

Seguimiento de los graduados y evaluación del impacto del programa de Maestría en  
Ingeniería Industrial de la UIS (2020 – 2024)

Paula Andrea Mantilla Gómez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Industrial

Director

Henry Lamos Diaz

Doctor en Física-Matemática

Tutor

Vanessa Alejandra Zúñiga Serrano

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de estudios industriales y empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2026

**Tabla de contenido**

Introducción .....	11
1 Planteamiento del problema.....	13
2 Objetivos .....	14
2.1 Objetivo general:.....	14
3 Marco de referencia .....	15
3.1 Estado del arte.....	15
3.2 Antecedentes de seguimiento a egresados .....	18
3.2.1 <i>Antecedentes nacionales</i> .....	19
3.2.2 <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	20
3.3 Marco teórico .....	21
3.3.1 <i>Pertinencia de la educación superior</i> .....	21
3.3.2 <i>Calidad de la educación superior</i> .....	22
3.3.3 <i>Seguimiento a graduados</i> .....	22
3.3.4 <i>Objetivos de un estudio de seguimiento</i> .....	23
3.3.5 <i>Muestreo</i> .....	24
3.3.6 <i>Muestreo no probabilístico</i> .....	24
3.3.6.1 <i>Técnica de muestreo no probabilístico por Autoselección.</i> .....	24
3.3.7 <i>KDD</i> .....	25
3.3.8 <i>Minería de datos</i> .....	26
3.3.9 <i>Técnicas de minería de datos</i> .....	26

SEGUIMIENTO GRADUADOS MAESTRÍA ING. INDUSTRIAL UIS	3
3.3.10	<i>Análisis multivariante</i> .....27
3.3.11	<i>Clustering</i> .....28
3.3.12	<i>Análisis de componentes principales</i> .....28
3.3.13	<i>Análisis de factores exploratorio</i> .....29
3.3.14	<i>Minería de textos</i> .....30
3.3.15	<i>Nubes de palabras</i> .....31
3.3.16	<i>Análisis de sentimientos</i> .....31
4	Metodología .....32
4.1	Preparación de las bases de datos y clasificación de los egresados .....32
4.2	Primera etapa: Recolección e integración de la información.....33
4.3	Segunda etapa: Selección y compilación de Bases de datos.....36
4.4	Tercera etapa: Procesamiento, limpieza y transformación .....37
4.5	Cuarta etapa: Análisis de data aplicando minería de datos y análisis multivariado .....37
4.6	Quinta etapa: Interpretación y evaluación de los resultados.....38
4.7	Sexta parte: Difusión de los resultados obtenidos .....38
5	Resultados .....39
5.1	Tasa de respuesta y análisis del instrumento de medición general .....39
5.2	Análisis descriptivo.....40
5.2.1	<i>Parte 1. Datos sociodemográficos</i> .....40
5.2.2	<i>Parte 2. Competencias y motivación</i> .....41
5.2.3	<i>Parte 3. Satisfacción con el programa</i> .....42

SEGUIMIENTO GRADUADOS MAESTRÍA ING. INDUSTRIAL UIS	4
5.2.4	<i>Parte 4. Situación laboral</i> .....44
5.2.4.1	Empleados de empresas particulares/gobierno.. .....45
5.2.4.2	Trabajador independiente.. .....46
5.2.4.3	Empresario/empleador.. .....46
5.2.4.4	Satisfacción laboral.....47
5.2.5	<i>Parte 5. Identidad con la Universidad Industrial de Santander</i> .....47
5.2.6	<i>Cruce de variables</i> .....48
5.2.6.1	Cruce entre variable ocupación vs. Cumplimiento de expectativas laborales. ....48
5.2.6.2	Cruce entre relación empleo-maestría vs expectativas después de la maestría. ....49
5.2.6.3	Cruce entre variable relación maestría vs salario. ....50
5.2.7	<i>Dimensión de desempeño de los egresados en la industria</i> .....50
5.3	Análisis de componentes principales .....51
5.3.1	<i>Análisis de componentes principales 1, satisfacción académica</i> .....52
5.3.2	<i>Análisis de componentes principales 2, pertinencia programa</i> .....56
5.4	Análisis de conglomerados .....60
5.4.1	<i>Perfiles de la maestría en ingeniería industrial</i> .....63
5.4.1.1	Clúster 1: Alta satisfacción académica y alto impacto profesional. ...63
5.4.1.2	Clúster 2: Menor satisfacción académica y menor percepción de impacto profesional. ....64
5.5	Minería de texto .....65

5.5.1	<i>Competencias necesarias en el contexto profesional no desarrolladas en la maestría</i>	67
5.5.2	<i>Aspectos para fortalecimiento de las asignaturas de la maestría</i> .....	68
5.5.3	<i>Temáticas o habilidades que consideran relevantes incluir y/o profundizar en el plan de estudios</i> .....	69
5.6	Análisis de sentimientos .....	71
5.6.1	<i>Análisis de sentimientos sobre percepción de la experiencia de la maestría</i>	71
5.6.2	<i>Análisis de sentimientos del significado de la experiencia vivida en la maestría</i>	72
6	Conclusiones .....	74
7	Recomendaciones .....	76
	Referencias bibliográficas.....	77

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Tabla de cumplimiento objetivos.....	12
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial por momento. ...	33
<b>Tabla 3.</b> Tasa de respuesta de los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial por momento de graduación. ....	39
<b>Tabla 4.</b> Prueba de adecuación muestral para el ACP de satisfacción académica. ....	53
<b>Tabla 5.</b> Autovalores y varianza explicada del análisis de componentes principales para la satisfacción académica. ....	53
<b>Tabla 6.</b> Cargas del componente 1. ....	54
<b>Tabla 7.</b> Prueba de adecuación muestral para el ACP de pertinencia del programa. ....	57
<b>Tabla 8.</b> Autovalores y varianza explicada del análisis de componentes principales para la pertinencia del programa. ....	58

**Lista de figuras**

<b>Figura 1.</b> Tasa de participación de los egresados por género y momento de graduación.....	41
<b>Figura 2.</b> Media de satisfacción de los egresados con los diferentes aspectos, institucionales y académicos, del programa.....	43
<b>Figura 3.</b> Distribución del tipo de ocupación de los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial. ....	44
<b>Figura 4.</b> Distribución del indicador ACP de satisfacción académica según el momento de graduación.....	55
<b>Figura 5.</b> Histograma componente Satisfacción académica. ....	56
<b>Figura 6.</b> Distribución del indicador ACP de pertinencia del programa según el momento de graduación.....	58
<b>Figura 7.</b> Histograma componente Satisfacción con la pertinencia académica. ....	59
<b>Figura 8.</b> Dendrograma, definición de conglomerados.....	61
<b>Figura 9.</b> Plano de conglomerados y centroides de los egresados según satisfacción académica e impacto profesional.....	62
<b>Figura 10.</b> Representación visual de categorías de competencias no desarrolladas en la Maestría en Ingeniería Industrial. ....	67
<b>Figura 11.</b> Representación visual de categorías de aspectos a fortalecer de las asignaturas de la Maestría en Ingeniería Industrial. ....	68
<b>Figura 12.</b> Representación visual de categorías de temáticas o habilidades relevantes que sugieren los egresados incluir en la Maestría en Ingeniería Industrial. ....	70

### **Lista de apéndices**

**Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS.**

Apéndice A: Encuesta de seguimiento a egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial 2020-2024

Apéndice B: Dashboard Estadística Descriptiva

Apéndice C: ACP1 Factor Satisfacción

Apéndice D: ACP2 Factor Impacto

Apéndice E: Análisis Conglomerado

## Resumen

**Título:** Seguimiento de los graduados y evaluación del impacto del programa de Maestría en Ingeniería Industrial de la UIS (2020 – 2024) \*

**Autor:** Paula Andrea Mantilla Gómez\*\*

**Palabras Clave:** Seguimiento a egresados, evaluación del impacto, educación de posgrado, aseguramiento de la calidad.

**Descripción:** En este trabajo se evalúa la calidad y pertinencia de la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS) mediante el análisis de la trayectoria de los egresados durante el período 2020-2024, con el objetivo de aportar información para los procesos de autoevaluación, mejoramiento continuo y aseguramiento de la calidad del programa.

Para este fin, se implementó una metodología mixta de alcance descriptivo y analítico, utilizando como instrumento una encuesta aplicada a los egresados. Los datos fueron procesados mediante un análisis cuantitativo que incluyó técnicas estadísticas descriptivas, análisis de componentes principales (ACP) y análisis de clústeres, complementado con un análisis cualitativo apoyado en técnicas de procesamiento de textos y un análisis de sentimientos mediante modelos de aprendizaje profundo para el idioma español.

Los resultados evidenciaron que la Maestría en Ingeniería Industrial presenta un alto nivel de pertinencia académica y profesional, reflejado en la estabilidad laboral de los egresados, el cumplimiento de sus expectativas profesionales y una valoración positiva de la calidad del programa. Entre las principales fortalezas se destacan la excelencia del cuerpo docente y el plan de estudios. No obstante, los egresados señalaron la necesidad de fortalecer o implementar un componente práctico-computacional en las asignaturas donde sea posible, así como mejorar la flexibilidad curricular y la articulación con otros programas académicos.

Desde la perspectiva de los egresados, el análisis de textos y sentimientos mostró que la experiencia en la maestría es percibida como altamente significativa y transformadora, tanto en el ámbito profesional como personal, reforzando el impacto positivo del programa.

En conclusión, los resultados muestran que la Maestría en Ingeniería Industrial de la UIS presenta un alto nivel de calidad y pertinencia académica y profesional, generando un impacto positivo en los egresados y aportando información valiosa para los procesos de autoevaluación y mejoramiento continuo.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Henry Lamos Diaz. Doctor en Física-Matemática.

### Abstract

**Title:** Follow-up of graduates and assessment of the impact of the UIS Master's program in Industrial Engineering (2020 - 2024) \*

**Author:** Paula Andrea Mantilla Gómez\*\*

**Key Words:** Graduate follow-up, impact evaluation, graduate education, quality assurance

**Description:** This study evaluates the quality and relevance of the master's degree in industrial engineering at the Industrial University of Santander (UIS) through an analysis of the graduates' career trajectories during the 2020–2024 period. The objective is to provide relevant information to support the program's self-assessment, continuous improvement, and quality assurance processes.

To achieve this, a mixed-method approach with a descriptive and analytical scope was implemented, using a survey administered to graduates as the primary instrument. The data were processed through a quantitative analysis that included descriptive statistical techniques, Principal Component Analysis (PCA), and cluster analysis, complemented by a qualitative analysis supported by text processing techniques and sentiment analysis using deep learning models for the Spanish language.

The results showed that the master's degree in industrial engineering demonstrates a high level of academic and professional relevance, reflected in graduates' employment stability, the fulfillment of their professional expectations, and a positive evaluation of the program's quality. Among its main strengths are the excellence of the faculty and the curriculum. Nevertheless, graduates highlighted the need to strengthen or incorporate a practical-computational component in courses where feasible, as well as to improve curricular flexibility and articulation with other academic programs.

From the graduates' perspective, text and sentiment analyses revealed that the experience in the master's program is perceived as highly significant and transformative, both professionally and personally, reinforcing the program's positive impact.

In conclusion, the findings indicate that the master's degree in industrial engineering at UIS exhibits a high level of academic and professional quality and relevance, generating a positive impact on graduates while providing valuable information for the program's self-assessment and continuous improvement processes.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies. Director: Henry Lamos Diaz. Doctor en physical-mathematical.

## **Introducción**

Para las instituciones de educación superior resulta fundamental garantizar que la oferta de sus programas académicos sea pertinente y se encuentre acorde con demandas actuales del entorno productivo y social, manteniéndose a la vanguardia de las necesidades de la industria y asegurando altos estándares de calidad en los procesos educativos. Esto conlleva no solo la actualización de los programas académicos, sino también al fortalecimiento de la investigación y a la generación de información que sea relevante para el desarrollo profesional de los estudiantes y egresados.

Es por lo que se hace necesaria la revisión periódica a los programas académicos, esta revisión tiene como objetivo recabar insumos clave para los procesos de acreditación en alta calidad y aseguramiento institucional. El estudio de seguimiento a los graduados de los programas de posgrados, como la maestría en ingeniería industrial, es un instrumento para analizar el comportamiento de los graduados en el ámbito profesional y evaluar el impacto, la calidad y la pertinencia del programa. Esto permite identificar las fortalezas y debilidades, todo esto orientado al mejoramiento continuo en la oferta académica.

### Tabla cumplimiento objetivos

**Tabla 1.**

*Tabla de cumplimiento objetivos.*

Objetivo específico	Cumplimiento
Hacer una revisión de literatura acerca de seguimiento a egresados de programas de posgrado a nivel nacional e internacional.	3.1
Diseñar una encuesta para ser aplicada a los egresados siguiendo los lineamientos actuales del observatorio laboral para la educación.	4.2
Analizar los datos estructurados y no estructurados obtenidos a partir de la medición para evaluar la calidad de la formación recibida en relación con el perfil del egresado y la opinión de los empleadores sobre el desempeño de los egresados, utilizando métodos de análisis de datos.	5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6
Construir una caracterización del perfil de los egresados del programa de maestría en ingeniería industrial.	5.4

## **1 Planteamiento del problema**

Desde hace tiempo, la información que los clientes les proporcionan a las empresas es usada como insumo para la retroalimentación de sus bienes o servicios, lo que les ha permitido mejorar, innovar y fortalecer tanto sus ventajas competitivas como aquellas oportunidades para mejora. Es así como las instituciones de educación superior (IES), al igual que las empresas, buscan conservar y mejorar la calidad y la pertinencia de sus programas académicos mediante la realización de estudios de seguimiento a los egresados, buscando comprender y actualizar el contexto social y laboral en el que estos se desempeñan.

En este sentido, “los estudios de graduados (y de empleadores) constituyen una forma de estudio empírico que puede proveer información valiosa para evaluar los resultados de la educación y entrenamiento de una institución de educación superior específica.” (Centro para la Investigación sobre la Educación Superior y el Trabajo, 2004, p. 11). Esto permite a las IES evaluar los programas académicos, analizar el impacto que estos tienen en la sociedad y, a su vez, identificar los aspectos que requieren mejoras, de modo que se garantice la calidad en la formación impartida.

Teniendo en cuenta lo anterior, la escuela de estudios industriales y empresariales (EEIE), en su compromiso por ofrecer programas con altos estándares de calidad y pertinencia, se encuentra vinculada al proceso de renovación de la acreditación de la Maestría en Ingeniería Industrial. Como parte de este proceso, resulta fundamental realizar un acercamiento a los egresados del programa para realizar una caracterización su perfil, el seguimiento a su desempeño en el ámbito laboral y la evaluación del impacto que la maestría ha tenido en su desarrollo profesional.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo general:

Realizar un estudio de seguimiento a egresados de la maestría en ingeniería industrial en las dimensiones pertinencia y calidad del programa de estudios por parte de los egresados y de sus empleadores.

