

Producción de hidrógeno mediante ciclos termoquímicos basados en perovskitas empleando corrientes térmicas de centrales nucleares

Hydrogen production through thermochemical cycles based on perovskites using thermal flows from nuclear power plants

Iván Brigidano¹, Alejandro Pérez¹, Juan Ángel Botas^{1,2}

Resumen

El crecimiento demográfico e industrial ha intensificado la crisis energética global, ha impulsado el uso masivo de combustibles fósiles y ha generado cuantiosas emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Para mitigar el cambio climático, se impulsa una transición hacia una economía energética baja en carbono en la que el hidrógeno (H₂) tiene un papel clave como vector energético. La combustión de H₂ no genera emisiones de CO₂, pero debe producirse a partir de compuestos como agua o biomasa y utilizando una fuente de energía.

Entre las tecnologías emergentes destaca la producción de H₂ mediante ciclos termoquímicos, que disocian agua aprovechando calor de fuentes como centrales termosolares o nucleares de cuarta generación. En particular, los ciclos de óxidos metálicos no estequiométricos permiten operar a temperaturas moderadas (800-1.100 °C), y las perovskitas son materiales prometedores por su gran eficiencia y ciclabilidad.

La Universidad Rey Juan Carlos ha investigado perovskitas como LSCF-6428, ha optimizado las etapas de reducción térmica e hidrólisis y ha propuesto un diseño de reactores en paralelo para producción continua. En condiciones ideales, una planta de 60 MW podría producir hasta 1,67·10⁸ m³(STP)/año de H₂, lo que reduciría en el 98% las emisiones de CO₂ frente al reformado convencional de gas natural con vapor de agua.

Palabras clave

Hidrógeno, ciclos termoquímicos, perovskitas, energía nuclear y reactores de IV.

Abstract

Population and industrial growth have intensified the global energy crisis, driving the massive use of fossil fuels and generating significant CO₂ emissions. To mitigate climate change, a transition to a low-carbon energy economy is being promoted, where hydrogen (H₂) plays a key role as an energy carrier. H₂ does not emit CO₂ when burned, but must be produced from compounds such as water or biomass, using an energy source.

Emerging technologies include the production of H₂ through thermochemical cycles, which split water by employing heat from sources such as solar thermal power plants or fourth-generation nuclear power plants. In particular, non-stoichiometric metal oxide cycles allow operation at moderate temperatures (800-1,100 °C), with perovskite materials being promising due to their high efficiency and cyclability.

Universidad Rey Juan Carlos has investigated perovskites such as the LSCF-6428, optimizing the thermal reduction and hydrolysis steps and proposing a parallel reactors design for continuous production. Under ideal conditions, a 60 MW plant could produce up to 1.67·10⁸ m³(STP)/year of H₂, reducing emissions by 98 % compared to conventional steam reforming of natural gas.

Keywords

Hydrogen, thermochemical cycles, perovskites, nuclear energy, and generation IV reactors.

