



# INFORME PROYECTOS— 2024

VALORIZACIÓN Y CIRCULARIDAD DE LOS RECURSOS (ECONOMÍA  
CIRCULAR Y SIMBIOSIS INDUSTRIAL)  
“ECSI 2024”

**Informe:** “Final de Resultados”

**Número de proyecto:** 22400002

**Expediente:** IMAMCA/2024/2

**Duración:** 01/01/2024 – 31/12/2024

**Coordinado en AIDIMME por:** Ramón Arcas Martínez



GENERALITAT  
VALENCIANA

IVACEYI

INSTITUTO VALENCIANO  
DE COMPETITIVIDAD  
E INNOVACIÓN

**AIDIMME**  
INSTITUTO TECNOLÓGICO



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE.....</b>	<b>1</b>
<b>1 OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>2 MEJORA DE LA PLATAFORMA PASSOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS CON METALES CRÍTICOS CON POTENCIAL DE RECUPERACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>4 DESARROLLO CONCEPTUAL DE PROPUESTAS DEMOSTRATIVA .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 PLÁSTICO ABS METALIZADO .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 REE.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3 IMANES.....</b>	<b>26</b>
<b>5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE RECICLAJE DE CATALIZADORES DE AUTOMOCIÓN ..</b>	<b>28</b>
<b>6 ASESORAMIENTO AL MINISTERIO Y EMPRESAS EN LA REVISIÓN DEL BREF .....</b>	<b>1</b>
<b>7 MEJORA DE EQUIPAMIENTO PARA EL TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE RESIDUOS.....</b>	<b>4</b>

## 1 OBJETIVOS

Los objetivos principales del departamento de TAQ en el proyecto son los siguientes:

- Mejora de las funcionalidades y usabilidad de la herramienta PASSOS para valorar la sostenibilidad de productos electrónicos mediante el análisis de inventario de materiales y la readecuación de índices que midan las características de sostenibilidad, incorporando el feedback de las empresas.
- Identificación de residuos con metales críticos con potencial de recuperación
- Desarrollo conceptual de propuestas demostrativas
- Evaluación de alternativas para el reciclaje de catalizadores de automoción
- Asesoramiento Ministerio y empresas en la revisión del BREF
- Mejora de equipamiento para tratamiento y reciclaje de residuos de alto valor añadido
- A continuación, se detallan las actividades realizadas para la consecución de cada uno de los objetivos.

## 2 MEJORA DE LA PLATAFORMA PASSOS

Las mejoras introducidas en la herramienta PASSOS, contemplan la programación y actualización de nuevas funcionalidades y mejora de las funcionalidades ya establecidas como son:

- Aumento de la base de datos de materias primas

Se han introducido nuevas materias primas y se han clasificado en los grupos existentes: inorgánico, metales, minerales, plásticos y textiles

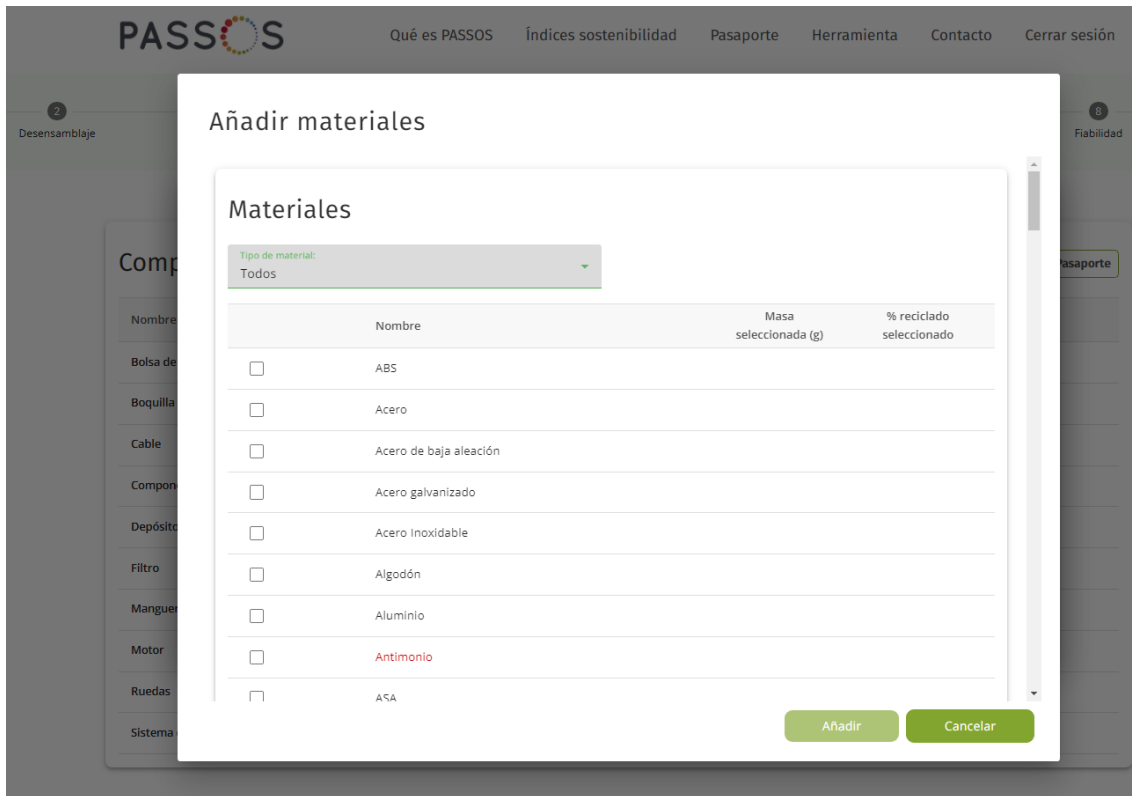


Figura 1: Base de datos de materiales incluidos en la herramienta

- Encuesta de satisfacción sobre la herramienta (el cuestionario podrá ser modificado desde la herramienta de administración de PASSOS)

Se ha creado una encuesta de satisfacción sobre la herramienta para recoger opiniones de usuarios.

**PASSOS**    Qué es PASSOS    Índices sostenibilidad    Pasaporte    **Herramienta**    Contacto    Cerrar sesión

[Editar](#)    [Encuesta de satisfacción](#)

### AIDIMME – INSTITUTO TECNOLÓGICO METALMECÁNICO, MUEBLE, MADERA, EMBALAJE Y AFINES,

**Dirección:**  
Leonardo Da Vinci, 38 Parque tecnológico  
Población: Paterna    CP: 46980    Provincia: Valencia

**NIF:** G-46261590

**Email:** economiacircular@aidimme.es

**Teléfono:** 961318559

---

#### Productos

[+ Nuevo producto](#)

Nombre	Descripción	
afeijf	fareg	...
Aspiradora	Aspiradora al vacío convencional S. Bobba Journal of Cleaner Products 137 (2016) Se supone que lo...	...
Exprimidor webinar	Prueba plataforma	...
Lampara LED	Lampara LED Daizhong Su An integrated approach for Eco-design and its application in LED lighting	...
Cafetera 2	Cafetera para hacer café americano. Jean Luc Menet. COFFEE-BREAK: A PEDAGOGICAL TOOL TO HEL...	...
Exprimidor (curso pasaporte)	Caso práctico para probar la herramienta	...

Figura 2: Ubicación de la encuesta de satisfacción dentro de la herramienta

**PASSOS**    Qué es PASSOS    Índices sostenibilidad    Pasaporte    **Herramienta**    Contacto    Cerrar sesión

### Encuesta de satisfacción

**HERRAMIENTA**

Indique el grado de satisfacción con la herramienta

- Muy mala
- Mala
- Regular
- Buena
- Muy Buena

**INFORMACIÓN PRODUCTOS**

Por favor, indique de los índices desarrollados si hay alguno que no considera de interés para su producto (Puede marcar más de una opción)

- Materiales y componentes: origen secundario (recuperado y/o reciclado)
- Materiales y componentes (composición)
- Facilidad de uso y mantenimiento
- Durabilidad
- Fiabilidad

[Enviar encuesta](#)    [Cerrar](#)

Figura 3: Detalle encuesta de satisfacción

Además, se han desarrollado funcionalidades para generación, administración, almacenamiento de resultados y consulta

- Estandarización de unidades de medida mediante la implantación de un sistema para unificar las unidades de medida

Por ejemplo, los datos ingresados en kg y g son traducidos automáticamente a una unidad estándar común.

**ABS**

Masa:  g Kg % reciclado:

Tipo de dato: Tipo de dato:

Figura 4: Identificador de unidades

- Introducción de calidad de los datos introducidos según tres baremos: medido, calculado y estimado

Esto permite identificar si un dato que se ha introducido en la plataforma está medido, calculado o estimado, asignando una puntuación distinta a cada tipo.

**ABS**

Masa:  g Kg % reciclado:

Tipo de dato: Tipo de dato:

Medido  Medido

Calculado  Calculado

Estimado  Estimado

Figura 5: Identificador de la calidad del dato

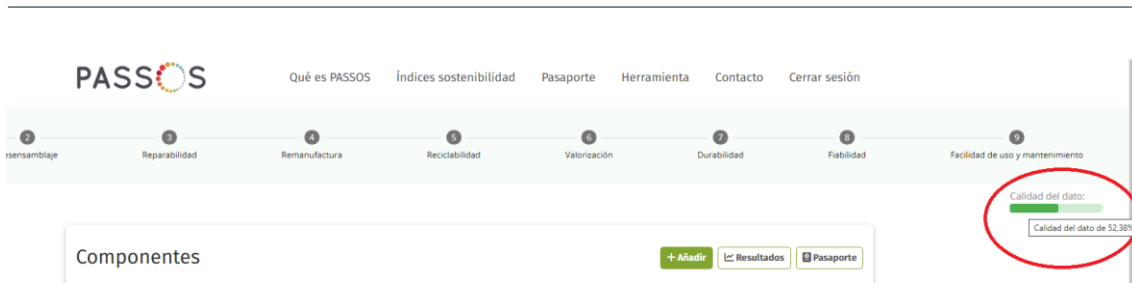


Figura 6: Cuantificación de la calidad del dato

Esto permite obtener datos numéricos para evaluar la calidad de los datos registrados en la plataforma

- Generación de estadísticas sobre:
  - Empresas que han utilizado la plataforma
  - Productos registrados en la plataforma
  - Número de componentes por producto introducidos en la plataforma
- Explicación de ciertos índices para facilitar su comprensión

Ciertos usuarios nos transmitieron dificultades para entender algunos de los índices desarrollados, esto supuso la introducción de explicaciones para mejorar su comprensión.