#### Objetivos específicos:

- Hacer una revisión de literatura acerca de seguimiento a egresados de programas de posgrado a nivel nacional e internacional.
- Diseñar una encuesta para ser aplicada a los egresados siguiendo los lineamientos actuales del observatorio laboral para la educación.
- Analizar los datos estructurados y no estructurados obtenidos a partir de la medición para evaluar la calidad de la formación recibida en relación con el perfil del egresado y la opinión de los empleadores sobre el desempeño de los egresados, utilizando métodos de análisis de datos.
- Construir una caracterización del perfil de los egresados del programa de maestría en ingeniería industrial.

### **3 Marco de referencia**

#### **3.1 Estado del arte**

El seguimiento de egresados es una herramienta fundamental para realizar una evaluación del impacto de los programas académicos, ya que permite analizar la pertinencia de la formación académica frente a al ámbito laboral, el desarrollo profesional y la satisfacción de los graduados. Es importante señalar que la revisión de literatura tiene como principal objetivo identificar las tendencias teóricas, metodológicas y analíticas más relevantes en los estudios de seguimiento de egresados de posgrados, como también a los principales autores y enfoques.

El estado del arte se construyó con bases en una revisión sistemática de la literatura, orientada por principios de rigurosidad, transparencia y replicabilidad, orientada por los lineamientos de la declaración PRISMA. La búsqueda se realizó en bases de datos de alto impacto internacional, entre estas Scopus y Web of Science, esta se complementó con literatura regional en SciELO, teniendo así enfoques globales como experiencias en contextos latinoamericanos, empleando ecuaciones de búsqueda estructuradas con operadores booleanos y descriptores asociados al seguimiento de egresados de posgrado y al uso de técnicas analíticas avanzadas.

Se consideraron publicaciones entre los años 2020 hasta 2025, en inglés, español y portugués, priorizando artículos científicos revisados por pares. La primera etapa, de identificación, se recuperaron inicialmente 1450 documentos, empleando descriptores relacionados al estudio como tracer studies, seguimiento de egresados, posgrado, graduate outcomes y higher education. La siguiente etapa, etapa de filtrado, se aplicaron filtros sobre la temporalidad, publicaciones entre los años 2020 hasta 2025, la relevancia académica, el

enfoque en programas de posgrado y la disponibilidad de resultados empíricos lo que redujo la cantidad de documentos a 120.

A partir de esos 120 documentos, se realizó una lectura de resúmenes y textos en los que se escogió solo aquellos que estuvieran relacionados con seguimientos de posgrados, de esto se seleccionaron 18 artículos de alto impacto, en donde se describían los análisis y nuevas tendencias en los seguimientos a egresados, los cuales representan la vanguardia teórica y metodológica en el estudio de seguimiento de egresados de posgrado.

En el análisis se pudo encontrar que la mayor concentración de publicaciones significativas se desarrolló entre los años 2022 y 2023, en este período se desarrollan aproximadamente el 65% de los estudios identificados. Este comportamiento sugiere un interés reciente y sostenido por evaluar aspectos no solo de inserción laboral, si no también dimensiones más complejas como la calidad del empleo, el bienestar profesional y la adecuación entre otras competencias y desempeño laboral. Del mismo modo, se observa que hay un predominio de artículos publicados en revistas especializadas en educación superior y evaluación académica, esto nos lleva a que los seguimientos de egresados son un campo de estudio relevante dentro de la investigación educativa contemporánea.

Harald Schomburg (2021) es considerado como uno de los principales referentes en la estandarización de los seguimientos de egresados, en particular en contextos internacionales como la UNESCO y la OIT. En su enfoque plantea que el éxito de un egresado no se debe medir solo con la obtención de un empleo, sino por la pertinencia entre la formación recibida y el trabajo desempeñado, implementando dimensiones de adecuación y satisfacción personal.

Desde el punto de vista de Ulrich Teichler (2023), el cual ha profundizado el análisis del fenómeno conocido como skills mismatch, examinando los desajustes entre las competencias adquiridas en programas de maestría y las exigencias reales de los cargos que ocupan. En sus estudios se presenta que existe una proporción significativa de graduados que puede estar subutilizada o sobrecalificada, esto con implicaciones directas para la evaluación del impacto de los programas.

Paquale Pavone (2023) introdujo un enfoque innovador mediante la aplicación de modelos computacionales y técnicas de análisis automatizado, estas técnicas están diseñadas para el procesamiento de grandes volúmenes de información cualitativa proveniente de encuestas a egresados.

Actualmente se ha incorporado de manera creciente los modelos multivariados, técnicas de reducción de datos y herramientas de análisis cualitativo asistido por computadora, estas técnicas se han implementado para capturar la complejidad de las trayectorias profesionales de los graduados (Schomburg, 2021; Teichler, 2023).

Entre las técnicas más usadas se encuentra el análisis de componentes principales (PCA) el cual se ha consolidado como una herramienta clave para la reducción de la dimensionalidad de encuestas muy extensas, esta técnica permite agrupar múltiples ítems en factores como lo son la calidad académica, satisfacción institucional o pertinencia profesional (Novendra & Harefa, 2022; Pavone, 2023). Con este enfoque se fortalece la validez estadística de los resultados obtenidos.

De acuerdo con Schomburg (2021) es necesario implementar análisis de conglomerados (clustering), con el objetivo de segmentar a los egresados en perfiles

homogéneos, ya que los graduados no constituyen un grupo uniforme, por lo que resulta metodológicamente pertinente identificar subgrupos con trayectorias, expectativas y resultados diferentes.

Respecto a las preguntas de abiertas, se ha generalizado el uso de técnicas de minería de texto, las cuales están orientadas a identificar frecuencias de términos, asociaciones semánticas y temas emergentes en respuestas de los egresados, esto permite detectar demandas curriculares y percepciones no captadas en preguntas abiertas (Pavone, 2023). De igual manera, el análisis de sentimientos es una técnica reciente en estudios de seguimiento de egresados, esta técnica permite clasificar las percepciones de los graduados en polaridades positivas, negativas o neutras (NRF, 2024). Esta técnica resulta especialmente valiosa para capturar dimensiones que son subjetivas de aspectos que no siempre se reflejan en indicadores cuantitativos tradicionales.

En resumen, la literatura que fue revisada muestra que hay una evolución desde enfoques centrados en lo descriptivo hacia metodologías analíticas más especializadas, apoyadas por técnicas de análisis multivariadas y herramientas computacionales para análisis de datos cuantitativo y cualitativos. Es importante tener en cuenta, que siguen existiendo vacíos en estudios aplicados específicamente a programas de posgrados en contextos latinoamericanos, así como los seguimientos realizados en un único momento del tiempo, esto impide analizar cómo evoluciona el impacto del posgrado a lo largo del tiempo.

### **3.2 Antecedentes de seguimiento a egresados**

Se realizó adicional a la revisión sistemática de la literatura los antecedentes empíricos más relevantes, especialmente los desarrollados a nivel nacional e institucional, ya que constituyen referentes directos para el análisis del seguimiento de egresados de la maestría.

### ***3.2.1 Antecedentes nacionales***

En el país se han realizado diferentes estudios de seguimiento siguiendo los lineamientos del Observatorio Laboral para la Educación (OLE) para evaluar la calidad y pertinencia de sus programas académicos. A continuación, se describen algunos de los hallazgos de estos estudios.

En el año 2016, los estudiantes Carlos Cabarcas y Sergio Granados realizaron un estudio de seguimiento a los programas de especialización en ingeniería de petróleos de la Universidad Industrial de Santander, constituyéndose en el primer proyecto de seguimiento que se realiza a programas de posgrado en la Universidad Industrial de Santander. En dicho trabajo, los autores realizaron un análisis de datos mediante técnicas de minería de datos y aplicaron el método de correlación, con el objetivo de realizar un análisis del impacto de los egresados luego de haber culminado la especialización (Cabarcas y Granados, 2016).

Posteriormente, en el año 2020 Martha Beltrán desarrolló un estudio de seguimiento a egresados de los programas de posgrado de la escuela de química de la UIS. En su trabajo se resalta el uso de la plataforma Limesurvey perteneciente a la facultad de ciencias, como una herramienta fundamental en la aplicación de las encuestas dado su rendimiento en la actualización de datos y ser estructuralmente amigable con los usuarios. Al igual que en el trabajo del 2016 sobre las especializaciones de ingeniería de petróleos, se utilizó un análisis multivariado empleando el análisis de componentes principales. Asimismo, se aplicó el análisis de conglomerados para la creación de los perfiles de los graduados, utilizando el método de Ward (Beltrán,2020).

Es de resaltar que el primer estudio de seguimiento a egresados del programa de posgrados de la maestría en ingeniería industrial se realizó en el 2020 por Mayra Peña y Mayra

Acuña. Dentro de los resultados más relevantes encontrados en este trabajo, se identificaron niveles bajos de satisfacción en competencias relacionadas con “las habilidades para diseñar y conceptualizar modelos de sistemas empresariales, además de la gestión, desarrollo, transferencia y apropiación de tecnologías o nuevo conocimiento” (Peña y Acuña, 2020, p. 122).

Adicionalmente, a partir de la minería de datos realizada, se encontró que los estudiantes manifestaron su interés en incorporar habilidades adicionales a las ya establecidas en el programa, tales como la escritura de artículos científicos, la profundizar en herramientas de análisis de datos, el fortalecimiento de competencias blandas, la mejora en la comunicación en un segundo idioma y una mayor exigencia en este aspecto. De igual forma, los egresados mencionaron la importancia de fortalecer la comunicación con otras universidades, con los demás programas ofrecidos por la escuela y con el sector empresarial, con el fin de mejorar la interacción con el entorno. (Peña y Acuña, 2020, p. 115).

También se encontró que los egresados expresaron la necesidad de realizar ciertas mejoras en el programa, entre las cuales se destacan la gestión de los recursos para grupos de investigación, la movilidad académica mediante pasantías e intercambios, la profundización en las temáticas del plan de estudios, un mayor acompañamiento en los trabajos de investigación y un acercamiento más estrecho entre el programa, las empresas, el estado y el entorno en general.

### **3.2.2 *Antecedentes Internacionales***

Los estudios de seguimiento a graduados se realizan a nivel mundial pueden con diferentes propósitos, dependiendo de las necesidades de las instituciones que los desarrollan. En Finlandia, el Instituto de migración de Finlandia (MIF) llevo a cabo en el 2017 un estudio de seguimiento cuyo objetivo principal fue analizar la integración social y laboral de los

graduados internacionales, aplicado a egresados de diversas universidades del país (MIF, 2017).

Entre los aspectos más relevantes de este estudio se encuentran el diseño del instrumento el cual incluyó preguntas relacionadas con el empleo actual, los planes a futuro y los servicios institucionales que contribuyeron al proceso de inserción laboral. Para el análisis de la información cuantitativa se emplearon las técnicas de distribución de frecuencias, tabulaciones cruzadas, gráficos y tablas, mientras que la información cualitativa fue analizada mediante análisis de contenido, apoyado en citas textuales de los encuestados.

Por otra parte, en Portugal se realizó en el año 2022 un estudio de seguimiento a egresados de la Universidad Abierta, en este estudio se resalta la organización del cuestionario, priorizando el bloque de preguntas sobre impacto de la titulación como primer apartado, seto se realizó para evitar la desmotivación de los encuestados y dejando las preguntas sociodemográficas para el final. Asimismo, en este estudio se tuvieron en cuenta ediciones anteriores del estudio y, a partir de las inconsistencias identificadas, se complementaron las preguntas para garantizar respuestas más confiables y completas (Abrantes et al., 2022).

### **3.3 Marco teórico**

#### ***3.3.1 Pertinencia de la educación superior***

Es importante definir el concepto de pertinencia cuando se habla en términos en términos de educación superior. De manera general, la Real academia española define lo pertinente como algo adecuado u oportuno.

A partir de esto, en el ámbito educativo la pertinencia puede entenderse como el grado en que la educación responde de manera coherente a las condiciones sociales, económicas y culturales del entorno. De este modo, un programa académico es pertinente cuando es congruente con las necesidades de la sociedad, con las normas que regulan la convivencia

social y con las características concretas de los estudiantes en sus diversos entornos naturales y sociales (Ministerio de Educación Nacional, s.f.).

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional, la pertinencia de la educación superior se relaciona con la capacidad de los programas académicos en responder de forma oportuna a las demandas del entorno y contribuye al desarrollo social y productivo del país.

### ***3.3.2 Calidad de la educación superior***

Se puede definir el concepto de calidad de diversas maneras, dependiendo del ámbito o contexto en que se aplique. En general, la calidad se entiende como a todo el conjunto de atributos y características inherentes que posee a un objeto, proceso o servicio que permiten valorar su nivel de excelencia o adecuación. En el contexto de la educación superior, el Consejo nacional de acreditación (CNA) concibe la calidad como el resultado del esfuerzo permanente de las instituciones de educación superior por cumplir de manera óptima con sus funciones misionales dentro de las cuales se encuentran la docencia, la investigación y la proyección social, entre otras.

### ***3.3.3 Seguimiento a graduados***

En los últimos años, las universidades a nivel mundial han aunado esfuerzos para fortalecer los procesos de evaluación de sus actividades académicas. En este contexto, el seguimiento a egresados se ha convertido en un aspecto de vital importancia para las instituciones de educación superior, ya que el desempeño profesional y personal de sus graduados permite establecer indicadores relacionados con la calidad y eficiencia de los programas académicos (Red GRADUA2 y Asociación Columbus, 2006).

Estos estudios se enfocan en la recolección de información específica sobre los egresados, especialmente en aspectos como su inserción laboral, lo que permite evaluar el grado de pertinencia de la oferta académica frente a las necesidades de los empleadores. Dado que los requerimientos del mercado cambian de manera constante, las universidades deben mantenerse a la vanguardia para responder oportunamente a estas transformaciones (Red GRADUA2 y Asociación Columbus, 2006).

### ***3.3.4 Objetivos de un estudio de seguimiento***

Según el Centro para la Investigación sobre la Educación Superior y el Trabajo (2004), los estudios de seguimiento constituyen una forma de estudio empírico que proporciona información valiosa para evaluar los resultados de los procesos de formación y entrenamiento de una institución de educación superior específica. Por tanto, permite analizar la calidad y la pertinencia de los programas académicos ofrecidos.

Cabe resaltar que estos estudios no solo buscan identificar las fortalezas de las instituciones educativas, sino también detectar oportunidades de mejora, promoviendo procesos de mejora continua en los programas académicos. En algunos casos, los resultados pueden influir en modificaciones de los planes de estudio, al considerar tanto la percepción de los egresados como la de sus empleadores.

La institución que realiza el estudio de seguimiento se interesa por conocer el grado de satisfacción de los egresados con la formación recibida, con la calidad de los contenidos, con el acompañamiento institución y el desempeño de los docentes. También se analiza el crecimiento profesional de los graduados, la influencia del programa en su desarrollo profesional y personal, su situación ocupacional, nivel de ingresos y tipo de vinculación laboral.

En conjunto, estos elementos permiten caracterizar el perfil del egresado y evaluar de manera integral la pertinencia y la calidad del programa académico.

