

Artículos de investigación


# Evaluación del componente de un modelo de innovación para una empresa consultora del sector eléctrico aplicando técnicas de optimización de procesos

Evaluation of the Component of an Innovation Model for a Consulting Company in the Electrical Sector Applying Process Optimization Techniques

*Cristian Camilo Ochoa Restrepo*

*Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia*


cristianochoa206354@correo.itm.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-3870-5324>

*Diana María Montoya Quintero*

*Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia*


dianamontoya@itm.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-0761-4067>

*Olga Lucía Larrea Serna*

*Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia*

olgalarrea@itm.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0003-3261-1247>

Revista CEA vol. 11 núm. 25 e3115  
2025

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Colombia

Recepción: 27 Mayo 2024  
Aprobación: 25 Noviembre 2024

**Resumen: Objetivo:** evaluar el componente denominado *eficiencia* de un modelo de innovación y sostenibilidad llamado I-DEAS, en una empresa consultora del sector eléctrico de la ciudad de Medellín.

**Metodología:** es de tipo mixto, se utilizan elementos cualitativos y cuantitativos. Se identifican variables que requieren ser analizadas, luego se clasifican y se evalúan a través de un modelo matemático que permite obtener la optimización de los procesos para hallar la eficiencia comparando cada variable y mostrando indicadores de referencia de mayor a menor.

**Resultados:** se evaluó la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos (dea) en el modelo de gestión de innovación sostenible para empresas consultoras del sector eléctrico en Medellín, con un caso de estudio en HMV Ingenieros Ltda. Se identificaron unidades de medida (dmu) ineficientes y se cuantificó su grado de ineficiencia, proporcionando información clave sobre mejoras necesarias en *inputs* y *outputs*. Esto permite clasificar hallazgos, comparar la eficiencia entre dmu seleccionadas y contribuir a la toma de decisiones y mejora continua en el Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad de la empresa.

**Conclusiones:** la eficiencia hace parte del capital intelectual de cualquier organización; su propuesta como componente de un modelo de gestión invita a las organizaciones a obtener un análisis permanente del volumen de recursos gastados para alcanzar los objetivos.

**Originalidad:** en los modelos de innovación y sostenibilidad para el sector eléctrico no se encuentra un componente que evalúe la eficiencia con las técnicas propuestas por el dea. El estudio extiende la medición automática de la eficiencia para que las

acciones permitan el uso óptimo de los recursos y, por tanto, beneficien un menor costo de los diferentes recursos disponibles.

Palabras clave: innovación, modelos, sostenibilidad, análisis envolvente de datos, eficiencia, Códigos JEL: O3, C670, M1, D22, L86.

**Abstract: Objective:** Validate a component called “efficiency” of an innovation and sustainability model called I-DEAS”, for company in the electricity sector of the City of Medellín.

**Design/Methodology:** There is mixed type where qualitative and quantitative elements are worked. Firstly, variables that require analysis are identified, then they are classified and subsequently evaluated through a mathematical model that allows optimization of efficiency by comparing each variable and showing reference indicators from highest to lowest.

**Findings:** “Efficiency” was evaluated using Data Envelopment Analysis (DEA) in the Sustainable Innovation Management Model for consulting companies in the electrical sector in Medellín, with a case study at HMV Ingenieros Ltda. Inefficient Measurement Units (DMU) were identified and their degree of inefficiency was quantified, providing key information on necessary improvements in inputs and outputs. This allows to classify findings, compare efficiency among selected DMUs and contribute to decision making and continuous improvement in the Innovation and Sustainability projects department of the company.

**Conclusions:** It is concluded that efficiency is part of the intellectual capital of any organization, and by proposing it as a reference in the model, it invites organizations to obtain a permanent analysis of the volume of resources spent to achieve the objectives.

**Originality:** In the innovation and sustainability models for the electricity sector there is no component that evaluates “efficiency” with the techniques proposed by the DEA. The study extends the automatic measurement of efficiency so that actions allow the optimal use of resources and benefit a lower cost of the different available resources.

Keywords: innovation, model, sustainability, data envelopment anality, efficiency, JEL Codes: O3, C670, M1, D22, L86.

## Highlights

- Se diseña un modelo de innovación y sostenibilidad denominado I-DEAS para empresas consultoras del sector eléctrico.
- La investigación de operaciones y una subárea de esta, conocida como «análisis envolvente de datos» (dea), contiene modelos de optimización matemática para hallar eficiencia.
- La eficiencia es una herramienta para el fortalecimiento en la toma de decisiones y en la evaluación contractiva de sus procesos.

## Highlights

- A model of innovation and sustainability called I-DEAS is designed for consulting companies in the electricity sector.
- Operations research and a sub-area of it, known as “Data Envelopment Analysis” (DEA), which contains mathematical optimization models to find efficiency.
- “Efficiency” as a tool for strengthening decision making and the contractive evaluation of its processes.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cambios organizacionales constantes en busca de una correcta manera de dirección se presentan como una necesidad de las compañías con el propósito de optimizar la administración, su desempeño y sus técnicas teniendo en cuenta las nuevas prácticas y formas de organización. Por este motivo ha sido primordial darle relevancia a la innovación, convertida en un pilar de las estrategias organizacionales (Sarwar et al., 2020); basados en lo anterior, se enmarca no solo la importancia de la innovación como fenómeno organizacional (De Larrea et al., 2021), sino también su división de acuerdo con la forma en que se da en la organización, siendo clave para la competitividad (Aristizábal Hernández et al., 2013).

El Manual de Oslo reconoce y amplía el concepto de innovación, e incluye las innovaciones tecnológicas (producto y proceso), al tiempo que resalta y delimita de manera precisa la concepción de las innovaciones no tecnológicas, tales como la innovación en la organización y la innovación en marketing, en la cual se ha establecido la categoría de la innovación organizacional, que abarca el impulso de la competitividad de las organizaciones: «Indudablemente, una de las formas de incorporar la innovación en la gestión empresarial es

reconocer la tecnología como una oportunidad para mejorar la competitividad de las empresas» (oecd, 2005).

El planteamiento del problema, que nos conlleva evaluar la eficiencia de las empresas consultoras del sector eléctrico de Medellín, parte de la necesidad de implementar una gestión de innovación orientada a los efectos de la eficiencia para mejorar su competitividad, teniendo en cuenta que la eficiencia implica el uso óptimo de recursos, lo cual es crucial en la gestión de la innovación. Innovar de manera eficiente significa maximizar el impacto de las nuevas ideas utilizando la menor cantidad de recursos posible. Una gestión de innovación eficiente permite que las ideas se desarrollen y se implementen más rápidamente. Esto es vital en mercados competitivos donde el tiempo de lanzamiento puede ser un factor decisivo. El problema de ineficiencia en los recursos innovadores se fundamenta en varios factores como lo indican algunos autores como González Millán y Álvarez Castañón (2019), Schneider (2019) y Besio et al. (2024), así:

### **Cambio organizacional constante**

Las empresas necesitan adaptarse a nuevas tecnologías para mantenerse competitivas; de igual forma deben concentrarse en los cambios en la demanda del consumidor, pues la competencia y las tendencias del mercado pueden forzar a las empresas a adaptarse para estar a la vanguardia con las nuevas leyes y regulaciones que pueden requerir ajustes en las operaciones y nuevas estrategias. Es necesario tener presentes aspectos de la cultura interna que puedan impulsar cambios para mejorar la eficiencia y la satisfacción de los empleados. La expansión a nuevos mercados o el crecimiento interno puede requerir reestructuraciones y ajustes organizacionales.

### **Relevancia de la innovación**

La innovación se ha convertido en una base fundamental de las estrategias organizacionales. La innovación no se limita a aspectos tecnológicos, es de importancia abordar tanto la innovación tecnológica (producto y proceso) como la innovación en la organización y el mercado.

### **Sostenibilidad como oportunidad**

La sostenibilidad se presenta como una oportunidad para mejorar la competitividad de las empresas consultoras; lo que conlleva establecer relaciones positivas con diversos grupos de interés y generar un impacto positivo en el entorno económico, social y medioambiental.