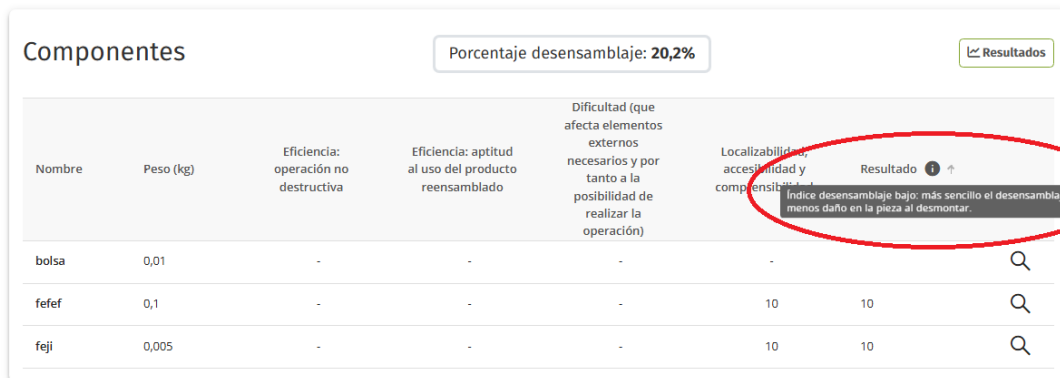
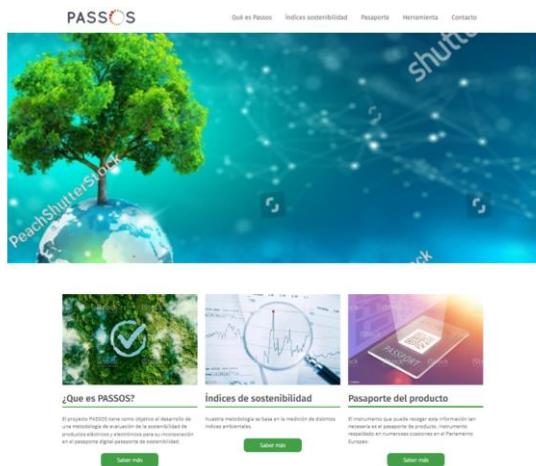


Figura 7: Despliegue que facilita la comprensión de los índices

- Mejora virtual de grafismos

Se ha mejorado la imagen de la plataforma, facilitando la organización del contenido. Ofreciendo una imagen homogénea en todas las pantallas.



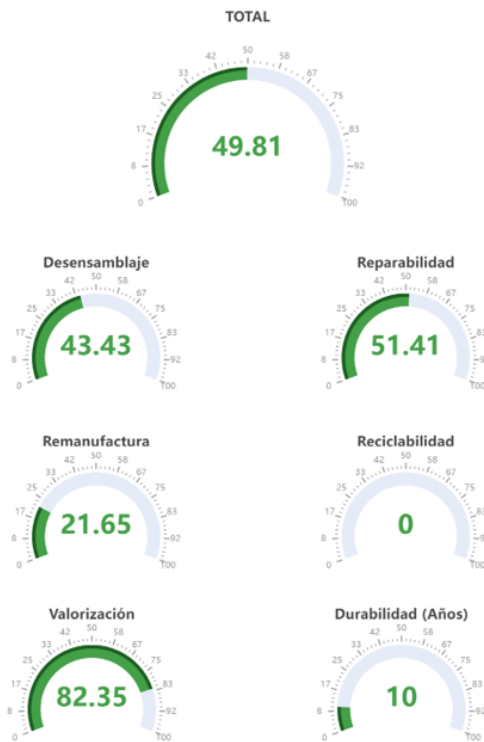


Año 2023

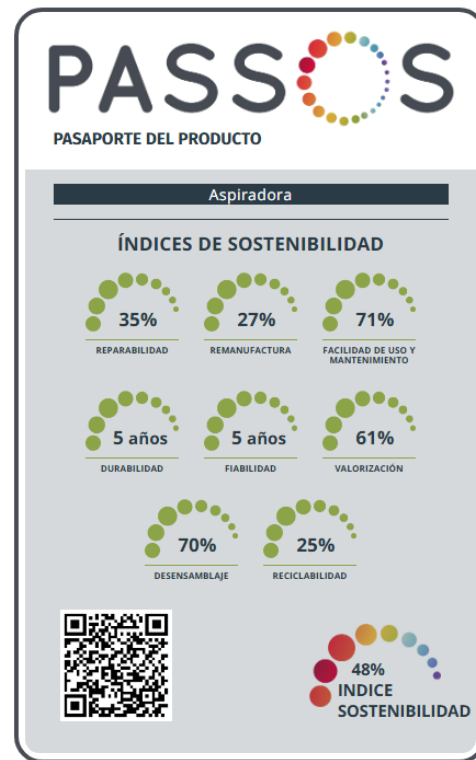


Año 2024

Figura 8: Imagen de la plataforma del año 2023 y del año 2024



Año 2023



Año 2024

Figura 9: Imagen del pasaporte de sostenibilidad del año 2023 y del año 2024

**Visualizaciones de video PASSOS**

El año 2023 se realizó un video explicativo del proyecto que se colgó de youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=9G8EYvDMY0U>



Figura 10: Imagen del vídeo del proyecto PASSOS

Este vídeo se ha difundido en jornadas, webinar y noticias y ha tenido un total de 571 visualizaciones desde su publicación.

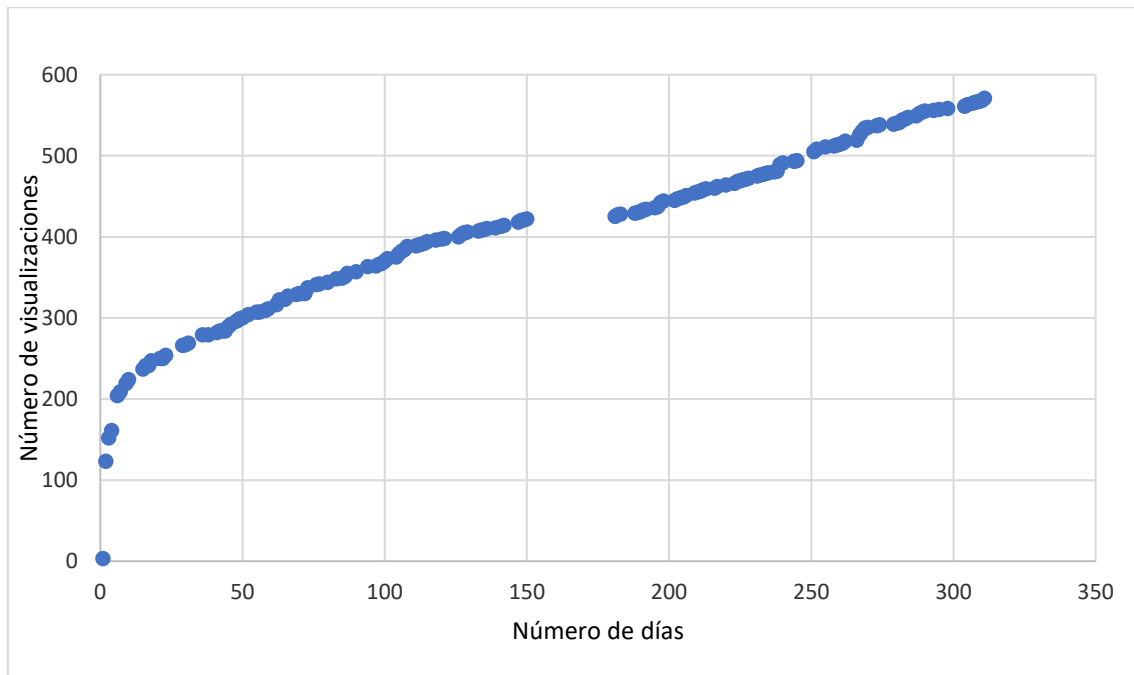


Figura 11: Visualizaciones del vídeo del proyecto PASSOS durante el año 2024

### Webinar

Durante el año 2024 y dentro del marco del proyecto ECSI se han realizado 2 webinar que han tenido como base el “Pasaporte de Producto”

El primer webinar se denominó **“Curso Pasaporte de Sostenibilidad. El Camino hacia una Economía Circular”**

Este curso se impartió el 23 de abril de 2024 y contó con un total de 20 inscritos.

Los contenidos de dicho webinar fueron los siguientes:

- Necesidad del Pasaporte del Producto
- Antecedentes del Pasaporte de Producto
- Contenido del Pasaporte de Producto
- Tipos de actores que intervienen en el Pasaporte de Producto
- Características del Pasaporte de Producto
- Ventajas del Pasaporte de Producto
- Iniciativas anteriores
- Casos prácticos
- Herramienta PASSOS

El segundo webinar se denominó “¿Está su empresa preparada para implantar el Pasaporte de Producto en el año 2026?”

Este curso se impartió el 26 de junio de 2024 y contó con un total de 22 inscritos.

Los contenidos de dicho webinar fueron los siguientes:

- Iniciativas relacionadas con el pasaporte de producto
- Reglamento de productos de diseño ecológico
- Caso práctico de uso de la plataforma

#### Solicitud de marca PASSOS

Se ha solicitado una marca “PASSOS AIDIMME” (marca de tipo mixto en clase 42 de la clasificación NIZA) <sup>1</sup>. Esta marca otorga a AIDIMME el derecho a impedir que terceros comercialicen productos idénticos o similares con la misma marca o utilizando una marca tan similar que pueda crear confusión.



