



MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE



Tendencias de I+D+i en fundición de hierro, aluminio y acero

Del escenario científico mundial a la estrategia de las fundiciones vascas

8 Octubre 2026



**FUNDICIÓN DE
HIERRO**



**FUNDICIÓN DE
ALUMINIO**



ACERO MOLDEADO

Índice

- 1** **Qué está investigando la comunidad científica internacional**

- 2** **Qué se investiga en Europa**

- 3** **Qué se investiga fuera de Europa**

- 4** **Fundiciones vascas: cómo ha evolucionado su investigación, tendencias y oportunidades**

- 5** **Líneas de colaboración con AZTERLAN**

1 QUÉ ESTÁ INVESTIGANDO LA COMUNIDAD CIENTÍFICA INTERNACIONAL

2 Qué se investiga en Europa

3 Qué se investiga fuera de Europa

4 Fundiciones vascas: cómo ha evolucionado su investigación, tendencias y oportunidades

5 Líneas de colaboración con AZTERLAN

VOLUMEN DE REGISTROS PUBLICADOS EN CINCO AÑOS

Fuente

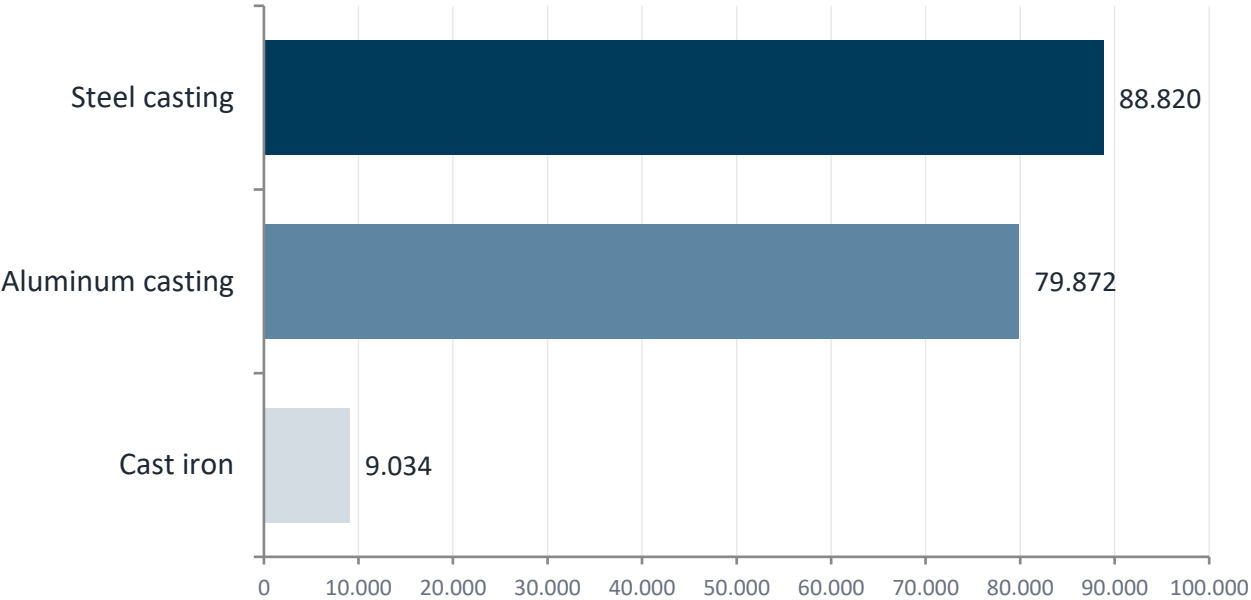
Web of Science: Core Collection, Derwent Innovations Index (patentes), KCI, MEDLINE, ProQuest Dissertations & Theses, SciELO y Grants Index.

Ventana temporal

Últimos cinco años (2021-2026).

Búsqueda

Campo Topic con tres términos específicos de fundición: «Cast iron», «Aluminum casting» y «Steel casting».



9.034

Cast iron (Topic)

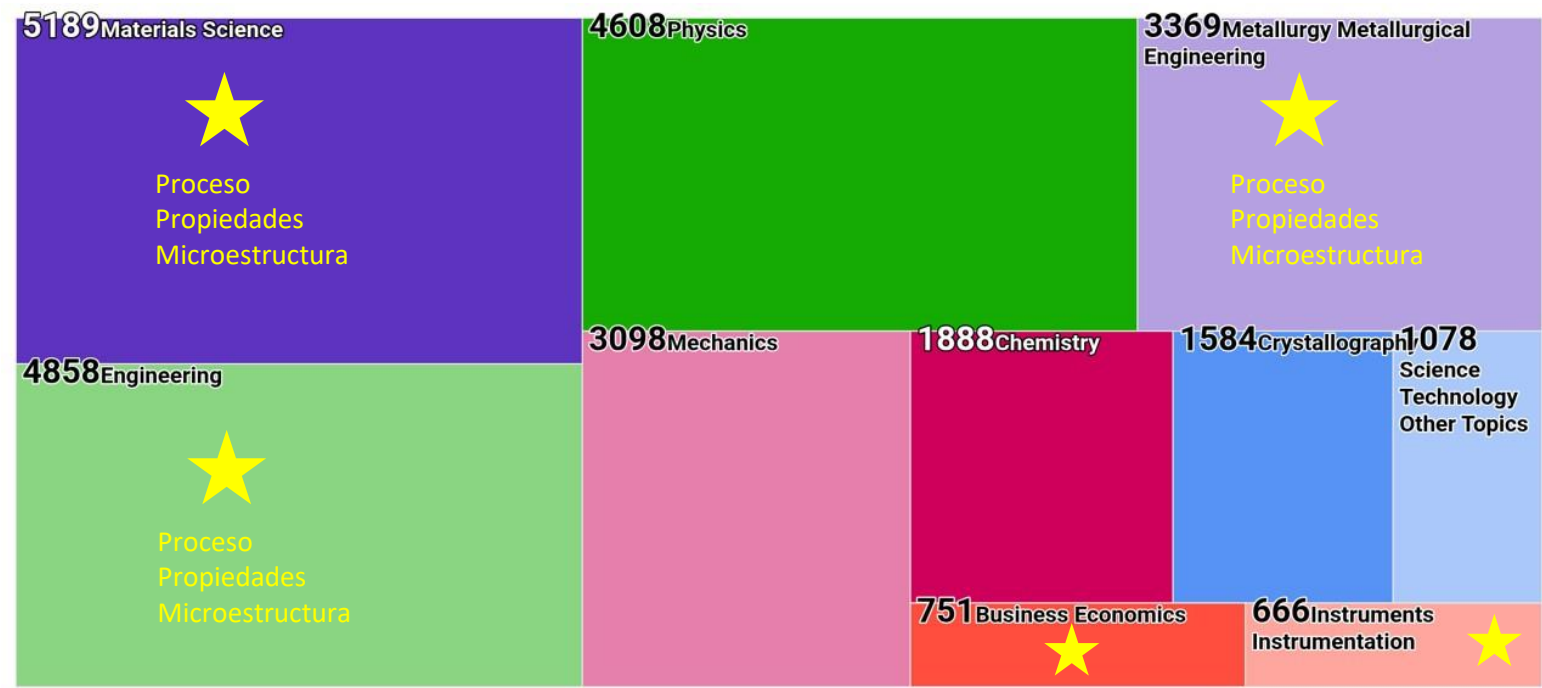
79.872

Aluminum casting (Topic)

88.820

Steel casting (Topic)

FUNDICIÓN DE HIERRO: ÁREAS TEMÁTICAS DE LOS 9.034 REGISTROS



NÚCLEO METALÚRGICO

Materials Science (5.189), Engineering (4.858) y Metallurgy (3.369) concentran la actividad: proceso, propiedades y microestructura.

