# IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE IMPRESIÓN ADITIVA 3D A LA PROMOCIÓN Y RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO VALENCIANO

M.P. GÓMEZ-TENA<sup>1</sup>, M.J. MÁÑEZ<sup>2</sup>, J. MONTOLÍO<sup>1</sup>, D. LORES<sup>1</sup>, J. GILABERT<sup>1</sup>, J.A. MARTÍNEZ-MOYA<sup>2</sup>, F. VÉLEZ DE GUEVARA<sup>1</sup>

(1)Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE). 

(2) Departamento d'Enginveria de Sistemes Industrials i Dissony Universitat Levent C







#### 1. Introducción



La Comunidad Valenciana cuenta con una gran variedad de elementos histórico-artísticos. tanto arquitectónicos como esculturales. Durante los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo de puesta en valor, registro y preservación del patrimonio arquitectónico valenciano, aunque el coste asociado a materiales y mano de obra cualificada llega a limitar en gran medida el número de actuaciones.

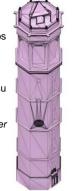
Las nuevas tecnologías de fabricación aditiva, comúnmente conocidas como impresión 3D, permiten una gran flexibilidad en la fabricación, lo cual las hace especialmente atractivas como aplicación a este sector donde piezas o maquetas son piezas únicas, de ahí su elevado coste.

No obstante, las técnicas actuales de impresión 3D resuelven parcialmente las necesidades detectadas, la obtención de un material cerámico frente a otros materiales como plásticos y/o composites presenta la ventaja de mejorar la durabilidad v estabilidad del producto final en el tiempo, minimizando posteriores intervenciones.

### **Objetivo**

Los resultados del proyecto 3DRestaurAM pretenden alcanzar los siguientes objetivos

- Recopilar archivos representativos del patrimonio histórico valenciano y posibilitar su accesibilidad con fines culturales y educativos.
- Desarrollar materiales cerámicos, para las técnicas de impresión 3D escalables como Binder Jetting (BJ) o Sinterizado Selectivo por Láser (SLS).
- Reducir el tiempo y el coste de los métodos actuales.

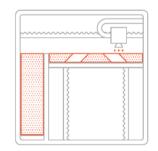


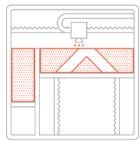
#### 3. Metodología y materiales

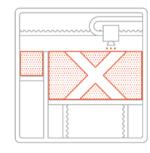
En las primeras fases del proyecto, se ha seleccionado la tecnología de Binder Jetting para el prototipado de piezas utilizando como base un material cerámico en polvo y un aglutinante en base acuosa.

Es necesario que todas las variables del proceso se optimicen para obtener buenas propiedades tanto mecánicas como estéticas, de acuerdo con ello la secuencia de trabajo genérica ha sido la siguiente:

- Escaneado y modelización en 3D de piezas correspondiente al patrimonio de la Comunidad Valenciana.
- Formulación de materiales de base arcillosa para cada una de las técnicas de impresión seleccionadas.
  - Tamaño de partícula del polvo
  - Porcentaje de aditivo
  - Materia prima
- Optimización de parámetros de impresión.
  - Porcentaje de ligante o "binder"
  - Porcentaje de relleno
  - Potencia del laser
  - Orientación de las piezas en la base de construcción
- Caracterización estética y técnica de los prototipos realizados.
  - Resistencia mecánica flexión
  - Absorción de agua
  - Porosidad
  - Variación dimensional







Las primeras pruebas con el proceso de Binder Jetting se han realizado con una impresora

Para realizar la impresión se han utilizado composiciones en polvo de base arcillosa (Tabla 1), tanto de revestimiento de pasta blanca (R) como de gres porcelánico (G). Dichas composiciones se mezclan en proporciones adecuadas con aditivos específicos (5-10%) para favorecer el proceso

Con la finalidad de aglutinar el material en polvo y aportarle la rigidez necesaria para soportar las etapas de post-procesado, se ha acondicionado un ligante (binder) en base acuosa con viscosidad entre 1.1-1.3 Pa·s y elevada tensión superficial.

