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, etc.), pueden suceder reacciones de oxidación que van a causar deterioro adicional a elevadas temperaturas.

### Un ejemplo de hidrólisis:

 <p>Cara Superior</p>	<p>Aspecto físico de una muestra de tela secadora que sufrió degradación química por la hidrólisis. Se nota que sólo los hilos longitudinales (HL), en su contacto con el papel, sufren hidrólisis y los transversales permanecen intactos</p>
	<p>Aspecto visual detallado de monofilamentos de poliéster que quedaron hidrolizados. Se nota que los hilos longitudinales se hicieron fibrilados (flechas) bajo esfuerzo mecánico.</p>
 <p>Cara Interna</p>	<p>Aspecto visual de la misma tela hidrolizada. Se nota que en esta cara, tanto los hilos longitudinales (HL), como los transversales (HT), siguen aparentemente en buen estado físico.</p>

### Perfil de los autores

**Fabiana Piske Martins** - Graduada en Ingeniería Química por la Universidad Regional de Blumenau (FURB), con posgrado en Administración de la Producción (ICPG). Comenzó a trabajar en Albany International en 1999, y es actualmente Ingeniera de Procesos Integrados.