



## Centro de Capacitación e Investigación del Plástico





INSTITUTO DE  
CAPACITACIÓN  
E INVESTIGACIÓN  
DEL PLÁSTICO Y  
DEL CAUCHO

# Cómo las pruebas de laboratorio pueden ser usadas en la solución de problemas y análisis de falla

2023-07-05

# Ponente:

## Ing. Esp. Hernando Andrés Ramírez Gil



- Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales
- Especialización en Procesos de Transformación del Plástico y del Caucho. Universidad EAFIT – ICIPC
- Especialización en Ingeniería Administrativa y Financiera – Universidad de América
- Experiencia en el área de Calidad, Producción, Innovación y Desarrollo y Gestión de Proyectos. Habilidades en el manejo de Laboratorios de ensayo, de Calidad e Investigación y Desarrollo, Auditor Interno ISO 9001 e ISO 17025.
- Conocimientos en Lean Six Sigma y mejoramiento continuo
- Jefe de Laboratorio, vinculado al ICIPC desde 2015

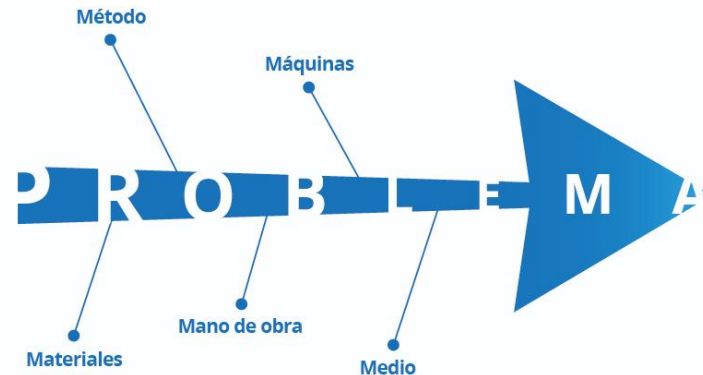


# AGENDA

- Consideraciones
- Introducción
- Tipos de Ensayo y Aplicaciones

# CONSIDERACIONES

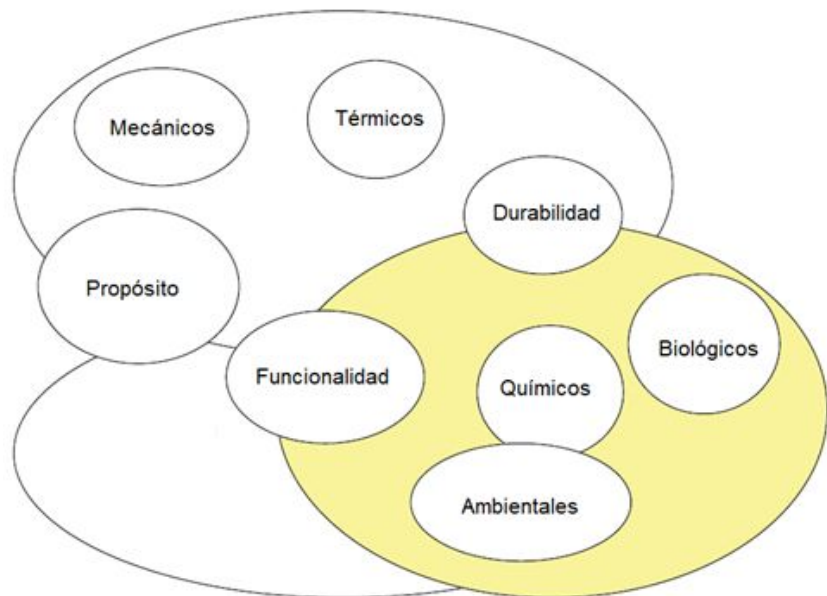
- No se pretende brindar una metodología para la solución de problemas o análisis de falla.
- El proceso previo para seleccionar el ensayo adecuado requiere una metodología (causa-efecto, Pareto, AMEF, entre otras).