Figura 12: Marca PASSOS AIDIMME

Para poder asignar la marca se ha establecido un Reglamento de Auditoria, para la verificación del índice de sostenibilidad obtenido a través de la plataforma PASSOS. Entre otros requisitos, para que el producto pueda ser auditado, su índice de sostenibilidad debe ser superior al 0%.

<sup>1</sup> Clase 42 Niza: Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño conexos; servicios de análisis industrial, investigación industrial y diseño industrial; control de calidad y servicios de autenticación; diseño y desarrollo de hardware y software.

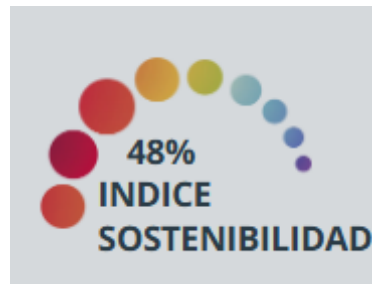


Figura 13: Índice de sostenibilidad elaborado por la plataforma PASSOS

La auditoria se llevará a cabo en dos fases:

- Una documental donde se solicitará la documentación necesaria para verificar las respuestas
- Una fase presencial, donde se visitarán las instalaciones donde se produzca o almacene el producto, con tal de realizar las últimas verificaciones

Para poder realizar este proceso, será imprescindible cumplimentar una solicitud de evaluación. Si se acepta la solicitud se abrirá un expediente por parte de AIDIMME y se iniciará el proceso de tramitación que concluirá con la realización de la auditoria. AIDIMME mantendrá un registro de las empresas auditadas, con el fin de acreditar su verificación.

**Difusión del proyecto**

Se adjunta tabla indicando las publicaciones de proyecto realizadas en el año 2024

Instituto Tecnológico: AIDIMME

	TÍTULO	Evento de diseminación (p.e. conferencia, taller, publicación online...) <i>Si no es un evento propio, especificar organizador.</i>	Tipo de actividad (p.e. presentación, reunión, poster, artículo, etc.)	Fecha (dd/mm/yy)	Público objetivo (p.e. fabricantes cerámicos, tintas, gestores de residuos, recicladores, administración, logística, etc.)	Número de personas informadas	Enlace a la actividad o referencia	Identificador
1	Passos. Ideas para crecer de forma sostenible	Publicación on-line Boletín AIDIMME	Artículo	07/03/2024	Asociados AIDIMME	2680 cuentas de e-mail	<a href="https://actualidad.aidimme.es/2024/03/05/proyecto-passos-metodologia-de-evaluacion-de-la-sostenibilidad-de-productos-electricos-y-electronicos-para-su-incorporacion-en-el-pasaporte-digital/?_thumbnail_id=41787">https://actualidad.aidimme.es/2024/03/05/proyecto-passos-metodologia-de-evaluacion-de-la-sostenibilidad-de-productos-electricos-y-electronicos-para-su-incorporacion-en-el-pasaporte-digital/?_thumbnail_id=41787</a>	PASSOS
2	Passos. Metodología de Evaluación de la sostenibilidad	Subir vídeo a youtube	Vídeo informativo	05/03/2024	Asociados / clientes AIDIMME	684 suscriptores	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=9G8EYvDMY0U">https://www.youtube.com/watch?v=9G8EYvDMY0U</a>	PASSOS
3	Curso de "Pasaporte de Sostenibilidad, el camino hacia una Economía Circular".	webinar	curso	23/4/2024	Trabajadores empresas	19 apuntados 14 asistentes	<a href="https://www.aidimme.es/formation-curso.asp?id_curso=451">https://www.aidimme.es/formation-curso.asp?id_curso=451</a>	PASSOS
4	Noticia boletín AIDIMME	Publicación on-line Boletín AIDIMME	Artículo	02/05/2024	Asociados AIDIMME	2680 cuentas de e-mail	<a href="https://actualidad.aidimme.es/2024/04/30/el-departamento-de-gestion-de-procesos-y-sostenibilidad-de-aidimme-vuelve-a-marcar-la-diferencia-en-economia-circular/">https://actualidad.aidimme.es/2024/04/30/el-departamento-de-gestion-de-procesos-y-sostenibilidad-de-aidimme-vuelve-a-marcar-la-diferencia-en-economia-circular/</a>	PASSOS

5	Proyecto Passos: Una iniciativa de AIDIMME	Boletín sostenibilidad cámara de valencia	Artículo	06/05/2024	Empresas Comunidad Valenciana	6135 suscriptores	<a href="https://negociosostenible.camaravalencia.com/ambiental/tendencias/proyecto-passos-una-iniciativa-de-aidimme/">https://negociosostenible.camaravalencia.com/ambiental/tendencias/proyecto-passos-una-iniciativa-de-aidimme/</a>	PASSOS
6	AIDIMME participa con sus iniciativas de economía circular en la IV edición del congreso Smart Busines	Publicación on-line Boletín AIDIMME	Artículo	31/05/2024	Asociados AIDIMME	2680 cuentas de e-mail	<a href="https://actualidad.aidimme.es/2024/05/28/aidimme-participa-con-sus-iniciativas-de-economia-circular-en-la-iv-edicion-del-congreso-smart-business/">https://actualidad.aidimme.es/2024/05/28/aidimme-participa-con-sus-iniciativas-de-economia-circular-en-la-iv-edicion-del-congreso-smart-business/</a>	ECSI
7	AIDIMME participa con sus iniciativas de economía circular en la IV edición del congreso Smart Business.	X	Post	31/05/2024		4841 seguidores	<a href="https://x.com/AIDIMME/status/1796453088196542972">https://x.com/AIDIMME/status/1796453088196542972</a>	ECSI
8	AIDIMME participa con sus iniciativas de economía circular en la IV edición del congreso Smart Business.	Facebook	Post	31/05/2024		3123 seguidores	<a href="https://www.facebook.com/100057361453408/posts/943985634190143/">https://www.facebook.com/100057361453408/posts/943985634190143/</a>	ECSI
9	AIDIMME participa con sus iniciativas de economía circular en la IV edición del congreso Smart Business.	Linkedin	Post	31/05/2024		4941 seguidores	<a href="https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7202219375011983362/">https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7202219375011983362/</a>	ECSI
10	¿Está su empresa preparada para implantar el pasaporte digital de producto en 2026?	Publicación on-line Boletín AIDIMME	Artículo	13/06/2024	Asociados AIDIMME	2680 cuentas de e-mail	<a href="https://actualidad.aidimme.es/2024/06/12/esta-su-empresa-preparada-para-implantar-el-pasaporte-digital-de-producto-en-2026/">https://actualidad.aidimme.es/2024/06/12/esta-su-empresa-preparada-para-implantar-el-pasaporte-digital-de-producto-en-2026/</a>	PASSOS
11	¿Está su empresa preparada para implantar el pasaporte digital de producto en 2026?	X	Post	14/06/2024		4841 seguidores	<a href="https://x.com/AIDIMME/status/1801511243619963329">https://x.com/AIDIMME/status/1801511243619963329</a>	PASSOS

12	¿Está su empresa preparada para implantar el pasaporte digital de producto en 2026?	Facebook	Post	14/06/2024		3123 seguidores	<a href="https://www.facebook.com/100057361453408/posts/952218266700213/">https://www.facebook.com/100057361453408/posts/952218266700213/</a>	PASSOS
13	¿Está su empresa preparada para implantar el pasaporte digital de producto en 2026?	LinkedIn	Post	14/06/2024		4941 seguidores	<a href="https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7207277366744645634/">https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7207277366744645634/</a>	PASSOS
14	Información sobre la herramienta PASSOS para ayudar a las empresas a cumplir con los requisitos del reglamento de diseño ecológico de producto	Publicación on-line Boletín AIDIMME	Artículo	09/07/2024	Asociados AIDIMME	2680 cuentas de e-mail	<a href="https://actualidad.aidimme.es/2024/07/04/informacion-sobre-la-herramienta-passos-para-ayudar-a-las-empresas-a-cumplir-con-los-requisitos-del-reglamento-de-diseno-ecologico-de-producto/">https://actualidad.aidimme.es/2024/07/04/informacion-sobre-la-herramienta-passos-para-ayudar-a-las-empresas-a-cumplir-con-los-requisitos-del-reglamento-de-diseno-ecologico-de-producto/</a>	PASSOS
15	PASSOS: Pasaporte de sostenibilidad para productos	Publicación on-line Boletín AIDIMME	Artículo	29/10/2024	Asociados AIDIMME	2680 cuentas de e-mail	<a href="https://actualidad.aidimme.es/2024/10/29/passos-pasaporte-sostenibilidad-productos/">https://actualidad.aidimme.es/2024/10/29/passos-pasaporte-sostenibilidad-productos/</a>	PASSOS
16	PASSOS: Pasaporte de sostenibilidad para productos	X	Post	08/11/2024	-	4841 seguidores	<a href="https://x.com/AIDIMME/status/1854791228673421781">https://x.com/AIDIMME/status/1854791228673421781</a>	PASSOS
17	PASSOS: Pasaporte de sostenibilidad para productos	Facebook	Post	07/11/2024	-	3123 seguidores	<a href="https://www.facebook.com/100057361453408/posts/1051586450096727/">https://www.facebook.com/100057361453408/posts/1051586450096727/</a>	PASSOS



### 3 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS CON METALES CRÍTICOS CON POTENCIAL DE RECUPERACIÓN

Se denominan metales críticos o estratégicos a aquellos que son tecnológicamente indispensables para la producción de energías limpias y nuevos modos de transporte respetuosos con el medio ambi

ente. Simultáneamente son materias primas que escasean y su producción está concentrada en países poco confiables en términos de suministro.

