



## II ENCUENTRO DE ESTUDIANTES DE DOCTORADO DE LA UPV

**Título de la tesis:** *Materiales Cerámicos Avanzados con Aplicaciones Odontológicas Sinterizados por Microondas*

**Doctorando:** *Alvaro Presenda Barrera*

**Directoras:** *M. Dolores Salvador Moya  
Amparo Borrell Tomás*

**Resumen de la presentación:**

*La temática en la que se centra la investigación realizada en esta tesis doctoral es la necesidad de investigar nuevas alternativas para producir materiales cerámicos multifuncionales aplicables al sector odontológico, cada vez más sofisticado, que ofrezcan mayores ventajas que los obtenidos a través de los procesos tradicionales mediante la técnica novedosa de sinterización por microondas para proporcionar materiales de alto rendimiento con propiedades mejoradas: microestructura más fina y propiedades mecánicas adecuadas, a partir de polvos cerámicos. Esta técnica controla el crecimiento del tamaño de grano y la homogeneidad de la microestructura obtenida a la vez que evita la formación de tensiones térmicas debidas al calentamiento rápido, lo que la distingue de otros tipos de sinterizado.*

*La investigación se ha focalizado en estudiar la sinterabilidad de materiales cerámicos base circona con aplicaciones dentales ya que se dispone de un horno de laboratorio, diseñado, optimizado y automatizado, resultado de la colaboración desde 2010 entre el Instituto de Tecnología de Materiales (ITM-UPV) y el Instituto de Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Avanzadas (ITACA-UPV) de la Universidad Politécnica de Valencia. Una vez obtenidos los materiales se lleva a cabo una completa caracterización de los mismos, empleando diversas técnicas disponibles, entre las cuales destacan la Microscopía Electrónica de Barrido, Microscopía de Fuerza Atómica, Espectroscopía Raman, Nanoindentación, Difracción de Rayos X, entre otras. Se consideran cuatro materiales de circona estabilizado con itria, dos comerciales, uno comercial con tratamiento previo en laboratorio y un composite con 5%vol de alúmina.*

*La fase experimental se divide en tres etapas principales. La primera etapa consiste en realizar un estudio comparativo de los materiales utilizando la sinterización por microondas y métodos de sinterización convencionales, en la cual se estudian diferentes propiedades: mecánicas, microestructurales y densificación, variando condiciones de sinterizado como temperatura y tiempo de estancia. En la segunda etapa se llevan a cabo estudios de degradación hidrotérmica, un proceso natural de envejecimiento al que los materiales de circona están expuestos en medios húmedos, como lo es la cavidad oral. La tercera etapa consiste en ensayos de tribología en condiciones de humedad controladas para simular el desgaste de estos materiales en servicio, ya que están expuestos a rozamiento entre superficies durante procesos de masticación.*

*Los resultados obtenidos permitirán una investigación fundamental para mejorar tanto el proceso como las propiedades y funcionalidades de los materiales cerámicos avanzados seleccionados, así como determinar si la sinterización por microondas puede mejorar el comportamiento de materiales dentales de circona.*

## II ENCUENTRO DE ESTUDIANTES DE DOCTORADO

### *MATERIALES CERÁMICOS AVANZADOS CON APLICACIONES ODONTOLÓGICAS SINTERIZADOS POR MICROONDAS*

ALVARO PRESENDA BARRERA

DIRECTORAS:

M. DOLORES SALVADOR MOYA

AMPARO BORRELL TOMÁS

¿PUEDE LA SINTERIZACIÓN POR MICROONDAS  
MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE MATERIALES  
DENTALES DE CIRCONA?