# INTRODUCCIÓN

## Requisitos

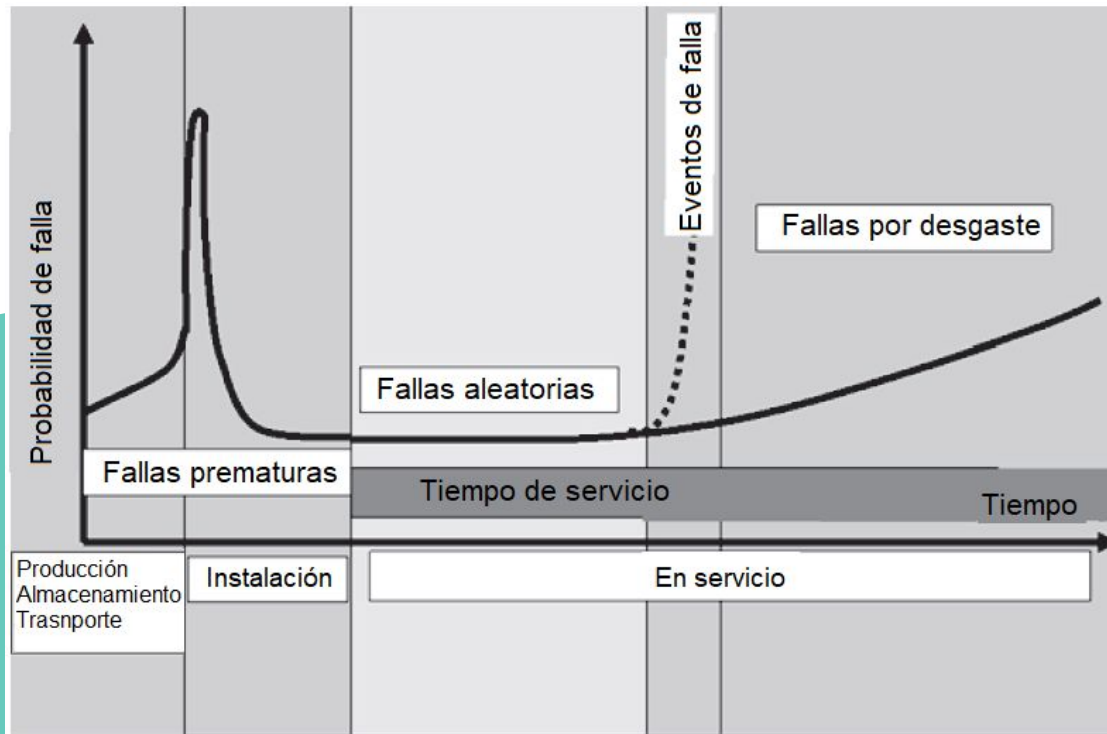
Dependiendo del material o producto, la función, la aplicación y el entorno de servicio, se definen una serie de requisitos.



En relación con el análisis de fallas, se puede definir el evento de falla como el fenómeno en el que uno o varios de estos requisitos ya no se cumplen.

# INTRODUCCIÓN

## Teoría de análisis de fallas



Representación gráfica de la **teoría de la bañera (bathtub)** en relación con la probabilidad de fallo.



# TIPOS DE ENSAYOS

- Térmicos
- Químicos
- Reológicos
- Físicos y Mecánicos
- Envejecimiento
- Otros