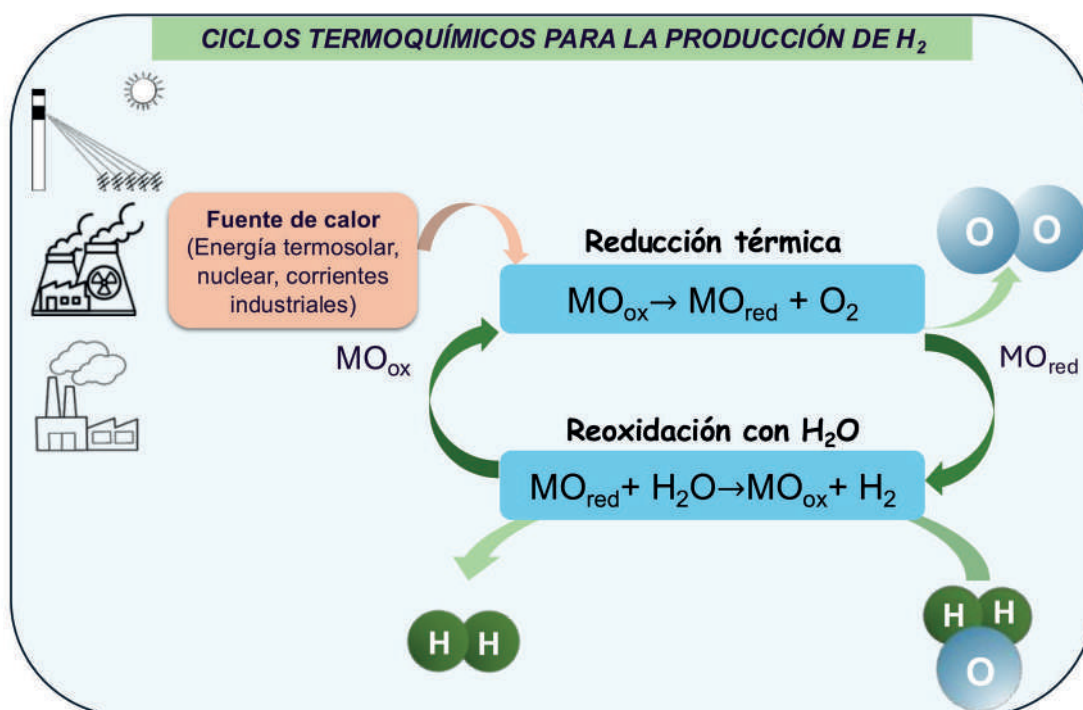
Recibido/received: 19/06/2025

Aceptado/accepted: 03/07/2025

(1) Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos. c/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid, España.

(2) Instituto de Investigación de Tecnologías para la Sostenibilidad, Universidad Rey Juan Carlos. c/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid, España.

Autores para correspondencia: Iván Brigidano Pérez, e-mail: i.brigidano.2018@alumnos.urjc.es; Alejandro Pérez Domínguez, e-mail: alejandro.perezdz@urjc.es.

Ciclos termoquímicos para la producción de H₂

El mundo se encuentra actualmente en una situación energética crítica, debido principalmente al crecimiento exponencial de la población y del sector industrial. Esta demanda se cubre en gran medida con combustibles de origen fósil. De su uso masivo derivan las altas emisiones de dióxido de carbono (CO₂) registradas en los últimos años, con valores cercanos a las 37,4 Gt en 2023 (Agencia Internacional de la Energía, 2024a). Este CO₂ es uno de los principales gases de efecto invernadero de origen antropogénico y responsable del cambio climático. Por ello, uno de los mayores retos a los que se enfrenta la sociedad es realizar una transición energética hacia una economía neutra en carbono que pueda mitigar estos problemas.

Bajo este preocupante contexto, la Organización de las Naciones Unidas adoptó en 2015 los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el objetivo de reducir las consecuencias negativas del cambio climático. Posteriormente, en 2019, la Unión Europea propuso el Pacto Verde Europeo, en el que se apuesta decididamente por una economía basada en las energías renovables y sostenibles. Entre estos objetivos, el H₂ tiene un gran potencial como vector energético, capaz

de almacenar energía y contribuir a descarbonizar los procesos industriales que no puedan ser electrificados (Morante et al., 2020). En esta línea, España ha apostado por el H₂ y ha desarrollado la hoja de ruta del hidrógeno renovable con objetivos claros para su expansión y adopción en el ámbito nacional.

La combustión de H₂ no produce

emisiones de CO₂ ni de otros contaminantes atmosféricos, por lo que resulta de gran interés en la transición energética hacia una economía neutra en carbono. Sin embargo, el H₂ molecular no se encuentra libre en el planeta, por lo que debe obtenerse a partir de materias primas que lo contengan, como la biomasa y el agua (H₂O) y una fuente de energía adicio-

