

**Impacto de las tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios en la industria de hidrocarburos  
en Colombia**

Jenny Catherine Castillo Castiblanco

Asesor

Harold David Machado González

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Especialización en Gerencia Logística en Procesos en Redes de Valor

2025

## Resumen

Este trabajo de investigación se centra en analizar el impacto de las tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios dentro de la industria de hidrocarburos en Colombia. A través de una investigación de la literatura existente y un marco teórico detallado, se han identificado los conceptos clave y las relaciones entre la adopción de tecnologías desarrolladas y efectividad en el manejo de inventarios. La investigación aborda la problemática de la implementación de tecnologías 4.0, destacando la necesidad de evaluar cómo estas tecnologías influyen en la precisión, reducción de costos y aumento de la productividad en la gestión de inventarios. La metodología del estudio incluye el diseño de una encuesta dirigida a una empresa de hidrocarburos con 150 empleados, con el objetivo de recopilar datos cuantitativos sobre la percepción y el impacto de las tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios. Los resultados de esta investigación contribuirán tanto a la literatura académica como a la práctica empresarial, proporcionando recomendaciones valiosas para la adopción efectiva de tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios en la industria de hidrocarburos colombiana.

***Palabras clave:*** Industria 4.0, gestión de inventarios, petróleo y gas, Colombia.

### **Abstract**

This research focuses on analyzing the impact of 4.0 technologies on inventory management within the oil and gas industry in Colombia. Through a comprehensive literature review and a detailed theoretical framework, key concepts and relationships between the adoption of advanced technologies and the efficiency and effectiveness in inventory management have been identified. The study addresses the issue of implementing 4.0 technologies, highlighting the need to assess how these technologies influence accuracy, cost reduction, and productivity improvement in inventory management. The methodology of the study includes designing a survey aimed at an oil and gas company with 150 employees, with the objective of collecting quantitative data on the perception and impact of 4.0 technologies on inventory management. The results of this research will contribute to both academic literature and business practice, providing valuable recommendations for the effective adoption of 4.0 technologies in inventory management within the Colombian oil and gas industry.

***Keywords:*** *Industry 4.0, inventory management, oil and gas, Colombia.*

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Problemática planteada .....	10
Titulo de la propuesta .....	10
Planteamiento del problema .....	10
Folulación de la pregunta problema .....	11
Sistematización del problema.....	12
Justificación .....	13
Objetivos .....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos .....	14
Marco de referencia .....	15
Marco teórico.....	15
Estado del arte .....	17
Marco conceptual .....	18
Metodología .....	19
Tipo de investigación.....	19
Enfoque.....	19
Alcance .....	19
Variables .....	19
Diseño metodológico.....	20
Técnicas e instrumentos de recolección de información .....	20
Población y muestra.....	20

Validación del instrumento.....	21
Procedimiento de aplicación.....	21
Resultados del diagnóstico.....	22
Análisis de resultados del cuestionario.....	22
Relación con los objetivos específicos .....	22
Objetivo específico 1: Examinar la relación entre la adopción de estas tecnologías y la eficiencia y efectividad en el manejo de inventarios. ....	22
Objetivo específico 2: Analizar cómo la implementación de estas tecnologías incide en la mejora de los procesos operativos del inventario en las empresas. ....	24
Objetivo específico 3: Identificar las mejores prácticas y desafíos en la adopción de tecnologías 4.0 para la gestión de inventarios en las organizaciones colombianas de la industria de hidrocarburos. ....	25
Propuesta de mejora: SIGEMI .....	29
Descripción de la propuesta.....	29
Justificación .....	30
Objetivo de la propuesta .....	31
Componentes de SIGEMI.....	31
Etapas de implementación .....	32
Beneficios esperados .....	32
Relación con los resultados del diagnóstico .....	33
Cronograma del proyecto de investigación .....	34
Recursos necesarios .....	35
Resultados esperados .....	36

Resultados esperados y evidencias .....	39
Conclusiones .....	42
Recomendaciones .....	43
Referencias Bibliográficas .....	44
Apéndices.....	46

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Etapas de implementación</i> .....	32
<b>Tabla 2</b> <i>Cronograma de actividades</i> .....	34
<b>Tabla 3</b> <i>Recursos necesarios</i> .....	35
<b>Tabla 4</b> <i>Resultados esperados</i> .....	36
<b>Tabla 5</b> <i>Resultados esperados y evidencias</i> .....	39

**Lista de Apéndices**

<b>Apéndice A</b> <i>Cuestionario aplicado a la empresa Petroservices Company S.A.S</i> .....	46
<b>Apéndice B</b> <i>Tabulación de la información recolectada en las encuestas</i> .....	47
<b>Apéndice C</b> <i>Certificación Empresarial Petroservices Company S.A.S</i> .....	55
<b>Apéndice D</b> <i>Artículo académico</i> .....	56

## **Introducción**

La gestión de inventarios es fundamental para las empresas, ya que asegura la disponibilidad de los productos y materias primas necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes. Sin embargo, la gestión de inventarios puede resultar complicada, sobre todo en entornos de producción y distribución de alta complejidad. En este escenario, las tecnologías 4.0 brindan posibilidades para optimizar la administración de existencias al implementar herramientas como el Internet de las cosas, la inteligencia artificial, el big data y el análisis de datos sofisticado.

A pesar de esto, la comprensión del impacto de las tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios en las empresas de Colombia en el sector de hidrocarburos es insuficiente. Es fundamental analizar cómo las tecnologías 4.0 están influyendo en la gestión de inventarios en las empresas de Colombia, así como estudiar la conexión entre la implementación de estas tecnologías y la mejora en la eficiencia y efectividad del control de inventarios.

El propósito del proyecto de investigación es evaluar cómo las tecnologías 4.0 afectan la administración de inventarios en las empresas de Colombia en el sector de hidrocarburos, así como investigar cómo la adopción de estas tecnologías influye en la eficacia y eficiencia en la gestión de inventarios. A lo largo del trabajo se abordan la formulación del problema, el marco teórico y conceptual, la metodología aplicada, los resultados del diagnóstico, una propuesta de mejora tecnológica (SIGEMI) y los beneficios esperados.

## **Problemática planteada**

### **Título de la propuesta**

Impacto de las tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios en la industria de hidrocarburos en Colombia.

### **Planteamiento del problema**

La transformación digital de los procesos de inventario, impulsada por las tecnologías de la Industria 4.0, ha sido ampliamente documentada en la literatura académica y empresarial en la última década (Kamble, Gunasekaran & Sharma, 2018; Raut, Kamble, Narwane & Gardas, 2021). Este conjunto de tecnologías, que incluye el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el análisis de datos y el Big Data, ofrece nuevas posibilidades para optimizar la logística mediante la automatización, la toma de decisiones informada y el monitoreo en tiempo real (Raut, Kamble, Narwane & Gardas, 2021). Sin embargo, en el contexto colombiano, existe una limitada comprensión del impacto que estas tecnologías tienen en la gestión de inventarios, especialmente en sectores estratégicos como el de hidrocarburos. Aunque algunos autores han abordado la aplicación de estas tecnologías en la gestión de inventarios desde una perspectiva sistémica (González Hernández et al., 2020), su adopción en sectores específicos aún requiere mayor análisis.”

La industria de hidrocarburos enfrenta desafíos logísticos únicos, como la alta volatilidad de los mercados, las estrictas regulaciones y la complejidad operativa, lo que dificulta la integración de tecnologías avanzadas en sus sistemas de gestión de inventarios. Según Issah, Yeboah, Agboyi, Asare y Baah (2025), el nivel de preparación tecnológica en una organización puede ser determinante para superar barreras de adopción y lograr eficiencia operativa mediante la digitalización del inventario. Además, la relación entre la adopción de tecnologías 4.0 y la

eficiencia y efectividad en la administración de inventarios sigue siendo un tema poco explorado en el contexto colombiano, donde las barreras tecnológicas, culturales y financieras pueden obstaculizar su implementación según García-Flores, Moyano-Alulema, & Guamán-Lozano, 2021.

Investigaciones previas han mostrado que la incorporación de tecnologías avanzadas puede mejorar de manera significativa la precisión en el control de inventarios, reducir errores operativos y aumentar la productividad logística (Kamble et al., 2018). Sin embargo, diversos autores también han identificado obstáculos frecuentes, como la carencia de infraestructura tecnológica adecuada, la resistencia cultural al cambio y la falta de capacitación en el uso de estas herramientas (López Suárez & Paredes, 2025).

Esta revisión evidencia una brecha en la literatura respecto al análisis empírico de cómo estas tecnologías impactan los procesos logísticos en organizaciones colombianas, particularmente en el sector hidrocarburos. Por tanto, el presente estudio busca aportar al cierre de dicha brecha mediante un enfoque aplicado que evalúe los efectos de estas herramientas sobre indicadores operativos claves como la eficiencia y la trazabilidad. Este proyecto busca cerrar dicha brecha mediante la evaluación del impacto de estas tecnologías en la gestión de inventarios en este sector estratégico, proporcionando tanto conocimientos teóricos como recomendaciones prácticas para fomentar su adopción efectiva.

