

# Prácticas operacionales sostenibles y prioridades estratégicas en manufactura: caracterización y perspectiva integrada en empresas manufactureras del Área Metropolitana de Bucaramanga

## Sustainable operational practices and strategic priorities in manufacturing: characterisation and integrated perspective in manufacturing firms of the Metropolitan Area of Bucaramanga

Artículo de investigación

**Recibido:** febrero 21 de 2025

**Aceptado:** junio 25 de 2025

**Publicado:** agosto 15 de 2025

**Cómo citar este artículo:** Reyes-Rodríguez, J. F., Del Cairo-Jiménez, M. N., & Martínez-Zúñiga, L. M. (2025). Prácticas operacionales sostenibles y prioridades estratégicas en manufactura: caracterización y perspectiva integrada en empresas manufactureras del Área Metropolitana de Bucaramanga. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 15(2), 367-388.

**doi:** <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v15.n2.2025.19908>

**Juan Felipe Reyes-Rodríguez\***

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

E-mail: [jfreyrod@uis.edu.co](mailto:jfreyrod@uis.edu.co)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6815-0388>

**María Nikolle Del Cairo-Jiménez**

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

E-mail: [maria2180274@correo.uis.edu.co](mailto:maria2180274@correo.uis.edu.co)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-1550-862X>

**Liza María Martínez-Zúñiga**

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

E-mail: [liza2180277@correo.uis.edu.co](mailto:liza2180277@correo.uis.edu.co)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6006-8233>

## Resumen

Este estudio caracteriza las Prácticas Operacionales Sostenibles (POS) y los perfiles empresariales basados en sus Prioridades Estratégicas de Manufactura (PEM), a una muestra de 412 empresas manufactureras en el Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. Se identifican tres formas de POS: (i) diseño del producto y producción, (ii) cadena de suministro, y (iii) logística reversa. Además, se caracterizan cuatro PEM: (i) medioambiental y social, (ii) flexibilidad, (iii) eficiencia e innovación, y (iv) calidad y satisfacción del cliente. Las POS predominantemente se alinean con la PEM medioambiental y social; las PEM se consolidan principalmente en las POS de diseño del producto y la innovación, y las POS en logística reversa no se articulan con PEM alguna. El estudio revela una articulación diferenciada de las POS con las PEM, donde las POS en diseño y producción emergen como factor clave para integrar la sostenibilidad en las estrategias de manufactura, mientras que la logística reversa aún representa retos en términos de alineación estratégica.

**Palabras clave:** sostenibilidad corporativa, prácticas operacionales sostenibles, prioridades estratégicas en manufactura, empresas manufactureras.

## Abstract

This study characterises Sustainable Operational Practices (SOP) and Business Profiles based on their strategic manufacturing Priorities (SMP), using a sample of 412 manufacturing companies in the Metropolitan Area of Bucaramanga, Colombia. Three forms of SOPs are identified: (i) product design and production, (ii) supply chain, and (iii) reverse logistics. In addition, four SMPs are characterised: (i) environmental and social, (ii) flexibility, (iii) efficiency and innovation, and (iv) quality and customer satisfaction. SOP predominantly align with the environmental and social SMP; the different SMP are mainly consolidated in the SOP oriented to product design and innovation, and SOP in reverse logistics are not articulated with any SMP. The study reveals a differentiated articulation of the SOP with the SMP, where the SOP in design and production emerge as a key factor to integrate sustainability into manufacturing strategies, while reverse logistics still presents challenges in terms of strategic alignment.

**Keywords:** corporate sustainability, sustainable operational practices, strategic priorities in manufacturing, manufacturing firms.

## 1. Introducción

Actualmente, se demanda al tejido empresarial acciones para el cuidado ambiental y social y la generación de valor para las partes interesadas (Góes et al., 2023). En el contexto manufacturero, estas acciones permean el área de operaciones, lo que implica el uso de recursos (renovables y no renovables), la generación de residuos, y la salud física y mental de los colaboradores (Jabbour et al., 2012; Tondolo et al., 2021). El implementar Prácticas Operacionales Sostenibles (POS) materializa estas acciones (Elrayah & Keong, 2023).

Las POS son el conjunto de prácticas de planeación, producción, abastecimiento y logística que integran la sostenibilidad en las operaciones (D'Agostini et al., 2017; Elrayah & Keong, 2023; Tondolo et al., 2021; Yavuz et al., 2023). Estas prácticas se despliegan según las fases del ciclo de vida del producto, que van desde su diseño hasta la gestión de residuos generados en el proceso (D'Agostini et al., 2017; Tondolo et al., 2021).

En la etapa de diseño de producto, las POS se enfocan en el eco-diseño para la proyección y el diseño de un producto más sostenible (D'Agostini et al., 2017). Se consideran tres ámbitos: (i) Decisiones y acciones para el desarrollo de productos eco-amigables (Khan et al., 2023; Mattos Batista de Moraes et al., 2025); (ii) Estimación de impactos ambientales de los productos para identificar los procesos críticos (Cholewa et al., 2024); y (iii) innovación verde, aplicando nuevas ideas en diseño, tecnologías, manufactu-

ra y marketing, para generar productos a base de menos uso de materias primas contaminantes, productos reciclables o biodegradables (Borah et al., 2025; Rusch et al., 2023). En la etapa de producción y transformación de materias primas, las POS integran objetivos ambientales en los procesos productivos. Esto con el fin de reducir las emisiones y los desechos tanto en cantidad como en peligrosidad, a partir del mejoramiento y la eficiencia (Al-Humairi et al., 2024; de Melo Duarte Borges et al., 2024). Las POS en esta etapa comprenden los esfuerzos para la mejor utilización de materias primas e insumos, reduciendo desechos, contaminación, consumo de energía, agua y recursos (D'Agostini et al., 2017; Tondolo et al., 2021; Yavuz et al., 2023). Los enfoques innovadores de POS a este nivel comprenden la implementación de nuevas tecnologías o el mejoramiento que permitan mitigar los riesgos ambientales de la transformación productiva.

Las POS se extienden a la cadena de suministro, incluyendo las relaciones de la empresa focal con los proveedores y con clientes. En este sentido, las prácticas operacionales sostenibles en esta etapa propenden por un 'enverdecimiento' de la cadena de suministro, que implican priorizar proveedores según su responsabilidad social y ambiental (Santoso et al., 2022). Asimismo, las POS comprenden acciones conjuntas con proveedores o clientes para atender asuntos como el diseño de producto, la selección de materias primas, la selección de proveedores, las compras de insumos y materias primas ambientalmente responsables, la

gestión de empaques y la logística sobre la base de consideraciones ambientales (Brandi et al., 2025; D'Agostini et al., 2017; Khan et al., 2023). Estas prácticas, por lo tanto, demandan un esfuerzo de integración vertical para mejorar las operaciones (Tondolo et al., 2021).

Finalmente, la logística reversa implica desplegar POS en la fase final del ciclo de vida del producto, para la gestión de sus residuos. En esta etapa, las POS comprenden lo concerniente al retorno de productos por parte del consumidor para recapturar valor por medio del re-uso, la re-manufactura y el reciclaje (Moalem & Ghosh, 2024), buscando la máxima recuperación posible para crear oportunidades en el mercado (Beiler et al., 2020). Adicionalmente, se contemplaría la adecuada disposición de aquella parte de los residuos de la cual no es posible recapturar valor (Tondolo et al., 2021).

