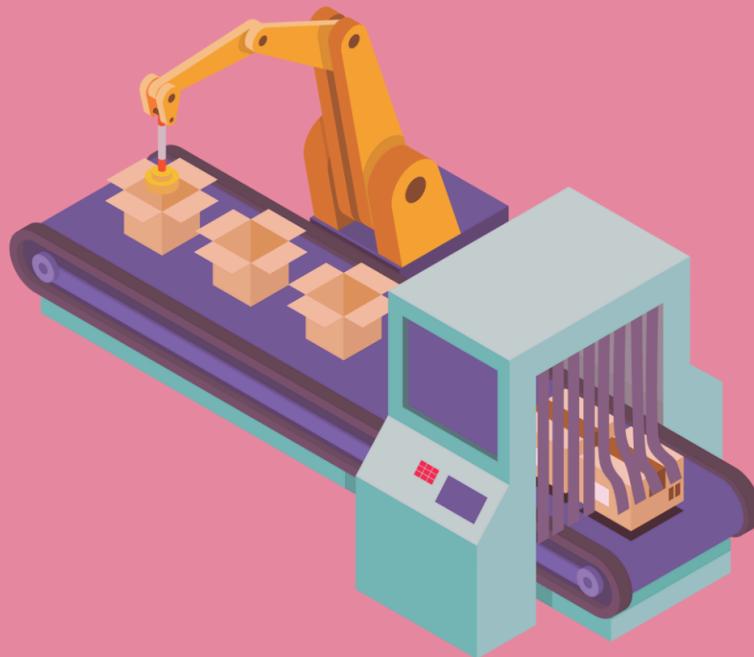


# OPERACIONES DE PROCESOS

---



**TEMARIO OFICIAL ACTUALIZADO**

# **1. Métodos de obtención de energía térmica: combustibles fósiles y energías alternativas aplicables a procesos de fabricación industrial. Capacidades caloríficas. Rendimientos y cálculos de combustión.**

## **Introducción**

El sector del mantenimiento de vehículos representa una de las áreas clave dentro de la industria del transporte, la logística y la automoción, ámbitos fundamentales en el desarrollo económico de cualquier país. El parque móvil actual, cada vez más diversificado y tecnológicamente avanzado, requiere profesionales altamente cualificados capaces de diagnosticar, reparar y mantener una amplia gama de sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos. Esta necesidad de personal técnico especializado no solo responde a la demanda de las empresas del sector, sino también al compromiso con la seguridad vial, la sostenibilidad medioambiental y la optimización de los recursos industriales.

En un contexto marcado por la evolución constante de la tecnología automotriz —con avances como la electrificación de los vehículos, los sistemas de ayuda a la conducción (ADAS), o la gestión electrónica de motores— el mantenimiento eficaz de los vehículos se ha convertido en una actividad estratégica. Los profesionales encargados de estas tareas deben poseer un dominio integral tanto de los procesos organizativos como de las técnicas aplicadas en la reparación, el diagnóstico y la prevención de averías. En consecuencia, los contenidos relacionados con la organización y los procesos de mantenimiento de vehículos son esenciales para el desarrollo profesional en este ámbito.

A su vez, la dimensión educativa adquiere una especial relevancia, ya que la formación profesional debe proporcionar al alumnado no solo conocimientos técnicos, sino también competencias para planificar y gestionar recursos, tiempos y procedimientos con criterios de calidad, eficiencia y respeto por las normativas de seguridad y medio ambiente. La formación en esta especialidad favorece, por tanto, una inserción laboral cualificada y adaptable, acorde con las exigencias de un mercado dinámico y tecnológicamente exigente.

En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. Así, los aprendizajes relacionados con la organización y los procesos de mantenimiento de vehículos contribuyen de manera significativa a preparar técnicos y técnicas capaces de actuar con solvencia en entornos reales de trabajo, participando activamente en la mejora continua de los procesos productivos.

El tratamiento didáctico de este tema en la Formación Profesional se alinea, además, con los principios de calidad, equidad e innovación educativa. La implementación de metodologías

activas, como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo o la resolución de problemas técnicos reales, permite acercar al alumnado a la realidad del taller y del entorno empresarial. Asimismo, la integración de criterios medioambientales, la digitalización de procesos y la gestión eficiente de los recursos refuerzan la adquisición de competencias técnicas y transversales de gran valor en el entorno profesional contemporáneo.