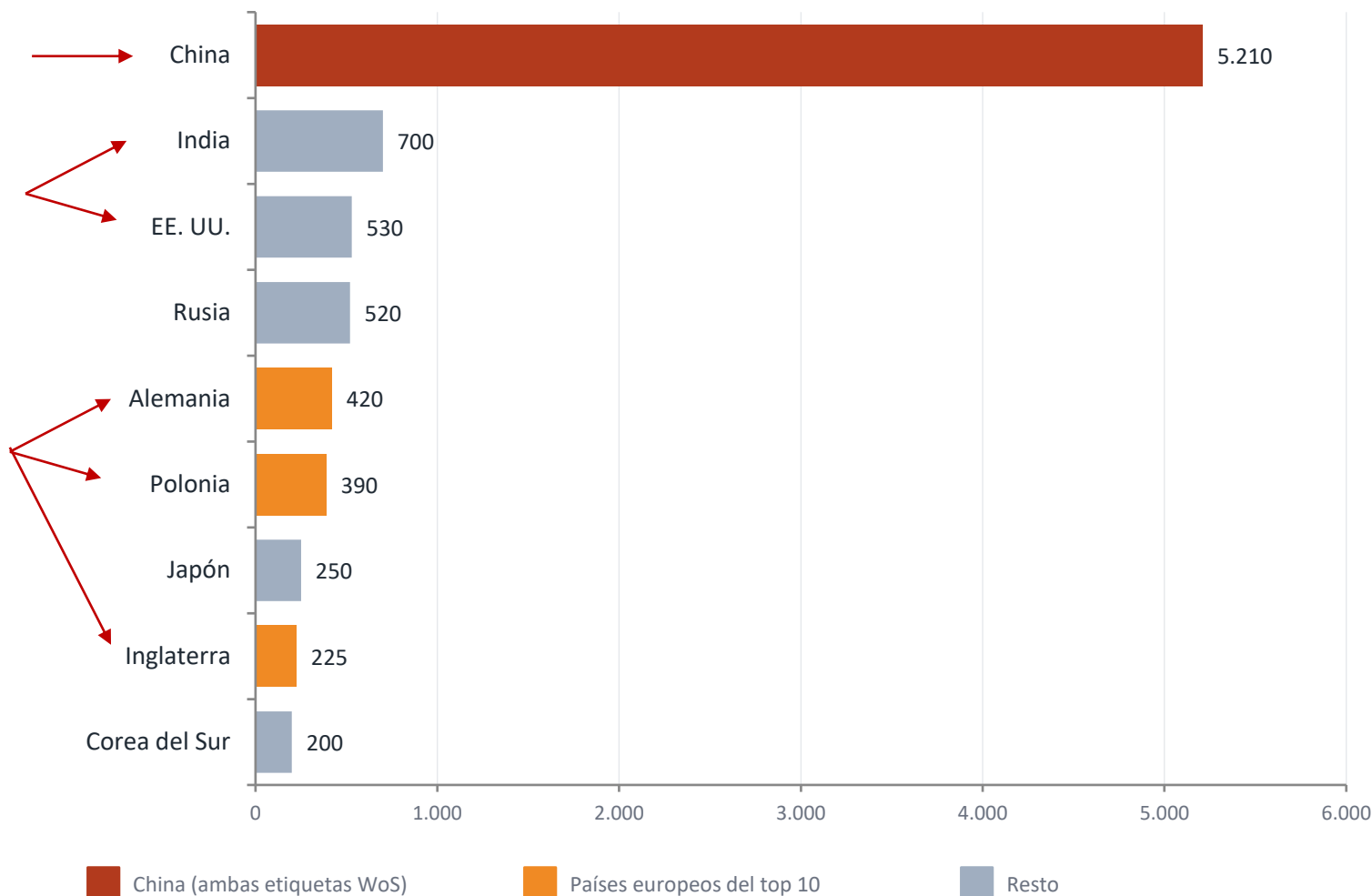
SEÑAL INCIPIENTE

Business Economics (751) e Instruments (666): gestión, costes e instrumentación empiezan a aparecer como objeto de estudio → transformación digital

Categorías Web of Science; un registro puede pertenecer a varias categorías, por lo que la suma supera el total.

LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EMPIEZA A FORMAR PARTE DE LA AGENDA INVESTIGADORA

FUNDICIÓN DE HIERRO: ¿QUIÉN PUBLICA?



China, ~62 % del top 10

Unos 5.200 registros sumando las dos etiquetas WoS. China multiplica por siete al segundo país.

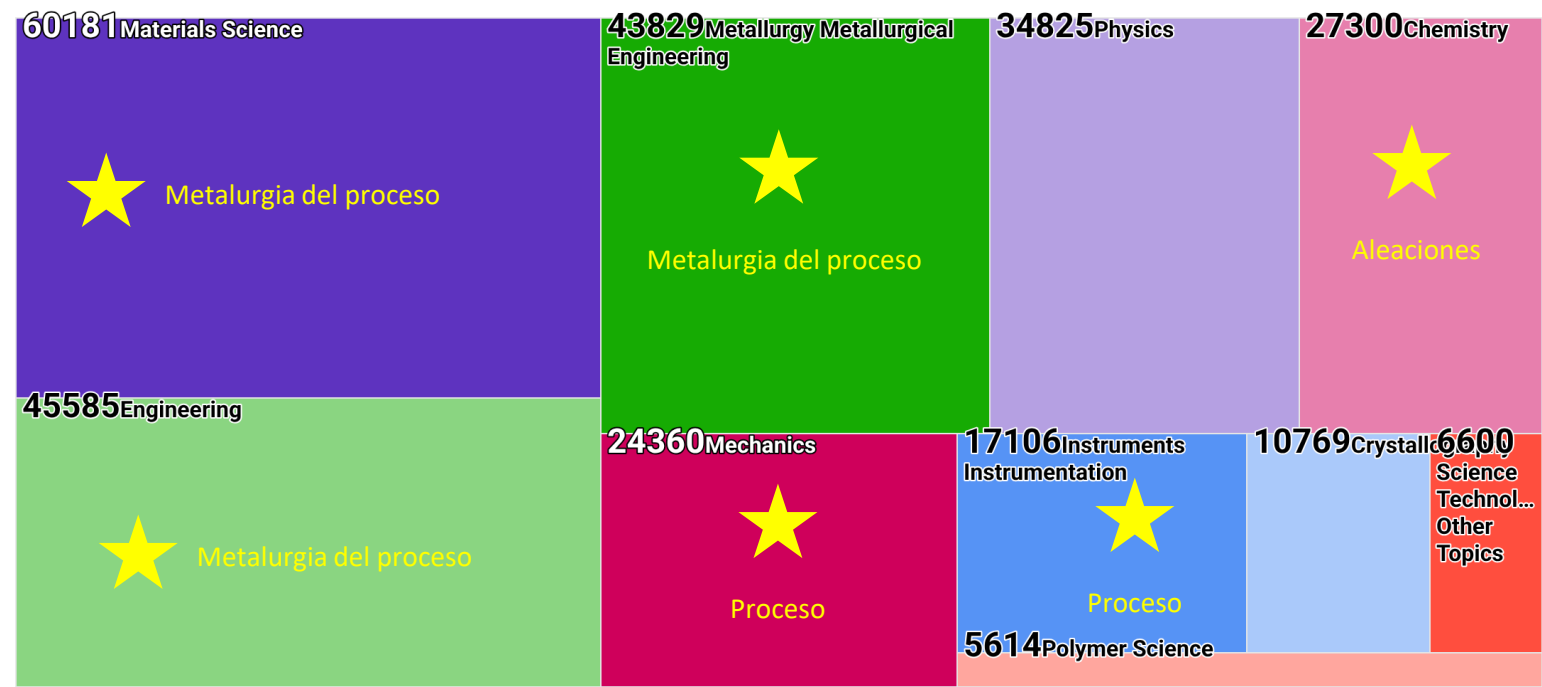
India supera a EE. UU.