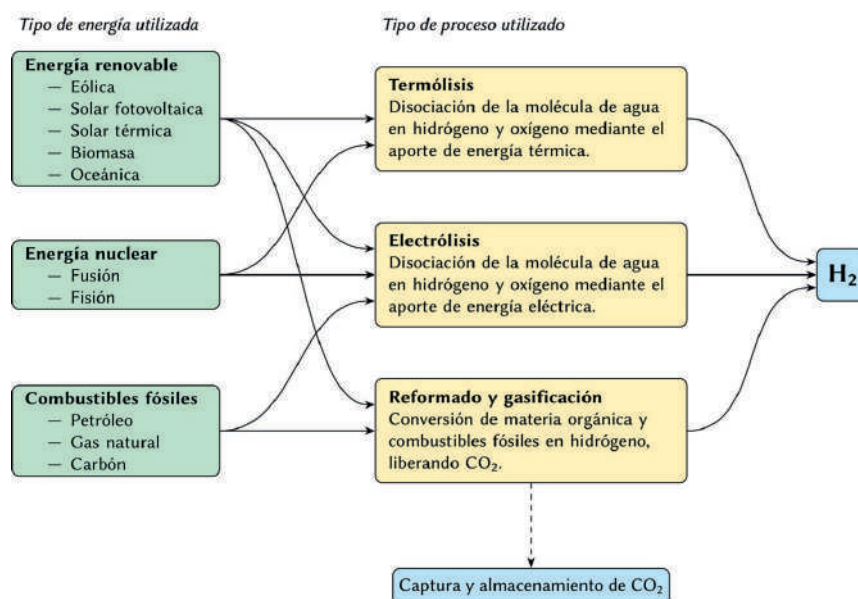


Figura 1. Principales rutas de producción de hidrógeno industrial (adaptada del Centro Nacional del Hidrógeno, 2017).

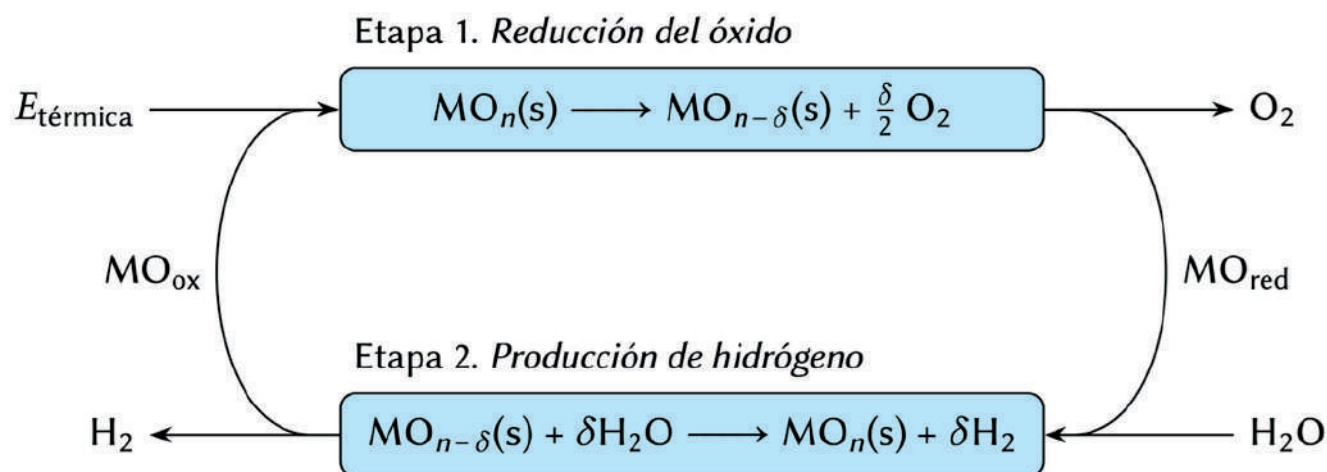


Figura 2. Esquema de un ciclo termoquímico de dos etapas basado en óxidos metálicos no estequiométricos $MO_n/MO_{n-\delta}$

nal. En la figura 1 se indican las principales rutas de producción de H_2 .

Los procesos de producción de hidrógeno se pueden clasificar según el tipo de materia prima empleada y las emisiones producidas por los procesos de obtención. El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico considera la siguiente clasificación (2024):

- **Hidrógeno verde.** Producido mediante electrólisis empleando electricidad de origen renovable y agua. Se incluye también en esta categoría el hidrógeno obtenido por reformado de biogás con vapor de agua.
- **Hidrógeno gris.** Producido a partir de gas natural u otros hidrocarburos ligeros.
- **Hidrógeno azul.** Similar al hidrógeno gris, pero mediante técnicas de captura, almacenamiento y utilización de dióxido de carbono, con reducción de las emisiones hasta del 95%.
- **Hidrógeno rosa.** Producido mediante electrólisis empleando electricidad de origen nuclear.