### **Folulación de la pregunta problema**

¿Cuál es el impacto de las tecnologías 4,0 en la gestión de inventarios en la industria de hidrocarburos en Colombia y cómo influyen en la eficiencia y efectividad de estos procesos?

**Sistematización del problema**

- ¿Qué impacto tienen las tecnologías 4,0 en la gestión de inventarios de las organizaciones colombianas de la industria de hidrocarburos?
- ¿Qué relación existe entre la adopción de tecnologías 4.0 y la eficiencia en el manejo de inventarios en la industria de hidrocarburos?
- ¿Qué relación existe entre la adopción de tecnologías 4.0 y la efectividad en el manejo de inventarios en la industria de hidrocarburos?

## **Justificación**

A nivel internacional, tecnologías emergentes como el IoT y el Big Data han sido adoptadas en múltiples industrias para optimizar cadenas de suministro e incrementar la eficiencia en la gestión de inventarios (González Vásquez et al., 2023). En contraste, en Colombia, la adopción de estas tecnologías enfrenta desafíos específicos como la limitada infraestructura tecnológica y la resistencia al cambio organizacional. Si bien autores como González Hernández et al. (2020) han propuesto modelos de gestión de inventarios inteligentes basados en tecnologías 4.0, aún es necesario evaluar su aplicabilidad en contextos nacionales.

En el caso específico de PSC Energy S.A.S., empresa del sector hidrocarburos ubicada en Cundinamarca, se han identificado dificultades en el uso eficiente del sistema SAP, trazabilidad de materiales y registros manuales que afectan la confiabilidad de la información y la toma de decisiones logísticas. Esta problemática local refuerza la necesidad de adoptar tecnologías 4.0 como herramienta estratégica para superar dichas limitaciones operativas.

Estas dinámicas globales y condiciones locales resaltan la importancia de explorar cómo estas tecnologías pueden adaptarse y superar los desafíos específicos en el contexto colombiano. De esta manera, este proyecto no solo enriquecerá el ámbito académico, sino que también ofrecerá soluciones concretas para optimizar procesos operativos en empresas de hidrocarburos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el impacto de tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios en las organizaciones de la industria de hidrocarburos en Colombia.

### **Objetivos Específicos**

Examinar la relación entre la adopción de estas tecnologías y la eficiencia y efectividad en el manejo de inventarios.

Analizar cómo la implementación de estas tecnologías incide en la mejora de los procesos operativos del inventario en las empresas.

Identificar las mejores prácticas y desafíos en la adopción de tecnologías 4.0 para la gestión de inventarios en las organizaciones colombianas de la industria de hidrocarburos.

## Marco de referencia

### Marco teórico

La transformación digital en sectores como el de hidrocarburos ha sido impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y enfrentar retos asociados con la volatilidad del mercado. En este contexto, las tecnologías 4.0 representan una oportunidad estratégica para optimizar la gestión de inventarios, una función esencial en cadenas de suministro complejas (González Vásquez et al., 2023). En el contexto colombiano, estudios como el de Restrepo y Franco (2018) han demostrado que la implementación de tecnologías de información en empresas nacionales ha contribuido significativamente al fortalecimiento del control de inventarios y la eficiencia operativa.

Las tecnologías 4.0 incluyen innovaciones como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el Big Data y el análisis avanzado de datos. Estas herramientas permiten la automatización de procesos, la toma de decisiones basada en datos y el monitoreo en tiempo real, lo cual mejora la productividad y reduce costos en diversas industrias según Kamble, Gunasekaran, & Sharma, 2018.

La inteligencia artificial ha comenzado a ser aplicada en procesos de inventario para optimizar la planificación, realizar análisis predictivos y automatizar tareas repetitivas. Su implementación permite mejorar la precisión en la toma de decisiones y reducir errores operativos en la cadena de suministro. Según Tamayo Contreras, Maldonado Alcaraz y Gutiérrez Rodríguez (2024), diversos casos de éxito en América Latina demuestran cómo la IA ha transformado positivamente la gestión de inventarios en empresas medianas y grandes, generando ahorros y mayor control.

La gestión de inventarios, por su parte, implica supervisar y controlar existencias para equilibrar oferta y demanda, minimizar costos y garantizar la disponibilidad de productos. En este sentido, autores como González Hernández et al., 2020 han planteado que la adopción de arquitecturas inteligentes basadas en tecnologías 4.0 puede mejorar significativamente este proceso.

El sector hidrocarburos colombiano presenta barreras estructurales relacionadas con capacidades técnicas, cultura organizacional y disponibilidad de recursos humanos calificados. Issah, Yeboah, Agboyi, Asare y Baah (2025) argumentan que estos factores, agrupados como nivel de preparación tecnológica, son determinantes en la adopción efectiva de herramientas de gestión de inventarios basadas en Industria 4.0. A pesar de estas barreras, las tecnologías 4.0 pueden facilitar la coordinación y eficiencia en toda la cadena de suministro, contribuyendo al mantenimiento predictivo y mejorando la operativa (Cortés, 2017; González Vásquez et al., 2023). Aunque la literatura sugiere que las tecnologías 4.0 tienen el potencial de transformar la gestión de inventarios, se requiere un análisis más profundo en el contexto colombiano para entender su impacto y promover su adopción según García-Flores, Moyano-Alulema, & Guamán-Lozano, 2021.

## **Estado del arte**

Diversos estudios han resaltado la importancia de la transformación digital en la gestión de inventarios. Kamble et al. (2018) señalan que la integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial mejora significativamente la eficiencia y trazabilidad en las cadenas de suministro. Del mismo modo, Raut, Kamble, Narwane & Gardas, (2021) evidencian cómo el big data y los sistemas inteligentes permiten la optimización de decisiones logísticas, reduciendo errores humanos y costos operativos.

En el contexto colombiano, García-Flores et al. (2021) muestran que la industria enfrenta limitaciones tecnológicas, falta de apropiación digital y procesos aún dependientes de medios manuales. Esta situación es evidente en empresas como PSC Energy, donde el diagnóstico reveló un bajo uso del sistema SAP, la dependencia de herramientas como Excel, y el desconocimiento de tecnologías avanzadas por parte del personal.

Estos hallazgos justifican el desarrollo del presente trabajo, que propone una solución tecnológica aplicada al contexto real de una organización del sector hidrocarburos en Colombia, con el fin de mejorar la eficiencia operativa mediante la incorporación de herramientas propias de la Industria 4.0.

## **Marco conceptual**

El marco conceptual establece los fundamentos teóricos que permiten comprender el rol de las tecnologías 4.0 en la modernización de procesos logísticos, particularmente en el sector hidrocarburos. Proporciona una base teórica que facilita el entendimiento de los aspectos clave del estudio.

Estas herramientas, también denominadas tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial, abarcan el IoT, la IA, el análisis de datos y la automatización de procesos (Kamble et al., 2018; Raut, Kamble, Narwane & Gardas, 2021). Estas herramientas permiten optimizar procesos, automatizar tareas y tomar decisiones informadas basadas en datos, mejorando la eficiencia operativa en diversas industrias Según Raut, Kamble, Narwane y Gardas (2021).

La gestión de inventarios, por su parte, implica supervisar y controlar existencias para equilibrar oferta y demanda, minimizar costos y garantizar la disponibilidad de productos (González-Hernández, Ortega-Palma, Vera-Marquéz, Hernández-García & Zuno-Silva, 2020). Los modelos tradicionales incluyen métodos como el inventario periódico y perpetuo, que se centran en la administración básica de existencias. Sin embargo, autores como Issah, Yeboah, Agboyi, Asare y Baah (2025) destacan que la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 permite superar las limitaciones de estos enfoques mediante monitoreo en tiempo real y análisis predictivo.

En contraste, las tecnologías 4.0 mejoran la eficiencia en la gestión de inventarios mediante datos en tiempo real y análisis predictivos, lo que optimiza la planificación y reduce costos según Kamble et al., 2018. También incrementan la efectividad gracias a la precisión y rapidez en la toma de decisiones según Raut, Kamble, Narwane y Gardas (2021).

## **Metodología**

### **Tipo de investigación**

La presente investigación es tipo descriptivo y exploratorio, con un enfoque cuantitativo. Se diseñó un cuestionario cerrado de 15 preguntas dirigido a todos los trabajadores de PSC Energy, tanto administrativos como operativos. El cuestionario fue distribuido por Google Forms y estructurado en tres bloques: datos generales, relación con el inventario, y percepción sobre tecnologías 4.0.

### **Enfoque**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, dado que se apoya en la recolección y análisis de datos numéricos a través de un cuestionario estructurado. Este enfoque permite medir variables como la frecuencia de errores en inventario, uso de herramientas tecnológicas, accesibilidad a SAP y disposición a capacitarse, entre otros.

### **Alcance**

El alcance de esta investigación es analizar el impacto de las tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios en la industria de hidrocarburos colombiana. El estudio evaluará cómo estas tecnologías influyen en la eficiencia y efectividad de la gestión de inventarios, así como los desafíos y mejores prácticas asociados con su adopción.