Aunque las POS reflejan la responsabilidad del negocio, deben enmarcarse en la estrategia de manufactura y en sus prioridades (Galeazzo & Klassen, 2015; Queiroz et al., 2023) para influir en la posición en el mercado y la ventaja competitiva (Macchi et al., 2020; Netland & Frick, 2017). Conceptualmente, la dimensión estratégica de la manufactura se define en función de prioridades. Estas Prioridades Estratégicas en Manufactura (PEM) definen las funciones y decisiones en manufactura para mejorar la competitividad (Macchi et al., 2020). La literatura hace referencia a cuatro PEM tradicionales: costo, calidad, flexibilidad y desempeño en los envíos (Macchi et

al., 2020; Queiroz et al., 2023). A lo largo del tiempo, las PEM se han extendido, incorporando otras dimensiones. Christiansen y otros (2003) especifican PEM adicionales a las tradicionales, tales como la temporalización de puesta en el mercado, el diseño, los atributos del producto, la variedad y la personalización. Estas estrategias se basan en la oferta de productos de alta calidad y una rápida respuesta a las demandas y necesidades de los clientes. Posteriormente se incluye el cuidado del medio ambiente como parte de las PEM en la literatura (Luz Martín-Peña & Díaz-Garrido, 2008). Esto, basado en la capacidad de mitigar el impacto ambiental de las operaciones y fabricar productos eco-amigables. Netland y Frick (2017) concluyen que el énfasis en la manufactura ha fluctuado a lo largo del tiempo y que, recientemente, se ha dado paso a prioridades estratégicas tales como la innovación, la sostenibilidad y la responsabilidad. Aportes recientes (Macchi et al., 2020; Queiroz et al., 2023) replantean las PEM y validan empíricamente seis relevantes: costos, calidad, confiabilidad, flexibilidad, protección del medio ambiente y bienestar social, argumentando que estas brindan un adecuado soporte para la implementación de la sostenibilidad en la función de manufactura. La literatura muestra una evolución en la reconfiguración de los modelos de gestión de la manufactura hacia un enfoque sostenible.

Ahora bien, a partir de la implementación de POS, se espera que se evidencien mejoras en un desempeño ambiental y social en las organizaciones. No obstante, para materializar estos

efectos, es de esperarse una alineación entre estas prácticas y las PEM (Javed et al., 2025; Saqib et al., 2024). En esta línea de razonamiento, la literatura argumenta una influencia positiva de las POS en prioridades de la manufactura como el costo, la calidad, la flexibilidad y la entrega, siempre y cuando el enfoque de estas prácticas sea de tipo preventivo (Fura, 2022; Jabbour et al., 2012). No obstante, al desagregar las POS en sociales y medioambientales, las incidencias en las PEM son más evidentes en las prácticas ambientales (Galeazzo & Klassen, 2015; Queiroz et al., 2024). En este sentido, se puede hablar de compensaciones entre las POS sociales y ambientales que podrían dificultar un pleno soporte de la manufactura a la sostenibilidad corporativa (Galeazzo & Klassen, 2015; Queiroz et al., 2024).

Estudios posteriores muestran que la alineación entre las POS y las PEM está condicionada por la situación financiera de las organizaciones (Fura, 2022). Es decir, las incidencias de las POS en las PEM son más fuertes en firmas en buenas condiciones financieras, y viceversa. Se argumenta que el desempeño ambiental como prioridad competitiva en manufactura queda subordinado a la calidad como fuente de ventaja competitiva (Queiroz et al., 2023).

La literatura presenta falta de consenso, mostrando la necesidad de comprender cómo se desagregan las POS en organizaciones manufactureras. Falta claridad sobre la articulación entre POS y PEM, ya que las POS son principalmente abordadas de manera unificada. Es decir, no

se discriminan este tipo de prácticas, según las etapas del ciclo de vida de un producto: diseño del producto y producción, abastecimiento y distribución, y logística reversa (D'Agostini et al., 2017; Tondolo et al., 2021; Yavuz et al., 2023). Esto hace pensar en cómo estas prácticas se articulan de manera diferenciada con las PEM.

En este sentido, el presente estudio explora la caracterización de POS en organizaciones manufactureras. A su vez, y partiendo de la identificación de perfiles de PEM, se establece la articulación de estos perfiles y los portafolios de POS. Se busca responder a las preguntas de investigación orientadoras: ¿Cómo se caracterizan las POS en empresas manufactureras? ¿Y cómo se articulan este tipo de prácticas con las PEM en este tipo de empresas?

## 2. Metodología

### 2.1. Contexto de estudio

El contexto empírico del estudio fueron empresas manufactureras del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), Santander, Colombia. El plan de desarrollo de Santander proyecta el incremento de la productividad y la competitividad empresarial, fortaleciendo capacidades en sostenibilidad (Gobernación de Santander, 2024). Esto ha conllevado a que Santander se ubique nacionalmente en el sexto puesto en el Índice Departamental de Competitividad (Consejo Privado de Competitividad, 2023).

El AMB está conformada por cuatro municipios: Bucaramanga, Girón, Piedecuesta y Floridablanca. La autoridad ambiental de esta jurisdicción ofrece programas como la Ventanilla Regional de Negocios Verdes para fortalecer la implementación de prácticas sostenibles en las empresas (CDBM, 2023). Se espera, entonces, que el mejoramiento de la productividad y competitividad en las empresas manufactureras del AMB esté determinado por la alineación que exista entre las PEM y la implementación de POS, resultando así el contexto de estudio propicio para el propósito de la investigación.

## 2.2. Procedimientos de muestreo y de toma de datos

Se desarrolló y administró un cuestionario en línea a una muestra pre-reclutada y no probabilística (Couper, 2000) de 7937 empresas manufactureras del AMB con códigos de actividad económica del 10 al 32, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). Se el código CIIU 33, ya que este corresponde a la instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo, y no propiamente la elaboración de productos. Se recibieron 486 cuestionarios completos, equivalente a una tasa de respuesta del 6,123%, acorde con estudios previos basados en cuestionarios en línea dirigidos a empresas (Wu et al., 2022). Tras verificar la calidad de los cuestionarios recolectados en línea (Agans et al., 2024; Shiyab et al., 2023), se descartaron 74 cuestionarios, resultando una muestra final de 412.

Se evaluó el sesgo de no respuesta (Armstrong & Overton, 1977) comparando variables como el número de empleados de las empresas que contestaron y de las que no, sin diferencias estadísticamente significativas. Se evaluó el sesgo de método común con la prueba de un solo factor de Harman (Podsakoff & Organ, 1986), sin evidenciar afectación en los datos. El análisis de factores de todas las variables extrajo siete factores con autovaleores mayores que 1,000, explicando el 64,992% de varianza.

Las empresas de la muestra final tienen en promedio entre 12 y 13 empleados. 399 empresas (96,84%) tienen menos de 50 empleados; 9 empresas (2,18%) tienen entre 50 y 250 empleados; y 4 empresas (0,97%) tienen más de 250 empleados, predominando las pequeñas empresas. Por otra parte, 215 empresas (52,18%) fabrican alimentos, bebidas, tabaco, textiles, cuero y calzado; 101 empresas (24,51%) elaboran productos derivados de la madera, muebles, papel, cartón e impresiones; 65 empresas (15,78%) fabrican productos metalúrgicos, maquinaria, equipo y vehículos; y las 31 empresas restantes (7,52%) fabrican productos petroquímicos, farmacéuticos, plásticos y otros minerales no metálicos.