# TIPOS DE ENSAYOS

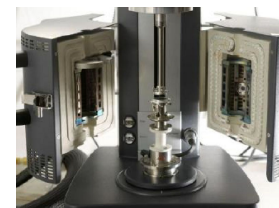
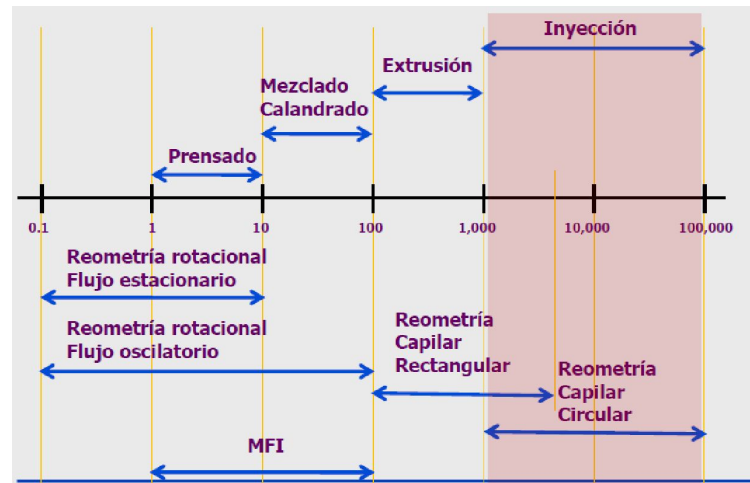
## Reológicos

- Índice de fluidez

Es una prueba de referencia para establecer de manera general el comportamiento reológico del material y saber si es adecuado para extrusión o inyección (procesabilidad). Se utiliza como parámetro de control de calidad

- Reometría rotacional y capilar

Estas pruebas se utilizan para caracterizar la curva completa de viscosidad, en función de velocidades de cizalladura (shear rate) y diferentes temperaturas.

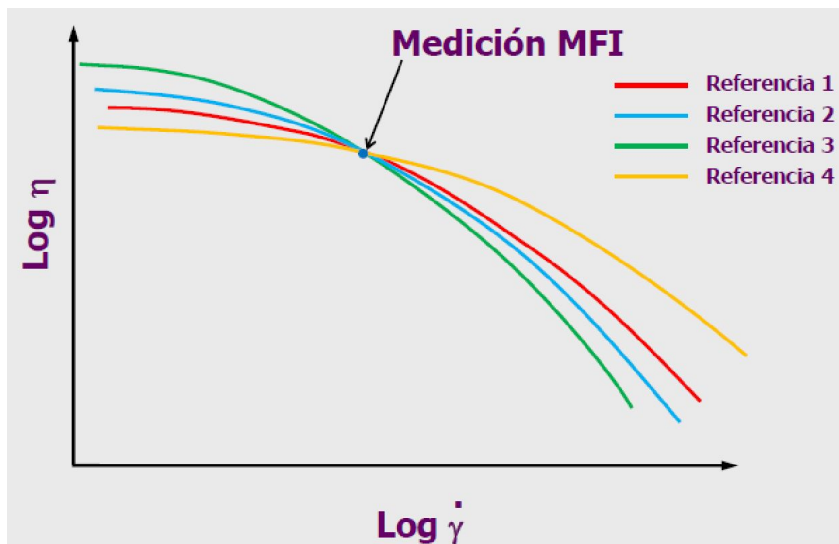


# TIPOS DE ENSAYOS

## Reológicos

- Tipo de Falla

Problemas de procesamiento, por uso de contratipos.



Similares propiedades mecánicas y para la misma aplicación, según ficha técnica.

### Conclusión:

- Evite el uso de contratipos, realice la homologación de materiales.
- Mida las curvas reológicas, teniendo en cuenta el proceso de fabricación.

# TIPOS DE ENSAYOS

## Térmicos

- Calorimetría diferencial de barrido - DSC  
Determinar transiciones térmicas de primer y segundo orden (fusión, cristalización y vítreas), capacidad calorífica y cinéticas de cristalización y curado.
- Termogravimetría - TGA  
Determinar porcentaje en peso, según los rangos de temperatura de descomposición del material evaluado, contenido de polímero, sustancias volátiles y cargas. Así mismo cinéticas de descomposición.