En cuanto a la carencia de actualización y renovación de los modelos de gestión de innovación, específicamente en Colombia

muchas empresas enfrentan desafíos. Esto se debe a que en algunos casos los procesos de innovación no están bien planificados ni gestionados estratégicamente, lo que lleva a una implementación informal y reactiva (Robayo Acuña, 2020). Las pequeñas y medianas empresas (pymes) a menudo carecen de los recursos necesarios para invertir en innovación continua (Anwar y Ali Shah, 2020; Kim et al., 2018). La gestión de la innovación requiere procesos claramente definidos y personal capacitado (Castillo-Apraiz y Matey de Antonio, 2020), lo cual no siempre está presente en todas las empresas. La falta de un sistema de vigilancia tecnológica que identifique y evalúe los avances críticos puede limitar la capacidad de las empresas para mantenerse competitivas (Sánchez Otero et al., 2023).

El componente *eficiencia* es uno de los componentes del modelo denominado I-DEAS, producto final del proyecto de grado de la Maestría en Gestión de la Innovación Tecnológica Cooperación y Desarrollo Regional titulado «Modelo de gestión de innovación sostenible en empresas consultoras del sector eléctrico de Medellín. Caso de estudio: HVM Ingenieros Ltda», la cual reposa en la base de datos del Instituto Tecnológico Metropolitano (itm) (Ochoa Restrepo., 2023). El elemento *eficiencia* fue seleccionado por su gran envergadura en los procesos de mejoramiento continuo y en el cumplimiento de estándares de calidad de cualquier organización.

Existe una relación bastante fuerte entre eficiencia y la calidad, especialmente en la gestión empresarial y la producción. La eficiencia orienta su concepto a hacer las cosas de la manera óptima y productiva, y al tener cumplimiento con los estándares de calidad implica que los productos o servicios cumplan con ciertos criterios predefinidos que aseguran su calidad. Estos estándares pueden ser establecidos por la empresa, la industria o por entidades reguladoras. La eficiencia y los estándares de calidad se integran cuando buscan en conjunto la optimización de sus recursos, la satisfacción de los clientes, la competitividad y sostenibilidad en la medida en que la eficiencia en el uso de recursos y el cumplimiento de estándares contribuyen a buenas prácticas operacionales, reduciendo el impacto de posibles riesgos y mejorando la responsabilidad social de la empresa. La calidad siempre busca lograr el mejor resultado posible. Cuando se crean condiciones de máximo acondicionamiento para alcanzar un fin y este se logra, los recursos puestos en función de este fin son considerados eficaces (Chen et al., 2021).

En los resultados que se presentan para este artículo se evalúa el componente de eficiencia aplicando una técnica propia del análisis envolvente de datos (dea), subárea del área de investigación de operaciones, la cual proporciona técnicas de análisis para hallar eficiencia. El dea es un modelo de programación lineal cuyo objetivo es evaluar los niveles de eficiencia de distintas unidades de gestión. Dicha medición se da a través de la utilización de múltiples entradas (*inputs*) y salidas (*outputs*) considerando diferentes unidades de

medida (dmu) (Velásquez Martínez, 2019). El dea se considera a su vez como una metodología que permite evaluar unidades homogéneas. La unidad de evaluación, que regularmente se conoce como una unidad de toma de decisiones, es la que transforma los *inputs* en *outputs* (Leal Paço y Cepeda Pérez, 2013).

Al dea también se le puede considerar como una técnica de evaluación de eficiencia aplicable en los contextos de organizaciones de todo tipo, como es el caso del sector eléctrico y el Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad de la empresa HMV. La función de la eficiencia en dea es evaluar cómo las empresas aprovechan de manera más eficientes los recursos disponibles. El dea, genera un conjunto de posibilidades que pueden basarse en el supuesto de los rendimientos constantes a escala o pueden asumir la hipótesis de los rendimientos variables a escala. La eficiencia busca obtener la máxima productividad y que la información obtenida no sea subjetiva y sea evaluada con argumentos sólidos para tomar decisiones. Conocer técnicas adecuadas es importante para aproximar el proceso a una realidad (Montoya-Quintero et al., 2022).

El texto presenta un marco teórico y referencial sobre modelos de innovación para el sector eléctrico, seguidamente se expone el proceso metodológico indicando cada paso y actividad necesaria para el cumplimiento del objetivo de evaluación del elemento *eficiencia*; luego, se presentan los resultados detallando la importancia del componente «Eficiencia del modelo I-DEAS» en los procesos de innovación en la empresa Ingenieros HMV Ltda.; por último se encuentra una discusión comparativa del valor generado en el proyecto con los modelos existentes y unas conclusiones sobre los objetivos y resultados obtenidos.

## 2. MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL

Se hizo un estudio minucioso frente a referentes bibliográficos de modelos ya existentes en el sector de innovación, sostenibilidad y el sector eléctrico, esto con el objetivo de analizar los modelos y seleccionar los elementos de mayor impacto, los cuales fueron usados en la adaptación del nuevo modelo I-DEA-S. Entre los modelos seleccionados se tienen los modelos de innovación: lineal, abierta, disruptiva, basada en el usuario, e innovación sostenible de procesos (Álvarez Aros y Bernal Torres, 2017). Estos modelos en específico involucran un proceso de transformación diferenciado por comprensión y evoluciones tecnológicas que busca pasar de mejores opciones e inversiones de negocios a desarrollos de capacidades internas, externas y económicas, además regulación específica para el sector eléctrico y los mecanismos de adaptación (ENEL, 2022; Barrios Meza, 2020; Lozano Barbosa, 2020; Franco Castro et al., 2017).

Respecto a la literatura, se encuentra en primer lugar a Cornejo Cañamares (2015), quien llevó a cabo sus estudios doctorales y extendió el conocimiento con su tesis sobre el enfoque en la innovación sostenible dentro de las empresas, dándole importancia al rendimiento innovador, con el objetivo de promover un desarrollo económico sólido y sostenible. En este estudio se parte de la premisa de que el nivel de compromiso de una empresa con la sostenibilidad está determinado principalmente por sus recursos y capacidades, la percepción que tiene la empresa sobre los problemas ambientales y su disposición para llevar a cabo innovaciones. Lo anterior implica un enfoque interdisciplinario que combina la perspectiva de los recursos y capacidades, la economía sostenible y los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (cts), promoviendo la colaboración entre estos campos teóricos. A través del análisis de regresión ordinal, se llegó a la conclusión de que ciertos recursos relacionados con el conocimiento desempeñan un papel fundamental en la promoción de la orientación sostenible de la innovación. Estos recursos de naturaleza tácita incluyen la capacitación del personal, acuerdos de colaboración a nivel nacional e internacional y la importancia de las fuentes de información externa. Además, se encontró que el desempeño innovador de las empresas desempeña un papel clave en la relación entre la inversión en I+D interna y las fuentes de información externa, y su impacto en la orientación sostenible del proceso de innovación (Cornejo Cañamares, 2015).

Estrada García (2009) desarrolló un modelo basado en el «Método Sistémico de Innovación Tecnológica para el Diseño del Prototipo de un Sistema Integral de Control de Energía Eléctrica (sicitsae)», el cual se fundamentó en el caso de estudio realizado a través del método de observación. En dicho trabajo se logró percibir el valioso aporte que se da desde una perspectiva centrada en los procesos, se exploraron diferentes modelos que pueden ser implementados y se propuso el diseño de una metodología sistémica. El investigador se enfrentó al desafío de proponer un modelo integral multidimensional de prototipo electro-electrónico llamado sicitsae, específicamente diseñado para abordar los problemas y las necesidades del municipio de Macuspana en el estado de Tabasco, desde dos enfoques adaptados al mejoramiento de la metodología Jenkis. El uso del método sistémico de innovación tecnológica, junto con las técnicas y herramientas propuestas, se plantea como una alternativa para abordar problemas técnicos y económicos y, a su vez, promover el crecimiento empresarial, social y educativo en respuesta a necesidades de infraestructura doméstica.