India (~700) se consolida como segundo polo; EE. UU. (~530) y Rusia (~520) le siguen de cerca.

Europa fragmentada pero relevante

Alemania (~420), Polonia (~390) e Inglaterra (~225) suman ~12 % del top 10: el bloque europeo compite con India en hierro fundido.

FUNDICIÓN DE ALUMINIO: ÁREAS TEMÁTICAS DE LOS 79.872 REGISTROS



Núcleo metalúrgico

Materials Science (60.181), Engineering (45.585) y Metallurgy (43.829): la metalurgia cubre el 55 % del corpus.

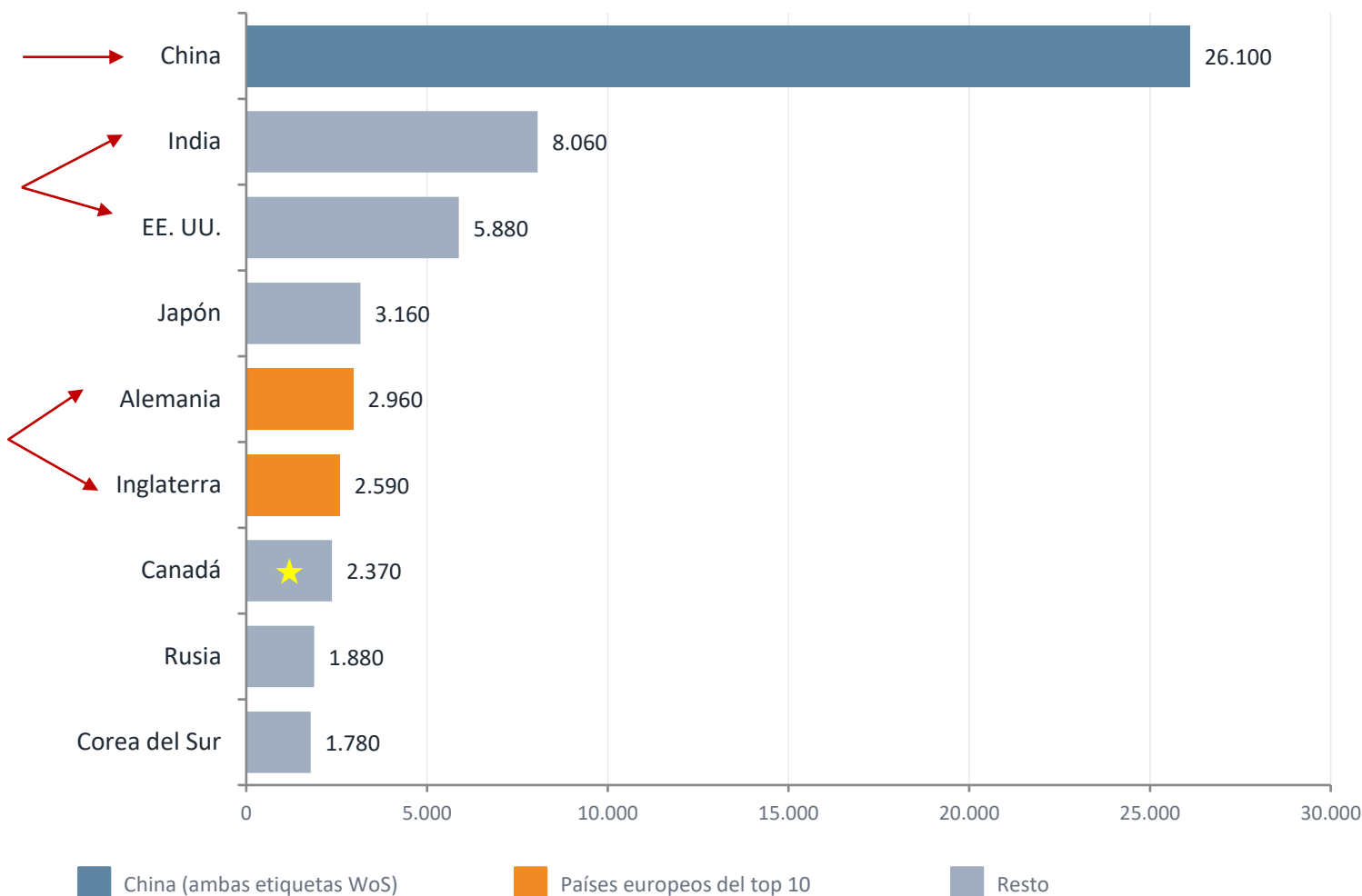
Proceso, control y comportamiento

Chemistry (27.300) recoge aleaciones y tratamiento del metal; Mechanics (24.360) e Instruments (17.106), propiedades de las piezas y control de proceso.

Categorías Web of Science; un registro puede pertenecer a varias categorías, por lo que la suma supera el total.

SE INVESTIGA TANTO EL MATERIAL COMO LA MANERA DE FABRICAR MEJOR

FUNDICIÓN DE ALUMINIO: ¿QUIÉN PUBLICA?



Fuente: Web of Science, países de afiliación. China = «Peoples R China» + «China».

China, ~48 % del top 10

Unos 26.100 registros sumando ambas etiquetas.