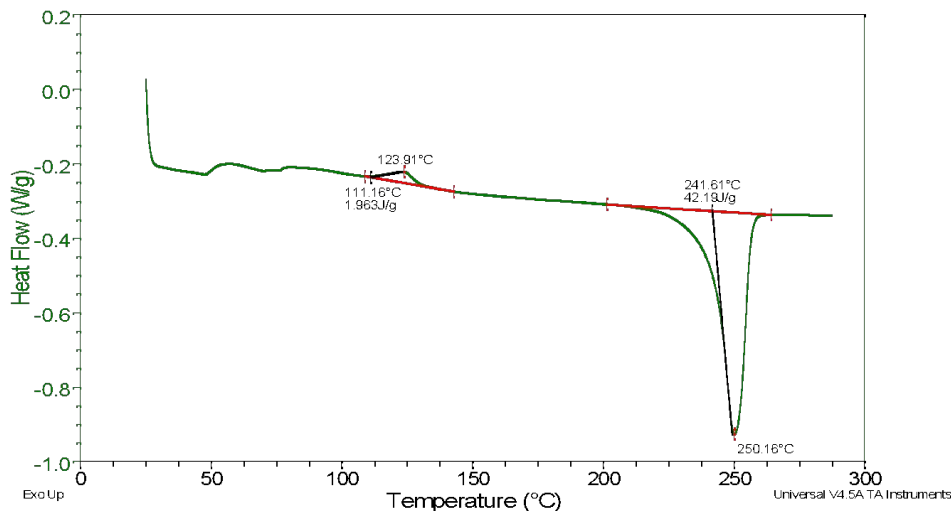


# TIPOS DE ENSAYOS

## Térmicos

- Tipo de Falla

Problemas de apariencia, opacidad (envases), por cristalización



### Conclusión:

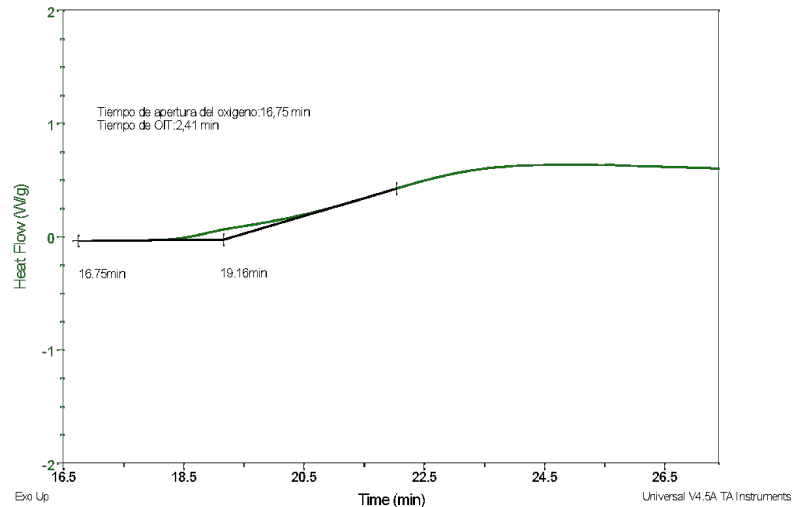
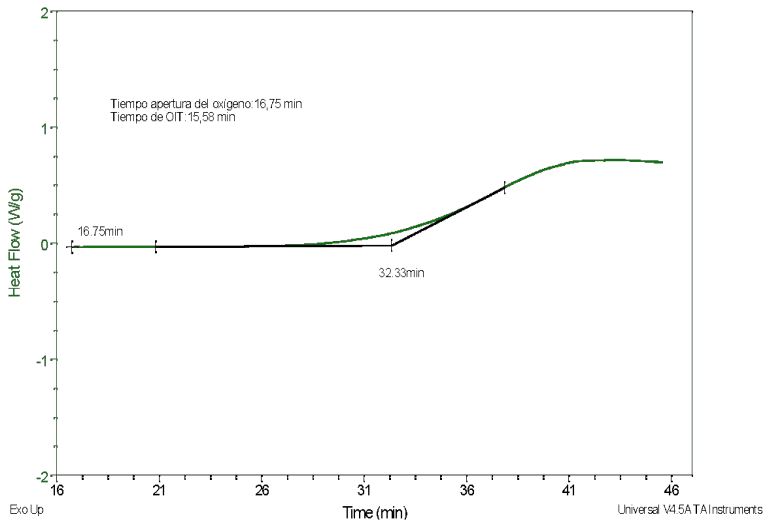
- La opacidad es generada por la cristalización, la cual se ve favorecida por los altos espesores en estas zonas, y la alta orientación que tiene la preforma en el punto de inyección. La alta cristalización del fondo del envase se hace evidente en el DSC.