Actualmente, los procesos que más se están desarrollando para la producción de H_2 , libre de emisiones de CO_2 , son los que se basan en la disociación de la molécula de H_2O (Agencia Internacional de la Energía, 2024b). Esta disociación puede realizarse mediante la aplicación de energía eléctrica (procesos electroquímicos) o mediante energía térmica (procesos termoquímicos). Estos últimos tienen la ventaja de que pueden aprovechar directamente la energía térmica de

una central termosolar, pueden realizarse mediante cogeneración con corrientes térmicas de una central nuclear o mediante corrientes de calor residual de procesos industriales que aún tengan un nivel térmico adecuado, por lo que aumenta la eficiencia energética global del proceso.

Para llevar a cabo la disociación directa de H_2O utilizando energía térmica (termólisis de H_2O) se requieren temperaturas superiores a $2.500\text{ }^\circ\text{C}$, y apenas se alcanza el 25% de conversión en estas condiciones, lo que limita su desarrollo tecnológico (Fernández Saavedra, 2007). Alternativamente, se proponen los ciclos termoquímicos, que requieren temperaturas inferiores, de $700\text{--}1.200\text{ }^\circ\text{C}$ (Oliveira et al., 2022). Estos ciclos pueden constar de varias etapas y tener una gran complejidad, aunque los ciclos de dos etapas han despertado un interés especial por su mayor sencillez. Sin embargo, su principal problema son los requisitos térmicos de una de las etapas, normalmente superiores a $1.200\text{ }^\circ\text{C}$.

En la figura 2 se muestra el esquema simplificado de un ciclo termoquímico de dos etapas basado en óxidos metálicos no estequiométricos (MO_n). δ es el grado de reducción que alcanza el sólido. En la primera etapa del ciclo se produce la reducción térmica del óxido metálico, y se obtiene O_2 gracias al aporte de energía térmica. A esta etapa le sigue, de forma cíclica, una segunda etapa en la que el óxido parcialmente reducido ($MO_{n-\delta}$) reacciona con H_2O para producir H_2 (hidrólisis) y regenerar el óxido metálico.

Entre las diferentes ventajas de los ciclos termoquímicos basados en óxidos metálicos, cabe destacar (Mehrpooya & Habibi, 2020; Yadav & Banerjee, 2016):

1. El H_2 y el O_2 son los productos finales del proceso global, sin que haya otros productos intermedios.
2. El H_2 y el O_2 se obtienen en dos corrientes diferenciadas e independientes. De este modo se evita su posible recombinación y posibles problemas de seguridad.
3. Los óxidos metálicos pueden ser regenerados fácilmente.
4. La corriente de H_2 obtenida es, idealmente, pura. También lo es la corriente de O_2 obtenida, y tendrá valor comercial.

Se han estudiado diversos materiales para los ciclos termoquímicos basados en óxidos metálicos (p. ej., MgO , ZnO , Fe_3O_4 o CeO_2); no obstante, estos materiales a pesar de lograr producciones de H_2 prometedoras, requieren temperaturas muy elevadas para la etapa de reducción térmica ($> 1.500\text{ }^\circ\text{C}$). Por esta razón entran en juego los óxidos metálicos no estequiométricos, cuya etapa de reducción térmica ocurre a menor temperatura (del orden de $1.100\text{ }^\circ\text{C}$ o inferior). Entre estos óxidos metálicos destacan algunas perovskitas (Orfila et al., 2016). Estos materiales reciben su nombre en honor al mineralogo ruso Lev Alekseyevich von Perovski, quien descubrió las perovskitas naturales en 1893 en los Montes Urales (Tanaka & Misono, 2001). Las perovskitas reciben también especial atención por su empleo en la