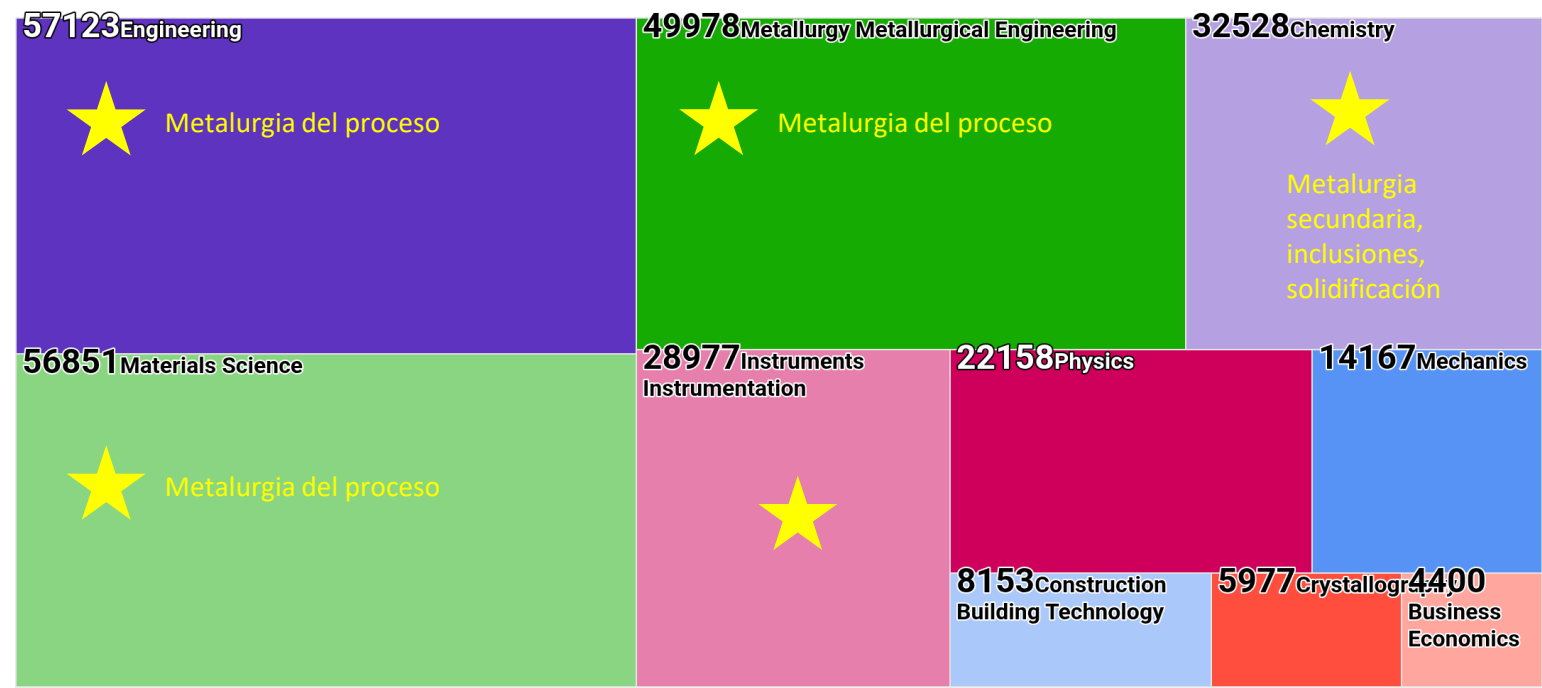
India, segundo polo

India (~8.060) supera a EE. UU. (~5.880): fuerte actividad en aleaciones y compuestos de aluminio obtenidos por colada.

Europa

Alemania (~2.960) e Inglaterra (~2.590) suman ~10 %; De manera individual, sus registros son similares a Japón y Canadá.

FUNDICIÓN DE ACERO: ÁREAS TEMÁTICAS DE LOS 88.820 REGISTROS



Metalurgia de proceso

Engineering (57.123), Materials Science (56.851) y Metallurgy (49.978, el 56 % del corpus); Chemistry (32.528) recoge metalurgia secundaria, inclusiones y solidificación.

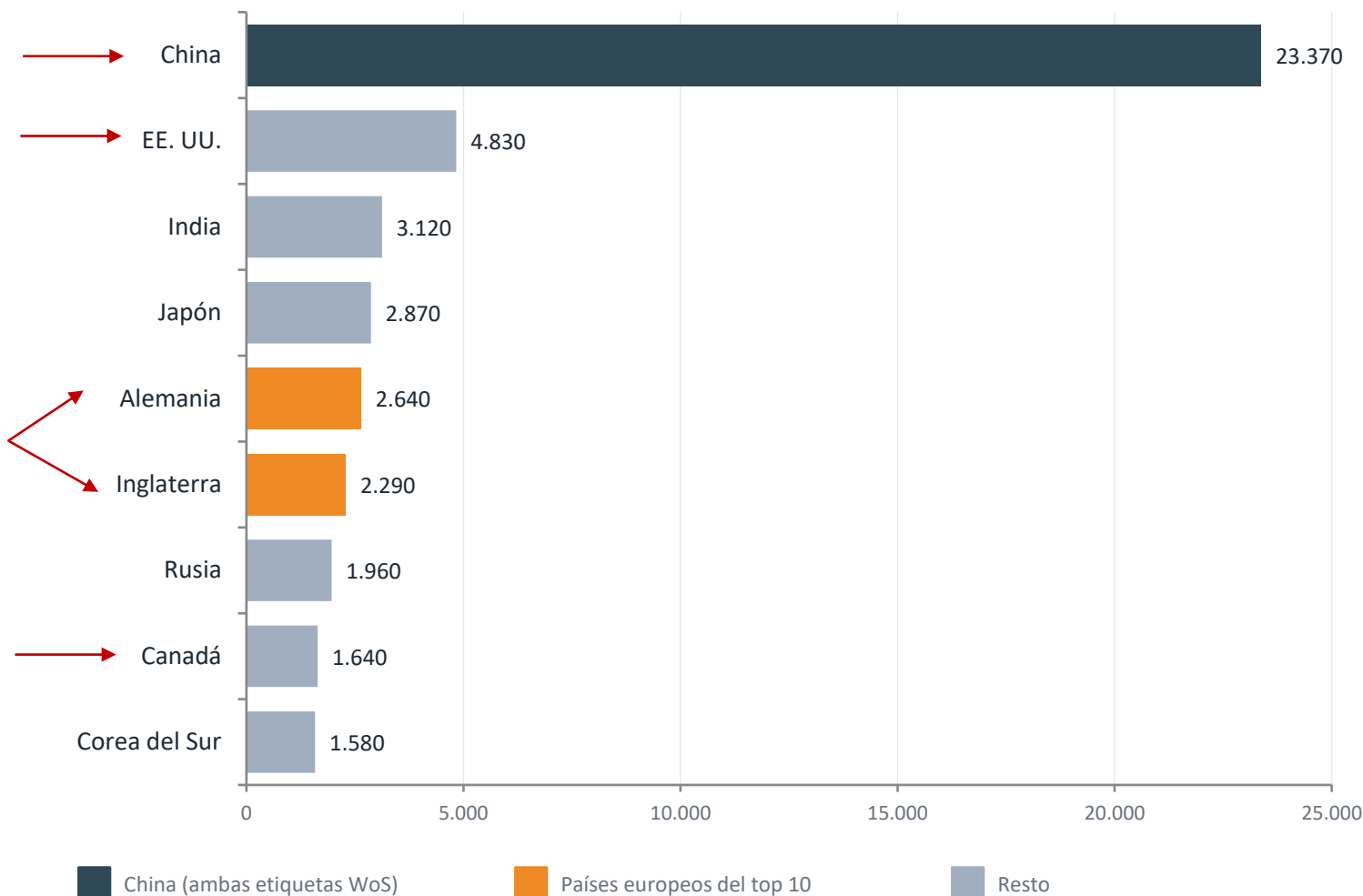
Instrumentación y control

Instruments (28.977), un tercio de los registros y muy por encima de hierro y aluminio.

Categorías Web of Science; un registro puede pertenecer a varias categorías, por lo que la suma supera el total.

LA SENSÓRICA, MODELIZACIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL HA LLEGADO ANTES

FUNDICIÓN DE ACERO: ¿QUIÉN PUBLICA?



Fuente: Web of Science, países de afiliación. China = «Peoples R China» + «China».

China, ~53 % del top 10

Unos 23.400 registros. EE. UU. (~4.830) es aquí el segundo actor, por delante de India (~3.120).