### **3.3.5 Muestreo**

El muestreo es aquella pequeña parte de la población a observar, que permite extrapolar y dado esto generalizar los resultados observados a la población accesible. Hay diferentes formas de obtener una muestra de existen las técnicas probabilística y no probabilística (Otzen y Manterola, 2017).

### **3.3.6 Muestreo no probabilístico**

En estudios de seguimiento a egresados es frecuente el uso de enfoques no probabilística, ya que se utilizan diversos medios de divulgación del cuestionario, como el correo electrónico, llamadas telefónicas e incluso redes sociales, con el fin de garantizar la participación del total de la población objetivo.

El punto débil de este tipo de técnicas es que, en muchos de los casos, las muestras en suelen no ser representativas debido al tipo de selección, y pueden presentarse sesgos en el análisis. Del mismo modo, estas técnicas pueden considerarse informales o arbitrarias, dado que se basan en supuestos generales sobre la distribución de las variables en la población (Pimienta, 2000).

**3.3.6.1 Técnica de muestreo no probabilístico por Autoselección.** Existen varias técnicas de muestreo no probabilísticas; está en particular tiene varias formas de implementación. Si la recolección de la información para la respectiva investigación se realiza por medio de una encuesta o cuestionarios, estos pueden depositarse en lugares que sea apropiado según el caso, como bibliotecas, salas de espera.

Este tipo de muestre depende mucho de la decisión de las personas de participar, así como de su disposición o altruismo. Por esta razón, en este tipo de cuestionarios resulta

importante dar incentivos, para aumentar el número de participación, y, en consecuencia, el tamaño de la muestra.

Otra forma de muestreo autoseleccionado consiste en realizar publicidad mediante folletos, anuncios o carteles, en los que se proporciona la información sobre la investigación, revelando sus principales características, para que sean los propios interesados quienes contacten al investigador a través de diferentes medios como teléfono, correo, etc.

Por último, este tipo de muestreo también se puede llevar a cabo a través de internet, mediante el envío de correos electrónico a determinadas personas utilizando listas de distribución o grupos de interés que concuerden con la investigación. Pueden emplearse páginas web, siempre y cuando la difusión sea suficiente como para incentivar a participar en el estudio (Galloway, 2005).

### **3.3.7 KDD**

Existen diferentes metodologías mediante las cuales se pueden procesar datos; sin embargo, en la actualidad, debido al crecimiento y la magnitud de las bases de datos, ha sido necesario técnicas más avanzadas. Entre estas se encuentra el Knowledge Discovery in Databases, conocido por sus siglas en inglés KDD.

En la literatura existen diferentes definiciones; entre ellas, se puede destacar la siguiente: “El descubrimiento de conocimiento en bases de datos es un campo de la inteligencia artificial de rápido crecimiento, que combina técnicas del aprendizaje de máquina, reconocimiento de patrones, estadística, bases de datos, y visualización para automáticamente extraer conocimiento (o información), de un nivel bajo de datos (bases de datos)” (Nigro et al, s.f., 1).

El KDD es un proceso dentro del cual se implementa la minería de datos, y comprende los siguientes pasos:

1. Realizar un estudio de los objetivos del análisis y de la finalidad para la cual se está llevando a cabo, teniendo en cuenta el conocimiento previo relevante.
2. Obtener las bases de datos de estudio y evaluar la calidad de los datos; si es necesario eliminar aquellas variables que no sean necesarias.
3. Realizar un preprocesamiento de los datos, etapa en la cual se preparan mediante procesos de limpieza transformación integración y reducción de los datos. En esta fase se toman las decisiones necesarias respecto al “ruido” que pueda existir en los datos.
4. Implementar la minería de datos, aplicando funciones como la clasificación, regresión, clustering, resumen, recuperación de imágenes, entre otras.
5. Analizar los datos obtenidos y realizar su interpretación, explicando los posibles patrones identificados y las razones que los originan.
6. Utilizar el conocimiento generado, probando los modelos creados a partir de su aplicación en situaciones del mundo real y contrastando los resultados obtenidos.

### **3.3.8 Minería de datos**

Existen diversas definiciones de la minería de datos; no obstante, todas convergen en considerarla como el análisis de archivos y bitácoras de transacciones a nivel del conocimiento para descubrir patrones, relaciones, reglas, asociaciones e incluso excepciones que resulten útiles para la toma de decisiones (Rodríguez y Díaz, 2009).

### **3.3.9 Técnicas de minería de datos**

En la minería de datos existen dos subgrupos de técnicas: las supervisadas o predictivas y las no supervisadas o de descubrimiento.

Las técnicas supervisadas o predictivas son aquellas que permiten predecir el valor de un atributo de un conjunto de datos a partir de conocimiento de otros atributos. A partir de datos cuya etiqueta es conocida, se induce una relación entre dicha etiqueta y una serie de atributos, relaciones que posteriormente se utilizan para predecir datos cuya etiqueta es desconocida (Rodríguez y Díaz, 2009).

Las técnicas no supervisadas o del descubrimiento permiten identificar patrones y tendencias presentes en los datos sin necesidad de etiquetas previas. El descubrimiento de esa información sirve como base para la toma de decisiones y la implementación de acciones que generen algún tipo de beneficio (Rodríguez y Díaz, 2009).

Dentro de las técnicas no supervisadas se encuentran métodos como el análisis de componentes principales, el clustering y otras técnicas de que permiten identificar estructuras subyacentes y patrones en los datos sin necesidad de variables dependientes previamente definidas.

### ***3.3.10 Análisis multivariante***

La mayoría de las definiciones existentes, convergen en una idea común: el análisis multivariante se refiere a un conjunto de técnicas o métodos estadísticos que permiten realizar la interpretación y el análisis simultáneo de la información contenida en conjuntos de datos multivariantes, es decir, aquellos que incluyen varias variables para cada uno de los sujetos del estudio (Bech, 2019).

Entre las principales ventajas del análisis multivariado se encuentra la posibilidad de estudiar de manera conjunta datos con múltiples variables, lo cual no es posible mediante análisis estadístico univariado o bivariados. Este tipo de análisis proporciona apoyo al analista en la toma de decisiones dentro de un contexto determinado al considerar la información

disponible de forma integrada. Mediante el análisis multivariante es posible resumir la información contenida en un gran número de variables en un conjunto más reducido, así como analizar la similitud entre los datos para formar grupos o clasificaciones de sujetos con características similares. (Bech, 2019).

### ***3.3.11 Clustering***

Esta técnica conocida como análisis de conglomerado o clustering para análisis multivariado no supervisada tiene como objetivo agrupar un conjunto de observaciones en grupos conglomerados, de forma que los elementos que se encuentran dentro del mismo grupo o conglomerado sean lo más parecido entre sí, y lo más diferentes posible de los elementos que pertenecen a los demás grupos (Everitt et al., 2011).

La similitud o disimilitud entre las observaciones se determina mediante la distancia o similitud, calculadas con base en las variables que describen a cada individuo. El resultado del clustering no es una clasificación predefinida, sino una estructura emergente que permite identificar segmentos naturales dentro de los datos (Hair et al., 2019).

En estudios de seguimiento a egresado, investigaciones exploratorias, el clustering permite identificar perfiles de individuos con características o percepciones similares, lo que hace más fácil realizar un análisis comparativo entre los distintos grupos y con esto aportar información relevante para la toma de decisiones.

### ***3.3.12 Análisis de componentes principales***

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica utilizada para reducir la dimensión de un conjunto amplio de observaciones que contienen un gran número de variables. Este proceso se realiza a partir del análisis de la varianza y la covarianza de las variables que

conforman los datos de entrada, concentrando la mayor cantidad de información posible en un número reducido de componentes (Gupta & Lehal, 2009).

Según IBM (2023), para llevar a cabo este análisis es necesario realizar, en primer lugar, una normalización de los datos, de modo que presenten una distribución con media de cero y desviación estándar de uno. Posteriormente, se calcula el grado de correlación entre dos o más variables mediante una matriz de covarianza, con el propósito de identificar las relaciones existentes entre ellas y analizar como varían respecto a la media. A continuación, se realiza el cálculo de los componentes principales, los cuales representan las direcciones de máxima varianza de los datos.

Luego, se seleccionan los componentes principales que serán considerados en el análisis, para lo cual existen distintos criterios o métodos de decisión. Por último, los datos originales se transforman a un nuevo sistema de coordenadas definido por los componentes principales seleccionados.

En el contexto de estudios educativos, el ACP es especialmente útil para sintetizar variables de percepción y construir indicadores que representan dimensiones latentes asociadas a la calidad, la pertinencia o el impacto de los programas académicos.

### ***3.3.13 Análisis de factores exploratorio***

El análisis factorial exploratorio busca identificar grupos de variables, denominados factores, entre los cuales se presenta una alta correlación. Esta técnica se utiliza principalmente para reducir la complejidad asociada al procesamiento de un gran número de variables, con el objetivo de explicar un fenómeno de manera más estructurada y comprensible (Mendez & Rondon, 2012).

Este análisis permite identificar patrones existentes en un conjunto amplio de variables y determinar si la información puede agruparse en un número menor de factores que representan de forma adecuada el fenómeno estudiado.

El objetivo principal del análisis factorial exploratorio es resumir o sintetizar la información contenida en las variables originales en conjunto más reducido de factores subyacentes. Al interpretarse estos factores, es posible describir el fenómeno a través de un número de conceptos en comparación con el uso individual de las variables originales (Hair et al, 2014).

El análisis factorial exploratorio es una herramienta pertinente para el análisis de variables relacionadas con calidad y pertinencia de programas académicos, ya que es ampliamente utilizado para validar constructos y dimensiones asociadas a percepciones, actitudes o evaluaciones.

#### **3.3.14 Minería de textos**

La minería de textos es una técnica que está orientada a la extracción de conocimiento a partir de los datos textuales no estructurados, los cuales provienen del lenguaje natural usado por las personas. Para su aplicación, se integran saberes y métodos provenientes de la lingüística, la estadística y la informática, y de este modo identificar patrones, relaciones y tendencias presentes en grandes volúmenes de texto, tales como respuestas a preguntas abiertas, contenidos en páginas web o expresiones utilizadas en las redes sociales (Gil y Guilleumas, 2022).

La finalidad de esta técnica es capturar conceptos y temas clave, así como descubrir relaciones y tendencias ocultas, sin necesidad de conocer previamente las palabras o términos exactos empleados por los autores para expresar dichos conceptos (IBM, 2012).

### ***3.3.15 Nubes de palabras***

A partir de textos que han sido procesados anteriormente, se construyeron nubes de palabras con base en la frecuencia de aparición de los tokens, palabras que son frecuentes dentro de varios textos. Estas representaciones gráficas permiten identificar de manera visual los términos que son más recurrentes en un conjunto de textos, de esta forma facilitan una primera aproximación interpretativa al contenido cualitativo (Gil y Guilleumas, 2022).

En este tipo de representación, las palabras que aparecen con una mayor frecuencia se destacan mediante un mayor tamaño, lo que facilita la identificación a simple vista de los conceptos que son recurrentes y temas predominantes, esta técnica permite una primera aproximación interpretativa al contenido textual. No obstante, su alcance es limitado, dado que se basa únicamente en frecuencia de términos y no permite establecer relaciones sistemáticas profundas entre ellos (Gil y Guilleumas, 2022).

### ***3.3.16 Análisis de sentimientos***

El análisis de sentimientos busca extraer, por medio de técnicas computacionales información subjetiva expresada por las personas en un documento determinado, lo que permite identificar connotaciones positivas, negativas o neutras frente un tema específico (IBM, 2012). Esta técnica es comúnmente utilizada por las organizaciones conocer la opinión y los sentimientos que generan productos o servicios en los usuarios.

Para aplicar esta técnica, se siguen una serie de pasos metodológicos. En primer lugar, se identifican las entidades, entendidas como las características del producto, servicio o tema que son mencionados en el texto. En segundo lugar, se extraen los aspectos, los cuales se asocian con una determinada entidad. Posteriormente, se identifican los autores de la opinión y el momento temporal en que fue emitida. Por último, se clasifica la polaridad del sentimiento

a nivel de aspecto, determinando si la valoración expresada es positiva, negativa o neutra. El resultado de este proceso se construye una quintupla de opinión, la cual integra la entidad, el aspecto, el autor, el momento temporal y la polaridad del sentimiento (IBM, 2012).

## **4 Metodología**

El estudio adopta un enfoque mixto, con predominio cuantitativo y un componente cualitativo como complemento, de tipo descriptivo con un componente exploratorio en el análisis cualitativo, con un diseño no experimental y de corte transversal orientado al seguimiento de egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial.

Para la estructura metodológica se adoptó el enfoque KDD (Knowledge Discovery in Databases). Este enfoque permite estructurar de manera sistemática los procesos de análisis de datos y ha sido usada en estudios de caracterización y seguimiento de graduados. Por esta razón, se adopta en el presente trabajo, considerando además los lineamientos propuestos por el Observatorio Laboral para la educación (OLE).

De este modo, se selecciona debido a que permite organizar el proceso de análisis en etapas de manera secuencial, que van desde la recolección y preparación de los datos hasta la aplicación de técnicas analíticas e interpretación de los resultados, con esto se puede garantizar que existe una coherencia entre los objetivos del estudio y las técnicas utilizadas (Fayyad et al., 1996).

### **4.1 Preparación de las bases de datos y clasificación de los egresados**

La población objetivo del estudio está conformada por los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial que culminaron sus estudios académicos entre los años 2020 y 2024. La unidad de análisis corresponde al egresado individual del programa.

La muestra estuvo conformada por 32 egresados de la Maestría, seleccionados con el muestreo no probabilístico por autoselección, ya que la participación en el estudio fue voluntaria y dependió de la disposición de los egresados para responder el instrumento.

Para el desarrollo del estudio, los egresados de la maestría en ingeniería industrial fueron clasificados en tres momentos o grupos, de acuerdo con tiempo que ha transcurrido desde su graduación al momento de la aplicación del instrumento. Esta clasificación resulta adecuada para la interpretación comparativa entre los resultados obtenidos en cada una de las etapas el análisis multivariado y análisis de texto.

**Tabla 2.**

*Clasificación de egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial por momento.*

<b>Momento</b>	<b>Egresados de la maestría en Ingeniería Industrial</b>
<b>Uno</b>	11
<b>Tres</b>	10
<b>Cinco</b>	11
<b>Total</b>	32

En la tabla 2, se detalla la distribución de cada uno de los momentos, en el momento uno se encuentran los egresados más recientes, dentro del grupo de estudio, estos son aquellos que se graduaron en el año 2024, en el momento tres se encuentran los graduados en el 2023, mientras que el momento 5 este compuesto por los egresados en los años 2020 y 2021.

#### **4.2 Primera etapa: Recolección e integración de la información**

- **Realización del instrumento de medición para egresados**

Con base en el cuestionario utilizado por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), se definieron las categorías de las preguntas y se ajustaron de acuerdo con la necesidad del estudio, garantizando la pertinencia del instrumento. En el cuestionario se incluyeron diferente tipo de preguntas, según su finalidad y tipo de escala.