La organización y los procesos de mantenimiento de vehículos, por tanto, no solo constituyen un conjunto de contenidos técnicos indispensables, sino que se configuran como un eje vertebrador del perfil profesional de los futuros técnicos de mantenimiento. Su análisis y desarrollo contribuyen a consolidar una formación de calidad, comprometida con la realidad productiva y alineada con las demandas del presente y del futuro profesional. Con este enfoque, se aborda el desarrollo temático que se expone a continuación.

## **Métodos de obtención de energía térmica: combustibles fósiles y energías alternativas aplicables a procesos de fabricación industrial**

La energía térmica es una de las formas más utilizadas de energía en la industria, desempeñando un papel esencial en numerosos procesos de fabricación que requieren aportes calóricos significativos, como el calentamiento de fluidos, la fusión de materiales, el secado, la cocción o el tratamiento térmico. Para la generación de dicha energía, tradicionalmente se ha recurrido al uso de combustibles fósiles. Sin embargo, en las últimas décadas, el impulso hacia modelos productivos más sostenibles ha promovido el desarrollo y la implantación de energías alternativas que permiten reducir la huella ambiental sin comprometer el rendimiento de los procesos industriales. Este epígrafe aborda los principales métodos de obtención de energía térmica, diferenciando entre fuentes convencionales y alternativas, y analizando su aplicabilidad en entornos industriales.

### **Combustibles fósiles: tipos, características y aplicaciones térmicas**

Los combustibles fósiles —carbón, petróleo y gas natural— han sido históricamente la principal fuente de energía térmica en el ámbito industrial, gracias a su elevada densidad energética, facilidad de transporte y disponibilidad.

**Carbón:** Este recurso, especialmente en forma de hulla o antracita, ha sido ampliamente utilizado en industrias siderúrgicas y cementeras. Aunque su poder calorífico puede superar los 7.000 kcal/kg, su combustión genera elevadas emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y partículas sólidas, lo que ha motivado una reducción progresiva de su uso.

**Petróleo y derivados:** El fuelóleo y el gasóleo son empleados en calderas industriales para la generación de vapor o calor directo. Su poder calorífico oscila entre 9.500 y 10.500 kcal/kg, presentando una combustión más limpia que el carbón, pero con un impacto ambiental aún relevante.

**Gas natural:** Actualmente, es el combustible fósil más extendido en los sectores industriales gracias a su elevada eficiencia de combustión, menor contenido en carbono y su capacidad para integrarse en sistemas de cogeneración. Su poder calorífico se sitúa en torno a las 8.500 kcal/m<sup>3</sup>. Es común en industrias alimentarias, químicas y de transformación metálica.

La principal ventaja de los combustibles fósiles radica en su madurez tecnológica y su disponibilidad, pero su progresiva sustitución se ha convertido en una prioridad para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y cumplir con los compromisos internacionales de sostenibilidad.

## **Energías térmicas alternativas: innovación y sostenibilidad**

Frente al uso de fuentes fósiles, las energías térmicas alternativas están ganando protagonismo como soluciones viables y sostenibles en la industria. Entre ellas destacan la biomasa, la energía solar térmica, la geotermia y, en menor medida, la recuperación de calor residual.

**Biomasa:** Utiliza residuos orgánicos (astillas, cáscaras, pellets) para su combustión en calderas especialmente diseñadas. Tiene un poder calorífico medio de 3.500 a 5.000 kcal/kg y, al tratarse de un recurso renovable, se considera neutra en emisiones de CO<sub>2</sub>. Se aplica en sectores como el agroalimentario o en procesos de secado de materias primas.

**Energía solar térmica:** Emplea colectores solares para calentar fluidos (agua, aceites térmicos) hasta temperaturas de 100-200 °C. Aunque su uso industrial está limitado por la disponibilidad solar y la necesidad de sistemas de acumulación, resulta eficaz en procesos con demanda térmica continua y moderada, como en lavanderías industriales o plantas de procesado alimentario.

**Geotermia de baja entalpía:** Aprovecha el calor contenido en el subsuelo mediante intercambiadores geotérmicos. Aunque su temperatura es inferior a la de otras fuentes, puede emplearse en combinación con bombas de calor para procesos térmicos de baja temperatura, como climatización de naves o fermentación controlada.