### **Variables**

Las variables de esta investigación se dividen en dos categorías principales:

- Variables Independientes: Implementación de tecnologías 4.0 (IoT, IA, Big Data, análisis de datos avanzados).
- Variables Dependientes: Eficiencia en la gestión de inventarios (medida a través de indicadores como tiempo de ciclo, costos de inventario, y precisión de los registros).

Efectividad en la gestión de inventarios (medida a través de indicadores como nivel de servicio al cliente y reducción de pérdidas por obsolescencia).

### **Diseño metodológico**

Se aplicó un diseño no experimental, transeccional y descriptivo, en el que se recogen los datos en un único momento a partir de las percepciones de los trabajadores activos de la empresa.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de información**

La técnica utilizada fue la encuesta por formulario digital, con aplicación individual y voluntaria.

El instrumento fue un cuestionario cerrado de 15 preguntas, dividido en tres secciones:

- Sección 1: Datos generales del encuestado
- Sección 2: Relación con el proceso de inventario y uso de SAP
- Sección 3: Percepción sobre tecnologías 4.0

La duración promedio para diligenciarlo fue de 5 minutos. La aplicación se realizó a través de Google Forms, garantizando anonimato y facilidad de acceso.

### **Población y muestra**

La población está conformada por todos los trabajadores activos en PSC Energy. Se utilizó un muestreo por conveniencia, se proyecta una participación mínima del 70% del personal (aprox. 105 de 150 trabajadores activos), priorizando áreas con relación directa o indirecta con inventario y acceso al sistema SAP para tener una visión integral del contexto actual.

### **Validación del instrumento**

El cuestionario fue validado mediante juicio de expertos, incluyendo al supervisor de logística interna y al tutor académico del proyecto. Además, se realizó una prueba piloto con cinco trabajadores de distintas áreas para verificar comprensión y pertinencia de las preguntas.

### **Procedimiento de aplicación**

- Publicación y socialización del propósito del cuestionario con todos los trabajadores.
- Envío del enlace por canales oficiales de comunicación interna.
- Recolección de respuestas durante un periodo de 5 días hábiles.
- Recordatorios a través de los líderes de área para maximizar participación.
- Al cierre, consolidación automática de respuestas desde Google Forms para análisis.

## **Resultados del diagnóstico**

### **Análisis de resultados del cuestionario**

Para cumplir con los objetivos planteados en esta investigación, se diseñó y aplicó un cuestionario cerrado a los trabajadores de PSC Energy. La muestra alcanzó participación tanto de personal administrativo como operativo, perteneciente a diferentes áreas funcionales. Las gráficas con los resultados pueden consultarse en el Anexo 2, donde se visualizan las respuestas más frecuentes, porcentajes representativos y las brechas identificadas entre lo esperado y lo registrado en campo.

### **Relación con los objetivos específicos**

*Objetivo específico 1: Examinar la relación entre la adopción de estas tecnologías y la eficiencia y efectividad en el manejo de inventarios.*

Este objetivo busca identificar cómo el uso actual de tecnología influye directamente en la precisión de la información, el registro oportuno y la capacidad de control sobre los materiales.

Pregunta: ¿Tiene acceso directo al sistema SAP Business One?

- Solo el 31,5% de los encuestados tiene acceso directo a SAP.
- El 53,2% no tiene acceso.
- Un 15,3% consulta información únicamente a través de otros compañeros.

Interpretación: Existe una importante limitación tecnológica, ya que más de dos tercios del personal no interactúa directamente con el sistema principal de gestión de inventarios. Esto afecta la trazabilidad, la oportunidad del registro y la capacidad para tomar decisiones operativas.

Pregunta: ¿Con qué frecuencia identifica diferencias entre lo registrado en SAP y lo que hay físicamente en bodega?

- La mayoría reportó que frecuentemente encuentra diferencias entre lo digital y lo real.

- Otro grupo importante indica que esto ocurre “siempre”.

Interpretación: La falta de precisión en la información registrada afecta la efectividad del control de inventarios, e indica que los procesos actuales no garantizan información confiable ni actualizada.

Pregunta: ¿Cuáles cree que son las principales fallas en el proceso actual de inventario?

Entre las respuestas seleccionadas por los trabajadores, se destacan:

- Registro oportuno de movimientos
- Precisión de existencias en SAP
- Identificación de materiales
- Trazabilidad de ubicación

Interpretación: Estas fallas reflejan debilidades tanto en la efectividad del sistema como en su uso operativo. La tecnología existente no ha resuelto completamente los problemas de visibilidad ni control logístico.

Pregunta: ¿Qué tan fácil es para usted identificar físicamente los materiales del inventario, según descripción en SAP?

La mayoría de los encuestados considera que la identificación es “fácil” o “muy fácil”, pero este dato debe interpretarse con cautela: más del 60% de los trabajadores no tiene acceso directo al sistema, lo que implica que la percepción puede no estar basada en experiencia directa.

Aunque la empresa cuenta con un sistema ERP como SAP Business One, su bajo nivel de acceso entre el personal y la persistencia de fallas en registros, trazabilidad y precisión limitan la efectividad de la gestión de inventarios. La tecnología no está siendo usada a totalidad, lo cual limita su impacto positivo esperado.

***Objetivo específico 2: Analizar cómo la implementación de estas tecnologías incide en la mejora de los procesos operativos del inventario en las empresas.***

Este objetivo analiza si los procesos actuales son eficientes y si existe potencial para automatización o mejora mediante la incorporación de tecnologías 4.0.

Pregunta: ¿Con qué frecuencia realiza actividades que podrían automatizarse (registros manuales, OT, remisiones, transcripciones de materiales y/o equipos)?

- El 31,5% realiza tareas manuales varias veces por semana.
- El 14,4% lo hace todos los días.
- El 27% indicó hacerlo ocasionalmente.
- Solo el 11,7% nunca realiza este tipo de actividades.

Interpretación: Casi 3 de cada 4 trabajadores realiza tareas susceptibles de ser automatizadas. Esto revela una gran oportunidad para mejorar la eficiencia operativa mediante tecnologías como lectores de códigos, digitalización o automatización de flujos de trabajo.

Pregunta: ¿Qué medio utiliza con mayor frecuencia para registrar o consultar el inventario?

Se mencionan los datos con mayor representación. La mayoría del personal utilizar Microsoft Excel con el 41,4 %, registros físicos (cuadernos, papel) 27,9%, sistema SAP 27,0 %, comunicación verbal 18,9%.

Interpretación: La dependencia de medios manuales y no integrados (Excel, papel, verbal) supera ampliamente el uso de SAP, lo cual compromete la eficiencia del proceso, genera duplicidad, retrabajos y errores.

Los procesos de inventario en PSC Energy presentan una carga operativa elevada y poco tecnificada. Existe una oportunidad evidente para incorporar soluciones tecnológicas que automaticen tareas rutinarias, integren registros en tiempo real y mejoren la productividad de los equipos.

***Objetivo específico 3: Identificar las mejores prácticas y desafíos en la adopción de tecnologías 4.0 para la gestión de inventarios en las organizaciones colombianas de la industria de hidrocarburos.***

Este objetivo busca reconocer tanto las condiciones organizacionales que favorecen la adopción de nuevas tecnologías como las barreras que podrían obstaculizarla en PSC Energy.

Pregunta: ¿Ha escuchado hablar sobre tecnologías 4.0 como internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) o automatización?

- 55,9% respondió Sí
- 31,5% respondió No
- 12,6% respondió No estoy seguro

Interpretación: A pesar de que más de la mitad de los trabajadores está familiarizada con el concepto, un 44,1% entre los que no lo conocen o no están seguros refleja una barrera significativa de conocimiento básico sobre tecnologías 4.0, lo cual desmiente parcialmente la percepción inicial de aceptación total.

Pregunta: ¿Qué tan importante considera la adopción de nuevas tecnologías en los procesos logísticos de la empresa?

- 73,9% respondió Muy importante
- 25,2% respondió Importante
- 0,9% respondió Poco importante
- 0% respondió Nada importante

Interpretación: Aunque no todos están familiarizados con el concepto de las tecnologías, hay una valoración muy alta de su importancia práctica en los procesos logísticos. Esto indica una condición abierta hacia el cambio, incluso si el conocimiento técnico aún es limitado.

Pregunta: Si se implementaran herramientas como lectores de códigos QR, ¿en qué medida cree que mejoraría su trabajo?

- 27,9% indicó Muy positivo
- 39,6% Positivo
- 8,1% Poco impacto
- 4,5% Ningún impacto
- 19,8% No tengo claridad sobre cómo funcionaría

Interpretación: Más del 67% percibe un impacto positivo o muy positivo, lo cual es una buena señal para avanzar en este tipo de propuestas. Sin embargo, un 19,8% no entiende cómo funcionaría, lo que refuerza la necesidad de capacitación previa como condición habilitadora de la tecnología.

Pregunta: ¿Estaría dispuesto(a) a capacitarse en nuevas tecnologías para mejorar el proceso de inventario?