1. Preguntas abiertas: Permiten al encuestado expresarse libremente acerca de sus percepciones y opiniones. En este estudio se utilizaron principalmente para obtener información cualitativa relacionada con la percepción sobre la calidad del programa, dado que este tipo de preguntas permiten capturar de manera más fiel los sentimientos y valoraciones de los egresados, ya que son menos influenciadas por opciones previamente definidas. Se incluyen en el estudio para permitir la aplicación de técnicas de minería de texto y análisis de sentimientos, estas orientadas a profundizar en la percepción subjetiva de los egresados del programa.
2. Preguntas estructuradas cerradas: Estas permiten obtener información detallada a partir de opciones de respuestas ya establecidas. Dentro de este grupo de preguntas se incluyeron preguntas de escala, como la escala de Likert, y preguntas de opción múltiple. Con este tipo de preguntas se facilita el posterior análisis estadístico y multivariado de la información recolectada. Este tipo de preguntas fueron agregadas para realizar la aplicación de técnicas como análisis de componentes principales y el análisis de clustering.

La encuesta se diseñó a partir del cuestionario base del Observatorio Laboral para la Educación (OLE), de este se conservaron las preguntas que se consideraron pertinentes para el estudio y se eliminaron aquellas que no se ajustaban a los objetivos de la investigación. Dado que el instrumento del OLE está orientado principalmente a egresados de pregrado, se realizaron algunos ajustes para adaptarlo al contexto de la Maestría, con este fin se incorporaron preguntas de tipo abiertas y aspectos específicos de la formación de posgrado, con base a recomendaciones de expertos académicos del programa.

- **Fase de prueba del instrumento de medición:** el instrumento fue sometido a un proceso de revisión por expertos, en el cual participaron docentes con experiencia académica e investigativa vinculados a Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. En la revisión permitió evaluar la claridad, pertinencia y coherencia de las preguntas, así como con los objetivos de la investigación.

Como resultado de la revisión, se realizaron ajustes en la redacción de algunas preguntas, se reorganizaron secciones del cuestionario y se fortaleció el componente de preguntas abiertas, la versión final del instrumento corresponde a la utilizada en la aplicación de la encuesta y es la base para el análisis de los resultados presentados en el estudio, en el Apéndice A se presenta el documento de la encuesta.

Una vez que se tuvieron los ajustes correspondientes, se consolidó la versión final del instrumento. La encuesta estuvo conformada por varios bloques temáticos, diseñados para facilitar la aplicación de las técnicas de análisis. A continuación, se presentan las secciones del instrumento:

**Datos personales y antecedentes académicos,** preguntas que están orientadas a caracterizar a los egresados socio demográficamente.

**Satisfacción con el programa de la Maestría en Ingeniería Industrial,** en este apartado se evaluaron aspectos que estaban directamente relacionados con el componente académico, el cuerpo docente, los recursos institucionales y la pertinencia del plan de estudios, se emplearon preguntas con escala de tipo Likert, además se incorporaron las preguntas abiertas para conocer la percepción de los egresados acerca del programa académico, recolectando opiniones y valoraciones cualitativas sobre la experiencia formativa y las competencias desarrolladas.

**Impacto de la maestría en la vida profesional,** en estas preguntas se enfocó el tema de la percepción con base en el aporte del programa al desarrollo profesional y personal.

**Situación laboral y trayectoria profesional**, se recolectó información sobre inserción laboral, vinculación, sector económico e ingresos.

**Relación con la UIS**, en estas preguntas se evaluó el sentido de pertenencia, la disposición de los egresados en recomendar el programa y el interés de los mismo por continuar sus estudios en la universidad.

La aplicación del instrumento se realizó garantizando el consentimiento informado de los participantes, el uso exclusivo académico de la información recolectada y la confidencialidad de los datos.

#### **4.3 Segunda etapa: Selección y compilación de Bases de datos**

Durante esta etapa se realizó una recopilación de las bases de datos disponibles correspondientes a los egresados del programa entre los años 2020 y 2024. Paso siguiente, se procedió a verificar y depurar la información, conservando únicamente las variables relevantes para los objetivos del estudio.

- **Elección de los medios de difusión:** Inicialmente se enviaron los links a los egresados por medio del correo institucional, de forma masiva, esto como una estrategia para tener una mayor tasa de respuesta por parte de los egresados, en el cual se le envió un mensaje y los enlaces correspondientes al instrumento. Posteriormente, se les envió correos de manera personalizada, de igual forma por medio del correo institucional. Por último, se utilizó la información disponible de contacto telefónico, número de celular, y se les envió un mensaje de invitación por medio de Whatsapp. La encuesta estuvo habilitada durante nueve semanas.

Se reconoce que existe la posibilidad de sesgo en las no respuestas, el cual se considera dentro del análisis e interpretación de los resultados.

#### **4.4 Tercera etapa: Procesamiento, limpieza y transformación**

Parte del análisis cuantitativo de la información se realizó aplicando técnicas de estadística descriptiva, para poder caracterizar a los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial en términos sociodemográficos, laborales y académicos. Se realizó un análisis mediante el cálculo de frecuencia absolutas y relativas, con esto se pudieron describir variables como lugar de residencia, tipo de vinculación, sector económico, nivel de ingresos y continuidad académica.

Una vez que se recolectaron las respuestas, se realizó una inspección general de la información, esto fue necesario para descartar preguntas que se encontraran incompletas. Por otra parte, en el caso de las preguntas abiertas, se procedió a realizar una corrección ortográfica y normalización del texto, esto para facilitar el análisis.

Para las variables cuantitativas, se aplicaron procesos de codificación, estandarización y transformación de datos. Adicionalmente, se realizó un tratamiento de valores faltantes y la verificación de posibles valores atípicos.

#### **4.5 Cuarta etapa: Análisis de data aplicando minería de datos y análisis multivariado**

Se aplican las técnicas de análisis multivariado para reducir las variables de estudio y analizar posibles correlaciones entre ellas, con el propósito de realizar un estudio más detallado y eficiente, que permita identificar patrones existentes. En esta etapa se implantaron las técnicas de análisis no supervisado, entre ellas el análisis de componentes principales (ACP) para la identificación de factores subyacentes en las percepciones sobre la calidad y pertinencia del programa, considerando criterios como la varianza explicada y los autovalores, y técnicas de agrupamiento (Clustering), con el que se identificó grupos de egresados con características y percepciones similares. Estas técnicas se realizaron mediante el uso de un software

especializado para la aplicación de la técnica, Python, así como para la interpretación de los datos y la formulación de las conclusiones.

Por otra parte, se realiza un análisis de las preguntas abiertas utilizando la minería de texto, con el objetivo de encontrar información relevante para la investigación a partir de las opiniones de los egresados. Para ello, se emplean técnicas de análisis de sentimientos y análisis de texto, mediante las cuales se busca identificar la posición o emoción negativas, positivas o neutras que tienen los egresados con respecto al programa de Maestría en Ingeniería Industrial. Se realizó una codificación automatizada, seguida por una clasificación con categorías. A partir de ello, se realiza un análisis e interpretación, la identificación de patrones y la visualización de los resultados mediante gráficos y porcentajes.

#### **4.6 Quinta etapa: Interpretación y evaluación de los resultados**

A partir del análisis de datos, en el paso anterior, se obtienen los resultados del estudio de seguimiento a los egresados, lo cuales se consolidan en un informe donde se explica de manera detalla los hallazgos. Con ello, se logra la estructuración del perfil del egresado, así como las principales características del entorno laboral actual.

Los resultados obtenidos fueron interpretados a la luz de los objetivos del estudio y contrastados con la literatura revisada.

#### **4.7 Sexta parte: Difusión de los resultados obtenidos**

Una vez cumplidos con los objetivos del proyecto, en los cuales se obtiene el perfil del egresado y los resultados del análisis del cuestionario, se procede a la divulgación de los resultados obtenidos con los diferentes interesados.

## 5 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de este estudio, correspondiente a la información que se recolectó a través de las encuestas, dentro de las cuales se incluye un análisis cuantitativo y cualitativo, además de la descripción del perfil del egresado de la maestría en ingeniería industrial. Estos análisis se desarrollaron teniendo en cuenta las etapas definidas en el proceso de KDD, mencionado anteriormente en las fases del proyecto, en el apartado anterior.

### 5.1 Tasa de respuesta y análisis del instrumento de medición general

Primero, se describe el comportamiento que se obtuvo llevando a cabo la estrategia de difusión de la encuesta, por medio de correos electrónicos y medios telefónicos, el cual tuvo un tiempo de difusión de nueve semanas. En la Tabla 3 se resume la participación de los egresados de la Maestría de Ingeniería industrial.

**Tabla 3.**

*Tasa de respuesta de los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial por momento de graduación.*

<b>Momento</b>	<b>No de Egresados</b>	<b>No Respuestas</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>% Participación</b>
<b>Uno</b>	11	8	4	4	72,73%
<b>Tres</b>	10	9	3	6	90,00%
<b>Cinco</b>	11	8	4	4	72,73%
<b>Total</b>	32	25	11	14	78,13%

Para realizar el análisis de las respuestas, se descargaron los archivos de cada una de las encuestas perteneciente a cada momento. La herramienta Microsoft Forms adicional a las respuestas del cuestionario incluye hora de inicio, hora de finalización y comentarios del cuestionario, los cuales fueron eliminados de la base de datos, al no ser variables relevantes para el estudio.

## **5.2 Análisis descriptivo**

Para este análisis fue usada la herramienta de Power BI como apoyo para la visualización complementaria de la información, la cual se presenta en el

No obstante, los resultados con mayor relevancia en el análisis descriptivo se presentan y analizan en el presente capítulo mediante gráficas y tablas, para facilitar su interpretación.

### **5.2.1 Parte 1. Datos sociodemográficos**

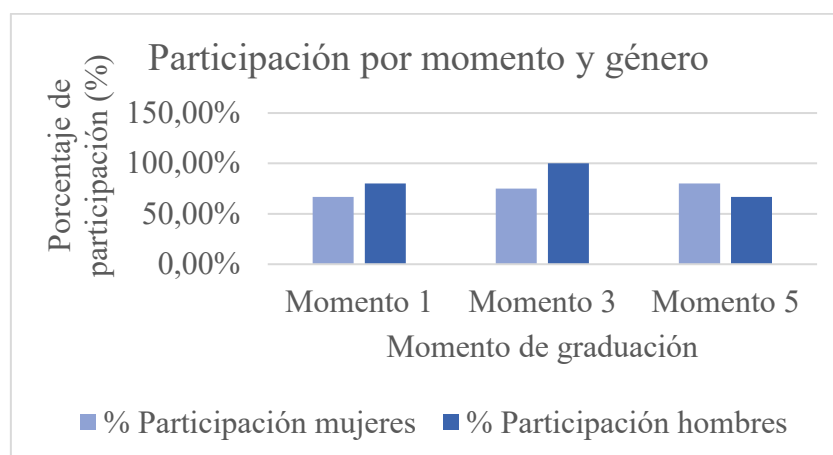
Dentro de la muestra de egresados que participaron en el instrumento de medición y que completaron la totalidad del cuestionario para el programa de Maestría en Ingeniería Industrial, se obtuvo una tasa de respuesta del 78.13% graduados en el período de tiempo 2020-2024. Del total de respuestas, el 73.33% correspondió a mujeres y el 26.67% a hombres.

En relación con el momento de graduación, el 72.73% de los egresados obtuvo el título entre los años 2020 - 2021; para el período 2022 - 2023 la tasa de participación fue del 90%, mientras que para el año 2024 se registró una participación del 72.73%, al igual que en los períodos 2020 – 2021, como se muestra en la Tabla 2.

La mayor parte de los egresados reside en Colombia, con un total del 92%. De este grupo, el 72% se encuentra en el departamento de Santander, de los cuales el 64% reside en

Bucaramanga y el 8% en Barrancabermeja. Adicionalmente, algunos graduados se sitúan en otros departamentos, tales como Boyacá, con un 8% en las ciudades de Paipa y Sogamoso. El porcentaje restante reside en Bogotá (Cundinamarca), en Cali (Valle del Cauca) y en Cartagena (Bolívar). Asimismo, el 8% de los egresados se encuentran ubicados en México (Querétaro) y en República Dominicana (Santo Domingo).

Finalmente, entre los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial, el 60% de los participantes cursó estudios de pregrado en Ingeniería Industrial. El 12% corresponde a profesionales en Diseño industrial; el 8% a de Ingeniería de Petróleos, otro 8% a Administración de Empresas. El 12 % restante corresponde a profesionales en Economía, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Metalúrgica.



**Figura 1.**

*Tasa de participación de los egresados por género y momento de graduación.*

### 5.2.2 Parte 2. Competencias y motivación

Respecto al manejo de una segunda lengua, el 92% de los graduados eligió inglés como su segunda lengua. Los egresados evaluaron su nivel de inglés en las cuatro competencias: habla, escucha, escritura y lectura. En estas competencias predominó el nivel intermedio (B1-

B2), con porcentajes del 52.17% en habla, 56.52% en escucha, 56.52% en escritura y 52.17% en lectura, respectivamente.

En adición, un egresado manifestó que su segundo idioma es el portugués, quien indicó que su nivel era intermedio (B1-B2).

A nivel específico, en la competencia de habla se identifica un porcentaje considerable de egresados que manifiesta tener un nivel es bajo, correspondiente al 26.09%. Por otro lado, en competencia de lectura se encuentra el mayor porcentaje de los egresados que manifiesta un nivel alto, con un 43.43%, y solo un 4.35% que considera que su nivel es bajo. En consecuencia, la lectura se identifica como la competencia lingüística con mayor dominio entre los graduados.

En cuanto a la principal motivación de los egresados para elegir el programa de maestría, predominó la opción de avanzar en la carrera académica (doctorado, investigación, docencia), con un 36%. Esta fue seguida por la motivación de mejorar el perfil profesional. El 12% seleccionó el programa para acceder a mejores oportunidades laborales.

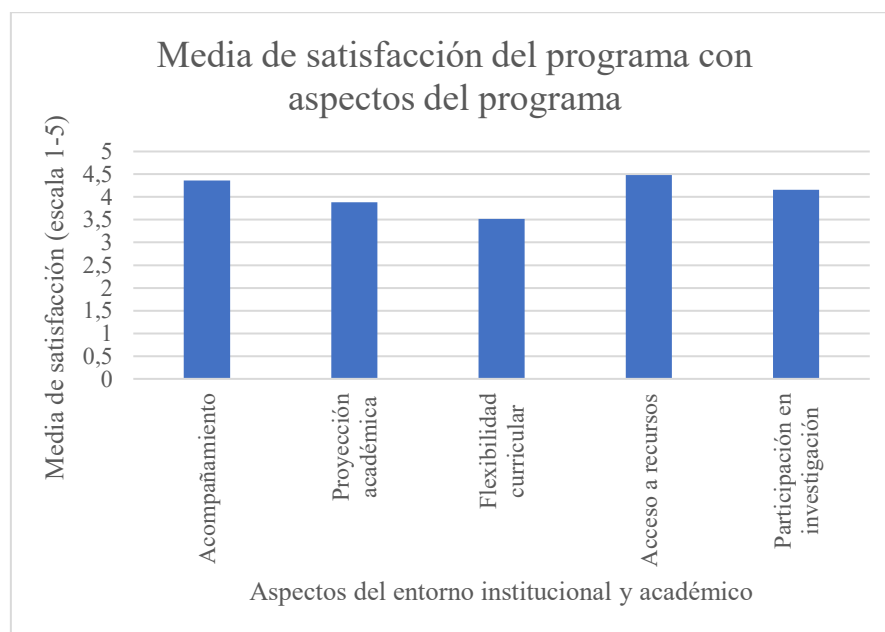
Asimismo, el 8% decidió cursar el programa como una forma para desarrollar nuevas competencias y conocimiento. Otras motivaciones reportadas por loa egresados fueron el interés personal por el aprendizaje continuo y la recomendación de conocidos, con porcentajes del 8% y 4%, respectivamente.