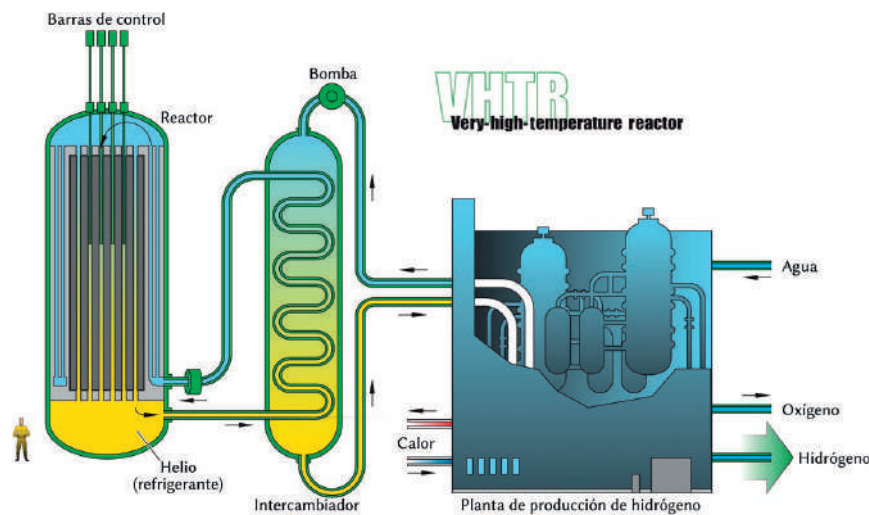


Figura 3. Esquema del acoplamiento de una planta de producción de H_2 y de un reactor nuclear tipo VHTR (adaptada de Generation IV International Forum, 2024).

fabricación de células solares (Green et al., 2014). La estequiometría más común de las perovskitas es ABO_3 . A es un metal alcalinotérreo (La, Sr, Ca, entre otros) o un lantánido y B, un metal de transición (Co, Ni, Fe, Cu, entre otros).

Con el objetivo de mejorar las propiedades químicas y físicas de las perovskitas, estas pueden sintetizarse en el laboratorio y dar lugar a estructuras con la formulación $A_{1-x}A'_x B_{1-x}B'_x O_{3\pm\delta}$ en las que los cationes A y B son sustituidos parcialmente por otros cationes. Las últimas investigaciones de la línea de Obtención de hidrógeno mediante ciclos termoquímicos del Grupo de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Rey Juan Carlos (GIQA) se centran precisamente en estos compuestos, empleando perovskitas de tipo $ABO_{3\pm\delta}$ con diferentes formulaciones y sustituciones de metales para la producción de H_2 (Pérez et al., 2022). La fuente de energía térmica necesaria en los ciclos termoquímicos debe alcanzar temperaturas a las que se puedan llevar a cabo las dos etapas de los ciclos de reacción. En la Universidad Rey Juan Carlos se están desarrollando materiales que permiten trabajar entre $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ para poder emplearlos en centrales termosolares, mediante estrategias de cogeneración con corrientes térmicas de una central nuclear de cuarta generación o con aprovechamiento de corrientes de calor residual de procesos industriales con un nivel térmico adecua-

do.

Respecto a la producción con energía nuclear, los reactores nucleares de agua a presión o de agua en ebullición no pueden superar los $350\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por este motivo, la mayoría de los reactores actualmente operativos no podrían acoplarse a una planta de producción de hidrógeno basada en ciclos termoquímicos. Sin embargo, los reactores de cuarta generación de muy alta temperatura (VHTR, del inglés *very high temperature reactor*) pueden superar los $1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ de forma segura en operación (Generation IV International Forum, 2001). Estos modelos de reactores están en desarrollo y ya han empezado a operar las primeras unidades basadas en esta tecnología. En estos reactores se genera la energía térmica mediante fisión nuclear en el núcleo del reactor. Esta energía se transporta a un intercambiador de calor a través del circuito primario empleando helio como fluido refrigerante. En el intercambiador de calor se transfiere la energía térmica al circuito secundario para producir vapor de agua que podrá ser usado para mover una turbina y generar electricidad mediante un ciclo Rankine. Pero una parte del vapor también podría ser usada para cogenerar hidrógeno mediante ciclos termoquímicos. El diagrama de la propuesta de acoplamiento se muestra en la figura 3.

Para poder avanzar en esta línea, resulta fundamental realizar estudios de integración energética de corrientes, junto con el estudio de los

esquemas de conversión que puedan resultar adecuados en función de los materiales sólidos empleados y los niveles térmicos alcanzables. Por eso en este trabajo académico se ha realizado un estudio preliminar de optimización de las etapas de reducción térmica e hidrólisis que busca maximizar la producción de hidrógeno por ciclo de operación (Brigidano Pérez, 2023).

Los datos experimentales empleados en el estudio corresponden a la perovskita LSCF-6428 ($La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3\pm\delta}$) sintetizada en los laboratorios del GIQA. Para poder operar de forma continua se planteó emplear, al menos, dos reactores químicos independientes dispuestos en paralelo, de forma que cuando uno de los reactores se encuentre en la etapa de reducción térmica del óxido sólido, el otro opere en la etapa de generación de H_2 . Finalmente, con la información obtenida se ha realizado una estimación de la producción de H_2 en una unidad de 60 MW de potencia térmica, que puede llegar a alcanzar una producción de $1,67 \cdot 10^8\text{ m}^3(\text{STP})/\text{año}$. Esto supondría una importante reducción de las emisiones de CO_2 (aprox. 98 %) con respecto a la producción convencional de H_2 por reformado de gas natural con vapor de agua.

