



Comunidad  
de Madrid

Dirección General  
de Investigación  
e Innovación Tecnológica  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA  
Fondos Estructurales  
*Invertimos en su futuro*



# PROGRAMAS DE I+D EN TECNOLOGÍAS 2018

ACRONIMO:

ADITIMAT – CM

TITULO PROGRAMA:

Additive Manufacturing: from material to application

REFERENCIA:

P2018/NMT-4411

PRESUPUESTO CONCEDIDO: 861.250,00 €

Madrid, 17 y 18 de abril de 2024

# ADITIMAT – CM - ¿Quiénes participamos?

## GRUPOS

- CIM      URJC
- GTP      UC3M
- EME      UPM
- LIM      CLUPM
- UCM      CCRM
- COL      ICV-CSIC

**106 miembros**

85 doctores

21 predoctorales

13 financiados CM

## LABORATORIOS

- LICAM      URJC
- LASERLABÜ      URJC
- LACTE      UC3M
- LMTR      UPM
- LACASMEN      UPM

**11 miembros**

5 directores

6 técnicos

5 financiados CM



**117 participantes: 18 con financiación CM**



# ADITIMAT – CM - ¿Qué objetivos planteamos?

- La fabricación aditiva es una tecnología base en la industria del futuro.

- Reduce las necesidades de materiales.
- Reduce la necesidad energética de la producción.
- La fabricación es directa desde modelos 3D
- Es idónea para la personalización de productos.



Sostenibilidad

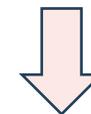


Industria 4.0

- Presenta limitaciones sustanciales

- Pocos materiales disponibles [30 metales; 20 polímeros].
- Tecnología de fabricación en desarrollo.
- Los productos no adaptados a procesos finales.
- Los casos de aplicación en entornos reales no están consolidados.

Material



Aplicación



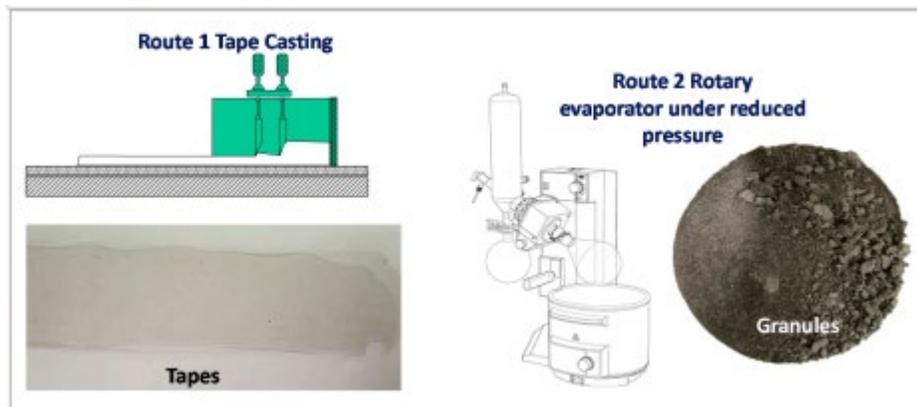
# ADITIMAT – CM - ¿Qué objetivos planteamos?

- Desarrollo de materiales, tecnologías y procesos para la mejora de los productos desarrollados por Fabricación Aditiva.