### **5.2.3 Parte 3. Satisfacción con el programa**

Para determinar si los egresados consideraban que el programa había cumplido con sus expectativas respecto a aspectos que proporciona la Universidad Industrial de Santander durante el desarrollo de la Maestría y su nivel de satisfacción, se les solicitó a los egresados evaluar cada aspecto mediante una escala tipo Likert donde 1 correspondía a “muy insatisfecho” y 5 a “muy satisfecho”. Con esta escala permitió comparar los promedios de satisfacción entre las diferentes dimensiones que se evaluaron del programa.

Los resultados muestran que los egresados presentan un mayor nivel de satisfacción con el acceso a recursos y medios educativos, entre los cuales se incluyen bibliografía, software, laboratorios y plataformas institucionales, con una media de 4.48. Este resultado permite identificar este aspecto como una fortaleza del programa.

De manera contraria, el aspecto con el que los egresados sienten una menor satisfacción está relacionado con la flexibilidad curricular y la articulación con otros programas académicos, tales como el doctorado, este con una media de 3.52. Esto sugiere que existe una oportunidad de mejora en este apartado, ya que, aunque está por encima del punto medio de la escala aun es muy bajo en comparación con los demás aspectos evaluados.



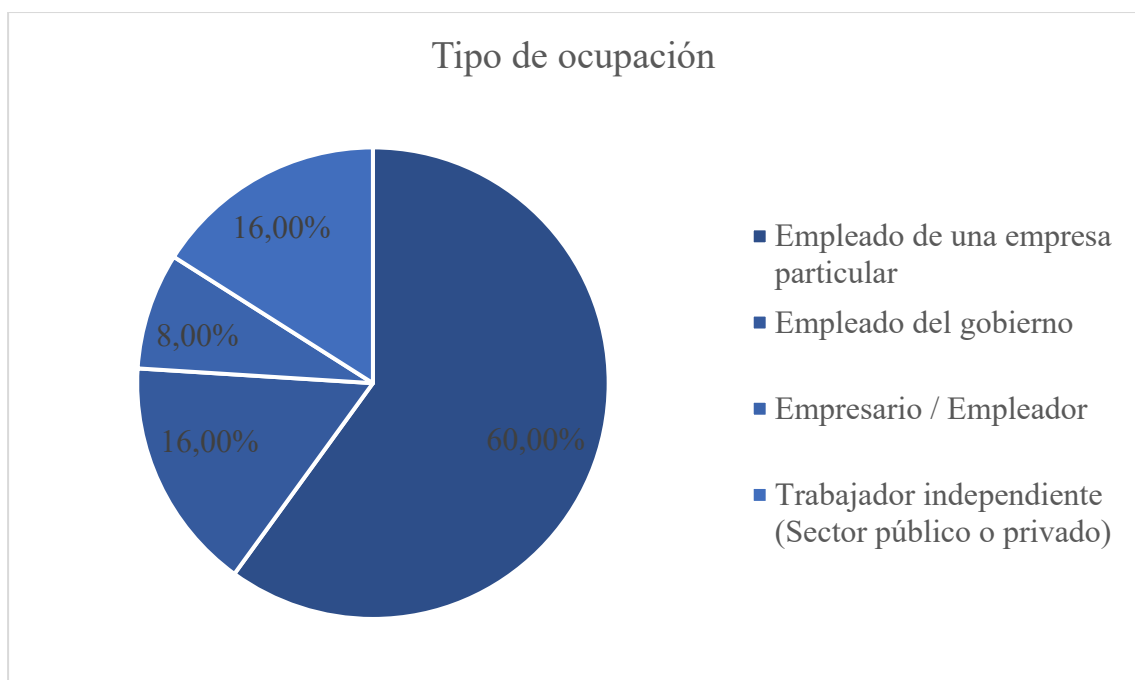
**Figura 2.**

*Media de satisfacción de los egresados con los diferentes aspectos, institucionales y académicos, del programa.*

#### 5.2.4 Parte 4. Situación laboral

La totalidad de los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial se encuentran actualmente vinculados laboralmente, ya sea ejerciendo su profesión o desarrollando alguna actividad remunerada; no se registraron casos de desempleo.

En cuanto al tipo de ocupación principal, el 60% de los egresados se desempeña en empresas del sector privado. Mientras que el 16% labora en entidades del sector público, mientras que otro 16% trabaja de manera independiente, tanto en el sector público como privado. Adicionalmente, el 8% de egresados se desempeña como empresario.



**Figura 3.**

*Distribución del tipo de ocupación de los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial.*

Respecto al tipo de vinculación de los egresados que trabajan en una empresa privada o en el sector público, el contrato a término fijo es el tipo de vinculación laboral más frecuente, con una representación del 52.63%. Le siguen los contratos de prestación de servicios, con un 21.05%, mientras que los contratos a término indefinido el 15.79%. Finalmente, un 10.53% de los egresados reporta otra modalidad de contratación.

**5.2.4.1 Empleados de empresas particulares/gobierno.** El canal más usado por los egresados para encontrar el trabajo en el que actualmente se encuentran laborando es por medio de familiares, amigos o conocidos, con un 36.84% del total de las respuestas.

El 63.16% de los egresados se encuentra laborando en el sector educación; entro de las áreas de desempeño la más común es la docencia, con un 42.11%, actividad que predomina en el Momento 5. Un 26.32% se desempeña en el área de investigación, innovación y tecnología.

El 40% de los egresados cuenta con una vinculación laboral mediante contrato a término fijo. En términos de salario, el 36.84% de los egresados manifiesta que su ingreso es mayor a los cinco SMMLV; con el mismo porcentaje se encuentran egresados con un salario entre el rango de dos y tres SMMLV. El 52.63% de los egresados expresa que su trabajo se encuentra directamente relacionado con el programa, mientras que el 5.26% comenta que su trabajo no está relacionado con la maestría.

Los resultados sugieren que la Maestría ha tenido un impacto positivo respecto a inserción y desempeño laboral de los egresados, esto se puede ver reflejado tanto en la relación directa entre el empleo y la formación recibida, como en los niveles salariales alcanzados.

**5.2.4.2 Trabajador independiente.** La actividad económica realizada por el 75% de los egresados que se desempeñan como trabajadores independientes está relacionada con actividades profesionales, científicas y técnicas.

En términos de la relación entre el empleo actual y la formación recibida en la maestría, el 50% de los egresados manifiestan que su actividad laboral está directamente relacionada, mientras que el otro 50% manifiesta una relación indirecta.

En cuanto a los ingresos, el 50% de los egresados independientes reporta devengar ingresos entre los cuatro y cinco SMMLV. Con respecto a la modalidad de vinculación, el 50% trabaja en la modalidad honorarios, mientras que el resto reportan trabajar mediante contratos de prestación de servicios y/o bajo la modalidad de trabajo por piezas o a destajo.

En conjunto, los hallazgos muestran una adecuada correspondencia entre la formación y el desempeño laboral independiente de los egresados.

**5.2.4.3 Empresario/empleador.** El 8% de los egresados se desempeña como empresario/empleador, concentrados principalmente en actividades de servicios administrativos y de apoyo, las cuales representan el 50% de las actividades desarrolladas por este grupo.

En relación con la pertinencia de la formación académica, la totalidad de los egresados afirma que su actividad laboral se encuentra indirectamente relacionada con la formación recibida en la maestría. Adicionalmente, todos los egresados reportan ingresos superiores a los cinco SMMLV.

Esto indica que, aunque la relación entre la actividad y la formación recibida es de carácter indirecto, la Maestría aportó competencias transversales que favorecen el desempeño empresarial.

**5.2.4.4 Satisfacción laboral.** Se realizó una pregunta relacionada con la utilidad de los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas durante la maestría en sus actividades laborales actuales. Al respecto, el 44% de los egresados afirma que estos le son de utilidad, mientras que el 40% afirma que le son muy útiles. Por su parte, el 16% indica que no le son ni muy útiles ni nada útiles.

En relación con otros aspectos de la vida, el 44% manifiesta que los conocimientos adquiridos durante la maestría le han resultado muy útiles y el 4% de los egresados expresa que le han sido poco útiles.

En cuanto a la coincidencia entre la situación laboral y las expectativas que se tenían al inicio de los estudios en la maestría, el 52% de los egresados considera que su situación es mejor de lo que esperaba, mientras que únicamente un 8 % manifiesta que se encuentra peor de lo que había previsto.

### **5.2.5 Parte 5. Identidad con la Universidad Industrial de Santander**

El 84% de los egresados manifiestan que poseen un alto sentido de pertenencia con la Universidad Industrial de Santander (UIS). De igual manera, el 92% de los egresados expresa que recomendarían la institución a un tercero, siendo la principal razón la calidad en la formación de profesionales recibida durante su proceso académico. Asimismo, el 72% de los egresados manifiesta interés en realizar otros estudios en el futuro en la universidad, destacándose el programa de doctorado como la opción de mayor interés, con un 56% de las respuestas obtenidas.

Esto demuestra que hay un nivel alto de identificación institucional y fidelización académica por parte de los egresados, lo cual se interpreta como un indicador positivo del programa y de la universidad en la trayectoria formativa y profesional de sus graduados.

### **5.2.6 Cruce de variables**

**5.2.6.1 Cruce entre variable ocupación vs. Cumplimiento de expectativas laborales.** Para realizar este análisis, dado que el instrumento no incluye una pregunta directa sobre satisfacción laboral, se realizó una aproximación a partir de la comparación de las expectativas que tenían los egresados al iniciar la maestría y su situación laboral actual.

El cruce entre la actividad laboral de los egresados y el grado de coincidencia entre las expectativas iniciales y la situación laboral, evidencia diferencias entre cada uno de los diferentes grupos de ocupación.

Para el caso de aquellos que son empleados en empresas particulares, el 53.33% expresa que su situación laboral fue mejor de lo que esperaban, mientras que un 20% indica que es igual a lo que esperaban. Dejando un 13.33% que manifiesta no haber tenido expectativas y otro 13.33% que expresa que su situación es peor de lo que esperaba.

Por parte de los egresados que se encuentran vinculados laboralmente a entidades gubernamentales, sector público, se presenta una percepción favorable, en la que el 75% afirman que su situación laboral es mejor de lo que esperaban y el 25% afirman que es igual de lo que esperaban. Entre los egresados que son empresarios o empleadores, la totalidad de ellos coinciden en que su situación laboral actual es coherente con las expectativas que tenían al inicio de la maestría. Por último, los trabajadores independientes, el 50% de ellos considera que su situación laboral es mejor de lo que esperaba, mientras que el otro 50% expresaron que su situación es igual a lo que esperaban.

Con estos resultados se puede concluir que, independientemente de la ocupación en la que se encuentren los egresados, la mayoría considera que su situación laboral actual cumple

o supera las expectativas que tenían al inicio de la maestría, esto puede sugerir un impacto positivo del programa en la trayectoria laboral de sus egresados.

**5.2.6.2 Cruce entre relación empleo-maestría vs expectativas después de la maestría.** Este cruce entre la relación del empleo de los egresados con la maestría y la coincidencia con las expectativas que tenían al comenzar la permite analizar la asociación entre la pertinencia de la formación y la percepción de los resultados laborales obtenidos.

Dentro de los egresados cuyo trabajo está directamente relacionado con la maestría, se percibe que el 50% consideran que su situación laboral es mejor de lo que esperaban y un 41.67% indican que su situación actual es igual a lo que esperaba.

Los egresados que se encuentran trabajando en una actividad indirectamente relacionada con la maestría, aunque la mayoría manifiesta que su situación laboral es mejor de lo que esperaba con un 58.33%, también presentan un 16.67% que considera que su situación es peor de lo que esperaba, lo que puede sugerir una menor alineación entre la formación que recibieron y las expectativas laborales. Esto refleja que, si bien la maestría sigue siendo valorada positivamente, la relación indirecta con el empleo pudo influir en una percepción menos favorable de los resultados laborales.

Para finalizar, en el pequeño grupo de egresados cuyo trabajo no está relacionado, la totalidad ha manifestado que no tenía ninguna expectativa laboral asociada a la formación recibida.

**5.2.6.3 Cruce entre variable relación maestría vs salario.** Se realizó un análisis complementario entre la relación de la actividad profesional con la maestría y el nivel de ingresos en función del grado de pertinencia de la formación recibida. Para el grupo de egresados que se desempeña en actividades directamente relacionadas con la maestría, los ingresos son mayormente entre dos y cuatro salarios mínimos legales mensuales vigentes (SMMLV), aunque se identificó un pequeño grupo de 16.67% que reporta ingresos superiores a 5 SMMLV.

Por otra parte, los egresados que desarrollan actividades indirectamente relacionadas con la maestría presentan una distribución más heterogénea de los ingresos, con mayor presencia de niveles salariales superiores a los cinco SMMLV, esto sugiere que, aun cuando la relación con la formación no es directa, las competencias adquiridas pueden estar siendo valoradas en distintos contextos laborales.

Por último, aquellos egresados que desarrollan una actividad no relacionada con la maestría reportaron ingresos superiores a los cinco SMMLV, esto se puede tomar como que factores externos a la formación pueden influir de manera significativa en el nivel salarial alcanzado.

### ***5.2.7 Dimensión de desempeño de los egresados en la industria***

En esta dimensión se les pidió a los empleadores realizar una valoración del desempeño de los egresados sobre competencias conductuales y profesionales de los magister en sus respectivos puestos de trabajo. Entre los resultados se pudo apreciar lo siguiente:

Entre los puntos a destacar, en la que los empleadores consideran de mayor excelencia, que fueron mejor calificados son éticos en sus actuaciones y la capacidad crítica y autocrítica, los cuales fueron calificados con una media de 4.83.

Dentro de las capacidades operativas y técnicas se presenta una valoración alta y consistente en la capacidad para resolver problemas del ejercicio profesional, el trabajo en forma autónoma y la identificación y respeto de los derechos de los demás, todos estos fueron calificados con una media de 4.78. También se pudo apreciar que los empleadores valoran positivamente la organización y planificación del tiempo con media de 4.72 y el interés por mantenerse actualizados, 4.67.