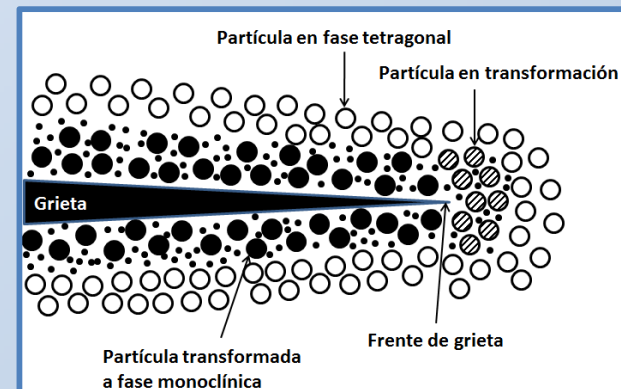
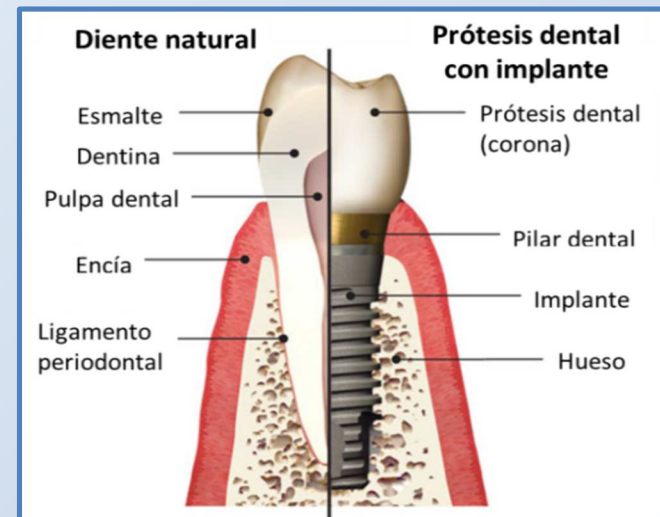


# INTRODUCCIÓN

## MATERIALES DE CIRCONA Y-TZP

- Biocompatibilidad
- Propiedades mecánicas:
  - Resistencia mecánica (>1000 MPa)
  - Dureza Vickers(>12 GPa)
  - Tenacidad a la fractura (>4 MPa·m<sup>1/2</sup>)
- Resistencia a la corrosión
- Resistencia al desgaste y durabilidad

## APLICACIONES EN PRÓTESIS E IMPLANTES DENTALES

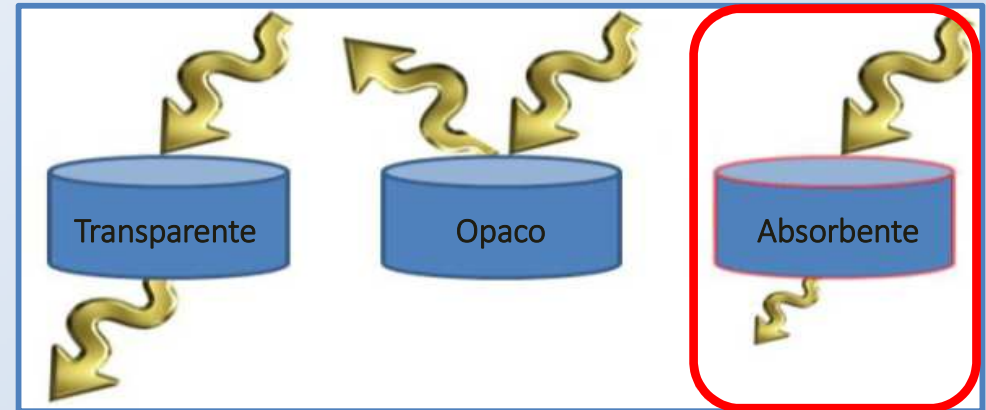
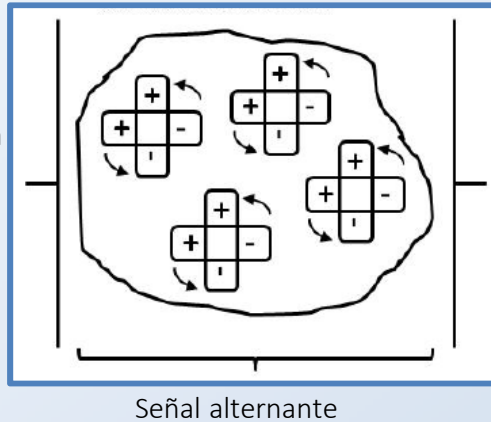