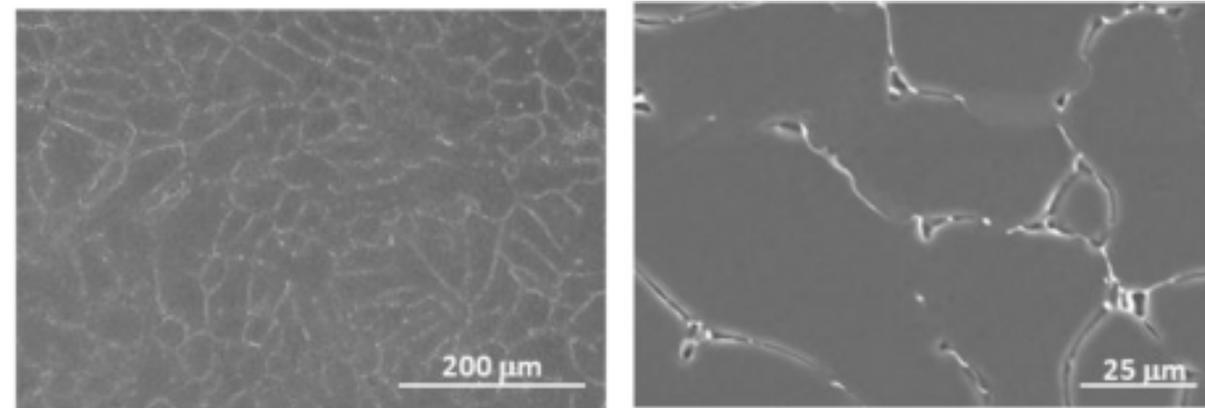


# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

- Definición y fabricación de nuevas aleaciones para FA:
  - Simulación termodinámica:** Alta entropía (**HEA**), metal duro  $\text{Co}$ -críticos, fases MAX, **Al** y **Ti**.
  - Aleaciones de colada y soldadura:** **Mg**-Zn-Ca-Ag; Mg-Zn-Al
  - Coloides:** **WC**,  $\text{W}_2\text{C}$ , y W; Ni nanométrico en filamentos de Ti(C,N), Ni-Al-Cr.
  - Multimateriales y compuestos:** Ti-6Al-4V / SiC – TiN; Al-10Si-Mg / SiC – AlN; 316L / SiC; Ti-6Al-4V / 316L
  - Modificación polvo:** **Al** – AlN; **Ti**-TiN; Ti-**316L**; SiC-Al; N-B-Ti; ox-HEA, GNP-hBN/Ti



Polymers 2021, 13, 1061

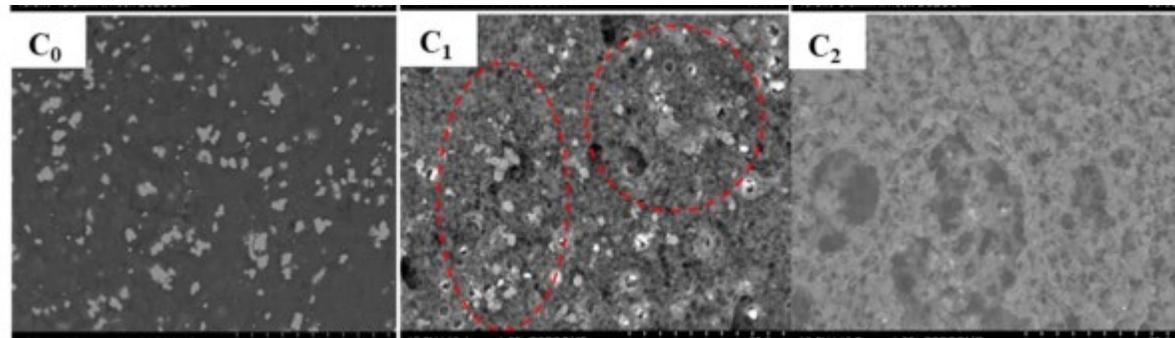


Journal of Magnesium and Alloys 10 (2022) 540–554

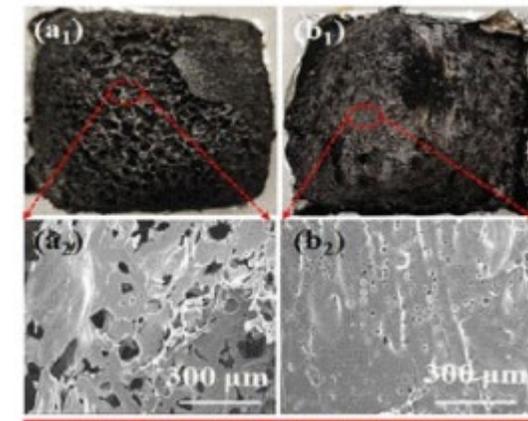
# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

- Nuevos materiales poliméricos:

- **Resinas termoestables fotocurables:** BN; TiO<sub>2</sub>; ZnO; CNT y GNP.
- **Termoplásticos dopados:** Surlyn8940 / CNT para FDM.
- **Polímeros para salud:** PLA-Mg; nanotubos de Haloisita (HNT) con Ranelato de Sr (SrR).