Los autores agradecen el apoyo financiero del proyecto RHYDROGENALTES (TED2021- 132540B-I00 financiado por MICIU/AEI /10.13039/ 501100011033 y por la Unión Europea Next Generation EU/PRTR, y a la Comunidad de Madrid por la financiación del proyecto ACES4NET0-CM (TEC-2024/ ECO-116) mediante el programa de actividades de I+D Tecnologías 2024 y la cofinanciación del proyecto ONEHYDRO (M-2733) en el marco del Convenio Plurianual con la Universidad Rey Juan Carlos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de la Energía (2024a). CO_2 emissions in 2023. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023>.
- Agencia Internacional de la Energía (2024b). Global Hydrogen Review 2024. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>.
- Brigidano Pérez, I. (2023). Producción

- de hidrógeno mediante ciclos termoquímicos usando energía nuclear [Trabajo de fin de grado de Ingeniería Química, Universidad Rey Juan Carlos, junio 2023].
- Centro Nacional del Hidrógeno (2017). Producción de hidrógeno. <https://divulgah2.es/aprende-sobre/hidrogeno/produccion/>
- Fernández Saavedra, R. (2007). Revisión bibliográfica sobre la producción de hidrógeno solar mediante ciclos termoquímicos. Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
- Generation IV International Forum (2001). Generation IV Goals. https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9502/generation-iv-goals.
- Generation IV International Forum (2024). Very High Temperature Reactor (VHTR). <https://www.gen-4.org/generation-iv-criteria-and-technologies/very-high-temperature-reactor-vhtr>.
- Green, M. A., Ho-Baillie, A., & Snith, H. J. (2014). The emergence of perovskite solar cells. *Nature Photonics*, 8(7), 506-514. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2014.134>.
- Mehrpooya, M., & Habibi, R. (2020). A review on hydrogen production thermochemical water-splitting cycles. *Journal of Cleaner Production*, 275, 123836. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123836>.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2024). Sitio web del hidrógeno. <https://www.miteco.gob.es/es/energia/hidrocarburos-nuevos-combustibles/hidrogeno.html>.
- Morante, J. R., Andreu, T., García, G., Guilera, J., Tarancón, A., & Torrell, M. (2020). Hidrógeno: Vector energético de una economía descarbonizada. Fundación Naturgy.
- Oliveira, M. C., Iten, M., & Matos, H. A. (2022). Review of Thermochemical Technologies for Water and Energy Integration Systems: Energy Storage and Recovery. *Sustainability (Switzerland)*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/su14127506>
- Orfila, M., Linares, M., Molina, R., Botas, J. Á., Sanz, R., & Marugán, J. (2016). Perovskite materials for hydrogen production by thermochemical water splitting. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(42), 19329-19338. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.07.041>.
- Pérez, A., Orfila, M., Linares, M., Sanz, R., Marugán, J., Molina, R., & Botas, J. A. (2022). Hydrogen production by thermochemical water splitting with $\text{La}_{0.8}\text{Al}_{0.2}\text{MeO}_{3\pm\delta}$ (Me = Fe, Co, Ni and Cu) perovskites prepared under controlled pH. *Catalysis Today*, 390-391, 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.12.014>.
- Tanaka, H., & Misono, M. (2001). Advances in designing perovskite catalysts. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 5(5), 381-387. [https://doi.org/10.1016/S1359-0286\(01\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S1359-0286(01)00035-3).
- Yadav, D., & Banerjee, R. (2016). A review of solar thermochemical processes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 497-532. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.026>.

Técnica Industrial, fundada en 1952 y editada por la Fundación Técnica Industrial, se define como una publicación técnica de periodicidad cuatrimestral en el ámbito de la ingeniería industrial. Publica tres números al año (marzo, julio y noviembre) y tiene una versión digital accesible en www.tecnicaindustrial.es. Los contenidos de la revista se estructuran en torno a un núcleo principal de artículos técnicos relacionados con la ingeniería, la industria y la innovación, que se complementa con información de la actualidad científica y tecnológica y otros contenidos de carácter profesional y humanístico.