# INTRODUCCIÓN

## SINTERIZACIÓN POR MICROONDAS

- Interacción dieléctrica de microondas con materiales

Moléculas oscilando en la frecuencia de la señal



Ventajas frente a la sinterización convencional

- Menor tiempo de procesamiento y consumo energético
- Tamaños de grano muy fino
- Altas velocidades de calentamiento
- Densidades próximas a las teóricas
- Flexibilidad: materiales *neat-net shape*



# DISEÑO EXPERIMENTAL

---

## ETAPA 1:

ESTUDIO COMPARATIVO  
SINTERIZACION:  
MW/CONVENCIONAL

- COMPOSICION DEL MATERIAL DE PARTIDA
- PROPIEDADES MECANICAS
  - DUREZA VICKERS
  - TENACIDAD
- MICROESTRUCTURA
- DENSIFICACION

## ETAPA 2:

ESTUDIO DEGRADACION  
HIDROTERMICA DE LA CIRCONA

- INFLUENCIA DE SINTERIZACION POR MW EN LTD
- EVOLUCION DEL CONTENIDO DE FASES
- EFECTO EN PROPIEDADES MECANICAS
- CAMBIOS TOPOGRAFICOS EN LA SUPERFICIE EXPUESTA
- PENETRACION DE FASE TRANSFORMADA

## ETAPA 3:

ESTUDIO TRIBOLOGICO:  
COMPORTAMIENTO EN  
CONDICIONES DE DESGASTE

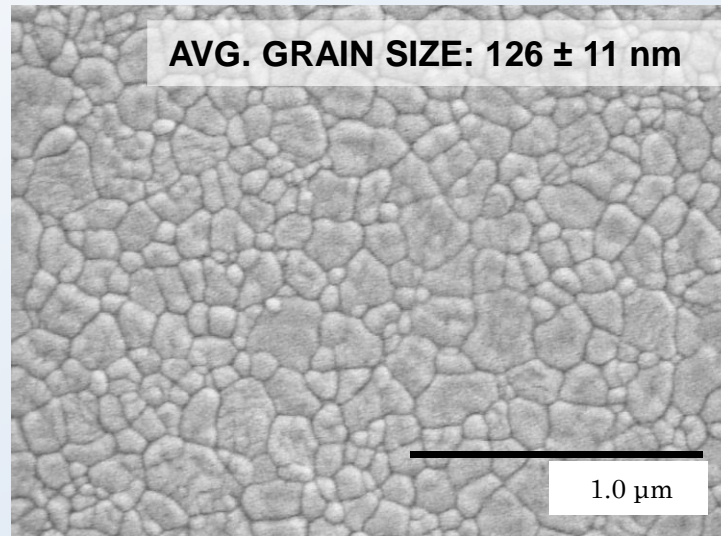
- ESTUDIO DE DESGASTE EN CONDICIONES DE HUMEDAD PARA DOS TEMPERATURAS DE SINTERIZACION
- INFLUENCIA DE LTD EN TASA DE DESGASTE
- DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE FRICCION
- CONTENIDO DE FASES EN HUELLA DE DESGASTE EN FUNCION DE LA PROFUNDIDAD