Polymers 2024, 16, 719



International Journal of Biological Macromolecules 262 (2023) 129363

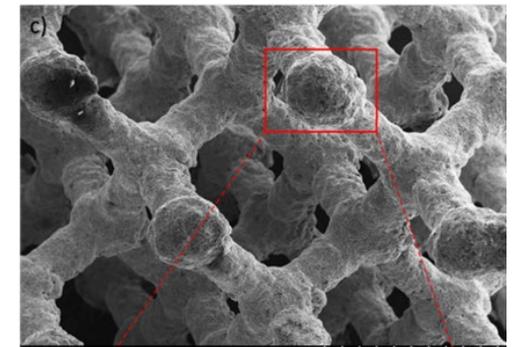
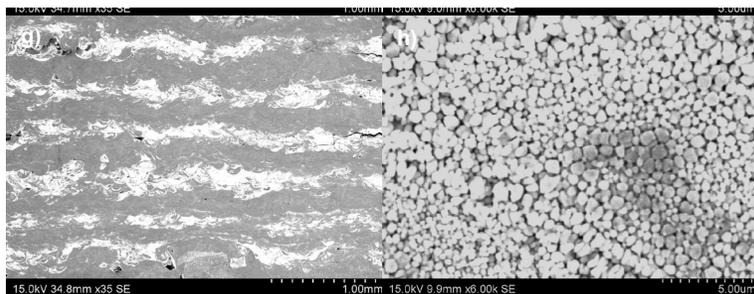
# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

- **Fabricación aditiva con metales:**

- **DED:** Al – AlN; Ti-TiN; Ti-Acero; SiC-Al; N-B-Ti; ox-HEA, GNP-hBN/Ti; Ti-6Al-4V /SiC – TiN; Al-10Si-Mg / SiC – AlN; 316L / SiC; Ti-6Al-4V / 316L
- **LPBF y  $\mu$ LPBF:** Ti-6Al-4V /SiC – TiN; Al-10Si-Mg / SiC – AlN; 316L / SiC. Ti-6Al-4V / 316L
- **WAAM – LWAM:** Al – AlN
- **LIFT:** Pasta (Ag); tintas (Ag, Cu, GNP); metales (Cu).

- **Fabricación aditiva con polímeros:**

- **FDM – PE:** BN; TiO<sub>2</sub>; ZnO; CNT y GNP; Surlyn8940 / CNT; PLA-Mg; Haloisita (HNT) con SrR.



# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

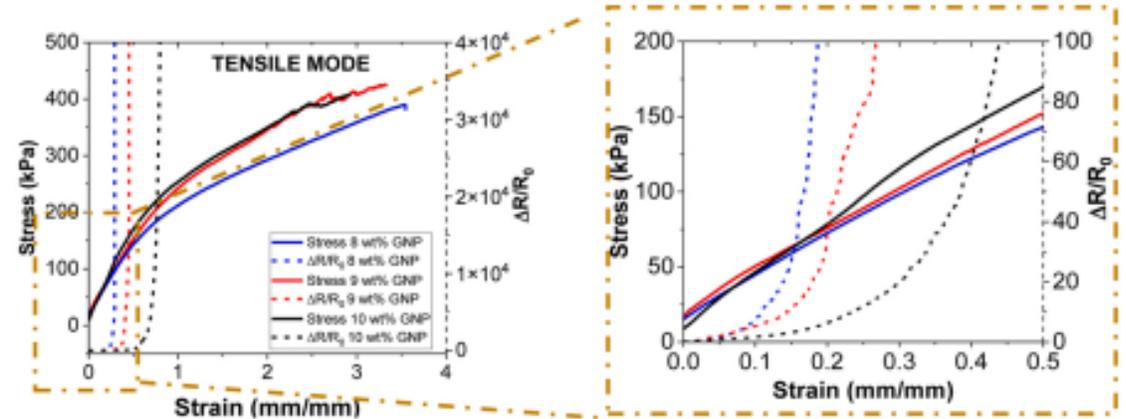
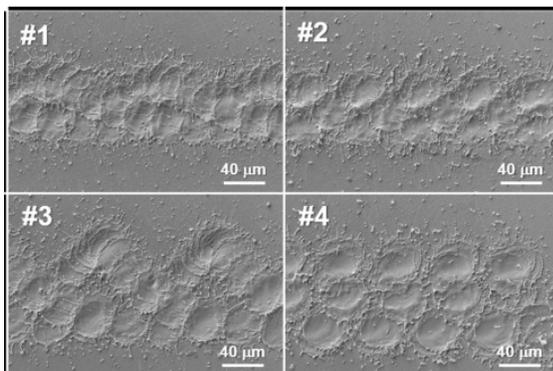
Mejora y funcionalización