Los **metales** con los que AIDIMME trabaja o prevé trabajar en el campo de la recuperación son los siguientes:

- Metales base: Cu, Zn y Ni
- Metales preciosos: (Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os)
- Tierras Raras
  - Ligeras: La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm
  - Pesadas: Dy, Er, Eu, Gd ....
- Otros metales críticos: Co, Mn, Li
- Otros metales no críticos pero recuperables: Zn, Cr, Sn, Ag y Fe

**Residuos Potenciales** con metales críticos<sup>2</sup>:

Residuo	Metales principales a recuperar
Placas electrónicas (ordenadores, móviles...)	Cu, Ni, Sn, Ag, Au y Pd
Batería de automoción	Li, Mn, Co, Ni
Motores eólicos	Pr, Nd, Gd, Dy y Co
Satélites	Dy, Ge, Nd
Altavoces	Pr, Nd, Gd, Dy y Co
Placas fotovoltaicas	Si, Ga e In
Micrófonos	Pr, Nd, Gd, Dy y Co
Plásticos metalizados	Cu y Ni

La **metodología de recuperación** que se podrían aplicar conlleva la utilización de tecnologías más respetuosas con el medioambiente que las convencionales. AIDIMME trabaja

<sup>2</sup> Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy. ISBN 978-92-79-94626-4 doi:10.2873/167813

<https://www.eurare.org/RareEarthElements.html>

<https://datos.gob.es/es/blog/la-importancia-de-los-minerales-criticos-donde-localizar-datos-de-interes>

principalmente en procesos hidro y electrometalúrgicos, aplicando el concepto de economía circular. Esta metodología ya ha sido aplicada en proyectos anteriores.

Para **valorar la potencialidad de recuperación** se ha considerado tanto el know-how de AIDIMME desarrollado en proyectos de I+d, como el estado del arte en el campo de la recuperación. El objetivo es que las tecnologías y desarrollos básicos utilizados por AIDIMME puedan aplicarse para la extracción, separación y concentración de los metales críticos.

Los residuos y metales seleccionados para plantear su recuperación, así como las referencias que lo soportan, son los siguientes:

Residuo	Metales a recuperar	Referencias principales
ABS metalizado	Cu y Ni	Proyecto CIMERAI. IMDEEA/223/25
Residuos eléctricos y electrónicos	Cu, Ni, Sn, Ag, Au y Pd	Proyecto LIXMIX. IMDEEA/222/54 Proyecto CIMERAI. IMDEEA/223/25
Imanes contenidos en motores eólicos/eléctricos, equipos de audio y video.	Pr, Nd, Gd y Dy Co Fe	<sup>3</sup>

#### 4 DESARROLLO CONCEPTUAL DE PROPUESTAS DEMOSTRATIVA

A continuación, se describen conceptualmente las propuestas demostrativas para la recuperación de los metales. En cada propuesta se incluye el lay-out, con cada una de los procesos unitarios, los consumibles y los productos obtenidos. En caso de disponer de condiciones operacionales o datos cuantitativos se incorporan en el esquema. También se incluyen incertidumbres o cuestiones a resolver.

<sup>3</sup> **Eco-Friendly Rare-Earth Metal Recovering Process with High Versatility from Nd-Fe-B Magnets.** Ryo Sasai,\*,a,b Nobuhiro Shimamura,c and Takuya Fujimuraas. ACS Sustainable Chem. Eng. 2020, 8, 1507–1512.

**Overview of recent developments of resource recovery from wastewater via electrochemistry-based technologies** Yuan Liu a,b,\*, Ying-Ying Deng a,b,c, Qi Zhang a,b,c, Hong Liu a,b. Science of the Total Environment 757 (2021) 143901.

**Selective electrochemical extraction of REEs from NdFeB magnet waste at room temperature.** Prakash Venkatesana\*, Tom Vander Hoogerstraeteb, Tom Hennebelc, Koen Binnemansb, Jilt Sietsmaa, Yongxiang Yanga. Green Chemistry. 2018.

**A facile method for the simultaneous recovery of the rare-earth elements and transition metals from Nd-Fe-B magnets**Xuan Xu,\*,ab Saso Sturm,ab Zoran Samardzija,a Janez Scancar,bc Katarina Markovicc and Kristina Zuzek Rozmanab. 2020.

**Electrochemical approaches for selective recovery of critical elements in hydrometallurgical processes of complex feedstocks.** Kwiyoung Kim,1 Riccardo Candeago,1 Guanhe Rim,2,3 Darien Raymond,1 Ah-Hyung Alissa Park,2,3 and Xiao Su1,\* iScience 24, 102374, May 21, 2021.



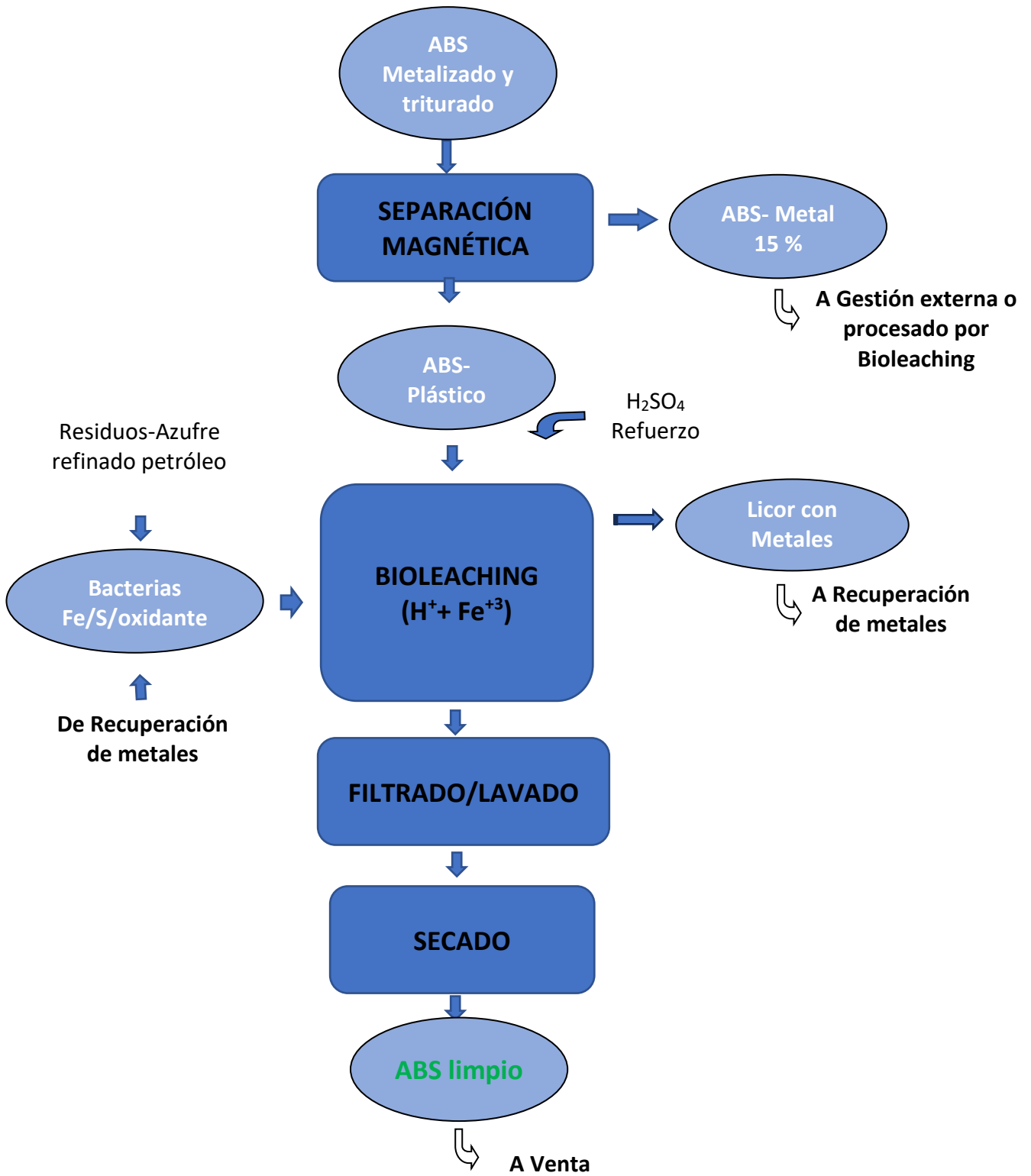
#### 4.1 Plástico ABS Metalizado

Mediante un proceso de bioleaching la capa metálica de Cu/Ni/Cr que recubre el ABS es eliminada, dejando el plástico limpio para su reciclaje. La metodología tiene dos unidades de tratamiento: desmetalizado y recuperación de metales.

