

**Estudio de seguimiento a graduados de los programas de posgrado en investigación de la
Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad
Industrial de Santander**

Ingrid Katherine Monsalve Eslava y Luisa Fernanda Serrano Ardila

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director:

Henry Lamos Díaz

Ph.D. Física-Matemática

Tutora:

Yolanda Amorocho Gualdrón

Magistér en Ingeniería Área informática y Ciencias de la Computación

Universidad Industrial de Santander

Faculta de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2022

Contenido

Introducción	15
1 Planteamiento del Problema	18
2 Objetivos.....	21
2.1 Objetivo General	21
2.2 Objetivos Específicos	21
3 Marco de Referencia.....	22
3.1 Marco de Antecedentes	22
3.1.1 A nivel nacional	22
3.1.2 A nivel internacional	25
3.2 Marco Teórico	26
3.2.1 Instituciones de Educación Superior (IES)	30
3.2.2 Graduado	30
3.2.3 Seguimiento a graduados	30
3.2.4 Observatorio Laboral para la Educación.....	31
3.2.5 Pertinencia de la educación superior.....	31
3.2.6 Muestreo.....	32
3.2.6.1 <i>Muestreo no probabilístico</i>	33
3.2.7 Minería de datos	33
3.2.7.1 <i>Técnicas de minería de datos</i>	34
3.2.7.1.1 Técnicas predictivas..	34
3.2.7.1.2 Técnicas descriptivas.....	35
3.2.7.2 <i>Agrupamiento (Clustering)</i>	35
3.2.7.3 <i>Análisis Factorial</i>	36
3.2.7.4 <i>Análisis de componentes principales</i>	37
3.2.8 La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimientos en base de datos (Knowledge Discovery in Databases – KDD)	37
3.2.8.1 <i>Fases del proceso de descubrimiento de conocimientos en base de datos</i>	38
3.2.9 Minería de textos.....	39
3.2.10 Minería de Opinión (Análisis de sentimientos)	39

3.2.11	Microsoft Power BI.....	40
3.2.12	Software IBM SPSS.....	40
3.2.13	Rstudio.....	41
4	Metodología.....	41
4.1	Primera etapa: Recopilación e integración de la información de los graduados.....	41
4.1.1	Población de estudio.....	42
4.1.2	Tipo de estudio.....	42
4.1.3	Base de datos.....	43
4.1.4	Instrumento de medición.....	44
4.1.5	Versión preliminar del instrumento de medición.....	45
4.1.6	Prueba piloto.....	48
4.1.7	Medios de difusión.....	49
4.2	Segunda etapa: Procesamiento, limpieza y transformación de los datos.....	51
4.3	Tercera etapa: Aplicación de técnicas multivariadas e interpretación de los resultados.....	51
4.4	Cuarta etapa: Aplicación de técnicas de minería de datos.....	52
4.5	Quinta etapa: Difusión de la información.....	52
5	Resultados.....	52
5.1	Instrumento de medición.....	52
5.2	Análisis descriptivo.....	54
5.2.1	Maestría en Ingeniería Electrónica.....	54
5.2.1.1	Información personal.....	54
5.2.1.2	<i>Motivación y financiación.</i>	55
5.2.1.3	<i>Competencias en el segundo idioma.</i>	56
5.2.1.3.1	Satisfacción con la formación recibida.....	57
5.2.1.3.2	Pertinencia de la formación recibida.....	58
5.2.1.4	<i>Plan de vida.</i>	58
5.2.1.5	<i>Situación laboral.</i>	59
5.2.1.5.1	Graduados cursando estudios.....	59
5.2.1.5.2	Otra actividad.....	60
5.2.1.5.3	Graduados empleados en una empresa/institución.....	60
5.2.1.5.4	Graduados que trabajan independiente.....	61

5.2.1.5.5	Interés por crear empresa..	61
5.2.1.6	<i>Trayectoria investigativa y reconocimiento..</i>	62
5.2.1.6.1	Reconocimientos..	63
5.2.1.7	<i>Nivel de identidad con la Institución..</i>	64
5.2.1.7.1	Satisfacción con los recursos de la universidad..	65
5.2.2	Maestría en Ingeniería Eléctrica.....	65
5.2.2.1	<i>Información personal.....</i>	65
5.2.2.2	<i>Motivación y financiación..</i>	66
5.2.2.3	<i>Competencias en un segundo idioma..</i>	66
5.2.2.3.1	Satisfacción con la formación recibida..	67
5.2.2.3.2	Pertinencia de la formación recibida..	68
5.2.2.4	<i>Plan de vida..</i>	68
5.2.2.5	<i>Situación laboral..</i>	69
5.2.2.5.1	Graduados cursando estudios..	69
5.2.2.5.2	Otra actividad..	69
5.2.2.5.3	Graduados empleados en una empresa/institución.....	69
5.2.2.5.4	Graduados que son propietarios/socios de una empresa..	70
5.2.2.5.5	Interés por crear empresa..	70
5.2.2.5.6	Aspectos generales de las actividades laborales de los graduados.....	71
5.2.2.6	<i>Trayectoria investigativa y reconocimiento..</i>	71
5.2.2.6.1	Reconocimientos..	72
5.2.2.7	<i>Nivel de identidad con la Institución.....</i>	73
5.2.2.7.1	Satisfacción con los recursos de la universidad..	74
5.2.3	Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	74
5.2.3.1	<i>Información personal.....</i>	74
5.2.3.2	<i>Motivación y financiación..</i>	75
5.2.3.3	<i>Competencias en un segundo idioma..</i>	75
5.2.3.3.1	Satisfacción con la formación recibida..	76
5.2.3.3.2	Pertinencia de la formación recibida..	77
5.2.3.4	<i>Plan de vida..</i>	77
5.2.3.5	<i>Situación laboral..</i>	78

5.2.3.5.1	Graduados empleados en una empresa/institución.....	78
5.2.3.5.2	Interés por crear empresa..	79
5.2.3.5.3	Aspectos generales de las actividades laborales de los graduados.....	79
5.2.3.6	<i>Trayectoria investigativa y reconocimiento..</i>	79
5.2.3.6.1	Reconocimientos..	81
5.2.3.7	<i>Nivel de identidad con la Institución..</i>	81
5.2.3.7.1	Satisfacción con los recursos de la universidad..	82
5.2.4	Doctorado en Ingeniería.....	82
5.2.4.1	<i>Información personal.....</i>	82
5.2.4.2	<i>Motivación y financiación..</i>	84
5.2.4.3	<i>Competencias en un segundo idioma..</i>	84
5.2.4.3.1	Satisfacción con la formación recibida..	85
5.2.4.3.2	Pertinencia de la formación recibida.....	86
5.2.4.4	<i>Plan de vida..</i>	86
5.2.4.5	<i>Situación laboral..</i>	87
5.2.4.5.1	Otra actividad..	87
5.2.4.5.2	Graduados empleados en una empresa/institución.....	87
5.2.4.6	<i>Aspectos generales de las actividades laborales de los graduados.</i>	89
5.2.4.7	<i>Trayectoria investigativa y reconocimiento..</i>	89
5.2.4.7.1	Reconocimientos..	90
5.2.4.8	<i>Nivel de identidad con la institución..</i>	91
5.2.4.8.1	Satisfacción con los recursos de la universidad..	92
5.3	Información extraída de las redes ResearchGate, Scopus, Scienti Min Ciencias, Google Scholar y la red social LinkedIn	92
5.3.1	Maestría en Ingeniería Electrónica.....	93
5.3.2	Maestría en Ingeniería Eléctrica.....	94
5.3.3	Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	95
5.3.4	Doctorado en Ingeniería.....	97
5.4	<i>Análisis multivariado.....</i>	98
5.4.1	Análisis factorial	98
5.4.1.1	<i>Análisis factorial competencias Maestría en Ingeniería Electrónica..</i>	100

5.4.1.2	<i>Análisis factorial competencia Maestría en Ingeniería Eléctrica.</i>	105
5.4.1.3	<i>Análisis factorial competencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones.</i>	106
5.4.1.4	<i>Análisis factorial competencias Doctorado en Ingeniería.</i>	106
5.4.1.5	<i>Análisis factorial pertinencias.</i>	110
5.4.1.5.1	<i>Análisis Pertinencias Maestría en Ingeniería Electrónica.</i>	111
5.4.1.6	<i>Análisis factorial pertinencias Maestría en Ingeniería Eléctrica.</i>	113
5.4.1.7	<i>Análisis factorial pertinencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones.</i>	113
5.4.1.7.1	<i>Análisis Pertinencias Doctorado en Ingeniería.</i>	114
5.4.2	<i>Análisis de conglomerados</i>	115
5.4.2.1	<i>Clústeres Maestría en Ingeniería Electrónica.</i>	116
5.4.2.2	<i>Clústeres Maestría en Ingeniería Eléctrica.</i>	118
5.4.2.3	<i>Clústers Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones.</i>	120
5.4.2.4	<i>Clústers Doctorado en Ingeniería.</i>	122
5.5	<i>Perfiles de los graduados</i>	125
5.5.1	<i>Maestría en Ingeniería Electrónica.</i>	126
5.5.2	<i>Maestría en Ingeniería Eléctrica.</i>	129
5.5.3	<i>Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones</i>	131
5.5.4	<i>Doctorado en Ingeniería.</i>	132
5.6	<i>Minería de texto</i>	136
5.6.1	<i>Maestría en Ingeniería Electrónica.</i>	136
5.6.2	<i>Maestría en Ingeniería Eléctrica.</i>	139
5.6.3	<i>Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones</i>	141
5.6.4	<i>Doctorado en Ingeniería.</i>	144
6	<i>Conclusiones</i>	146
7	<i>Recomendaciones</i>	150
	<i>Referencias Bibliográficas</i>	153

Lista de Tablas

Tabla 1 Cumplimiento de objetivos	17
Tabla 2 Clasificación de los graduados de cada programa de posgrado por año de grado	42
Tabla 3 Participación de graduados en el diligenciamiento de las encuestas.	53
Tabla 4 Prueba de KMO y Bartlett Competencias Maestría en Ingeniería Electrónica	102
Tabla 5 Matriz de componente rotado Maestría en Ingeniería Electrónica	103
Tabla 6 Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería Eléctrica - Competencias	105
Tabla 7 Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones.....	106
Tabla 8 Prueba de KMO y Bartlett Doctorado en Ingeniería	108
Tabla 9 Prueba de KMO y Bartlett Pertinencias Maestría en Ingeniería Electrónica.....	111
Tabla 10 Matriz de componente rotado Pertinencias Maestría en Ingeniería Electrónica.....	112
Tabla 11 Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería Eléctrica – Pertinencias.....	113
Tabla 12 Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones – Pertinencias	113
Tabla 13 Prueba de KMO y Bartlett Pertinencias Doctorado en Ingeniería	114
Tabla 14 Matriz de componente rotado Doctorado en Ingeniería	115

Lista de Figuras

Figura 1 Productividad académica promedio de los Magister en Ingeniería Electrónica	63
Figura 2 Productividad académica promedio de los Magister en Ingeniería Eléctrica	72
Figura 3 Productividad académica promedio de los Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones	80
Figura 4 Productividad académica promedio de los Doctores en Ingeniería	90
Figura 5 Información extraída de LinkedIn Maestría en Ingeniería Electrónica.....	93
Figura 6 Información extraída de redes científicas Maestría en Ingeniería Electrónica	93
Figura 7 Información extraída de LinkedIn Maestría en Ingeniería Eléctrica.....	94
Figura 8 Información extraída de redes científicas Maestría en Ingeniería Eléctrica	95
Figura 9 Información extraída de LinkedIn Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	96
Figura 10 Información extraída de redes científicas Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	96
Figura 11 Información extraída de LinkedIn Doctorado en Ingeniería	97
Figura 12 Información extraída de redes científicas Doctorado en Ingeniería.....	98
Figura 13 Diagrama de dispersión segundo componente vs primer componente Maestría en Ingeniería Electrónica	104
Figura 14 Gráfico de sedimentación Doctorado en Ingeniería	108
Figura 15 Diagrama de dispersión segundo componente vs primer componente Doctorado ...	109
Figura 16 Conglomerado de competencias Maestría Ingeniería Electrónica	117
Figura 17 Conglomerado de Pertinencias Maestría Ingeniería Electrónica	117
Figura 18 Conglomerado de competencias Maestría Ingeniería Eléctrica	118
Figura 19 Conglomerado de Pertinencias Maestría Ingeniería Eléctrica	119

Figura 20 Conglomerado de competencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	120
Figura 21 Conglomerado de pertinencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	121
Figura 22 Conglomerado de competencias Doctorado en Ingeniería.....	123
Figura 23 Conglomerado de pertinencias Doctorado en Ingeniería	124
Figura 24 Otras competencias importantes en el desarrollo del estudiante de Maestría en Ingeniería Electrónica	136
Figura 25 Sentido de pertenencia con la UIS – Maestría en Ingeniería Electrónica	137
Figura 26 Aspectos a mejorar en el programa de Maestría en Ingeniería Electrónica	138
Figura 27 Análisis de sentimientos de la experiencia durante el posgrado e impacto en su vida profesional y laboral - Maestría en Ingeniería Electrónica.....	139
Figura 28 Otras competencias importantes en el desarrollo del estudiante de Maestría en Ingeniería Eléctrica	139
Figura 29 Sentido de pertenencia con la UIS – Maestría en Ingeniería Eléctrica	140
Figura 30 Aspectos a mejorar en el programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica	140
Figura 31 Análisis de sentimientos de la experiencia durante el posgrado e impacto en su vida profesional y laboral - Maestría en Ingeniería Eléctrica.....	141
Figura 32 Otras competencias importantes en el desarrollo del estudiante	142
Figura 33 Sentido de pertenencia con la UIS – Maestría en Ingeniería	142
Figura 34 Aspectos a mejorar en el programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	143
Figura 35 Análisis de sentimientos de la experiencia durante el posgrado e impacto en su vida profesional y laboral - Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	143

Figura 36 Otras competencias importantes en el desarrollo del estudiante de Doctorado en Ingeniería	144
Figura 37 Sentido de pertenencia con la UIS – Doctorado en Ingeniería.....	145
Figura 38 Aspectos a mejorar en el programa de Doctorado en Ingeniería	145
Figura 39 Análisis de sentimientos de la experiencia durante el posgrado e impacto en su vida profesional y laboral - Doctorado en Ingeniería	146

Lista de Apéndices

Ver apéndices adjuntos en la carpeta que tiene por nombre Apéndices Libro Seguimiento a Graduados Posgrados en Investigación de la E3T

- Apéndice 1.** Encuesta actualización de datos para los programas
- Apéndice 2.** Primera versión de encuesta Maestría Ing. Electrónica
- Apéndice 3.** Primera versión de encuesta Maestría Ing. Eléctrica
- Apéndice 4.** Primera versión de encuesta Maestría Ing. Telecomunicaciones
- Apéndice 5.** Primera versión de encuesta Doctorado en Ingeniería
- Apéndice 6.** Última versión encuesta Maestría Ing. Electrónica
- Apéndice 7.** Última versión encuesta Maestría Ing. Eléctrica
- Apéndice 8.** Última versión encuesta Maestría Ing. Telecomunicaciones
- Apéndice 9.** Última versión encuesta Doctorado en Ingeniería
- Apéndice 10.** Publicaciones en redes sociales
- Apéndice 11.** Difusión de las encuestas
- Apéndice 12.** Libreto de llamadas
- Apéndice 13.** Informe gráfico de análisis descriptivo
- Apéndice 14.** Análisis Factorial Competencias Maestría Ing. Electrónica - SPSS Resultados
- Apéndice 15.** Análisis Factorial Competencias Maestría Ing. Eléctrica - SPSS Resultados
- Apéndice 16.** Análisis Factorial Competencias Maestría Ing. Telecomunicaciones - SPSS Resultados
- Apéndice 17.** Análisis Factorial Competencias Doctorado en Ingeniería - SPSS Resultados
- Apéndice 18.** Análisis Factorial Pertinencias Maestría Ing. Electrónica - SPSS Resultados
- Apéndice 19.** Análisis Factorial Pertinencias Maestría Ing. Eléctrica - SPSS Resultados
- Apéndice 20.** Análisis Factorial Pertinencias Maestría Ing. Telecomunicaciones - SPSS Resultados
- Apéndice 21.** Análisis Factorial Pertinencias Doctorado en Ingeniería - SPSS Resultados
- Apéndice 22.** Análisis conglomerados competencias Maestría Ingeniería Electrónica
- Apéndice 23.** Análisis conglomerados competencias Maestría Ingeniería Eléctrica

Apéndice 24. Análisis conglomerados competencias Maestría Ingeniería Telecomunicaciones

Apéndice 25. Análisis conglomerados competencias Doctorado en Ingeniería

Apéndice 26. Análisis conglomerados pertinencia Maestría Ingeniería Electrónica

Apéndice 27. Análisis conglomerados pertinencia Maestría Ingeniería Eléctrica

Apéndice 28. Análisis conglomerados pertinencia competencias Maestría Ingeniería Telecomunicaciones

Apéndice 29. Análisis conglomerados pertinencia Doctorado en Ingeniería

Apéndice 30. Comparación de medias Competencias Posgrados

Apéndice 31. Comparación de medias Pertinencias Posgrados

Apéndice 32. Minería de Texto

Resumen

Título: Estudio de seguimiento a graduados de los programas de posgrado en investigación de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander*

Autores: Ingrid Katherine Monsalve Eslava, Luisa Fernanda Serrano Ardila**

Palabras clave: Seguimiento a graduados, desempeño profesional, pertinencia, satisfacción e impacto de la educación, análisis multivariado, minería de datos, análisis de sentimientos.

Descripción:

La Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) en busca de la excelencia de sus programas y pensando en el mejoramiento continuo como institución, identifico la necesidad de conocer el desarrollo profesional e impacto de sus graduados en la sociedad, por lo cual se propuso realizar un estudio de seguimiento a graduados de los programas de posgrado en investigación a fin de evaluar la satisfacción y la pertinencia del programa.

Para este trabajo, se llevó a cabo una revisión de literatura que abarco estudios de seguimiento a graduados realizados a nivel nacional e internacional que permitieron identificar metodologías aplicadas en el desarrollo de este tipo de proyectos, así como diferentes métodos y herramientas implementadas para el análisis de datos. Gracias a esta investigación se logró rediseñar los instrumentos de medición propuestos por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y algunos estudios de seguimiento a graduados realizados con anterioridad. Posteriormente, se puso en marcha la aplicación del instrumento adaptado a través de la plataforma Limesurvey y para finalizar se realizó el análisis de los datos obtenidos a través de estas encuestas.

Para llevar a cabo el desarrollo de este estudio se implementó la metodología KDD, mediante la cual se aplicaron métodos de análisis multivariado como análisis factorial, análisis de conglomerados y minería de datos, por medio de los cuales se realizó la caracterización de los perfiles de los graduados de cada programa de posgrado en investigación de la E3T. Los resultados obtenidos de estos análisis permiten apoyar la toma de decisiones estratégicas de los directivos de cada programa académico.

*Trabajo de Grado

**Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

Director: PhD. Henry Lamus Díaz

Abstract

Title: Follow-up study of graduates of the postgraduate research programs of the School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering of the Industrial University of Santander.*

Authors: Ingrid Katherine Monsalve Eslava, Luisa Fernanda Serrano Ardila**

Key Words: Follow-up to graduates, professional performance, relevance, satisfaction and impact of education, multivariate analysis, data mining, sentiment analysis.

Description:

The School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering (E3T) in search of the excellence of its programs and thinking about continuous improvement as an institution, identified the need to know the professional development and impact of its graduates in society, for which it was proposed to carry out a follow-up study of graduates of postgraduate research programs in order to assess satisfaction and relevance of the program.

For this work, a literature review was carried out that included follow-up studies to graduates carried out at a national and international level that allowed identifying methodologies applied in the development of this type of projects, as well as different methods and tools implemented for the analysis of data. Thanks to this research, it was possible to redesign the measurement instruments proposed by the Labor Observatory for Education (OLE) and some previously carried out follow-up studies on graduates. Subsequently, the application of the adapted instrument was launched through the Limesurvey platform and finally the analysis of the data obtained through these surveys was carried out.

To carry out the development of this study, the KDD methodology was implemented, through which multivariate analysis methods such as factor analysis, cluster analysis and data mining were applied, through which the characterization of the profiles of the graduates of each E3T postgraduate research program. The results obtained from these analyzes allow supporting the strategic decision-making of the directors of each academic program.

*Degree Project

**Faculty of Physico-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Project manager: PhD. Henry Lamos Díaz

Introducción

Las Instituciones de Educación superior (IES), en su labor de generar, transformar y socializar el conocimiento con altos estándares de calidad, identificaron la necesidad de que el perfil de sus graduados se acerque cada día más a las características y exigencias de la sociedad, así que reconocen la importancia de mantenerse en contacto con el graduado, y vincularlos en los procesos de mejoramiento continuo y aseguramiento de la calidad.

En este sentido, los estudios a egresados cobraron gran importancia y se convirtieron en la mejor fuente de información sobre la pertinencia y calidad educativa de los programas ofertados por las IES. En Colombia, el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) es un sistema de información que presenta estadísticas e información correspondiente al perfil de los graduados, condiciones laborales e información cualitativa, que es recopilada principalmente con la aplicación de encuestas a egresados.

Por tal motivo, a través del presente estudio la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander busca vincular a sus graduados de los programas de posgrado en investigación entre los periodos 2015-2020 con los procesos de evaluación de sus programas, lo que implica la actualización de bases de datos e implementación de un instrumento de recolección de datos, a partir del cual se analizan variables cualitativas y cuantitativas mediante técnicas de análisis multivariado como el análisis factorial, el agrupamiento por conglomerados y técnicas de minería de datos, haciendo uso de herramientas tecnológicas como SPSS, Power BI y R Studio. Esto con el fin de identificar patrones que permitan la construcción de los distintos perfiles de los graduados de cada programa, para que finalmente con

esta información sea posible analizar la situación actual de los mismos y así contribuir a la toma de decisiones en los procesos de mejora continua realizados por la Escuela.

Lo anterior, integrado con la utilización de fuentes secundarias como las redes científicas ResearchGate, Scopus, Scinti Min Ciencias, Scimago y la red profesional LinkedIn, como técnica para complementar la información del perfil de los graduados, con datos cualitativos relacionados con la trayectoria laboral e investigativa, educación, habilidades y productividad académica, entre otros.