Técnica Industrial. Revista de Ingeniería, Industria e Innovación pretende ser eco y proyección del progreso de la ingeniería industrial en España y Latinoamérica, y, para ello, impulsa la excelencia editorial tanto en su versión impresa como en la digital. Para garantizar la calidad de los artículos técnicos, su publicación está sometida a un riguroso sistema de revisión por pares (*peer review*). La revista asume las directrices para la edición de revistas científicas de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Fecyt) y las del International Council of Scientific Unions (ICSU), con el fin de facilitar su indización en las principales bases de datos y ofrecer así la máxima visibilidad y el mayor impacto científico de los artículos y sus autores.

Técnica Industrial considerará preferentemente para su publicación los trabajos más innovadores relacionados con la ingeniería industrial. Todos los artículos técnicos remitidos deben ser originales, inéditos y rigurosos, y no deben haber sido enviados simultáneamente a otras publicaciones. Sus autores son los únicos responsables de las afirmaciones vertidas en los artículos. Todos los originales aceptados quedan como propiedad permanente de *Técnica Industrial*, y no podrán ser reproducidos en parte o totalmente sin su permiso. El autor cede, en el supuesto de publicación de su trabajo, de forma exclusiva a la Fundación Técnica Industrial, los derechos de reproducción, distribución, traducción y comunicación pública (por cualquier medio o soporte sonoro, audiovisual o electrónico) de su trabajo.

Tipos de artículos La revista publica artículos originales (artículos de investigación que hagan alguna aportación teórica o práctica en el ámbito de la revista), de revisión (artículos que divulguen las principales aportaciones sobre un tema determinado), de innovación (artículos que expongan nuevos procesos, métodos o aplicaciones o bien aporten nuevos datos técnicos en el ámbito de la ingeniería industrial) y de opinión (comentarios e ideas sobre algún asunto relacionado con la ingeniería industrial). Además, publica un quinto tipo de artículos, el dossier, un trabajo de revisión sobre un tema de interés encargado por la revista a expertos en la materia.

Redacción y estilo El texto debe ser claro y ajustarse a las normas convencionales de redacción y estilo de textos técnicos y científicos. Se recomienda la redacción en impersonal. Los autores evitarán el abuso de expresiones matemáticas y el lenguaje muy especializado, para así facilitar la comprensión de los no expertos en la materia. Las mayúsculas, negritas, cursivas, comillas y demás recursos tipográficos se usarán con moderación, así como las siglas (para evitar la repetición excesiva de un término de varias palabras se podrá utilizar una sigla a modo de abreviatura, poniendo entre paréntesis la abreviatura la primera vez que aparezca en el texto). Las unidades de medida utilizadas y sus abreviaturas serán siempre las del sistema internacional (SI).

Estructura Los trabajos constarán de tres partes diferenciadas:

1. Presentación y datos de los autores. El envío de artículos debe hacerse con una carta (o correo electrónico) de presentación que contenga lo siguiente: 1.1 Título del artículo; 1.2 Tipo de artículo (original, revisión, innovación y opinión); 1.3 Breve explicación del interés del mismo; 1.4 Código Unesco de cuatro dígitos del área de conocimiento en la que se incluye el artículo para facilitar su revisión (en la página web de la revista figuran estos códigos); 1.5 Nombre completo, correo electrónico y breve perfil profesional de todos los autores (titulación y posición laboral actual, en una extensión máxima de 300 caracteres con espacios); 1.6 Datos de contacto del autor principal o de correspondencia (nombre completo, dirección postal, correo electrónico, teléfonos y otros datos que se consideren necesarios). 1.7 La cesión de los derechos al editor de la revista. 1.8 La aceptación de estas normas de publicación por parte de los autores.

2. Texto. En la primera página se incluirá el título (máximo 60 caracteres con espacios), resumen (máximo 250 palabras) y 4-8 palabras clave. Se recomienda que el título, el resumen y las palabras clave vayan también en inglés. Los artículos originales deberán ajustarse en lo posible a esta estructura: introducción, material y métodos, resultados, discusión y/o conclusiones,

que puede reproducirse también en el resumen. En los artículos de revisión, innovación y opinión se pueden definir los apartados como mejor convenga, procurando distribuir la información entre ellos de forma coherente y proporcionada. Se recomienda numerar los apartados y subapartados (máximo tres niveles: 1, 1.2, 1.2.3) y denominarlos de forma breve.