Finalmente, 278 informantes (67,48%) fueron gerentes generales, socios o dueños de las empresas; 48 (11,65%) fueron administradores de producción u operaciones; y 86 (20,87%) tienen otras funciones, como encargados de finanzas, mercadeo, calidad, entre otros.

### 2.3. Medición de constructos y desarrollo del instrumento

El cuestionario se elaboró adaptando ítems y escalas validados en la literatura sobre sostenibilidad en operaciones. Para medir las POS, se formularon 23 ítems adaptados de Ahmadi-Gh y Bello-Pintado (2022), Choudhary y Sangwan (2019), Gupta y Nagpal (2020), Luo y otros (2022), Santoso et al. (2022), y Sundram et al. (2017). Los ítems evalúan el nivel de implementación de prácticas operacionales en diseño de productos, transformación productiva, abastecimiento, distribución y logística reversa, usando una escala Likert de 7 puntos (desde “1 = totalmente en desacuerdo” hasta “7 = totalmente de acuerdo”).

Las PEM se midieron mediante una pregunta para organizar 10 prioridades, adaptadas de Longoni y Cagliano (2015), Netland y Frick (2017), y Macchi et al. (2020), de la más importante a la menos importante en la manufactura para competir en el mercado. Adicionalmente, se midieron tanto el tamaño de la empresa (el número de empleados de tiempo completo) y la actividad económica (código CIIU).

La versión preliminar del instrumento fue revisada por parte de dos expertos académicos en sostenibilidad en organizaciones y en la elaboración de cuestionarios. Se realizaron ajustes en estructura y redacción según los comentarios recibidos para llegar a la versión final.

### 2.4. Análisis de datos

Tras la limpieza de datos y la obtención de la muestra final, se realizaron tres análisis para responder a las preguntas de investigación. El análisis de las POS partió de la determinación de la estructura de los ítems y la extracción de factores por medio de un Análisis de Componentes Principales (ACP), usando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 29. Se evaluó la confiabilidad de consistencia interna mediante el alfa de Cronbach. Se determinaron los perfiles de grupos de empresas según estas prácticas mediante un análisis de conglomerados en dos etapas, usando las escalas sumadas de los factores extraídos en el ACP. Se realizó un segundo ANOVA para comparar las diferencias de medias de las puntuaciones de las POS entre los grupos obtenidos del análisis de conglomerados.

Para analizar las PEM, se realizó una clasificación de perfiles de grupos de empresas mediante un análisis de conglomerados en dos etapas, combinando procedimientos jerárquicos y no jerárquicos (Hair et al., 2009). Se tomaron como variables de conglomerado las 10 PEM medidas, comparando las diferencias de medias a través de un análisis de varianza (ANOVA). Finalmente, se realizó un tercer ANOVA comparando las medias de las POS en los perfiles de grupos obtenidos del análisis de conglomerados de las PEM. Los análisis respectivos se realizaron usando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 29.

### 3. Resultados y discusión

tovalores mayores a uno, explicando el 65,246% de la varianza, usando el método de rotación varimax (ver tabla 1).

#### 3.1. Caracterización de prácticas operacionales sostenibles

El ACP de los 23 ítems de las POS mostró una estructura de tres factores, con au-

**Tabla 1.** Análisis de componentes principales de las POS.

| Ítems – POS*      | Promedio (D.E) | <b>Factor 1:<br/>Diseño de productos y<br/>producción</b> | <b>Factor 2:<br/>Cadena de<br/>suministro</b> | <b>Factor 3:<br/>Logística reversa</b> |
|-------------------|----------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| POS 01            | 5,374 (1,597)  | 0,825                                                     | 0,206                                         | 0,057                                  |
| POS 02            | 5,527 (1,497)  | 0,815                                                     | 0,010                                         | 0,107                                  |
| POS 03            | 5,367 (1,581)  | 0,806                                                     | 0,197                                         | 0,106                                  |
| POS 04            | 5,415 (1,516)  | 0,796                                                     | 0,080                                         | 0,168                                  |
| POS 05            | 5,466 (1,574)  | 0,788                                                     | 0,298                                         | -0,006                                 |
| POS 06            | 5,651 (1,530)  | 0,778                                                     | 0,234                                         | 0,063                                  |
| POS 07            | 5,490 (1,599)  | 0,774                                                     | 0,193                                         | 0,034                                  |
| POS 08            | 5,422 (1,497)  | 0,770                                                     | 0,162                                         | 0,203                                  |
| POS 09            | 5,330 (1,616)  | 0,762                                                     | 0,320                                         | 0,137                                  |
| POS 10            | 5,318 (1,653)  | 0,717                                                     | 0,190                                         | 0,264                                  |
| POS 11            | 5,595 (1,653)  | 0,702                                                     | 0,110                                         | 0,302                                  |
| POS 12            | 5,226 (1,614)  | 0,700                                                     | 0,373                                         | 0,062                                  |
| POS 13            | 3,762 (1,678)  | 0,091                                                     | 0,842                                         | 0,109                                  |
| POS 14            | 3,922 (1,727)  | 0,174                                                     | 0,831                                         | 0,118                                  |
| POS 15            | 4,350 (1,708)  | 0,193                                                     | 0,743                                         | 0,264                                  |
| POS 16            | 4,333 (1,781)  | 0,249                                                     | 0,741                                         | 0,182                                  |
| POS 17            | 3,646 (1,705)  | 0,131                                                     | 0,692                                         | 0,176                                  |
| POS 18            | 4,541 (1,703)  | 0,392                                                     | 0,667                                         | 0,050                                  |
| POS 19            | 4,485 (1,75)   | 0,247                                                     | 0,666                                         | 0,198                                  |
| POS 20            | 4,080 (1,877)  | 0,163                                                     | 0,657                                         | 0,381                                  |
| POS 21            | 4,420 (1,92)   | 0,088                                                     | 0,366                                         | 0,790                                  |
| POS 22            | 4,862 (1,887)  | 0,190                                                     | 0,289                                         | 0,765                                  |
| POS 23            | 5,107 (1,779)  | 0,209                                                     | 0,190                                         | 0,650                                  |
| Alfa de Cronbach: |                | 0,950                                                     | 0,909                                         | 0,760                                  |

\* POS: Prácticas operacionales sostenibles (ver detalle en el apéndice).

Varianza total explicada: 65,246%. Método de rotación ortogonal varimax. Los valores de carga de los ítems asociados respectivamente a cada uno de los tres factores se encuentran resaltados en negrita

Los resultados muestran un primer factor conformado por 12 ítems, que hace referencia a las POS en aspectos del diseño de productos y la producción (p.ej., diseño de productos que reduzcan el uso de insumos tóxicos, diseño de productos que reduzcan empaques, reducción de desechos y emisiones en los procesos productivos, reducción de consumo de recursos en los procesos productivos, etc.). Un segundo factor está conformado por 8 ítems y se refiere a las POS en aspectos de la cadena de suministro (p.ej., selección de proveedores con base en criterios medioambientales, uso de transporte ecoamigable para la distribución, etc.). Finalmente, un tercer factor está conformado por tres ítems y se refiere a las POS en aspectos de la logística reversa (p.ej., recolección de productos usados por el cliente para reciclaje y reutilización, reparación, reacondicionamiento o remanufactura de partes componentes de productos devueltos, etc.). Los valores de cargas de los ítems asociados al factor extraído en el ACP fueron mayores a 0,600. La medida de adecuación muestral Kaiser-Meyer-Olkin arrojó un valor de 0,948, por encima del valor umbral mínimo aceptable de 0,500, y la prueba de esfericidad

de Bartlett fue estadísticamente significativa (Hair et al., 2009). Los valores de confiabilidad de consistencia interna según del alfa de Cronbach están por encima del mínimo aceptable de 0,700 para cada uno de los tres factores de POS. En el apéndice se muestra el detalle de cada uno de los 23 ítems asociados a las POS listados en la tabla 1. Estos resultados evidencian la multidimensionalidad de las POS en el contexto empresarial, como se argumenta en estudios previos (Ahmadi-Gh & Bello-Pintado, 2022; D'Agostini et al., 2017; Saqib et al., 2024; Tondolo et al., 2021), permitiendo una mejor comprensión de las mismas y sus implicaciones a nivel diferenciado en distintos aspectos de las organizaciones.