# RESULTADOS: DENSIFICACIÓN Y PROPIEDADES MECÁNICAS

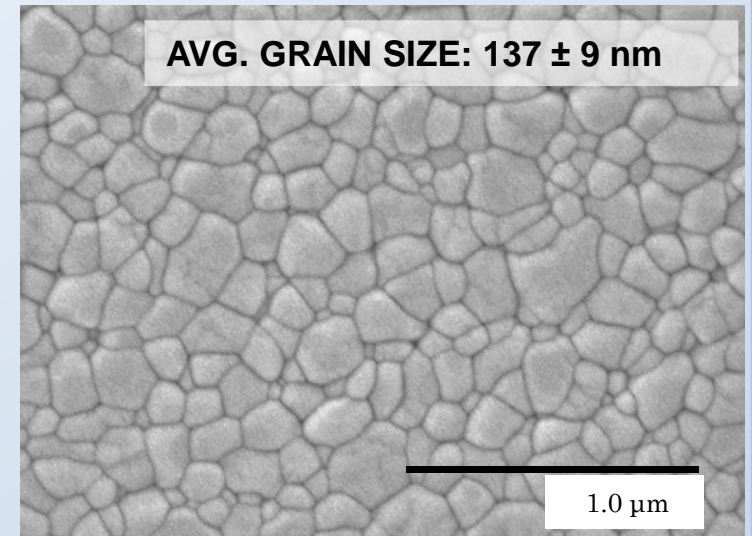
	MATERIAL	TEMPERATURA SINTERIZACIÓN (°C)	DENSIDAD RELATIVA (%)	DUREZA VICKERS (GPa)	TENACIDAD (MPa·m <sup>1/2</sup> )
	Requisitos circona dental	-	-	>12	>4
Sinterización convencional	LAVA (3M)	1300	98,7	13,6 ± 1,7	6,2 ± 0,4
		1400	98,4	14,0 ± 0,7	6,3 ± 0,7
	Nanoker	1300	81,9	11,6 ± 0,1	5,3 ± 0,3
		1400	98,3	13,8 ± 0,2	5,8 ± 0,3
	ICV 3YTZP (Tosoh)	1300	93,8	13,6 ± 0,4	6,2 ± 0,4
		1400	97,2	13,9 ± 0,2	6,5 ± 0,4
	5ATZ	1300	99,5	13,2 ± 1,0	6,2 ± 0,8
		1400	99,6	13,8 ± 2,6	6,3 ± 0,7
Microondas	LAVA (3M)	1200	98,3	12,8 ± 0,4	6,7 ± 0,4
		1300	99,1	12,7 ± 0,7	7,0 ± 0,5
	Nanoker	1200	95,2	12,9 ± 0,6	4,0 ± 0,2
		1300	98,2	13,9 ± 0,5	4,1 ± 0,4
	ICV 3YTZP (Tosoh)	1200	99,6	14,7 ± 0,4	6,6 ± 0,7
		1300	99,5	14,6 ± 0,4	5,8 ± 0,5
	5ATZ	1200	95,9	12,5 ± 2,7	6,9 ± 0,7
		1300	98,5	14,3 ± 3,5	6,2 ± 0,5