Una vez preparada la composición ésta se introduce en la plataforma de alimentación. Después

del **proceso** de llenado se programan las variables de impresión y al finalizar la impresión se retira el exceso de material mediante soplado o aspiración. Para finalizar con el post-procesado, las piezas se introducen en una estufa para eliminar la

humedad del material y posteriormente se tratan térmicamente en una mufla de laboratorio. De este modo, adquiere las propiedades mecánicas finales.

Las ventajas de este proceso en la ejecución de piezas escultóricas y/o arquitectónicas son, por un lado, que es un proceso fácilmente escalable y, por otro, que no es necesario el uso de soportes.









## Resultados

Las propiedades caracterizadas para la validación de las piezas a nivel técnico impresas mediante Binder Jetting, han sido la resistencia mecánica a la flexión y la porosidad (Tabla 2). Con los datos obtenidos se ha evaluado la influencia de la orientación de impresión en las propiedades mecánicas y la uniformidad de la estructura porosa en el proceso.

Desarrollo del



<b>Cuarzo (%)</b> 25-35		o (%)	Caolinita (%)	<b>Mica (%)</b> 5-10		Calcita (%)	Feldespato sódico (%)	Aditivos orgánicos (%	
			20-25		5-15		20-30	5-10	
la 2 F	Resultados	de los er	nsayos mecánicos de las composicio	ones de revestimiento de pas	ta blanca (F	R) y gres porcelán	ico (G)		
Referencia		-:-	Revestimiento de pasta blanca		Defense:		Gres por	Gres porcelánico	
		cia	Resistencia mecánica (MPa)	Porosidad (%)	Referencia	Referencia	Resistencia mecánica (MPa)	Porosidad (%)	
R	1	V	2	70		1 1	<b>v</b> 4	68	
		h	2	69		1 1	<b>h</b> 3	67	
	2	٧	2	70	_	,	v 11	50	
		h	1.5	71	G	2	<b>h</b> 8	51	
	3	٧	2	68		2	<b>v</b> 12	49	
		h	1.5	67		3	6	61	

"v" y "h" indican la dirección de impresión

### 5. Conclusiones

De acuerdo con los resultados, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La estructura porosa de los materiales es uniforme, excepto en el caso de G3
- La resistencia mecánica en cocido depende de la direccionalidad de deposición, ya que las piezas que se construyen paralelamente (vertical) a la deposición presentan mayor resistencia mecánica que las de construcción perpendicular (horizontal)
- Se observa una buena calidad estética de las piezas en ambos materiales, permitiendo la impresión de geometrías complejas (incluso voladizos), resoluciones elevadas (0,1 mm) con detalles de hasta 2mm

### 6. Bibliografía

- [1] Mechanical Characterization of High-dimensional Clayey Artefacts Manufactured by Robocastings January 2019 DOI: 10.29272/cmt.2018.0008
- [2] Binder jetting of ceramics: Powders, binders, printing parameters, equipment, and post-treatment April 2019 Ceramics International DOI:10.1016/j.ceramint.2019.04.012

Validación de

prototipos

Tabla 1 Composición mineralógica genérica de los materiales pulverulentos utilizados

[3] 8th International Conference on Photonic Technologies LANE 2014 On the possibility of selective laser melting of quartz glass R.S. Khmyrova, S.N. Grigorieva, A.A. Okunkovaa, A.V. Gusarovb aMoscow State University of Technology "STANKIN", Vadkovsky pereulok 3a. 127055 Moscow. Russia bEcole Nationale d'Inaénieurs de Saint-Etienne. 58 rue Jean Parot.42023 Saint-Etienne. France

[4] 3D printing of ceramics: A review Zhangwei Chen, Ziyong Li, Junjie Li, Chengbo Liu, Changshi Lao, Yuelong Fu, Changyong Liu, Yang Li, Pei Wang, Yi He Additive Manufacturing Institute, College of Mechatronics and Control Engineering, Shenzhen University,

### Agradecimientos

El proyecto RestaurAM, con referencia IMDEEA / 2019/81, ha sido cofinanciado mediante fondos IVACE y FEDER, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020











