

# Nuevo procesamiento Del circón (ZrSiO<sub>4</sub>) basado en moldeo por inyección de polvos con un ligante ecológico.

C. Abajo<sup>1</sup>, A. Jiménez-Morales<sup>1</sup>, J. M. Torralba<sup>1,2</sup>, Johannes Abel,<sup>3</sup> Tassilo Moritz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Universidad Carlos III de Madrid. Avda. Universidad 30, 28911 Leganés, España.

<sup>2</sup> IMDEA Instituto de Materiales. C/Eric Kandel 2, 28906, Getafe, Madrid, España.

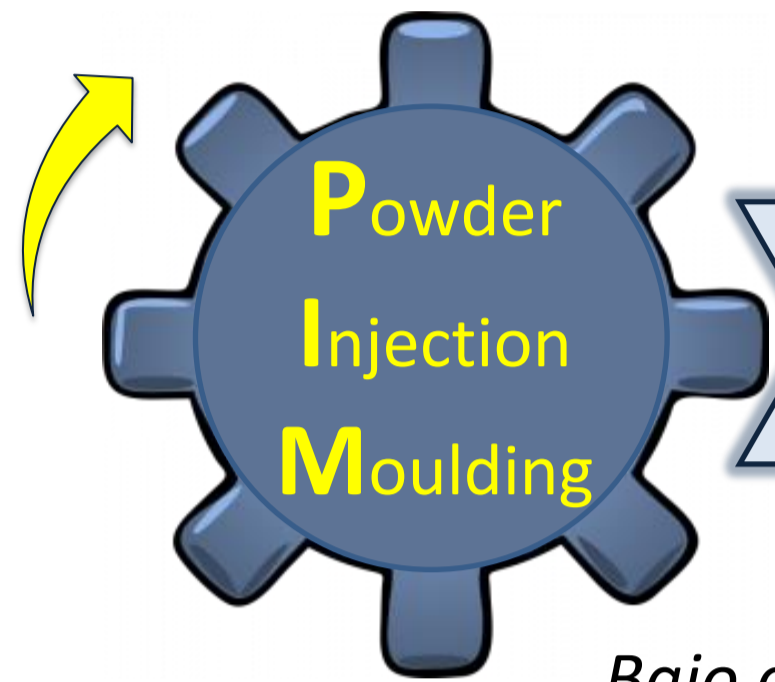
<sup>3</sup> Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS Winterbergstr. 28 01277 Dresden Germany

carolina.abajo@uc3m.es

## Objetivos

Desarrollar una **nueva** ruta de procesamiento para el ZrSiO<sub>4</sub> **competitiva** y **reduciendo costes**

Estudiar la influencia de la composición de un sistema ligante **ecológico** a lo largo del proceso PIM de polvo de circón, y comparar el proceso con el de con ligante comercial



Mezcla  
Polvo & Polímero

Moldeo por  
inyección

Eliminación  
del ligante

Sinterización

## Materiales

Propiedades	Circon		60 vol.%
Morfología	Irregular		
Densidad(g·cm <sup>-3</sup> )	4.5		
D <sub>50</sub> -D <sub>90</sub>	1.9-5.5 μm		

Sistema ligante	PEG	CAB	F4 Licomont®
	F1 Low Mw F2 Medium Mw F3 High Mw		ligante comercial soluble en agua
	Soluble en H <sub>2</sub> O	Derivado de la celulosa	

### Requerimientos del Sistema ligante

- Viscosidad para mantener una buena dispersión del polvo
- T<sup>a</sup> de degradación superiores a la de mezcla e inyección
- Fluidéz cuando está fundido y riqüidez cuando ha solidificado
- Fácil disponibilidad & barato & ecológico
- eliminación: fácil, rápida y "limpia"