Este trabajo comprende el planteamiento del problema y los objetivos que orientaron la investigación, apoyado con un marco de referencia que identifica estrategias, patrones y características en estudios de seguimiento a graduados realizados por instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional y además presenta un marco teórico que incluye conceptos que será utilizados a lo largo del desarrollo del proyecto. Posteriormente, se presentan las fases de la metodología para el descubrimiento del conocimiento KDD, en la cual se desarrolla el análisis descriptivo, análisis multivariado y la aplicación de técnicas de minería de datos para que así finalmente y de acuerdo a los resultados obtenidos se presenten las respectivas conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

Cumplimiento de objetivos

Tabla 1

Cumplimiento de objetivos

Objetivos Específicos	Cumplimiento
Identificar estrategias, patrones y características en estudios de seguimiento a graduados realizados por instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional, que permitan establecer un marco de referencia para el estudio.	Capítulo 3
Diseñar los instrumentos de medición que permitan recopilar información necesaria para el estudio, teniendo en cuenta los lineamientos actuales del Observatorio Laboral para la Educación (OLE).	Apartados 4.1.4, 4.1.5 y 4.1.6
Analizar la información obtenida mediante técnicas de minería de datos y análisis multivariado con el fin de identificar las características en común más relevantes asociadas a los graduados.	Apartados 5.4 y 5.6
Construir los perfiles de los graduados de los programas de Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ingeniería Electrónica, Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería en el período 2015-2020, mediante la identificación de patrones relacionados con el desempeño profesional, la satisfacción, la pertinencia y el impacto de cada programa.	Apartado 5.5
Recopilar información cualitativa a partir de fuentes secundarias como las redes científicas ResearchGate y la red social LinkedIn, que permitan complementar los perfiles de los graduados, además de información asociada a la productividad académica según las bases de datos Scopus, Scienti de Min Ciencias y Scimago.	Apartado 5.3

1 Planteamiento del Problema

La rápida expansión de la educación y las preocupaciones sobre la demanda cambiante del mercado laboral han llevado a la Universidad Industrial de Santander (UIS), entidad educativa que cuenta con Acreditación Institucional de Alta Calidad otorgada por el Ministerio de Educación Nacional y el Consejo Nacional de Acreditación, al desarrollo de una cultura de constante autoevaluación que contribuye a la toma de decisiones en pro del mejoramiento continuo. Esta cultura va ligada al cumplimiento de lo establecido en su misión, con la cual la Universidad busca formar ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores (Proyecto Institucional UIS, 2018).

En concordancia con los objetivos institucionales, la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) trazó un plan de mejoramiento fruto de la primera acreditación del programa de posgrados de Maestría en Ingeniería Electrónica y de la autoevaluación realizada a los programas de Maestrías de Ingeniería Eléctrica, Maestría en Telecomunicaciones y el Doctorado en Ingeniería, programas próximos acreditarse.

En Colombia, desde la aprobación de la Ley 30 de 1992 el gobierno central, a través del Ministerio de Educación Nacional (MEN), ha exigido a las Instituciones de Educación Superior (IES) condiciones de calidad; entre ellas, mantener contacto con los egresados como un componente contemplado en el fomento de la calidad (Delio et al, 2016)

En este sentido y en el marco de lo dispuesto por el Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, un aspecto fundamental para los programas es el seguimiento a graduados, que tienen como propósito realizar mejoras en los procesos de efectividad de la Institución de Educación Superior, por medio de la recopilación y análisis de información sobre el

desempeño profesional y personal de los graduados (Red GRADUA2, 2006). Este seguimiento también permite impulsar proyectos de mejora en la formación de profesionales a través de la innovación, nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje y la optimización de los recursos (Aldana, Morales, Aldana, Sabogal, & Ospina, 2008).

Para el análisis de la pertinencia en las Instituciones de Educación Superior (IES), el Ministerio de Educación Nacional cuenta con el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), entidad que recopila, analiza y produce información de la oferta de graduados en educación superior. Al mismo tiempo, monitorea su mercado de trabajo a partir de fuentes externas, para contribuir a la construcción de política educativa, aportar a la autoevaluación de las IES y la pertinencia de la oferta académica en Colombia (Observatorio Laboral para la Educación, s.f.). Según OLE para el año 2019 en Santander 31.585 estudiantes finalizaron sus programas académicos con éxito dentro de los cuales destacamos 3.374 graduados en maestría y 27 en doctorado (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, s.f.).

Para el desarrollo del estudio se diseñarán los atributos a analizar y se realizará la recopilación de información de graduados con el fin de identificar los factores más influyentes en el desempeño profesional, la satisfacción, la pertinencia y el impacto de la educación recibida, el análisis de la información recogida se hará mediante el uso de técnicas de Minería de Datos y Análisis Multivariado. Los resultados de los correspondientes análisis servirán para diseñar propuestas de mejora en los programas de posgrado.

Adicionalmente, este estudio pretende suministrar información a la E3T que apoye la toma de decisiones estratégicas, mediante la recopilación de información adicional de tipo cualitativo en fuentes secundarias como la red científica ResearchGate y la red social LinkedIn, además de

información asociada a la productividad académica según las bases de datos Scopus, Scienti de MinCiencia y Scimago, que a su vez complementen la caracterización del perfil de los graduados.

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar un estudio de seguimiento a graduados de los programas de Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ingeniería Electrónica, Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería, durante el período 2015-2020, que evalúe la pertinencia y el impacto de los programas, así como la satisfacción y el desempeño profesional de los graduados, con el fin de contribuir al mejoramiento continuo de los programas de posgrado.

2.2 Objetivos Específicos

Identificar estrategias, patrones y características en estudios de seguimiento a graduados realizados por instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional, que permitan establecer un marco de referencia para el estudio.

Diseñar los instrumentos de medición que permitan recopilar información necesaria para el estudio, teniendo en cuenta los lineamientos actuales del Observatorio Laboral para la Educación (OLE).

Analizar la información obtenida mediante técnicas de minería de datos y análisis multivariado con el fin de identificar las características en común más relevantes asociadas a los graduados.

Construir los perfiles de los graduados de los programas de Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ingeniería Electrónica, Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería en el período 2015-2020, mediante la identificación de patrones

relacionados con el desempeño profesional, la satisfacción, la pertinencia y el impacto de cada programa.

Recopilar información cualitativa a partir de fuentes secundarias como las redes científicas ResearchGate y la red social LinkedIn, que permitan complementar los perfiles de los graduados, además de información asociada a la productividad académica según las bases de datos Scopus, Scienti de Min Ciencias y Scimago.

3 Marco de Referencia

3.1 Marco de Antecedentes

3.1.1 A nivel nacional

Con la creación del CNA el Ministerio de Educación Nacional busca orientar a las IES en los procesos de autoevaluación y acreditación, velando siempre por el cumplimiento de los estándares de calidad educativa. Así mismo, este ministerio evalúa la calidad de los programas académicos a través de los lineamientos para la Acreditación de Alta Calidad establecidos para los programas de Maestría y Doctorado. En estos lineamientos se incluye a los graduados como un factor importante de evaluación, pues se consideran una fuente de retroalimentación.

Por esta razón, en los últimos años las Instituciones de Educación Superior y sus programas académicos han venido desarrollando estudios de seguimiento a graduados, que permiten evaluar aspectos importantes para la pertinencia de los programas. A continuación, se mencionan algunos de estos estudios que son relevantes para la investigación:

En el año 2014, la ahora profesional Yuly Ramírez llevó a cabo el proyecto titulado “Framework para el proceso de seguimiento a graduados del programa Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander”. Este tenía como propósito describir el desempeño de los graduados de Ingeniería Industrial desde las competencias desarrolladas durante su formación y evaluar la pertinencia y calidad de la educación proporcionada por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. La tesis resalta la utilidad de la encuesta como instrumento para recolección de información de los egresados en lo relacionado con datos sociodemográficos, trayectoria y satisfacción profesional y académica, además de la pertinencia educativa. Para analizar la información recolectada se hace mención de la eficiencia del Análisis Exploratorio de Factores con el fin de reducir el número de variables de estudio.

En la Universidad Industrial de Santander se han realizado tres proyectos de seguimiento a graduados desarrollados en los programas de posgrados. El primer proyecto fue el estudio de seguimiento a egresados de posgrados en las Especializaciones de la Escuela de Ingeniería de Petróleos, realizado en el 2016 por Carlos Cabargas y Sergio Granados, aplicando técnicas de minería de datos. Para el diseño de encuestas se basaron en las recomendaciones realizadas por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y la Red Grada2 que permitan evaluar la satisfacción de los egresados y la pertinencia de los programas (Cabarcas Acosta & Granados Sanchez, 2016). Igualmente, este estudio resalta la importancia de implementar herramientas online para la realización de la encuesta, pues permite recolectar información fácil, rápido y sin costo.

Mariana Acuña y Alejandra Peña, en el año 2020 realizaron el estudio de seguimiento a egresados de posgrados de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander en los programas de Maestría en Ingeniería Industrial y Maestría en

Gerencia de Negocios. La finalidad de este proyecto es evaluar la calidad y pertinencia de la educación recibida, por lo cual se diseñó el instrumento de medición de acuerdo con los lineamientos del Observatorio Laboral para la Educación (OLE), permitió recolectar la información relacionada con la satisfacción de los egresados, planes de vida, situación y aspectos laborales, trayectoria investigativa y reconocimientos y el nivel de identidad con la institución (Acuña Rangel & Peña Sánchez, 2020). Con la intención de complementar la información obtenida del instrumento, las autoras realizaron la revisión de los perfiles de los graduados en las redes sociales de LinkedIn y ResearchGate de las cuales se obtuvieron información como aptitudes, últimos cargos, otros estudios, idiomas, productos científicos desarrollados, áreas de experiencia, entre otros. Además, estas redes fueron de gran utilidad en la obtención de información de graduados que no participaron del estudio. En cuanto al análisis se resalta la implementación de la minería de texto en las preguntas no estructuradas incluidas en el instrumento de medición.

Cristian Peña y Liliana Quiroga, en el año 2017 llevaron a cabo el estudio de seguimiento a egresados de la escuela de Derecho y Ciencia Política de la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de obtener información confiable de la situación actual del egresado en el mercado laboral (Peña Salas & Quiroga Güiza, 2017). Este proyecto hace énfasis en la efectividad de implementar estrategias con la intención de incentivar la participación de los egresados. Teniendo en cuenta la baja tasa de respuestas obtenidas en el instrumento de medición llevó a los autores de este proyecto a diseñar estrategias que estuvieron basadas principalmente en la intensificación de la divulgación de imágenes y vídeos publicitarios con la participación de la comunidad de la Escuela de Derecho.

En la Universidad Externado de Colombia, se realizó el estudio de seguimiento a graduados con la intención de evaluar los resultados de la Maestría en Educación en la modalidad de

investigación. Para ello, se realizó el proceso de caracterización en aspectos como la formación académica y trayectoria laboral, se revisaron los aportes del programa en el ejercicio profesional y laboral del graduado y se identificó la actividad académica e investigativa de los graduados, siendo este último uno de los criterios fundamentales de la investigación. Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio desarrollo indicadores con el fin de medir la producción científica de los graduados, entre ellos se encuentra el número de publicaciones realizadas, los premios científicos y distinciones obtenidas y producciones registradas en las bases de datos internacionales (ISI y SCOPUS).

3.1.2 A nivel internacional

Las universidades que están desarrollando un seguimiento sistemático de sus graduados suelen apoyarse en los recursos tecnológicos, implementando las encuestas de seguimiento en plataformas digitales que integran servicios informativos de interés para los estudiantes, bolsas de empleo, asociaciones estudiantiles, redes sociales, entre otros servicios (Tirado et al, 2015). Estos entornos constituyen un espacio virtual de comunicación que se ha convertido en tendencia entre la comunidad universitaria y el tejido socio-productivo a la hora de desarrollar un estudio de seguimiento a graduados.

En un estudio realizado en 2016 por estudiantes de la Universidad de Salamanca, se desarrolló un proyecto en el que se utilizan plataformas digitales online para el seguimiento de egresados del Máster en Evaluación y Desarrollo de Medicamentos, durante el intervalo de tiempo 2015-2016 (Castro et al, 2016). Allí se destacó la necesidad de encontrar otras fuentes de datos para el seguimiento a graduados, debido la baja tasa de participación en encuestas destinadas para dicho estudio y propone una metodología alterna, basada en el aprovechamiento de las redes

sociales donde se plantea la creación de una identidad en la red social LinkedIn, seguido de un grupo cerrado que permita conformar una comunidad de egresados y evaluar periódicamente su situación laboral. Además de la red social LinkedIn, existen otras fuentes de información utilizadas para el seguimiento a graduados. Sandra Gaona en su estudio de seguimiento a graduados mencionado anteriormente, utiliza las bases de datos internacionales ISI y Scopus para obtener información valiosa referente a la actividad académica investigativa de los graduados en el ejercicio profesional y generar indicadores relacionados con la producción científica que aportan significativamente en la caracterización de los graduados (Gaona Malagón, 2019).

Por otra parte, considerando la necesidad de encontrar métodos efectivos para la obtención, análisis e interpretación de datos, Asto Rodríguez y Emerson Máximo, proporcionan un Framework metodológico que permite la aplicación de la minería de datos en la obtención de los perfiles de egreso de los estudiantes en programas de educación superior. Todo esto a partir de los historiales de calificaciones de los estudiantes, ya que estos reflejan todo lo acontecido a los estudiantes durante su paso a través del programa de educación superior (Rodríguez & Maximo, 2020). Este proyecto realiza una interesante comparación mediante numerosos criterios de tres metodologías minería de datos: Proceso KDD, CRISP – DM y SEMMA, a fin de determinar el framework base para la obtención del perfil de egreso de un programa de educación superior, el cual es necesario en procesos de acreditación y/o mejora continua, concluyendo que es el proceso KDD el adecuado para el desarrollo del proyecto.

3.2 Marco Teórico

En las últimas décadas, las instituciones de Educación Superior en Colombia han tenido que asumir decisiones de cambio en consideración a escenarios locales, nacionales e

internacionales particularmente complejos e interdependientes. Hay conciencia de la necesidad de crear condiciones para la consolidación de un sistema educativo de alta calidad, en atención a los retos derivados de los procesos de modernización y globalización, y a la vinculación intensa y creciente entre la investigación científica y tecnológica, y la producción de bienes y servicios, en convergencia con los propósitos del desarrollo económico, social y ambiental del país (Acreditación, 2013).

En este sentido, las universidades e instituciones de educación superior en todo el mundo han empezado a enfocarse en el aseguramiento de calidad para satisfacer las necesidades tanto de sus estudiantes como de la sociedad con respecto al mercado laboral. Por lo tanto, el conocimiento bien establecido de las fuerzas y las debilidades de sus programas de estudio es esencial para la gestión de la calidad (MinEducación, 2006). De modo que los procedimientos de evaluación se vuelven cada vez más importantes para rendir cuentas a la sociedad de la inversión en formación de capital humano que realiza el Estado.

De manera específica, el posgrado en el ámbito de la educación permanente exige un enfoque contextualizado para encontrar respuestas de mayor pertinencia relacionadas con el desarrollo de las competencias profesionales en los países iberoamericanos (Manzo et al, 2006). Por tanto, los programas de posgrado requieren indicadores relativos a la formación de profesionales con un alto nivel educativo y su impacto en la solución de problemas sociales.

En América Latina, durante esta última década, han proliferado los estudios de seguimiento en el marco de una dinámica de acreditación y de fortalecimiento de la estructura universitaria. En este sentido, se encuentran iniciativas nacionales y transnacionales por parte de los organismos públicos que aportan recursos y estudios de interés para sus redes o consorcios de universidades (Tirado et al, 2015).

En relación con lo anterior, para el año 2006, el Ministerio de Educación da a conocer un manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados el cual recoge el trabajo del Proyecto GRADUA2, donde participaron 10 universidades e instituciones de América Latina y 11 de Europa. El propósito fundamental de este Manual es proporcionar una guía a las instituciones de educación superior interesadas en desarrollar proyectos de seguimiento a graduados explicando la utilidad y proceso que se debe seguir para lograr resultados exitosos. Dentro del manual se incluyen aspectos relacionados con: la utilidad de este tipo de proyectos; los temas principales que aborda el seguimiento de egresados; cómo se planean, diseñan y realizan encuestas a egresados; consideraciones sobre la importancia de la opinión de los empleadores; aspectos clave para implementación de este tipo de estudios, y la guía de autodiagnóstico institucional sobre el seguimiento de egresados (MinEducación, 2006).

El seguimiento de egresados es un asunto de vital importancia para las universidades debido a que la evaluación del desempeño profesional y personal de los egresados permite establecer indicadores con respecto a la calidad y eficiencia de las instituciones de educación superior (Poblete et al, 2012). Por lo que ha sido necesario establecer mecanismos, lineamientos y criterios que conlleven al aseguramiento de la calidad de las IES.

Colombia fue uno de los primeros países en el ámbito latinoamericano, en adoptar un mecanismo de acreditación. La Ley 30 de 1992 creó el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) como organismo académico para promover y ejecutar la política de acreditación (MinEducación, Ley 30, 1992).

Por su parte el Ministerio de Educación Nacional establece políticas de seguimiento y vinculación a los graduados en las Instituciones de Educación Superior del país, razón por la cual se crea en el año 2005 el Observatorio Laboral del Ministerio de Educación Nacional como un

instrumento de seguimiento a los graduados, que permite conocer las condiciones laborales de estos y la tendencia de la demanda de profesionales en el medio (RedSur, s.f). Que además facilita herramientas cuantitativas y cualitativas que permiten a las Instituciones de Educación Superior (IES) desarrollar y fortalecer sus acciones frente al seguimiento de la pertinencia y el aseguramiento de la calidad.

La sociedad evalúa la calidad de la Universidad a través del egresado; analiza sus competencias profesionales y emite juicios sobre la calidad de la formación que imparte la institución a partir de las capacidades individuales que observan los empleadores en los titulados. Una mayor calidad de la formación, reflejada por los graduados en su devenir profesional, en las posibilidades y trayectorias laborales, implica mayores beneficios para el medio, expresado en un mejor desempeño laboral y social (Jaramillo et al, 2006).

En Colombia existe el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) quien es el ente regulador que garantiza a la sociedad que las instituciones que hacen parte del Sistema cumplan a cabalidad los propósitos y objetivos institucionales con fines de acreditación.

La valoración del trabajo de los egresados nos permite determinar los alcances y la incidencia de la labor profesional de las diversas áreas específicas del perfil profesional, tanto a corto como a mediano plazo, en relación con los problemas planteados por las poblaciones demandantes de servicios, según su importancia en dos aspectos: Analizar la contribución real de la educación superior al país y retroalimentar el proceso educativo, en específico, en relación con la planeación y reestructuración y sus compromisos sociales. Un beneficio adicional de estos estudios es obtener información útil sobre los puntos fuertes y débiles de un plan de estudios (Contreras & Urrutia, 2017)

A continuación, se presenta un marco conceptual que orienta la comprensión del proyecto desarrollado:

3.2.1 Instituciones de Educación Superior (IES)

Según el Ministerio de Educación Nacional, las Instituciones de Educación Superior (IES) son las entidades que legalmente cuentan con el reconocimiento oficial como prestadoras del servicio de educación superior en el territorio colombiano. Se clasifican según su carácter académico y su naturaleza jurídica. Adicionalmente, existen cuatro tipos de IES: Instituciones Técnicas Profesionales, Instituciones Tecnológicas, Instituciones Universitarias o Universidades.

3.2.2 Graduado

El Ministerio de Educación Nacional en su glosario del Sistema Nacional de Información para la Educación Superior (SNIES) define graduado como una persona natural que curso y aprobó el plan de estudios reglamentado por la Institución para un programa de educación superior, cumplió los requisitos de grado que establece la ley y la Institución respectiva, y obtuvo el título que otorga la Institución para el programa realizado, conforme lo aprobado en el registro calificado expedido por el MEN.

3.2.3 Seguimiento a graduados

El seguimiento a graduados es un instrumento estratégico para el análisis de las relaciones entre Educación Superior y actividad económica (Vila, 2010).

El seguimiento a graduados permite obtener información valiosa para el desarrollo de las universidades, evaluar la relevancia de la educación impartida/recibida y contribuir a la garantía de calidad (Vila, 2010).

En el contexto latinoamericano, el mecanismo de comunicación entre graduados-universidad es conocido como “seguimiento a graduados”. Es el proceso por el cual se realiza el análisis y la evolución luego de haber concluido sus estudios y comenzar su vida profesional. Debe ser un proceso estructurado, institucional, continuo y flexible para que la institución se retroalimente y pueda realizar las mejoras continuas que requiera (Palloroso Granizo & García Rondón, 2019).

3.2.4 Observatorio Laboral para la Educación

En Colombia, el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) es el sistema de información especializado para el análisis de la pertinencia en la educación superior a partir del seguimiento a los graduados del país y su empleabilidad en el mercado laboral colombiano. Hace parte del portafolio de productos del Ministerio de Educación Nacional al servicio de la comunidad. Al interior del módulo de consulta del Observatorio Laboral encontrará información acerca de Oferta de graduados, Perfil de los graduados, Ingreso mensual promedio y Vinculación al sector formal de la economía (Observatorio Laboral para la Educación, s.f.).

El OLE trabaja a través de Sistemas de Encuestas, que son herramientas que permite el diligenciamiento de las encuestas de seguimiento a graduados, así como la administración de los resultados para el mejoramiento institucional (Educación, 2020).

3.2.5 Pertinencia de la educación superior

La UNESCO afirma que ser pertinente es estar en contacto con las políticas, con el mundo del trabajo, con los demás niveles del sistema educativo, con la cultura y las culturas, con los estudiantes y profesores, con todos, siempre y en todas partes”. Por tanto, señala la relación lógica que debe existir entre lo que la sociedad espera de las instituciones y lo que éstas hacen.

Corzo y Marcano afirman que la pertinencia lleva implícito dos elementos, que son: la eficiencia, relacionada con el funcionamiento y la eficacia, relativa a los logros. Así, se entiende que para determinar la pertinencia académica y profesional se debe considerar la evaluación de la calidad institucional, en función del “deber ser”, “que hacer” y “ser”.