El análisis de conglomerados en dos etapas con base en las escalas sumadas de los factores del ACP reveló cuatro perfiles de grupos de empresas. El ANOVA de la tabla 2 compara los valores de las medias para cada uno de los factores de las POS en los cuatro grupos de empresas. En el análisis, se incluye adicionalmente el número de empleados como variable estructural de las empresas para comparación entre los distintos conglomerados.

**Tabla 2.** Perfiles de grupos de empresas a partir de POS.

| Prácticas operacionales sostenibles (POS) / variables | Perfiles de postura frente a la sostenibilidad |                                |                               |          | ANOVA F  |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------|----------|
|                                                       | Avanzado                                       | Énfasis en diseño y producción | Énfasis en entorno de mercado | Rezagado |          |
| Diseño de productos y producción                      | <b>6,223</b>                                   | 5,515                          | 4,821                         | 2,809    | 210,423* |
| Cadena de suministro                                  | <b>5,173</b>                                   | 3,202                          | 3,532                         | 2,004    | 211,359* |
| Logística reversa                                     | <b>5,716</b>                                   | 2,714                          | 5,071                         | 2,373    | 279,809* |
| Tamaño de empresa (número de empleados)               | 15,480                                         | 7,210                          | 13,080                        | 8,030    | 0,670    |
| Número de empresas                                    | 197                                            | 63                             | 118                           | 34       |          |

\*  $p < 0,001$

La literatura previa ha abordado el tema en cuanto a posturas organizacionales frente a la sostenibilidad, que representan los niveles de desarrollo y avance en cuanto al compromiso con la sostenibilidad (Klassen & Whybark, 1999; Kolk & Pinkse, 2005; Liu et al., 2017; Radu et al., 2020).

El análisis de conglomerados muestra un primer grupo de empresas (N=197) considerado “avanzado” con los valores más altos en los tres tipos de POS, comparables con posturas proactivas y de liderazgo sostenible (Elrayah & Keong, 2023; Klassen & Whybark, 1999; Radu et al., 2020). Un grupo “rezagado” de empresas (N=34) presenta los niveles más bajos en las distintas POS, relegado a instancias pasivas, de mero cumplimiento con lo mínimo exigido por la sociedad o las regulaciones (Klassen & Whybark, 1999; Radu et al., 2020).

En el intermedio, se encuentran dos perfiles de grupos de empresas: un grupo (N=63) con énfasis en prácticas operacionales en diseño de productos y producción, por encima de los otros dos tipos de estas prácticas caracterizados; y un grupo (N=118) con predominancia de POS en cadena de suministro y logística reversa, con énfasis en el entorno de mercado. No se puede establecer que uno de estos perfiles represente un mayor avance que el otro; ambos corresponden a la postura oportunista planteada por Klassen y Whybark (1999) ya que encausan sus esfuerzos en cuanto a la implementación de POS de según intereses particulares y posibles beneficios que se esperen obtener.

Al examinar cada uno de estos perfiles intermedios, se encuentran correspondencias con hallazgos previos. Las empresas con énfasis en diseño y producción se alinean con los “exploradores internos” según Kolk y Pinkse (2005), y con los “de diseño verde” y “de manufactura verde” propuestos por Liu y otros (2017). En ambos casos, corresponden a empresas que, aunque no son consideradas líderes en la implementación de POS, enfatizan las características de los productos manufacturados y los procesos directamente de transformación productiva. El perfil de empresas aquí con énfasis en el entorno de mercado a partir de sus POS es congruente con las “exploradoras verticales” según Kolk y Pinkse (2005) y, parcialmente, con el “de compra verde” según Liu y otros (2017). Corresponden a firmas enfocadas en la cadena de suministro, centrando sus POS en aspectos que se fortalezcan las relaciones con proveedores y clientes.

Los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de POS en los cuatro grupos identificados a partir del análisis de conglomerados. El ANOVA muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas en el número de empleados entre los cuatro conglomerados caracterizados.

### 3.2. Perfiles de prioridades estratégicas en manufactura

El análisis de conglomerados en dos etapas con base en las 10 PEM reveló la

conformación de cuatro perfiles de grupos de empresas. El ANOVA de la tabla 3 compara los valores de las medias para las 10 variables asociadas a las PEM en

cada uno de los cuatro grupos de empresas. Se incluye adicionalmente en el ANOVA el número de empleados como variable estructural en el análisis.

**Tabla 3.** Perfiles de grupos de empresas a partir de PEM.

| Prioridades estratégicas en manufactura (PEM) / variables | Perfiles de prioridades estratégicas en manufactura (PEM) |              |                         |                                    | ANOVA F  |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|------------------------------------|----------|
|                                                           | Ambiental y social                                        | Flexibilidad | Eficiencia e innovación | Calidad y satisfacción del cliente |          |
| Costo de manufactura                                      | 5,26                                                      | 5,556        | <b>8,687</b>            | 7,698                              | 46,464*  |
| Calidad de los productos                                  | 9,082                                                     | 2,37         | 9,133                   | <b>9,265</b>                       | 228,101* |
| Velocidad y puntualidad de los despachos                  | 5,26                                                      | 4,482        | <b>7,52</b>             | 6,704                              | 34,581*  |
| Flexibilidad en la producción                             | 2,712                                                     | <b>7,482</b> | 6,033                   | 4,327                              | 67,273*  |
| Desarrollo de nuevos productos/nivel de innovación        | 5,795                                                     | 5,815        | <b>5,933</b>            | 4,469                              | 12,022*  |
| Productos y procesos más amigables con el medio ambiente  | <b>7,123</b>                                              | 6,111        | 4,927                   | 2,864                              | 110,366* |
| Responsabilidad social                                    | <b>6,096</b>                                              | 5,111        | 3,967                   | 2,568                              | 65,359*  |
| Conformidad con las especificaciones del cliente          | 5,616                                                     | 5,037        | 4,247                   | <b>6,648</b>                       | 31,712*  |
| Servicio al cliente (soporte postventa y/o técnico)       | 5,041                                                     | 5,741        | 2,713                   | <b>6,562</b>                       | 103,533* |
| Variedad/amplitud del rango de productos ofrecidos        | 3,014                                                     | <b>7,296</b> | 1,84                    | 3,895                              | 53,870*  |
| Tamaño de empresa (número de empleados)                   | 8,84                                                      | 11,93        | 13,01                   | 14,82                              | 0,294    |
| Número de empresas                                        | 73                                                        | 27           | 150                     | 162                                |          |

\*  $p < 0,001$

Las PEM incluidas en el análisis corresponden a las abordadas en la literatura y que han evolucionado al incluir la variable sostenible (Macchi et al., 2020; Netland & Frick, 2017). Para cada PEM, se examinaron los valores promedio más altos en el grupo correspondiente (valores subrayados en la tabla 3) para denominar cada perfil. Se encontró un primer grupo de 73 empresas que priorizan los aspectos medioambientales y sociales en la manufactura. Este grupo tiene los valores más altos en las prioridades estratégicas de manufactura en productos y procesos más amigables con el medio ambiente (7,123) y la responsabilidad

social (6,096). Este perfil de firmas tiene una puntuación destacable en cuanto a los aspectos de calidad como prioridad estratégica de manufactura (9,082), aunque no es la más alta entre todos los grupos. Un segundo grupo, con el menor número de empresas (N=27), prioriza la flexibilidad en su manufactura, con los puntajes más altos en las PEM relacionadas con la flexibilidad en la producción (7,482) y la variedad/amplitud en el rango de productos ofrecidos (7,296).