Bajo coste

Formas complejas

Piezas muy pequeñas

Gran volumen de producción

## Desarrollo experimental

Reometría de torque  
160°C  
50rpm

Reología capilar  
160 °C  
l/d 16:1  
Correcciones:  
Bagley  
Rabinovitch

Producción  
F1  
F3  
F4  
"Shear roll"  
F2  
Extrusora

Inyección de alta presión

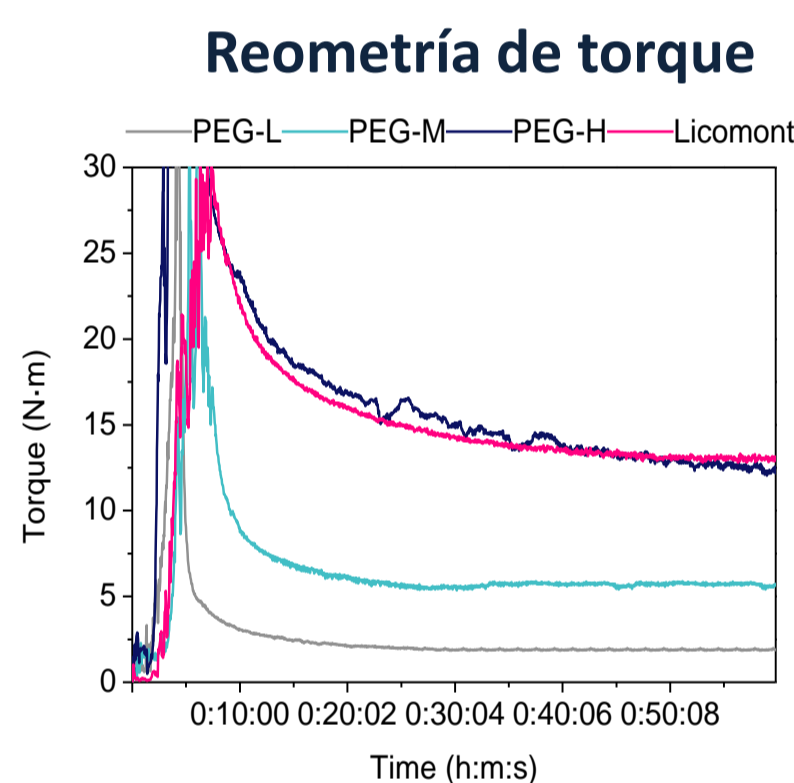
Radiografía

Eliminación  
Disolventes  
Térmica

Sinterización  
1500°C  
3°C/min  
Aire

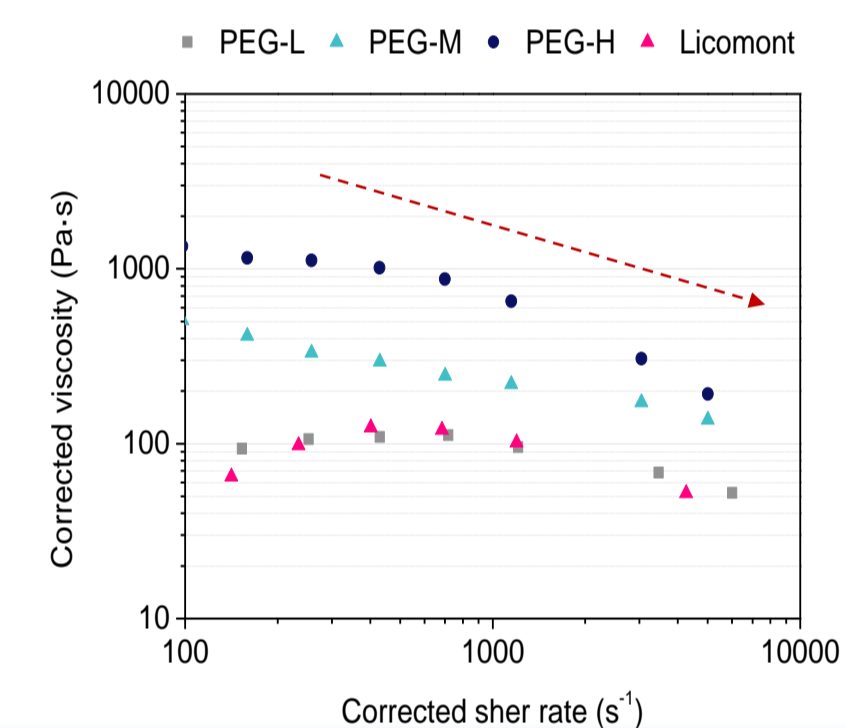
## Resultados

Caracterización del feedstock



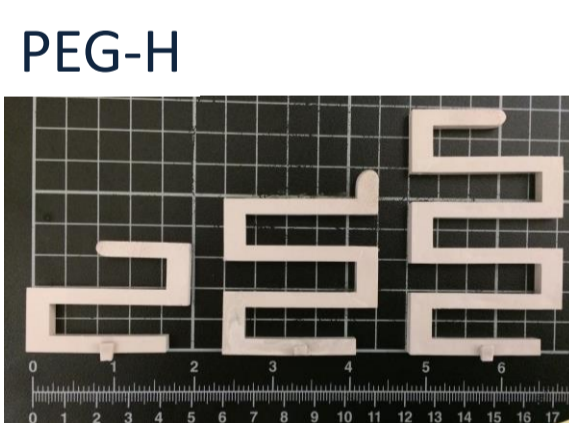