Siderurgias tradicionales

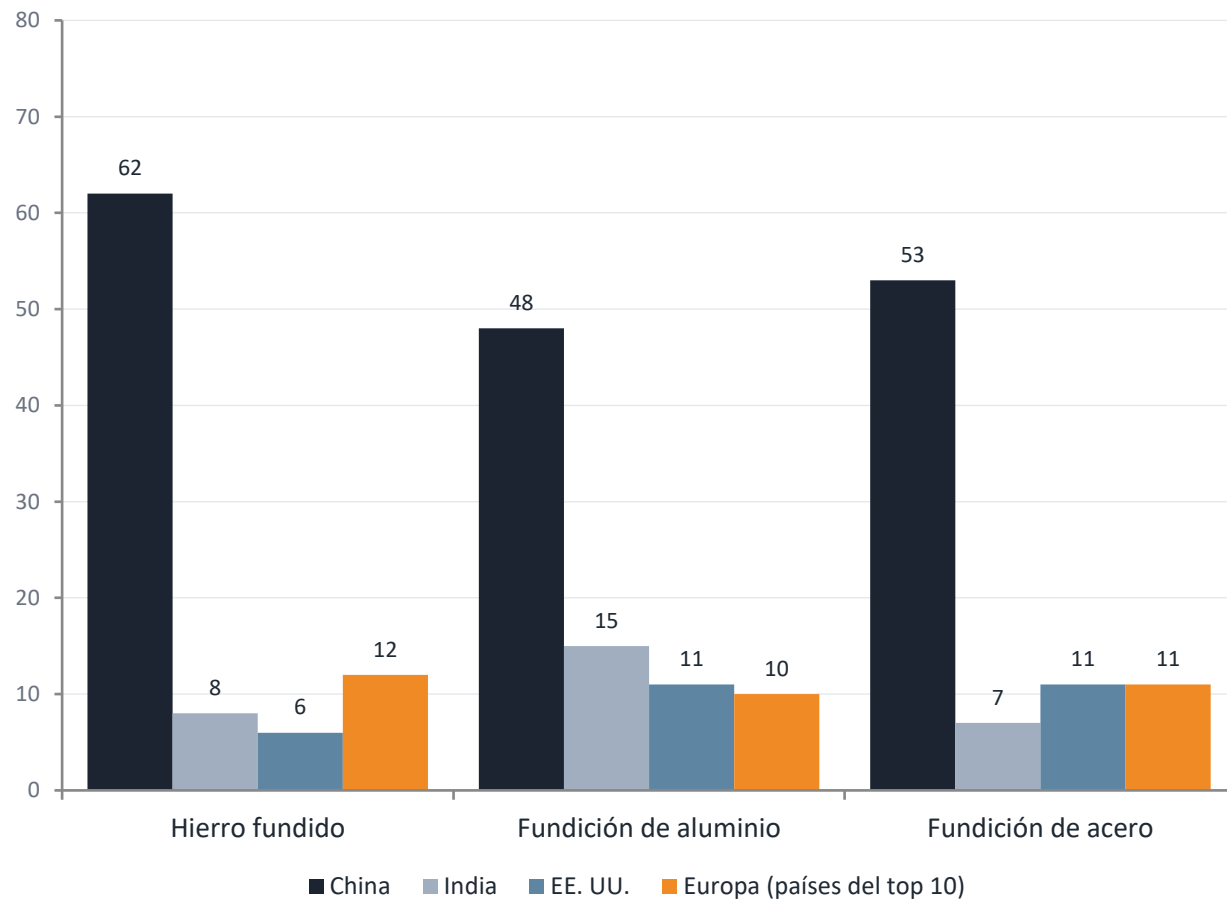
India, Japón (~2.870) y Alemania (~2.640): países con gran industria del acero.

Europa, ~11 %

Alemania e Inglaterra (~2.290) suman ~11 % del top 10.

LECTURA TRANSVERSAL DEL ESCENARIO CIENTÍFICO

Cuota sobre los diez primeros países en cada topic (%)



Concentración geográfica

China es el gran ganador



Europa: especialización, no volumen

De manera agrupada, Alemania e Inglaterra (más Polonia en hierro) puede competir como Bloque con India y EE.UU. Ningún país europeo en el top 3.



Segundos polos distintos

India es segunda en hierro y aluminio; EE. UU. lo es en acero.



Del material al control de proceso

La metalurgia pesa en los tres materiales; La instrumentación crece del 7 % en hierro al 21 % en aluminio y al 33 % en acero

LA FUNDICIÓN ES CADA VEZ MÁS UNA DISCIPLINA DE SENSÓRICA Y CONTROL

- 1 **Qué está investigando la comunidad científica internacional**

- 2 **QUÉ SE INVESTIGA EN EUROPA**

- 3 **Qué se investiga fuera de Europa**

- 4 **Fundiciones vascas: cómo ha evolucionado su investigación, tendencias y oportunidades**

- 5 **Líneas de colaboración con AZTERLAN**

FUNDICIÓN DE HIERRO: PRIORIDADES DE LAS CONVOCATORIAS EUROPEAS



Descarbonización

Electrificación de hornos y tratamientos térmicos, renovables, recuperación de calor residual, captura y valorización de carbono, huella de CO₂ por pieza.



Eficiencia energética

Consumo eléctrico de hornos de inducción, gestión energética inteligente, modelos predictivos de consumo, almacenamiento energético.



Digitalización e Industria 4.0

Gemelos digitales de hornos y líneas de moldeo, IA para control de calidad, mantenimiento predictivo, sensórica y simulación de solidificación.



Economía circular

Más chatarra reciclada, recuperación de arenas de moldeo, reutilización de escorias, simbiosis industrial y trazabilidad de reciclados.



Nuevas calidades

FGE de altas prestaciones, materiales austemperizados (ADI), resistencia a desgaste y corrosión, aleaciones ligeras, materiales para hidrógeno.



Calidad y fabricación avanzada

Control de defectos con IA, moldes y machos impresos en 3D, metrología avanzada, colada de alta precisión, modelización numérica.



Medio ambiente y BAT

Reducción de partículas y emisiones, sustitución de resinas y ligantes, gestión del agua, cumplimiento de las mejores técnicas disponibles.



Aplicaciones estratégicas

Energía eólica, redes eléctricas, vehículo eléctrico, ferrocarril, defensa y maquinaria industrial avanzada.

FUNDICIÓN DE ALUMINIO: PRIORIDADES DE LAS CONVOCATORIAS EUROPEAS



Aluminio de baja huella

Menos CO₂ en fusión y mantenimiento del metal, electrificación, renovables, huella por pieza y productos «low carbon aluminium».



Reciclaje avanzado

Más contenido reciclado, clasificación inteligente de chatarra, eliminación de impurezas, recuperación de residuos, trazabilidad digital.



Aleaciones para movilidad eléctrica

Alta resistencia, estructurales ligeros, carcasas de baterías, e-motores, gestión térmica y sustitución de acero y hierro por aluminio.



Gigacasting

Grandes piezas a presión, moldes y matrices, control de porosidad, simulación de llenado y solidificación, reparabilidad y reciclabilidad.



Digitalización e IA

Gemelos digitales, IA para calidad, predicción de defectos, mantenimiento predictivo, trazabilidad y optimización automática de colada.



Fabricación aditiva

Moldes y machos impresos, prototipado rápido, menor tiempo de desarrollo, series cortas y diseño optimizado por simulación.



Eficiencia energética

Hornos más eficientes, recuperación de calor residual, gestión inteligente, flexibilidad energética e integración en red.