Un tercer grupo, con un número considerable de empresas (N=150), obtuvo los valores más altos de PEM

relacionadas con el costo de manufactura (8,687), la velocidad y puntualidad de los despachos (7,520) y el desarrollo de nuevos productos/nivel de innovación (5,933). Este perfil se denominó como empresas que priorizan la eficiencia y la innovación. Un cuarto perfil de grupo con el mayor número de empresas (N=162), obtuvo los valores más altos de PEM relacionadas con la calidad de los productos (9,265), la conformidad con las especificaciones del cliente (6,648) y el servicio al cliente en cuanto a soportes postventa y/o técnicos (6,562). Este grupo se denominó como empresas que priorizan los aspectos de calidad y satisfacción del cliente. Los resultados confirman que la sostenibilidad puede constituirse como una prioridad del quehacer de la transformación productiva y de la generación de bienes desde un punto de vista estratégico (Jabbour et al., 2012; Queiroz et al., 2023).

El ANOVA de la tabla 3 muestra diferencias estadísticamente significativas entre las variables relacionadas con las PEM en los cuatro grupos resultantes del análisis de conglomerados. El ANOVA muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas en el número de empleados entre los perfiles de empresas estudiadas.

### 3.3. Evaluación de las POS de acuerdo con perfiles de prioridades estratégicas en manufactura

Partiendo de los perfiles de grupos de empresas según las PEM, se evalúan las diferencias en los tipos de POS entre dichos perfiles (ver tabla 4). Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en las POS tanto en diseño de productos y producción como en cadena de suministro.

**Tabla 4.** POS de acuerdo con perfiles de PEM.

| Prácticas operacionales sostenibles (POS) | Perfiles de prioridades estratégicas en manufactura (PEM) |              |                         |                                    | ANOVA F  |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|------------------------------------|----------|
|                                           | Ambiental y social                                        | Flexibilidad | Eficiencia e innovación | Calidad y satisfacción del cliente |          |
| Diseño de productos y producción          | <b>5,819</b>                                              | 5,506        | 5,548                   | 5,137                              | 5,832*   |
| Cadena de suministro                      | <b>4,654</b>                                              | 4,560        | 4,362                   | 3,633                              | 14,415** |
| Logística reversa                         | 4,872                                                     | 4,901        | 4,929                   | 4,621                              | 1,183    |
| Número de empresas                        | 73                                                        | 27           | 150                     | 162                                |          |

\*  $p < 0,01$ ; \*\*  $p < 0,001$

Es así que se encuentran los valores promedio más altos correspondientes a los dos tipos de POS anteriormente mencionadas en aquel perfil de empresas con prioridad en lo ambiental y social

(N=73). Estos resultados sugieren que las POS en diseño de producto y producción, así como en cadena de suministro, se implementan de manera articulada para alcanzar un mejor desempeño en

cuanto a la orientación sostenible de la manufactura. Este hallazgo se alinea con estudios previos sobre la articulación entre una prioridad ambiental y social en manufactura con la implementación de POS, confirmando un mejor desempeño organizacional en sostenibilidad (Jabbour et al., 2012; Tjahjadi et al., 2023).

Las POS en diseño de producto y producción presentan sus valores promedio más bajos en empresas con prioridad en la calidad y satisfacción del cliente, siendo este perfil con el mayor número de empresas (N=162). Estos resultados sugieren que la POS orientadas a intervenir las características del producto, sus empaques y su fabricación sirven para privilegiar la responsabilidad ambiental y social, la flexibilidad, la eficiencia y la innovación por sobre la satisfacción del cliente como aspectos prioritarios en la manufactura.

Los dos perfiles de grupos de empresas restantes corresponden al de prioridad en la flexibilidad (N=27) y prioridad en la eficiencia y la innovación (N=150) que, si bien no tienen los valores promedio más altos en la tabla de ANOVA, tienen valores destacables asociados a ciertas POS. Las empresas con prioridad en la flexibilidad tienen un valor promedio destacable en las POS en cadena de suministro (4,560). Esto indica que las empresas que se enfoquen en realizar cambios en sus portafolios o cantidad de productos, así como los ajustes en sus operaciones y procesos de transformación, demandarían una acumulación de recursos y capacidades valiosos que

podría posibilitar la implementación de iniciativas en pro de la sostenibilidad naturalmente y, primordialmente, orientadas al aparato productivo y al desarrollo de sus productos (Javed et al., 2025; Yu & Lee, 2023).

Las empresas con prioridad estratégica en manufactura relacionada con eficiencia e innovación presentan un valor promedio remarcable en las POS en diseño de productos y producción (5,548). Esta correspondencia puede explicarse por el hecho de que, al priorizar la eficiencia, predominantemente se adopta una orientación interna del negocio (Hart & Dowell, 2011). En este sentido, las empresas tenderán a realizar intervenciones a nivel de procesos implementando prácticas operacionales sostenibles al poder percibir de manera anticipada un mejor uso en el consumo de recursos (Reyes-Rodríguez, 2021). Alternativamente, dicha correspondencia se explica también desde la dimensión de innovación en esta prioridad ya que, al estar presente, implicará principalmente la realización de cambios en los atributos y características del producto (p.ej., componentes, materias primas, empaques, etc.) en pro de su “enverdecimiento”, y así hacer tangible esta prioridad (Javed et al., 2025; Lopes et al., 2022). De igual forma, una PEM desde el punto de vista de la innovación se alinearía con POS a nivel de los procesos de transformación, ya que el “hacerlos más limpios” implicaría la realización de cambios y ajustes que por lo general se conciben como de tipo incremental (Reyes-Rodríguez & Ulhøi, 2022).

La articulación entre PEM en calidad y satisfacción del cliente primordialmente con las POS orientadas a diseño de productos y producción se explican en la medida en que primeramente un énfasis en calidad implica el mejoramiento continuo de productos y procesos, en este caso basado en atributos derivados de la sostenibilidad (Reyes-Rodríguez & Ulhøi, 2022) y que buscan conformarse con estándares, los cuales son propios de los enfoques basados en calidad (Lutfi et al., 2024; Riillo, 2025). Esta articulación también va de la mano con la satisfacción de cliente, ya que, en el contexto de la industria manufacturera, esta está principalmente gobernada por la calidad de los productos al ser el elemento tangible que la representaría, y que, a su vez puede servir para construir la función de imagen corporativa (Gelderman et al., 2021).