De Hoyos Benítez (2016) expuso un «Modelo de gestión de la innovación tecnológica para aumentar la competitividad de las ladrilleras del departamento de Sucre». El objetivo principal de este estudio fue desarrollar un modelo de gestión de la innovación tecnológica basado en un análisis de vigilancia tecnológica,

específicamente dirigido a las empresas ladrilleras en la región de Sucre. Este modelo tiene como propósito mejorar la competitividad de esta industria. Considerando que la gestión de modelos en las organizaciones representa una gran oportunidad para la innovación, el crecimiento y la obtención de resultados positivos, se mostró que es necesario contribuir a la investigación de la implementación de este modelo en las empresas ladrilleras; se presentaron diversos conceptos para enseñar y exponer cómo las herramientas utilizadas pueden dar lugar a una propuesta que resulta aplicable en una amplia gama de contextos relacionados con la ingeniería. El hecho de realizar esta investigación de carácter cualitativo reveló carencias y problemáticas que se utilizaron para generar ideas de cambio, tales como una nueva estructura organizacional, el establecimiento de técnicas y procesos y la mejor administración de la información; a través de esto, se creó un canal comunicativo para el uso de nuevas prácticas en la organización e intercambio de conocimientos entre los miembros de la empresa.

Un estudio desarrollado por Simonet (2014) mostró la importancia del *design thinking* y la innovación. Tomó como referente para sus estudios a la empresa Americana IDEO, porque es una de las firmas líderes de EEUU en el campo del diseño industrial durante las últimas tres décadas, permitiendo contribuciones importantes de la orientación de la empresa con el propósito de generar ideas que resulten en innovaciones de mercado que sean: deseables, técnicamente producibles y económicamente rentables.

Adicionalmente, Correa Cantillo (2013) adelantó la investigación «Modelo de caracterización de estrategias de innovación tecnológica en empresas universitarias de base tecnológica». La investigación se basó en el análisis teórico de los conceptos de empresa universitaria de base tecnológica, modelo de negocio y vigilancia tecnológica. El objetivo fue desarrollar un modelo de caracterización de estrategias de innovación tecnológica. Para ello, se analizaron los casos de DidacTIC, una empresa universitaria de base tecnológica enfocada en el desarrollo e innovación de aplicaciones tecnológicas, y otro caso de una empresa dedicada al mecanizado mediante mecanismos paralelos. El propósito era estandarizar la información, proporcionar seguridad, confianza y calidad, y respaldar la toma oportuna de decisiones.

Otro modelo es la Ruta de innovación y sostenibilidad empresarial (rise) para la implementación de factores de innovación y sostenibilidad en una entidad de control del departamento de Casanare. El objetivo es determinar el índice de madurez en los diversos factores incluidos en el modelo. Este proceso se desarrolla dentro de las dimensiones social, ambiental, gerencial y económica, encontrando que dicha empresa se encuentra en el nivel 3 de madurez con un promedio de 58.11 % con relación a los siguientes indicadores: reconocimiento, liderazgo y direccionamiento estratégico, producción sostenible, innovación, cultura organizacional, procesos colaborativos, nuevos mercados, tecnología e

indicadores financieros, exteriorizando fortalezas y riesgos. Los niveles de madurez de la matriz rise están marcados de 1 a 5 así: Nivel 1: Incipiente, Nivel 2: Supervivencia, Nivel 3: En desarrollo, Nivel 4: Destacado, Nivel 5: De talla mundial. Según el resultado, se considera importante implementar habilidades de mejora en procesos actuales ayudando a mejorar la innovación y sostenibilidad empresarial (Merino Moreno y Consuegra Ariza., 2022).

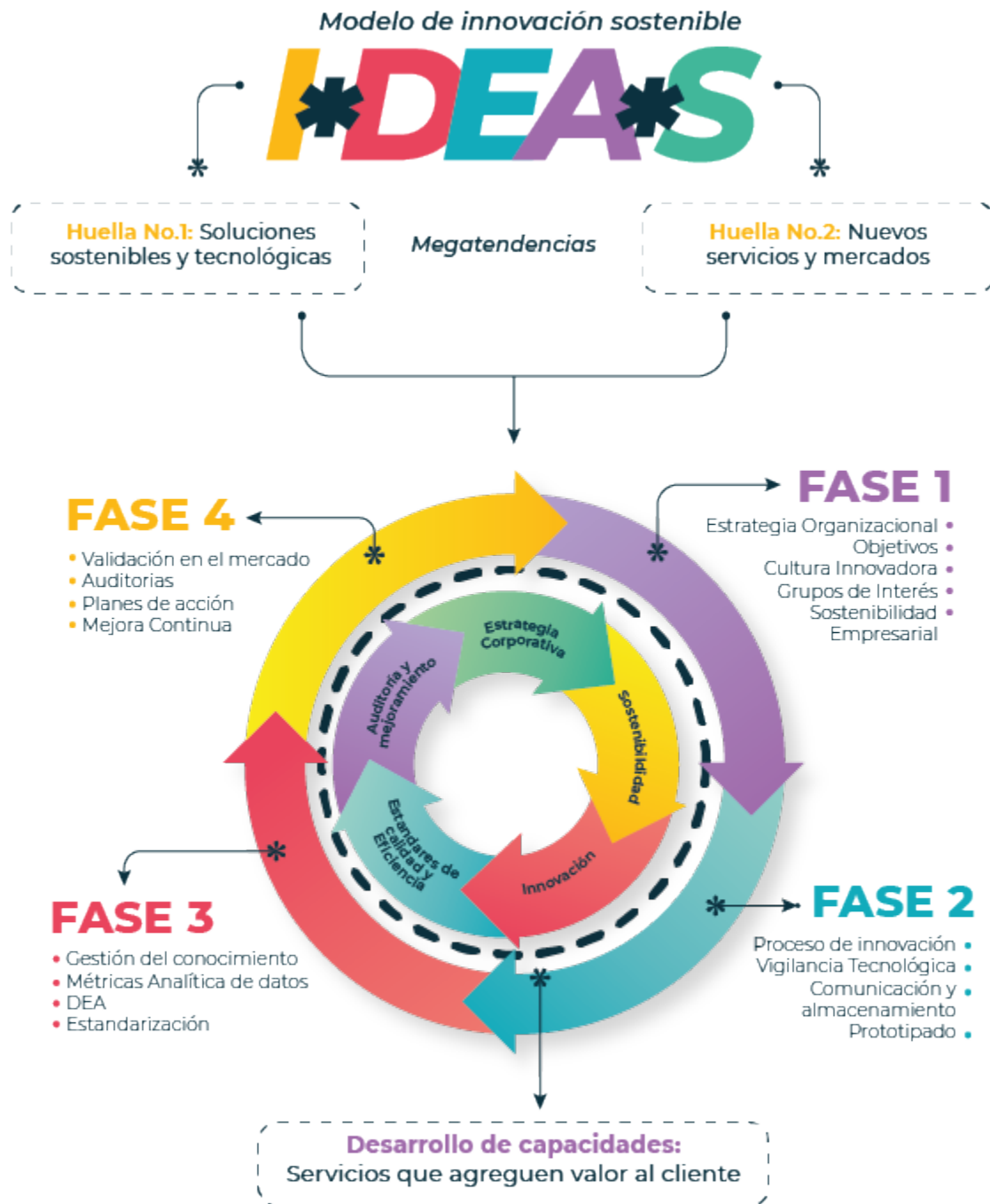
También el modelo Eco-innovación es mencionado en la propuesta dada por Merino Moreno y Consuegra Ariza (2022). Allí se destaca que el comportamiento innovador de las organizaciones se ha convertido en un requisito fundamental y relevante en la actualidad. Además, se aborda el tema de la eco-innovación desde una perspectiva centrada en la gestión del conocimiento, contribuyendo a los desafíos y metas estratégicas, con un enfoque innovador basado en el concepto *eco*. Se proporcionan soluciones dentro del marco de la economía circular, en la cual se desarrolla un esquema nombrado «Pirámide de la Eco-Innovación» que potencia el comportamiento innovador en las organizaciones y asegura valor agregado.