# RESULTADOS: MICROESTRUCTURA

SINTERIZACIÓN  
MICROONDAS

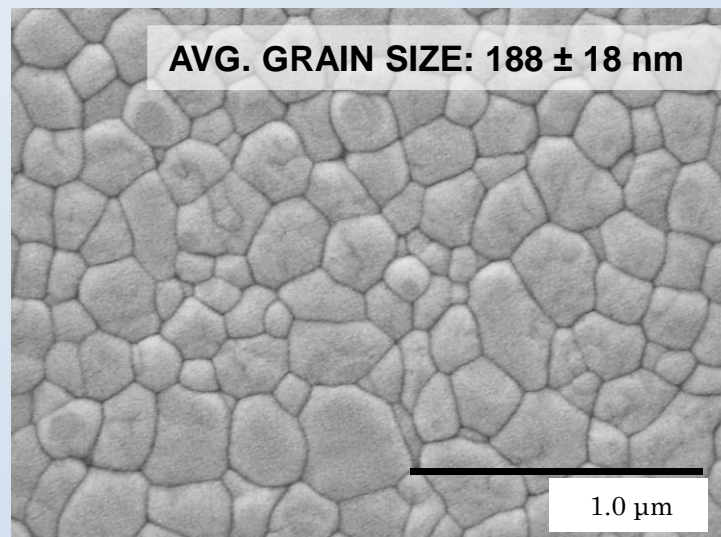


1200°C/10 min

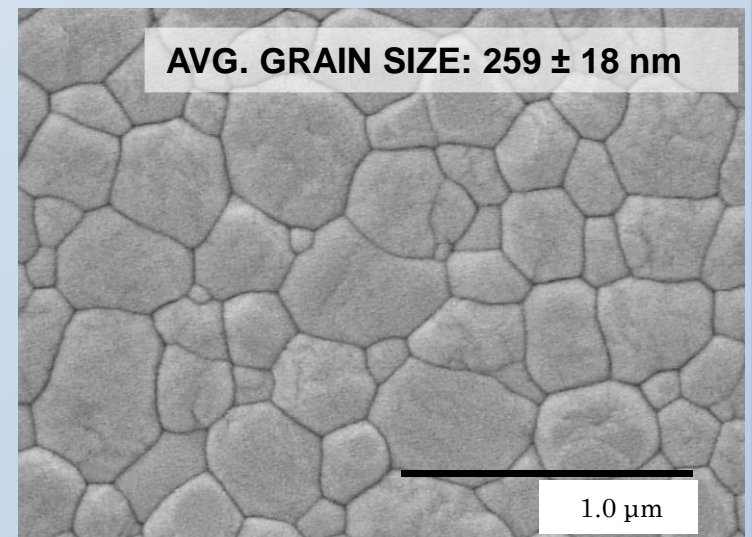


1300°C/10 min

SINTERIZACIÓN  
CONVENCIONAL



1300°C/2 h

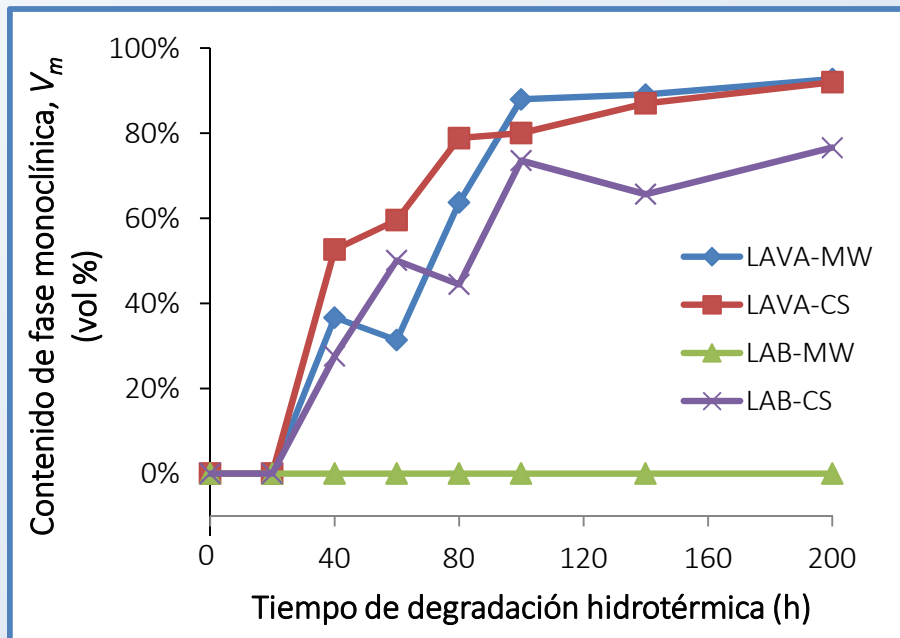


1400°C/2 h