## Mejora de características de las piezas fabricadas

- Piezas metálicas y metal-cerámica mediante tratamientos térmicos [metal duro, HEA, fases MAX, Ti, Al]
- Piezas de Ti6Al4V por LSP láser [ns, ps] SLM de Ti, aceros, Al y Mg. Modificación, pulido y texturización
- Fusión láser y láser polishing [teoría y experimentación con PRISM de Princeton University].

## Mejora de las piezas poliméricas y multifuncionalidad integrada

- Postratamiento: tratamientos térmicos y UV materiales dopados con CNT y GNP. IR para autorreparación.



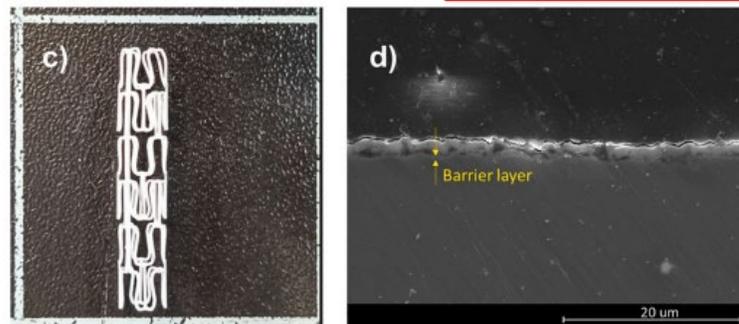
# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

## Aplicación de recubrimientos

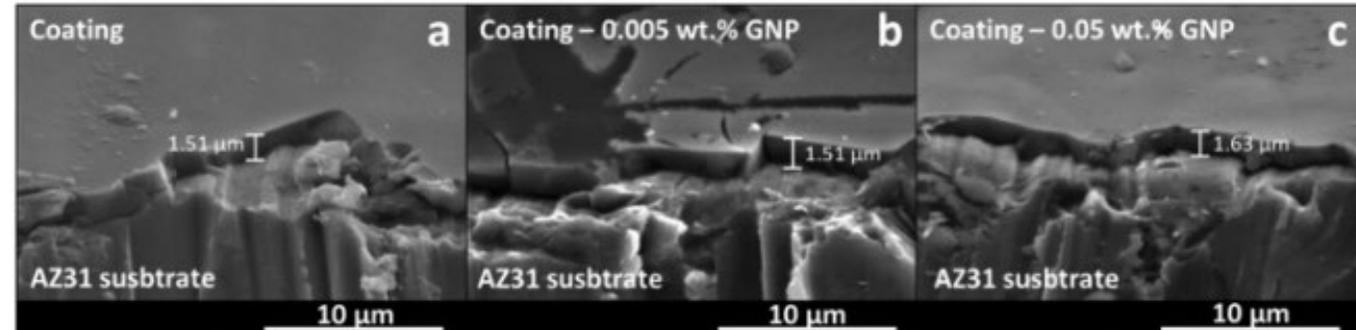
- Sol-gel órgano-inorgánicos biodegradables [salud] y con superficies fotocatalíticas [sostenibilidad].
- Protección activa contra corrosión: LDH; anodizado (TSSA-Ce); flash-PEO; híbridos PEO/LDH y anodizado/sol-gel; híbridos jerárquicos con fármacos; y recubrimientos antifatiga [OEP con CNT u PLA].