**Recuperación de calor residual:** Muchas industrias generan calor desaprovechado en hornos, turbinas o sistemas de refrigeración. Mediante intercambiadores o ciclos ORC (Organic Rankine Cycle), este calor puede reutilizarse para precalentar fluidos, generar vapor o alimentar otros procesos, incrementando la eficiencia energética global.

Estas alternativas no solo reducen la dependencia de recursos no renovables, sino que contribuyen a la eficiencia energética, a la diversificación de la matriz energética industrial y a la transición hacia modelos más sostenibles.

## **Factores de selección en la industria**

La elección de la fuente de energía térmica más adecuada para un proceso industrial depende de múltiples factores:

- **Temperatura requerida:** Los procesos que exigen temperaturas elevadas (superiores a 800 °C) todavía dependen en gran medida de combustibles fósiles, mientras que los de baja o media temperatura pueden incorporar energías renovables.
- **Coste y disponibilidad:** El acceso a recursos como el gas natural o la biomasa varía según el entorno geográfico y la infraestructura energética.
- **Regulación ambiental:** Las exigencias normativas y los incentivos fiscales influyen decisivamente en la implantación de tecnologías limpias.
- **Espacio e inversión inicial:** Algunas fuentes, como la solar térmica, requieren grandes superficies de captación y una inversión inicial elevada.

El análisis técnico-económico de estos factores condiciona el diseño y la actualización de los sistemas térmicos en las industrias manufactureras, donde la eficiencia energética se ha convertido en un valor estratégico.

La aplicación didáctica de estos contenidos permite al alumnado de Formación Profesional familiarizarse con las tecnologías energéticas actuales, desarrollar criterios de eficiencia y sostenibilidad, y adquirir competencias alineadas con los nuevos perfiles profesionales del sector industrial. En el entorno del mantenimiento de vehículos, este conocimiento puede aplicarse tanto a los sistemas térmicos de instalaciones como a la gestión energética de los propios procesos de taller, lo que se explorará con mayor profundidad al abordar los principios de la transmisión térmica y las capacidades caloríficas.

## Capacidades caloríficas

La capacidad calorífica es una propiedad termodinámica fundamental para comprender el comportamiento de los materiales ante el intercambio de calor. Su análisis es esencial en el contexto de los procesos industriales, especialmente en aquellos en los que se requiere controlar de forma precisa el calentamiento o enfriamiento de cuerpos y sustancias. Este parámetro permite cuantificar la energía térmica necesaria para modificar la temperatura de un sistema, siendo una herramienta clave en la planificación energética, el diseño de instalaciones térmicas y la optimización de procesos de fabricación. En este epígrafe se estudian los distintos tipos de capacidad calorífica, sus expresiones matemáticas, unidades, factores que las condicionan y su aplicación práctica en el ámbito industrial.

### Definición y tipos de capacidad calorífica

La **capacidad calorífica** ( $C$ ) de una sustancia se define como la cantidad de energía calorífica que necesita un cuerpo para aumentar su temperatura en una unidad (generalmente un grado Celsius o un Kelvin). Se expresa en unidades de energía por unidad de temperatura (por ejemplo,  $J/K$  o  $kcal/^\circ C$ ).

Existen dos formas principales de capacidad calorífica:

- **Capacidad calorífica total ( $C$ ):** Se refiere a la cantidad total de calor que un cuerpo necesita para variar su temperatura en una unidad. Depende tanto del material como de la cantidad de sustancia.
- **Capacidad calorífica específica ( $c$ ):** Representa la cantidad de calor que necesita una unidad de masa de sustancia para elevar su temperatura en una unidad. Es una propiedad intensiva, propia del material, y se expresa en  $J/(kg \cdot K)$  o  $kcal/(kg \cdot ^\circ C)$ .

Algunos valores aproximados de capacidad calorífica específica a presión constante son:

Sustancia	$c$ ( $J/kg \cdot K$ )
Agua líquida	4.186
Aire seco	1.005
Hierro	0.449
Cobre	0.385
Aluminio	0.897
Aceite térmico	2.000

Estos valores son fundamentales para calcular los intercambios térmicos en procesos industriales como el calentamiento de fluidos, la regulación de temperaturas en reactores o el dimensionado de intercambiadores de calor.