En términos generales podemos decir que la educación es pertinente cuando guarda congruencia (Es decir, conveniencia, coherencia y relación lógica) con las condiciones y necesidades sociales, con las normas que regulan la convivencia social y con las características concretas de los educandos en sus diversos entornos naturales y sociales de interacción (Pérez P., 2009).

3.2.6 Muestreo

Es la técnica implementada para determinar el conjunto de individuos de una población a fin de examinarlos y poder caracterizar el total de la misma. Este conjunto de individuos conocido como muestra, debe lograr ser representativa, para ello debe reflejar las similitudes y diferencias encontradas en la población. Existen dos técnicas de muestreo para obtener una muestra: probabilística y no probabilística.

3.2.6.1 Muestreo no probabilístico. En este tipo de muestreo la selección de la muestra dependerá de ciertas características, factores y criterios que sean elegidos por el investigador, por esta razón los individuos que componen la población de estudio no tienen la misma probabilidad de pertenecer a la muestra, por lo cual la muestra seleccionada no es representativa. Este tipo de muestreo también es conocido como por conveniencia, no es aleatorio, razón por la que se desconoce la probabilidad de selección de cada unidad o elemento de la población (Canales, Alvarado, & Pineda, 1994)

3.2.7 Minería de datos

La minería de datos es el análisis habitual de grandes series de datos para encontrar relaciones inesperadas y resumir la información de nuevas maneras que sean entendibles y útiles por el propietario de los datos (Thuraisingham, 1999).

Ha medida que los negocios se han hecho más competitivos, los datos cobran mayor importancia por ser información vital para la toma de decisiones, por esta razón se requería de técnicas especiales como la minería de datos, para llevar a cabo el análisis de grandes volúmenes de datos, y así volverlos entendibles y útiles para el usuario.

3.2.7.1 Técnicas de minería de datos. Las técnicas de minería de datos tienen como propósito el descubrimiento de tendencias, patrones y perfiles, por medio del análisis de datos implementando diversas tecnologías. Estas técnicas se pueden clasificar en tres tipos: técnicas predictivas, técnicas descriptivas y técnicas auxiliares. Según Pérez & Satín (2008), las técnicas predictivas y descriptivas están enfocadas en el descubrimiento del conocimiento, mientras que las técnicas auxiliares se enfocan en la verificación.

3.2.7.1.1 Técnicas predictivas. Estas técnicas con la intención de especificar el modelo que se utilizara en los datos se basan en el conocimiento teórico previo. Antes de aceptar el modelo como válido, este debe ser contrastado después del proceso de minería de datos. Dentro de esta clasificación se pueden incluir todos los tipos de regresión, series temporales, análisis de la varianza y covarianza, análisis discriminante, árboles de decisión, redes neuronales, algoritmos genéticos y técnicas bayesianas. A su vez, tanto los árboles de decisión como las redes neuronales y el análisis discriminante, son técnicas de clasificación, lo que significa que pueden extraer perfiles de comportamiento o clases para construir un modelo que permita clasificar cualquier nuevo dato. Estas técnicas, las variables pueden clasificarse en dependientes e independientes (Pérez López & Santín González, 2008).

3.2.7.1.2 Técnicas descriptivas. En estas técnicas no se asigna ningún papel predeterminado a las variables, inicialmente todas tienen el mismo estatus. No se supone la existencia de variables dependientes ni independientes y tampoco la existencia de un modelo previo para los datos. Los modelos se crean de forma automática, partiendo del reconocimiento de patrones. En este grupo se incluyen las técnicas de clustering y segmentación (que también son técnicas de clasificación), las técnicas de asociación y dependencia, las técnicas de análisis exploratorio de datos y las técnicas de reducción de la dimensión (factorial, componentes principales, correspondencias, etc.) y de escalamiento multidimensional (Pérez López & Santín González, 2008).

3.2.7.2 Agrupamiento (Clustering). Es una de las actividades de la minería de datos, también conocida como Segmentación, se encargan de clasificar los datos de forma automática, mediante la aplicación de algoritmos matemáticos creando de esta forma grupos de datos “clusters” homogéneos no conocidos de ante mano. Esta técnica permite identificar grupos de datos que compartan atributos similares entre los elementos y a su vez sean diferentes entre los contenidos en otros grupos. El clustering se basa en maximizar la similitud de las instancias en cada clúster y minimizar la similitud entre clúster (Han, Kamber, & Pei, 2012).

3.2.7.3 Análisis Factorial. Es un modelo estadístico que representa las relaciones entre un conjunto de variables. Plantea que estas relaciones pueden explicarse a partir de una serie de variables no observables (latentes) denominadas factores, siendo el número de factores substancialmente menor que el de variables. El modelo se obtiene directamente como extensión de algunas de las ideas básicas de los modelos de regresión lineal y de correlación parcial (Ferrando & Anguino-Carrasco, 2010).

El análisis factorial es una técnica de reducción de datos que sirve para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto numeroso de variables. Los grupos homogéneos se forman con las variables que correlacionan entre sí y procurando que los grupos sean independientes de otros. El Análisis Factorial es, por tanto, una técnica de reducción de la dimensionalidad de los datos. Su propósito consiste en buscar el número mínimo de dimensiones capaces de explicar el máximo de información contenida en los datos. Se encarga de analizar la varianza común a todas las variables. Partiendo de una matriz de correlaciones, trata de simplificar la información que ofrece. Se opera con las correlaciones elevadas al cuadrado r^2 (coeficientes de determinación), que expresan la proporción de varianza común entre las variables (de la Fuente Fernández, 2011).

3.2.7.4 Análisis de componentes principales. El Análisis de componentes principales es un método estadístico que trata de sintetizar y dar una estructura a la información contenida en una matriz de datos. El procedimiento consiste en homologar dicha matriz a un espacio vectorial tratando encontrar en él, unos ejes o dimensiones que, siendo combinación lineal de las variables introducidas, no introducidas, no pierdan la información inicial al conservar la varianza total, no tengo correlación entre ellos, se refiere a ser linealmente independientes, lo que asegura la estructuración de las variables iniciales y tengan una importancia diferencial y conocida en la explicación de la varianza total. El objetivo básico consiste en reducir el número de variables introducidas. Para ello se toman como nuevas variables los ejes o componentes hallados, eligiendo un número y peso de los mismos suficiente para que la pérdida de varianza total sea sólo la conveniente, llenando así las finalidades del método, esto es, las de simplificar, reducir y estructurar la información inicial (Lozares Colina & López Roldán, 1991).

3.2.8 La minería de datos y el proceso de descubrimiento de conocimientos en base de datos (Knowledge Discovery in Databases – KDD)

En la medida que la tecnología ha ido avanzando, ha aumentado la disponibilidad de grandes volúmenes de información, lo que ha cambiado el análisis de datos orientándolo hacia un grupo de técnicas conocidas bajo el nombre de minería de datos, siendo este el núcleo de un proceso conocido como descubrimiento de conocimiento en base de datos (Knowledge Discovery in Databases - KDD).

El KDD se define como el proceso no trivial de identificación de patrones válidos, novedosos, potencialmente útiles y fundamentalmente entendibles al usuario a partir de los datos (Usama Fayyad, 1996). Es decir, es un proceso complejo que identifica patrones y modelos

precisos, que aportan innovación para el sistema y el usuario, además de contribuir en su beneficio y tener un alto nivel de comprensibilidad con la intención de proporcionar conocimiento.

El proceso de KDD es interactivo e iterativo por naturaleza, e involucra una serie de pasos, en los que se incluyen decisiones tomadas por el usuario. (Nigro, Xodo, Corti, & Terren, 2004).

3.2.8.1 Fases del proceso de descubrimiento de conocimientos en base de datos.

Es importante conocer el contexto, entender la problemática a enfrentar, identificar las limitaciones que presenta el proceso, para posteriormente establecer los objetivos del mismo, una vez esto se defina, conocer el contexto, entender la problemática a enfrentar, identificar las limitaciones que presenta el proceso, para posteriormente establecer los objetivos del mismo, una vez esto se defina, en la primera etapa, Fase de recopilación de la información, se crea un conjunto de datos objetivo y se define la base de datos más conveniente Interna/Externa. En esta etapa se recomienda unificar el conjunto de datos en un mismo formato con la intención de facilitar el análisis posterior.

La siguiente fase corresponde al *procesamiento/limpieza y transformación de datos*, el objetivo es mejorar la calidad de los datos, para ello se procede a eliminar datos atípicos correspondientes a los valores aislados, se decide la estrategia para manejar los datos incompletos. Igualmente, se buscan características que representen los datos de acuerdo al objetivo del proyecto, para ello, se aplican métodos de reducción de dimensiones a fin de disminuir el número de variables consideradas.

Una vez escogidos los datos de interés en la *fase de minería de datos*, se procede a buscar y descubrir los patrones en los datos, aplicando tareas de descubrimiento como clasificación, clustering, patrones secuenciales y asociaciones, entre otros, dependiendo del tipo de conocimiento que desea extraer.

En la *fase de interpretación y evaluación*, se analizan los patrones generados y el rendimiento obtenido con el fin de verificar que se cumplan los objetivos planteados, si es necesario se puede retornar a las etapas anteriores para posteriores iteraciones. Finalmente se afianza el nuevo conocimiento, se documenta y se procede a reportarlo a las partes interesadas, siendo esto último la *fase de difusión*.

3.2.9 Minería de textos

La minería de textos es presentada por muchos autores como una actividad complementaria a la minería de datos, que pretende facilitar la identificación y extracción de nuevo conocimiento a partir de información no estructurada. La minería de textos tiene como objetivo la extracción y visualización de la información procedente de grandes documentos de textos en un formato que facilite su análisis y la deducción de nuevas conclusiones (Eíto Brun & Senso, 2004).

La minería de textos es el proceso de compilar, organizar y analizar grandes colecciones de documentos para apoyar en la distribución de información a los analistas y a las personas encargadas de tomar decisiones, y para descubrir relaciones entre hechos relacionados que se reparten entre distintos dominios de investigación (Sullivan, 2001).

En los últimos años se ha hecho notorio el enfoque de ciertos investigadores a trabajar los diferentes aspectos de la minería de texto en el contexto de plataformas emergentes, entre las que se encuentran las redes sociales, que facilitan la rápida creación de grandes repositorios de diferentes tipos de datos (Aggarwal & Zhai, 2012).

3.2.10 Minería de Opinión (Análisis de sentimientos)

En la actualidad, el uso masivo de internet, redes sociales, blogs, entre otros, produce millones de datos, los cuales son atractivos para diferentes estamentos académicos, comerciales,

industriales y gubernamentales. Sin embargo, su extracción y procesamiento es una tarea difícil para ser realizada de manera manual. Debido a esto, tendencias actuales de Inteligencia Artificial y el procesamiento de lenguaje natural (PLN) se presentan como una alternativa de investigación, dentro de las que se destaca la minería de opiniones (MO) o Análisis de Sentimientos (Miranda, Gusmán, & Salcedo, 2016).

El Análisis de Sentimientos busca analizar las opiniones, sentimientos, valoraciones, actitudes y emociones de las personas hacia entidades como productos, servicios, organizaciones, individuos, problemas, sucesos, temas y sus atributos (Liu, 2012).

Según Bo Pang y Lilian Lee el análisis de sentimientos se define como el estudio computacional de estas emociones. Para Cortizo, el análisis de sentimientos busca clasificar de manera automática los sentimientos expresados por grupo de personas sobre un objeto o tema en específico, principalmente en positivos, negativos o neutros.

3.2.11 Microsoft Power BI

“Es una colección de servicios de software, aplicaciones y conectores que funcionan conjuntamente para convertir orígenes de datos sin relación entre sí en información coherente, interactiva y atractiva visualmente” (Microsoft Docs Power BI , 2022). Esta herramienta permite unir diferentes fuentes de datos, analizarlos y presentar un análisis de estos a través de informes interactivos.

3.2.12 Software IBM SPSS

Es un software estadístico, Diseñado para resolver problemas empresariales y de investigación utilizando el análisis ad hoc, las pruebas de hipótesis, el análisis geoespacial y la analítica predictiva. Ofrece una interfaz intuitiva, un análisis estadístico avanzado, análisis de texto

y un sólido conjunto de características que permite a su organización extraer información procesable de sus datos rápidamente (IBM, 2022).

3.2.13 Rstudio

Es un entorno de desarrollo integrado para el lenguaje de programación R, el cual es orientado a objetos y cuyo principal objetivo es el cálculo y análisis estadístico y la generación de gráficos. Este software tiene la capacidad de resolver problemas empresariales de análisis, a través de análisis de textos, análisis estadístico avanzado y de características que permiten extraer de los datos de forma rápida la información procesable. (IBM, 2022)

4 Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se realizó una revisión de la literatura gris, en la cual se identificaron diferentes metodologías para la construcción de un seguimiento a graduados. Entre ellas el modelo KDD (Knowledge Discovery from Databases) el cuál propone 6 fases, las cuales distribuiremos de la siguiente forma: Recopilación e integración de la información de los graduados, Procesamiento, transformación y limpieza de los datos, Aplicación de técnicas multivariadas e interpretación de los resultados, Difusión de la información.

4.1 Primera etapa: Recopilación e integración de la información de los graduados

Inicialmente se realiza una revisión de los diferentes antecedentes, buscando identificar estrategias, patrones y características en estudios de seguimiento a graduados realizados por instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional, que permitan establecer un

marco de referencia para el estudio. Posteriormente en esta fase se define la población de estudio, el tipo de estudio, se realiza la revisión y limpieza de las bases de datos, se construye el instrumento de medición y se realiza la prueba piloto del mismo.

4.1.1 Población de estudio

La población objeto de estudio son los graduados de la Universidad Industrial de Santander en los programas de Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ingeniería Electrónica, Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería en el período comprendido entre los años 2015 y 2020. En la tabla 2 se evidencia la cantidad de graduados por programa y por año.

Tabla 2

Clasificación de los graduados de cada programa de posgrado por año de grado

Año de graduación	Número de graduados por programa			
	Maestría Telecomunicaciones	Maestría Eléctrica	Maestría Electrónica	Doctorado en Ingeniería
2015	-	-	6	2
2016	-	1	14	9
2017	1	1	16	2
2018	1	6	7	3
2019	5	1	9	5
2020	-	1	6	6

4.1.2 Tipo de estudio

Se realizó la selección de la muestra por medio del método no probabilístico, en este caso se aplicó el muestreo por conveniencia dado que es considerado el más adecuado para este tipo de estudios, teniendo en cuenta que permite al investigador seleccionar bajo su propio criterio una muestra representativa para la investigación.

Para la realización de este estudio se implementó la investigación exploratoria y descriptiva. La primera se caracteriza por investigar un tema poco estudiado a fin de tener mayor comprensión de este. Asimismo, la investigación descriptiva tiene como propósito recopilar datos e información referente a características y propiedades importantes de cualquier fenómeno que se analice. Además, describe tendencias de un grupo o población (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). Además, se emplea un diseño transversal teniendo en cuenta que este en estudio se obtiene información de una muestra específica en una sola medición y durante un tiempo establecido.

4.1.3 Base de datos

Inicialmente, se realizó la revisión y depuración de las bases de datos pertenecientes a los graduados de los programas de Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ingeniería Electrónica, Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería con las que contaba la oficina de posgrado de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Además, se solicitó a la oficina de Relaciones Exteriores y a la oficina de Admisiones las bases de datos de los graduados de estos programas con la finalidad de obtener los datos actualizados e identificar el año de graduación de cada uno.

Posteriormente, se procedió a consolidar la información obtenida en una sola base de datos, con la que se pudo identificar que los graduados contaban con varios números de contacto y correos electrónicos, por esta razón se decidió poner en marcha un formulario de actualización de datos, el cual se difundió por las redes sociales de la escuela y de la universidad. (Ver apéndice 1).

4.1.4 Instrumento de medición

Para la elaboración de la encuesta se tuvo como referencia el instrumento de medición planteado por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) y las diferentes encuestas elaboradas en los estudios de seguimiento a graduados realizados anteriormente en la Universidad. Igualmente, se realizó una revisión para la construcción del cuestionario, en la cual se pudo observar los tipos de preguntas y las diferentes escalas de medición.

- **Preguntas Cerradas:** Este tipo de preguntas, presenta al encuestado opciones de respuesta previamente limitadas. Pueden ser dicotómicas, de opción múltiple o una escala. Las preguntas dicotómicas presentan dos posibilidades de respuestas, generalmente son Sí o No. En el caso de las preguntas de opción múltiple se le presenta varias opciones de respuesta y se le indica cuantas puede elegir.

Por otro lado, las escalas son el conjunto de los posibles valores que cierta variable puede tomar. Por lo general, se distinguen cuatro escalas o niveles de medición: nominal, ordinal, intervalos y escalas de proporción, cociente o razón. La escala nominal clasifica las unidades de estudio en categorías basadas en características, atributos o propiedades distintivas; la escala ordinal se utiliza cuando las categorías de las observaciones pueden ser ordenadas con base a la característica que poseen; en la escala de intervalos, además del orden o jerarquía establecida para las categorías, las opciones de respuesta se deben presentarse en intervalos iguales. Por último, las escalas de proporción tienen características de la escala ordinal y de intervalos, con el componente adicional de permitir comparar los intervalos o las diferencias entre las variables (Coronado Padilla, 2007). En este instrumento también se implementó la escala de Likert, la cual es un conjunto de afirmaciones (Muy satisfecho, Satisfecho, Insatisfecho y Muy insatisfecho) que tenían como finalidad medir el nivel de satisfacción de los graduados.

- **Preguntas semicerradas:** Por medio de este tipo de pregunta se le otorga al encuestado la alternativa de respuesta cerrada y a su vez se da la posibilidad de responder libremente. Este tipo de pregunta es usada cuando existen pocas opciones que contienen la mayor parte de las respuestas, pero se desea obtener información más exhaustiva (Grande & Abascal, 2005).
- **Preguntas abiertas:** Las preguntas abiertas no plantean opciones de respuesta previamente limitadas, por el contrario, permite que el encuestado proporcione una respuesta con mayor libertad. Así se puede identificar actitudes, opiniones, emociones, etc. Por medio de este tipo de pregunta se realizará el componente de minería de texto del estudio.

4.1.5 Versión preliminar del instrumento de medición

Inicialmente, se llevó a cabo una reunión con la tutora del proyecto la Ingeniera Yolanda Amorocho, quien a su vez es la encargada de la oficina de calidad de la E3T. En esta reunión ella nos dio a conocer la información que la escuela espera recolectar con esta encuesta y a su vez nos recalcó el interés por conocer la trayectoria investigativa de los graduados, dado que los programas a los cuales se le está realizando este estudio son de posgrado en investigación.

Con base en la información de interés para la escuela y a fin de definir la estructura de la encuesta, se realizó la revisión del instrumento planteado recientemente por el Observatorio Laboral para la Educación (OLE), el cual se distribuye en 5 secciones principales: datos socioeconómicos y demográficos, datos sobre movilidad interna y externa, expectativas de formación académica, introducción módulo laboral y grado de pertenencia. Además, se tuvo en cuenta las estructuras planteadas en las encuestas de otros estudios de seguimiento a graduados

llevados a cabo en programas de posgrado en investigación pertenecientes a la Universidad Industrial de Santander.

Posteriormente, se realizó una reunión con el director de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones el profesor José Alejandro Amaya, el Coordinador de los posgrados el profesor Javier Solano y la Ingeniera Yolanda Amorocho. En la cual se realizó una revisión de la encuesta diseñada y se pudo obtener la primera versión de la encuesta, la cual se encuentra en los apéndices del 2 al 5 y tiene la siguiente estructura:

- **Parte A. Información personal.** La sección está compuesta de preguntas enfocadas en recolectar datos personales y sociodemográficos, como nombre completo, número de contacto, correo electrónico y lugar de residencia. Además, información de redes profesionales y de investigación.

- **Parte B. Motivación y financiación.** Esta sección se conforma por preguntas respecto al criterio de selección del programa en la Universidad Industrial de Santander y la principal fuente de financiación de sus estudios.

- **Parte C. Competencias.** En esta sección se indaga sobre el dominio de un idioma extranjero, se mide la satisfacción entorno a las competencias del PEP y las habilidades adquiridas durante el paso por el programa y finalmente se evalúa la pertinencia de la educación brindada.

- **Parte D. Plan de vida.** El objetivo de esta sección es conocer las actividades formación realizada por los graduados después de su grado del programa. Al igual que sus planes a corto plazo.

- **Parte E. Situación laboral.** El objetivo de esta parte de la encuesta es indagar sobre la principal actividad realizada por los graduados. Por esta razón se realiza una subdivisión dependiendo de la actividad que realicé: empleado de una empresa, tiene incapacidad permanente

para trabajar, es trabajador independiente, es empresario o realiza otra actividad. Cada subsección permite conocer características de su empleo, como si es su primer trabajo, el tipo de vinculación, el sector y la actividad económica de la empresa, tiempo que lleva laborando en esa empresa, la relación entre la formación y las actividades que desempeña, ingresos, principal dificultad para conseguir empleo, canal de búsqueda de empleo más efectivo, etc. Igualmente, se incluyó una subsección para los graduados que están buscando trabajo y para aquellos que se encuentran estudiando. Además, en esta parte de la encuesta se tuvo en cuenta preguntas de aspectos generales en la labor desempeñada por los graduados que se encuentran laborando. Y se incluyeron preguntas de interés por crear empresa para todos los graduados a excepción de los que son empresarios.

- **Parte F. Trayectoria Investigativa y reconocimiento.** El objetivo de esta sección es conocer la producción científica posterior al grado del egresado, como: apoyo a trabajos de grado, artículos, ponencias, softwares, capítulos o libros y publicaciones. Además, los reconocimientos obtenidos en ese tiempo.

- **Parte G. Nivel de identidad con la Institución de Educación Superior.** Esta parte nos permite evaluar el nivel de identidad y pertenencia de los graduados con la Universidad Industrial de Santander, así como el interés por cursar otros estudios en la institución. En esta sección, también se busca conocer la satisfacción de los graduados respecto a diferentes aspectos y recursos de la universidad, como lo son: los docentes, la gestión administrativa, el apoyo a estudiantes, los recursos físicos y tecnológicos.