## Aplicación de tratamientos superficiales

- Tratamientos termoquímicos y láser para corrosión y desgaste, capas porosas y placas bipolares.
- Tintas funcionales base agua de  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{TiO}_2$  y/o  $\text{NiO}$  para supercondensadores [CPRP].



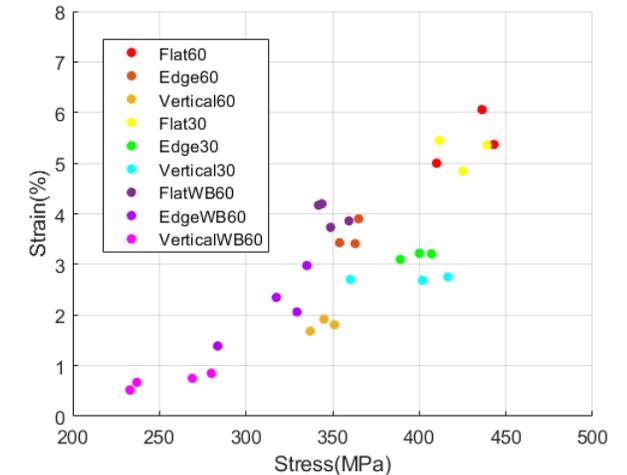
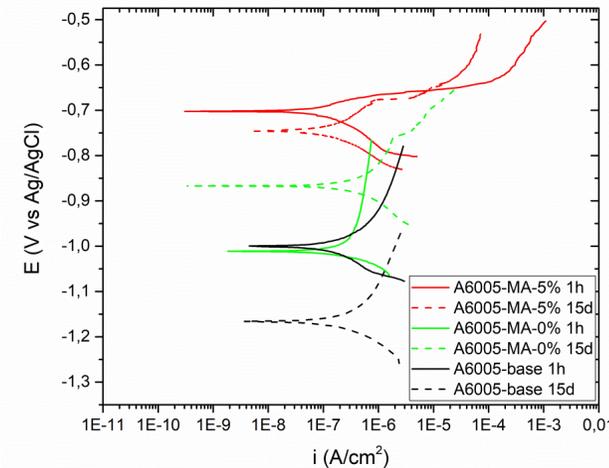
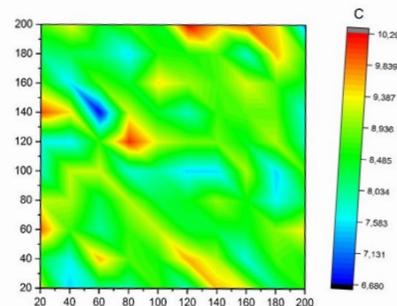
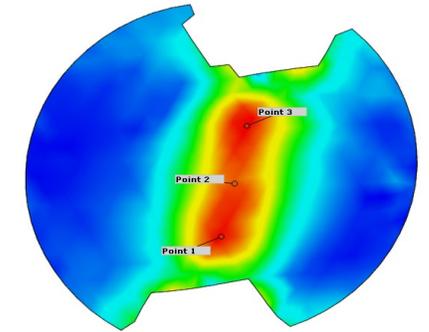
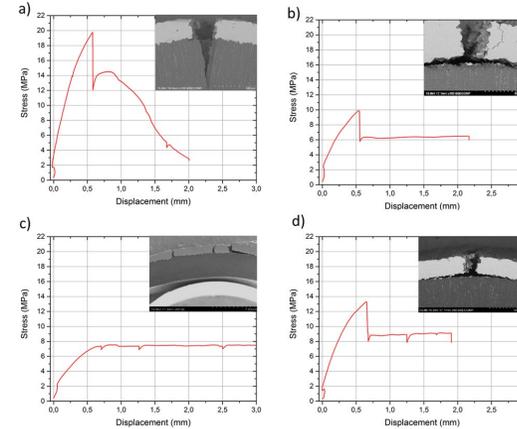
Surface & Coatings Technology 479 (2024) 130539



Surface & Coatings Technology 426 (2021) 127745

# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

- Microestructura
- Corrosión y desgaste
- Propiedades mecánicas
- Biocompatibilidad y antibacteriana
- Propiedades eléctricas
- Propiedades térmicas y antihielo
- Tensiones residuales
- Autorreparación
- Simulación