## Capacidad calorífica a presión constante y a volumen constante

En el estudio de gases y procesos termodinámicos, es necesario distinguir entre:

- **Capacidad calorífica a volumen constante ( $C_v$ ):** Se refiere al calor necesario para elevar en una unidad la temperatura de un gas cuando no se permite su expansión. En este caso, todo el calor se emplea en aumentar la energía interna del sistema.
- **Capacidad calorífica a presión constante ( $C_p$ ):** Es el calor requerido para elevar la temperatura de un gas en una unidad, permitiendo su expansión. Parte del calor se

emplea en realizar trabajo de expansión contra la presión externa.

La relación entre estas dos capacidades viene dada por la **relación de Mayer**, que en gases ideales se expresa como:

$$C_p - C_v = R$$

Donde R es la constante de los gases ideales (8,314 J/mol·K). Esta relación tiene importantes implicaciones en los cálculos de eficiencia térmica y en los balances energéticos de procesos de combustión o ciclos termodinámicos.

La relación entre  $C_p$  y  $C_v$  se conoce también como coeficiente adiabático o índice politrópico ( $\gamma$ ):

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

Este coeficiente es clave para entender el comportamiento de los gases en procesos adiabáticos, como los que tienen lugar en motores térmicos o turbinas de gas.

## Factores que influyen en la capacidad calorífica

La capacidad calorífica de una sustancia depende de diversas variables, entre las que destacan:

- **Estado físico:** Las sustancias en estado gaseoso suelen tener capacidades caloríficas más complejas debido a los grados de libertad moleculares.
- **Temperatura:** La capacidad calorífica puede variar con la temperatura, especialmente en materiales metálicos y sustancias complejas.
- **Presión:** En gases,  $C_p$  y  $C_v$  difieren considerablemente; en líquidos y sólidos, la influencia de la presión es despreciable.
- **Estructura molecular:** Materiales con estructuras más complejas o con enlaces débiles pueden absorber más calor antes de incrementar su temperatura.

En procesos industriales, estas variaciones deben considerarse para realizar cálculos precisos, sobre todo en sistemas que operan con amplios rangos de temperatura o con mezclas de sustancias.

## Aplicaciones prácticas en procesos industriales

La determinación de capacidades caloríficas es fundamental para:

- **Cálculos de energía térmica necesaria:** En procesos como el precalentamiento de materiales, secado industrial o fundición, conocer la capacidad calorífica permite estimar la energía térmica requerida.
- **Diseño de sistemas térmicos:** En instalaciones de calefacción o refrigeración industrial, se necesita este dato para dimensionar adecuadamente calderas, intercambiadores de calor, depósitos acumuladores y sistemas de control térmico.
- **Optimización de procesos:** Ajustar la energía térmica según el tipo de material y proceso mejora la eficiencia energética y reduce costes.
- **Simulación y modelado de procesos térmicos:** En ingeniería de procesos, se utilizan modelos que integran los valores de capacidad calorífica en los balances energéticos.

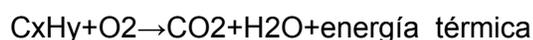
La enseñanza de estos conceptos en el ámbito de la Formación Profesional, especialmente en especialidades vinculadas al mantenimiento industrial o de vehículos, permite desarrollar competencias técnicas relacionadas con la comprensión de fenómenos térmicos, el análisis energético y el dimensionado de componentes térmicos. Este conocimiento resulta esencial para la interpretación de manuales técnicos, el diagnóstico de averías térmicas y la ejecución de operaciones en entornos donde la gestión del calor es un factor crítico. Así se establece la base teórica sobre la que se asientan los cálculos de eficiencia y rendimiento en sistemas de combustión, que se abordarán a continuación.

## Rendimientos y cálculos de combustión

La combustión es un proceso fundamental en la generación de energía térmica en el entorno industrial. Se trata de una reacción exotérmica de oxidación rápida, generalmente de un combustible con el oxígeno del aire, que libera una considerable cantidad de calor. Evaluar la eficiencia con la que se realiza este proceso es esencial para optimizar los recursos energéticos, reducir costes de operación y minimizar el impacto ambiental. En este epígrafe se abordan los conceptos clave relacionados con el rendimiento térmico de los sistemas de combustión, así como los métodos de cálculo que permiten cuantificar la energía obtenida y las pérdidas asociadas al proceso.