- 67,6% respondió Sí

- 0% respondió No
- 32,4% seleccionó No realiza actividades relacionadas con inventarios

Interpretación: El 100% de quienes tienen relación directa con inventarios estaría dispuesto a capacitarse. Esta es una fortaleza clara del entorno organizacional, que puede ser aprovechada para impulsar el cambio tecnológico.

Pregunta: ¿Qué tan fácil es para usted identificar físicamente los materiales del inventario, según descripción en SAP?

- 17,1% dijo Muy fácil
- 20,7% Fácil
- 32,4% Regular
- 19,8% Difícil
- 9,9% Muy difícil

Interpretación: Aunque el 37,8% encuentra fácil la identificación, hay un 32,4% que la encuentra solo regular y otro 29,7% con dificultades claras. Esto refuerza la necesidad de estandarización visual, codificación o marcación que facilite la relación físico-digital del inventario.

El entorno organizacional de PSC Energy presenta condiciones favorables pero no completas para la adopción de tecnologías 4.0. Los trabajadores valoran altamente su importancia y muestran disposición total a capacitarse, pero aún existe un porcentaje importante que:

- No conoce el concepto de tecnologías 4.0.
- No tiene claridad sobre cómo se implementarían herramientas como códigos QR.
- Encuentra dificultades al identificar físicamente materiales en SAP.

Por lo tanto, antes de implementar nuevas tecnologías, es fundamental desarrollar un proceso de capacitación, sensibilización y estandarización, que facilite una transición efectiva y sostenible hacia una gestión de inventarios más moderna, automatizada y eficiente.

## **Propuesta de mejora: SIGEMI**

### **Descripción de la propuesta**

Con base en los resultados obtenidos del diagnóstico aplicado a los procesos de gestión de inventarios en PSC Energy S.A.S., se identificaron fallas críticas en la trazabilidad, actualización de registros en SAP, identificación física de materiales y uso limitado de herramientas tecnológicas. El 72% del personal encuestado manifestó seguir utilizando formatos manuales o archivos Excel, mientras que el 44% desconoce cómo operar el sistema SAP, y más del 60% indicó que no existen etiquetas ni codificación estandarizada para los materiales. Estas debilidades generan errores, pérdidas de información y retrasos en la ejecución de tareas logísticas esenciales.

Estas condiciones no son exclusivas de PSC Energy. Según Kamble et al. (2018), la falta de digitalización en procesos logísticos provoca ineficiencia operativa, baja visibilidad de inventarios y un incremento en los errores humanos. En contextos similares, la adopción de tecnologías 4.0 ha demostrado reducir hasta en un 30% los errores de registro y aumentar en un 60% la eficiencia en procesos de trazabilidad (Raut, Kamble, Narwane & Gardas, 2021).

Frente a este panorama, se propone la implementación de una solución inteligente de gestión de la marcación de Inventarios – SIGEMI, esta propuesta busca estandarizar la identificación de activos, agilizar el flujo de información, minimizar los errores por digitación y mejorar la toma de decisiones a partir de datos confiables. Además, la propuesta es técnicamente viable y financieramente accesible, considerando alternativas tecnológicas ya disponibles en el mercado colombiano.

SIGEMI responde directamente a las necesidades reales identificadas en campo y se alinea con la visión estratégica de la empresa en cuanto a transformación digital. Su

implementación no solo mejorará el desempeño logístico, sino que también facilitará auditorías, garantizará el cumplimiento normativo y aumentará la competitividad de PSC Energy frente a los retos del sector hidrocarburos.

### **Justificación**

La propuesta de implementación del Sistema de Gestión Inteligente de Inventarios – SIGEMI se fundamenta en los resultados del diagnóstico realizado, donde se evidenció que más del 70% del personal de PSC Energy S.A.S. continúa realizando registros de inventario mediante medios manuales, y únicamente el 31,5% tiene acceso directo al sistema SAP. Esta situación refleja una brecha significativa en la adopción de herramientas tecnológicas que permitan garantizar la trazabilidad, confiabilidad y eficiencia en los procesos logísticos internos.

Asimismo, el diagnóstico identificó que el 60% del personal no cuenta con mecanismos adecuados de identificación física, lo que conlleva a errores en la gestión, duplicación de tareas, demoras en el flujo de materiales y dificultades en las auditorías internas. La utilización de medios como hojas de cálculo Excel, formatos físicos y controles paralelos no integrados incrementa la probabilidad de fallos humanos, afecta la calidad de la información y limita la capacidad de análisis en tiempo real.

Estos hallazgos están alineados con estudios previos como el de Kamble et al. (2018), quienes argumentan que la falta de integración tecnológica en los procesos de inventario incrementa los errores operativos y reduce la visibilidad en la cadena de suministro. De igual forma, Raut, Kamble, Narwane y Gardas, (2021) plantean que la incorporación de tecnologías 4.0 permite reducir los errores hasta en un 30% y aumentar la eficiencia logística en un 60%, a través del uso de sensores inteligentes, etiquetado automatizado y plataformas integradas de gestión.

En el contexto colombiano, la problemática se agrava debido a las limitaciones en infraestructura digital (García-Flores, Moyano-Alulema & Guamán-Lozano, 2021), La baja apropiación de herramientas como SAP y la resistencia al cambio organizacional. En este sentido, el diseño de SIGEMI se justifica como una solución adaptada al entorno operativo y cultural de la empresa. Autores como González Hernández et al., 2020 destacan el valor de implementar arquitecturas inteligentes de inventario que integren automatización, trazabilidad y sistemas ERP como SAP.

La implementación de esta solución no solo responde a necesidades internas evidenciadas, sino que también se alinea con las tendencias de transformación digital industrial y con los objetivos estratégicos de sostenibilidad, eficiencia y control de la organización.

### **Objetivo de la propuesta**

Diseñar una solución tecnológica adaptable a las condiciones operativas de PSC Energy, que permita mejorar la trazabilidad, el registro y la consulta del inventario mediante un sistema de marcación física y digital conectable a SAP Business One.

### **Componentes de SIGEMI**

- Marcación física: Etiquetas resistentes (plástico, aluminio o adhesivo industrial) con códigos QR o DataMatrix, personalizables por tipo de material (tubería, válvulas, instrumentos, etc.).
- Dispositivos de lectura: Lectores QR portátiles o uso de celulares con aplicación integrada.
- Generador de etiquetas: Impresora industrial con software para diseño y codificación QR.

- Integración con SAP: Módulo o plantilla para conectar el lector al registro de inventarios.
- Procedimiento operativo: Instrucciones para marcación, lectura, actualización de datos y mantenimiento.

### **Etapas de implementación**

**Tabla 1**

*Etapas de implementación*

Fase	Actividad clave	Tiempo estimado
Diagnóstico	Validación técnica de materiales y necesidades	2 semanas
Adquisición tecnológica	Selección de etiquetas, lector, impresora	3 semanas
Diseño del sistema	Protocolo operativo y pruebas piloto en bodega	4 semanas
Capacitación	Formación del personal en lectura y registro	2 semanas
Implementación parcial	Aplicación en base de Chía	3 semanas
Evaluación y mejora	Ajustes, retroalimentación y escalamiento	2 semanas

*Nota.* En la tabla se identifican las actividades a ejecutar para realizar el proyecto.

### **Beneficios esperados**

- Reducción de errores en identificación y registros.
- Mejora de la trazabilidad física y digital del inventario.
- Mayor eficiencia operativa, reduciendo tiempos de búsqueda y consulta.
- Facilitación de auditorías y control documental.
- Incremento en el uso eficiente de SAP, gracias a información codificada y automatizada.

**Relación con los resultados del diagnóstico**

SIGEMI responde directamente a los principales hallazgos:

- Falta de acceso y uso completo de SAP.
- Prevalencia de medios manuales (Excel, papel).
- Dificultad para identificar materiales físicamente.
- Disposición positiva del personal hacia la capacitación y uso de herramientas

tecnológicas.

## Cronograma del proyecto de investigación

**Tabla 2**

*Cronograma de actividades*

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Planificación del proyecto	X					
Revisión de literatura	X	X				
Definición del marco teórico y conceptual	X	X				
Recolección de datos		X	X			
Diseño del instrumento de recolección de datos		X	X			
Validación		X	X			
Aplicación del instrumento		X	X			
Análisis de datos			X	X		
Redacción del informe de investigación			X	X		
Revisión y corrección del informe			X	X		
Cierre					X	X
Presentación del proyecto					X	X
Defensa del proyecto					X	X
Ajustes finales y entrega					X	X

*Nota.* El cronograma describe las tareas programadas para realizar esta investigación sobre la adopción de tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios y su impacto en la industria de

hidrocarburos en Colombia. Las tareas están distribuidas a lo largo de un periodo de seis meses, comenzando desde la etapa inicial de planificación hasta la defensa final del proyecto.