Comunidad de Madrid

Dirección General de Investigación e Innovación Tecnológica

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA  
Fondos Estructurales  
Invertimos en su futuro



# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

DEMOSTRADORES

**Tornillo quirúrgico biocompatible reabsorbible: Fe y Mg**



CIM-URJC  
Laserlabü

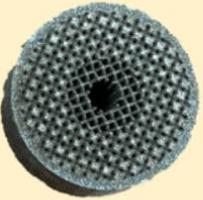
**Tornillo quirúrgico biocompatible por FFF**



COLFEED  
COLFEEDPrint

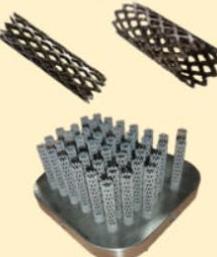
COL-CSIC

**Implante óseo reabsorbible y biomimético en Mg**



CIM-URJC  
Laserlabü

**Stents reabsorbibles Fe y Mg**



CIM-URJC  
Laserlabü

**Prótesis médica permanente Ti6Al4V; Ti6Al4V - TiN**

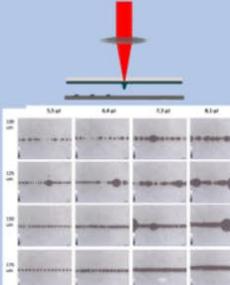


Ti6Al4V / TiN  
Alta resistencia

Ti6Al4V  
Alta ductilidad

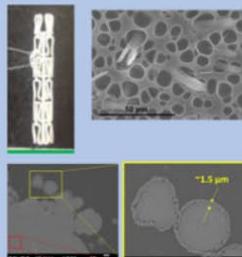
CIM-URJC  
Laserlabü

**Transferencia directa con láser (LIFT) tratamiento**



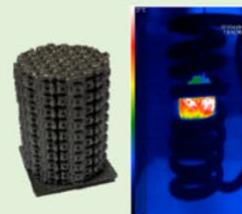
LAM-CLUPM

**Recubrimientos PEO híbridos jerárquicos sobre stents**



CCRM-UCM  
CIM-URJC

**Núcleo de reactor reciclado polímeros 316L**



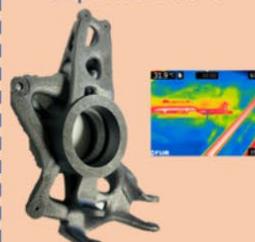
GTP-UCM  
LACTE

**Barra control calor Al lattice / denso con gas interior**



CIM-URJC  
Laserlabü

**Mangueta Al Fórmula Student tratamiento superficial láser**



CIM-URJC  
Laserlabü

**Álabe de turbina Ti6Al4V -TiN**



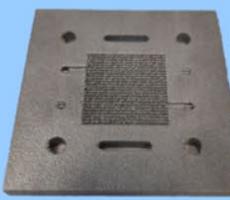
CIM-URJC  
Laserlabü

**Inyector quemador H<sub>2</sub> Cr<sub>2</sub>AlC por CEM**



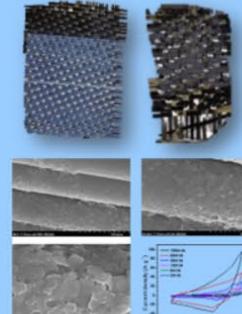
GTP-UCM  
LACTE