Sustitución de sustancias

Nuevos desmoldeantes y lubricantes, sustitución de sustancias críticas, menos COV y residuos peligrosos, menor consumo de agua.

Sectores tractores: automoción, aeronáutica y redes energéticas

Fuente: síntesis de convocatorias Horizon Europe / Processes4Planet, EFF y centros del sector

ACERO MOLDEADO: PRIORIDADES DE LAS CONVOCATORIAS EUROPEAS



Descarbonización

Electrificación, electricidad renovable, CO₂ por tonelada fundida, CCUS, hidrógeno como vector energético, LCA de piezas.



Aceros para la transición energética

Eólica offshore, generación hidroeléctrica, plantas de hidrógeno, termosolar de alta temperatura, captura de carbono.



Digitalización e Industria 4.0

Gemelos digitales de horno y colada, IA para optimización metalúrgica, predicción de defectos, mantenimiento predictivo, control autónomo.



Calidad e inspección

Visión artificial, radiografía digital, ultrasonidos automatizados, calidad basada en IA, certificación digital de componentes críticos.



Aceros de altas prestaciones

Alta resistencia, desgaste, corrosión y erosión, inoxidable avanzados, entornos extremos, defensa, nuclear y aeroespacial.



Simulación avanzada

Llenado y solidificación, tensiones residuales, modelización microestructural, alimentación y mazarotas, simulación integrada con IA.



Fabricación aditiva

Moldes y machos 3D, híbrido fundición + aditiva, prototipos rápidos, reparación de componentes, optimización topológica.



Economía circular

Más chatarra reciclada, calidad metalúrgica del reciclado, trazabilidad digital, escorias y residuos, simbiosis con acerías.

Sectores tractores: eólica marina, redes energéticas, hidrógeno, defensa, ferrocarril, minería, maquinaria pesada y nuclear avanzada.

TEMÁTICAS CON MAYOR POTENCIAL DE FINANCIACIÓN EUROPEA (2025-2030)

Fundición de hierro

1. Fundición de hierro de bajas emisiones de carbono
2. Electrificación y eficiencia energética de hornos
3. IA y gemelos digitales para fundición
4. Reciclaje de arenas y economía circular
5. Materiales avanzados para movilidad eléctrica y renovables
6. Trazabilidad y huella de carbono por pieza fundida

Fundición de aluminio

1. Aluminio reciclado de alta calidad para sectores exigentes
2. Gigacasting y componentes estructurales para vehículo eléctrico
3. Fundición con huella de carbono casi nula
4. IA y gemelos digitales para optimización de procesos
5. Trazabilidad digital de materiales reciclados
6. Aleaciones para baterías, electrónica de potencia y gestión térmica
7. Integración de fundición e impresión 3D

Acero moldeado

1. Aceros fundidos para hidrógeno y energías renovables
2. Descarbonización de hornos y procesos de fusión
3. Gemelos digitales e IA para fundición
4. Circularidad basada en acero reciclado de alta calidad
5. Aceros avanzados para eólica offshore y aplicaciones críticas
6. Control de calidad inteligente y trazabilidad digital
7. Fabricación aditiva integrada con fundición de acero

INTERSECCIÓN MÁS COMPETITIVA: reciclaje + descarbonización + digitalización + materiales para energía y vehículo eléctrico

Fuente: síntesis de convocatorias Horizon Europe / Processes4Planet, EFF y centros del sector

- 1 Qué está investigando la comunidad científica internacional
- 2 Qué se investiga en Europa
- 3 **QUÉ SE INVESTIGA FUERA DE EUROPA**
- 4 Fundiciones vascas: cómo ha evolucionado su investigación, tendencias y oportunidades
- 5 Líneas de colaboración con AZTERLAN

QUÉ SE INVESTIGA FUERA DE EUROPA



Gigacasting

China · EE. UU.

Piezas estructurales de gran tamaño, aleaciones específicas, reparabilidad e integración de varias piezas en una colada.



Centros de datos e IA

EE. UU. · Asia

Refrigeración líquida, disipadores fundidos de alta complejidad, aleaciones de alta conductividad térmica.



Exploración espacial

EE. UU. · Japón · China

Aceros para ambientes criogénicos, aleaciones ligeras para lanzadores, componentes de motores cohete.



Nuclear avanzada

EE. UU. · Canadá · Corea · China

Aceros para reactores SMR, resistencia a irradiación, cuarta generación, inspección y certificación.



Fundición autónoma

EE. UU. · Asia

Ajuste automático de parámetros con IA generativa, control sin intervención humana, diseño generativo de piezas.



Minerales críticos

EE. UU. · Australia · Canadá

Aleaciones con menor dependencia crítica, sustitución de tierras raras, reciclaje de metales estratégicos.



Defensa

EE. UU. · Israel · Corea · Turquía

Aceros balísticos, vehículos militares, componentes para submarinos, sistemas hipersónicos.



Hidrógeno líquido y criogenia

Japón · Corea · EE. UU.

Inoxidables a -253 °C, fragilización por hidrógeno, válvulas y bombas criogénicas fundidas.



Near-net-shape

China · India

Menos mecanizado y material, integración de funciones en una pieza, colada de precisión y simulación.



Electrificación masiva

China

Carcasas de baterías, e-motores, electrónica de potencia; componentes de aerogeneradores y redes.

Europa participa en varias de estas líneas (gigacasting, hidrógeno, minerales críticos), pero con menor volumen de inversión y de forma más fragmentada.

EUROPA FRENTE AL RESTO DEL MUNDO: INTERESES Y MOTIVOS



Europa

Topics de mayor interés

- Descarbonización y eficiencia energética de la fusión
- Circularidad: arenas, chatarra y pasaportes de materiales
- Digitalización orientada a calidad y trazabilidad
- Materiales para eólica, hidrógeno, ferrocarril y vehículo eléctrico
- Cumplimiento normativo (BAT, emisiones, sustancias)

Por qué

- Pacto Verde, ETS y CBAM
- Energía cara y regulación ambiental estricta
- Autonomía estratégica tras las crisis de suministro

**Priorización:
SOSTENIBILIDAD Y REGULACIÓN**



Resto del mundo

Topics de mayor interés

- Escala: gigacasting y electrificación masiva (China)
- Geopolítica: defensa, minerales críticos, espacio
- Nuclear avanzada (SMR) y criogenia de hidrógeno
- IA generativa y fundiciones autónomas
- Infraestructura para centros de datos

Por qué

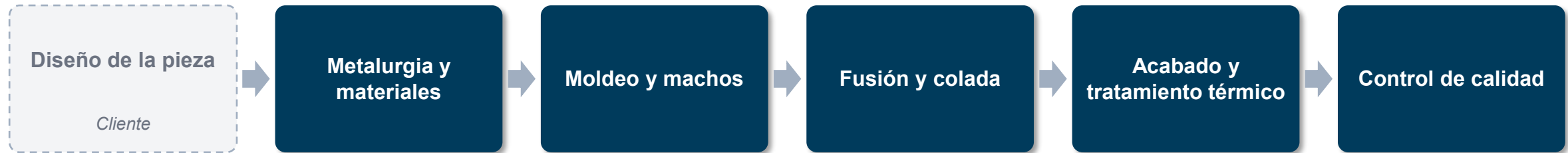
- Mercados internos enormes
- Energía más barata (EE. UU., China)
- Inversión pública militar, espacial y nuclear
- Menor presión regulatoria