### Recursos necesarios

**Tabla 3**

*Recursos necesarios*

Recurso	Descripción	Presupuesto (\$)
Equipo Humano	Honorarios para investigador y encuestadores	\$ 6.000.000
Equipos y Software	Compra o alquiler de equipos (computadoras, tabletas) y software necesario (SPSS, etc.)	\$ 2.000.000
Viajes y Salidas de Campo	Transporte para visitas a la empresa de hidrocarburos en Chía, Cundinamarca	\$ 600.000
Materiales y Suministros	Materiales de oficina, impresión, papelería, etc.	\$ 500.000
Bibliografía	Adquisición de libros, artículos y acceso a bases de datos especializadas	\$ 500.000
Total		\$ 9.600.000

*Nota.* Para llevar acabo esta investigación sobre la adopción de tecnologías 4.0 en la administración de inventarios y su efecto en la industria de hidrocarburos en Colombia, es esencial contar con los recursos apropiados. En la tabla se detalla los recursos requeridos y los valores son estimaciones no contractuales.

## Resultados esperados

**Tabla 4**

*Resultados esperados*

Resultado/Producto	Justificación	Indicador	Beneficiarios
Informe final del diagnóstico	Documento que consolida los resultados del análisis aplicado a PSC Energy, identificando debilidades en la trazabilidad, uso de SAP, identificación física de materiales y procesos manuales. Este informe servirá de base para definir políticas de mejora y replicar la metodología en otras sedes o empresas del sector.	Documento entregado y validado por el área de logística interna.	Área logística, gerencia general, PSC Energy.
Artículo académico indexado	Permitirá la difusión de los hallazgos del proyecto en medios científicos, promoviendo el debate académico y la transferencia de conocimiento sobre tecnologías 4.0 en contextos logísticos de industrias tradicionales. También valida el enfoque metodológico del trabajo.	Publicación aceptada o en proceso por revista académica.	Comunidad académica, universidades, redes de investigación.
Guía de mejores prácticas	Documento operativo que recopila recomendaciones técnicas y estratégicas para	Guía validada por el área de operaciones.	Coordinadores logísticos, personal técnico,

	implementar tecnologías como SIGEMI en entornos similares. Servirá como manual de referencia para futuras mejoras internas o asesoría externa.		PSC Energy.
Presentación y socialización del proyecto	Espacios donde se presentarán los resultados del proyecto a los equipos internos para fomentar el conocimiento, recibir retroalimentación y facilitar la apropiación del sistema propuesto. Garantiza la transferencia del conocimiento generado.	Número de sesiones realizadas con asistencia.	Trabajadores de PSC Energy, gerencia, personal logístico.
Base de datos del diagnóstico	Recopilación estructurada y anonimizada de los datos recolectados en la encuesta aplicada. Permitirá comparaciones futuras, auditorías, trazabilidad y diseño de nuevas investigaciones o mejoras.	Base de datos almacenada y protegida según lineamientos.	Área de sistemas, HSEQ, logística interna.
Programa de fortalecimiento de capacidades	Proceso de formación orientado a desarrollar habilidades técnicas en el uso de SAP, manejo de lectores QR, trazabilidad digital y lectura de inventarios automatizados. Es clave para garantizar la sostenibilidad de la solución.	Registro de capacitaciones realizadas y nivel de apropiación del personal.	Personal operativo y administrativo, PSC Energy.
Sistema SIGEMI	Entrega técnica central del	Sistema	PSC Energy,

desarrollado e implementado	proyecto. Su implementación representa el resultado aplicado de la investigación y responde directamente a las falencias identificadas. Será probado, ajustado y documentado para asegurar su efectividad y escalabilidad.	funcional en al menos una sede, con validación de usuarios.	clientes internos, auditores, área de logística.
--------------------------------	---	--	--

---

*Nota.* Se presentan los resultados y productos que se esperan del proyecto de investigación sobre la adopción de tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios y su impacto en la industria de hidrocarburos en Colombia. Cada resultado no solo corresponde a una entrega tangible, sino que también está justificado en función de su valor para los objetivos del proyecto y su utilidad para los actores involucrados.

## Resultados esperados y evidencias

**Tabla 5**

*Resultados esperados y evidencias*

Resultado / Producto	Justificación	Evidencia generada	Observación
Informe final del diagnóstico	Documento que consolida los resultados del análisis aplicado a PSC Energy, identificando debilidades en trazabilidad, uso de SAP y procesos manuales.	Capítulo 4 del trabajo de grado, acompañado de base de datos de resultados en Excel Link de la encuesta. <a href="https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScn6F2qXmIMc4_MsGBp68jA120QYF0t96CsDKHCEdpkiwU9g/viewform?usp=header">https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScn6F2qXmIMc4_MsGBp68jA120QYF0t96CsDKHCEdpkiwU9g/viewform?usp=header</a>	Cumplido. Aporta insumo clave para definir la propuesta de mejora SIGEMI.
Artículo académico indexado	Difusión de los hallazgos para la comunidad académica sobre tecnologías 4.0 aplicadas a la logística.	Documento “Artículo Académico” estructurado en el formato institucional. Ver anexos.	En proceso de ajuste para tramitar aceptación y/o publicación.
Guía de mejores prácticas	Manual de referencia técnica para la implementación de SIGEMI en contextos similares.	Contenido técnico incluido en el documento “cronograma de Gantt”, secciones: selección de tecnología, integración con SAP y trazabilidad.	Cumplido parcialmente y en validación por la compañía. La actividad Se encuentra vinculada al cronograma de actividades del

proyecto.

Presentación y socialización del proyecto	Divulgación del proyecto a equipos internos para asegurar apropiación y retroalimentación.	Presentación ejecutiva “Presentación_SIGEMI.pptx”.	Se realizó una socialización interna para mostrar el objetivo del proyecto; no se adjunta listado de asistencia por confidencialidad.
Base de datos del diagnóstico	Fuente estructurada y anonimizada de los datos recolectados. Permite trazabilidad.	Archivo en Excel “Base de datos_Precios.xlsx”.	Entregada en formato protegido. Información sensible no publicada en el documento final.
Programa de fortalecimiento de capacidades	Formación en SAP, trazabilidad digital, lectura de códigos QR y flujos automatizados.	Descrito en el capítulo 5 del trabajo de grado como parte de la propuesta de implementación.	No se adjunta registro por estar en fase inicial. Incluido como lineamiento futuro, según validación para aprobación del proyecto por la organización.

Sistema	Resultado aplicado	Documento técnico “Proyecto	Implementación
SIGEMI desarrollado e implementado	del proyecto, enfocado en trazabilidad digital y automatización.	SIGEMI”, con estructura funcional y análisis de viabilidad.	iniciada en la fase de validación para aprobación del proyecto. No se incluyen valores de adquisición por confidencialidad.

---

*Nota.* Se presenta la relación entre los productos definidos en la propuesta de investigación, su nivel de cumplimiento y las evidencias generadas durante la ejecución del proyecto. Cuando no fue posible adjuntar documentación por razones de confidencialidad, se detalla la justificación correspondiente. Algunos resultados como la implementación completa del sistema o las capacitaciones aún están en fase piloto. Se anexa certificación empresarial como soporte, pero por políticas de confidencialidad empresarial, no se publican valores de inversión ni listados de personal involucrado.

## Conclusiones

La adopción de tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios representa una oportunidad estratégica para mejorar la eficiencia y efectividad en la industria de hidrocarburos. Herramientas como Business One SAP ERP, lectores de códigos QR, IoT y Big Data permiten reducir errores, optimizar registros y facilitar la toma de decisiones.

A pesar de los beneficios potenciales, la implementación de tecnologías 4.0 enfrenta barreras comunes en el contexto colombiano, como el acceso limitado a plataformas digitales, el uso excesivo de medios manuales y la falta de automatización en procesos clave de inventario.

Los resultados muestran que, en la organización analizada, aún prevalece el uso de herramientas no integradas como Excel y registros físicos, lo que compromete la trazabilidad, la precisión del stock y la eficiencia operativa. Esto revela una brecha entre la disponibilidad de tecnología y su aplicación efectiva en la operación logística.

El estudio confirma que la investigación aplicada es un medio efectivo para generar soluciones contextualizadas, a partir del análisis de datos reales en entornos empresariales. Los hallazgos y la propuesta formulada pueden ser replicables o adaptables a otras empresas del sector industrial colombiano con retos similares.

## **Recomendaciones**

Fortalecer el acceso del personal operativo a los sistemas de gestión de inventario (como SAP ERP), garantizando que los responsables de movimientos físicos puedan registrar y consultar información en tiempo real.

Reducir el uso de herramientas manuales y no integradas (como Excel y formatos físicos) mediante la implementación de soluciones digitales compatibles con los sistemas existentes.

Implementar tecnologías de marcación e identificación automatizada, como códigos QR, etiquetas DataMatrix y lectores portátiles, que mejoren la trazabilidad, reduzcan errores humanos y faciliten auditorías.

Diseñar e implementar programas de formación continua sobre tecnologías 4.0, enfocados en inventarios, trazabilidad y automatización, adaptados al nivel técnico del personal.

Evaluar periódicamente los procesos logísticos internos mediante instrumentos como encuestas o auditorías digitales, para detectar cuellos de botella y oportunidades de mejora apoyadas en tecnología.

Fomentar una cultura organizacional de innovación tecnológica, involucrando a todas las áreas en la identificación de necesidades y selección de soluciones digitales.