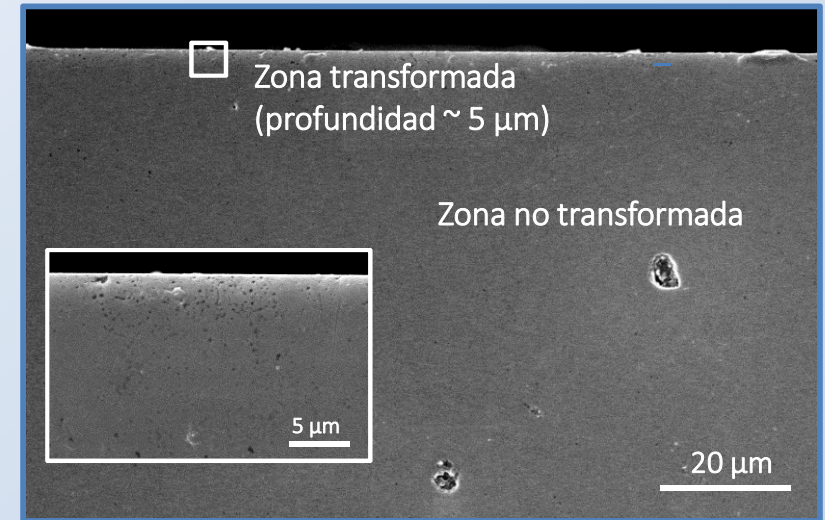
# RESULTADOS: DEGRADACIÓN HIDROTÉRMICA

- Progresión de la degradación hidrotérmica en función del tiempo de exposición



- Penetración de capa degradada

MW

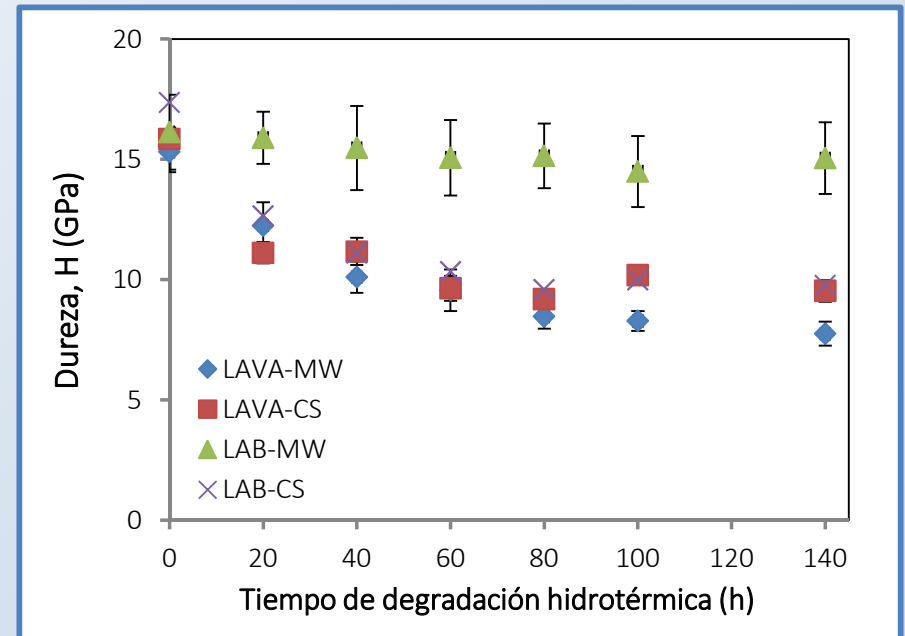
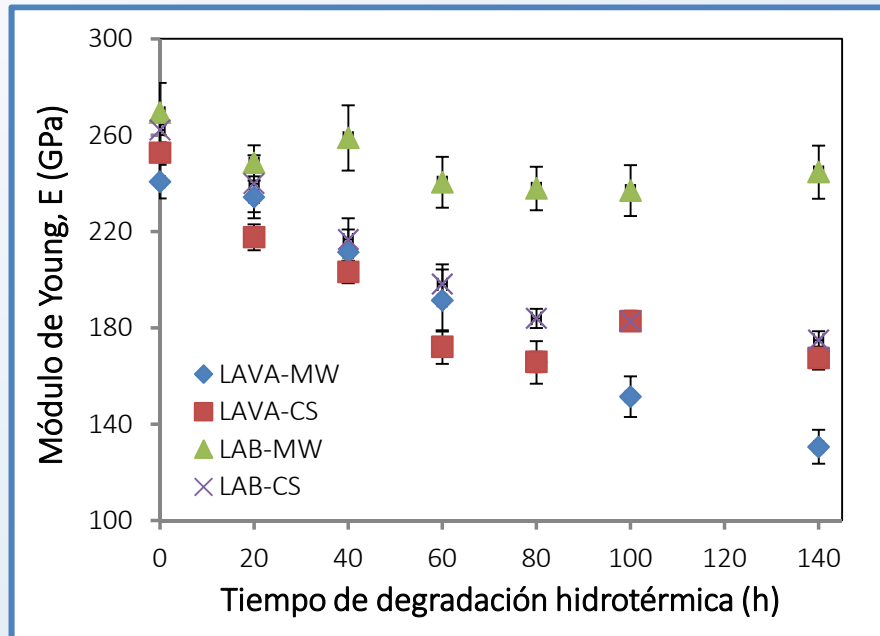