Entre las áreas en las que existe una oportunidad para fortalecer en el desempeño de los egresados, aunque las calificaciones se sitúan en rangos de alta calidad, son ligeramente inferiores en trabajo en equipo, trabajo bajo presión y el compromiso con la preservación del medio ambiente, los tres fueron calificados con una media de 4.33.

En cuanto a la dimensión en la cual se les preguntaba acerca de los aportes que realizan los egresados en cuanto a generar valor agregado y liderar procesos en los que transformen las organizaciones. Se pudo identificar que los empleadores consideran como puntos fuertes que los egresados identifican problemas en el sector, así como la contribución efectiva a la solución de problemas y su aporte a la innovación dentro de la organización, todas estas calificadas con una media superior a los 4.61.

Se puede concluir, que el programa de Maestría en Ingeniería Industrial de la UIS demuestra una alta pertinencia social y académica, esto se puede evidenciar con la valoración sobresaliente de sus empleadores. Los egresados se destacan por un equilibrio entre sus valores éticos, autonomía y una capacidad probada para generar conocimiento e innovación en las organizaciones.

### **5.3 Análisis de componentes principales**

El paso siguiente en la metodología de KDD (Knowledge Discovery in Databases) es realizar el análisis multivariado; para esto se eligió el análisis de componentes principales, el

cual tiene como principal objetivo reducir la dimensionalidad del conjunto de variables, sintetizando la información contenida en múltiples variables correlacionadas en un número menor de componentes. Con el fin de evaluar la percepción de calidad y la pertinencia del programa de Maestría en Ingeniería Industrial desde la perspectiva de los egresados, se aplicaron dos análisis de componentes principales (ACP).

### ***5.3.1 Análisis de componentes principales 1, satisfacción académica***

Para realizar el análisis se sintetizaron aquellas variables que recogen aspectos sobre la percepción de calidad de la experiencia formativa. Las variables consideradas son las siguientes:

CP1: Actualización, coherencia y relevancia de los contenidos del plan de estudios frente a las necesidades del entorno profesional y social.

CP2: Orientación del programa hacia la investigación aplicada y la solución de problemáticas reales en contextos productivos o académicos.

CP3: Nivel académico, experiencia investigativa y compromiso pedagógico del cuerpo docente.

CP4: Uso y dominio de herramientas analíticas avanzadas (simulación, modelado, análisis estadístico, entre otros).

CP5: Flexibilidad para profundizar en áreas de interés mediante asignaturas electivas pertinentes y actualizadas.

Antes de comenzar con el análisis de ACP, se construyó la matriz de correlación entre las variables seleccionadas. Los resultados obtenidos evidencian que existen correlaciones positivas de magnitud moderada alta entre los ítems, con valores mayoritariamente superiores al 0.3 y sin superar el umbral de 0.8, la matriz se presenta en el Apéndice C.

Además de realizar la matriz de correlación se evaluó la adecuación de los datos mediante el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. El KMO obtenido fue de 0.73, lo cual se considera adecuado para desarrollar el ACP. Por otro lado, la prueba de Bartlett fue significativa, con un valor de ( $\chi^2 = 58.03$ ;  $p < 0.05$ ) dando así una aprobación a lo dicho anteriormente en la matriz de correlación, que existe suficiente correlación entre las variables y es pertinente realizar el análisis de componentes principales.

**Tabla 4.**

*Prueba de adecuación muestral para el ACP de satisfacción académica.*

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
<b>KMO</b>	72.56%
<b>Bartlett (P-valorr)</b>	1.03 e-13
<b>Bartlett (chi-cuadrado)</b>	83.51

Al realizar el análisis se pudo identificar un único componente que explica el 72.8% de la varianza total, es decir, se obtuvo una estructura unidimensional, cuyas relaciones de varianza se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5.**

*Autovalores y varianza explicada del análisis de componentes principales para la satisfacción académica.*

<b>Componente</b>	<b>Autovalor</b>	<b>Varianza explicada</b>	<b>Varianza acumulada</b>
<b>1</b>	3.79	0.728	0.728
<b>2</b>	0.69	0.133	0.861
<b>3</b>	0.38	0.073	0.933

4	0.23	0.046	0.980
5	0.11	0.020	1.0

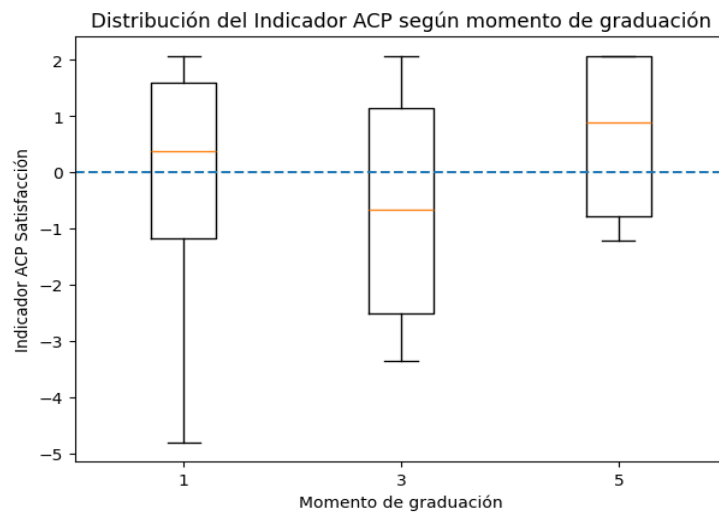
En el siguiente paso, se calcularon las cargas del componente, las cuales fueron positivas y de magnitud moderada, lo que permitió interpretar al componente como un indicador global de la satisfacción académica de los egresados. En la Tabla 6 se presentan las cargas del componente, las cuales se encuentran en un rango  $>0.38$ ; se tiene en cuenta que, debido a la coherencia conceptual con la dimensión de satisfacción académica y la finalidad exploratoria del estudio, se acepta un valor inferior al umbral de 0.40.

**Tabla 6.**  
*Cargas del componente 1.*

<b>Variable</b>	<b>Componente 1</b>
<b>CP1</b>	0.45
<b>CP2</b>	0.47
<b>CP3</b>	0.38
<b>CP4</b>	0.47
<b>CP5</b>	0.46

En la Figura 4 se presenta un diagrama de caja del indicador ACP de la satisfacción académica de los egresados según el momento de graduación. Se evidencian diferencias en la distribución del nivel de satisfacción según el momento de graduación. Para el momento 1, se observa que los niveles de satisfacción se encuentran dispersos, mientras que en el momento 3 hay un mayor número de valores que se encuentran por debajo del promedio en general. Por el contrario, los egresados que se encuentran en el momento 5 presentan una mediana positiva y

una menor dispersión negativa, lo que se puede inferir como una percepción de satisfacción más homogénea en este grupo.

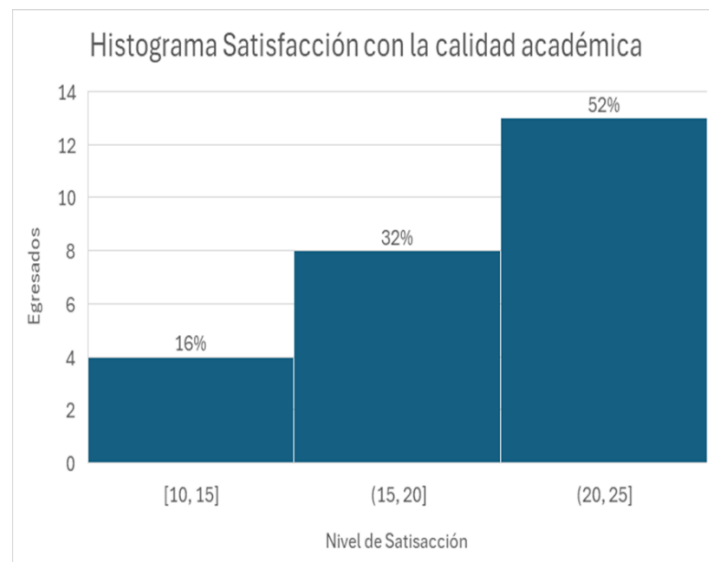


**Figura 4.**

*Distribución del indicador ACP de satisfacción académica según el momento de graduación.*

Con el fin de obtener una calificación general del componente de satisfacción académica, usando técnicas de estadística descriptiva, para poder obtener el grado de satisfacción de cada componente. Ya que este componente este compuesto por 5 variables, los valores que se pueden obtener se encuentran entre 5 y 25.

Se realizó un histograma de los resultados obtenido, presentado en la figura 6, en donde se puede afirmar que más de la mitad de los egresados se encuentra muy satisfecho con la satisfacción académica de la maestría, con un 52% de los egresados, un 32% se encuentran satisfechos y un 16% poco satisfechos.



**Figura 5.**

*Histograma componente Satisfacción académica.*

### **5.3.2 Análisis de componentes principales 2, pertinencia programa**

Para complementar los resultados obtenidos en el análisis de satisfacción académica, se incluyó un segundo análisis de componentes principales para sintetizar aquellas variables que asociadas a la pertinencia del programa académico desde la percepción de los egresados. Las variables que se tuvieron en cuenta para este análisis fueron las siguientes:

CP1: La Maestría fortaleció mi perfil para asumir cargos de mayor responsabilidad.

CP2: Me siento preparado(a) para continuar con formación doctoral o investigación avanzada.

CP3: La Maestría influyó positivamente en mi capacidad para desarrollar proyectos con impacto real.

CP4: La formación recibida favoreció mi vinculación laboral o avance profesional.

CP5: Los conocimientos adquiridos me han permitido aportar soluciones en mi organización.

Al igual que en el análisis previo, se realizó la matriz de correlación en la cual se evidenció que existe una alta correlación de los datos, con valores que oscilan entre los 0.3 y los 0.8, la matriz de correlación se presenta en el Apéndice C, por tanto, se concluye que la relación no es baja y de igual forma no sobrepasa la correlación permitida para este tipo de análisis.

Siguiendo con el análisis se procedió a evaluar si los datos eran adecuados para el análisis usando el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y las pruebas de esfericidad de Bartlett. El KMO obtenido fue de 0.70, lo cual se considera viable para desarrollar el ACP. La prueba de Bartlett igualmente fue significativa con un valor de ( $\chi^2= 74.55$ ;  $p < 0.05$ ), lo que confirma la existencia de correlación suficiente entre las variables. En la Tabla 7 se presentan los resultados obtenidos de las pruebas, concluyéndose entonces que los datos son pertinentes para la aplicación del análisis de componentes principales.

**Tabla 7.**

*Prueba de adecuación muestral para el ACP de pertinencia del programa.*

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
<b>KMO</b>	70.28%
<b>Bartlett (P-valorr)</b>	5.86 e-12
<b>Bartlett (chi-cuadrado)</b>	74.55

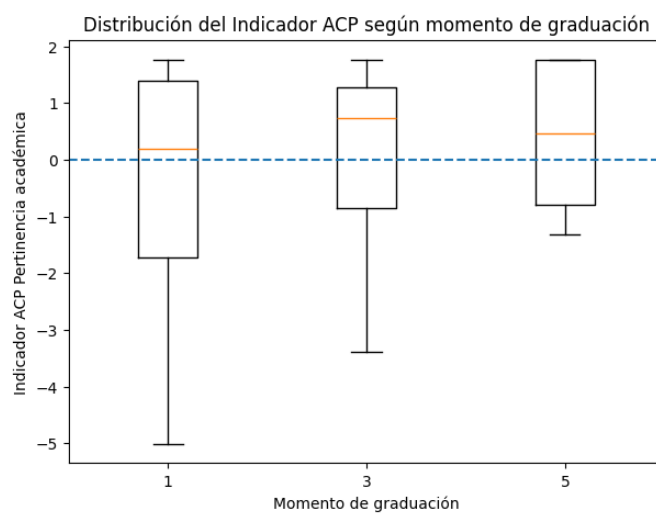
Se procedió a realizar el análisis de componentes principales, el cual permitió identificar una estructura unidimensional, que se representa con un único componente principal, el cual obtuvo un autovalor mayor a la unidad, y que explica el 65.8% de la varianza total de las variables analizadas. Los resultados asociados a la varianza explicada y acumulada se presentan en la Tabla 8.

**Tabla 8.**

*Autovalores y varianza explicada del análisis de componentes principales para la pertinencia del programa.*

Componente	Autovalor	Varianza explicada	Varianza acumulada
1	3.42	0.658	0.658
2	0.85	0.164	0.822
3	0.55	0.105	0.923
4	0.30	0.058	0.985
5	0.08	0.015	1.000

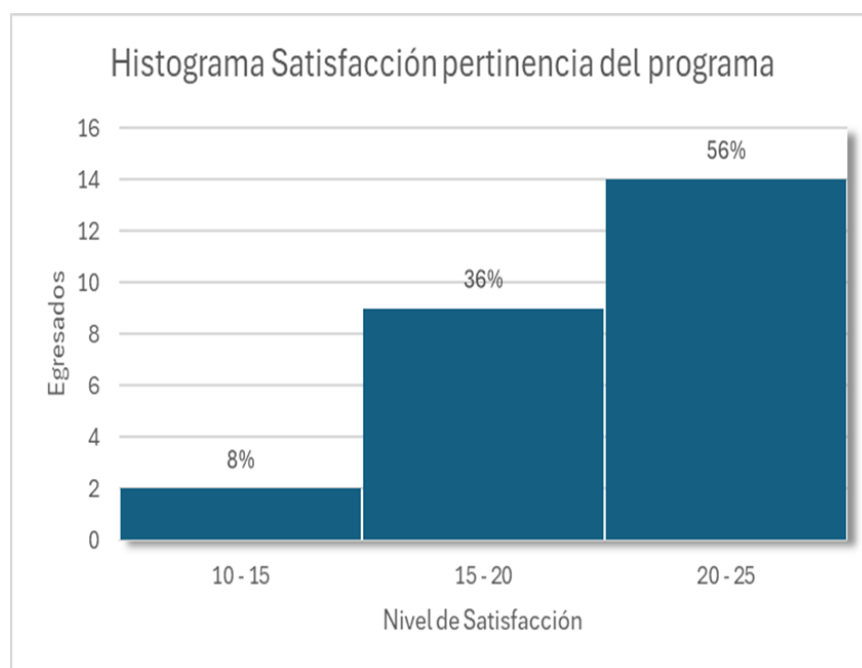
Para complementar el análisis, se realizó un gráfico de cajas que permite comparar el indicador de pertinencia del programa según el momento de graduación de los egresados, Figura 6, como se puede apreciar en la gráfica la mediana se encuentra en valores superiores a cero en todos los momentos, lo cual demuestra que hay una mayoritariamente positiva de la pertinencia del programa a lo largo del tiempo.

**Figura 6.**

*Distribución del indicador ACP de pertinencia del programa según el momento de graduación.*

No obstante, en el momento 1, correspondiente a los egresados más recientes, se evidencia una mayor dispersión de los datos por debajo de la media general, mientras que en el momento 5 se observa una mayor dispersión de los datos sobre dicha media, lo que puede sugerir una valoración más favorable de la pertinencia del programa conforme aumenta el tiempo de inserción y experiencia en el entorno profesional.