# TIPOS DE ENSAYOS

## Térmicos

- Tipo de Falla

Problemas de amarillamiento, por falta de paquete antioxidante



### Conclusión:

- Se observa que la muestra (arriba) presenta unos tiempos de oxidación muy inferiores a la muestra (lado), lo que nos indica que la presencia de aditivos antioxidantes es mínima o casi nula.

# TIPOS DE ENSAYOS

## Químicos

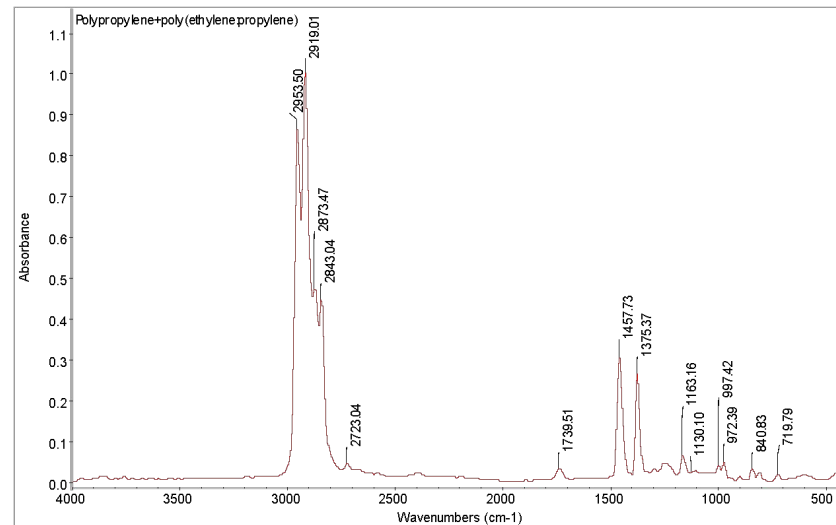
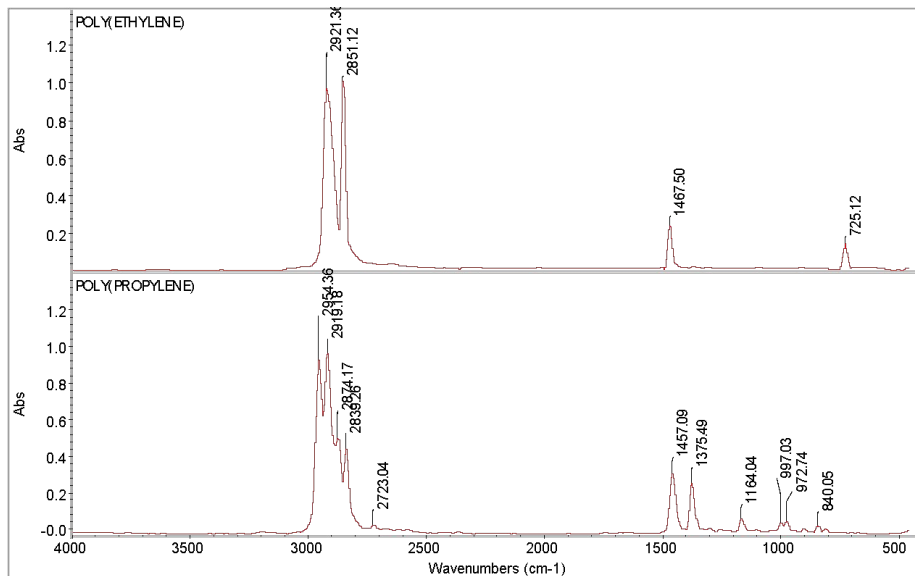
- Espectrometría infrarroja - FTIR  
Utilizada generalmente para la determinación de la huella o estructura química de los materiales poliméricos. Confirmar materiales puros o presencia de contaminaciones.
- Cromatografía de gases  
Técnica instrumental para determinar aditivos volátiles, a través de extracción o headspace.