### Referencias Bibliográficas

- Cortés, C. B. Y. (2017). El entorno de la Industria 4.0: implicaciones y perspectivas. *Revista Ingeniería Industrial*, 38(3), 251–268. <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006>
- García-Flores, A. N., Moyano-Alulema, J. C., & Guamán-Lozano, Á. G. (2021). Administración de inventarios en Industria 4.0: Un desafío para las pequeñas y medianas empresas - PYMEs. *Revista Polo del Conocimiento*, 6(10), 148–165. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3089>
- González Hernández, I. J., Ortega Palma, B., Vera Marquéz, A., Hernández García, R., & Zuno Silva, J. (2020). *Un vistazo a la arquitectura de un sistema inteligente de administración de inventarios basado en tecnologías de la Industria 4.0. Ingenio y Conciencia Boletín Científico de La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 7(14), 1–7. <https://doi.org/10.29057/ESCS.V7I14.5584>
- González Vásquez, J. A., Beltrán Ramírez, A., & Díaz Pérez, A. (2023). Tecnologías del Internet de las Cosas aplicadas en la cadena de suministro: una revisión sistemática. *Gestión de Operaciones Industriales*, 2(01), 8–26. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND/article/view/5408>
- Issah, O., Yeboah, H. O., Agboyi, R. M., Asare, C., & Baah, S. A. (2025). Inventory management techniques and supply chain efficiency: The moderating effect of technology readiness. *Journal of Business and Strategic Management*, 10(2), 1–24. <https://doi.org/10.47941/jbsm.2514>
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2018). Analysis of the implementation of Industry 4.0 and Lean 4.0 technologies in manufacturing supply chains. *International*

*Journal of Production Research*, 56(10), 411–425.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>

López Suárez, E. J., & Paredes Sánchez, K. E. (2025). Big Data y su incidencia en la gestión de almacén en la Empresa Artglass... *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(2), 659–673. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i2.750>

Raut, R. D., Kamble, S. S., Narwane, V. S., & Gardas, B. B. (2021). Understanding the impact of big data analytics and internet of things on supply chain sustainability. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 149, 102587. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102587>

Restrepo, C., & Franco, L. (2018). Tecnologías de información aplicadas al control de inventarios en empresas colombianas. *Revista Ingenio*, 15(1), 72–89. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/ingenio/article/view/15560>

Tamayo Contreras, P., Maldonado Alcaraz, S., & Gutiérrez Rodríguez, Á. (2024). *La inteligencia artificial y su impacto en la gestión de inventarios en la cadena de suministro*. *Lumen et Virtus*, 15(43), 8140–8155. <https://doi.org/10.56238/levv15n43-037>

Universidad Externado de Colombia. (2020). *Propuesta de un modelo para la gestión de inventarios mediante la logística 4.0 para PYMEs en Colombia [Tesis de especialización, Universidad Externado de Colombia]*. *Repositorio Digital*.

<https://bdigital.uexternado.edu.co/entities/publication/b186ed39-6fd1-48cb-b2b8-41d2b94cfbe9>

## Apéndices

### Apéndice A

*Cuestionario aplicado a la empresa Petroservices Company S.A.S*

Título del formulario: Evaluación de la Gestión de Inventarios y Tecnologías 4.0 – PSC Energy

Carácter de la encuesta: Anónima – Uso académico y de mejora interna

Preguntas del cuestionario:

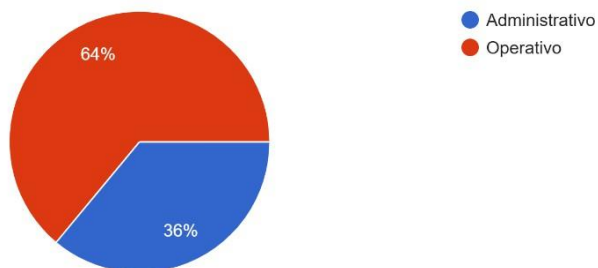
1. ¿Cuál es su cargo actual en PSC Energy?
2. ¿En qué sede realiza principalmente sus funciones?
3. ¿A qué área pertenece?
4. ¿Cuántos años lleva trabajando en la empresa?
5. ¿Su cargo está relacionado con el control, manejo o supervisión del inventario?
6. ¿Tiene acceso directo al sistema SAP Business One?
7. ¿Qué medio utiliza con mayor frecuencia para registrar o consultar el inventario?
8. ¿Con qué frecuencia realiza actividades que podrían automatizarse?
9. ¿Cuáles cree que son las principales fallas en el proceso actual de inventario?
10. ¿Con qué frecuencia identifica diferencias entre lo registrado en SAP y lo que hay físicamente en bodega?
11. ¿Qué tan fácil es identificar físicamente los materiales según SAP?
12. ¿En qué medida cree que herramientas como códigos QR mejorarían su trabajo?
13. ¿Estaría dispuesto(a) a capacitarse en nuevas tecnologías?
14. ¿Ha escuchado hablar sobre tecnologías 4.0?
15. ¿Qué tan importante considera la adopción de nuevas tecnologías?

## Apéndice B

### Tabulación de la información recolectada de las encuestas

¿Cuál es su cargo actual en PSC Energy?

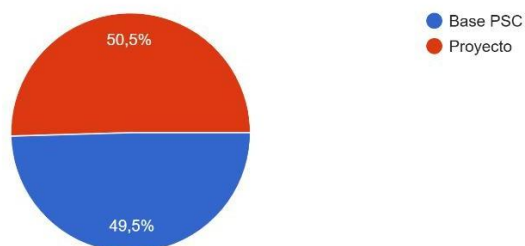
111 respuestas



Análisis: El 64% de los encuestados tiene un cargo operativo y el 36% un cargo administrativo. Esta distribución garantiza que el diagnóstico refleje adecuadamente la experiencia directa en los procesos de inventario, especialmente desde quienes ejecutan las tareas logísticas en campo.

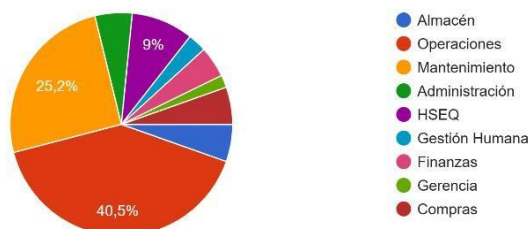
¿En qué sede realiza principalmente sus funciones?

111 respuestas



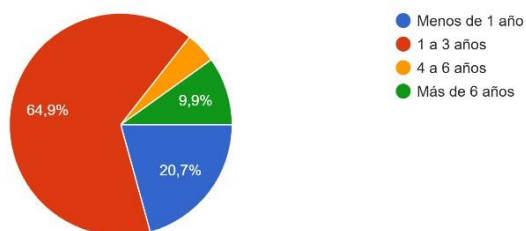
Análisis: El 50,5% de los encuestados trabaja en sedes de proyecto y el 49,5% en la base PSC. Esta distribución equilibrada permite obtener una visión representativa tanto del entorno administrativo como del operativo en campo, lo cual es clave para validar la aplicabilidad de la propuesta en diferentes contextos de la empresa.

¿A qué área pertenece?  
111 respuestas



Análisis: El 40,5% de los encuestados pertenece al área de Operaciones, seguido por Mantenimiento con el 25,2% y HSEQ con el 9%. Esta composición muestra que la mayoría de respuestas provienen de áreas directamente relacionadas con la ejecución y control físico del inventario, lo que fortalece la pertinencia de los hallazgos y la formulación de una propuesta técnica como SIGEMI.

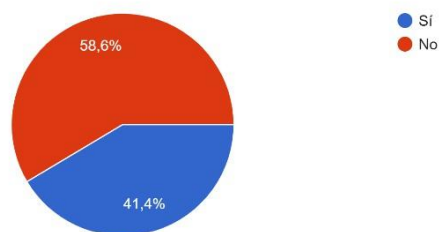
¿Cuántos años lleva trabajando en la empresa?  
111 respuestas



Análisis: El 64,9% de los encuestados lleva entre 1 y 3 años en la empresa, lo que indica una planta laboral con experiencia operativa reciente. Este dato es relevante porque refleja una base de trabajadores suficientemente familiarizada con los procesos actuales, pero aún abierta a nuevas tecnologías. Solo un 9,9% lleva más de 6 años, lo cual sugiere que la cultura organizacional puede adaptarse más fácilmente a cambios tecnológicos como los propuestos con SIGEMI.

¿Su cargo está relacionado con el control, manejo o supervisión del inventario?