Para darle una calificación general al componente de satisfacción con la pertinencia académica, se realizó un análisis descriptivo donde el valor mínimo a obtener es el 5, el nivel más bajo de satisfacción, y el valor más alto 25, valor más alto de satisfacción. Los datos se sintetizaron en el histograma de la figura 7, donde se evidencia que el 56% de los egresados se encuentra muy satisfecho con el impacto que tuvo la maestría en sus carreras profesionales, por otro lado, solo el 8% considera tener poca satisfacción.



**Figura 7.**

*Histograma componente Satisfacción con la pertinencia académica.*

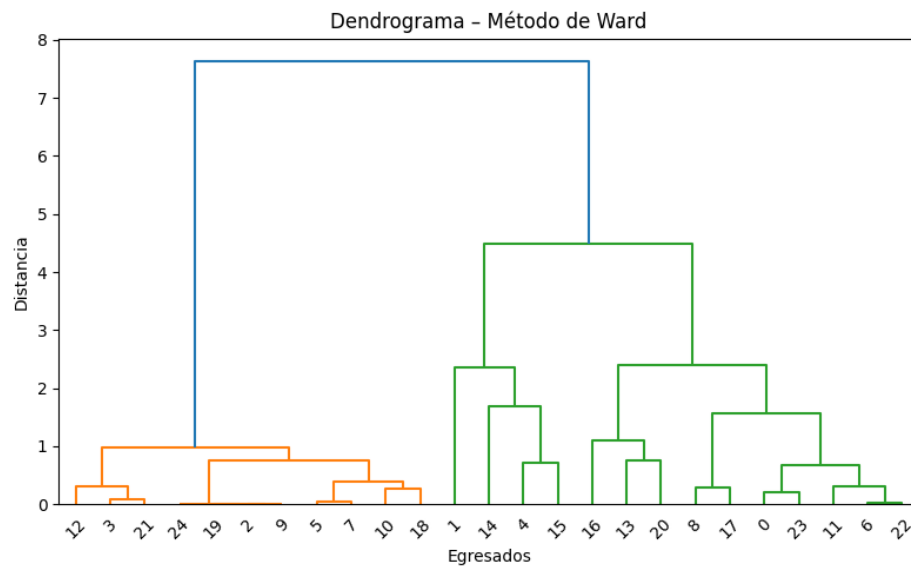
#### **5.4 Análisis de conglomerados**

Se realizó el análisis de conglomerados para poder identificar perfiles homogéneos de egresados de la Maestría, a partir de la percepción de satisfacción con la calidad académica del programa y el impacto del programa en su desarrollo profesional. Este análisis se desarrolló con el objetivo de evaluar la pertinencia del programa y orientar acciones de mejora.

Para la conformación de los conglomerados se utilizaron los componentes principales de satisfacción académica y de impacto profesional, los cuales fueron previamente identificados y descritos en el análisis de componentes principales en el apartado 5.3.

Se aplicó un análisis de conglomerado jerárquico utilizando el método de Ward, el cual busca minimizar la varianza intra - clúster y es adecuado usarlo cuando se tienen variables métricas estandarizadas. Este método utiliza la distancia euclidiana implícitamente y es apropiado para identificar grupos similares en muestras pequeñas, como en este caso.

Se procedió a generar una gráfica denominada dendrograma (árbol jerárquico), la cual permite definir el número de clústeres a usar. Este fue obtenido a partir del método de Ward y permitió identificar la presencia de dos conglomerados claramente diferenciados, como se muestra en la Figura 8. Para hacer la selección del número de conglomerados se usó principalmente el criterio visual, observando los saltos significativos en la distancia entre cada aglomeración sucesiva.



**Figura 8.**

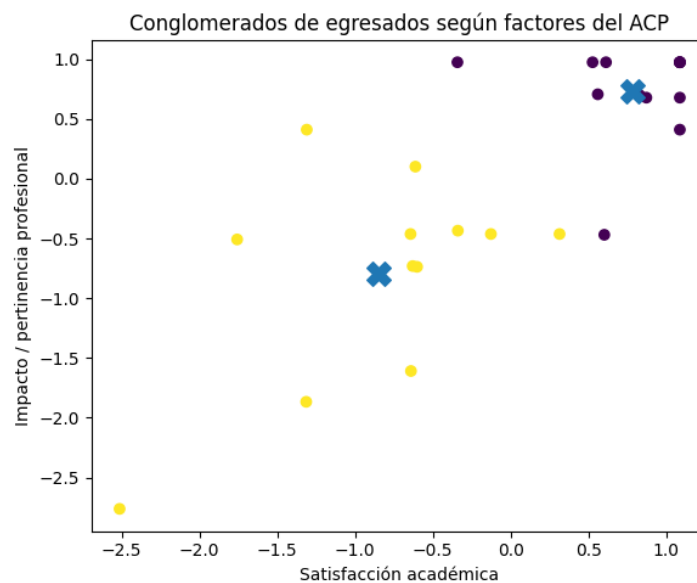
*Dendrograma, definición de conglomerados.*

Una vez decidido que el número óptimo de conglomerados era dos, se procedió a aplicar el algoritmo K-means como método de agrupamiento final. Este algoritmo permitió optimizar la agrupación de los egresados a cada clúster mediante la minimización de la distancia euclidiana a los centroides, así como obtener valores promedio representativos para cada uno de los grupos identificados.

Como resultado del análisis, se conformaron dos conglomerados. El primer clúster está compuesto por trece egresados, mientras que el segundo agrupa a doce egresados. El primer clúster presenta valores promedio cercanos a 0.78 en el componente de satisfacción académica y 0.73 en el componente de impacto profesional, esto representa una percepción favorable en las dos dimensiones.

Por otra parte, el segundo clúster agrupa egresados con puntuaciones promedio de -0.85 para el componente de satisfacción académica y de -0.79 para el componente de impacto profesional, lo cual indica percepciones menos positivas respecto a la experiencia académica y el impacto del programa en su desarrollo profesional.

Finalmente, se realizó una representación gráfica en el plano factorial, con el fin de visualizar de manera clara la separación entre los conglomerados y la ubicación de los centroides, lo que permite evidenciar claramente los perfiles diferenciados de egresados en función de su nivel de satisfacción académica y percepción del impacto profesional del programa Figura 9.



**Figura 9.**

*Plano de conglomerados y centroides de los egresados según satisfacción académica e impacto profesional.*

### ***5.4.1 Perfiles de la maestría en ingeniería industrial***

**5.4.1.1 Clúster 1: Alta satisfacción académica y alto impacto profesional.** Este clúster está conformado por trece egresados de la maestría, caracterizados por presentar altos niveles de satisfacción académica y una elevada percepción de impacto profesional, con valores promedio de 1.49 en el componente de satisfacción académica y en 1.33 en el componente de impacto profesional. Esto evidencia que, dentro de este perfil, los egresados presentan una valoración ampliamente positiva del programa.

En este perfil se encuentran mayormente egresados que se graduaron en el año 2023, con un 38.5%, mientras que los graduados de los momentos 1 y 5 participan en igual proporción, con un 30.8% cada uno en la conformación del perfil.

La situación de los egresados de este clúster evidencia que el 100% se encuentra actualmente vinculado laboralmente, lo que permite inferir que hay una inserción laboral sólida. También, el 100% de los egresados considera que su actividad laboral está directamente relacionada o indirectamente relacionada con la Maestría en Ingeniería Industrial, lo cual constituye un indicador claro de la pertinencia del programa frente a las demandas del entorno profesional.

En términos de ingresos, el 46.2 % de los egresados de este perfil reportan salarios superiores a los cinco salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV), mientras que un 23.1% presenta ingresos entre los tres y cinco SMMLV y un 30.8% devenga menos de tres SMMLV.

En términos de valoración global del programa, el 100% de los egresados de este clúster manifiesta que recomendaría la maestría, lo cual confirma lo dicho anteriormente sobre los niveles altos de satisfacción y la percepción de calidad institucional. En conclusión, este

perfil de egresados representa a aquellos que expresaron haber tenido una formación académica sólida, con alta aplicabilidad de los conceptos adquiridos y resultados positivos en su desarrollo profesional.

**5.4.1.2 Clúster 2: Menor satisfacción académica y menor percepción de impacto profesional.** Este clúster está integrado por los 12 egresados restantes, quienes presentan valores negativos en ambos componentes, con promedios de -1.62 en el componente de satisfacción académica y en -1.44 en el componente de impacto profesional, lo que indica una percepción desfavorable de programa en comparación con el perfil anterior.

No se presenta una predominancia en el momento de graduación de los egresados, se presenta una distribución equilibrada entre los distintos momentos de graduación de los egresados. Es decir, que la pertinencia a este conglomerado no está asociada al tiempo transcurrido desde la graduación, sino, a diferentes percepciones de la satisfacción académica y el impacto profesional del programa.

En la situación laboral de los egresados del clúster 2, al igual que en el anterior, el 100% de los egresados se encuentran vinculados laboralmente. Sin embargo, se puede apreciar una mayor diversidad en relación de concordancia entre el empleo y la maestría: el 50% de los egresados consideran que su empleo está directamente relacionado con la maestría, el 41.7% de los egresados su empleo es indirectamente relacionado, mientras un 8.3% dice que su trabajo no se encuentra nada relacionado con la maestría. Esto puede sugerir una menor alineación entre la formación y el ejercicio profesional de los egresados.

Desde el punto de vista económico, los egresados del clúster 2, se concentran salarios entre rangos de ingresos medios, esto es entre los tres y los cinco SMMLV, con un total de

41.7% de los egresados, mientras que los egresados que devengan salarios mayores a los cinco SMMLV son un 25% y un 33.3% obtiene menos de tres SMMLV.

En una valoración global del programa, el 83.3% de los egresados de este perfil manifestaron que recomendaría la maestría. Aunque este porcentaje es en menor proporción que en el anterior perfil, igualmente se puede evidenciar una valoración positiva del programa. Esta menor proporción de recomendación, en conjunto con los valores bajos en los factores de satisfacción académica e impacto profesional, se concluye que existen oportunidades de mejora en determinados componentes del programa académico.

## **5.5 Minería de texto**

Siguiendo con el análisis exhaustivo de la satisfacción de los egresados respecto a la maestría, se incluyeron preguntas de tipo abierto dentro de la encuesta, para complementar el análisis cuantitativo hecho anteriormente, las cuales se procesaron usando la minería de texto para identificar contenidos, competencias y oportunidades de mejora.

Las preguntas abiertas seleccionadas para este análisis se encuentran las siguientes: aspectos que deberían mejorarse en las asignaturas del programa, temas o habilidades que, según la experiencia profesional de los egresados, debieron abordarse con mayor profundidad o incorporarse en el plan de estudios; competencias requeridas en el ejercicio profesional que no fueron suficientemente desarrolladas durante la maestría.

Antes de realizar el análisis, se llevó a cabo un proceso de limpieza de datos textuales, estandarizando el cuerpo de cada respuesta y de este modo facilitar su transformación a un formato analizable de tipo cuantitativo. Para ello se eliminaron caracteres irrelevantes, signos

de puntuación, caracteres especiales y valores numéricos; adicionalmente, se realizó la normalización del léxico de los textos, con el fin de reducir la variabilidad artificial del lenguaje.

Entre las palabras eliminadas se encuentran verbos de opinión y percepción personal, tales como, creo, hubiera, gustado, identifiqué; conectores temporales o circunstanciales, durante, momento, caso, especialmente palabras relacionadas con el contexto obvio del estudio y palabras vacías o de baja semántica como algunas, poco, nada, ningunas, entre otras.

Culminado el paso anterior, se aplicaron técnicas de minería de texto para encontrar patrones, temas recurrentes y conceptos claves expresados de manera recurrente por los egresados. Para el procesamiento de la información, se realizó la tokenización de las respuestas, lo que permitió analizar la frecuencia de aparición de los términos y determinar su relevancia relativa dentro del corpus textual.

A continuación, se realizó una tabla de hallazgos primarios, en la cual se recopilan los conceptos detectados directamente del texto de los egresados en conjunto con la frecuencia de aparición, previo a cualquier proceso de agrupación o categorización. Esto para preservar la fidelidad al discurso original.

Posteriormente, se desarrolló un proceso de categorización analítica, este paso fue necesario para evitar que el sentido del discurso se fragmentara, en la que términos que representaran la misma idea se presentaran de manera aislada y sin contexto. Dado esto, se consolidaron aquellas expresiones que fueran semánticamente equivalentes o complementarias en categorías más amplias y conceptualmente coherentes.

### 5.5.1 Competencias necesarias en el contexto profesional no desarrolladas en la maestría

¿Qué competencias clave quedaron pendientes en su formación?



**Figura 10.**

*Representación visual de categorías de competencias no desarrolladas en la Maestría en Ingeniería Industrial.*

Las categorías y las frecuencias se presentan en la Figura 10. Este análisis permitió identificar brechas en algunas competencias percibidas por los egresados. Los resultados que las competencias más priorizadas corresponden a competencias transversales y estratégicas, entre ellas se identificaron categorías como habilidades blandas, respuesta más recurrente entre los egresados, así como comunicación asertiva, liderazgo estratégico, gestión de proyectos, gestión de equipos y negociación con stakeholders, las cuales presentan una mayor recurrencia. Esto indica que estas competencias son reconocidas por los egresados como fundamentales en el contexto profesional.

Complementariamente, se presentan otras categorías como investigación cuantitativa y cualitativa, análisis de datos y resultados científicos esto indica que los egresados piensan que se debería hacer una profundización aplicada a los métodos de investigación y en la interpretación de la información para la toma de decisiones estratégicas. También se

encontraron categorías como inteligencia artificial y herramientas tecnológicas especializadas tales como (R-Studio y Atlas. Ti) están con una menor frecuencia relativa, pero evidencian que existe una brecha emergente relacionada con la integración de nuevas tecnologías avanzadas y enfoques computacional.

### 5.5.2 Aspectos para fortalecimiento de las asignaturas de la maestría

Se identificaron diferentes patrones en la percepción de los egresados acerca del mejoramiento de las clases en la maestría, tales como ajuste en el enfoque pedagógico, metodológico y técnico del programa. La categoría que tiene mayor frecuencia es el enfoque práctico, evidenciando una demanda de los egresados que consiste en realizar una mayor articulación entre los contenidos abordados teóricamente y la resolución de problemáticas reales del entorno, esto mediante el uso de casos aplicados y ejercicios basados en situaciones reales, como se muestra en la Figura 11.