# TIPOS DE ENSAYOS

## Químicos

- Tipo de Falla  
Problemas de contaminación, por causa de otros materiales poliméricos.

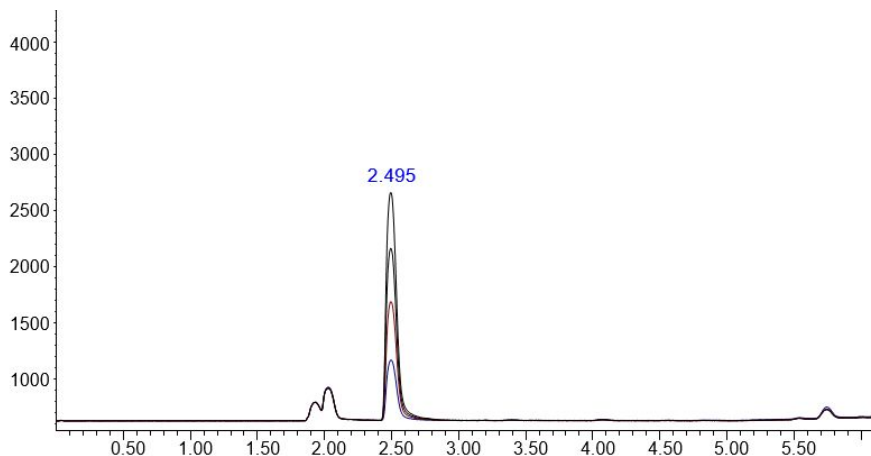


### Conclusión:

- Separe y marque adecuadamente los materiales

- Tipo de Falla

Problemas de sabor en agua, por degradación del material polimérico (PET).



### Conclusión:

- Garantice el secado del material previo al proceso de inyección y evitar la degradación hidrolítica y generación de acetaldehído.
- Evalué periódicamente las materias primas y las preformas.



# TIPOS DE ENSAYOS

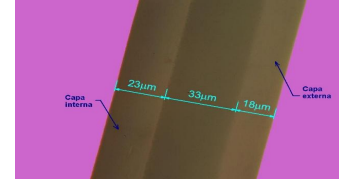
## Físicos y Mecánicos

- Análisis morfológico

Este método aplica para la medición de espesores y determinar las capas en películas y láminas plásticas.