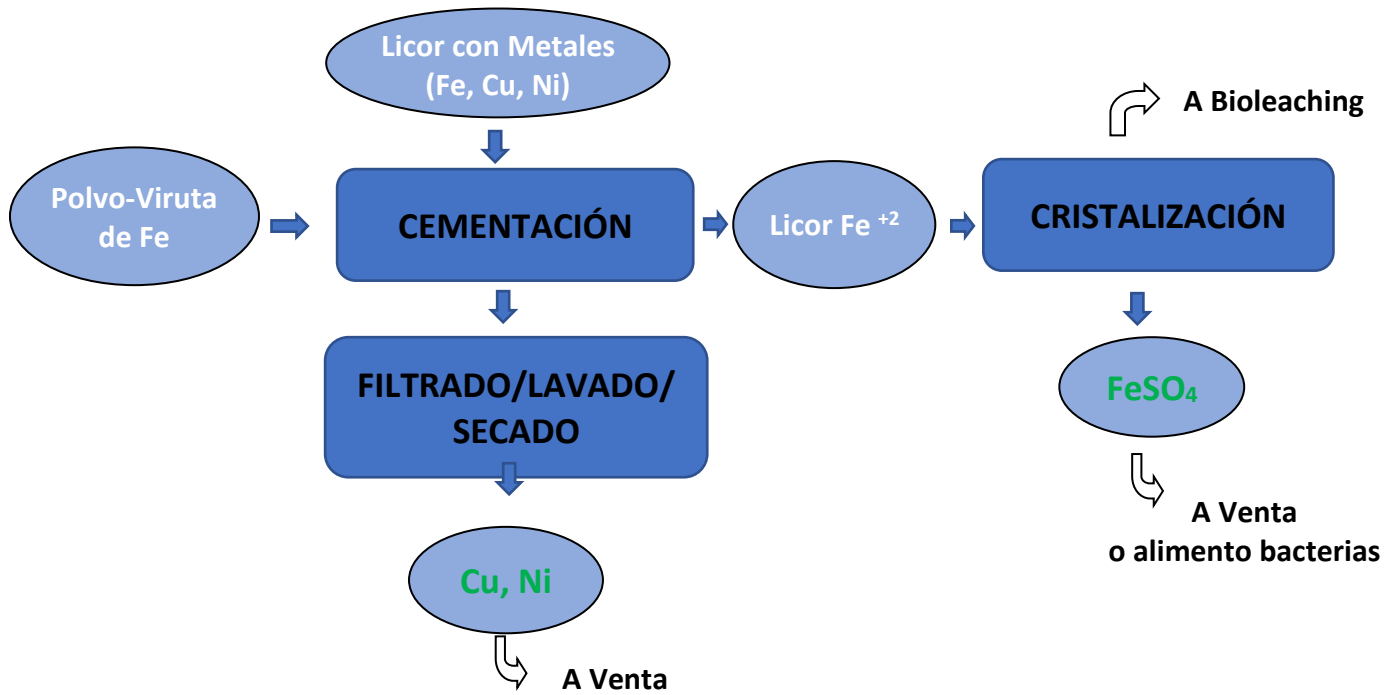
En el desmetalizado el ABS triturado es sometido a una separación magnética como pre-tratamiento, obteniendo aproximadamente el 85 % del plástico con un 25% del metal. El plástico limpio se consigue mediante un proceso de lixiviación denominado Bioleaching. Se trata de una combinación de ácido y Fe (III), generados ambos dos por bacterias. A su vez las bacterias se alimentan de residuos que metabolizan. La recuperación del plástico se completa con un proceso de filtrado, lavado y secado.

Los metales separados en el bioleaching son recuperados mediante un tratamiento secuencial de cementación y cristalización. La primera etapa tiene como reactivo alimento polvo o viruta de Fe, obteniendo como producto una mezcla de Cu y Ni en estado metálico. En la cristalización no hay consumo de reactivos, generando como subproducto sulfato ferroso, con aplicaciones comerciales tales como fertilizante, coagulante o formulación de pigmentos.

UNIDAD DE DESMETALIZADO



UNIDAD DE RECUPERACIÓN DE METALES



**DATOS PROCESO**

**PROCESADO ABS enriquecido en plástico**

- **Unidad funcional:** 1 Tn ABS
- **Relación L/S bioleaching:** 7
- **Composición standard de plástico metalizado/Tn.**
  - 946 kg ABS
  - 41 kg Cu
  - 13 kg Ni
  - 0.3 kg Cr
- **Consumibles del proceso**

Consumibles	Kg/Tn residuo	Observaciones
<b>Residuo Azufre</b>	3.5 kg	Consumo máximo, considerando que en cada ciclo hubiera que reformular todo el licor de bioleaching.
<b>Polvo de Fe</b>	24 kg	Se estima que el ABS enriquecido en plástico contiene un <b>25 % del total de metales.</b>
<b>Ácido Sulfúrico (98%)</b>	2.2 kg	Consumo asociado al refuerzo en el bioleaching tras cada ciclo. Se corresponde con un <b>20 % del ácido generado por las bacterias</b>

- **Productos del proceso**

Productos	Kg/Tn residuo	Observaciones
<b>ABS</b>	804 kg	Se estima que el ABS enriquecido en plástico contiene un <b>85 % del total de ABS.</b>
<b>Metales (Cu/Ni/Cr)</b>	13 kg	Se estima que el ABS enriquecido en plástico contiene un <b>25 % del total de metales.</b>
<b>FeSO<sub>4</sub></b>	66 kg	Se estima que el ABS enriquecido en plástico contiene un <b>25 % del total de metales.</b>

## 4.2 REE

Los residuos eléctricos y electrónicos contienen principalmente dos grupos de metales, los denominados básicos (Cu, Ni, Sn), y los metales preciosos (Pt,Pd,Ru..). Se plantean 3 alternativas para la recuperación de ambos grupos de metales.

### Opción A

Dos etapas secuenciales, bioleaching para la extracción de metales base y electroleaching para los metales preciosos. Los metales base se valorizarían mediante cementación con polvo de Fe. El Fe (II) se recupera mediante un proceso de cristalización, obteniendo  $\text{FeSO}_4$  como subproducto. Los metales preciosos extraídos se plantea su concentración con la tecnología de ósmosis vibrante y posterior electrodeposición para su recuperación.

### Opción B

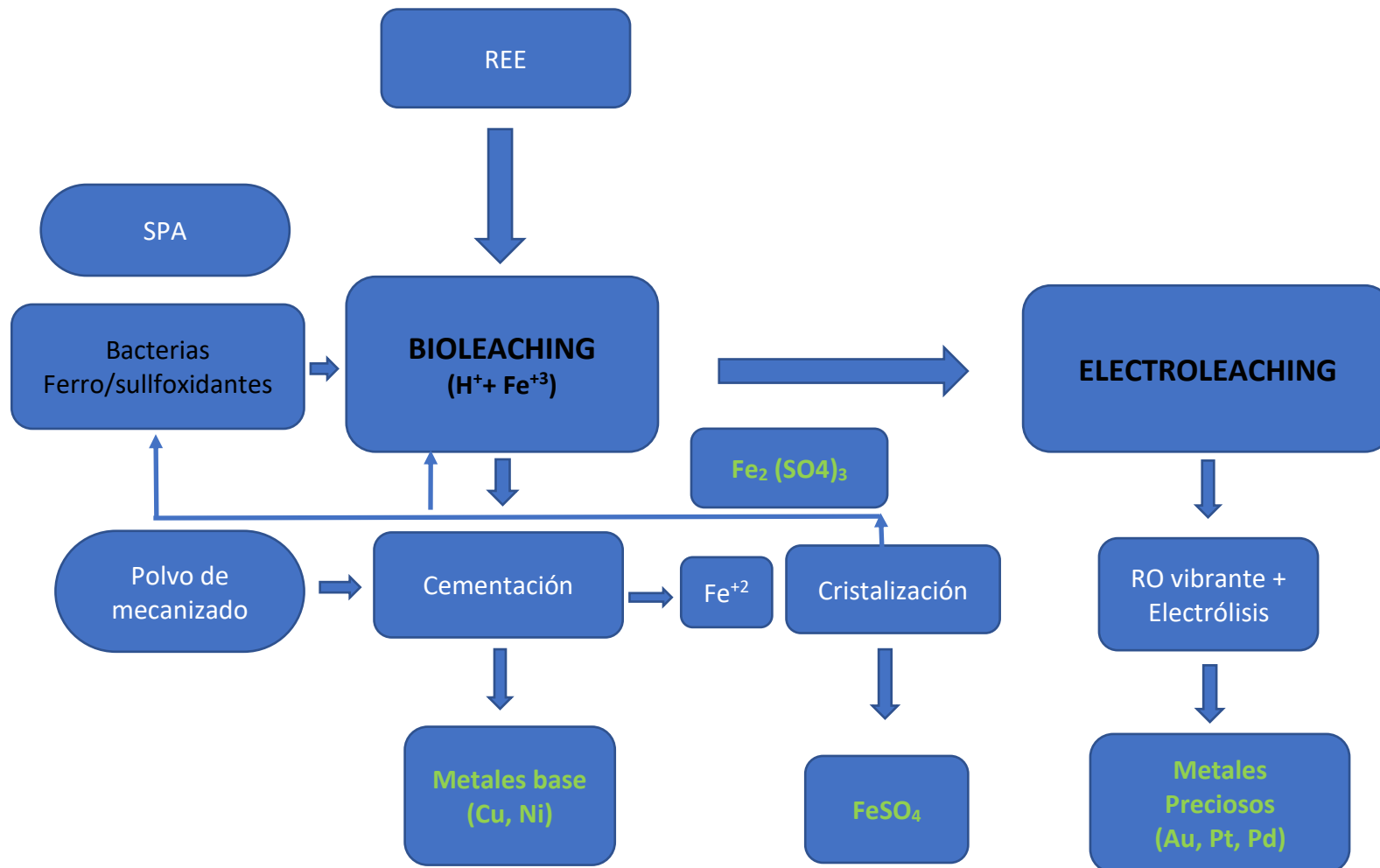
El planteamiento es similar a la opción A, con la diferencia de que el Fe no se recupera como Fe (II) y cristalización para obtener  $\text{FeSO}_4$  como subproducto. El planteamiento es la su oxidación a Fe (III) para obtener como subproducto el  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  que puede retornarse como reactivo en la etapa de bioleaching o valorizarlo externamente como coagulante.