Finalmente, y de manera interesante, los resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas en los puntajes de POS orientadas a la logística reversa entre los cuatro grupos de empresas según los perfiles de PEM (ver Tabla 4). Esto indicaría que ninguna de las PEM caracterizadas se articula de manera contundente con este tipo de POS en las empresas estudiadas. Se puede sugerir entonces que las empresas tienen retos en alinear dicha forma de POS con alguna de las PEM en la medida en que dificultan la anticipación de beneficios que se obtendrían al perseguir una(s) PEM en particular. Esto puede deberse a percepciones distorsionadas de la organización en cuanto a las compleji-

dades requeridas a nivel de operaciones, la aparente menor calidad en los atributos y características de los productos derivados, las dificultades de coordinación con los miembros de la cadena de suministro, y la relativa invisibilidad y falta de reconocimiento de este tipo de POS en particular (Peña-Montoya et al., 2020; Sonar et al., 2024).

Los resultados obtenidos deben considerarse a la luz de ciertas limitaciones. Primero, el estudio no establece una relación de causalidad entre POS y las PEM. Se recomienda que investigaciones futuras validen esta relación y su direccionalidad, es decir, si las POS configuran ciertas PEM o viceversa. Además, se reconoce que el grupo de POS relacionadas con diseño y producción podría desagregarse en subdimensiones más específicas. Se sugiere replicar el estudio en sectores industriales específicos y validar estas prácticas como una variable latente de segundo orden. El diseño transversal del estudio también limita la comprensión de cómo la articulación entre POS y PEM evoluciona con el tiempo. Se recomienda utilizar diseños longitudinales para analizar estos cambios.

A pesar de estas limitaciones, el estudio ofrece valiosas recomendaciones. Las empresas deben evaluar cómo la sostenibilidad puede permear sus operaciones y reconfigurar sus procesos a lo largo del ciclo de vida del producto. Si la sostenibilidad es una prioridad estratégica, debe enmarcar las POS implementadas. Alternativamente, si el objetivo

es consolidar las PEM actuales, las empresas deben analizar qué tipos de POS pueden contribuir a este propósito. En particular, la implementación de POS en logística reversa requiere un propósito claro y alineación con las PEM definidas. Los entes reguladores y los gobiernos deben proporcionar incentivos y condiciones para facilitar la implementación de POS, especialmente en logística reversa, donde se requiere una adecuada coordinación entre los actores de la cadena de suministro (Brandi et al., 2025).

#### 4. Conclusiones

Este estudio se propuso profundizar en la comprensión de las Prácticas Operacionales Sostenibles (POS) en empresas manufactureras y su articulación con los perfiles empresariales basados en sus Prioridades Estratégicas de Manufactura (PEM). Para lograrlo, se caracterizaron las POS y las PEM en una muestra de 412 empresas manufactureras del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia, buscando responder a las preguntas de investigación.

El análisis realizado contribuye a la literatura al argumentar que las POS en empresas fabricantes pueden y deben desagregarse de acuerdo con el "lugar" que ocupan en el ciclo de vida del producto. En este sentido, se identificaron y caracterizaron tres tipos de POS: diseño del producto y producción, cadena de suministro y logística reversa. A partir de la identificación de estos portafolios de POS, el estudio aporta una clasificación

de las empresas fabricantes de acuerdo con sus perfiles de sostenibilidad.

Por otra parte, se exploró la articulación entre las POS y las PEM, revelando una relación compleja y diferenciada, mostrando que las POS se alinean predominantemente con las PEM medioambientales y sociales, y que las distintas PEM se consolidan principalmente en las POS orientadas al diseño del producto y la innovación. Este hallazgo subraya la importancia de esta alineación para mejorar el desempeño organizacional. El estudio también revela que las POS en logística reversa no se articulan claramente con ninguna de las cuatro PEM identificadas, lo que sugiere que las empresas enfrentan desafíos específicos en la integración de estas prácticas con sus prioridades estratégicas. Este aspecto destaca la necesidad de un enfoque más profundo y específico para abordar la logística reversa dentro de las estrategias de sostenibilidad empresarial.

El aporte de la investigación es significativo para el campo de la gestión de operaciones y la estrategia, al mostrar que la alineación de las prácticas operacionales sostenibles con las prioridades estratégicas en manufactura es esencial para capturar valor y mejorar el desempeño organizacional. Este conocimiento puede guiar a las empresas en la implementación efectiva de prácticas sostenibles que estén en consonancia con sus objetivos estratégicos, proporcionando una guía práctica para la integración de la sostenibilidad en la estrategia de manufactura. En este sentido, el estudio no solo caracteriza las POS y su alineación

con las PEM, sino que también subraya la importancia de esta alineación para el éxito organizacional. Las empresas pueden utilizar estos hallazgos para evaluar y ajustar sus estrategias de sostenibilidad, asegurando que sus prácticas operacionales estén alineadas con sus prioridades estratégicas. De esta manera, se contribuye a una mejor comprensión de cómo las organizaciones pueden adoptar comportamientos responsables y sostenibles, y cómo esta adopción puede traducirse en un mejor desempeño y en la captura de valor.

## Contribución de los autores

**Juan Felipe Reyes-Rodríguez:** Conceptualización, Análisis formal, Adquisición de fondos, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Software, Supervisión, Validación, Redacción – revisión y edición.

**María Nikolle del Cairo-Jiménez:** Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Software, Visualización, Redacción– borrador original.

**Liza María Martínez-Zúñiga:** Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Software, Visualización, Redacción – borrador original.

## Implicaciones éticas

No existen implicaciones éticas por declarar en la escritura o publicación de este artículo.

## Financiación

Artículo derivado del proyecto de investigación: Evaluación de prácticas operacionales sostenibles y su relación con estrategias de manufactura en empresas del Área Metropolitana de Bucaramanga, financiado por la Universidad Industrial de Santander, con código 2987.

## Conflictos de interés

No existen conflictos de interés de parte de los autores en la escritura o publicación de este artículo.

## 5. Referencias

Abbas, A., Luo, X., Wattoo, M. U., & Hu, R. (2022). Organizational Behavior in Green Supply Chain Integration: Nexus Between Information Technology Capability, Green Innovation, and Organizational Performance. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.874639>

Agans, J. P., Schade, S. A., Hanna, S. R., Chiang, S.-C., Shirzad, K., & Bai, S. (2024). The inaccuracy of data from online surveys: A cautionary analysis. *Quality & Quantity*, 58 (3), 2065–2086.