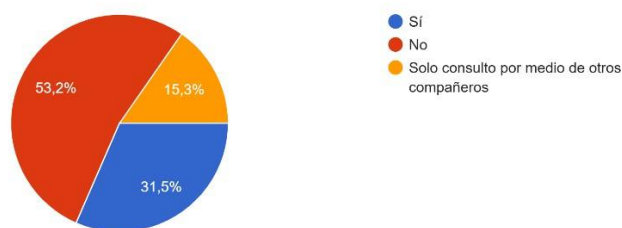
111 respuestas



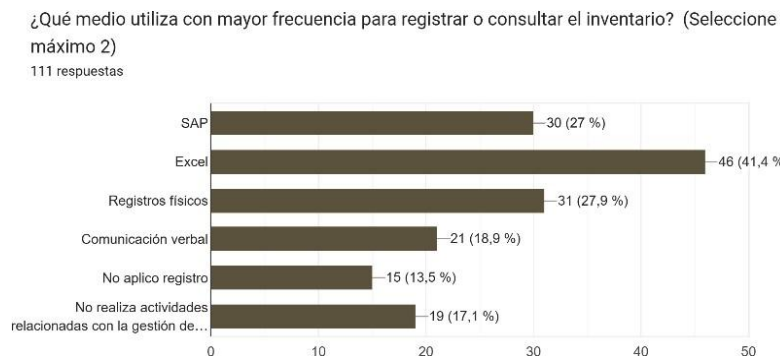
Análisis: El 41,4% de los encuestados indicó que su cargo está relacionado con el manejo de inventario, mientras que el 58,6% no. Esta proporción es relevante, ya que permite analizar tanto la percepción de quienes están directamente vinculados al proceso como la de quienes lo observan desde otras áreas, aportando una visión integral del sistema logístico de la empresa.

¿Tiene acceso directo al sistema SAP Business One?

111 respuestas



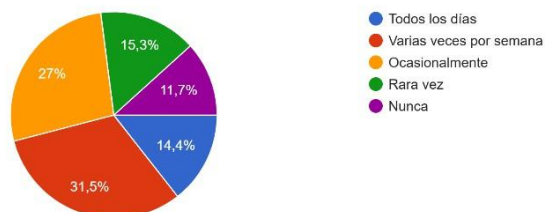
Análisis: Solo el 31,5% de los encuestados tiene acceso directo a SAP Business One, mientras que el 53,2% no lo tiene y el 15,3% depende de otros compañeros para consultar información. Este dato evidencia una brecha tecnológica importante en el uso del sistema, lo que afecta la trazabilidad, el registro oportuno y la autonomía del personal en la gestión de inventarios.



Análisis: El 41,4% de los encuestados utiliza Excel y el 27,9% registros físicos, mientras que solo el 27% usa SAP. Este resultado evidencia una fuerte dependencia de medios no integrados, lo cual afecta la eficiencia y confiabilidad del proceso. La baja adopción de SAP resalta la necesidad de implementar herramientas como SIGEMI para digitalizar y centralizar la gestión de inventarios.

¿Con qué frecuencia realiza actividades que podrían automatizarse (registros manuales, OT, remisiones, transcripciones de materiales y/o equipos)?

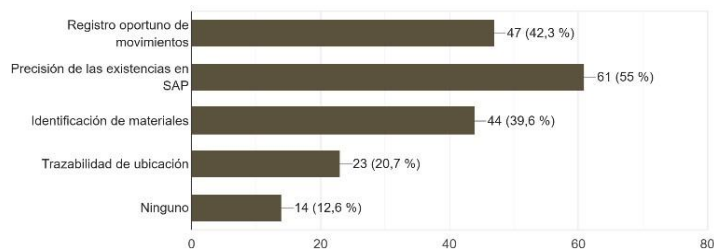
111 respuestas



Análisis: El 31,5% realiza tareas automatizables varias veces por semana y el 14,4% todos los días, lo que significa que casi la mitad del personal realiza procesos repetitivos de forma frecuente. Esto demuestra una alta oportunidad de mejora mediante automatización, lo cual refuerza la necesidad de implementar sistemas como SIGEMI.

¿Cuáles cree que son las principales fallas en el proceso actual de inventario? (Seleccione máximo 2)

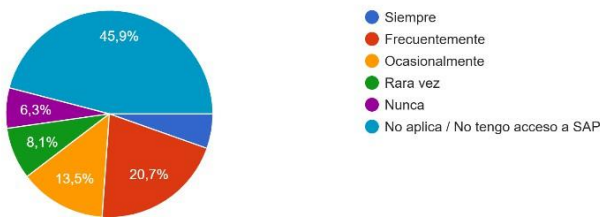
111 respuestas



Análisis: El 55% de los encuestados identifica la precisión de existencias en SAP como la principal falla, seguido por el registro oportuno de movimientos (42,3%) y la identificación de materiales (39,6%). Estos resultados confirman debilidades clave en la confiabilidad y trazabilidad del inventario, lo cual valida la pertinencia de una solución tecnológica como SIGEMI.

¿Con qué frecuencia identifica diferencias entre lo registrado en SAP y lo que hay físicamente en bodega?

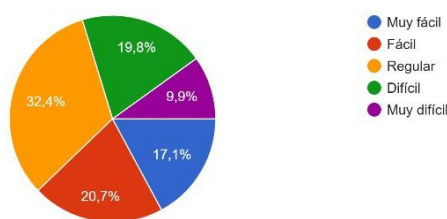
111 respuestas



Análisis: El 45,9% de los encuestados indica que siempre encuentra diferencias entre SAP y el inventario físico, y el 20,7% señala que esto ocurre frecuentemente. Estos resultados evidencian una falta de alineación entre el sistema digital y la realidad operativa, lo cual afecta directamente la confiabilidad del inventario y refuerza la necesidad de soluciones como SIGEMI para mejorar la precisión y trazabilidad.

¿Qué tan fácil es para usted identificar físicamente los materiales del inventario, según descripción en SAP?

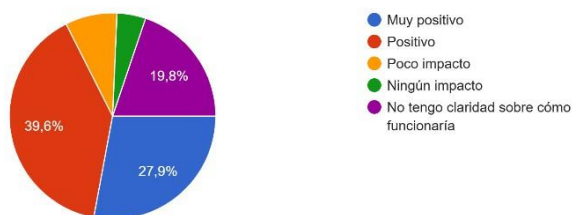
111 respuestas



Análisis: El 32,4% calificó la identificación como "regular", mientras que un 29,7% la consideró "difícil" o "muy difícil". Estos datos revelan deficiencias en la estandarización y codificación de materiales, lo que complica la relación entre lo físico y lo digital. Esto justifica la implementación de sistemas de marcación visual como los propuestos en SIGEMI.

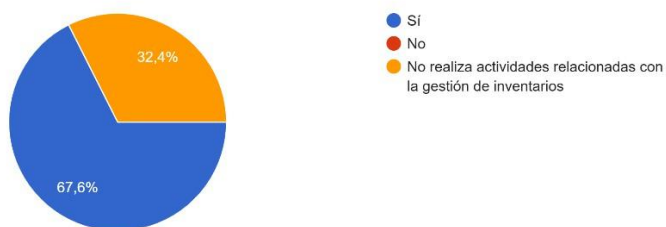
Si se implementaran herramientas como lectores de códigos QR, ¿en qué medida cree que mejoraría su trabajo?

111 respuestas



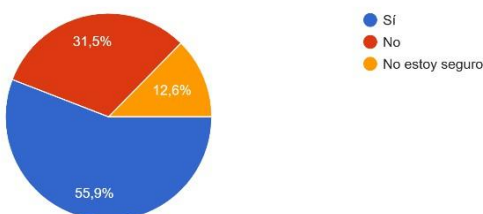
Análisis: El 67,5% de los encuestados considera que estas herramientas tendrían un impacto positivo o muy positivo en su trabajo. Sin embargo, un 19,8% no tiene claridad sobre cómo funcionaría. Esto indica una alta aceptación potencial de tecnologías como SIGEMI, pero también la necesidad de acompañarla con procesos de capacitación y sensibilización.

¿Estaría dispuesto(a) a capacitarse en nuevas tecnologías para mejorar el proceso de inventario?  
111 respuestas



Análisis: El 67,6% de los encuestados manifestó su disposición a capacitarse en nuevas tecnologías, lo cual representa una base favorable para la implementación de herramientas como SIGEMI. Este dato demuestra apertura al cambio y facilita los procesos de adopción tecnológica y transformación digital dentro de la organización.

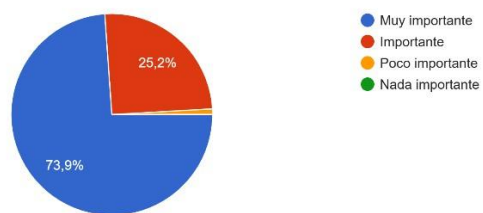
¿Ha escuchado hablar sobre tecnologías 4.0 como internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA) o automatización?  
111 respuestas



Análisis: El 55,9% de los encuestados ha escuchado sobre tecnologías 4.0, mientras que un 31,5% no y un 12,6% no está seguro. Esto indica que existe un conocimiento general sobre el tema, pero aún persiste una brecha de información que debe ser abordada mediante procesos de sensibilización y formación, especialmente si se busca una adopción exitosa de soluciones como SIGEMI.

¿Qué tan importante considera la adopción de nuevas tecnologías en los procesos logísticos de la empresa?

111 respuestas



Análisis: El 73,9% de los encuestados considera “muy importante” la adopción de nuevas tecnologías en los procesos logísticos, y un 25,2% la califica como “importante”. Esta fuerte aceptación refuerza la viabilidad de implementar soluciones tecnológicas como SIGEMI, mostrando una cultura organizacional favorable hacia la innovación.