CS



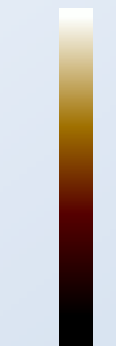
# RESULTADOS: DEGRADACIÓN HIDROTÉRMICA

- Evolución de las propiedades mecánicas

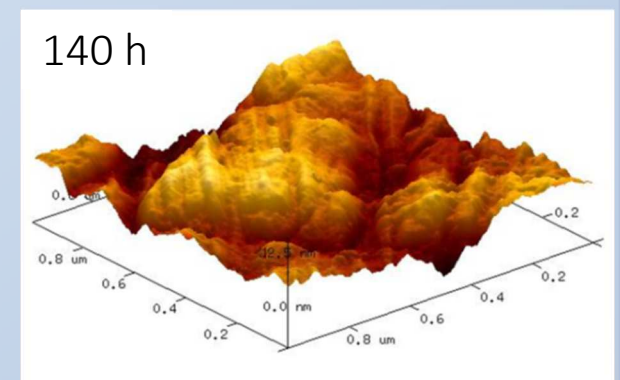
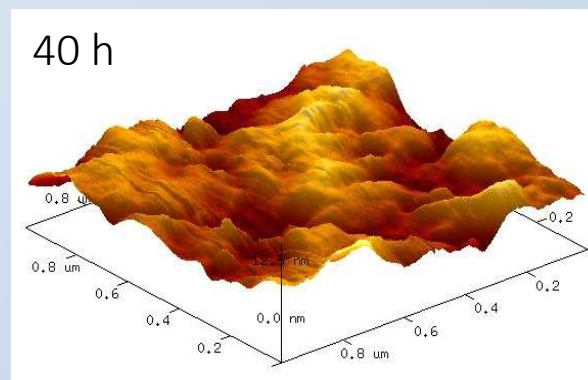
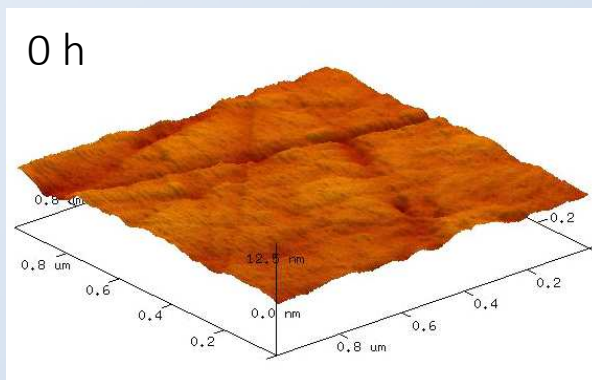