Posteriormente, se llevó a cabo el montaje de la encuesta en una herramienta en línea (LymeSurvey), la cual cuenta con variados tipos de preguntas, permite manejar una lógica condicional y tiene diferentes formatos de descarga como csv, Microsoft Excel, PDF, R, entre otros.

4.1.6 Prueba piloto

Una vez se construyó el instrumento de medición se procede a realizar la prueba piloto que consiste en la validación del instrumento, por medio de la cual los conocedores inspeccionan si el instrumento está midiendo las variables que se quieren medir. Para ello se contó con 4 docentes de la escuela de la E3T, los cuales sugirieron se realizarán modificaciones de forma y corrigieron pequeños errores de redacción. Además, se tuvo en cuenta las siguientes modificaciones:

- Eliminar las preguntas donde se solicitaba el enlace de LinkedIn y ResearchGate, dado que la búsqueda de estos canales las podríamos realizar nosotras de forma manual.
- Eliminar la pregunta de género dado que se podría extraer de la base de datos con la que se contaba.
- Agregar opciones de respuestas en pregunta de financiación del programa y en cuántas publicaciones ha participado.
- Modificar la pregunta de qué otros idiomas manejan, añadiéndole la opción de que nivel maneja y si se encuentra certificado.
- Modificar algunas respuestas de la sección de satisfacción con los diferentes aspectos de infraestructura y servicios de la universidad.

Adicionalmente, se solicitó adicionar al instrumento las siguientes preguntas:

- Añadir una sección para conocer la satisfacción de los graduados respecto a recursos de la universidad como: los docentes, la gestión administrativa, el apoyo a estudiantes, los recursos físicos y tecnológicos.
- ¿Cuál es el motivo por el que no mantiene comunicación con el programa?

- En general, ¿Qué aspecto considera que se debería mejorar primordialmente en el programa de posgrado cursado?
- Nos gustaría conocer en un breve relato, cómo fue su experiencia estudiando el programa de posgrado y cómo está impactando en su vida profesional y personal.

4.1.7 Medios de difusión

Con el objetivo de llegar a la mayor parte de la población de estudio, se diseñó un plan de difusión que abarcara el antes, durante y después del lanzamiento de la encuesta. En el cual se aplicaron diferentes estrategias publicitarias como el diseño de posters, la edición de videos y la redacción de correos. Además, se utilizaron como herramientas de difusión las redes sociales de la universidad y de la Escuela (Ver apéndice 10. Publicaciones en redes), junto con el correo electrónico institucional (graduadosposgrados@e3t.uis.edu.co) dispuesto por la escuela para ejercer comunicación directa con cada uno de los graduados pertenecientes a este estudio (Ver apéndice 11. Difusión de las encuestas).

Inicialmente se desarrolló una campaña de expectativa, en la cual, con el apoyo de la oficina de comunicaciones UIS, se realizó una publicación en el perfil de Facebook institucional y con el apoyo de la profesional encargada de la Escuela, se realizaron publicaciones en el Facebook, grupos de Facebook e Instagram de la Escuela relacionadas con la actualización de datos y la creación de una expectativa previa al lanzamiento de la encuesta.

Para el lanzamiento de la encuesta y el contacto posterior con los graduados se tuvieron en cuenta las bases de datos creadas anteriormente para cada programa. A partir de las cual se extrajo la información necesaria para realizar, desde la dirección de correo electrónico asignada por la escuela, un envío masivo de correos de invitación a los graduados, que incluían el enlace del

formulario correspondiente a cada programa y una pieza publicitaria. Adicional a esto, la difusión para esta etapa se complementó con las publicaciones realizadas en el Facebook e Instagram de la Escuela y con el voz a voz de los profesores pertenecientes al claustro.

Sin embargo, debido a la baja participación presentada en los cuatro programas, principalmente en los graduados de Maestría en Ingeniería Eléctrica y Maestría en Ingeniería en Telecomunicaciones, fue necesario utilizar nuevas estrategias de contacto con los graduados como lo fue el contacto telefónico, en el cual se informaba a el graduado sobre el proyecto y mediante la confirmación del correo electrónico se procedía a enviar nuevamente la invitación al correo con el enlace del formulario. Además, se brindó la opción de responder la encuesta telefónicamente, la cual no fue aceptada por ninguno de los graduados contactados. El libreto utilizado para realizar las llamadas se encuentra en el apéndice 12.

Adicionalmente, como motivación a participar de este estudio, se realizaron tres nuevas publicaciones en las redes sociales de la Escuela, entre ellas un video del director de Escuela, donde se destaca la importancia de contribuir en este proyecto mediante el diligenciamiento del formulario correspondiente a cada programa. También, se efectuaron cinco envíos más de correos electrónicos de manera personalizada y periódica según el comportamiento de respuestas de cada graduado. Finalmente, y como último recurso se decidió crear un perfil de WhatsApp con el nombre de Posgrados E3T mediante la línea telefónica +57 322 3421307, desde la cual se realizaron dos envíos de recordatorios al WhatsApp personal de cada graduado. El mensaje enviado por este medio a cada graduado se encuentra en el apéndice 11.

4.2 Segunda etapa: Procesamiento, limpieza y transformación de los datos

Al finalizar el proceso de recolección de información de los graduados, se descargan las respuestas de la aplicación LimeSurvey en archivos de Excel, de los cuales se extrajo los datos personales de los graduados como correo electrónico, número de contacto, ciudad y país de residencia, para así actualizar la base de datos de posgrados de la E3T. A continuación, se procedió a eliminar las columnas con la información correspondiente a la fecha y hora de inicio, finalización y envío de la encuesta, el ID de respuesta, el idioma y la cantidad de páginas, a su vez, se eliminan del archivo las respuestas incompletas. Asimismo, se agregó información referente a trayectoria académica e investigativa, programa y universidad de pregrado, género y edad, que fueron recolectadas en las redes secundarias y en las bases de datos disponibles.

Posteriormente, se realizó la corrección ortográfica y de digitación de las diferentes respuestas dadas por los graduados a las preguntas abiertas y semiabiertas, con la finalidad de homogenizar los datos que se repetían. Adicionalmente, con los archivos de Excel corregidos de cada encuesta se procedió a organizar la información en tres libros diferentes separando los datos requeridos para el análisis en SPSS, la información necesaria cargada al Power BI con la cual se realizó el análisis descriptivo y las respuestas de las preguntas abiertas.

4.3 Tercera etapa: Aplicación de técnicas multivariadas e interpretación de los resultados

En esta etapa por medio del software IBM SPSS se realizó la aplicación del análisis multivariado, en el cual se implementó el método de extracción de factores denominado componentes principales a fin de disminuir las variables que explican el nivel de satisfacción de los graduados. Posteriormente, centrándose en el agrupamiento de los datos que poseen características similares entre sí, se aplicó un segundo método de análisis por medio del cual se

formaron conglomerados heterogéneos de las pertinencias y competencias del PEP evaluadas en la encuesta aplicada. Teniendo en cuenta estos conglomerados se procedió a construir los perfiles de los graduados correspondientes a cada programa de posgrado.

4.4 Cuarta etapa: Aplicación de técnicas de minería de datos.

En esta etapa se implementó la técnica de minería de texto a fin de analizar la información que no se encuentra estructurada basándose en el principio de maximizar la similitud entre los elementos de un grupo. Es decir, se identificaron términos en común encontrados en cada respuesta proporcionada por los graduados a preguntas abiertas, formando así nubes de palabras por medio de la herramienta Power BI y del software Rstudio.

4.5 Quinta etapa: Difusión de la información.

Una vez se definieron los perfiles de los graduados de cada programa de posgrado, se implementó la herramienta Power BI que permite la visualización de la información, a fin de presentar un informe más dinámico con los resultados del estudio obtenidos a las partes interesadas.

5 Resultados

5.1 Instrumento de medición

La encuesta permaneció activa desde el 10 de noviembre del 2021 hasta el 5 de marzo del 2022, periodo durante el cual se obtuvieron las respuestas relacionadas en la Tabla 2, completando así un 63% de porcentaje de participación para la Maestría en Ingeniería Electrónica,

60% para la Maestría en Ingeniería Eléctrica, 71% para la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y del 71% para el Doctorado en Ingeniería.

Tabla 3

Participación de graduados en el diligenciamiento de las encuestas.

PROGRAMA	ENCUESTAS ENVIADAS	RESPUESTAS COMPLETAS	% PARTICIPACIÓN
Maestría en Ingeniería Electrónica	46	29	63%
Maestría en Ingeniería Eléctrica	9	6	66%
Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones	7	5	71%
Doctorado en Ingeniería	28	20	71%

Las respuestas obtenidas a partir de la herramienta LimeSurvey, fueron descargadas en cuatro archivos de Excel correspondientes a cada uno de los Programas analizados en este estudio, a los cuales se les realizó una limpieza de la información contenida, inicialmente se eliminaron las filas de respuestas incompletas, dado que algunos graduados no finalizaron totalmente la encuesta; también se eliminaron las respuestas repetidas, debido al doble ingreso por parte de algunos de los encuestados. En lo que refiere a las columnas, se eliminó información arrojada de forma automática por la plataforma como ID de respuesta, Fecha de envío del cuestionario, fecha de inicio, fecha de la última acción, dirección IP y temporizaciones.

Por otra parte, las bases de datos obtenidas fueron complementadas con información extraída de las fuentes secundarias: LinkedIn, ReseachGate, Scopus, CvLac y Scimago, agregando así columnas a las secciones de Información Personal y Productividad Académica, para finalmente

realizar un barrido completo de cada base de datos verificando uniformidad, ortografía y coherencia y así tener a punto la base de datos para los respectivos análisis.

5.2 Análisis descriptivo

Para el análisis descriptivo de cada programa se empleó la herramienta Power BI que permite la construcción de tableros interactivos para la visualización de los datos. Los dash board desarrollados tienen en cuenta filtros por programa académico, por clúster y por año de graduación. Ver Apéndice 13.

A continuación, se presenta una descripción por secciones para cada programa:

5.2.1 Maestría en Ingeniería Electrónica

5.2.1.1 Información personal. Según la información de los 29 graduados que participaron del instrumento de medición con registros completos del programa de Maestría en Ingeniería Electrónica durante el periodo 2015 – 2020, se identificó que el género que predomina en el programa, es el masculino, representando el 80,66% de la población y que cuenta con un promedio de edad de 35 años, respecto al 10,33% del género femenino con un promedio de edad de 31 años. De los cuales el 10,3% obtuvo su título de magister en el año 2015, el 10,3% en el año 2016, el 31% en el año 2017, el 17,24% en el año 2018, el 27,58% en el año 2019 y el 3,4% en el año 2020.

El 86,21% obtuvo su título de pregrado en la Universidad Industrial de Santander en el programa de Ingeniería Electrónica y el 13,8% en las universidades Pontificia Bolivariana, Antonio Nariño, UNAB y UDI, en los programas de Ingeniería de Energía e Ingeniería electrónica, instrumentación y control electrónico. Referente a la ubicación actual de los graduados, el 79,3%

reside en Colombia, principalmente en el departamento de Santander. Los graduados restantes se encuentran en Guatemala, México, Italia, Francia, Austria y Alemania, con un 0,2% respectivamente para cada uno.

5.2.1.2 Motivación y financiación. En cuanto a la motivación, el 34,48% de los graduados considera que el factor principal para la selección de la Maestría en Ingeniería Electrónica en la UIS es porque estudiar allí mejora las oportunidades de empleo, mientras que el 31,03% consideran como principal factor el prestigio de la institución y el 10,34% optó por la maestría debido a la recomendación de un tercero. El 24,15% restante decidió estudiar su maestría en la UIS por su plan de estudios, bajo costo en la matrícula y otros factores relacionados con el interés por la investigación. Con respecto a la principal fuente de recursos para sus estudios, el 48,28% de los graduados financió su posgrado con el crédito condonable UIS, el 27,59% con recursos de Colciencias/Minciencias, el 10,34% con recursos propios, el 6,9% con recursos de la gobernación y el 6,9% con recursos provenientes de convenios con Ecopetrol.

5.2.1.3 Competencias en el segundo idioma. En esta sección se evaluó el nivel de competencia en inglés al escuchar, leer, escribir y hablar a partir de tres criterios de desempeño: alto, medio, bajo. Se observa que el componente predominante es la lectura con un 79,3% de graduados que se encuentran en un nivel alto, seguido de la escritura con un 55,1% y la escucha con un 42,2%, mientras que el habla representa el porcentaje menos representativo con un 27,6% de graduados que tienen un nivel alto en el desempeño de esta competencia, lo que lo atribuye como el componente en el cual los graduados presentan mayor dificultad a la hora de desenvolverse. Adicionalmente se identificó que, para este idioma, el 24,14% de los graduados cuentan con un certificado B2, el 20,69% con un certificado B1, el 6,9% con un certificado C1 y que el 48,28% no cuentan con un certificado vigente que valide sus competencias en este idioma. Aproximadamente el 17% de los graduados manifiestan tener conocimientos certificados en otros idiomas, siendo francés el más representativo con niveles A2 y B1, seguido de italiano con niveles A1 y A2, alemán con nivel A1 y portugués.

5.2.1.3.1 Satisfacción con la formación recibida. A partir de las competencias específicas formuladas para el programa de Maestría en Ingeniería Electrónica y evaluadas en el instrumento, se identificó que las competencias con las que los graduados se encuentran Muy Satisfechos en más de un 65% son: Comprende la literatura científica y la utiliza como fundamento para su proyección investigativa; Utiliza herramientas informáticas especializadas (paquetes estadísticos, software de diseño, etc.) y Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería. Mientras que las competencias con menor grado de satisfacción fueron Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes, y Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos con un porcentaje de insatisfacción de 26,3% y 21% respectivamente.

Además de evaluar la satisfacción, se les solicitó a los graduados clasificar las competencias, destacando como la competencia más fuerte e importante la que *Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería Electrónica y afines*; como la competencia más débil con un 31%, la que *Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería* y finalmente se identificó como la competencia menos importante con un 27,58% la de *Entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural*.

5.2.1.3.2 Pertinencia de la formación recibida. La pertinencia se evaluó con un listado de nueve afirmaciones, medidas a partir cuatro niveles de satisfacción, donde se identificó que las pertinencias con las que los graduados se encuentran Muy Satisfechos en más de un 60% son: Favoreció mi desarrollo como profesional, Favoreció mi desarrollo como persona y Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno internacional, mientras que las competencias con menor grado de satisfacción son Me permitió conocer el panorama de las necesidades de entorno nacional y me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno Internacional con un porcentaje de insatisfacción de 41,38% y 31,03% respectivamente.

En cuanto a la satisfacción relacionada con el cumplimiento de las habilidades durante el desarrollo de la Maestría, encontramos que las habilidades con las cuales los graduados se sienten Muy Satisfechos son: Solución de problemas complejos, colaboración, pensamiento crítico, colaboración y toma de decisiones, con un porcentaje de satisfacción del 62,07%, 58,62%, 55,17 y 51,72% respectivamente, mientras que con las habilidades de Negociación, Liderazgo y Comunicación se identifica un alto grado de Insatisfacción, representado por el 31,04%, 24,14% y 20,69%.

5.2.1.4 Plan de vida. Se identificó que, como plan de vida principal a corto plazo, el 41,38% de los graduados de la Maestría en Ingeniería Electrónica planean trabajar en el exterior y el 37,93% en Colombia, mientras que los graduados restantes planean estudiar otro posgrado, el 13,79% en el exterior y el 3,45% en universidades de Colombia. Dentro de los planes de los graduados también se encuentra realizar pasantías de investigación.

Adicionalmente, para esta sección se analizaron los estudios posteriores al grado de la Maestría, donde se identificó a los seminarios/cursos como las actividades con mayor participación (48,57%), seguido de los Doctorados con un 28,57% (Doctorado en ingeniería Eléctrica,

Doctorado en Ingeniería Electrónica, Doctorado en Proyectos, ciencia e innovación, Doctorado en acústica y Doctorado en ciencias, ingeniería eléctrica, electrónica de comunicaciones), los Diplomados con un 11,43%, las Especializaciones con un 2,86%, otras maestrías con un 2,86% (Maestría en inteligencia analítica de datos) y finalmente un 5,71% de graduados que decidieron no realizar ningún estudio posterior.

5.2.1.5 Situación laboral. La condición laboral de los graduados de la Maestría en Ingeniería Electrónica demuestra que el 68,97% de ellos ocupa su mayor parte del tiempo laborando como empleado de una empresa y el 10,34% laborando como independiente. El resto de los graduados afirman estar estudiando (13,79%) y estar dedicados a otra actividad de docencia y emprendimiento.

5.2.1.5.1 Graduados cursando estudios. El 100% de los graduados en esta sección se encuentran cursando el programa de Doctorado en Ingeniería, el 75% en la Universidad Industrial de Santander y el 25% en el Politécnico Di Bari en Italia. También se identificó que además de estudiar, el 50% de ellos trabajan como independiente, el 25% trabaja como empleado y el 25% no realiza ninguna actividad remunerada adicional.

El 100% de este grupo de graduados considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que carecen de la experiencia necesaria para adquirirlo, sin embargo, manifiestan que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo son las bolsas de empleo como cajas de compensación e internet head-hunters.

5.2.1.5.2 Otra actividad. El 50% de los graduados que realizan otra actividad considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que no hay trabajo disponible en la ciudad donde viven e indican que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo son las bolsas de empleo de la institución donde estudian.

5.2.1.5.3 Graduados empleados en una empresa/institución. Para este grupo de graduados se identifica que el 45% de ellos se encuentran vinculados a compañías multinacionales, el 30% a empresas nacionales, el 20% a empresas regionales y el 5% a empresas locales, las cuales pertenecen en un 55% al sector privado como Globant, Halliburton Latin America, y Doppelmayr Seilbahnen GmbH, en un 40% al sector público como la UIS y Ecopetrol y en un 5% a empresas de economía mixta como Tigo y cuyas actividades económicas son principalmente la educación (40%) y las actividades profesionales, científicas y técnicas (15%). También se identifica que el 65% de los graduados llevan menos de 3 años laborando en estas empresas y que el rango de ingresos laborales del 60% de estos supera los 5 SMMLV.

El 50% de los graduados, se encuentran vinculados a estas empresas mediante un contrato a término indefinido, el 45% mediante un contrato a término fijo y el 5% restante mediante contrato por prestación de servicios, ocupando los cargos de docente de educación superior (20%), consultor (15%), investigador (15%), director de centro educativo (5%) y docente de colegio (5%), de los cuales el 50% se encuentran directamente relacionados con el programa de posgrado. De igual manera, tan solo el 15% de los graduados de este grupo manifestó que este es su primer empleo y que tardaron aproximadamente 12 meses en conseguirlo después de obtener su título de Magister. Adicionalmente, el 85% de graduados empleados, considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que el salario que le ofrecen es muy bajo (30%) y no hay trabajo

disponible en la ciudad donde vive (20%), sin embargo, manifiestan que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo es LinkedIn.

5.2.1.5.4 *Graduados que trabajan independiente.* En general se identifica que el 66,67% de los graduados de este grupo, se encuentran laborando bajo la modalidad de trabajo por prestación de servicios y el 33,33% bajo la modalidad de trabajo por obra, en ocupaciones relacionadas con actividades profesionales, científicas y técnicas (66,67%) y otras actividades como desarrollo de sistemas, las cuales se encuentran en un 66,67% directamente relacionados con el programa de posgrado. De igual manera, el 100% de los graduados aseguran que ese no es su primer empleo, sin embargo, el 66% de ellos manifestó que después de obtener su título de Magister, tardaron aproximadamente 12 meses en conseguirlo.

5.2.1.5.5 *Interés por crear empresa.* El 75,86% de los graduados de la Maestría en Ingeniería Electrónica, tienen interés por crear empresa, sin embargo, el 22,73% manifiesta que la principal dificultad para la creación de esta, es la falta de recursos económicos y el 22,73% el no estar seguro si la idea pueda convertirse en un negocio exitoso, además se resalta también la falta de experiencia y conocimientos empresariales, junto con la falta de apoyo gubernamental.

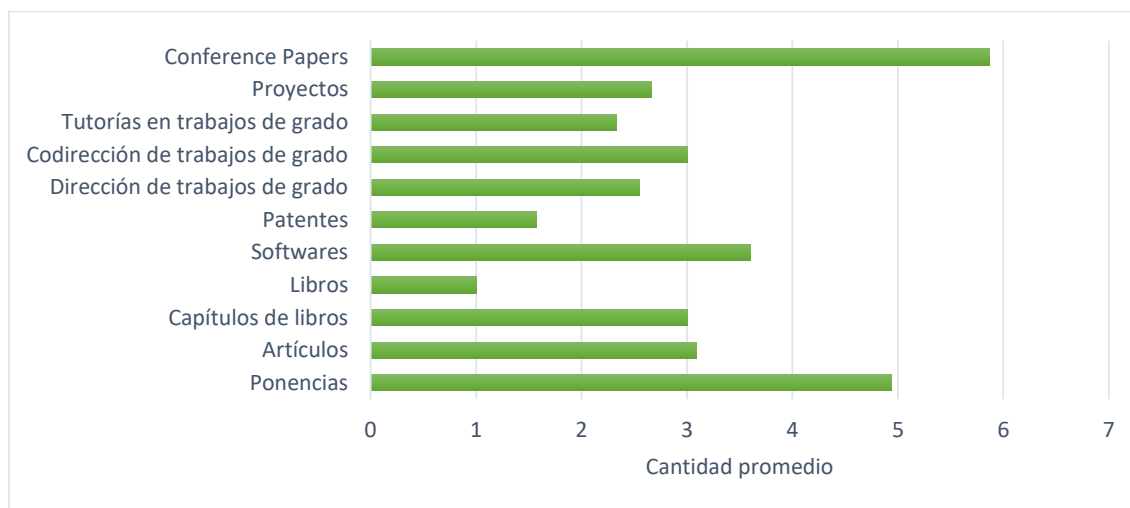
5.2.1.6 Trayectoria investigativa y reconocimiento. Luego de finalizar sus estudios de posgrado, el 55,17% de los graduados del programa de Maestría en Ingeniería Electrónica, manifiestan que ha realizado entre 1 y 5 ponencias, de las cuales el 24,13% fueron a nivel regional, el 37,9% a nivel nacional y el 37,9% a nivel internacional, mientras que en relación a los artículos publicados, el 72,41% de graduados han realizado entre 1 y 3 artículos con un promedio de 11 citas por graduado, adjudicando así al 34,48% de ellos un Índice H de 1, al 13,79% un Índice H de 2, el 6,9% un Índice H de 4 y al 3,45% un Índice H de 10.