- Propiedades en tensión

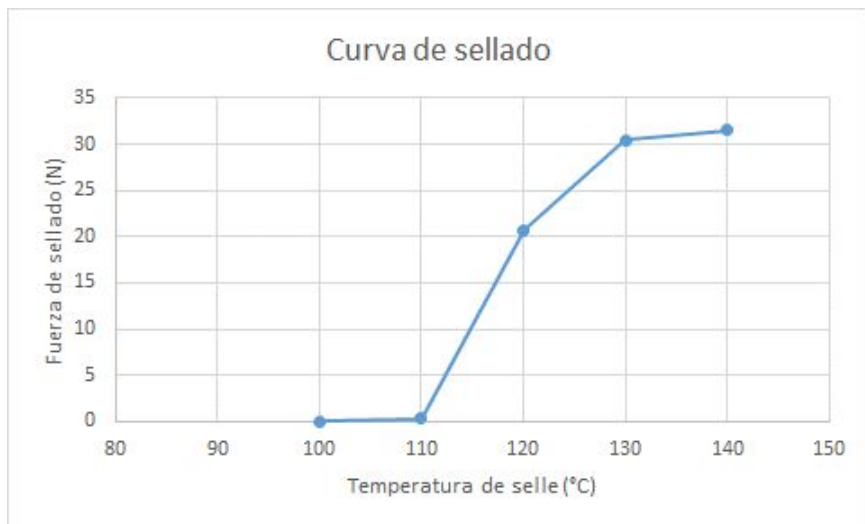
Determinación de resistencia y elongación a la rotura, módulos, fuerzas de laminación, fuerzas de selle. Empleado como análisis comparativo y determinar si las condiciones de procesamiento fueron las adecuadas.



# TIPOS DE ENSAYOS

## Físicos y Mecánicos

- Tipo de Falla  
Problemas de sellabilidad,



### Recomendación:

- Realice la curva de sellado y estime la ventana de dicho proceso.

# TIPOS DE ENSAYOS

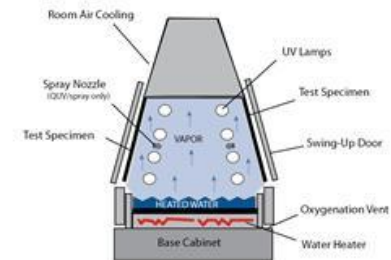
## Envejecimiento

- Envejecimiento térmico

Es una prueba de referencia para establecer el efecto que tienen condiciones extremas o de superiores al uso normal, sobre algunas propiedades intrínsecas de los materiales poliméricos. Se utiliza como parámetro comparativo.

- Envejecimiento por radiación UV

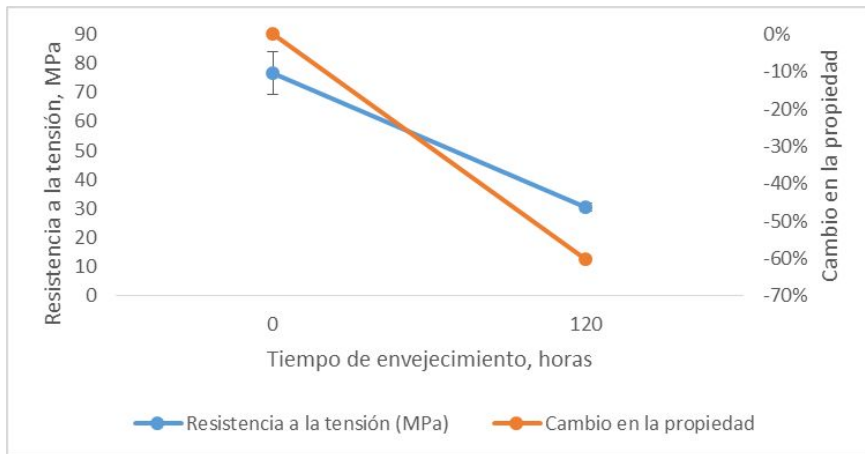
Es una prueba de referencia para establecer el efecto que tienen las condiciones climáticas (UV, Temperatura, humedad).



# TIPOS DE ENSAYOS

## Envejecimiento

- Tipo de Falla  
Problemas de degradación.



### Conclusión:

- Realizar ensayos de caracterización para evaluar la causa de degradación.