Ahmadi-Gh, Z., & Bello-Pintado, A. (2022). Why is manufacturing not more sustainable? The effects of different sustainability practices on sustainability outcomes and competitive advantage. *Journal of Cleaner Production*, 337, 130392. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130392>

Al-Humairi, S. K. O., Abd, A. M. F., & Abbas, A. (2024). The impact of cleaner production

- strategy on Sustainable supply chain performance. *Production Engineering Archives*, 30, 166–181.
- Armstrong, J. S., & Overton, T. S. (1977). Estimating nonresponse bias in mail surveys. *Journal of Marketing Research*, 14 (3), 396. <https://doi.org/10.2307/3150783>
- Beiler, B. C., Ignácio, P. S. de A., Pacagnella Júnior, A. C., Anholon, R., & Rampasso, I. S. (2020). Reverse logistics system analysis of a Brazilian beverage company: An exploratory study. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122624. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122624>
- Borah, P. S., Dogbe, C. S. K., & Marwa, N. (2025). Green dynamic capability and green product innovation for sustainable development: Role of green operations, green transaction, and green technology development capabilities. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 32 (1), 911–926.
- Brandi, T., Romero, H., da Silva-Ovando, A. C., Ileana Ruiz-Cantisani, M., Soliz, J. B., & Pereira, L. F. (2025). From Talk to Action: A Diagnosis of Drivers of Sustainable Logistics Practices in LATAM, a Collaborative Study Between Industry and Academia. In H. Kohl, G. Seliger, F. Dietrich, & S. Mur (Eds.), *Sustainable Manufacturing as a Driver for Growth*. GCSM 2023. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 1, 37–45). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-77429-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-77429-4_5)
- CDMB. (2023). Negocios verdes. <http://www.cdm.gov.co/web/tematicas/negocios-verdes>
- Cholewa, M., Helman, J., Rosienkiewicz, M., Molasy, M., Oleszek, S., & Berselli, G. (2024). GreenPLM: the concept of sharing community knowledge for new green product development and process planning. *Annals of Operations Research*, 1–23.
- Choudhary, K., & Sangwan, K. S. (2019). Adoption of green practices throughout the supply chain: an empirical investigation. *Benchmarking: An International Journal*, 26 (6), 1650–1675. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2018-0293>
- Christiansen, T., Berry, W. L., Bruun, P., & Ward, P. (2003). A mapping of competitive priorities, manufacturing practices, and operational performance in groups of Danish manufacturing companies. *International Journal of Operations & Production Management*, 23 (10), 1163–1183. <https://doi.org/10.1108/01443570310496616>
- Consejo Privado de Competitividad. (2023). Índice departamental de competitividad 2023. [https://compite.com.co/wp-content/uploads/2023/05/IDC\\_2023\\_web.pdf](https://compite.com.co/wp-content/uploads/2023/05/IDC_2023_web.pdf)
- Couper, M. P. (2000). Web surveys: A review of issues and approaches. *Public Opinion Quarterly*, 64 (4), 464–494. <https://doi.org/10.1086/318641>
- D'Agostini, M., Tondolo, V. A. G., Camargo, M. E., Dullius, A. I. dos S., Tondolo, R. da R. P., & Russo, S. L. (2017). Relationship between sustainable operations practices and performance: a meta-analysis. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66 (8), 1020–1042. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2015-0168>
- De Melo Duarte Borges, T., Ganga, G. M. D., Godinho Filho, M., Delai, I., & Santa-Eulalia, L. A. (2024). Cleaner production practices, implementation concerns and measurement: A systematic literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31 (3), 2402–2423.

- Elrayah, M., & Keong, O. C. (2023). Moderating Effect of Green Technology Adoption on the Relationship of Sustainable Operations Practices and Sustainable Operational Performance. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 6 (3), 152–175. <https://doi.org/10.31181/orresta/060308>
- Fura, B. (2022). The Role of Financial Situation in the Relationship between Environmental Initiatives and Competitive Priorities of Production Companies in Poland. *Risks*, 10 (3), 52. <https://doi.org/10.3390/risks10030052>
- Galeazzo, A., & Klassen, R. D. (2015). Organizational context and the implementation of environmental and social practices: what are the linkages to manufacturing strategy? *Journal of Cleaner Production*, 108, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.053>
- Gelderman, C. J., Schijns, J., Lambrechts, W., & Vijgen, S. (2021). Green marketing as an environmental practice: The impact on green satisfaction and green loyalty in a business-to-business context. *Business Strategy and the Environment*, 30 (4), 2061–2076. <https://doi.org/10.1002/bse.2732>
- Gobernación de Santander. (2024). Plan de Desarrollo: Es tiempo de Santander 2024 - 2027. <https://santander.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=visorpdf&id=63903&pdf=1>
- Góes, H. A. de A., Fatima, G., Santos Jhunior, R. de O., & Boaventura, J. M. G. (2023). Managing for stakeholders towards corporate environmental sustainability. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30 (4), 1561–1572. <https://doi.org/10.1002/csr.2448>
- Gupta, G., & Nagpal, S. (2020). Green Dimensions, Environment Orientation and Size: Impact Assessment on Operational Performance of Manufacturing Firms. *Global Business Review*, 097215092091988. <https://doi.org/10.1177/0972150920919880>
- Hair, J. F., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2009). Multivariate data analysis (7th ed.). Pearson.
- Hart, S. L., & Dowell, G. (2011). Invited editorial: A natural-resource-based view of the firm. *Journal of Management*, 37 (5), 1464–1479. <https://doi.org/10.1177/0149206310390219>
- Jabbour, C. J. C., Maria da Silva, E., Paiva, E. L., & Almada Santos, F. C. (2012). Environmental management in Brazil: is it a completely competitive priority? *Journal of Cleaner Production*, 21 (1), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.003>
- Javed, H., Du, J., & Farooq Islam, M. (2025). Unpacking organizational capabilities and green Innovation for sustainable Performance: The role of environmental regulations in manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 507, 145453. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145453>
- Khan, S. A. R., Tabish, M., & Zhang, Y. (2023). Embrace of industry 4.0 and sustainable supply chain practices under the shadow of practice-based view theory: Ensuring environmental sustainability in corporate sector. *Journal of Cleaner Production*, 398, 136609. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136609>
- Klassen, R. D., & Whybark, D. C. (1999). Environmental Management in Operations: The Selection of Environmental Technologies. *Decision Sciences*, 30 (3), 601–631.

<https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1999.tb00900.x>

Kolk, A., & Pinkse, J. (2005). Business Responses to Climate Change: Identifying emergent strategies. *California Management Review*, 47 (3), 6–20.

Liu, Y., Zhu, Q., & Seuring, S. (2017). Linking capabilities to green operations strategies: The moderating role of corporate environmental proactivity. *International Journal of Production Economics*, 187, 182–195. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.007>

Longoni, A., & Cagliano, R. (2015). Environmental and social sustainability priorities. *International Journal of Operations & Production Management*, 35 (2), 216–245. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-04-2013-0182>

Lopes, J. M., Gomes, S., Pacheco, R., Monteiro, E., & Santos, C. (2022). Drivers of Sustainable Innovation Strategies for Increased Competition among Companies. *Sustainability*, 14 (9), 5471. <https://doi.org/10.3390/su14095471>

Lutfi, A., Al-Hiyari, A., Elshaer, I. A., Alrawad, M., & Almaiah, M. A. (2024). Green environmental management system and environmental performance: results from PLS-SEM and fsQCA. *Sustainable Futures*, 8, 1–13.

Luz Martín-Peña, M., & Díaz-Garrido, E. (2008). A taxonomy of manufacturing strategies in Spanish companies. *International Journal of Operations & Production Management*, 28 (5), 455–477. <https://doi.org/10.1108/01443570810867204>

Macchi, M., Savino, M., & Roda, I. (2020). Analysing the support of sustainability within the manufacturing strategy through multiple perspectives of different busi-

ness functions. *Journal of Cleaner Production*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120771>

Mattos Batista de Moraes, F., Kulay, L., & Trianni, A. (2025). Integrating life cycle assessment and ecodesign to improve product effectiveness and environmental performance: A novel approach. *Sustainable Production and Consumption*, 55, 76–89. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2025.02.006>

Moalem, R. M., & Ghosh, S. K. (2024). Value Creation from Waste: Roles and interface between the Informal and Formal waste Sectors in India and Denmark in a just circular transition. *The Journal of Solid Waste Technology and Management*, 50 (4), 711–724.