## Apéndice C

### Certificación Empresarial Petroservices Company S.A.S.



Chía, 02 de Octubre de 2025

**CERTIFICACIÓN EMPRESARIAL PETROSERVICES COMPANY SAS  
NIT. 900.197.294-9**

La presente certifica que, en el marco del proyecto denominado “**Solución Inteligente de Gestión de la Marcación de Inventario – SIGEMI**”, desarrollado en la empresa **Petroservices Company S.A.S. – PSC Energy** por **Jenny Catherine Castillo Castiblanco**, identificada con cédula de ciudadanía No. 1.072.661.662 de Chía, estudiante de la **Especialización en Gerencia de Procesos Logísticos en Redes de Valor** de la **Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD**, se ha venido ejecutando una propuesta de mejora orientada al diseño e implementación de una solución tecnológica adaptable a las condiciones operativas de la organización. Esta solución busca mejorar la trazabilidad, el registro y la consulta del inventario mediante un sistema de marcación física y digital integrable a **SAP Business One**.

El desarrollo de la propuesta se encuentra sustentado en los siguientes componentes:

- Revisión teórica sobre el impacto de las tecnologías 4.0 en la gestión de inventarios en la industria de hidrocarburos en Colombia.
- Base de datos generada a partir de una encuesta aplicada al personal de la empresa.
- Cronograma de implementación del proyecto (diagrama de Gantt).
- Presentación inicial del proyecto SIGEMI.
- Base de datos técnica con información sobre proveedores y tecnologías de marcación.

A la fecha, el proyecto se encuentra en fase de estructuración y validación, en respuesta a solicitudes de la compañía, y continúa su proceso de análisis, ajuste e innovación para ser presentado a aprobación e implementación.

Se expide la presente certificación a solicitud de la interesada, para los fines académicos que estime convenientes.

**Nubia Esperanza Pardo Pulido**  
Representante Legal  
**PETROSERVICES COMPANY S.A.S. – PSC ENERGY**



Teléfono: (57)(1)884 4465  
Chía, Cundinamarca  
Cra 1 No. 7-320  
[www.pscenergy.com](http://www.pscenergy.com)

## Apéndice D

### Artículo académico

# Impacto de las Tecnologías 4.0 en la Gestión de Inventarios en la Industria de Hidrocarburos en Colombia

Jenny Catherine Castillo Castiblanco  
PSC Energy S.A.S  
Chía, Cundinamarca, Colombia  
Correo-e: bodegachia02@pscenergy.com

***Abstract.** This article analyzes the impact of Industry 4.0 technologies on inventory management in Colombia's oil and gas industry. Based on applied research conducted at PSC Energy, we examine the relationship between technologies such as IoT, AI, and digital tracking systems and their influence on operational efficiency and inventory traceability. Using a quantitative survey and a descriptive approach, results highlight significant limitations in access to digital tools and the persistence of manual processes. The article proposes SIGEMI, a Smart Inventory Management System with integrated labeling, as a technological solution aligned with SAP Business One. The findings emphasize the importance of digital transformation in inventory practices to improve productivity, reduce human error, and increase auditability across logistics chains.*

## 1 Instrucciones

La gestión de inventarios en la industria de hidrocarburos enfrenta desafíos logísticos complejos derivados de condiciones operativas exigentes, regulaciones estrictas y fluctuaciones del mercado. Las tecnologías 4.0 —como el Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA), Big Data y automatización— se perfilan como herramientas clave para optimizar la administración de inventarios y garantizar eficiencia operativa.

Este artículo presenta un estudio de caso realizado en PSC Energy S.A.S, donde se integró una revisión analítica especializada de literatura científica, recopilada en bases de datos indexadas. Esta revisión permitió sustentar teóricamente la investigación, identificar enfoques previos sobre tecnologías 4.0 en logística, y formular el marco de referencia utilizado para contrastar con los hallazgos empíricos obtenidos.

## 2. Marco referencial

El marco referencial se compone del marco teórico y conceptual que sustentan la presente investigación. Estos elementos permiten comprender las variables en estudio y el contexto operativo de las organizaciones del sector hidrocarburos en Colombia.

### 2.1 Marco Teórico

La transformación digital ha sido impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y enfrentar retos asociados con la volatilidad del mercado. En este contexto, las tecnologías 4.0 representan una oportunidad estratégica para optimizar la gestión de inventarios.

Estas tecnologías incluyen IoT, IA, Big Data y análisis avanzado. Permiten automatización, monitoreo en tiempo real y decisiones basadas en datos. En Colombia, se enfrentan barreras como infraestructura limitada, resistencia al cambio y escasa capacitación.

### 2.2 Marco conceptual

Se definen los términos clave: 'Tecnologías 4.0', 'gestión de inventarios', 'eficiencia' y 'efectividad'. Las tecnologías 4.0 facilitan la digitalización y automatización de procesos logísticos. La eficiencia implica minimizar recursos y tiempos; la efectividad se relaciona con precisión y disponibilidad. Este marco permite evaluar cómo la digitalización incide en estos aspectos.

## 3. Metodología

Enfoque cuantitativo, tipo descriptivo y exploratorio. Se aplicó un cuestionario estructurado a 111 trabajadores de PSC Energy. Analizó acceso a SAP, uso de herramientas digitales, trazabilidad, identificación de materiales y disposición al cambio.

## 4. Resultados del diagnóstico

Solo el 31,5% del personal accede a SAP. Más del 70% realiza tareas manuales. El 41,4% usa Excel y el 27,9% medios físicos. Aunque el 67,6% está dispuesto a capacitarse, el 44% desconoce tecnologías 4.0. Hay brecha entre disponibilidad tecnológica y adopción efectiva.

## 5. Propuesta de Mejora: SIGEMI

Se propone SIGEMI (Solución Inteligente de Gestión de Inventario con Marcación Integrada): etiquetas QR/DataMatrix, lectores móviles y conexión a SAP. Mejora trazabilidad, reduce errores y automatiza tareas. Adaptado a condiciones de infraestructura limitada.

## 6 Conclusiones

La adopción de tecnologías 4.0 es clave para modernizar la gestión de inventarios. Aunque se cuenta con SAP, su uso operativo es limitado. Las soluciones deben contextualizarse y acompañarse de capacitación.

## Agradecimientos

Agradezco a PSC Energy por su colaboración, al equipo de logística y al tutor Harold D. Machado por su orientación académica.

## Referencias

- Cortés, C. B. Y. (2017). El entorno de la Industria 4.0: implicaciones y perspectivas. *Revista Ingeniería Industrial*, 38(3), 251–268. <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/>
- García-Flores, A. N., Moyano-Alulema, J. C., & Guamán-Lozano, Á. G. (2021). Administración de inventarios en Industria 4.0: Un desafío para las pequeñas y medianas empresas- PYMEs. *Revista Polo del Conocimiento*, 6(10), 148–165. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/article/view/3089>
- González Hernández, I. J., Ortega Palma, B., Vera Marquéz, A., Hernández García, R., & Zuno Silva, J. (2020). Un vistazo a la arquitectura de un sistema inteligente de administración de inventarios basado en tecnologías de la Industria 4.0. *Ingenio y Conciencia*, 7(14), 1–7. <https://doi.org/10.29057/ESCS.V7I14.5584>
- González Vásquez, J. A., Beltrán Ramírez, A., & Díaz Pérez, A. (2023). Tecnologías del Internet de las Cosas aplicadas en la cadena de suministro: una revisión sistemática. *Gestión de Operaciones Industriales*, 2(01), 8–26. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIN D/article/view/5408>
- Issah, O., Yeboah, H. O., Agboyi, R. M., Asare, C., & Baah, S. A. (2025). Inventory management techniques and supply chain efficiency: The moderating effect of technology readiness. *Journal of Business and Strategic Management*, 10(2), 1–24. <https://doi.org/10.47941/jbsm.2514>
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Sharma, R. (2018). Analysis of the implementation of Industry 4.0 and Lean 4.0 technologies in manufacturing supply chains. *International Journal of Production Research*, 56(10), 411–425. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>
- Lara Barrera, A. J. (2020). Propuesta de un modelo para la gestión de inventarios mediante la logística 4.0 para PYMEs en Colombia [Tesis de maestría, Universidad Externado de Colombia]. Repositorio Digital Externado. <https://bdigital.uexternado.edu.co/entities/publication/b186ed39-6fd1-48cb-b2b8-41d2b94cfbe9>
- López Suárez, E. J., & Paredes Sánchez, K. E. (2025). Big Data y su incidencia en la gestión de almacén en la Empresa Artglass. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(2), 659–673. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i2.750>
- Raut, R. D., Kamble, S. S., Narwane, V. S., & Gardas, B. B. (2021). Understanding the impact of big data analytics and internet of things on supply chain sustainability. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 149, 102587. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102587>
- Tamayo Contreras, P., Maldonado Alcaraz, S., & Gutiérrez Rodríguez, Á. (2024). La inteligencia artificial y su impacto en la gestión de inventarios en la cadena de suministro. *Lumen et Virtus*, 15(43), 8140–8155. <https://doi.org/10.56238/levv15n43-037>