Se alcanza estado estacionario  
↓  
homogeneidad

Reología capilar

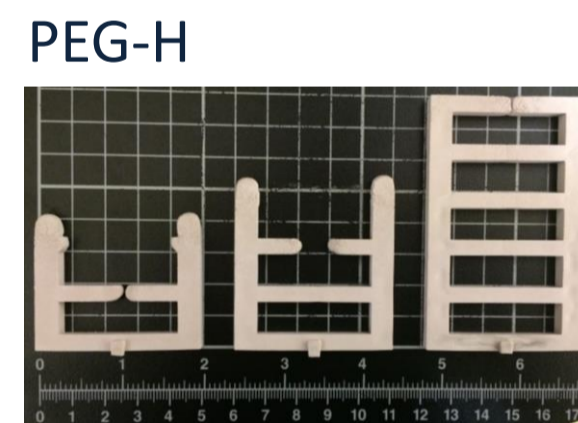


PIM  
↓  
Comportamiento reológico Pseudoplástico  
viscosidad < 1000 Pa·s

Inyección alta presión



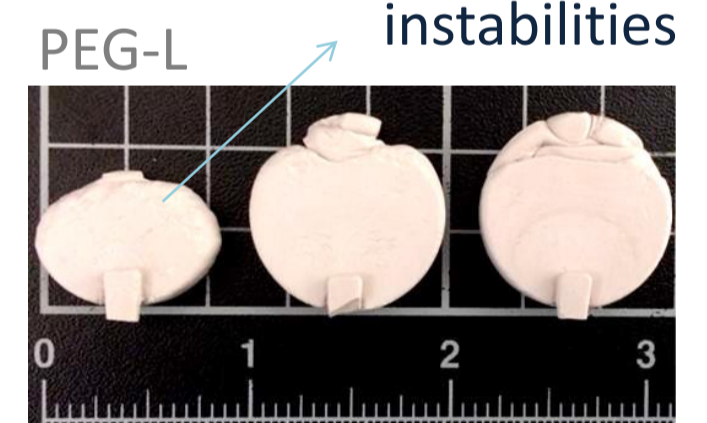
Las piezas en "zig-zag" son complicadas de inyectar por los cambios de dirección. Se han completado las piezas con todos los feedstocks F1 F2 F3 F4



Las rejillas se inyectaron de forma correcta y el avance de flujo fue simétrico, sin embargo no se pudo eliminar la última línea de soldadura en los casos F2 F3 F4