El análisis envolvente de datos (dea) posee modelos matemáticos que aplican técnicas no paramétricas utilizadas. El dea es una subárea del área de investigación de operaciones, encargada de medir la eficiencia y productividad de unidades de medida (dmu). Los precursores de esta área son Charnes, Cooper y Rhode. La técnica dea permite evaluar la eficiencia relativa de unidades de decisión en empresas, organizaciones, instituciones y otras. Los modelos de dea tradicionales identifican la eficiencia relativa de las unidades en comparación con sus pares, los modelos de supereficiencia van un paso más allá al identificar las mejores prácticas entre las unidades observadas (Shuai y Fan, 2020), La supereficiencia implica que una unidad no solo es eficiente en comparación con sus pares, sino que también es más eficiente que cualquier otra unidad dentro del conjunto de datos. Es decir, una unidad con supereficiencia es capaz de lograr el máximo rendimiento posible dado un conjunto de insumos (Chen et al., 2022). Los modelos de supereficiencia pueden ser útiles para identificar las mejores prácticas dentro de un conjunto de datos y proporcionar referencias para la mejora del rendimiento de las unidades menos eficientes. Estos modelos son particularmente valiosos en situaciones en las que se busca identificar y replicar estrategias efectivas para mejorar el rendimiento (Chen et al., 2021).

### 3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este estudio es de enfoque mixto, lo que implicó la combinación de elementos cualitativos y cuantitativos. Se aplica dicha metodología en dos fases (I-II). Se toma como población objetivo la organización denominada HMV Ingenieros Ltda., ubicada en la ciudad de Medellín, explícitamente el

Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad de dicha empresa. Se evalúa uno de los componentes del modelo de gestión de innovación sostenible en empresas consultoras del sector eléctrico denominado *eficiencia*. En la Figura 1 se puede observar el modelo y su componente a evaluar. El objetivo en este artículo es mostrar los resultados de evaluación y efectividad de este componente. El diseño del modelo I-DEAS tiene como propósito permitir observar la integración de todo el proceso estratégico de una organización con el objetivo de servir de guía en la gestión de innovación del sector eléctrico. En la Figura 1 se puede observar el modelo I-DEAS con el elemento *eficiencia* resaltado en la posición correspondiente (Ochoa Restrepo, 2023).



*Innovation · Data · Envelopment · Analysis · Sustainability*  
*Innovación · Análisis Envolvente de Datos · Sostenibilidad*

**Figura 1**

Modelo de innovación sostenible I-DEA-S.

Figure 1. I-DEA-S Sustainable Innovation Model.

Fuente: elaboración propia.

Las fases I-II de la metodología cumplen con las siguientes actividades para su desarrollo (ver Figura 2).

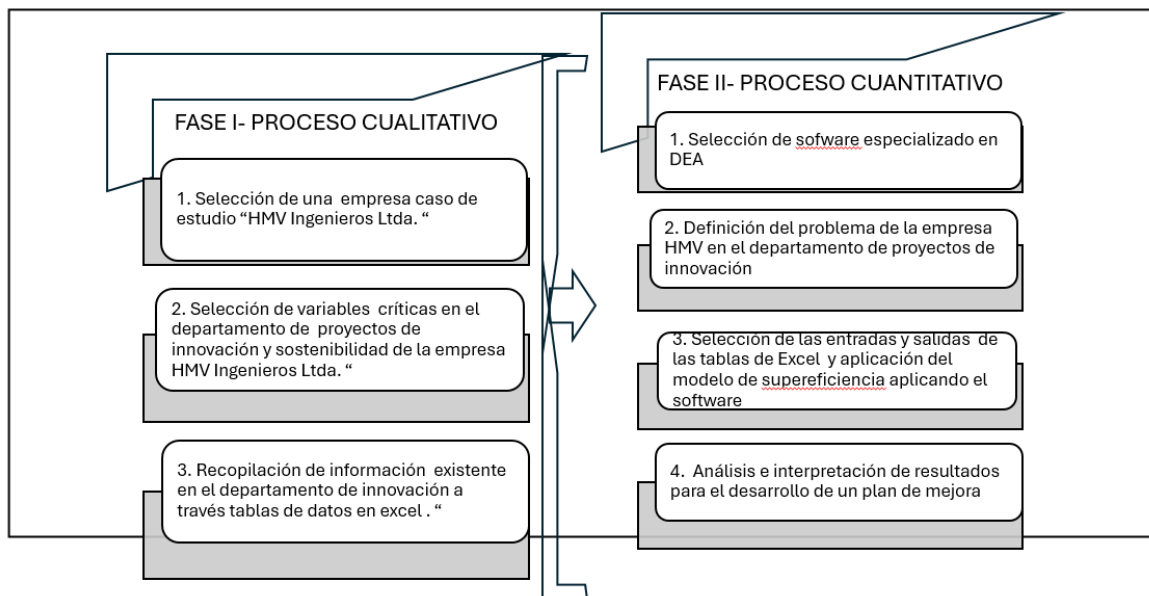


Figura 2

Metodología - proceso cualitativo y cuantitativo

Figure 2. Methodology - qualitative and quantitative process

Fuente: elaboración propia.

### Fase I. Proceso cualitativo

La empresa HVM Ingenieros Ltda. proporciona un informe de identificación y caracterización de variables que intervienen en el proceso de gestión de la innovación del Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad, el cual es el resultado de intervenciones de auditorías y procesos de planes que alertan el proceso de gestión que presentan inconsistencias en este departamento (ver Tablas 1-2-3-4).

En la Tabla 1 se crea el tipo de evidencia que aplica al hallazgo de auditoría, frente a la valoración de la suficiencia, la relevancia, la validez del sector de proyectos de innovación y sostenibilidad y sostenibilidad de la empresa HVM Ingenieros Ltda., donde se puede observar que se aplica la evidencia física y la evidencia testimonial, lo que identifica un puntaje de 50 sobre 100.

**Tabla 1**

Identificación del tipo de evidencia que aplica

Tipo de evidencia	Peso	Aplica	Peso hallazgo	Continuar con la valoración de la evidencia	Valor
Documental	50	No	0		
Física	30	Sí	30	Sí	50
Testimonial	20	Sí	20		

Table 1. Identification of the type of evidence that applies  
Fuente: adaptado de Montoya-Quintero et al. (2022).

En la Tabla 2 se mide la cantidad de la evidencia de la auditoría. El auditor entrevistó a 3 funcionarios de los 8 actores del sector de proyectos de innovación y sostenibilidad; el porcentaje de suficiencia fue del 20 %. Se valida la importancia del muestreo para la obtención de los resultados en la valoración de los hallazgos de una auditoría (los demás líderes no estuvieron presentes al momento de la auditoría por diferentes actividades extraordinarias de la empresa).

**Tabla 2**

Valoración de la suficiencia (cantidad de la evidencia)

Criterio cualitativo	Rangos para la valoración de la suficiencia					Valor de la suficiencia
	Nula	Baja	Media	Alta	Muy alta	
Cantidad de evidencia	0	1	2	3-5	6 o mas	
Porcentaje	0%	10%	50%	80%	100%	20
Aplica	No	Sí	No	No	No	
Calificación	0%	20%	0%	0%	0%	

Table 2. Assessment of sufficiency (amount of evidence)  
Fuente: adaptado de Montoya-Quintero et al. (2022).

En la Tabla 3 se evalúa la relevancia, es decir, la importancia del hallazgo en los indicadores de gestión de las variables seleccionadas como entrada y salida. El auditor determina la valoración cualitativa, y el grupo de trabajo asesor cuantifica y determina la cuantía dentro del rango establecido. Para el hallazgo analizado se establece la relevancia en un puntaje de 38.

**Tabla 3**

Valoración de la relevancia (impacto de la evidencia en el contexto de la auditoría)

Rangos para la valoración de la relevancia						Valoración de la relevancia
Criterio cualitativo	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	
En porcentaje	0%-15%	16%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%	
Valoración	No	No	No	Sí	No	38
Calificación	0%	0%	0%	80%	0%	

Table 3. Assessment of relevance (impact of the evidence within the context of the audit)

Fuente: adaptado de Montoya-Quintero et al. (2022).