### Opción C

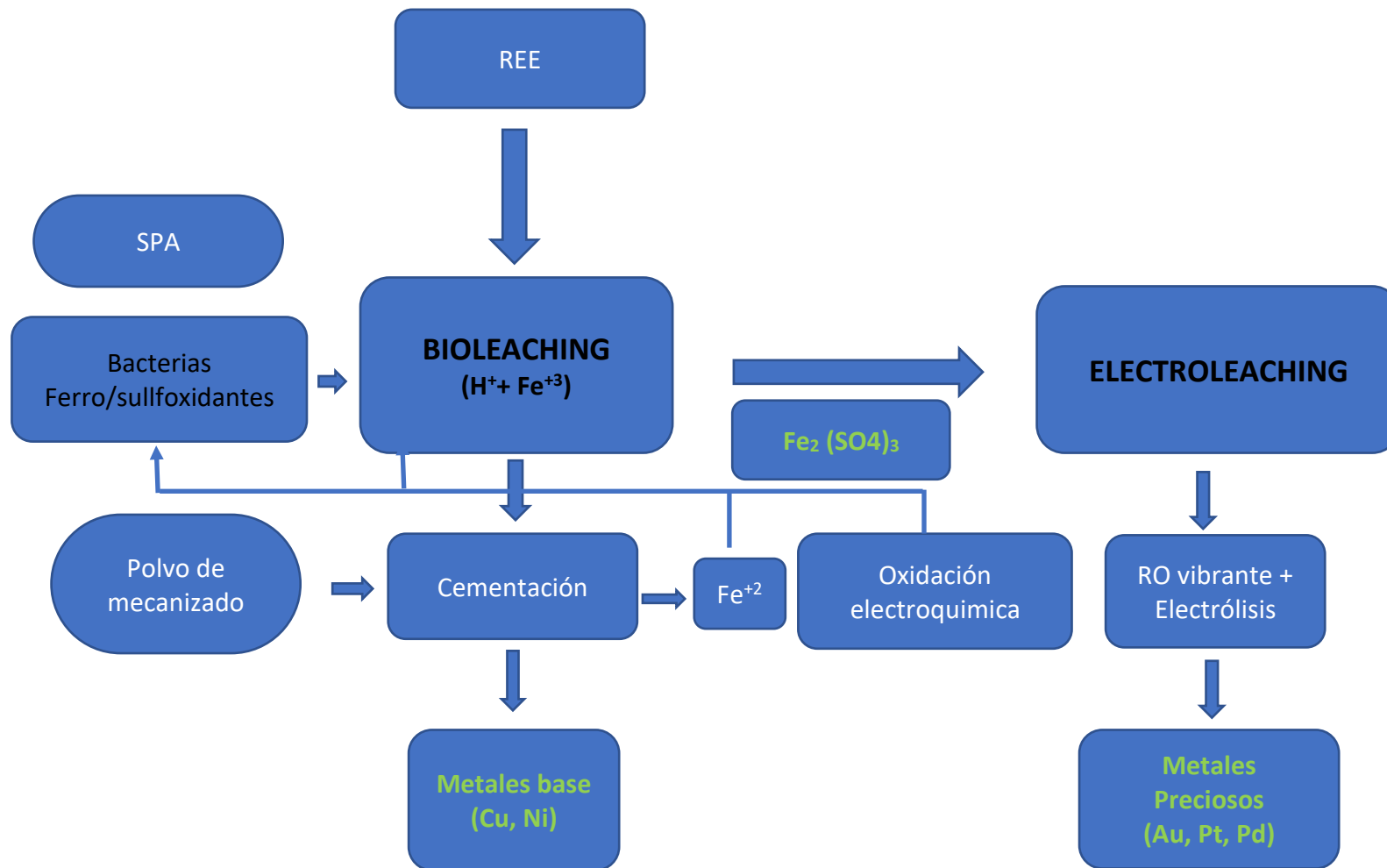
La tercera opción suprime el bioleaching, planteando un electroleaching secuencial en dos etapas. Una primera etapa para la lixiviación de los metales base, utilizando un proceso oxidativo de menor agresividad que el  $\text{Cl}_2$ , y una segunda etapa donde los metales preciosos se lixivian mediante oxidación con  $\text{Cl}_2$ .



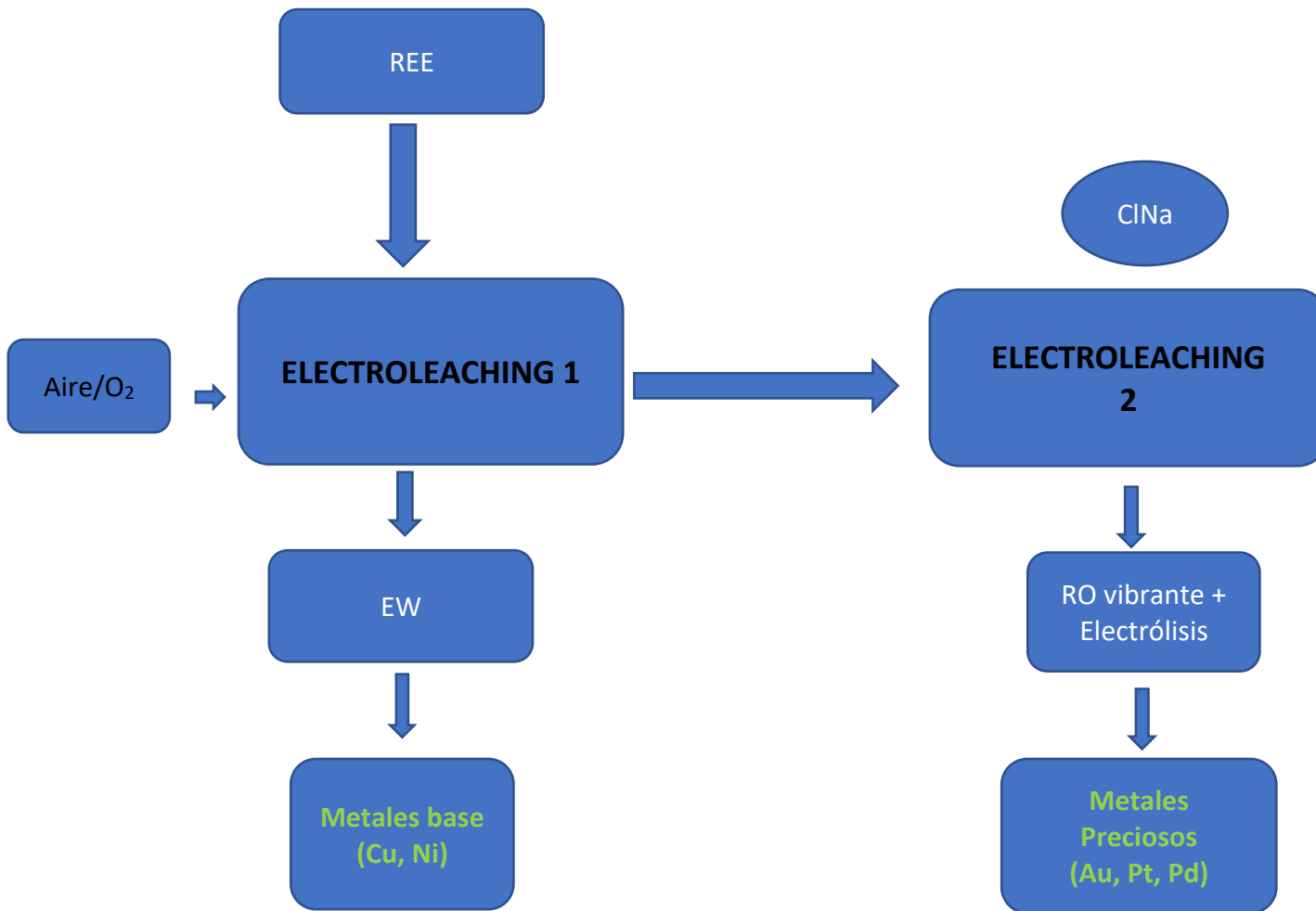
OPCIÓN A



OPCIÓN B



OPCION C



### 4.3 Imanes

Los imanes permanentes (PM) son uno de los componentes que contienen una elevada cantidad de REE (rare earth elements). Se utilizan sobre todo en turbinas eólicas, motores eléctricos de vehículos, así como en equipos de audio y video. Los más utilizados son los de NdFeB, con más del 60% de la cuota de mercado. Las principales tierras raras que contienen son Nd, Pr y Dy, en cantidades variables pero elevadas (25-30%), dependiendo de la aplicación. También suelen contener elevadas cantidades de Co (hasta el 10%). El contenido Fe como metal base es también importante.

Se plantea la recuperación de las tierras raras mediante tres pasos:

#### A. Lixiviación

Se plantea una lixiviación electroquímica directa o con un prelixiviación parcial con Bioleaching. La electrolixivación será llevada a cabo con generación de  $\text{Cl}_2$  en celda compartimentada con membrana aniónica.

#### B. Separación y recuperación de Fe

El Fe extraído debe ser eliminado antes de la recuperación de las tierras raras. Para su eliminación habrá dos alternativas:

##### B1. Eliminación en forma de hidróxido de Fe (III)

Se llevará a cabo mediante oxidación electroquímica de Fe (II) a Fe (III) y posterior precipitación mediante ajuste de pH. Esto podría ser química o electroquímicamente en compartimento catódico de celda compartimentada.