**Priorización:
ESCALA INDUSTRIAL, SOBERANÍA TECNOLÓGICA Y
GEOPOLÍTICA**

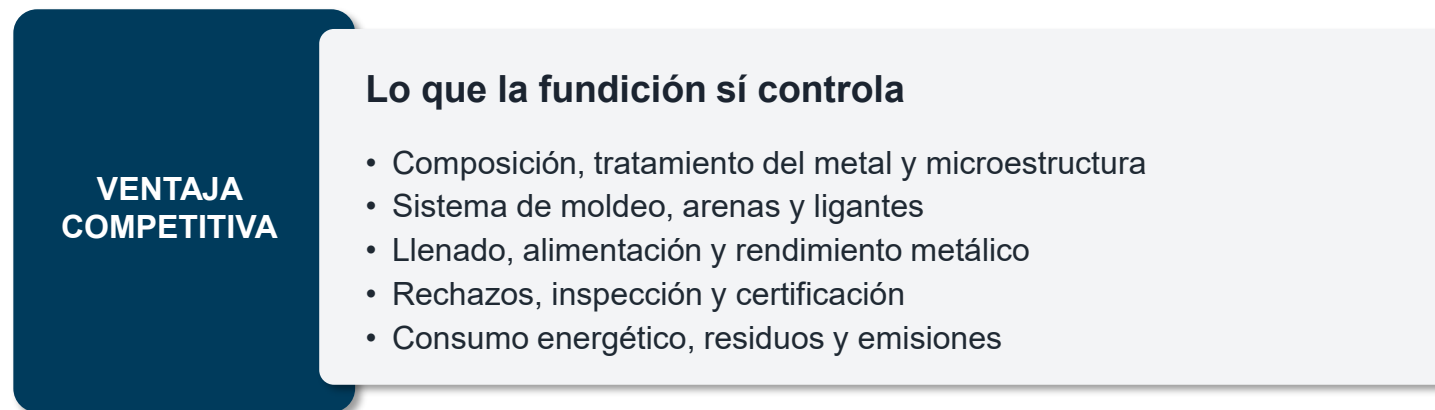
vs

- 1 Qué está investigando la comunidad científica internacional
- 2 Qué se investiga en Europa
- 3 Qué se investiga fuera de Europa
- 4 **FUNDICIONES VASCAS: CÓMO HA EVOLUCIONADO SU INVESTIGACIÓN, TENDENCIAS Y OPORTUNIDADES**
- 5 Líneas de colaboración con AZTERLAN

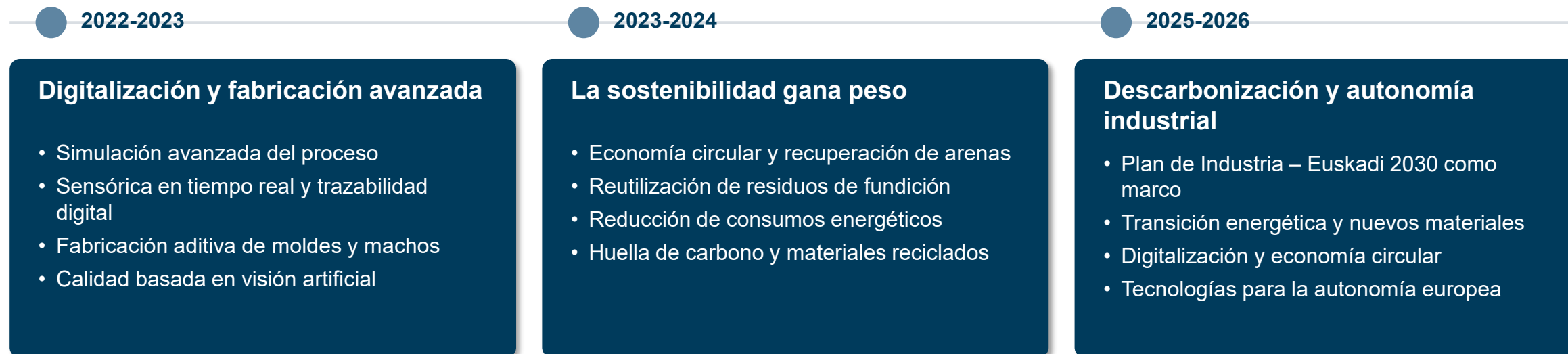
FABRICAR BAJO PLANO: DÓNDE ESTÁ EL MARGEN DE ESTRATEGIA



ESTRATEGIA: proceso – material – calidad – coste – sostenibilidad – productividad – consumo energético...



FUNDICIONES DE HIERRO: DE DIGITALIZAR A DESCARBONIZAR

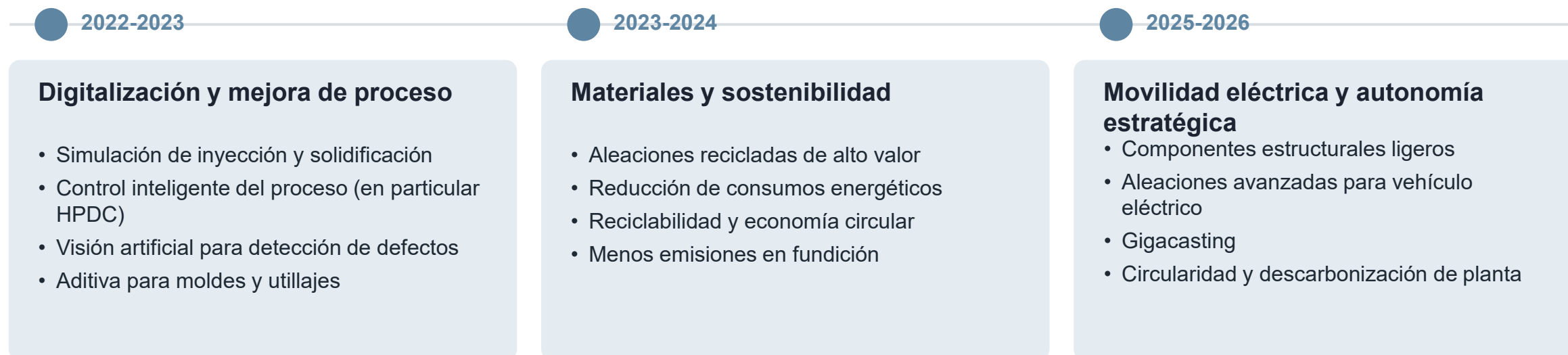


Hacia 2027-2030: temáticas con recorrido

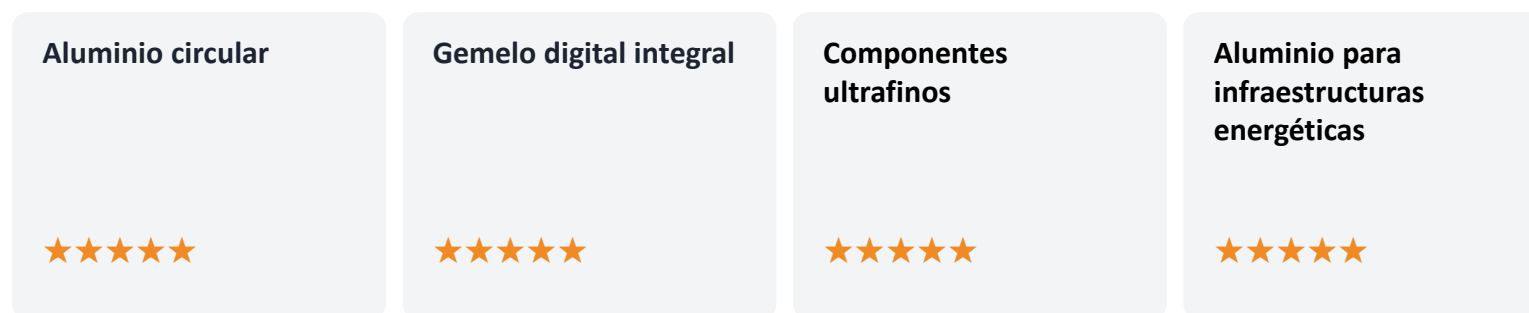


Fuente: análisis temático de las convocatorias Hazitek 2022-2026 y del Plan de Industria – Euskadi . Nivel de oportunidad: valoración cualitativa.