Netland, T. H., & Frick, J. (2017). Trends in manufacturing strategies: A longitudinal investigation of the International Manufacturing Strategy Survey. *International manufacturing strategy in a time of great flux*, 1–16. Springer.

Peña-Montoya, C. C., Bouzon, M., Torres-Lozada, P., & Vidal-Holguin, C. J. (2020). Assessment of maturity of reverse logistics as a strategy to sustainable solid waste management. *Waste Management & Research*, 38 (1), 65–76. <https://doi.org/10.1177/0734242X19897131>

Podsakoff, P. M., & Organ, D. (1986). Self-Reports in Organizational Research: Problems and Prospects. *Journal of Management*, 12 (4), 531–544. <https://doi.org/10.1177/014920638601200408>

Queiroz, G. A., Filho, A. G. A., & Costa Melo, I. (2023). Competitive Priorities and Lean-Green Practices—A Comparative Study in the Automotive Chain' Suppliers. *Machines*, 11 (1), 50. <https://doi.org/10.3390/machines11010050>

- Queiroz, G. A., Filho, A. G. A., Núñez, J. F., Santa-Eulalia, L. A., Delai, I., & Torkomian, A. L. V. (2024). Lean and Green Manufacturing in operations strategy: cases from the automotive industry. *Operations Management Research*, 17 (3), 916–940.
- Radu, C., Caron, M.-A., & Arroyo, P. (2020). Integration of carbon and environmental strategies within corporate disclosures. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118681. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118681>
- Reyes-Rodríguez, J. F. (2021). Explaining the business case for environmental management practices in SMEs: The role of organisational capabilities for environmental communication. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128590. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128590>
- Reyes-Rodríguez, J. F., & Ulhøi, J. P. (2022). Justifying environmental sustainability in small- and medium-sized enterprises: An analysis of complementary assets in the printing industry. *Business Strategy and the Environment*, 31 (1), 59–75. <https://doi.org/10.1002/bse.2874>
- Riillo, C. A. F. (2025). ISO 14001 and innovation: Environmental management system and signal. *Technological Forecasting and Social Change*, 215, 1–22.
- Rusch, M., Schöggel, J., & Baumgartner, R. J. (2023). Application of digital technologies for sustainable product management in a circular economy: A review. *Business Strategy and the Environment*, 32 (3), 1159–1174. <https://doi.org/10.1002/bse.3099>
- Santoso, R. W., Siagian, H., Tarigan, Z. J. H., & Jie, F. (2022). Assessing the Benefit of Adopting ERP Technology and Practicing Green Supply Chain Management toward Operational Performance: An Evidence from Indonesia. *Sustainability*, 14 (9), 4944. <https://doi.org/10.3390/su14094944>
- Saqib, Z. A., Xu, G., & Luo, Q. (2024). Green Manufacturing for a Green Environment from Manufacturing Sector in Guangdong Province: Mediating Role of Sustainable Operations and Operational Transparency. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/app142210637>
- Shiyab, W., Ferguson, C., Rolls, K., & Halcomb, E. (2023). Solutions to address low response rates in online surveys. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, 22 (4), 441–444.
- Sonar, H., Sarkar, B. D., Joshi, P., Ghag, N., Choubey, V., & Jagtap, S. (2024). Navigating barriers to reverse logistics adoption in circular economy: An integrated approach for sustainable development. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 12, 1–10.
- Sundram, V. P. K., Bahrin, A. S., Othman, A. A., & Munir, Z. A. (2017). Green supply chain management practices in Malaysia manufacturing industry.
- Tjahjadi, B., Soewarno, N., Karima, T. El, & Sutarsa, A. A. P. (2023). Business strategy, spiritual capital and environmental sustainability performance: mediating role of environmental management process. *Business Process Management Journal*, 29 (1), 77–99. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-11-2021-0718>
- Tondolo, V. A. G., D'Agostini, M., Camargo, M. E., Tondolo, R. da R. P., Souza, J. de L., & Longaray, A. A. (2021). Sustainable operations practices and sustainable performance: relationships and moderators. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70 (7), 1865–1888. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2019-0552>

Wu, M.-J., Zhao, K., & Fils-Aime, F. (2022). Response rates of online surveys in published research: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior Reports*, 7, 1–11.

Yavuz, O., Uner, M. M., Okumus, F., & Karatepe, O. M. (2023). Industry 4.0 technologies, sustainable operations practices and their

impacts on sustainable performance. *Journal of Cleaner Production*, 387, 1–9.

Yu, G., & Lee, J. (2023). The Interaction Effect of Manufacturing Flexibility and Quality Management on Environmental Performance. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 16 (3), 340–346.

### **Anexo 1: Lista de ítems asociados a la medición de POS en el cuestionario**

*En nuestra empresa...*

...nuestros procesos de producción reducen la generación de desechos y emisiones tóxicas (POS 01)

...llevamos a cabo el diseño de nuestros productos con miras a que se use la menor cantidad de materiales posible (POS 02)

...nuestros procesos de producción reducen el consumo de agua y energía (POS 03)

...llevamos a cabo el diseño de nuestros productos con miras a que sus empaques sean reutilizables y/o reciclables (POS 04)

...reemplazamos sustancias e insumos tóxicos por unos amigables con el medio ambiente (POS 05)

...llevamos a cabo el diseño de nuestros productos con miras a evitar o reducir el uso de materiales o insumos peligrosos y/o tóxicos (POS 06)

...llevamos a cabo el diseño de nuestros productos con miras a que se consuma la menor cantidad de energía posible (POS 07)

...llevamos a cabo el diseño de los empaques de nuestros productos con miras a que sean fáciles de reciclar, reusar, remanufacturar y/o descomponer (POS 08)

...llevamos a cabo el diseño de nuestros productos con miras a que sean fáciles de reciclar, reusar, remanufacturar y/o descomponer (POS 09)

...llevamos a cabo el diseño de nuestros productos con miras a que se reduzca el uso de sus empaques (POS 10)

...nuestros procesos de producción reciclan los desechos para ser tratados y reutilizados (POS 11)

...utilizamos tecnologías limpias en nuestros procesos de producción para reducir la contaminación y/o el consumo de recursos (POS 12)

...llevamos a cabo auditorías a la gestión ambiental de nuestros proveedores (POS 13)

...escogemos a nuestros proveedores con base en criterios medioambientales (POS 14)

...proporcionamos a nuestros proveedores especificaciones de diseño alineados con atributos medioambientales (POS 15)

...requerimos que nuestros proveedores utilicen empaques/embalajes amigables con el medio ambiente (p.ej., reciclable, biodegradable, etc.) (POS 17)

...reutilizamos la energía de nuestros procesos para transferirla como un recurso para otra empresa (POS 17)

...requerimos que nuestros proveedores cuenten con la implementación de sistemas de gestión ambiental (POS 18)

...hacemos uso de transporte amigable con el medio ambiente al momento de distribuir nuestros productos (POS 19)

...devolvemos productos a nuestros proveedores para que sean reciclados, reutilizados o remanufacturados (POS 20)

...recolectamos los productos que nos han comprado los clientes para reciclarlos o reutilizarlos (POS 21)

...recolectamos empaques que nos devuelven nuestros clientes para reciclarlos o reutilizarlos (POS 22)

...reparamos, reacondicionamos o remanufacturamos partes componentes a partir de productos que nos devuelven o resultan defectuosos/dañados (POS 23)