En la Tabla 4 se estima la validez de la evidencia y se verifica si está dentro del alcance de la auditoría, es decir, si hace parte del de esta. La calificación es 70 si cumple o 0 si no cumple. Para el caso de análisis, se identifica que la evidencia está dentro del alcance de la auditoría; sin embargo, existe un plan de mejora para el alcance del objetivo total de la auditoría por eso su valoración es 100.

**Tabla 4**

Valoración de la validez (relación de la evidencia con el objetivo de la auditoría)

Rangos para la valoración de la validez			Valoración de la relevancia
Criterio cualitativo	Evidencia valida	Evidencia no valida	
En porcentaje	70%		
Valoración	Sí	0%	70
Calificación	70		

Table 4. Validity assessment (relationship of the evidence with the audit objective)

Fuente: adaptado de Montoya-Quintero et al. (2022).

En la metodología propuesta en esta investigación la suficiencia, relevancia y validez tienen el mismo valor por consiguiente se promedia la valoración de cada una de las variables (ver Tabla 5).

**Tabla 5**

Valoración de la evidencia de la auditoría

Valoración de la evidencia en el hallazgo de auditoría			
Suficiencia	Relevancia	Validez	Promedio
20	38	70	42

Table 5. Assessment of audit evidence

Fuente: adaptado de Montoya-Quintero et al. (2022).

Entre los hallazgos e informes, en el Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad de HMV: los objetivos de los proyectos son considerados poco claros, con poca coherencia en el alcance; en algún momento se entran en discusiones con expectativas poco realistas, recursos limitados, mala comunicación, retrasos en el cronograma, entre otros. Lo anterior les ha mostrado una afectación en el desarrollo de innovación y en la sostenibilidad en el producto, el proceso y la organización en general. Dicha problemática nos permite evaluar la eficiencia del sector.

El Departamento de proyectos de la empresa HMV Ingenieros Ltda, de acuerdo con los hallazgos obtenidos, ejecuta un plan de mejora con estrategias de identificación de unidades de decisión en los proyectos de innovación y sostenibilidad, para lo cual hacen una caracterización de los proyectos más críticos, como se indica en la Tabla 6 y 7.

**Tabla 6**

Unidades de medidas en procesos de innovación

Estrategia	Capacidad tecnológica	Nuevos productos y servicios
Cultura innovadora	Gestión del conocimiento	Resultados
Condiciones del entorno	Implementación de prácticas empresariales responsables	Mejora de la eficiencia energética
Inteligencia competitiva	Sostenibilidad	Capital humano
Patentes	Colaboración	Capacidad tecnológica
Gasto en I+D:	Vigilancia tecnológica	Gestión del conocimiento
Ejecución de la innovación	Financiación de la innovación	Implementación de prácticas empresariales responsables
Difusión y redes	Mejora de la eficiencia energética	

Table 6. Units of Measurements in Innovation processes

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 7**

Unidades de medidas en procesos de sostenibilidad

<b>Unidades de medidas en procesos de sostenibilidad</b>	
Tipo de innovación	Fuente de innovación
Grado de novedad	Proceso de innovación
Fuente de innovación	Impacto ambiental
Proceso de innovación	Impacto social
Impacto ambiental	Viabilidad económica
Tipo de innovación	Colaboración y diálogo
Grado de novedad	Asuntos relevantes

Table 7. Units of Measurements in sustainability processes

Fuente: elaboración propia.

Una vez se observan las unidades de medida de los proyectos de innovación y sostenibilidad se seleccionaron las variables de entrada y salida, que representan los recursos utilizados (I. para los *inputs*) y los resultados obtenidos (O. para los *outputs*) de los proyectos (ver Tabla 8).

**Tabla 8**

Interrelación entre las variables de entrada y salida

Ítem	Clasificación de las variables de entrada y salida	Variables	Designación
1	Input	I.Iproducto	Valor ponderado al que apunta- desarrollo de innovación de producto
2	Input	I.Iproceso	Valor ponderado al que apunta- desarrollo de innovación de proceso
3	Input	I.Iorganizacional	Valor ponderado al que apunta - desarrollo de innovación organizacional
4	Input	I.Itransforma	Valor ponderado al que apunta desarrollo - innovación transformativa
5	Input	I.Ideas_Recibidas	Cantidad de ideas recibidas
6	Input	I.C_Colaboradores	Cantidad de colaboradores involucrados
7	Input	I.Cantidad_Foco_Sost	Cantidad de focos de sostenibilidad que apuntan
8	Input	I.Ideas_Eje	Cantidad de Ideas evaluadas y que comenzaron proceso de ejecución
9	Input	I.Proyectos_ob	Cantidad de Proyectos obtenidos y en desarrollo.
10	Output	O.Impacto	Se espera la valoración de Impactos obtenido en la ejecución de ideas e implementación de proyectos.

Table 8. Interrelationship between input and output variables

Fuente: elaboración propia.

## Fase 2. Proceso cuantitativo

Se emplea para la medición de las variables, los métodos propuestos por el análisis envolvente de datos (dea). Se aplica un software de propiedad intelectual de Montoya et al. (2023), denominado dea 4.0., el cual contiene sistematizado el modelo SECCR-I perteneciente al área dea. Este se enfoca en mejorar la discriminación entre las dmueficientes, en lugar de identificar cuáles son ineficientes; este modelo clasifica las unidades eficientes en orden de supereficiencia, permitiendo una evaluación detallada de cada caso.

En primer lugar, se preparan los datos obtenidos en unidades de medidas, y se categorizan con un valor, para lo cual se aplicó la categorización de componentes de cada proyecto de innovación y

sostenibilidad así: Productos(Pt), Procesos (Pc), Aportes a la Organización(Or), Transformación(Tr), Ideas Recibidas (IR), Cantidad de Colaboradores (Cb), Cantidad\_Foco\_Sostenibilidad (Fs), Ideas Ejecutadas(Ie), Proyectos Objetivo(Po,) Impacto(Im). Esta categorización de componentes se origina del grado de interés e importancia considerada por el Departamento de proyectos H MV Ingenieros Ltda., en escala de 1 a 100, de acuerdo con una valoración interna de los hallazgos obtenidos en las auditorias, tal como se indica en la Tabla 9.

**Tabla 9**

Categorización de componentes y valores para las DMU

DMU	Pt	Pc	Or	Tr	Ir	Cb	fs	Ie	Po	Im
VP ingeniería energía y soluciones tecnológicas	5	1	3	5	4	6	3	2	1	4
Área mecánica generación de energía	2	3	2	4	9	13	4	6	2	2
Diferentes áreas corporativas	1	1	2	1	7	9	5	4	1	4
Gestión del conocimiento	2	2	2	2	16	7	3	8	2	4
Dirección aguas, saneamiento y ambiental	1	1	1	1	5	10	7	4	1	2
Unidad de gestión protecciones Gerencia y Unidades de Gestión SBCI	5	5	4	5	5	30	3	2	1	3
Comunicaciones estratégicas	4	3	4	4	5	4	8	4	1	3
Dirección de compras y logística	4	3	3	1	27	14	3	19	10	2
Ofertas ingeniería	5	4	4	5	7	8	3	2	0	1

Table 9. Interrelationship between input and output variables

Fuente: elaboración propia.

#### 4. RESULTADOS

De las dm u y los componentes categorizados se realiza la clasificación de las entradas y salidas para la evaluación del elemento eficiencia con el modelo SECCR-I (Super-Efficiency Cross-Efficiency Ranking con Inputs), que es una extensión del análisis envolvente de datos (dea), conocido como supereficiencia. Este modelo permite hallar la eficiencia de las unidades de análisis, busca la eficiencia comparada con las unidades estudiadas. Compara las variables de entrada y salida de las unidades en estudio. El dea organiza según el desempeño en cada dm u la eficiencia con relación al desempeño de todas las dm u. A continuación, se puede observar la función matemática del modelo, que se encuentra sistematizado en el software dea 4.0 (Montoya et al., 2023) (ver ecuaciones 1, 2, 3 y 4)

Tiene como función objetivo.