# TIPOS DE ENSAYOS

## Otros

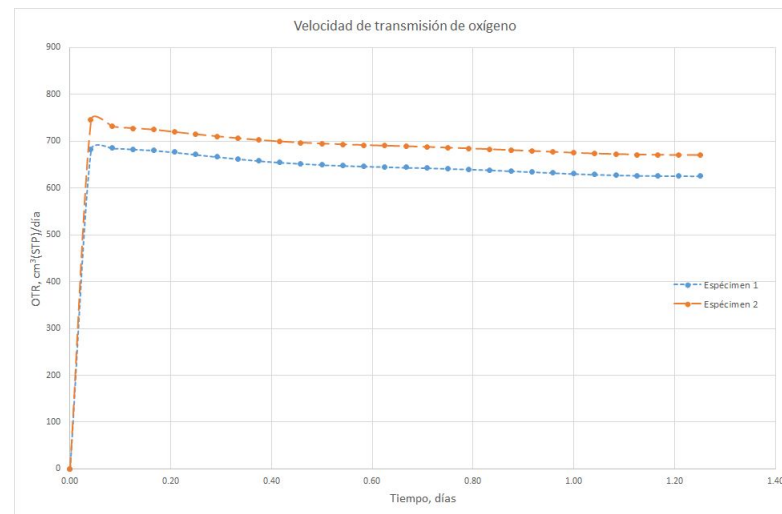
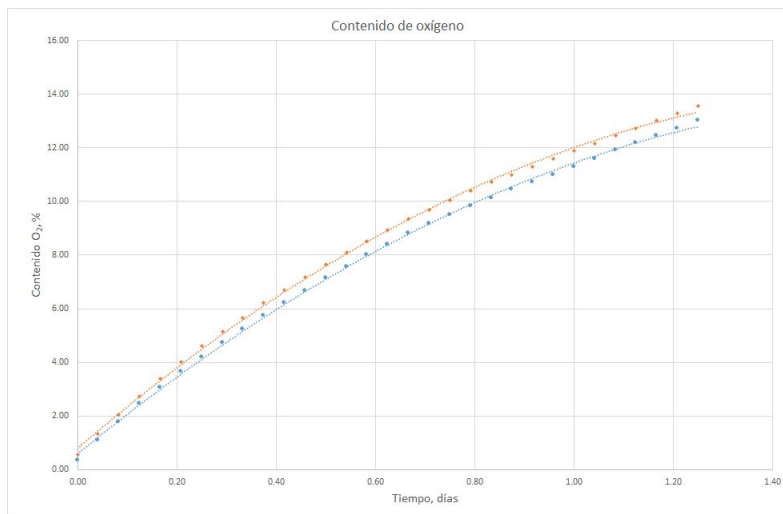
- Permeabilidad al vapor de agua  
Determinación de la velocidad de transmisión de vapor de agua
- Permeabilidad al oxígeno  
Determinación de la velocidad de transmisión de oxígeno o el contenido de oxígeno dentro de un empaque.



# TIPOS DE ENSAYOS

## Otros

- Tipo de Falla  
Problemas de hermeticidad, en  
empaques plásticos.



## Conclusión:

- Mejoras temas de sellabilidad
- Utilización de otros materiales de barrera en el empaques.



# CONCLUSIONES

- Siempre aplicar previamente una metodología, abarcando todas las posibilidades.
- No siempre un solo ensayo de laboratorio es la solución.
- Hay muchas técnicas que pueden ser abordadas para hallar la causa de falla.



INSTITUTO DE  
CAPACITACIÓN  
E INVESTIGACIÓN  
DEL PLÁSTICO Y  
DEL CAUCHO

# ¡Gracias!

**Hernando Andrés Ramírez Gil, Ing. Esp.**

[hramirez@icipc.org](mailto:hramirez@icipc.org) - 3134247116

Carrera 49 #5 Sur 190. Bloque 37

+574 3116478

Medellín, Colombia

[icipc@icipc.org](mailto:icipc@icipc.org) - <https://icipc.org>



@ICIPCmedellin



@ICIPC



@ICIPC\_Medellin



@ICIPC