### Fundamentos de la combustión

En términos generales, la **combustión** de un combustible hidrocarbonado puede representarse por la reacción:



Esta ecuación puede completarse con productos secundarios como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) o compuestos no quemados cuando la combustión es incompleta. Para lograr una combustión eficiente es necesario un correcto equilibrio entre el combustible y el comburente (aire), además de condiciones adecuadas de presión, temperatura y tiempo de residencia.

La cantidad teórica de aire necesaria para que la combustión sea completa se denomina **aire estequiométrico**, y se calcula a partir de la composición química del combustible. Sin embargo, en la práctica, se suele trabajar con un **exceso de aire**, que garantiza una oxidación completa y evita la formación de productos contaminantes.

## Poder calorífico y eficiencia térmica

Los combustibles poseen dos tipos de **poder calorífico**:

- **Poder calorífico superior (PCS)**: Considera el calor total liberado, incluyendo la condensación del vapor de agua generado.
- **Poder calorífico inferior (PCI)**: Excluye el calor de condensación, por lo que es el más empleado en aplicaciones industriales donde los gases de combustión se liberan sin condensar.

El **rendimiento de combustión** ( $\eta_c$ ) se define como el cociente entre el calor útil aprovechado y el calor potencial del combustible, expresado en porcentaje:

$$\eta_c = \left( \frac{Q_{\text{útil}}}{Q_{\text{teórico}}} \right) \cdot 100$$

Donde:

- $Q_{\text{útil}}$  es el calor absorbido por el fluido o sistema.
- $Q_{\text{teórico}}$  es el calor liberado en la combustión según el PCI del combustible.

El rendimiento térmico real está condicionado por pérdidas de calor en los gases de escape, radiación, convección y calor no aprovechado en las paredes del equipo.

## Cálculos de combustión

Los cálculos de combustión permiten estimar con precisión las cantidades de combustible, aire y productos generados, así como la energía térmica obtenida. Los principales pasos de este análisis incluyen:

**Determinación del poder calorífico:** A partir de la composición química del combustible, utilizando métodos como el de Dulong para combustibles sólidos y líquidos, o tablas normalizadas para gases.

**Cálculo del aire teórico:** Basado en las proporciones estequiométricas. Para un hidrocarburo genérico  $C_xH_y$ , la cantidad de oxígeno requerida por mol es:

$$O_2 = x + \frac{y}{4}$$

Y el aire teórico se calcula considerando que el aire contiene un 21 % de oxígeno en volumen.

- **Volumen de gases de combustión:** Se estiman los productos en volumen o masa, lo que es útil para el dimensionamiento de chimeneas y sistemas de evacuación.
- **Exceso de aire:** Se introduce un coeficiente de exceso para ajustar el aire real suministrado, mejorando la seguridad y el rendimiento. Un exceso moderado de aire mejora la combustión, pero uno elevado reduce la eficiencia térmica.
- **Pérdidas energéticas:** Se calculan las pérdidas por gases calientes (utilizando su temperatura y capacidad calorífica) y por inquemados, para obtener el rendimiento real del sistema.

Ejemplo práctico:

Una caldera que quema gas natural (principalmente metano) con un PCI de 9.500 kcal/m<sup>3</sup> y un caudal de 100 m<sup>3</sup>/h, transfiere 800.000 kcal/h al fluido térmico. El rendimiento sería:

$$\eta_c = \left( \frac{800.000}{100 \cdot 9.500} \right) \cdot 100 = 84,2\%$$

Este tipo de cálculos es aplicable tanto en instalaciones industriales de gran escala como en sistemas térmicos de menor tamaño, y son fundamentales para evaluar el estado de eficiencia de equipos como calderas, hornos o motores térmicos.

## Importancia en el contexto industrial y educativo

La correcta interpretación de los cálculos de combustión permite a los técnicos optimizar la operación de equipos térmicos, reducir el consumo energético y minimizar las emisiones contaminantes. En el ámbito de la Formación Profesional, estos conocimientos preparan al

alumnado para realizar diagnósticos energéticos, colaborar en planes de mejora de eficiencia y cumplir con normativas medioambientales.