FUNDICIÓN DE ALUMINIO: DEL CONTROL DE PROCESO A LA MOVILIDAD ELÉCTRICA

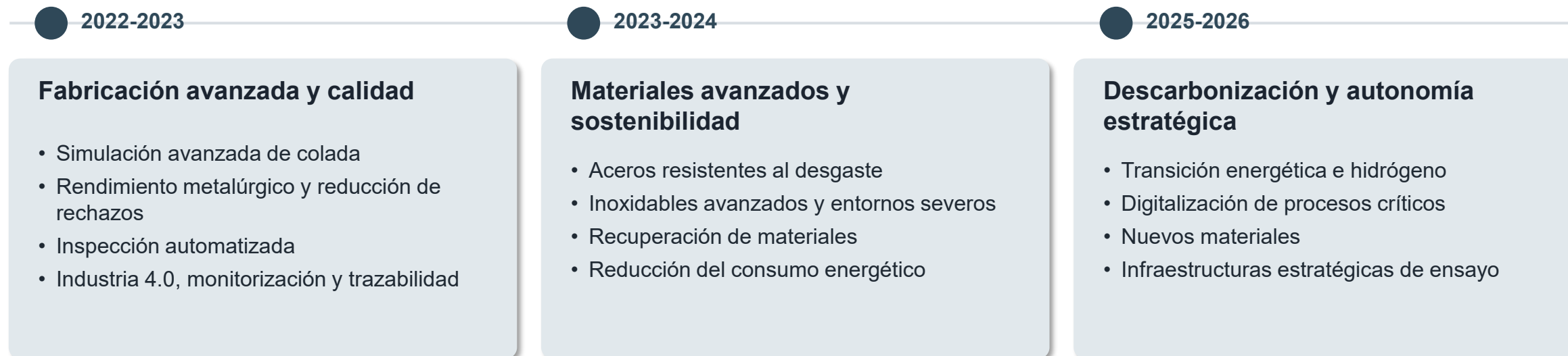


Hacia 2027-2030: temáticas con recorrido



Fuente: análisis temático de las convocatorias Hazitek 2022-2026 y del Plan de Industria – Euskadi . Nivel de oportunidad: valoración cualitativa.

ACERO MOLDEADO: DE LA CALIDAD A LA ENERGÍA Y EL HIDRÓGENO



Hacia 2027-2030: temáticas con recorrido



Fuente: análisis temático de las convocatorias Hazitek 2022-2026 y del Plan de Industria – Euskadi . Nivel de oportunidad: valoración cualitativa.

RANKING DE OPORTUNIDADES 2027-2030 PARA FUNDICIONES VASCAS

Fundición de hierro

1. IA y gemelo digital aplicados a fundición
2. Descarbonización energética de hornos
3. Economía circular y regeneración de arenas
4. Materiales para hidrógeno
5. Materiales avanzados para energía y movilidad
6. Sistemas autónomos de control de calidad
7. Infraestructuras piloto de fundición sostenible

Fundición de aluminio

1. Aleaciones recicladas de altas prestaciones
2. IA y gemelo digital de fundición
3. Descarbonización de la fusión
4. Gigacasting y componentes estructurales
5. Componentes para vehículo eléctrico
6. Gestión térmica para baterías y electrónica
7. Fabricación híbrida con impresión 3D

Acero moldeado

1. Aceros fundidos para hidrógeno
2. Gemelo digital e IA para fundición
3. Descarbonización energética de procesos
4. Inoxidables y especiales de altas prestaciones
5. Componentes para eólica offshore
6. Circularidad y acero reciclado de alta calidad

INTERSECCIÓN MÁS COMPETITIVA: economía circular + descarbonización + digitalización + materiales para energía e hidrógeno

- 1** Qué está investigando la comunidad científica internacional
- 2** Qué se investiga en europa
- 3** Qué se investiga fuera de Europa
- 4** Fundiciones vascas: cómo ha evolucionado su investigación, tendencias y oportunidades
- 5** **LÍNEAS DE COLABORACIÓN CON AZTERLAN**

SEIS LÍNEAS DONDE AZTERLAN PUEDE ACOMPAÑAR A LAS FUNDICIONES



Metalurgia. Diseño de nuevos materiales férreos y no férreos

Fundiciones de hierro avanzadas y ADI, aceros inoxidables y especiales, aleaciones de aluminio recicladas de altas prestaciones, comportamiento en servicio con hidrógeno, comportamiento materiales antidesgaste.

Encaje: hidrógeno, eólica offshore, vehículo eléctrico, gigacasting.



Optimización del proceso de fundición

Acondicionamiento metalúrgico, sistemas de moldeo, llenado y alimentación, control y ajuste de proceso, hibridación con otras tecnologías de fabricación.

Encaje: rendimiento, rechazos, near-net-shape, fabricación aditiva, components ultrafinos.



Inteligencia artificial e Industria 4.0

Explotación inteligente de datos de planta, gemelos digitales, modelos predictivos de control (p. ej. anticipación del riesgo de defectos internos a partir del metal, el proceso y la geometría).

Encaje: fundición inteligente y autónoma, optimización energética.



Aseguramiento de la calidad

Caracterización y ensayo de materiales y componentes según normas internacionales, inspección, análisis de fallos, soporte a la certificación de componentes críticos.

Encaje: trazabilidad y pasaporte digital, sectores críticos.



Soluciones medioambientales y energía

Gestión de residuos y arenas de retorno, emisiones, eficiencia energética, eco-diseño y huella de carbono.

Encaje: fundición Net Zero, circularidad, cumplimiento BAT.



Superficies, corrosión y entornos severos

Comportamiento frente a corrosión, desgaste, criogenia y servicio en hidrógeno; validación para offshore y energía.

Encaje: eólica marina, hidrógeno, nuclear.

CINCO MENSAJES RESUMEN

1

El volumen mundial lo marca China

2

Europa financia sostenibilidad; el resto del mundo, además, escala y geopolítica

3

Las fundiciones vascas han cambiado de foco: de digitalizar a descarbonizar y a buscar autonomía estratégica

4

Cuatro temas atraviesan los tres materiales: IA y gemelo digital · descarbonización · circularidad · materiales para hidrógeno y energía.

5

AZTERLAN puede acompañar todo el recorrido

Eskerrik asko

¿En qué línea quiere posicionarse su fundición en 2027-2030?



AZTERLAN · Centro de Investigación Metalúrgica · Durango (Bizkaia)
Susana Méndez (smendez@azterlan.es)



IA y gemelo digital



Descarbonización



Circularidad



Hidrógeno y energía