Restricciones:

$$\text{Minimize } Z = \theta \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq y_o \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_j \leq \theta x_o \quad (3)$$

Variables de decisión:

$$\lambda, \theta \geq 0; j \neq 0 \quad (4)$$

Una vez se corren los datos ya clasificados en dea 4.0 podemos observar que el modelo matemático busca las unidades de medida más eficientes entre los grupos de interés para validar los mejores. Con los resultados obtenidos se clasifican los resultados en orden de importancia. La eficiencia de cada unidad de medida (dmu) evaluada se expresa en un rango de valores de 0 a 1; este valor es asignado por el software, evidenciando que para el caso de estudio solo 4 cumplieron los criterios designados para ser halladas eficientes. Se comprueba que el área de Ofertas de ingeniería es la de menor evaluación, seguida por la Dirección de compras y logística, las cuales deben ser foco de mejora para el proceso de incorporación de estrategias del Departamento de proyectos innovación y sostenibilidad, tal cual se puede observar en las Figuras 3 y 4.

Número	DMUs	Eficiencia	Eficiente	Orden
1	VP ingeniería energía y soluciones tecnológicas	1	SI	1
2	Área mecánica generación de energía	0.5245098		9
3	Diferentes áreas corporativas	1	SI	1
4	Gestión del conocimiento	1	SI	1
5	Dirección aguas, saneamiento y ambiental	0.97115384		6
6	Unidad de gestión protecciones	0.75		7
7	Gerencia y Unidades de Gestión SBCI	1	SI	1
8	Comunicaciones estratégicas	0.99999999		5
9	Dirección de compras y logística	0.7		8
10	Ofertas ingeniería	0.5		10

**Figura 3**

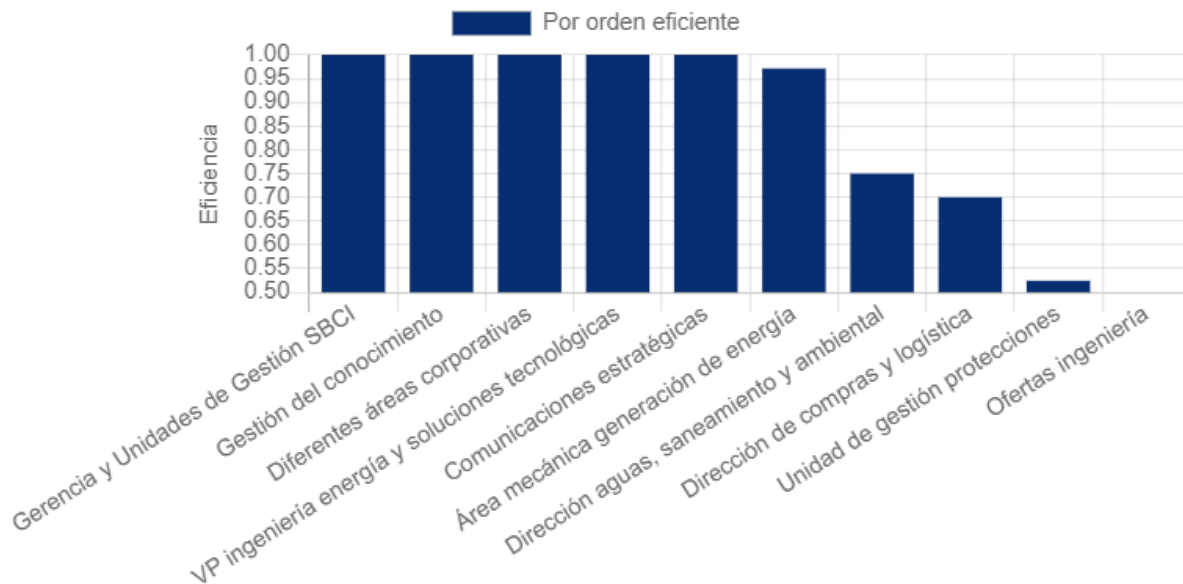
Resultados de eficiencia mediciones en dea 4.0

Figure 3. Efficiency results measurements in dea 4.0

Fuente: Montoya et al. (2023), Software dea 4.0.

El orden de eficiencia es calculado por evidencia como las unidades de gestión. Está situada de mayor a menor, permitiendo identificar los focos de trabajo a tratar y mejorar en la organización, y dando partida al desarrollo de nuevos métodos y formas de desempeño para las áreas halladas como ineficientes.

En la Figura 4 se ve claramente a cuáles se les debe hacer seguimiento y mejora en cuanto a ideas de innovación y procesos de sostenibilidad. Se muestran en la figura los resultados de evaluación en hallazgos por el total de unidades de gestión, respecto a procesos de innovación.



### Figura 4

Resultados de eficiencia mediciones en dea 4.0

Figure 4. Efficiency results measurements in dea 4.0

Fuente: Montoya et al. (2023), Software dea 4.0.

La empresa eléctrica HVM vigila el mejoramiento continuo de sus proyectos y genera un alerta por las transformaciones útiles y eficientes que midan un impacto en nuevas estrategias y recursos, valorando las herramientas tecnológicas que precisen y orienten sus procesos. Por dicha razón, el componente de eficiencia en el modelo I-DEAS fue considerado por los actores de la HVM como un componente muy acertado para evaluar variables e indicadores que permitan tomar decisiones a pronto y largo plazo con miras al mejoramiento continuo de la empresa. También concluyen que es una herramienta que les permitió en su ejercicio comparar, medir y evaluar la situación actual del Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad.

Con los resultados obtenidos en el software dea, y el Modelo seccr-i, la empresa HVM concluye que es una herramienta que evalúa y mejora las metodologías tradicionales para hallar la eficiencia de las dmú seleccionadas, las cuales proporcionaron una visión detallada de las ineficiencias, ofreciendo un marco para la mejora continua mediante la adopción de mejores prácticas y el ajuste de la escala de operación que se lleva en el Departamento de proyectos de HVM.

Los resultados del modelo seccr-i permitieron identificar las dmú que no son eficientes y cuantificar el grado de ineficiencia, proporcionando una medida de cuánto deben mejorar sus inputs u outputs para alcanzar la eficiencia. Las dmú ineficientes pueden compararse con las dmú eficientes que forman la frontera, esto ayudaría a identificar las mejores prácticas. El modelo permite

descomponer la eficiencia total en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala, lo cual fue de utilidad para entender si las ineficiencias se deben a problemas operativos internos para el Departamento de innovación y sostenibilidad de HVM.

La empresa HVM identificó a través de la evaluación del componente eficiencia que en el Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad existen 6 áreas específicas que tienen un cumplimiento en la gestión de sus proyectos de forma eficiente, evaluado en 1 (máximo valor ponderado), y 4 áreas de proyectos menor que 1 (mínimo valor ponderado 0-0.99), como se observa en la Figura 3 y 4., lo que significa que las que tienen 1 son eficientes y las que tienen menos de 1 son menos eficientes. De las comparaciones anteriores, se proporcionó a los líderes del Departamento de proyectos una información estadística que los llevó a la intervención de cada uno de estos tipos de proyectos para validar su *benchmarking* interno, encontrando que los tipos de proyectos más eficientes contaban con mayores recursos humanos (personal mayor capacitado), recursos financieros (el 80 % de los recursos han sido comprometidos por las 6 áreas de proyectos evaluadas con 1), recursos materiales (el 80 % de insumos y productos comprados por requerimiento para la ejecución de los proyectos fue por las 6 unidades evaluadas en 1), recursos tecnológicos y de información (a pesar de tener igualdad de uso de estos beneficios por todos los tipos de proyectos, los líderes de estos identificaron que la unidad menos eficiente según orden jerárquico —Figura 3 y 4— es Ofertas de ingeniería, que no presentaban una planeación detallada en el uso de sus recursos y tampoco estaban haciendo un monitoreo del progreso de cada uno de sus proyectos). Se identificó a su vez en orden descendente de mayor a menor que otras áreas ineficientes fueron Dirección de aguas y saneamiento ambiental, Dirección de compras y logística y la Unidad de gestión y protección, las cuales no cumplían con una comunicación asertiva entre los ejecutores del proyecto, presentándose discusiones poco recursivas.