Se identificó además que el 13,79% de los graduados realizó dichas publicaciones en revistas nacionales no indexadas, el 31% en revistas nacionales indexadas, el 7% en revistas internacionales no indexadas y el 51,72% en revistas internacionales indexadas, las cuales según el Indicador SCimago Journal Rank (SJR), el 37,5% se encuentra en el Q1, el 12,5% en el Q2, el 37,5% en el Q4 y el 12,5% no presenta un cuartil asignado.

Por otra parte, en cuanto a los capítulos de libros, libros, softwares y patentes, los graduados de este grupo han producido en promedio, 3, 1, 1 y 2 de estos productos respectivamente, mientras que el 31% entre 1 y 3 proyectos y el 51,7% entre 1 y 6 Conference Paper. De igual manera el 62% ha brindado apoyo a trabajos de grado al menos una vez después de obtener su título de Magister, el 37,9% como directores, el 44,8% como codirectores y el 31% como tutores. En la Figura 1 se consolida la cantidad promedio de productos científicos realizados por los graduados luego de obtener su título de Magister.

Figura 1

Productividad académica promedio de los Magister en Ingeniería Electrónica



El 62,5% de los graduados de este grupo manifestó que la información sobre sus productos científicos se encuentra en su perfil de CvLac y el 18,75% en otros sitios web como ORCID, ReseachGate, Google Scholar y el Portal de CONACYT.

5.2.1.6.1 Reconocimientos. Únicamente el 24,14% de los graduados de la Maestría han obtenido reconocimientos laborales o académicos por parte de alguna empresa, institución, gremio, clúster u otro agente. Dichas distinciones fueron otorgadas por la Universidad Industrial de Santander, el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, el Instituto Colombiano de Petróleo, el Centro Panamericano de Estudios superiores en México y Tigo.

5.2.1.7 Nivel de identidad con la Institución. Se identificó a partir de los datos obtenidos que el 72,41% de los graduados de este programa presentan un Alto nivel de pertenencia con la Universidad Industrial de Santander y que el 86,21% de los graduados la recomendarían como institución para cursar un posgrado. El 58,62% y 27,59% de los graduados de la Maestría, evalúan como moderadas y buenas sus posibilidades laborales derivadas de su condición de graduado de posgrado de la UIS, mientras que tan solo el 13,79% las evalúan como pocas. Así mismo, el 82,76% de los graduados, indican que sí estudiarían nuevamente en la Universidad Industrial de Santander, presentando mayor interés por cursar seminarios o cursos (43,75%) y doctorados (37,5%), resaltando, además, que el 17,24% de ellos ya se encuentran cursando otros estudios en la institución y el 3,45% ya han cursado otros estudios en la UIS posteriores a la Maestría.

La inclinación por estudiar nuevamente en a UIS es debido a factores relacionados con los recursos de apoyo al proceso de formación (37,5%), a la calidad de la formación (20,83%), a la calidad de los profesores (20,83%), al reconocimiento de la institución (12,5%) y a otros factores como cercanía a sus familias y gratuidad en la educación. Por otra parte, quienes aseguran que no estudiarían nuevamente en la Universidad Industrial de Santander, manifiestan que es debido a la poca fundamentación para crear empresa (40%), a la falta de recursos necesarios para apoyar el proceso de formación (20%) y a otros factores como vivir una experiencia en otro país, la falta de interés por continuar estudiando y la falta de influencia de la institución en el ámbito laboral.

Finalmente se identificó que el 51,72% de los graduados no presentan una constante comunicación con la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, dado que no conocen los canales de apoyo a graduados o no han tenido necesidad de hacerlo, sin embargo el 44,83% de la totalidad de los graduados de este programa consideran que el correo electrónico

es el medio más apropiado para mantener un canal de comunicación formal entre ambas partes, mientras que el 27,59% preferirían que fuera mediante un grupo en la red profesional LinkedIn.

5.2.1.7.1 Satisfacción con los recursos de la universidad. Tomando en cuenta los 17 aspectos evaluados, el 50% de los graduados se encuentran Muy Satisfechos con los recursos correspondientes al personal docente, los espacios para estudiar y la biblioteca, seguido de un 58% de graduados Satisfechos con las ayudas audiovisuales y el acceso a la información de actividades. Mientras que en cuanto a los recursos con los cuales los graduados se sienten en su mayor parte Insatisfechos, corresponden a los equipos y elementos de laboratorio (41,37%), los laboratorios (34,48%), la infraestructura (24,13%) y las redes inalámbricas (31,03%).

5.2.2 Maestría en Ingeniería Eléctrica

5.2.2.1 Información personal. Información personal. Según la información de los 6 graduados que participaron del instrumento de medición con registros completos del programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica durante el periodo 2015 – 2020, se identificó que el género que predomina en el programa, es el masculino, representado el 83,33% de la población y que cuenta con un promedio de edad de 32 años, respecto al 16,67% del género femenino con un promedio de edad de 35 años. De este grupo, el 16,66% obtuvo su título de magister en el año 2017, el 33,33% en el año 2018, el 16,66% en el año 2019 y el 33,33% en el año 2020.

El 83,33% obtuvo su título de pregrado en la Universidad Industrial de Santander y el 16,67% en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el programa de Ingeniería Electrónica. Referente a la ubicación actual de los graduados, el 66,66% reside en Colombia, el 16,66% en Canadá y el 16,66% en Francia.

5.2.2.2 Motivación y financiación. En cuanto a la motivación, el 33,33% de los graduados considera que el factor principal para la selección de la Maestría en Ingeniería Eléctrica en la UIS es el prestigio de la institución, mientras que el 16,76% consideran como principal factor el bajo costo de la matrícula y el 16,67% optó por la maestría debido a su interés por el plan de estudios del programa. El 33,33% restante decidió estudiar su maestría en la UIS por otros factores como el amor a la institución y becas. Con respecto a la principal fuente de recursos para sus estudios, el 100% de los graduados financió su posgrado con el crédito condonable UIS.

5.2.2.3 Competencias en un segundo idioma. En esta sección se observa que el componente predominante es la lectura con un 33,33% de graduados que se encuentran en un nivel alto y un 66,66% de graduados en un nivel medio, mientras que, para los componentes de la escritura, habla y escucha los graduados presentan un mismo comportamiento (33,33% en nivel alto, 50% en nivel medio y 16,66% en nivel bajo). Adicionalmente se identificó que, para este idioma, el 16,67% de los graduados cuentan con un certificado C1 y el 83,33% no cuentan con un certificado vigente que valide sus competencias en este idioma. Únicamente el 33,33% de los graduados tienen conocimientos certificados en otros idiomas, siendo francés el más representativo con niveles A2 y B1.

5.2.2.3.1 Satisfacción con la formación recibida. Se identificó que la competencia con la que los graduados se encuentran Muy Satisfechos en más de un 83,33% es *Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería Eléctrica*. Mientras que las competencias con mayor grado de insatisfacción fueron *Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos* (16,66%); *Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes* (16,66%) y *comprende la literatura científica como fundamento para su proyección investigativa* (16,66%).

Además de evaluar la satisfacción, se les solicitó a los graduados clasificar las competencias, donde el 66,66% de estos consideró a las competencias *Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería Eléctrica y afines, y aplica el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando factores externos como las más fuertes e importantes*. Mientras que, *Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería y entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural* son consideradas como la más débiles por un 66,66% y finalmente en cuanto a las competencias *Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería y Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería* fueron consideradas por un 66,66% de los graduados como las menos importantes.

5.2.2.3.2 Pertinencia de la formación recibida. Se identificó que las pertinencias con las que más del 66% los graduados se encuentran Muy Satisfechos son: Favoreció mi desarrollo como ciudadano, Favoreció mi desarrollo como profesional y Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado, mientras que para menos del 33,33% las competencias con mayor grado de insatisfacción son: Me permitió alcanzar mis expectativas laborales, me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional, favoreció mis oportunidades laborales y Me permitió escalar posiciones dentro de las empresas donde he trabajado.

En cuanto a la satisfacción relacionada con el cumplimiento de las habilidades durante el desarrollo de la Maestría, encontramos que las habilidades con las cuales el 50% de los graduados se sienten Muy Satisfechos son: *pensamiento crítico, toma de decisiones, liderazgo y flexibilidad cognitiva*, mientras que con las habilidades de *Colaboración y comunicación* se identifica un alto grado de Insatisfacción, representado por el 16,67% de los graduados.

5.2.2.4 Plan de vida. Como plan de vida principal a corto plazo, el 33,33% de los graduados de la Maestría en Ingeniería Eléctrica planean trabajar en Colombia y el 16,67% en el exterior, el 16,67% planea estudiar otro posgrado en el exterior y el 33,33% restante, manifiesta que su plan de vida a corto plazo es finalizar su doctorado.

Adicionalmente, para esta sección se analizaron los estudios posteriores al grado de la Maestría, donde se identificó a los Doctorados como las actividades con mayor participación (37,5%), seguido de los Seminarios/cursos con un 25%, los Diplomados con un 12,5% y finalmente un 25% de graduados que decidieron no realizar ningún estudio posterior.

5.2.2.5 Situación laboral. El 50% de los graduados ocupa su mayor parte del tiempo estudiando, el 16,67% es empleado de una empresa, el 16,67% es empresario o emprendedor y el 16,67% afirma estar dedicado a otras actividades.

5.2.2.5.1 Graduados cursando estudios. El 100% de los graduados en esta sección se encuentran cursando el programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica, el 33,33% en la Universidad Industrial de Santander, el 33,33% en la Université de Franche-Comté y el 33,33% en la Université du Québec á Trois-Rivières. *Tambien se identificó que además de estudiar no realizan ninguna actividad remunerada.*

El 100% de este grupo de graduados considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que carecen de la experiencia necesaria para adquirirlo, sin embargo, manifiestan que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo es LinkedIn.

5.2.2.5.2 Otra actividad. El 100% de los graduados que realizan otra actividad considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que hay mucha competencia laboral e indican que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo son las redes sociales (familia, amigos, conocidos).

5.2.2.5.3 Graduados empleados en una empresa/institución. Para este grupo de graduados se identifica que el 100% de ellos se encuentran vinculados a compañías nacionales, pertenecientes al sector privado como Orbita Ingenieros S.A.S y cuyas actividades económicas son principalmente la construcción. También se identifica que el 100% de los graduados llevan menos de 1 año laborando en estas empresas y que el rango de ingresos laborales se encuentra entre 2 y 3,5 SMMLV.

El 100% de los graduados, se encuentran vinculados a estas empresas mediante un contrato a término fijo, ocupando los cargos de ingeniero de diseño, en cual se encuentra directamente

relacionado con el programa de posgrado. De igual manera, el 100% de los graduados de este grupo manifestó que este no es su primer empleo. Adicionalmente, el 100% de graduados empleados, considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que carece de la experiencia necesaria (100%), sin embargo, manifiestan que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo es LinkedIn.

5.2.2.5.4 *Graduados que son propietarios/socios de una empresa.* finca o negocio particular. Se identifica que para el 100% de este grupo de graduados este no es su primer empleo y son propietarios/socios de empresas que se relacionan indirectamente con el programa de posgrado como PINELCO, cuya actividad económica se relaciona con suministros de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado. Adicionalmente el 100% de los graduados de este grupo, indican que ya venían trabajando en su empresa desde antes de finalizar la Maestría.

5.2.2.5.5 *Interés por crear empresa.* El 80% de los graduados de la Maestría en Ingeniería Eléctrica, tienen interés por crear empresa, sin embargo, el 75% manifiesta que la principal dificultad para la creación de esta, es la falta de recursos económicos propios y el 25% el no estar seguro si la idea pueda convertirse en un negocio exitoso.

5.2.2.5.6 Aspectos generales de las actividades laborales de los graduados. En lo que respecta a la trayectoria laboral, en general los graduados de la Maestría cuentan con un promedio de 35 meses de experiencia laboral profesional. En lo que respecta a la satisfacción con la actividad que realizan actualmente, el 33,33% se muestran Muy Satisfechos y el 66,67% Satisfechos, sin embargo, un porcentaje significativo (83,33%) consideran que deberían tener mejores ingresos. Por su parte, el 33,33% afirma que los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas durante su formación de posgrado han sido muy útiles, el 50% útiles y solo el 16% afirma que han sido poco útiles.

5.2.2.6 Trayectoria investigativa y reconocimiento. Luego de finalizar sus estudios de posgrado, el 50% de los graduados del programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica, manifiestan que ha realizado en promedio 1 ponencias. De igual forma, se identificó que, para la totalidad de graduados del programa, el 50% de las ponencias fueron a nivel internacional. En relación a los artículos publicados, el 66,66% de graduados han realizado en promedio 3 artículos con un promedio de 9 citaciones por graduado, adjudicando así al 16,67% de ellos un Índice H de 1, al 33,33% un Índice H de 2 y al 16,67% un Índice H de 4.

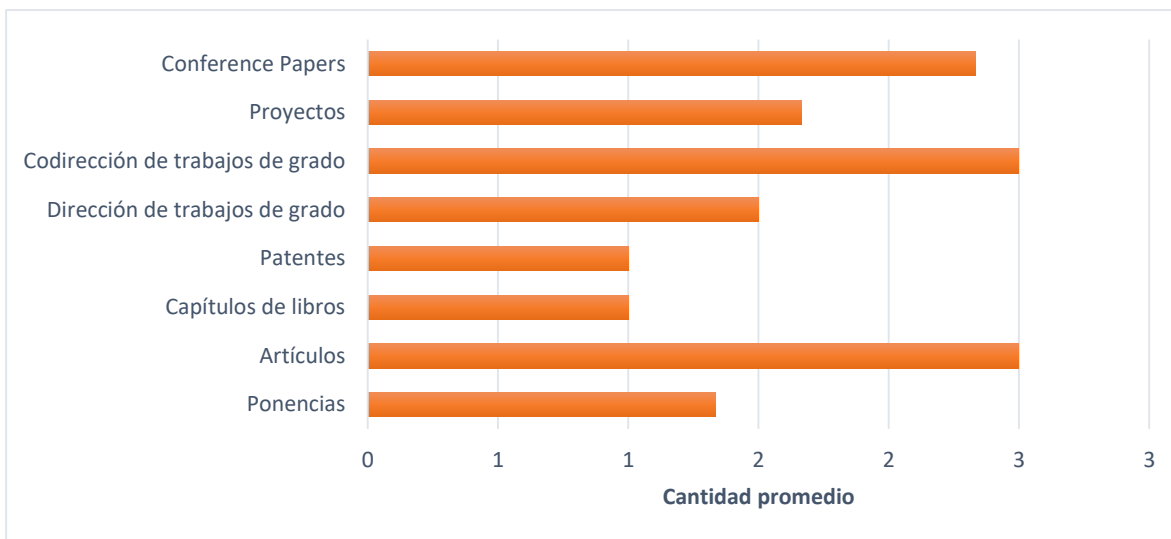
Se identificó además que el 16,66% de los graduados realizó dichas publicaciones en revistas nacionales no indexadas, el 16,66% en revistas nacionales indexadas y el 50% en revistas internacionales indexadas, las cuales según el Indicador SCImago Journal Rank (SJR), el 66,67% se encuentra en el Q1 y el 33,335% en el Q3.

Por otra parte, en cuanto a los capítulos de libros y patentes, el 16,66% los graduados de este grupo han producido en promedio 1 de estos productos, mientras que el 50% realizado en promedio 2 proyectos y Conference Papers. De igual manera el 50% ha brindado apoyo a trabajos de grado al menos una vez después de obtener su título de Magister, el 33,3% como directores y

el 33,33% como codirectores. En la Figura 2 se consolida la cantidad promedio de productos científicos realizados por los graduados luego de obtener su título de Magister.

Figura 2

Productividad académica promedio de los Magister en Ingeniería Eléctrica



El 66,66% de los graduados de este grupo manifestó que la información sobre sus productos científicos se encuentra en su perfil de CvLac y el 33,33% en otros sitios web como ReseachGate.

5.2.2.6.1 Reconocimientos. El 100% de los graduados de este grupo manifiestan que no han obtenido ningún reconocimiento laboral o académico por parte de alguna empresa, institución, gremio, clúster u otro agente, después de obtener su título de posgrado.

5.2.2.7 Nivel de identidad con la Institución. Se identificó a partir de los datos obtenidos que el 83,33% de los graduados de este programa presentan un Alto nivel de pertenencia con la Universidad Industrial de Santander y que el 83,33% de estos la recomendarían como institución para cursar un posgrado. Así mismo, el 66,66% de los graduados, indican que sí cursarían otros estudios en la Universidad Industrial de Santander, presentando mayor interés por cursar doctorados (50%), diplomados (25%) y otra maestría (25%), resaltando, además, que el 33,33% de ellos ya se encuentran cursando otros estudios en la institución. Por su parte, El 100% de los graduados de la Maestría, evalúan como moderadas sus posibilidades laborales derivadas de su Condición de graduado de posgrado de la UIS.

La inclinación por estudiar nuevamente en a UIS es debido a factores relacionados con la calidad de la formación (50%), a la calidad de los profesores (25%) y a otros factores como cercanía a sus familias y gratuidad en la educación. Por otra parte, quienes aseguran que no estudiarían nuevamente en la Universidad Industrial de Santander, manifiestan que es debido a la poca fundamentación para crear empresa (50%) y a que el valor de los programas supera la disponibilidad de recursos (50%).

Finalmente se identificó que el 66,66% de los graduados presentan una constante comunicación con la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, considerando al correo electrónico como el medio más apropiado para hacerlo (50%), seguido del grupo en la red social Facebook (33,33%) y la red profesional LinkedIn (16,67%).

5.2.2.7.1 Satisfacción con los recursos de la universidad. El 50% de los graduados se encuentran Muy Satisfechos con los recursos correspondientes al personal docente, los espacios para estudiar, las ayudas audiovisuales y los servicios de bienestar universitario, seguido de un 83,33% de graduados Satisfechos con los apoyos económicos y los salones de clase. Mientras que en cuanto a los recursos con los cuales los graduados se sienten en su mayor parte Insatisfechos, corresponden a los equipos y elementos de laboratorio (33,33%), los laboratorios (33,33%), la infraestructura y la biblioteca (33,33%).

5.2.3 Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones

5.2.3.1 Información personal. Según la información de los 5 graduados que participaron del instrumento de medición con registros completos del programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones durante el periodo 2015 – 2020, se identificó que el género que predomina en el programa, es el femenino, representando el 60% de la población y que cuenta con un promedio de edad de 30 años, respecto al 40% del género masculino con un promedio de edad de 30 años. De este grupo, el 20% obtuvo su título de magister en el año 2018 y el 80% en el año 2019.

El 100% obtuvo su título de pregrado en la Universidad Industrial de Santander en el programa de Ingeniería Electrónica. Referente a la ubicación actual de los graduados, el 60% reside en Colombia, entre los departamentos de Santander, Cundinamarca y Boyacá. Los graduados restantes se encuentran en España y Australia, con un 20% respectivamente para cada uno.

5.2.3.2 Motivación y financiación. En cuanto a la motivación, el 40% de los graduados considera que el factor principal para la selección de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones en la UIS es por recomendación de terceros, mientras que el 20% consideran como principal factor el prestigio de la institución y el 20% optó por la maestría por el plan de estudios del programa. El 20% restante decidió estudiar su maestría en la UIS por otros factores relacionados con la calidad del grupo de investigación. Con respecto a la principal fuente de recursos para sus estudios, el 100% de los graduados financió su posgrado con el crédito condonable UIS.

5.2.3.3 Competencias en un segundo idioma. En esta sección se evaluó el nivel de competencia en inglés al escuchar, leer, escribir y hablar a partir de tres criterios de desempeño: alto, medio, bajo. Se observa que el componente predominante es la lectura con un 60% de graduados que se encuentran en un nivel alto, seguido de la escritura, habla y escucha cada uno de estos factores con un porcentaje de 40%, esto nos indica que a la hora de desenvolverse en el idioma inglés los graduados de la maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones presentan dificultad en estos 3 factores. Adicionalmente se identificó que, para este idioma el 60% de los graduados cuentan con un certificado entre los niveles A2, B2 y C1, cada nivel con un 20% de los encuestados y el 40% no cuentan con un certificado vigente que valide sus competencias en este idioma. Aproximadamente el 60% de los graduados manifiestan tener conocimientos certificados en otros idiomas, siendo portugués el más representativo, seguido de francés y alemán.

5.2.3.3.1 Satisfacción con la formación recibida. A partir de las competencias específicas formuladas para el programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y evaluadas en el instrumento, se identificó que las competencias con las que los graduados se encuentran muy satisfechos en un 60%: *Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos; Entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural; Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes; Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería; Adquiere y aplica nuevos conocimientos, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas; Comprende la literatura científica y la utiliza como fundamento para su proyección investigativa y Utiliza herramientas informáticas especializadas (paquetes estadísticos, software de diseño, etc).* Mientras que las competencias con mayor grado de insatisfacción fueron *Apoya, desarrolla y lidera procesos industriales y empresariales que tengan relación directa con el sector de las telecomunicaciones (60%) y Aplica el diseño de ingeniería para Modelar sistemas de comunicación que cumplan con las especificaciones deseadas considerando factores externos (40%).*

Además de evaluar la satisfacción, se les solicitó a los graduados clasificar las competencias, donde cada encuestado eligió una diferente, por lo cual no se puede identificar las competencias consideradas como la más fuerte y la más importante. Mientras que, *Analiza e interpreta datos para redes de comunicaciones* es considerada como la más débil por un 40% y *Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería* es la considerada por un 40% como competencia menos importante.

5.2.3.3.2 Pertinencia de la formación recibida. La pertinencia se evaluó con un listado de nueve afirmaciones, medidas a partir cuatro niveles de satisfacción, donde se identificó que las pertinencias con las que los graduados se encuentran muy satisfechos en un 60% son: Favoreció mi desarrollo como persona y Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado, mientras que las competencias con mayor grado de insatisfacción son: Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional y me permitió escalar posiciones dentro de las empresas donde he trabajado con un porcentaje de Insatisfacción de 60% cada una.