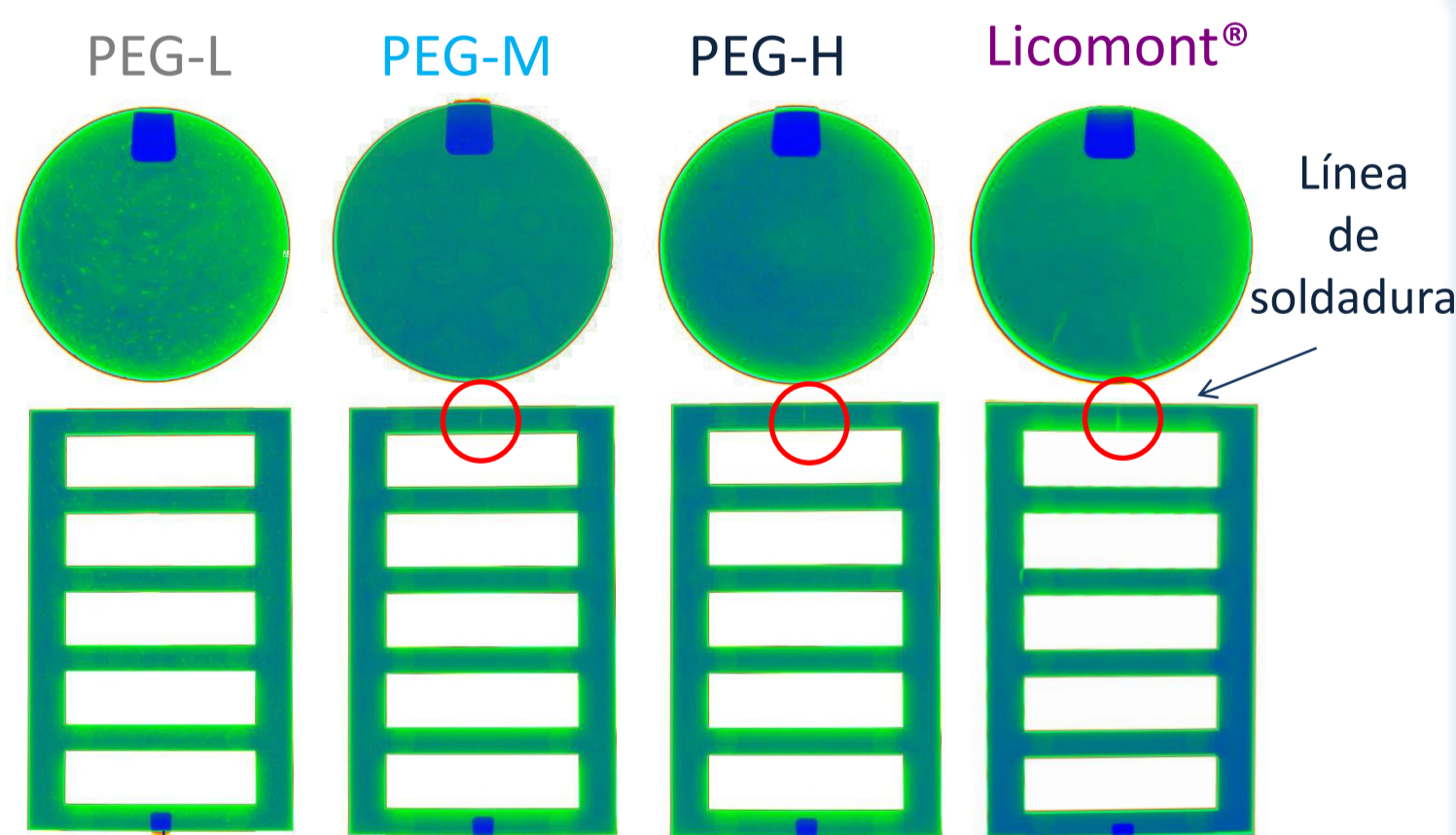


En el F3 se distingue el flujo de inyección inicial, éste podría no fundirse con el resto del material