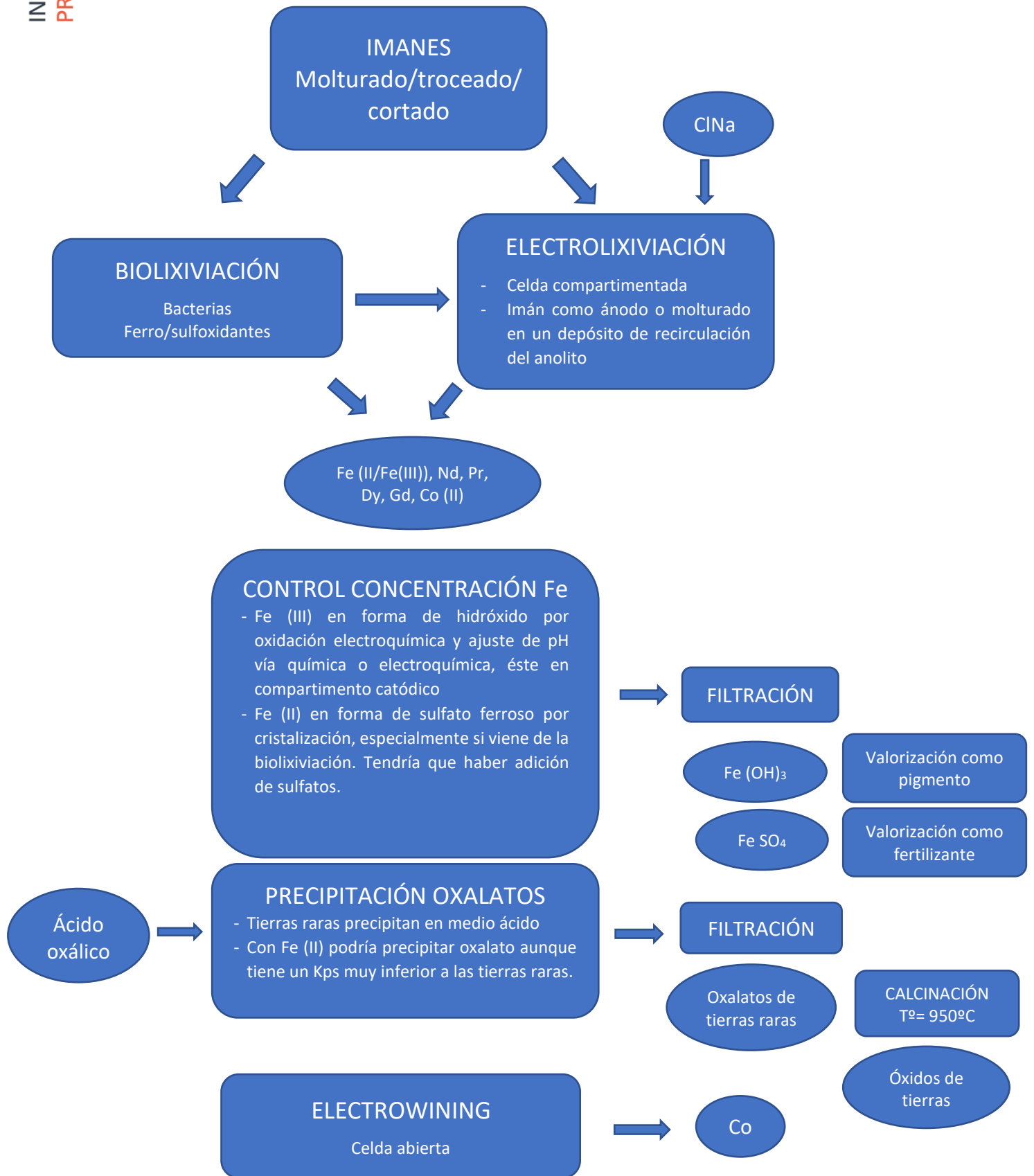
##### B2. Eliminación en forma de sulfato de Fe (II)

En caso de que el Fe se mantenga mayoritariamente como Fe (II), se planteará la separación parcial como sulfato ferroso, pudiendo valorizarse como abono. El Fe (III) existente se deberá eliminar como hidróxido tras alcalinización

#### C. Separación y recuperación de REE y Co

Finalmente se llevará a cabo la separación de las tierras raras mediante un proceso precipitación como oxalatos y posterior filtración y calcinación para formar los óxidos correspondientes.

Finalmente, el Co disuelto se recuperará mediante electrodeposición en celda abierta.



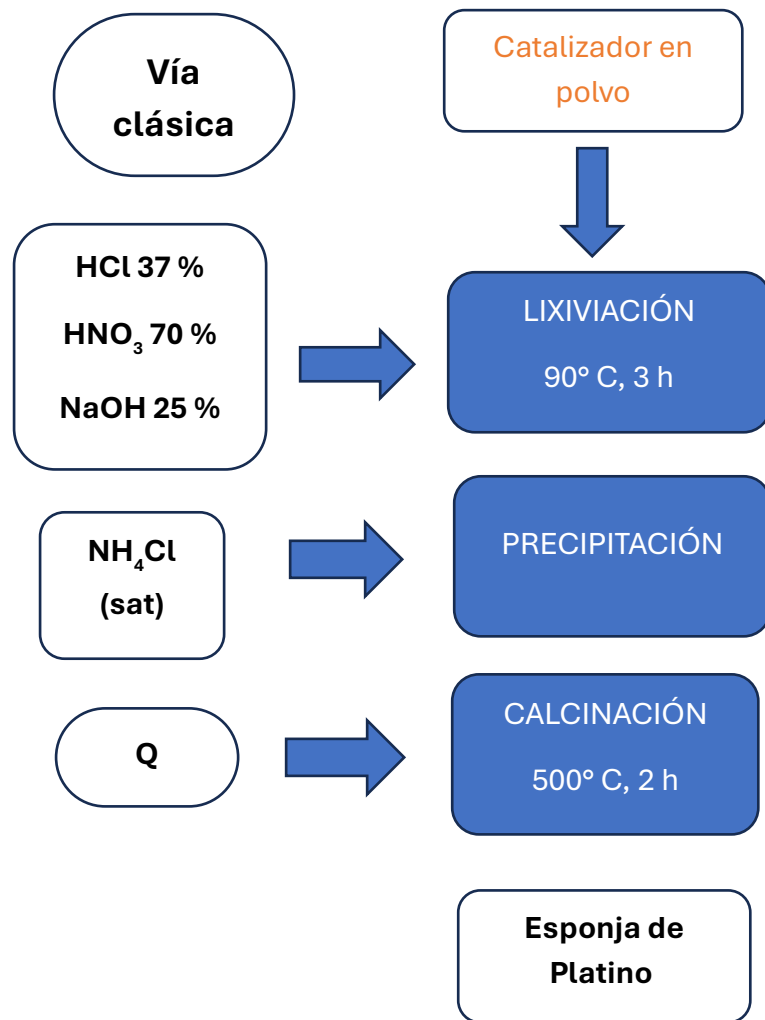
## 5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE RECICLAJE DE CATALIZADORES DE AUTOMOCIÓN

Los metales del grupo del platino (PGMs) paladio, platino y rodio representan los materiales clave para el tratamiento de gases de automoción. El elevado valor de los PGMs en los catalizadores justifica su reciclaje. El estado del arte, en cuanto al reciclaje se refiere, incluye procesos pyrometalúrgicos e hidrometalúrgicos. En el caso de los pyrometalúrgicos, el contenedor cerámico que contiene los metales preciosos es fundido y los metales líquidos son recogidos en un baño. Como el material alimento tiene un punto de fusión muy alto la energía requerida para este proceso es muy alta. Los tratamientos hidrometalúrgicos ofrecen la posibilidad de reciclar metales nobles con un gasto energético y de tiempo menor. Además de los metales nobles se pueden reciclar el Cerio, metal crítico contenido habitualmente en los catalizadores. Los sistemas hidrometalúrgicos convencionales son muy agresivos ya que utilizan agua regia para llevar a cabo el lixiviado, generando residuos y gases de alto impacto ambiental.

Como alternativas al sistema hidrometalúrgico convencional se plantean sistemas de lixiviación menos agresivos y respetuosos con el medioambiente. Los sistemas propuestos son los siguientes:

- Lixiviación con HCl y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> , evitando el agua regia y la generación de gases nitrosos.
- Lixiviación electroquímica mediante un proceso oxidativo anódico, minimizando el consumo de reactivos químicos, generando el reactivo oxidante vía electroquímica.

En ambas alternativas se plantea la recuperación electroquímica de los metales nobles, evitando los procesos convencionales de adición de reactivos químicos.

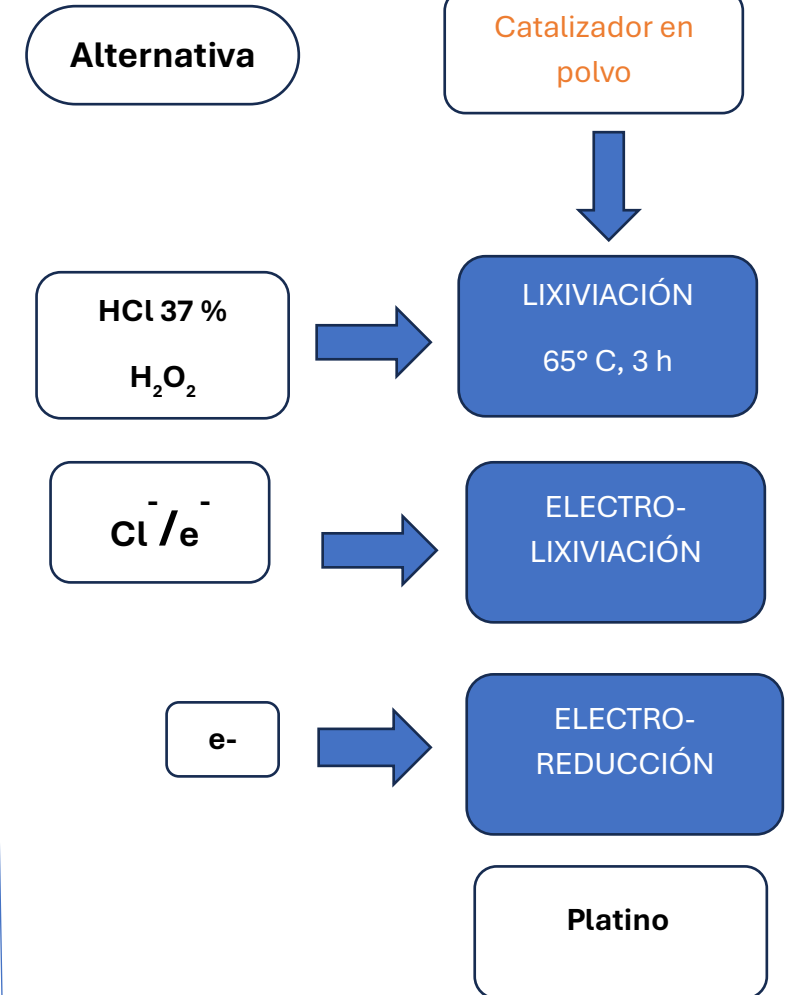


### Limitaciones

Elevado consumo de reactivos y energía

Elevada generación de residuos, principalmente el agua regia utiliza como reactivo lixivante

Proceso poco ecológico por la elevada cantidad de NOx generados; uno de los propósitos del catalizador, precisamente, es la reducción de NOx







## 6 ASESORAMIENTO AL MINISTERIO Y EMPRESAS EN LA REVISIÓN DEL BREF

Durante el año 2024 se ha continuado colaborando con el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD) en el estudio y actualización del STM BREF (*Best Available Techniques Reference Document on Surface Treatment Of Metals and Plastics*). La tarea principal ha sido el asesoramiento en la cumplimentación por parte de las empresas KAMAX GALOL COATING S.A y SRG Global Ibi, S.L.U del cuestionario editado por la Comisión Europea para la actualización del STM BREF. Las principales cuestiones resueltas han sido las siguientes:

- Métodos de monitorización de emisiones
- Límites de cuantificación de las emisiones y/o vertidos
- Clasificación del punto de vertido

Además, se ha llevado a cabo la revisión de un primer borrador del documento BAT reference document for the Surface treatment of metals and plastic (STM BREF), centrado en la evaluación de los datos recibidos de cada contaminante de los centros industriales participantes en toda Europa. A continuación, se incluye portada del documento revisado.