A través de la evaluación de eficiencia se obtuvo la identificación del uso de los recursos dentro del Departamento de proyectos, que permitió la comparación con cada uno de estos, evidenciando la necesidad de estrategias para optimizar recursos y así nivelar los tipos de proyectos menos eficientes. HVM pudo reconocer qué proyectos y procesos necesitaban ajustes para una mejor asignación de recursos, sugiriendo mejoras que redujeron el impacto y fueron identificadas en el Departamento de innovación y sostenibilidad.

## 5. DISCUSIÓN

El modelo I-DEAS está justificado para la gestión de la innovación sostenible en empresas consultoras del sector eléctrico de Medellín, porque en la ciudad existen pocas empresas dedicadas a este servicio, y

no todas cuentan con un modelo de gestión, además cada una de ellas tiene sus particularidades que se desvirtúan de los modelos existentes para abordar mejor sus retos y desafíos de acuerdo con su misión y visión organizacional. Al diseñar el modelo I-DEAS se realizaron estudios que permitieron involucrar tendencias tecnológicas en busca de mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos de innovación a través del componente de eficiencia fundamentado en la optimización de procesos por el análisis envolvente de datos (dea), que permite la medición automática para que las acciones admitan el uso óptimo de los recursos y, por tanto, beneficien los diferentes componentes de un modelo de gestión para cualquier sector organizacional.

Se percibe de los estudios realizados y los modelos existentes en literatura, que no son lo suficientemente flexibles o personalizados para todas las empresas por el rigor en cada enfoque en particular, lo que no permite ajustes fáciles a diferentes contextos o necesidades determinadas de las organizaciones. De otro modo, la falta de esta personalización en estos modelos puede deberse a que están diseñados para ser aplicables a un amplio rango de industrias y situaciones, lo que puede disolver su efectividad en contextos específicos (Benavides-Sánchez et al., 2022; Alvarado López 2018).

Si bien existen varios modelos de innovación, es bien marcada su diferencia y contraste. Se observan en la literatura modelos de innovación disruptiva: estos son enfocados en la creación de nuevos mercados y pueden no ser fácilmente aplicables a empresas que buscan mejorar sus procesos internos sin cambiar radicalmente su mercado. Otro tipo de modelos son los de innovación sostenible, los cuales se centran en mejorar los ya existentes con un enfoque en la sostenibilidad. Ninguno de estos enfoques contiene una orientación tecnológica basada en el análisis envolvente de datos con herramientas tecnológicas para hallar la eficiencia en su seguimiento como el modelo I-DEAS.

Uno de los modelos de Clayton Christensen es el denominado *innovación disruptiva*, que se enfoca en crear nuevos mercados y desplazar a los líderes existentes, mientras que el modelo de innovación sostenible de Richard Adams propone cambios intencionales en productos, servicios o procesos para generar beneficios sociales y ambientales a largo plazo (Christensen et al., 2015). Por su parte, el modelo de innovación sostenible de Milthon Lujan Monja se encarga de la creación de soluciones que satisfagan las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras (Korsgaard Andersen et al., 2022). El Modelo holístico de Afeltra integra objetivos económicos, sociales y ambientales para lograr una situación de «ganar-ganar-ganar», buscando un equilibrio entre múltiples objetivos (Afeltra et al., 2023). Otros modelos pueden enfocarse más en un solo componente, como la viabilidad económica o la responsabilidad social.

El modelo I-DEAS busca integrar enfoques tanto de la innovación disruptiva como la sostenible, a través de cada elemento que lo compone, teniendo como objetivo el cumplimiento de su veracidad con el elemento *eficiencia*.

## 6. CONCLUSIONES

El componente *eficiencia* representa un enfoque dinámico y prospectivo, que explora diferentes escenarios para el reconocimiento de nuevos patrones. Este elemento es recomendable para ser analizado por las diferentes organizaciones que buscan hallar eficiencia en sus procesos. De igual forma es de interés implementarlo en sus modelos de procesos y gestión para apoyarse con técnicas innovadoras que permitan encontrar un derrotero para la actualización tecnológica.

La tecnología del elemento eficiencia presentó agilidad de resultado con respecto a los procesos tradicionales de HVM. El elemento eficiencia en el caso de estudio resalta la importancia de fortalecer las capacidades en el Departamento de proyectos de innovación y sostenibilidad de HVM, lo cual muestra la necesidad de adaptarse a los cambios mediante diferentes tipos de innovación, según sus necesidades. Permitir la integridad de los procesos propuestos en nuevos modelos fortalece la capacidad de las organizaciones para diseñar estrategias efectivas y responder al rápido ritmo de las transformaciones y actualizaciones en que deben incurrir con los medios tecnológicos.

Como una posible dirección de investigación futura, se sugiere validar el componente *eficiencia* en otros departamentos y organizaciones del sector eléctrico, para medir la influencia de las variables que facilitan la adopción de la innovación. Además, se recomienda medir el impacto de los diferentes tipos de innovación en los resultados empresariales, centrándose en los aspectos materiales específicos de cada organización. Al contar con unidades de medida más eficientes, se pueden desarrollar estrategias que sirvan como referentes para impulsar la capacidad de análisis, fomentando a la generación de nuevas ideas y la resolución de problemáticas en un entorno.

## REFERENCIAS

- Afeltra, G., Alerasoul, S. A., y Strozzi, F. (2023). The evolution of sustainable innovation: from the past to the future. *European Journal of Innovation Management*, 26(2), 386-421. <https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2021-0113>
- Álvarez Aros, E. L., y Bernal Torres, C. A. (2017). Modelo de Innovación Abierta: Énfasis en el Potencial Humano. *Información Tecnológica*, 28(1), 65-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000100007>
- Alvarado López, R. A. (2018). Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 7(13). <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a7n13.299>
- Anwar, M., y Ali Shah, S. Z. (2020). Managerial networking and business model innovation: Empirical study of new ventures in an emerging economy. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 32(3), 265-286. <https://doi.org/10.1080/08276331.2018.1490509>
- Aristizábal Hernández, G. A., Arango Serna, M. D., y Restrepo Baena, O. J. (2013). Sostenibilidad Corporativa Y Capacidades De Innovación: Una Aproximación Al Aprovechamiento De Los Recursos Naturales. *Boletín de Ciencias de La Tierra*, 32, 5-14. <http://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/29412/43369>
- Barrios Meza, F. J. (2020). *Modelo de gestión de innovación para las empresas colombianas: aplicación piloto en los departamentos de Boyacá y Santander (Colombia) con base en un instrumento de diagnóstico y recomendación de estrategias empresariales* [tesis de maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Repositorio Institucional UNAB. <http://hdl.handle.net/20.500.12749/13290>
- Benavides-Sánchez, E. P., Moya-Clemente, I., y Ribes-Giner, G. (2022). Emprendimiento Sostenible y Objetivos de Desarrollo Sostenible: un análisis bibliométrico. *Tec Empresarial*, 16(1), 101-122. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-33592022000100101](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-33592022000100101)
- Besio, C., Jöstingmeier, M., y Posner, C. (2024). Digital transformation and organizational restlessness. *Frontiers in Sociology*, 9, 1430384. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2024.1430384>
- Castillo-Apr aiz, J., y Matey de Antonio, J. (2020). The mediating role of personnel training between innovation and performance: Evidence from the German pharmaceutical industry. *Cuadernos de Gestión*, 20(3), 41-52. <https://doi.org/10.5295/cdg.180990jc>
- Chen, C., Liu, H., Tang, L., y Ren, J. (2021). A range adjusted measure of super-efficiency in integer-valued data envelopment analysis with

undesirable outputs. *Journal of Systems Science and Information*, 9(4), 378-398. <https://doi.org/10.21078/JSSI-2021-378-21>