Además, el desarrollo de competencias en el análisis de combustión y rendimiento energético contribuye al enfoque integral de sostenibilidad y eficiencia que demanda el tejido industrial contemporáneo. Estas bases técnicas consolidan la comprensión de los principios térmicos y energéticos aplicados a entornos reales, y permiten avanzar hacia una valoración más amplia del papel de la energía en los procesos de fabricación, que será objeto de reflexión a continuación.

## Conclusión

A lo largo del desarrollo del tema se ha puesto de manifiesto la relevancia técnica y formativa de los procesos vinculados a la obtención y aprovechamiento de la energía térmica en el entorno industrial. Desde el análisis de las fuentes energéticas —tanto convencionales como alternativas— hasta los fundamentos de la capacidad calorífica y la evaluación del rendimiento de los sistemas de combustión, todos los contenidos tratados constituyen pilares esenciales en la comprensión de la eficiencia energética y la sostenibilidad en los procesos productivos.

La industria contemporánea exige profesionales capaces de entender no solo la mecánica de la producción, sino también el comportamiento térmico de los materiales y equipos implicados. El dominio de los principios de la termodinámica aplicada permite optimizar recursos, reducir consumos innecesarios y diseñar soluciones respetuosas con el medio ambiente. La capacidad para calcular y analizar rendimientos de combustión, así como identificar oportunidades de mejora en la eficiencia de los sistemas térmicos, se traduce directamente en un mayor control operativo y una reducción de costes en los procesos industriales.

Desde la perspectiva de la Formación Profesional, este tema contribuye al desarrollo de competencias técnicas de gran valor en sectores como el mantenimiento de vehículos, la fabricación mecánica o la gestión energética de instalaciones. La comprensión de conceptos como el poder calorífico, la capacidad calorífica específica o el balance energético no solo enriquece la formación del alumnado, sino que también refuerza su capacidad para afrontar con solvencia los desafíos técnicos de un entorno cada vez más exigente.

Además, en un contexto donde la innovación y la sostenibilidad energética se convierten en prioridades estratégicas, estos conocimientos favorecen la integración de prácticas más responsables y eficientes. Permiten al futuro profesional participar en la transición energética desde el conocimiento riguroso, aplicando principios técnicos que contribuyen a reducir las emisiones contaminantes, mejorar el rendimiento de equipos y promover el uso de energías limpias.

En el aula, el tratamiento didáctico de estos contenidos puede enriquecerse a través de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos o estudios de caso reales, favoreciendo el desarrollo de competencias clave como el razonamiento matemático, la

resolución de problemas, el pensamiento crítico y la conciencia medioambiental. Estos enfoques metodológicos refuerzan no solo el aprendizaje técnico, sino también la formación integral del alumnado.

En definitiva, el conocimiento de los métodos de obtención de energía térmica, las capacidades caloríficas y los cálculos de combustión forma parte del núcleo esencial de la preparación técnica en el ámbito del mantenimiento industrial. Su correcta integración en la formación profesional potencia la empleabilidad del alumnado, promueve la eficiencia en los procesos industriales y responde a los objetivos de un sistema educativo comprometido con la innovación, la sostenibilidad y la mejora continua del capital humano. Fomentar estas competencias significa apostar por una formación alineada con los retos técnicos y ambientales del presente y del futuro.

## **Bibliografía**

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

Gil i Gil, G. (2016). *Mantenimiento electromecánico en industrias de proceso* (1.ª ed.). Editorial Síntesis.

Labián Fernández-Pacheco, B., Peña Ruiz, M. de G., & Tercero Cotillas, M. del R. (2024). *Sostenibilidad aplicada al sistema productivo*. Editorial Síntesis.

Martínez Pacho, R. (Ed.). (2016). *Tratado de tecnología farmacéutica (Vol. II): Operaciones básicas*. Editorial Síntesis.

Moreno Valderrey, C. (2014). *Dispensación de productos farmacéuticos*. Ediciones Paraninfo.

Parra Hurtado, B., & Navarro Martínez, M.ª J. (2018). *Acondicionamiento y almacenamiento* (1.ª ed.). Editorial Síntesis.

Sánchez, J. L. B. (2020). *Formulación y preparación de mezclas* (1.ª ed.). Editorial Síntesis.

VV.AA. (2024). *Formulación magistral (Ciclo Formativo Grado Medio)* (1.ª ed.). Editorial Altamar.

VV.AA. (2007). *Operaciones básicas en el laboratorio de farmacia*. Editorial MAD.