1.1 Introducción. No debe ser muy extensa pero debe proporcionar la información necesaria para que el lector pueda comprender el texto que sigue a continuación. En la introducción no son necesarias tablas ni figuras.

1.2 Métodos. Debe proporcionar los detalles suficientes para que una experiencia determinada pueda repetirse.

1.3 Resultados. Es el relato objetivo (no la interpretación) de las observaciones efectuadas con el método empleado. Estos datos se expondrán en el texto con el complemento de las tablas y las figuras.

1.4 Discusión y/o conclusiones. Los autores exponen aquí sus propias reflexiones sobre el tema y el trabajo, sus aplicaciones, limitaciones del estudio, líneas futuras de investigación, etcétera.

1.5 Agradecimientos. Cuando se considere necesario se citará a las personas o instituciones que hayan colaborado o apoyado la realización de este trabajo. Si existen implicaciones comerciales también deben figurar en este apartado.

1.6 Bibliografía. Las referencias bibliográficas deben comprobarse con los documentos originales, indicando siempre las páginas inicial y final. La exactitud de estas referencias es responsabilidad exclusiva de los autores. La revista adopta el sistema autor-año o estilo Harvard de citas para referenciar una fuente dentro del texto, indicando entre paréntesis el apellido del autor y el año (Apple, 2000); si se menciona más de una obra publicada en el mismo año por los mismos autores, se añade una letra minúscula al año como ordinal (2000a, 2000b, etcétera). La relación de todas las referencias bibliográficas se hará por orden alfabético al final del artículo de acuerdo con estas normas y ejemplos:

1.6.1 Artículo de revista: García Arenilla I, Aguayo González F, Lama Ruiz JR, Soltero Sánchez VM (2010). Diseño y desarrollo de interfaz multifuncional holónica para audioguía de ciudades. *Técnica Industrial* 289: 34-45.

1.6.2 Libro: Roldán Viloria J (2010). *Motores trifásicos. Características, cálculos y aplicaciones*. Paraninfo, Madrid. ISBN 978-84-283-3202-6.

1.6.3 Material electrónico: Anglia Ruskin University (2008). University Library. Guide to the Harvard Style of Referencing. Disponible en: http://libweb.anglia.ac.uk/referencing/files/Harvard_referencing.pdf. (Consultado el 1 de diciembre de 2010).

3. Tablas y figuras. Deben incluirse solo las tablas y figuras imprescindibles (se recomienda que no sean más de una docena). Las fotografías, gráficas e ilustraciones se consideran figuras y se referenciarán como tales. El autor garantiza, bajo su responsabilidad, que las tablas y figuras son originales y de su propiedad. Todas deben ir numeradas, referenciadas en el artículo (ejemplo: tabla 1, figura 1, etc.) y acompañadas de un título explicativo. Las figuras deben ser de alta resolución (300 ppp), y sus números y leyendas de un tamaño adecuado para su lectura e interpretación. Con independencia de que vayan insertas en el documento del texto, cada figura debe remitirse, además, en un fichero aparte con la figura en su formato original para que puedan ser editados los textos y otros elementos.

Extensión Para los artículos originales, de revisión y de innovación, se recomienda que la extensión del texto no exceda las 15 páginas de 30 líneas a doble espacio (letra Times de 12 puntos; unas 5.500 palabras, 32.000 caracteres con espacios). No se publicarán artículos por entregas.

Entrega Los autores remitirán sus artículos a través del enlace *Envío de artículos* de la página web de la revista (utilizando el formulario de envío de artículos técnicos), en el que figuran todos los requisitos y campos que se deben rellenar; de forma alternativa, se pueden enviar al correo electrónico cogiti@cogiti.es. Los autores deben conservar los originales de sus trabajos, pues el material remitido para su publicación no será devuelto. La revista acusará recibo de los trabajos remitidos e informará de su posterior aceptación o rechazo, y se reserva el derecho de acortar y editar los artículos.

Técnica Industrial no asume necesariamente las opiniones de los textos firmados y se reserva el derecho de publicar cualquiera de los trabajos y textos remitidos (informes técnicos, tribunas, información de colegios y cartas al director), así como el de resumirlos o extraerlos cuando lo considere oportuno. Los autores de las colaboraciones garantizan, bajo su responsabilidad, que las fotos, tablas y figuras son originales y de su propiedad.