**Placa Bipolar utilizable en pilas de combustible**



GTP-UC3M  
Laserlabü

**Pseudo condensador**



COL-UCM  
CIM-URJC





Comunidad de Madrid

Dirección General de Investigación e Innovación Tecnológica

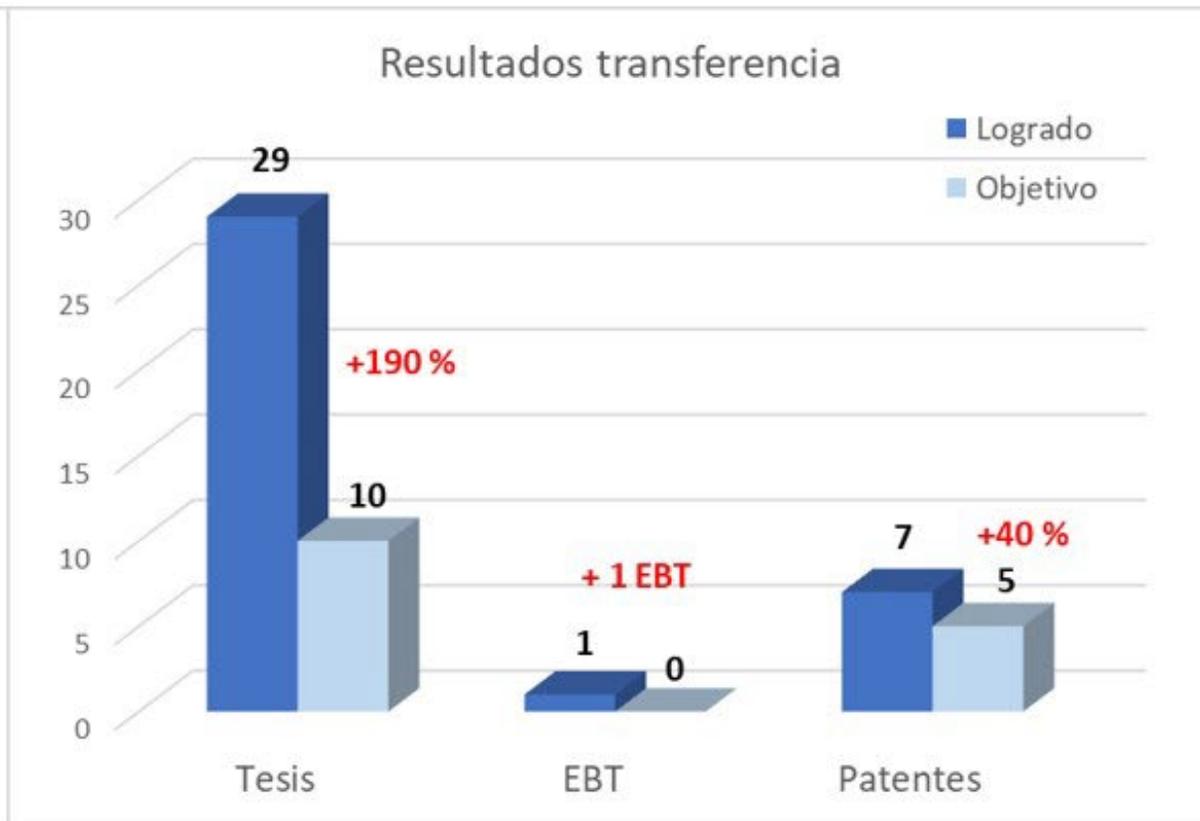
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA  
Fondos Estructurales  
*Invertimos en su futuro*



# ADITIMAT-CM - ¿Qué resultados hemos obtenido?

Resultados numéricos





Comunidad  
de Madrid

Dirección General  
de Investigación  
e Innovación Tecnológica

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA  
Fondos Estructurales  
*Invertimos en su futuro*



# ADITIMAT-CM – ¿Cómo hemos continuado?

- Propuestas y concesiones individuales y colaborativas:
  - **Proyectos para la generación del conocimiento:**
    - Proyectos coordinados [ADITIMAT-CM]: CIM-URJC & CCRM-UCM; EME-UPM & COL-CSIC
    - Proyectos individuales o coordinados con otros grupos: URJC, UC3M, UPM
  - **Proyectos de transición ecológica y digital:**
    - Petición individual, pero con trabajos colaborativos: CIM-URJC & GTP-UC3M
  - **Colaboración público – privada:**
    - Petición implica a varios grupos: GTP-UC3M & CIM-URJC
  - **Transmisiones2023:**
    - Petición coordinada con varios grupos: CIM-URJC & CCRM-UCM
  - **Proyectos internacionales:**
    - Europeos: ITER CIM-URJC & EME-UPM
    - Canadá
    - ...





**Comunidad  
de Madrid**

Dirección General  
de Investigación  
e Innovación Tecnológica

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA  
Fondos Estructurales  
*Invertimos en su futuro*



**Muchas gracias por su atención**