Inestabilidades en el frente de flujo del F1, se detectan aglomeraciones de polvo-ligante

radiografía

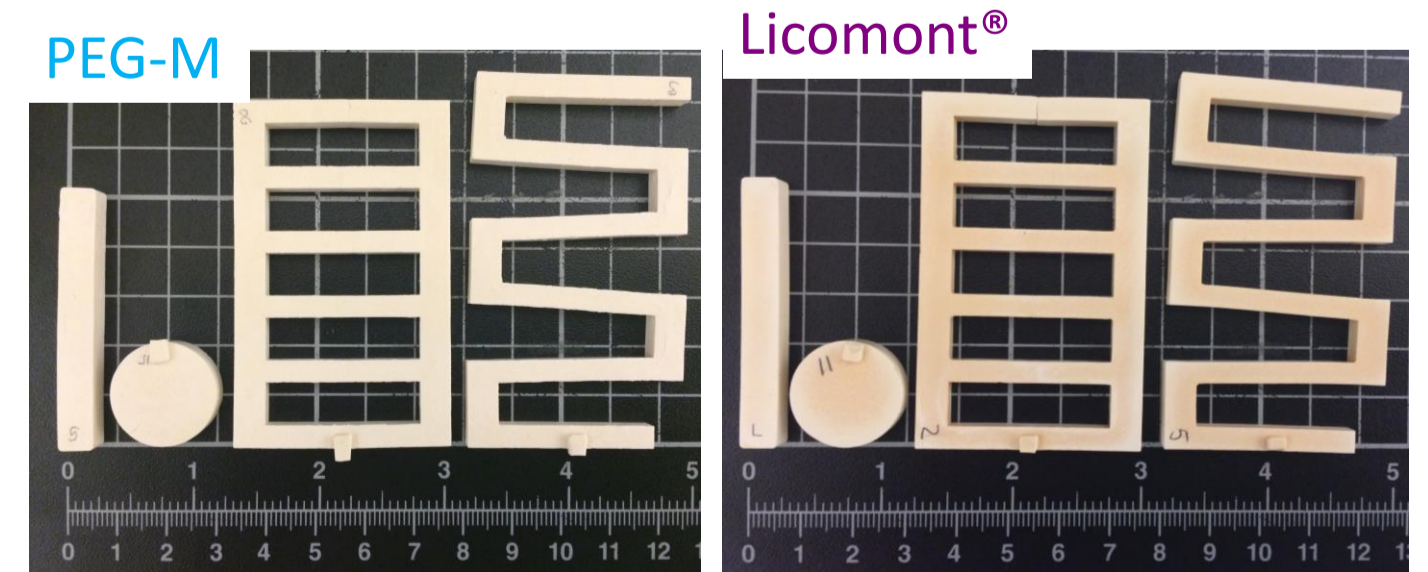


Feedstock basado en PEG de bajo peso molecular, no es capaz de mantener una buena dispersión del polvo. Se obtienen piezas heterogéneas

Eliminación

	PEG-L	PEG-M	PEG-H	Licomont®
Agua	✓	✓	defectos	✓
térmica	rápida (4.5h) sin defectos superficiales		defectos	lenta (50h) para evitar los defectos

Sinterización



No se observan defectos superficiales tras la sinterización

## Conclusiones

✓ Se ha desarrollado una **nueva** y **competitiva** ruta de procesamiento de arena mineral circón mediante el uso de una **nueva** **composición ecológica** del sistema ligante

✓ Se ha estudiado la influencia de la composición del sistema ligante en el proceso PIM. Los mejores resultados se obtuvieron para una composición **intermedia de pesos moleculares**, ya que las piezas inyectadas con bajos Pm no eran homogéneas y con alto presentaban defectos en la eliminación.

✓ El ligante en desarrollo presenta ciclos de eliminación más cortos que el comercial. Ciclo térmico tarda **10 veces menos** !!

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a las empresas GUZMÁN GLOBAL y MIMTECH ALFA su colaboración en el proyecto ECOPIIM (ref.IPT-2011-0931-20000) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y al proyecto MULTIMAT-CHALLENGE (Ref. S2013/MIT-2862) financiado por la Comunidad de Madrid