- Chen, Z., Zhu, W., Feng, H., y Luo, H. (2022). Changes in corporate social responsibility efficiency in chinese food industry brought by COVID-19 pandemic—a study with the super-efficiency DEA-malmquist-tobit model. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.875030>
- Christensen, C. M., Raynor, M. E., y McDonald, R. (2015). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press.
- Cornejo Cañamares, M. (2015). *La orientación sostenible de la innovación en las empresas españolas. La relevancia del desempeño innovador* [tesis de maestría, Universidad de Salamanca]. Repositorio documental Gredos. <https://doi.org/10.14201/gredos.128114>
- Correa Cantillo, Z. (2013). *Modelo de caracterización de estrategias de innovación tecnológica en empresas universitarias de base tecnológica. Un estudio de caso* [tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Repositorio UTB. <https://hdl.handle.net/20.500.12585/1071>
- De Hoyos Benítez, S. M. (2016). *Propuesta de modelo de gestión de la innovación tecnológica para aumentar la competitividad de las ladrilleras del departamento de Sucre* [tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Repositorio UTB. <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/1150#page=1>
- De Larrea, G. L., Altin, M., Koseoglu, M. A., y Okumus, F. (2021). An integrative systematic review of innovation research in hospitality and tourism. *Tourism Management Perspectives*, 37, 100789. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2021.100789>
- ENEL. (2022). *Open Innovability*®. <https://www.enel.com/es/nuestra-compania/nuestro-compromiso/open-innovability>
- Estrada García, M. (2009). *Método Sistémico de Innovación Tecnológica para el Diseño del Prototipo de un Sistema Integral de Control de Energía Eléctrica (SICITSAE)* [tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio IPN.
- Franco Castro, A., Zарtha Sossa, J. W., y Solleiro, J. (2017). Propuesta de modelo de gestión de innovación para una empresa de ventas al consumidor final. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(1), 75-89. <https://www.redalyc.org/journal/695/69559148008/>
- González Millán, J. J., y Álvarez Castañón, L. (2019). Gestión de Conocimiento e Innovación Abierta: hacia la conformación de un modelo teórico relacional. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88), 1199-1222. <https://doi.org/10.37960/revista.v24i88.30173>

- Kim, M. K., Park, J. H., y Paik, J. H. (2018). Factors influencing innovation capability of small and medium-sized enterprises in Korean manufacturing sector: Facilitators, barriers and moderators. *International Journal of Technology Management*, 76(3-4), 214-235. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2018.091286>
- Korsgaard Andersen, T. C., Aagaard, A., y Magnusson, M. (2022). Exploring business model innovation in SMEs in a digital context: Organizing search behaviours, experimentation and decision-making. *Creativity and Innovation Management*, 31(1), 19-34. <https://doi.org/10.1111/caim.12474>
- Leal Paço, C., y Cepeda Pérez, J. M. (2013). El uso de la metodología DEA (Data Envelopment Analysis) para la evaluación del impacto de las TIC en la productividad del sector hotelero. *Via Tourism Review*, 3. <https://doi.org/10.4000/viatourism.996>
- Lozano Barbosa, M. C. (2020). *Propuesta modelo de gestión de la innovación para la empresa Ingenio y Consultoría S.A.S* [tesis de maestría, Universidad Externado de Colombia]. Ddigital Externado. <https://doi.org/10.57998/bdigital.handle.001.4005>
- Merino Moreno, C., y Consuegra Ariza, I. (2022). Eco-innovación: Una aproximación desde la gestión del conocimiento. *Desarrollo Gerencial*, 14(2), 1-19. <https://doi.org/10.17081/dege.14.2.6092>
- Montoya-Quintero, D. M., Larrea-Serna, O. L., y Jiménez Builes, J. A. (2022). Evaluation of the Efficiency of Regional Airports Using Data Envelopment Analysis. *Informatics*, 9(4), 90. <https://doi.org/10.3390/informatics9040090>
- Montoya, D. M., Larrea, O., y Arias, E. (2023). Data Envelopment Analysis (DEA) in Industry 4.0. *2023 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET)*, <https://doi.org/10.1109/ICECET58911.2023.10389493>
- Ochoa Restrepo, C. C. (2023). *Modelo de gestión de innovación sostenible en empresas consultoras del sector eléctrico de Medellín. Caso de estudio: HMV Ingenieros Ltda.* [tesis de maestría, Instituto Tecnológico Metropolitano]. Repositorio ITM. <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/6261>
- OECD. (2005). *Oslo Manual Guidelines for collecting and interpreting innovation data* (3a. ed.). <https://edz.bib.uni-mannheim.de/www-edz/pdf/eurostat/05/OSLO-EN.pdf>
- Robayo Acuña, P. V. (2020). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación para el sector gráfico colombiano. *Suma de Negocios*, 7(16), 125-140. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.007>

- Sánchez Otero, M., Cervantes Atia, V., y Peralta Miranda, P. (2023). Gestión de la innovación en pequeñas y medianas empresas de Barranquilla – Colombia. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 22(2), 78-91. <https://www.redalyc.org/journal/280/28049145007/html/>
- Sarwar, A., Imran, M. K., Anjum, Z. U. Z., y Zahid, U. (2020). How innovative climate leads to project success: the moderating role of gender and work culture. *Innovation & Management Review*, 17(4), 413-430. <https://doi.org/10.1108/INMR-08-2019-0096>
- Schneider, H. (2019). *Guía para integrar la sostenibilidad en las empresas*. Programa Centroamérica Resiliente (ResCA). <https://www.slideshare.net/slideshow/res-ca-guasustentabilidadempresasfinal/251035727>
- Shuai, S., y Fan, Z. (2020). Modeling the role of environmental regulations in regional green economy efficiency of China: Empirical evidence from super efficiency DEA-Tobit model. *Journal of Environmental Management*, 261, 110227. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110227>
- Simonet, G. (2014). *Modelos para la Innovación, el caso IDEO* [tesis de maestría, Universidad Católica Del Uruguay]. [http://j.mp/MBA\\_Tesis\\_IDEO\\_DesighThinking](http://j.mp/MBA_Tesis_IDEO_DesighThinking)
- Velásquez Martínez, J. L. (2019). *Aplicación de la metodología DEA para el estudio del desempeño de futbolistas de La Liga* [tesis de pregrado, Universidad de Sevilla]. Idus US. <https://hdl.handle.net/11441/100993>

## Notas

-

### CONFLICTOS DE INTERÉS

Todos los autores declararan explícitamente que no se presentan posibles conflictos de interés, de ningún tipo, ni financiero, ni profesional ni personal, que pueda influir de forma inapropiada en los resultados obtenidos a las interpretaciones propuestas.

-

### CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Cada uno de los autores ha hecho un aporte significativo en este artículo, tanto en el diseño del modelo como en la validación de los resultados en un caso de estudio específico. De igual forma, todos han participado en el diseño y desarrollo de la investigación, y en la redacción y revisión final de este manuscrito. Todos han realizado una contribución sustancial tanto a la investigación como al manuscrito, no existe la autoría por cortesía en este caso. Se puede asumir que el autor de correspondencia, además de realizar una

contribución sustancial, garantiza y avala que las declaraciones de autoría se ajustan a la realidad.

### Información adicional

*Cómo citar / How to cite:* Ochoa Restrepo, C. C., Montoya Quintero, D. M., y Larrea Serna, O. L. (2025). Evaluación del componente de un modelo de innovación para una empresa consultora del sector eléctrico aplicando técnicas de optimización de procesos. *Revista CEA*, 11(25), e3115. <https://doi.org/10.22430/24223182.3115>

### Información adicional

*redalyc-journal-id:* 6381



**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638181651010>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante  
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la  
academia

Cristian Camilo Ochoa Restrepo,  
Diana María Montoya Quintero, Olga Lucía Larrea Serna  
**Evaluación del componente de un modelo de innovación  
para una empresa consultora del sector eléctrico  
aplicando técnicas de optimización de procesos**  
**Evaluation of the Component of an Innovation Model for  
a Consulting Company in the Electrical Sector Applying  
Process Optimization Techniques**

*Revista CEA*  
vol. 11, núm. 25, e3115, 2025  
Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia  
[revistacea@itm.edu.co](mailto:revistacea@itm.edu.co)

**ISSN:** 2390-0725  
**ISSN-E:** 2422-3182

**DOI:** <https://doi.org/10.22430/24223182.3115>



**CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE**

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-  
CompartirIgual 4.0 Internacional.**