En cuanto a la satisfacción relacionada con el cumplimiento de las habilidades durante el desarrollo de la Maestría, encontramos que las habilidades con las cuales los graduados se sienten Muy Satisfechos son: *Pensamiento Crítico, colaboración, iniciativa, comunicación, Flexibilidad cognitiva e innovación* con un porcentaje de satisfacción del 80% cada una, mientras que con las habilidades de *Creatividad, Liderazgo, Negociación e Innovación* se identifica un alto grado de Insatisfacción, representado por el 20 %.

5.2.3.4 Plan de vida. Se identificó que, como plan de vida principal a corto plazo, el 40% de los graduados de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones planean trabajar en el exterior y el 20% en Colombia, mientras que los graduados restantes planean estudiar otro posgrado, el 20% en el exterior y el 20% en universidades de Colombia.

Adicionalmente, para esta sección se analizaron los estudios posteriores al grado de la Maestría, donde se identificó a los seminarios/cursos como las actividades con mayor participación (57,14%), seguido de los Diplomados con un 28,57%, los Doctorados con un 14,29% (Doctor od Philosophy – PhD. Electrical, Electronics and communications engineering tecnun).

5.2.3.5 Situación laboral. La condición laboral de los graduados de la Maestría en Ingeniería Electrónica, demuestra que el 100% de ellos ocupa su mayor parte del tiempo laborando como empleado de una empresa.

5.2.3.5.1 Graduados empleados en una empresa/institución. En este grupo de graduados se identifica que el 40% de ellos se encuentran vinculados a compañías multinacionales, el 40% a empresas nacionales y el 20% a empresas locales, las cuales pertenecen en un 60% al sector privado como Ceit, Sofka Technologies y Tiresia y un 40% al sector público como Lencom Antennas y Secretaría de Educación Bogotá, cuyas actividades económicas son principalmente información y comunicaciones (80%) y la educación (20%). También se identifica que el 60% de los graduados llevan menos de 3 años laborando en estas empresas y que el rango de ingresos laborales del 60% de estos supera los 5 SMMLV.

El 60% de los graduados, se encuentran vinculados a estas empresas mediante un contrato a término indefinido y el 40% mediante un contrato a término fijo, ocupando los cargos de consultor (20%), docente de colegio (20%), investigador (20%), otra ocupación (40%), como Ingeniero de Software y Desarrollador de software, de los cuales el 40% se encuentran directamente relacionados con el programa de posgrado. De igual manera, el 60% de los graduados de este grupo manifestó que este es su primer empleo y que tardaron entre 3 meses y más de 12 meses en conseguirlo después de obtener su título de Magister. Adicionalmente, el 80% de graduados empleados, considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que no hay trabajo en la ciudad donde vive (40%) y carece de la experiencia laboral necesaria (20%), sin embargo, manifiestan que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo es LinkedIn.

5.2.3.5.2 Interés por crear empresa. El 40% de los graduados de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, tienen interés por crear empresa, sin embargo, el 50% manifiesta que la principal dificultad para la creación de esta, es la falta de recursos económicos propios y el otro 50% la dificultad para encontrar socios de confianza.

5.2.3.5.3 Aspectos generales de las actividades laborales de los graduados. En lo que respecta a la trayectoria laboral, en general los graduados de la Maestría cuentan con un promedio de 30 meses en experiencia laboral profesional y el 60% se muestran Muy Satisfechos con la actividad que realizan actualmente, sin embargo, un porcentaje significativo (80%) consideran que deberían tener mejores ingresos. Por su parte, el 40% afirma que los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas durante su formación de posgrado han sido muy útiles mientras que solo el 20% afirma que han sido poco útiles.

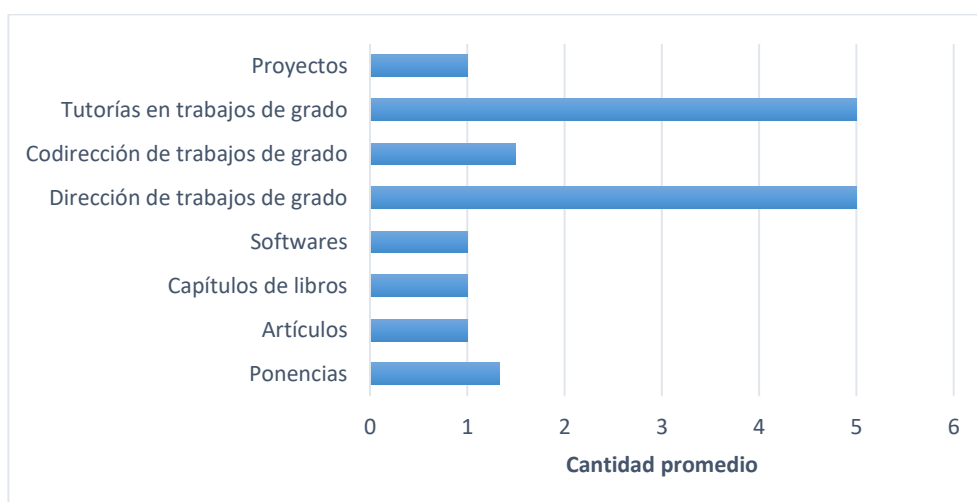
5.2.3.6 Trayectoria investigativa y reconocimiento. Luego de finalizar sus estudios de posgrado, el 60% de los graduados del programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, manifiestan que ha realizado entre 1 y 2 ponencias, de las cuales el 20% fueron a nivel nacional y el 40% a nivel internacional, mientras que, en relación a los artículos publicados, el 40% de graduados han realizado 1 artículo.

Se identificó además que el 20% de los graduados realizó dichas publicaciones en revistas nacionales no indexadas y el 20% en revistas internacionales indexadas, las cuales según el Indicador SCimago Journal Rank (SJR), el 20% se encuentra en el Q2 y el 20% no presenta un cuartil asignado, con un promedio de 14 citaciones por graduado, adjudicando así al 20% de ellos un Índice H de 2.

Por otra parte, en cuanto a los capítulos de libros y softwares, los graduados de este grupo han producido en promedio, 1 y 1 de estos productos respectivamente, mientras que el 20% ha desarrollado 1 proyecto. De igual manera el 40% ha brindado apoyo a trabajos de grado al menos una vez después de obtener su título de Magister, el 20% como directores, el 40% como codirectores y el 20% como tutores. En la Figura 3 se consolida la cantidad promedio de productos científicos realizados por los graduados luego de obtener su título de Magister.

Figura 3

Productividad académica promedio de los Magister en Ingeniería de Telecomunicaciones



El 20% de los graduados de este grupo manifestó que la información sobre sus productos científicos se encuentra en su perfil de Google Scholar.

5.2.3.6.1 Reconocimientos. Únicamente el 40% de los graduados de la Maestría han obtenido reconocimientos laborales o académicos por parte de alguna empresa, institución, gremio, clúster u otro agente. Dichas distinciones fueron otorgadas por la Agencia Nacional del Espectro y Tiresa 2021.

5.2.3.7 Nivel de identidad con la Institución. Se identificó a partir de los datos obtenidos que el 80% de los graduados de este programa presentan un Alto nivel de pertenencia con la Universidad Industrial de Santander y que el 60% de los graduados la recomendarían como institución para cursar un posgrado. El 60% de los graduados de la Maestría, evalúan como moderadas sus posibilidades laborales derivadas de su condición de graduado de posgrado de la UIS, mientras que tan solo el 40% las evalúan como pocas. Así mismo, el 40% de los graduados, indican que sí estudiarían nuevamente en la Universidad Industrial de Santander, presentando mayor interés por cursar diplomados (50%), especialización (50%) y doctorado (50%).

La inclinación por estudiar nuevamente en a UIS es debido a factores relacionados con la calidad de la formación (33,33%), a los recursos de apoyo al proceso de formación (33,33%) y al reconocimiento de la institución (33,33%). Por otra parte, quienes aseguran que no estudiarían nuevamente en la Universidad Industrial de Santander, manifiestan que es debido a que la institución no cuenta con los recursos necesarios para apoyar el proceso de formación (50%) y el poco reconocimiento de la institución (50%).

Finalmente se identificó que el 60% de los graduados no presentan una constante comunicación con la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, dado que no conocen los canales de apoyo a graduados o no han tenido necesidad de hacerlo, sin embargo el 60% de la totalidad de los graduados de este programa consideran que el correo electrónico es

el medio más apropiado para mantener un canal de comunicación formal entre ambas partes, mientras que el 20% preferirían que fuera mediante un grupo en la red social Facebook.

5.2.3.7.1 Satisfacción con los recursos de la universidad. Tomando en cuenta los 17 aspectos evaluados, el 40% de los graduados se encuentran Muy Satisfechos con los recursos correspondientes a instrumental (equipos y elementos de laboratorio), salas de cómputo, acceso a la información y acceso a la información de actividades UIS, seguido de un 80% de graduados Satisfechos con los salones de clase, las ayudas audiovisuales y el acceso a la información de actividades, un 60% de los graduados también se encuentran satisfechos con el personal docente, el acompañamiento a estudiantes, la gestión administrativa, los laboratorios, los espacios para estudiar, la biblioteca, los espacios de práctica deportiva y los servicios de bienestar universitario. Mientras que en cuanto a los recursos con los cuales los graduados se sienten en su mayor parte Insatisfechos, corresponden a los apoyos económicos (40%).

5.2.4 Doctorado en Ingeniería

5.2.4.1 Información personal. Según la información de los 20 graduados que participaron del instrumento de medición con registros completos del programa de Doctorado en Ingeniería durante el periodo 2015 – 2020, se identificó que el género que predomina en el programa es el masculino, representando el 85% de la población y que cuenta con un promedio de edad de 38 años, el promedio de edad del género femenino es de 39 años. Por otra parte, el 10% obtuvo su título de Doctor en el año 2015, el 25% en el año 2016, el 0% en el año 2017, el 15% en el año 2018, el 15% en el año 2019, el 30% en el año 2020.

El 45% obtuvo su título de pregrado en la Universidad Industrial de Santander en el programa de Ingeniería Electrónica, el 15% en el programa de Ingeniería Eléctrica, el 10% en el programa de Ingeniería de Sistemas, el 5% en el programa de Diseño Industrial, el 10% realizó doble titulación en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica y en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Industrial. En cuanto a los demás el 15% obtuvo el título de pregrado en las universidades Distrital Francisco José de Caldas, Atlántico y UNAB, en los programas de Ingeniería en Control Electrónico e Instrumentación, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica.

Respecto a los estudios de Maestría, el 35,29% de los encuestados obtuvieron el título de magister en la Universidad Industrial de Santander en el programa de Maestría en Ingeniería Electrónica, el 17,65% en el programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica, el 11,76% en el programa de Maestría en Ingeniería Informática y el 5,88% en el programa Maestría Ingeniería en Materiales. En cuanto al 23,52% de los encuestados realizaron sus estudios de Maestría en las universidades Nacional de Astrofísica, óptica y Electrónica, Fundación Universidad del Norte, Universidad Santo Tomás, en los programas de Maestría en Ciencias, Maestría en Ingeniería Industrial y Maestría en Administración de Empresas. El 5,88% de los encuestados realizaron dos estudios de Maestría el primero en la Universidad Industrial de Santander en el programa de Maestría en Ingeniería área Electrónica y el segundo en la INP Grenoble en el programa de Master Recherche Signal, Image, Parole, Telecoms.

Referente a la ubicación actual de los graduados, el 80% reside en Colombia, principalmente en el departamento de Santander. El 5% de los graduados restantes se encuentra México, el 10% en Canadá y el 5% en Bélgica.

5.2.4.2 Motivación y financiación. En cuanto a la motivación, el 50% de los graduados considera que el factor principal para la selección del Doctorado en Ingeniería en la UIS es el prestigio de la institución, mientras que el 25% considera que el principal factor es porque estudiar allí mejora las oportunidades de empleo, el 10% considera que el principal factor para estudiar este programa en la UIS es por el bajo costo de la matrícula y el 5% optó por el doctorado debido al plan de estudios del programa. El 20% restante decidió estudiar su doctorado en la UIS por otros factores siendo este interés por la investigación. Con respecto a la principal fuente de recursos para sus estudios, el 85% de los graduados financió su posgrado con recursos de Colciencias/MinCiencias, el 10% por medio del Crédito Condonable UIS y el 5% con recursos propios.

5.2.4.3 Competencias en un segundo idioma. En esta sección se evaluó el nivel de competencia en inglés al escuchar, leer, escribir y hablar a partir de tres criterios de desempeño: alto, medio y bajo. Se observa que el componente predominante es la lectura con un 90% de graduados que se encuentran en un nivel alto, seguido de la escritura con un 75% y por último se encuentran la escucha y el habla con un 50% cada uno, siendo este el porcentaje menos representativo de graduados que tienen un nivel alto en el desempeño de esta competencia, por lo que son atribuidos como los componentes en los cuales los graduados presentan mayor dificultad a la hora de desenvolverse. Adicionalmente se identificó que, para este idioma, el 25% de los graduados cuentan con un certificado B1, el 20% con un certificado B2, el 15% con un certificado C1, el 5% con un certificado A1 y que el 35% no cuentan con un certificado vigente que valide sus competencias en este idioma. Aproximadamente el 35% de los graduados manifiestan tener conocimientos certificados en otros idiomas, siendo francés el más representativo con niveles A1, A2, B1 y B2, seguido de portugués con niveles A2 y B2.

5.2.4.3.1 Satisfacción con la formación recibida. A partir de las competencias específicas formuladas para el programa de Doctorado en Ingeniería y evaluadas en el instrumento, se identificó que las competencias con las que los graduados se encuentran Muy Satisfechos en un 75% o más son: *Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería y Analiza, interpreta datos y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería.* Mientras que las competencias con mayor grado de insatisfacción fueron *Planifica y utiliza el tiempo de manera efectiva de tal forma que se logran los objetivos planteados (15%)* y *Se comunica de forma efectiva con la comunidad académica, científica y/o empresarial a nivel nacional e internacional (10%).*

Además de evaluar la satisfacción, se les solicitó a los graduados clasificar las competencias, donde el 35% de estos consideró a la competencia *Analiza, interpreta datos y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería* como la más fuerte e importante. Mientras que, *Lidera, planea, diseña y ejecuta proyectos e iniciativas de investigación o innovación considerando las problemáticas de su entorno* es considerada como la más débil por un 35% y *Entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural;* las competencias consideradas como las menos importantes con un 25% *Lidera, planea, diseña y ejecuta proyectos e iniciativas de investigación o innovación considerando las problemáticas de su entorno y Domina los métodos de investigación teóricos y experimentales propios de su campo disciplinar.*

5.2.4.3.2 Pertinencia de la formación recibida. La pertinencia se evaluó con un listado de nueve afirmaciones, medidas a partir cuatro niveles de satisfacción, donde se identificó que las pertinencias con las que los graduados se encuentran Muy Satisfechos en un 85% son: *Favoreció mi desarrollo profesional, Favoreció mis oportunidades laborales*, mientras que la pertinencia con con mayor grado de insatisfacción es: *Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional* con un porcentaje de Insatisfacción de 40%.

En cuanto a la satisfacción relacionada con el cumplimiento de las habilidades durante el desarrollo de la Maestría, encontramos que las habilidades con las cuales los graduados se sienten Muy Satisfechos en un 70% son: *Pensamiento crítico, Iniciativa y Flexibilidad cognitiva*, mientras que con las habilidades de *Negociación y Colaboración* se identifica un alto grado de Insatisfacción, representado por el 30% y 20% respectivamente.

5.2.4.4 Plan de vida. Se identificó que, como plan de vida principal a corto plazo, el 55% de los graduados del Doctorado en Ingeniería planean trabajar en Colombia y el 30% en el exterior, mientras que los graduados restantes planean estudiar otro posgrado en el exterior (10%). Dentro de los planes de los graduados también se encuentra realizar Estancia posdoctoral.

Adicionalmente, para esta sección se analizaron los estudios posteriores al grado del Doctorado, donde se identificó como las actividades con mayor participación con un 33,33% a los seminarios/cursos y Posdoctorados (Algunas entidades donde se realizaron los posdoctorados son: Tecnológico de Monterrey, ESSA, Instituto Colombiano del Petróleo, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Purdue University, Tecnogestión S.A.S, University of Toronto y El Tiempo), seguido de las Maestrías con un 7,41%, mientras que los Diplomados y las Especializaciones con un 3,7% y finalmente un 18,52% de graduados que decidieron no realizar ningún estudio posterior.

5.2.4.5 Situación laboral. La condición laboral de los graduados del Doctorado en Ingeniería es la siguiente, el 80% de ellos ocupa su mayor parte del tiempo laborando como empleado de una empresa y el 20% restante afirman estar dedicados a otras actividades como docencia e investigación, posdoctorado y desempleo.

5.2.4.5.1 Otra actividad. El 50% de los graduados que realizan otra actividad considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que el salario que les ofrecen es muy bajo o no encuentran el trabajo apropiado en su oficio, así mismo indican que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo es LinkedIn.

5.2.4.5.2 Graduados empleados en una empresa/institución. Para este grupo de graduados se identifica que el 43,75% de ellos se encuentran vinculados a empresas nacionales, el 25% a compañías multinacionales, otro 25% a empresas regionales y el 6,25% a empresas locales, las cuales pertenecen en un 56,25% al sector público como la UIS, Universidad del Magdalena, UDEA, Colegio San Cristobal Martínez y la ESSA y en un 43,75% al sector privado como Casa Editorial El Tiempo, HCL Technologies Ltd, Hydro-Québec, ITESM, Massy Energy, Sony Depthsensing Solutions y la USTA. Las actividades económicas de las empresas son principalmente la educación (62,5%), junto con información y comunicaciones y otras actividades como Desarrollo Tecnológico y Sector Energía (12,5%). También se identifica que el 31,25% de los graduados llevan menos de 3 años laborando en estas empresas y que el rango de ingresos laborales del 93,75% de estos supera los 5 SMMLV.

El 62,5% de los graduados, se encuentran vinculados a estas empresas mediante un contrato a término indefinido, el 25% mediante un contrato a término fijo y el 12,5% restante mediante contrato por prestación de servicios o contrato docente cátedra, ocupando los cargos de docente de educación superior (43,75%), investigador (25%), consultor (6,25%), director de centro

educativo (6,25%) y otros como diseñador y especialista técnico en circuitos integrados (18,75%), de los cuales el 68,75% se encuentran directamente relacionados con el programa de posgrado. De igual manera, tan solo el 31,25% de los graduados de este grupo manifestó que este es su primer empleo y el 20% de ellos tardaron entre 7 y 12 meses en conseguirlo después de obtener su título de Doctor. Adicionalmente, el 56,25% de graduados empleados, considera que no es fácil conseguir el empleo deseado debido a que no encuentran el trabajo apropiado en su oficio (37,5%), el salario que ofrecen es muy bajo (6,25%), no hay trabajo disponible en la ciudad donde vive (6,25%) y carece de las competencias requeridas (6,25%), sin embargo, manifiestan que el canal de búsqueda de empleo que consideran más efectivo es LinkedIn.

5.2.4.6 Aspectos generales de las actividades laborales de los graduados. En lo que respecta a la trayectoria laboral, en general los graduados del Doctorado cuentan con un promedio de 99 meses de experiencia laboral profesional y el 75% se muestran Muy Satisfechos con la actividad que realizan actualmente, sin embargo, un porcentaje significativo (95%) consideran que deberían tener mejores ingresos. Por su parte, el 70% afirma que los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas durante su formación de posgrado han sido muy útiles mientras que el 30% restante afirma que han sido útiles.

5.2.4.7 Trayectoria investigativa y reconocimiento. Luego de finalizar sus estudios de posgrado, el 80% de los graduados del programa de Doctorado en Ingeniería, manifiestan que ha realizado en promedio 5 ponencias. De igual forma, se identificó que el 20% de los graduados han realizado ponencias a nivel regional, el 40% a nivel nacional y el 60% a nivel internacional, mientras que, en relación a los artículos publicados, el 72,41% de graduados han realizado en promedio 5 artículos con un promedio de 36 citaciones por graduado, adjudicando así al 30% de ellos un Índice H de 2, al 20% un Índice H de 3, el 10% un Índice H de 1, el 10% un Índice H de 4, el 5% un Índice H de 5, el 5% un Índice H de 6 y al 5% un Índice H de 10.

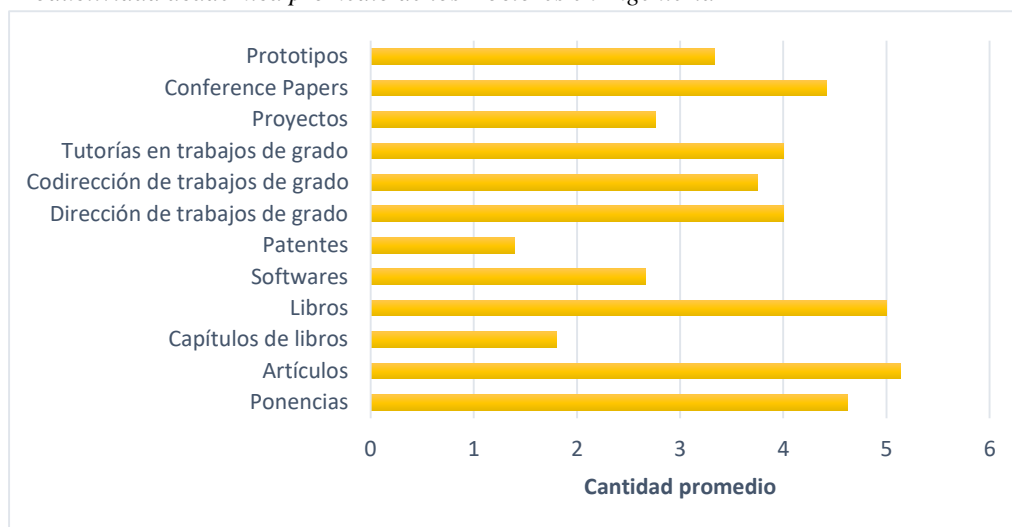
Se identificó además que el 10% de los graduados realizó dichas publicaciones en revistas nacionales no indexadas, el 30% en revistas nacionales indexadas y el 70% en revistas internacionales indexadas, las cuales según el Indicador SCImago Journal Rank (SJR), el 33,33% se encuentra en el Q1, el 20% en el Q2, el 26,67% en el Q3 y el 20% en el Q4.