**Figura 11.**

*Representación visual de categorías de aspectos a fortalecer de las asignaturas de la Maestría en Ingeniería Industrial.*

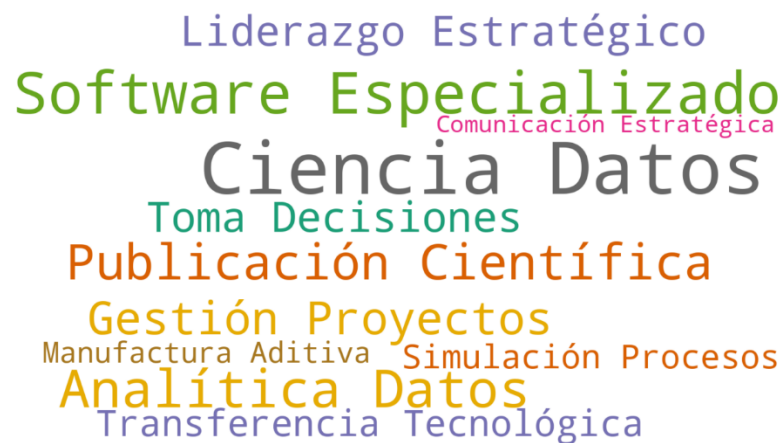
También se manifestaron otras percepciones que se categorizaron como software técnico, reflejando que existe una insuficiencia en el uso y profundización de herramientas analíticas y tecnológicas, entre ellas se mencionan algunas como R, Python, software de simulación y sistemas PLM, esto da a entender que es necesario incorporar el componente práctico-computacional en las asignaturas en las que sea posible o aplique su uso. Otro componente que tiene una presencia significativa, se encuentra la calidad docente entre las respuestas se encontraron temas como el compromiso, la actualización de contenidos y a metodologías de enseñanza empleadas por algunos docentes.

Otra observación por parte de los egresados está relacionada con el componente investigativo, la categoría investigación dirigida evidencia oportunidades de mejora en el acompañamiento metodológico, especialmente los egresados mencionan procesos asociados a seminarios de investigación y desarrollo de tesis, los egresados expresan que hay una falta de acompañamiento, orientación y seguimiento sistemático.

### ***5.5.3 Temáticas o habilidades que consideran relevantes incluir y/o profundizar en el plan de estudios***

Entre el conteo inicial de frecuencias con conceptos dispersos y el después de la categorización muestra un cambio significativo ya que en el conteo inicial predominan las palabras aisladas tales como software, publicaciones, liderazgo, pero al realizar la categorización se pudo identificar con mayor claridad las áreas de mayor prioridad.

¿Qué habilidades o contenidos deberían integrarse al plan de estudios?



**Figura 12.**

*Representación visual de categorías de temáticas o habilidades relevantes que sugieren los egresados incluir en la Maestría en Ingeniería Industrial.*

La categorización muestra que los egresados indican que la ciencia de datos y software, la cual constituye la categoría con mayor relevancia con la mayor frecuencia, existe una demanda clara sobre la formación más a fondo y aplicada en la analítica de datos, programación y uso de herramientas digitales avanzadas. La segunda categoría muestra que la publicación y divulgación científica emergen como un aspecto crítico, con lo que se concluye que existe una necesidad de mejora para fortalecer las competencias asociadas a la producción científica y la visibilidad académica de los egresados.

También se identificaron otras categorías como la gestión de proyectos y liderazgo estratégico, estas reflejan la importancia de mejorar competencias para la implementación efectiva de soluciones y la gestión de iniciativas de innovación.

## 5.6 Análisis de sentimientos

Complementando el análisis de texto que se menciona en el apartado 7.5 se procede a analizar a través del análisis de sentimientos, poder extraer información subjetiva y emocional que pudiera encontrarse dentro de las respuestas abiertas de los egresados, sobre todo aquellas en las que se indaga sobre percepciones personales sobre el impacto de la maestría y lo que significó el programa para ellos. Como se realizó en el análisis de textos, se realizó la limpieza y normalización de las respuestas.

Este análisis fue realizado mediante el uso de herramientas automáticas de procesamiento de lenguaje natural del español, estas herramientas asignan un puntaje asociado a su polaridad emocional. Con base en los puntajes, se clasifican las respuestas dentro de tres categorías: el sentimiento positivo, neutro o negativo.

### 5.6.1 Análisis de sentimientos sobre percepción de la experiencia de la maestría

Se realizó el análisis de sentimientos aplicado a las respuestas de los egresados a la pregunta *“Pensando en su recorrido desde que terminó la Maestría en Ingeniería Industrial, ¿cómo siente que esta experiencia transformó su vida, tanto en lo profesional como en lo personal?”* se evidenció que hay una valoración positiva por parte de los egresados acerca de la experiencia formativa.

Dentro de las respuestas, se clasificó el 72% como sentimientos positivos, esto da a entender, que, para la mayoría de los egresados, evaluados en este estudio, la maestría representó un factor transformador significativo tanto en su vida profesional como personal. En este resultado, se reflejan percepciones que están asociadas al fortalecimiento de

competencias, el crecimiento profesional, la mejora en oportunidades laborales y el desarrollo personal. Este resultado respalda la existencia de un impacto favorable de la maestría.

Sin embargo, también se encontró que el 20% de las respuestas se clasificaron como sentimiento neutro, esto no se puede representar ni de manera bueno ni mala, ya que los egresados no manifiestan una valoración de manera negativa, pero de igual forma no expresan que haya estado asociada a una etapa transformadora en sus vidas.

Finalmente, hay un 8% de las respuestas que fueron clasificadas como negativas, lo cual representa que hay una cantidad reducida dentro de la muestra. Esto se traduce en que solo hay una minoría de egresados que perciben que no generaron los efectos que esperaban para su vida profesional o personal con la maestría, esto puede estar relacionado con expectativas individuales no satisfechas.

### ***5.6.2 Análisis de sentimientos del significado de la experiencia vivida en la maestría***

También se realizó un análisis frente a la pregunta de “*¿Qué significó para usted vivir la experiencia de la Maestría en Ingeniería Industrial en la UIS?*”. En la que se evidenció una experiencia altamente positiva con un 94.1% de respuestas se clasificaron como sentimientos positivos, con esto se evidencia que existe una proporción prácticamente total de los egresados en los que la vivencia fue percibida como una experiencia altamente valiosa.

Sin embargo, también se presentó un 5.9% de las respuestas que se presentó como un sentimiento neutro, aunque no se percibe una carga negativa en las respuestas se describen de una manera más descriptiva en la que no hay una cara emocional macada. Esto puede ser porque los egresados reconocen que hay un valor académico del programa, pero no perciben que haya una transformación profunda o realmente significativa.

Este resultado ayuda a reforzar el análisis obtenido en el punto 7.6.1., esto representa una coherencia entre la valoración de la experiencia académica y el impacto percibido a lo largo de la trayectoria de los egresados, con los dos análisis de sentimientos se refuerza la evidencia del efecto positivo del programa.

## 6 Conclusiones

Este estudio realizado a los egresados de la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander para el período comprendido entre los años 2020-2024 evaluó la pertinencia y la calidad del programa, a partir de un enfoque metodológico mixto, en el cual se aplicaron técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo, con el que se cumplió a satisfacción el objetivo general propuesto. Se pudo evidenciar que el programa impulsa a los egresados a desarrollarse a nivel profesional y personal.

Entre lo que más se puede destacar está el alta pertinente del programa en cuanto al entorno laboral y académico, esto se ve reflejado con una total vinculación laboral y el cumplimiento o superación de las expectativas profesionales de gran parte de los egresados, de igual forma la relación directa entre el ejercicio profesional y la formación recibida, esto último, confirma la relevancia del programa en el contexto productivo educativo actual.

A través del análisis de componentes principales, sobre la satisfacción académica, se puede identificar una valoración global positiva de la calidad del programa, especialmente sobre los aspectos de actualización y coherencia del plan de estudios, el nivel académico del cuerpo docente y el acceso a recursos institucionales, los cuales se consolidan como las fortalezas que tiene el programa actualmente.

Sin embargo, se pudo detectar que existen oportunidades de mejora estructurales, principalmente en lo que está relacionado con la flexibilidad curricular, la articulación con otros programas académicos, el fortalecimiento del componente práctico-computacional, estos aspectos fueron mencionados de manera repetitiva por los egresados tanto en el análisis cualitativo como en el cuantitativo.

La caracterización del perfil de los egresados muestra que la maestría en ingeniería industrial forma profesionales orientados en su gran mayoría hacia la docencia, la investigación y el ejercicio profesional en sectores estratégicos, con ingresos competitivos y trayectorias laborales estables, esto refleja un impacto positivo del programa en la proyección de sus graduados.

Con el análisis de textos y la categorización de respuestas abiertas permitieron identificar ciertas recomendaciones claras acerca de la actualización curricular, entre las necesidades que se destacan para realizar un fortalecimiento se encuentran la formación en ciencia de datos, analítica avanzada, programación, uso de software especializado, de igual modo competencias asociadas a la publicación y divulgación científica.

En el análisis de sentimientos se pudo recabar que los egresados perciben en general su experiencia durante la maestría como altamente positiva y significativa, esto se evaluó tanto en términos de su vida profesional como la personal, lo que refuerza la percepción de calidad y valor del programa desde una percepción más subjetiva y emocional. La coherencia entre los resultados obtenidos mediante los análisis de satisfacción, desempeño laboral, caracterización del perfil y análisis de sentimientos permite concluir que la maestría en ingeniería industrial de la UIS ha generado un impacto favorable en la trayectoria de los egresados.

Para concluir, este estudio reafirma la importancia del seguimiento a egresados como una herramienta estratégica para generar autoevaluaciones y que se sigan realizando acciones de mejora, aportando de esta manera información valiosa para la toma de decisiones académicas y administrativas, especialmente cuando se quiere asegurar la calidad del programa.

## 7 Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este estudio, y con el propósito de aportar información clave en los procesos de autoevaluación y mejora continua del programa se proponen las siguientes recomendaciones.

1. Se recomienda agregar en el plan de estudios de las materias herramientas prácticas y computacionales, esto teniendo en cuenta los cambios del entorno actual, en donde los estudiantes tengan un contacto directo con lenguajes de programación tales como Python o R, software de simulación avanzada y fundamentos de Inteligencia Artificial (IA) aplicados en los diferentes componentes teóricos de las asignaturas.
2. Reforzar competencias transversales, habilidades blandas, para esto se sugiere implementar o incorporar talleres o módulos orientados al liderazgo estratégico, comunicación asertiva, negociación y gestión el cambio.
3. Se recomienda que exista un mayor acompañamiento en los trabajos de grado, mediante un esquema estructurado de tutorías, en donde este acompañamiento no solo se enfoque en la finalización del proyecto de grado, sino que impulse la redacción y publicación de artículos científicos de alto impacto.
4. Es importante seguir realizando seguimientos periódicamente a los egresados, para verificar el avance de los cambios que se realicen, de este modo se sugiere que se realice este tipo de estudios periódicamente para entender la percepción y evolución de los graduados.

**Referencias bibliográficas**

Abrantes, P., Silva, A. P., Barajas, B., Acosta, C., Hablé., Jacquinet, M., Ramos, MdR, Magano, O., Enrique, S. (2022). Competencias transversales y empleabilidad: los impactos de la educación universitaria a distancia según el seguimiento de sus egresados. *Educación. Ciencia*. <https://doi.org/10.3390/educsci12020065>.

Bech Vertti, J. (2019). *Análisis multivariado*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. [https://editorial.uaa.mx/docs/analisis\\_multivariado.pdf](https://editorial.uaa.mx/docs/analisis_multivariado.pdf).

Beltrán Vásquez, M. A. (2020). *Seguimiento de graduados de posgrados de la escuela de química de la Universidad Industrial de Santander* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/40190>.

Cabarcas Acosta, C. A., & Granados Sanches, S. A. (2016). *Estudio de seguimiento a egresados de posgrados de la Escuela de Ingeniería de Petróleos en las especializaciones de la Universidad Industrial de Santander aplicando técnicas de minería de datos* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/34807>.

Consejo Nacional de Acreditación. (2010). *Autoevaluación con fines de acreditación de alta calidad de programas de maestría y doctorado: Guía de procedimiento*. CNA.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., y Smyth, P. (1996). *From data mining to knowledge discovery in databases*. **AI Magazine**, **17**(3), 37–54. <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230>.

Galloway, A. (2005). Non-Probability Sampling. En K. Kempf-Leonard (Ed.), *Encyclopedia of Social Measurement* (Vol. 2, pp. 859–864). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00382-0>.

Gil Ramírez, H., & Guilleumas García, R. (2022). Análisis de sentimientos en twitter sobre aprendizaje móvil. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://www-digitaliapublishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/136774>.

Gupta, V., & Lehal, G. S. (2009). A survey of text mining techniques and applications. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 1(1), 60–76. <https://www.jetwi.us/uploadfile/2014/1230/20141230112729939.pdf>

IBM. (2012). *IBM SPSS Text Analytics for Surveys: User's guide*. IBM Corporation.

IBM. (2023). *¿Qué es el análisis de componentes principales (PCA)?* <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/principal-component-analysis>.

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *¿Pertinente con qué?* <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-209857.html>.

Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). *¿Qué significa calidad en la educación superior? ¿Cómo se mide?* <https://www.mineduacion.gov.co/CNA/1741/article-187264.html>.

National Research Foundation [NRF]. (2024). *Annual Performance Plan 2024/25: Monitoring and evaluation of postgraduate outcomes through sentiment analysis and career tracking*. Pretoria: NRF. <https://www.nrf.ac.za/wp-content/uploads/2024/07/nrf-annual-performance-plan-2024-25.pdf>.

Nigro, H. O., Xodo, D., Corti, G., & Terren, D. (s.f.). *KDD (Knowledge Discovery in Databases): Un proceso centrado en el usuario*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21220/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21220/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y) <https://www.redalyc.org/pdf/925/92502902.pdf>.

Novendra, R., & Harefa, S. (2022). *Application of Principal Component Analysis (PCA) in evaluating higher education quality satisfaction*. Journal of Physics: Conference Series, 2314(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2314/1/012045>.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Peña Sánchez, M. A., & Acuña Rangel, M. A. (2020). *Estudio de seguimiento a egresados de posgrados de la escuela de estudios industriales y empresariales de la Universidad Industrial de Santander: maestría en ingeniería industrial y maestría en gerencia de negocios -MBA* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/40191>.

Pimienta Lastra, R. J (2000), *Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4168533>.

Red GRADUA2 y Asociación Columbus. (2006). *Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados*. Tecnológico de Monterrey. [https://www.almalaurea.it/sites/almalaurea.it/files/docs/universita/altro/red\\_gradua2.pdf](https://www.almalaurea.it/sites/almalaurea.it/files/docs/universita/altro/red_gradua2.pdf).

Rodríguez Suárez, Y., & Díaz Amador, A. (2009). Herramientas de minería de datos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*.  
<https://www.redalyc.org/pdf/3783/378343637009.pdf>.

Sobrino Sande, J. C. (2018). *Análisis de sentimientos en Twitter* [Trabajo de fin de máster, Universitat Oberta de Catalunya]  
<https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/da2062be-a1fb-42f0-b694-0fd4d26c7770/content>.

**Schomburg, H. (2021).** *Manual para estudios de seguimiento de graduados* (2.<sup>a</sup> ed.). Editorial de la Universidad de Kassel / UNESCO.

**Teichler, U. (2023).** Higher education and the world of work: Variable perspectives and research approaches. *European Journal of Education*, 58(2), 245-260.  
<https://doi.org/10.1111/ejed.12550>.