- Cambios topográficos inducidos por la degradación

12,5 nm



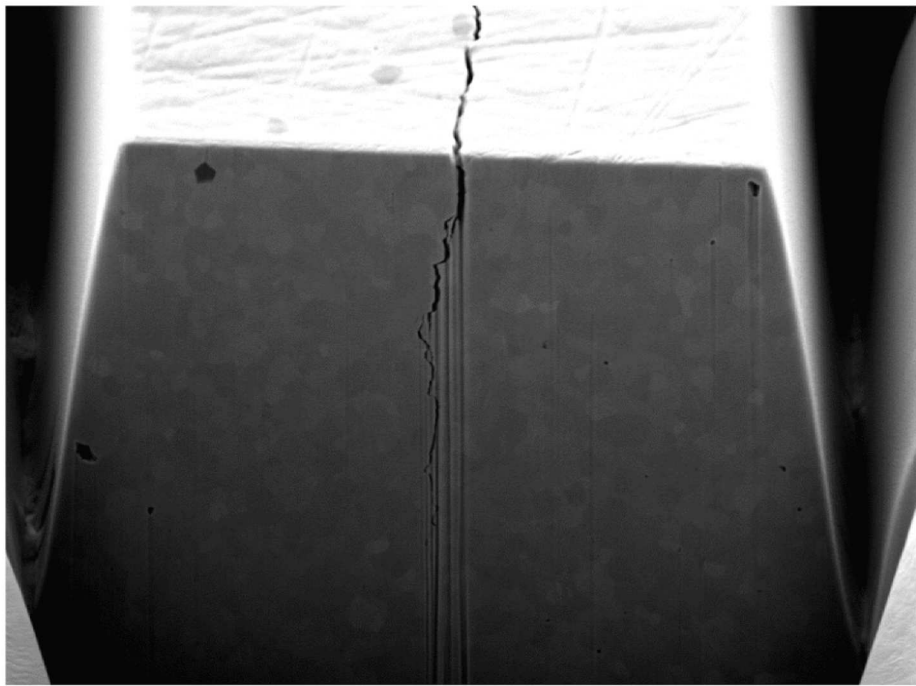
-12,5 nm



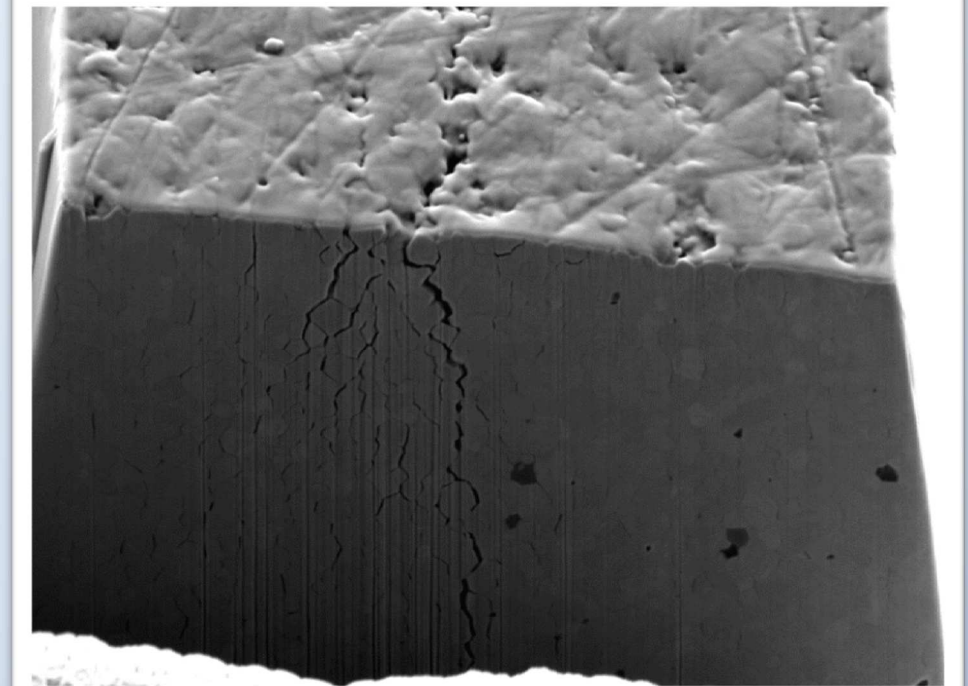
# RESULTADOS: DEGRADACIÓN HIDROTÉRMICA

---

NO DEGRADADO



DEGRADADO 140 h



---

*GRACIAS...*