Por otra parte, en cuanto a los capítulos de libros, libros, softwares y patentes, los graduados de este grupo han producido en promedio, 2, 5, 3 y 1 de estos productos respectivamente, mientras que el 85% y 60% ha realizado en promedio 3 proyectos y 4 Conference Paper, por otro lado, el 15% ha diseñado en promedio 3 prototipos. De igual manera el 80% ha brindado apoyo a trabajos

de grado al menos una vez después de obtener su título de Doctor, de modo que, para el total de los graduados de este grupo, el 80% han brindado apoyo como directores, el 60% como codirectores y el 20% como tutores. En la Figura 4 se consolida la cantidad promedio de productos científicos realizados por los graduados luego de obtener su título de Doctor.

Figura 4

Productividad académica promedio de los Doctores en Ingeniería



El 80% de los graduados de este grupo manifestó que la información sobre sus productos científicos se encuentra en su perfil de CvLAC y el 13,33% en otros sitios web como ReseachGate y Google Scholar.

5.2.4.7.1 Reconocimientos. Únicamente el 50% de los graduados del Doctorado han obtenido reconocimientos laborales o académicos por parte de alguna empresa, institución, gremio, clúster u otro agente. Dichas distinciones fueron otorgadas por la Universidad Industrial de Santander, el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, la Universidad de Santander, la Casa Editorial El Tiempo, el Ministerio de Educación Nacional, CONACYT de México, la Universidad del Atlántico, ASOCODIS 2021 y las Unidades Tecnológicas de Santander.

5.2.4.8 Nivel de identidad con la institución. Se identificó a partir de los datos obtenidos que el 95% de los graduados de este programa presentan un Alto nivel de pertenencia con la Universidad Industrial de Santander y que el 95% de los graduados la recomendarían como institución para cursar un posgrado. El 75% y 20% de los graduados del Doctorado, evalúan como buenas y moderadas sus posibilidades laborales derivadas de su condición de graduado de posgrado de la UIS, mientras que tan solo el 5% las evalúan como pocas.

La inclinación por estudiar nuevamente en a UIS es debido a factores relacionados con la calidad de la formación (35,71%), los recursos de apoyo al proceso de formación (28,57%), a la calidad de los profesores (14,29%), al reconocimiento de la institución (14,29%) y a la fundamentación para crear empresa (7,14%). Por otra parte, quienes aseguran que no estudiarían nuevamente en la Universidad Industrial de Santander, manifiestan que es debido a que los docentes no cuentan con la preparación adecuada (33,33%), a la poca fundamentación para crear empresa (16,67%) y a otros factores como burocracia administrativa desconectada de las necesidades académicas, formación endogámica, poca visibilidad a nivel internacional.

Finalmente se identificó que el 35% de los graduados no presentan una constante comunicación con la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, dado que tienen muchas ocupaciones o no lo consideran pertinente, sin embargo el 45% de la totalidad de los encuestados de este programa consideran que el correo electrónico es el medio más apropiado para mantener un canal de comunicación formal entre ambas partes, mientras que el 40% preferirían que fuera mediante un grupo en la red profesional LinkedIn.

5.2.4.8.1 Satisfacción con los recursos de la universidad. Tomando en cuenta los 17 aspectos evaluados, el 65% de los graduados se encuentran Muy Satisfechos con los recursos correspondientes al Espacios para práctica deportiva, seguido de un 50% de graduados Satisfechos con el acompañamiento a los estudiantes, salones de clase y los laboratorios. Mientras que en cuanto a los recursos con los cuales los graduados se sienten en su mayor parte Insatisfechos, corresponden a la gestión administrativa (15%) e instrumental (equipos y elementos de laboratorio) (15%).

5.3 Información extraída de las redes ResearchGate, Scopus, Scinti Min Ciencias, Google Scholar y la red social LinkedIn

Con el fin de complementar la base de datos obtenida mediante el instrumento, se realizó una búsqueda de información profesional y científica en cinco fuentes secundarias, siendo la Red Profesional LinkedIn desde la cual se obtuvo la información relacionada con últimos cargos, empresas donde laboran, conocimiento del sector, aptitudes interpersonales, herramientas tecnológicas, idiomas, universidad de pregrado e incluso otros estudios realizados. De las fuentes secundarias científicas, ResearchGate, CvLac, Scopus y Google Scholar se extrajo la información relacionada con, las habilidades y experiencia, las líneas de investigación, las áreas de actuación, la productividad académica y los reconocimientos obtenidos después de cursar su programa de posgrado. Adicionalmente, a partir de estas fuentes y la herramienta Scimago, se extrajo el número de citas por publicación y los indicadores: Índice H y SCimago Journal Rank (SJR).

5.3.1 Maestría en Ingeniería Electrónica

A través de la búsqueda realizada en la red profesional LinkedIn, se encontró el perfil público de 41 graduados de la Maestría, de los cuales 13 correspondían a las personas que no participaron del instrumento. En la Figura 5 se presenta una recopilación de la información extraída de los perfiles de LinkedIn de aquellos graduados que no respondieron la encuesta, con el objetivo de abarcar de manera más completa la población de estudio y así, complementar el perfil de los graduados de este programa.

Figura 5

Información extraída de LinkedIn Maestría en Ingeniería Electrónica



Por otra parte, en la Figura 6 se presenta una recopilación de la información extraída de las redes científicas, la cual, en comparación con las respuestas obtenidas del instrumento, se presenta una menor productividad académica, particularmente en los capítulos de libros, proyectos y trabajos dirigidos.

Figura 6

Información extraída de redes científicas Maestría en Ingeniería Electrónica



5.3.2 Maestría en Ingeniería Eléctrica

En la búsqueda realizada en la red profesional LinkedIn, se encontró el perfil público de 9 graduados de la Maestría en Ingeniería Eléctrica, de los cuales 3 correspondían a las personas que no participaron del instrumento. En la Figura 7 se recopiló la información extraída de los perfiles de LinkedIn de aquellos graduados que no respondieron la encuesta.

Figura 7

Información extraída de LinkedIn Maestría en Ingeniería Eléctrica

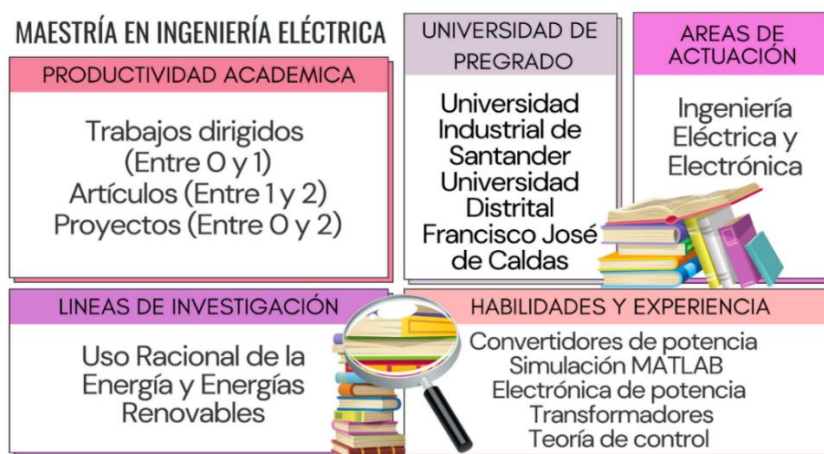


La información extraída de las redes científicas se relaciona en la Figura 8 donde particularmente se identifica una menor cantidad de productos académicos, en comparación con

los graduados que respondieron la encuesta de este programa, además se observa que la mayoría de estos graduados tienen muy poca información en sus redes científicas.

Figura 8

Información extraída de redes científicas Maestría en Ingeniería Eléctrica

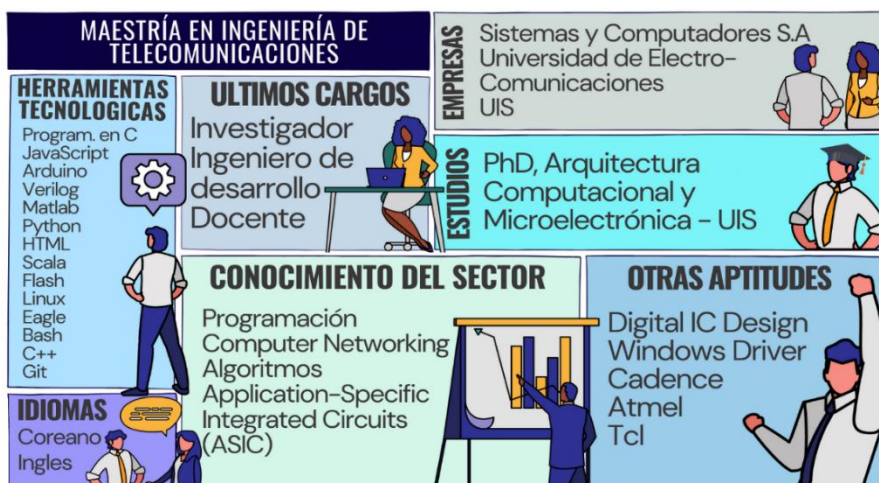


5.3.3 Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones

Mediante la búsqueda realizada en la red profesional LinkedIn, se encontró el perfil de 8 graduados de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, de los cuales 3 corresponden a las personas que no participaron del instrumento, de modo que en la Figura 9 se presenta la información resumida de aquellos graduados que no diligenciaron la encuesta para complementar la información de este grupo.

Figura 9

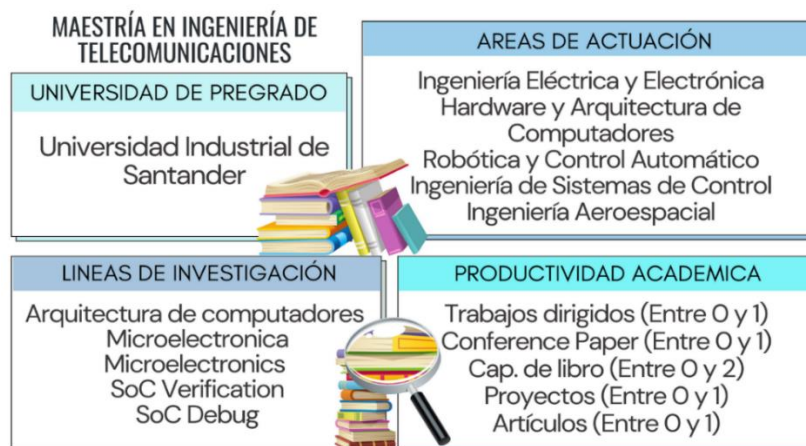
Información extraída de LinkedIn Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones



La información extraída de las redes científicas, se relaciona en la Figura 10 donde se logra identificar una mayor productividad académica, en comparación con los graduados que respondieron la encuesta de este programa, adicionalmente, se pudo evidenciar que en general estos graduados tienen muy poca información en sus redes científicas.

Figura 10

Información extraída de redes científicas Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones



5.3.4 Doctorado en Ingeniería

Por medio de la búsqueda realizada en la red profesional LinkedIn, se encontró el perfil de 27 graduados del Doctorado en Ingeniería, de los cuales 8 corresponden a las personas que no participaron del instrumento, por lo cual, en la Figura 11 se presenta la información resumida de aquellos graduados que no diligenciaron la encuesta para complementar la información de este grupo.

Figura 11

Información extraída de LinkedIn Doctorado en Ingeniería



La información extraída de las redes científicas, se relaciona en la Figura 12 donde se identifica una menor cantidad de producción académica en comparación con los graduados que respondieron la encuesta correspondiente al programa, igualmente, se evidenció que la información que tienen los graduados en estas redes es muy limitada.

Figura 12

Información extraída de redes científicas Doctorado en Ingeniería



5.4 Análisis multivariado

Continuando con las fases de la metodología KDD, se procede con la aplicación de técnicas de análisis multivariado, iniciando con un análisis factorial que busca hallar un conjunto de nuevas variables denominadas “latentes”, a través de las cuales se podría mejorar la comprensión de los individuos que se han observado por medio de las variables originales, teniendo en cuenta que la metodología planteada para este análisis multivariado se fundamenta en el libro Investigación de Mercados (Malhotra, 2008). Seguido de un análisis por conglomerados que se centra en el agrupamiento de los graduados que posean características similares entre sí.

Para la aplicación de estas dos técnicas, se utilizó el software propietario SPSS Statistics V.26. Las variables que se tuvieron en cuenta para los respectivos análisis multivariante fueron la pertinencia y las competencias extraídas del PEP de cada programa de posgrado.

5.4.1 Análisis factorial

La aplicación del análisis factorial se realizó siguiendo la metodología expuesta en el libro de Malhotra, mediante el método de extracción de factores denominado componentes principales,

cuyo objetivo es disminuir el número de variables a un menor número de variables interrelacionadas que a su vez logran explicar la máxima varianza. Para la aplicación del método se tomaron en cuenta como variables que miden la pertinencia y las competencias contempladas en el PEP de cada programa de posgrado.

El software da información sobre , la matriz de correlación que muestra el porcentaje de varianza que explica cada factor; la prueba de KMO (Kaiser-Mayer-Olkin) que valida la hipótesis de que el análisis factorial es una técnica apropiada para analizar la correlación si se encuentra dentro del rango de (0,5 – 1); la prueba de esfericidad de Bartlett que rechaza la hipótesis nula de que la matriz de correlación de la población es una matriz identidad si se encuentra en un valor menor al nivel de significancia (0,05); y finalmente mediante el método de rotación ortogonal Varimax se reduce el número de variables con altas cargas factoriales en un solo factor, simplificando la interpretación de la matriz de componentes.

De este modo para cuantificar la satisfacción de los graduados de los Posgrados de Investigación de la E3T con las competencias y pertinencias que conforman cada componente se otorgó un valor numérico a la escala cualitativa tipo Likert empleada para la evaluación de estas dos variables, de la siguiente manera: Muy insatisfecho (1), Insatisfecho (2), Satisfecho (3), Muy satisfecho (4).

5.4.1.1 Análisis factorial competencias Maestría en Ingeniería Electrónica. A

continuación, se presenta cada una de las competencias extraídas del PEP del programa de Maestría en Ingeniería Electrónica, las cuales fueron modificadas y complementadas para este estudio con el apoyo de personal docente y administrativo de la escuela debido a la generalidad de estas frente a los otros programas de Posgrado en Investigación de la Escuela.

- C1: Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería Electrónica y afines.
- C2: Aplica el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando factores externos.
- C3: Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos
- C4: Entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural.
- C5: Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes.
- C6: Analiza e interpreta datos relacionados con el área de ingeniería.
- C7: Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería.
- C8: Adquiere y aplica nuevos conocimientos, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.
- C9: Comprende la literatura científica y la utiliza como fundamento para su proyección investigativa.
- C10: Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería.
- C11: Planifica y utiliza el tiempo de manera efectiva de tal forma que se logran los objetivos planteados.

- C12: Se adapta a los cambios, logrando así trabajar en contextos nuevos y diversos.
- C13: Utiliza herramientas informáticas especializadas (paquetes estadísticos, software de diseño, etc.)

Una vez ingresadas nuestras competencias en el Software SPSS procedemos a realizar las configuraciones de la herramienta para realizar el análisis factorial teniendo en cuenta el criterio del porcentaje de la varianza como método para determinar la cantidad de factores a conservar, el cual consiste en tomar como número de factores, el número mínimo necesario para que el porcentaje acumulado de la varianza explicada alcance un nivel satisfactorio (75% - 80%). Lo anterior, partiendo de un análisis factorial de prueba donde se identificó que el resultado un único factor/componente.

Dicho esto y partiendo de los resultados arrojados por el software iniciamos el análisis, donde para determinar si hay correlaciones entre las variables y es adecuado realizar el análisis factorial observamos los valores obtenidos en la tabla 4 correspondiente a la prueba de KMO (0,698) con la cual concluimos que sí es apropiado realizar el análisis factorial y la prueba de esfericidad de Bartlett con el chi cuadrado aproximado de 433,420 con 78 grados de libertad y un nivel de significancia menor a 0,05 que nos permite establecer que la matriz no es idéntica, por ende puede considerarse que el análisis factorial es una técnica apropiada para analizar la matriz de correlación (Ver Apéndice 14. Matriz de correlaciones).

Tabla 4*Prueba de KMO y Bartlett Competencias Maestría en Ingeniería Electrónica****Prueba de KMO y Bartlett***

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,698
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	433,420
	gl	78
	Sig.	,000

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

Mediante la revisión de las cargas de los componentes rotados a partir del método de rotación Varimax con normalización Kaiser (Ver apéndice 14. Tabla Matriz de componentes rotados), se observa que las variables C2 y C7 no es posible identificar con exactitud cuál de los dos factores las explica mejor, dado que éstas son competencias transversales, por lo cual se evidencia su cercanía en el valor de autocorrelación, siendo para la variable C2 (0,632 y 0,615) y para la variable C7 (0,650 y 0,638), razón por la cual eliminamos estas dos competencias del conjunto de variables a estudiar y se realiza nuevamente el análisis factorial.

De modo que el análisis factorial es desarrollado con once de las trece competencias contempladas inicialmente, identificando así en la varianza total explicada dos factores que representan el 75,503% de la varianza acumulada. (Ver apéndice 14. Tabla varianza total explicada).

Seguidamente, se lleva a cabo la descripción de la matriz de componentes rotados, que se representa en la tabla 5.

Tabla 5*Matriz de componente rotado Maestría en Ingeniería Electrónica*

	Matriz de componente rotado ^a	
	Componente	
	1	2
9. Comprende la literatura científica y la utiliza como fundamento para su proyección investigativa.	,867	,315
13. Utiliza herramientas informáticas especializadas (paquetes estadísticos, software de diseño, etc).	,844	,327
8. Adquiere y aplica nuevos conocimientos, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.	,831	,282
12. Se adapta a los cambios, logrando así trabajar en contextos nuevos y diversos.	,826	,369
4. Entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural.	,820	,261
11. Planifica y utiliza el tiempo de manera efectiva de tal forma que se logran los objetivos planteados.	,744	,419
1. Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería Electrónica y afines.	,626	,551
3. Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos	,617	,452
10. Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería.	,186	,861
5. Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes.	,381	,804
6. Analiza e interpreta datos relacionados con el área de ingeniería.	,491	,699

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

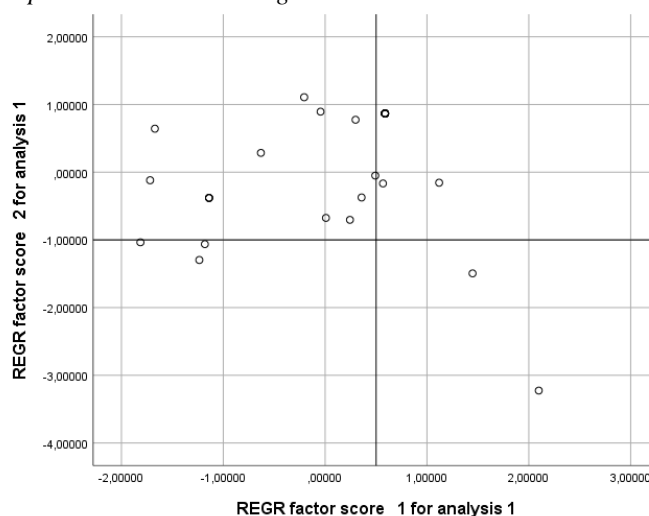
A continuación, se relaciona cada uno de los factores conformados junto con las variables que están altamente correlacionadas con este.

- **Factor/componente 1:** C13, C12, C11, C8, C4, C9, C3, C1. El factor se denomina como competencias estratégicas e integrales para el desarrollo social, cultural y empresarial.
- **Factor/componente 2:** C10, C5, C6. Competencias que describen a los graduados con habilidades en ingeniería debido a sus actividades investigativas.

A fin de una mejor visualización de los componentes se genera un diagrama de dispersión del factor 2 vs factor 1 (Figura13) o score mediante una regresión que representa el comportamiento individual de los graduados con respecto a los componentes uno y dos. Sin embargo, para comprender los valores del score, es necesario tener en cuenta la escala de calificación con la cual se evaluó el nivel de satisfacción de las competencias (1-4), siendo 4 la máxima calificación. De modo que el dato que el primer componente está representado por ocho variables, el valor mínimo que puede tomar es de 8 y el valor máximo sería de 32, mientras que, para el caso del segundo componente, al tener tres variables, su valor mínimo sería de tres y el máximo sería de 12.

Figura 13

Diagrama de dispersión segundo componente vs primer componente Maestría en Ingeniería Electrónica



Nota. Gráfica tomada del programa IBM SPSS Statistics Versión 26

Observamos que en el cuadrante I se encuentran los graduados con niveles muy altos de satisfacción con las competencias del primer componente y en promedio satisfechos con las competencias del segundo componente; en el II cuadrante se encuentran los graduados con niveles de satisfacción medios con respecto al componente uno y altos con el componente dos; en el cuadrante III se localizan los graduados que calificaron todas las competencias en niveles medios o bajos de satisfacción y en el cuadrante IV se encuentran los graduados que están muy satisfechos con las competencias del primer componente y satisfechos con las competencias del dos.

5.4.1.2 Análisis factorial competencia Maestría en Ingeniería Eléctrica. Para el caso de la maestría en Ingeniería Eléctrica, los datos de las competencias son ingresadas al software SPSS, donde se identifica que el determinante de la prueba es .000 (Tabla 6)

Tabla 6

<i>Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería Eléctrica - Competencias</i>	
<i>Determinante</i>	<i>.000</i>

Esta matriz no es cierta positiva

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

Debido a que el determinante de la prueba es .000 el software SPSS no permite la visualización de los resultados de la prueba KMO y esfericidad de Bartlett, por lo cual se determina que no es factible realizar el análisis factorial para las competencias de la Maestría en Ingeniería Eléctrica. (Ver apéndice 15. Tabla Matriz de correlaciones).