EUROPEAN COMMISSION  
JOINT RESEARCH CENTRE

Directorate B – Fair and Sustainable Economy  
Circular Economy and Sustainable Industry Unit (JRC.B.5)  
European Bureau for Research on Industrial Transformation and Emissions (EU-BRITE)

Seville, 31 May 2024

**REVIEW OF THE  
BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) REFERENCE  
DOCUMENT FOR THE SURFACE TREATMENT OF METALS  
AND PLASTICS (STM BREF)**

**First Data Assessment Workshop**

**18 – 19 June 2024  
(2 web-based sessions)**

**BACKGROUND PAPER  
*Revision 1***

**INTRODUCTION**

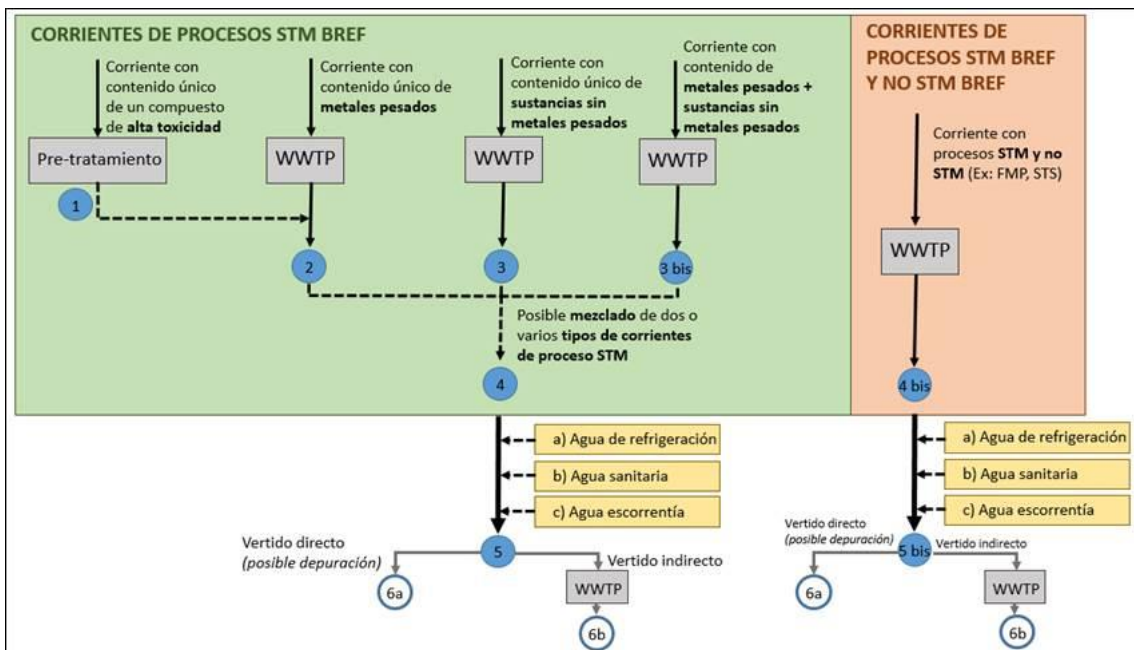
The main objectives of the STM 1<sup>st</sup> Data Assessment Workshop are:

- To present the data situation based on the data received;
- To ask and provide clarifications from/to the TWG members where necessary;
- To exchange with the TWG members on those parameters for which a decision on whether or not a BAT-AE(P)L will be derived is still pending (based on the [STM KoM conclusions](#)).

Ejemplo de corrección y modificación de datos para una de las empresas participantes referido tanto a la monitorización como a los límites de emisiones.

Cuestionario	Instalación	Hoja	Celda	Asunto	Reportado	Cambios a realizar (color azul: comentario para completar información)	Comentarios
ES003	SRG Global	4. Emissions to air	tabla 4.4	Método de monitorización	-	Falta el método de monitorización. Reportarlo, si es posible.	Hecho
ES003	SRG Global	4. Emissions to water	tabla 4.4	Método de monitorización	-	Falta el método de monitorización. Reportarlo, si es posible.	Hecho
ES003	SRG Global	4. Emissions to water	T162, T164, T181-T183	Limit of quantification	0,05	Se ha indicado un Límite de cuantificación de 0,1 para cianuro, pero los vertidos son inferiores al límite de cuantificación. Por ello, estas medidas podrían no ser correctas. Corregid estos valores y/o ponerse en contacto con Equipo STM para cualquier aclaración.	La desviación ocurre en las siguientes celdas. N180: valor 0,1 erroneo, Corregido a 0,3. Ahora el límite de cuantificación es mayor a los valores de percentil 95th. N386: valor 0,01 inferior al valor de cuantificación, 0,02, indicado en T166. El valor es inferior porque las medidas se refieren a valores identificables, no cuantificables. Se puede identificar valores más bajos a los que pueden cuantificarse. Ocurre lo mismo en las celdas N235-237. Las celdas T164 y T181-183 no tienen desviación entre el valor cuantificable y los valores medidos.

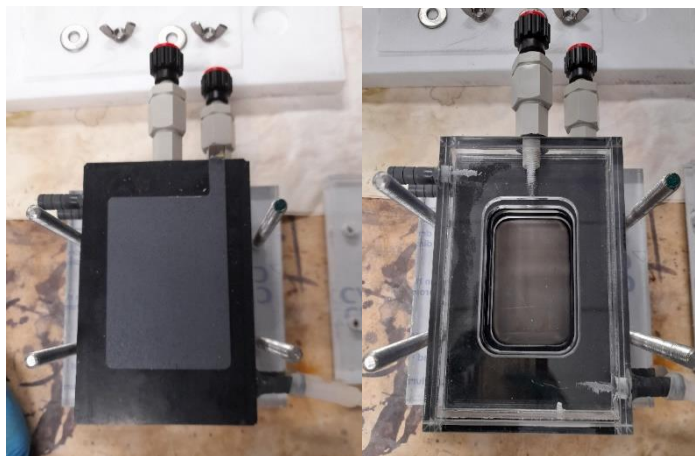
Clasificación del punto de vertido se realizó en base al siguiente esquema:



## 7 MEJORA DE EQUIPAMIENTO PARA EL TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE RESIDUOS

Como último del proyecto se incluía la mejora del equipamiento para el tratamiento y reciclaje de residuos. A lo largo del año 2024 se han identificado una serie de necesidades en el equipamiento disponible en AIDIMME. Los materiales, fungibles y complementos que se han adquirido, o equipamiento modificado han sido los siguientes:

- Prototipo de reactor de electrólisis compartimentado para la realización de ensayos de lixiviación



- Válvulas de venteo para implementar en reactores, prototipo y piloto para ensayos electroquímicos de lixiviación



- Campana extractora para realización de ensayos demostrativos con liberación de gases corrosivos o tóxicos.



- Filtros manga para la separación de sólidos en piloto demostrativo físico-químico
- Estructura con ruedas y frenos para traslado de piloto demostrativo para tratamiento de metales
- Válvulas de desagüe, bandejas de vaciado, espigas de conexión y resistencia para calentamiento en piloto demostrativo para reciclaje de baterías.



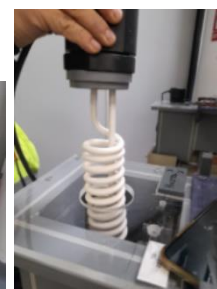
Válvula 1



Válvula 2



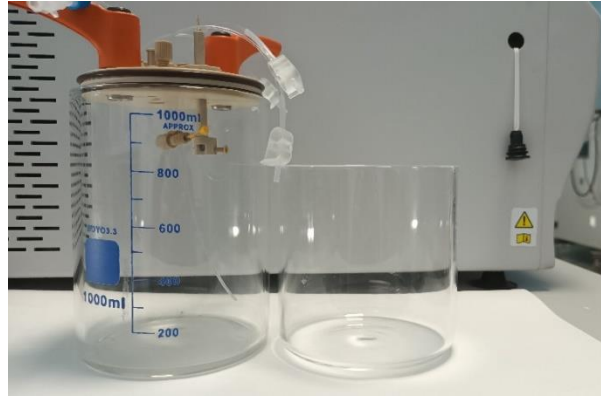
Válvulas 1 y 2 con espigas



Resistencia

- Sonda y controlador de pH y vaso reactor para celda electroquímica para evaluación de comportamiento electroquímico de residuos a recuperar.





# **AIDIMME**

## **INSTITUTO TECNOLÓGICO**

Domicilio fiscal —

C/ Benjamín Franklin 13. (Parque Tecnológico)  
46980 Paterna. Valencia (España)  
Tlf. 961 366 070 | Fax 961 366 185

Domicilio social —

Leonardo Da Vinci, 38 (Parque Tecnológico)  
46980 Paterna. Valencia (España)  
Tlf. 961 318 559 - Fax 960 915 446

[aidimme@aidimme.es](mailto:aidimme@aidimme.es)

[www.aidimme.es](http://www.aidimme.es)