5.4.1.3 Análisis factorial competencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones. Para el caso de la maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, los datos de las competencias son ingresadas al software SPSS, donde se identifica que el determinante de la prueba es .000 (Tabla 7)

Tabla 7

Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones

<i>Determinante</i>	<i>.000</i>
---------------------	-------------

Esta matriz no es cierta positiva

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26

Debido a que el determinante de la prueba es .000 el software SPSS no permite la visualización de los resultados de la prueba KMO y esfericidad de Bartlett, por lo cual se determina que no es factible realizar el análisis factorial para las competencias de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones. (Ver apéndice 16. Tabla Matriz de correlaciones)

5.4.1.4 Análisis factorial competencias Doctorado en Ingeniería. Las competencias para este programa fueron extraídas del PEP y se denotaron con la siguiente nomenclatura:

- C1: Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería.
- C2: Aplica el diseño de ingeniería para proponer soluciones a problemas nuevos o existentes de forma innovadora a partir de nuevas interpretaciones y modelos de la realidad.
- C3: Entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural.
- C4: Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes.
- C5: Analiza, interpreta datos y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería.

- C6: Adquiere, aplica y desarrolla nuevo conocimiento alrededor de las matemáticas, las ciencias y la ingeniería, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas.
- C7: Se comunica de forma efectiva con la comunidad académica, científica y/o empresarial a nivel nacional e internacional.
- C8: Lidera, planea, diseña y ejecuta proyectos e iniciativas de investigación o innovación considerando las problemáticas de su entorno.
- C9: Domina los métodos de investigación teóricos y experimentales propios de su campo disciplinar.
- C10: Planifica y utiliza el tiempo de manera efectiva de tal forma que se logran los objetivos planteados.
- C11: Se adapta a los cambios, logrando así trabajar en contextos nuevos y diversos.
- C12: Utiliza herramientas informáticas especializadas (paquetes estadísticos, software de diseño, etc).

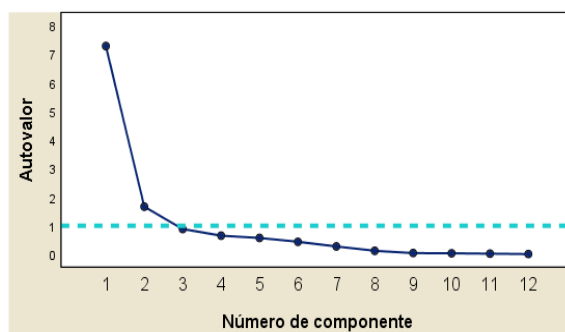
Al realizar el análisis factorial de las 12 competencias del programa, la prueba estadística de KMO (0,675) nos permite comprobar que existe correlación entre las variables, ya que el resultado obtenido es superior al valor teórico ($>0,5$). Por otra parte, la prueba de esfericidad de Bartlett con el chi cuadrado aproximado de 246,530 con 66 grados de libertad y un nivel de significancia menor a 0,05 nos permite rechazar la hipótesis nula y reafirmar la correlación significativa entre las variables, por último, podemos concluir que el modelo de análisis factorial es pertinente. Estos datos se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8*Prueba de KMO y Bartlett Doctorado en Ingeniería****Prueba de KMO y Bartlett***

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,675
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	246,530
	gl	66
	Sig.	,000

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

Para este caso se decide determinar el número de factores aplicando a la gráfica de sedimentación la regla de Kaiser en la Figura 14, esto nos permite seleccionar dos factores, los cuales explican el 74,44% de la varianza total. A continuación, se realiza la descripción de los factores por medio de la matriz de componente rotados (ver Apéndice 17).

Figura 14*Gráfico de sedimentación Doctorado en Ingeniería*

Nota. Gráfica tomada del programa IBM SPSS Statistics Versión 26

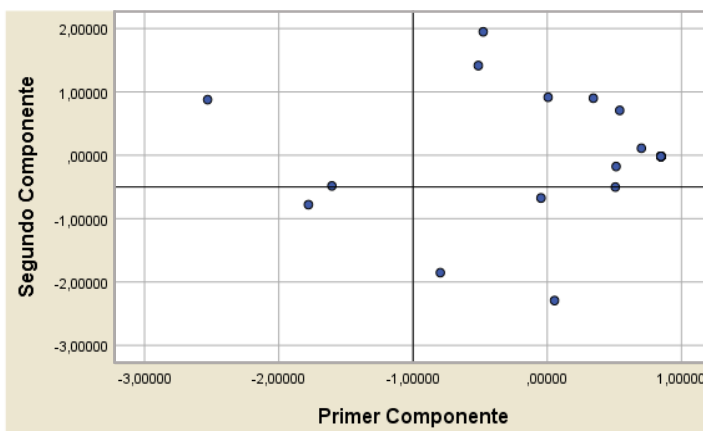
- **Factor/componente 1:** Se conforma por las competencias correspondientes a las variables C3, C4, C5, C7, C9, C10 y C11. Este componente se relaciona con competencias integrales de los graduados que permiten un buen desempeño en los diferentes entornos (social y cultural, científico, tecnológico y empresarial).

- **Factor/componente 2:** Está conformado por las competencias C1, C2, C6, C8 y C12, las cuales se pueden describir como las habilidades de los graduados para la aplicación de la ingeniería en los diferentes aspectos de la investigación y en la creación de nuevo conocimiento.

Analizamos el diagrama de dispersión en la Figura 15 en el cual se puede observar el comportamiento individual de los graduados de los componentes obtenidos. En el cuadrante I se encuentran los graduados con niveles altos de satisfacción con las competencias del primer y segundo componente; en el II cuadrante se encuentran los graduados con niveles de satisfacción medios con respecto al segundo componente y bajos con respecto con el primer componente; en el cuadrante III se localizan los graduados que calificaron todas las competencias en niveles medios o bajos de satisfacción y en el cuadrante IV se encuentran los graduados que están muy satisfechos con las competencias del primer componente, pero las del segundo componente en niveles medios de satisfacción.

Figura 15

Diagrama de dispersión segundo componente vs primer componente Doctorado



Nota. Gráfica tomada del programa IBM SPSS Statistics Versión 26

5.4.1.5 Análisis factorial pertinencias. El conjunto de pertinencias a evaluar, son las mismas para los cuatro programas de posgrado en investigación de la escuela de E3T tratados en este proyecto, sin embargo, su análisis factorial se realizó de forma independiente para cada uno de estos manteniendo la misma metodología aplicada en el análisis factorial de las competencias.

A continuación, se presenta el listado de las variables sobre pertinencia de los programas de Maestrías en Ingeniería Electrónica, Eléctrica, Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería de la Escuela de E3T.

- P1: Favoreció mi desarrollo como persona
- P2: Favoreció mi desarrollo como ciudadano
- P3: Favoreció mi desarrollo como profesional
- P4: Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional
- P5: Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno internacional
- P6: Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado
- P7: Favoreció mis oportunidades laborales
- P8: Me permitió alcanzar mis expectativas laborales
- P9: Me permitió escalar posiciones dentro de las empresas donde he trabajado

5.4.1.5.1 Análisis Pertinencias Maestría en Ingeniería Electrónica. En la tabla 9 se presentan los resultados del análisis inicial para determinar si es adecuado realizar el análisis factorial y comprobar que la matriz de correlación de la población no corresponde a una matriz identidad. De modo que según el valor del indicador KMO (0,688) concluimos que sí es apropiado realizar el análisis factorial y según la prueba de esfericidad de Bartlett con el chi cuadrado aproximado de 143,356 con 36 grados de libertad y un nivel de significancia menor a 0,05, comprobamos que la matriz no es de identidad.

Tabla 9

Prueba de KMO y Bartlett Pertinencias Maestría en Ingeniería Electrónica

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,688
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	143,356
	gl	35
	Sig.	,000

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

Mediante la revisión de las cargas de los componentes (Ver apéndice 18. Tabla Matriz de componentes rotados), se observa que las para las variables P1 y P3 no es posible identificar con exactitud cuál de los dos factores las explica mejor dada su cercanía en el valor de autocorrelación, siendo para la variable P1 (0,503 y 0,502) y para la variable P3 (0,557 y 0,534), razón por la cual eliminamos estas dos pertinencias del conjunto de variables a estudiar y se realiza nuevamente el análisis factorial

De modo que el análisis factorial es desarrollado con siete de las nueve pertinencias contempladas inicialmente, identificando así en la varianza total explicada dos factores que

representan el 71,086% de la varianza acumulada. (Ver apéndice 18. Tabla varianza total explicada).

Seguidamente, se lleva a cabo la descripción de la matriz de componentes rotados, que se representa en la tabla 10.

Tabla 10

Matriz de componente rotado Pertinencias Maestría en Ingeniería Electrónica

Matriz de componente rotado ^a		
	Componente	
	1	2
5. Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno internacional	,826	,179
4. Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional	,823	,225
6. Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado	,765	,106
2. Favoreció mi desarrollo como ciudadano	,675	,412
8. Me permitió alcanzar mis expectativas laborales	,239	,887
9. Me permitió escalar posiciones dentro de las empresas donde he trabajado	,165	,872
7. Favoreció mis oportunidades laborales	,220	,795

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

A continuación, se relaciona cada uno de los factores conformados junto con las variables que están altamente correlacionadas con este.

- **Factor/componente 1:** P5, P4, P6, P2. Comprende las pertinencias relacionadas con el desarrollo de profesionales integrales que actúan según las necesidades del entorno.
- **Factor/componente 2:** P8, P9, P7. Comprende las pertinencias enfocadas en el crecimiento laboral.

5.4.1.6 Análisis factorial pertinencias Maestría en Ingeniería Eléctrica. Para el caso de la maestría en Ingeniería Eléctrica, los datos de las pertinencias son ingresadas al software SPSS, donde se identifica que el determinante de la prueba es .000 (Tabla 11).

Tabla 11

Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería Eléctrica – Pertinencias

<i>Determinante</i>	<i>.000</i>
---------------------	-------------

Esta matriz no es cierta positiva

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

Debido a que el determinante de la prueba es .000 el software SPSS no permite la visualización de los resultados de la prueba KMO y esfericidad de Bartlett, por lo cual se determina que no es factible realizar el análisis factorial para las competencias de la Maestría en Ingeniería Eléctrica. ((Ver apéndice 19. Tabla Matriz de correlaciones).

5.4.1.7 Análisis factorial pertinencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones. Para el caso de la maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, los datos de las pertinencias son ingresadas al software SPSS, donde se identifica que el determinante de la prueba es .000 (Tabla 12)

Tabla 12

Resultado análisis factorial Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones – Pertinencias

<i>Determinante</i>	<i>.000</i>
---------------------	-------------

Esta matriz no es cierta positiva

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

Debido a que el determinante de la prueba es .000 el software SPSS no permite la visualización de los resultados de la prueba KMO y esfericidad de Bartlett, por lo cual se determina que no es factible realizar el análisis factorial para las competencias de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones. (Ver apéndice 20. Tabla Matriz de correlaciones).

5.4.1.7.1 Análisis Pertinencias Doctorado en Ingeniería. En la tabla 13 se presentan los resultados del análisis inicial realizado para determinar si es adecuado aplicar el análisis factorial y comprobar que la matriz de correlación de la población no corresponde a una matriz identidad por lo cual se rechazaría la hipótesis nula. De acuerdo con el valor del indicador KMO (0,711) concluimos que sí es apropiado realizar el análisis factorial y según la prueba de esfericidad de Bartlett con el chi cuadrado aproximado de 83,208 con 36 grados de libertad y un nivel de significancia menor a 0,05, comprobamos que la matriz no es de identidad.

Tabla 13

Prueba de KMO y Bartlett Pertinencias Doctorado en Ingeniería

Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,711
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	83,208
	gl	36
	Sig.	,000

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

Finalmente, del análisis factorial realizado se obtienen dos componentes que representan el 65,018% de la varianza total explicada (Apéndice 21). Teniendo en cuenta la matriz de componentes rotados representada en la tabla 14, se lleva a cabo la descripción de los componentes formados.

Tabla 14*Matriz de componente rotado Doctorado en Ingeniería****Matriz de componente rotado^a***

	Componente	
	1	2
1. Favoreció mi desarrollo como persona	0,851	0,347
3. Favoreció mi desarrollo como profesional	0,828	0,228
5. Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno internacional	0,753	-0,041
2. Favoreció mi desarrollo como ciudadano	0,753	0,170
4. Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional	0,711	0,265
6. Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado	0,524	0,291
7. Favoreció mis oportunidades laborales	0,316	0,778
8. Me permitió alcanzar mis expectativas laborales	0,207	0,808
9. Me permitió escalar posiciones dentro de las empresas donde he trabajado	0,080	0,873

Nota. Datos extraídos del programa IBM SPSS Statistics Versión 26.

- **Factor/componente 1:** Está conformado por las variables P1, P3, P5, P2, P4 y P6, las cuales comprende las pertinencias relacionadas con el desarrollo de profesionales integrales que comprenden y actúan según las necesidades del entorno.

- **Factor/componente 2:** Este componente se formó con las pertinencias correspondientes a las variables P7, P8, P9. Estas pertinencias se enfocan en crecimiento profesional de los graduados dentro de su campo laboral.

5.4.2 Análisis de conglomerados

Con el objetivo de identificar perfiles homogéneos entre los graduados de cada programa de Posgrado en Investigación de la E3T respecto a las variables sobre la pertinencia y la satisfacción sobre las competencias adquiridas, se realiza un análisis de conglomerados o de

clústeres mediante el método jerárquico de Ward de tal forma que se minimice la varianza en cada grupo. La escala de medición de Likert fue la siguiente: Muy insatisfecho (1), Insatisfecho (2), Satisfecho (3), Muy satisfecho (4).

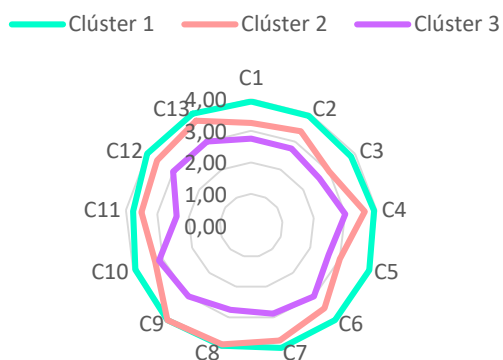
La selección del número de conglomerados a utilizar para cada programa se determina mediante el gráfico llamado dendograma, complementado con el análisis de diferencia de medias entre variables de cada conglomerado, ya que este primer recurso representa los grupos formados según los niveles de similitud de las observaciones, el cual se interpreta de izquierda a derecha teniendo en cuenta que las líneas verticales representan los conglomerados que se formaron, y la posición de la línea en la escala horizontal indica las distancias en las que se unieron los conglomerados.

De este modo, al determinar el número de conglomerados y analizar las medias para las variables obtenidas, con esta información se genera una gráfica radial para cada programa donde se demuestra la heterogeneidad de los promedios de satisfacción entre los clústeres de las respuestas recolectadas. Para la clasificación de la satisfacción de los clústeres según los promedios de las medias, se tuvo en cuenta la siguiente escala: Muy insatisfecho (1,0-1,9), Insatisfecho (2,0-2,9), Satisfecho (3,0-3,79), Muy satisfecho (3,8-4,0).

5.4.2.1 Clústeres Maestría en Ingeniería Electrónica. Para la elaboración de los dendogramas y el análisis de las medias, se tuvieron en cuenta como variables de segmentación las trece competencias del PEP y las nueve pertinencias correspondientes al programa de Maestría en Ingeniería Electrónica (Apéndices 30 y 31. Comparación de medias). A continuación, se presentan los resultados:

Figura 16

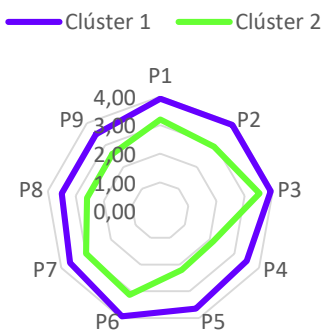
Conglomerado de competencias Maestría Ingeniería Electrónica



En la figura 16 se muestra la composición de cada clúster con respecto a la satisfacción con las competencias para el programa de Maestría en Ingeniería Electrónica. El clúster 1 representa a los graduados que se encuentran muy satisfechos con las competencias, con un promedio de medias de 3,94; el clúster 2 a los graduados que se encuentran satisfechos con las competencias, con un promedio de 3,50 y el clúster 3 a los graduados que se encuentran insatisfechos con un promedio de 2,84. La competencia con mayor satisfacción en los tres conglomerados es la que *Comprende la literatura científica y la utiliza como fundamento para su proyección investigativa*, y la de menor satisfacción es *Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos*.

Figura 17

Conglomerado de Pertinencias Maestría Ingeniería Electrónica

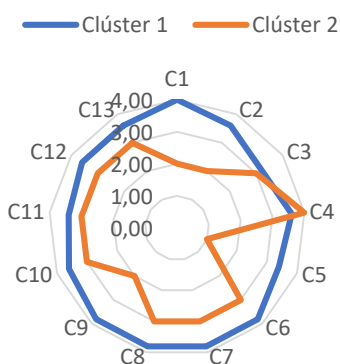


En la figura 17 se muestra la composición de cada clúster con respecto a la satisfacción con las Pertinencias para el programa de Maestría en Ingeniería Electrónica. El clúster 1 representa a los graduados que se encuentran satisfechos con las pertinencias, con un promedio de medias de 3,72 y el clúster 2 a los graduados que se encuentran insatisfechos con las pertinencias, con un promedio de 2,81. La pertinencia con mayor satisfacción en los dos conglomerados es *Favoreció mi desarrollo como profesional*, y la de menor satisfacción es *Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional*.

5.4.2.2 Clústeres Maestría en Ingeniería Eléctrica. Para la elaboración de los dendogramas y el análisis de las medias, se tuvieron en cuenta como variables de segmentación las trece competencias del PEP y las nueve pertinencias correspondientes al programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica (Apéndices 30 y 31. Comparación de medias). A continuación, se presentan los resultados:

Figura 18

Conglomerado de competencias Maestría Ingeniería Eléctrica

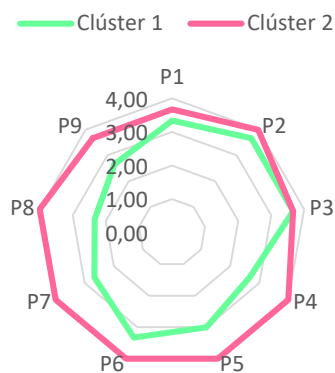


En la figura 18 se muestra la composición de cada clúster con respecto a la satisfacción con las competencias para el programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica. El clúster 1 representa a los graduados que se encuentran satisfechos con las competencias, con un promedio de medias

de 3,63 y el clúster 2 a los graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias, con un promedio de 2,69. Las competencias con mayor satisfacción en los dos conglomerados son las siguientes: *Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería Eléctrica y afines; Analiza e interpreta datos relacionados con el área de ingeniería; Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería y Adquiere y aplica nuevos conocimientos, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas* mientras que la competencia con la que menos se encuentran satisfechos es *Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes*.

Figura 19

Conglomerado de Pertinencias Maestría Ingeniería Eléctrica



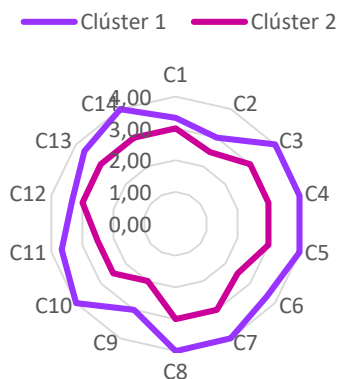
En la figura 19 se muestra la composición de cada clúster con respecto a la satisfacción con las Pertinencias para el programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica. El clúster 1 representa a los graduados que se encuentran satisfechos con las pertinencias, con un promedio de medias de 3,04 y el clúster 2 a los graduados que se encuentran muy satisfechos con las pertinencias, con un promedio de 3,89. La pertinencia con mayor satisfacción en los dos conglomerados es *Favoreció mi desarrollo como ciudadano*, mientras que las pertinencias con menor satisfacción fueron: *Me*

permitió alcanzar mis expectativas laborales y Me permitió escalar posiciones dentro de las empresas donde he trabajado

5.4.2.3 Clústers Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones. Para la elaboración de los dendogramas y el análisis de las medias, se tuvieron en cuenta las catorce competencias del PEP y las nueve pertinencias correspondientes al programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones como variables de segmentación (Apéndices 30 y 31. Comparación de medias). A continuación, por medio de gráficos radiales se presentan los resultados.

Figura 20

Conglomerado de competencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones

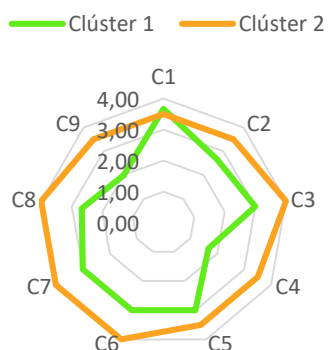


En la figura 20 se muestra la composición de cada clúster con respecto a la satisfacción con las competencias para el programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones. En el clúster 1 los graduados se encuentran satisfechos con las competencias, con un promedio de medias de 3,69. Todos los encuestados pertenecientes a este clúster se sienten muy satisfechos con siguientes las competencias: *Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos, Entiende la responsabilidad ética de un investigador en el fomento del avance tecnológico, social y cultural, Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas*

comunes, Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería, Adquiere y aplica nuevos conocimientos, utilizando las estrategias de aprendizaje apropiadas, Comprende la literatura científica y la utiliza como fundamento para su proyección investigativa y Utiliza herramientas informáticas especializadas (paquetes estadísticos, software de diseño, etc). Mientras que se obtuvo dos competencias con menor satisfacción que las demás, estas son: *Aplica el diseño de ingeniería para Modelar sistemas de comunicación que cumplan con las especificaciones deseadas considerando factores externos y Apoya, desarrolla y lidera procesos industriales y empresariales que tengan relación directa con el sector de las telecomunicaciones.* El clúster 2 representa a los graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias, con un promedio de 2,79, teniendo nueve competencias en las cuales se sienten medianamente satisfechos con una calificación de 3 y una competencia en la que están completamente insatisfechos, esta es: *Apoya, desarrolla y lidera procesos industriales y empresariales que tengan relación directa con el sector de las telecomunicaciones.*

Figura 21

Conglomerado de pertinencias Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones



En la figura 21 muestra la composición de cada clúster con respecto a la satisfacción con las Pertinencias para el programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones. El clúster 1 representa a los graduados que se encuentran insatisfechos con las pertinencias, con un promedio

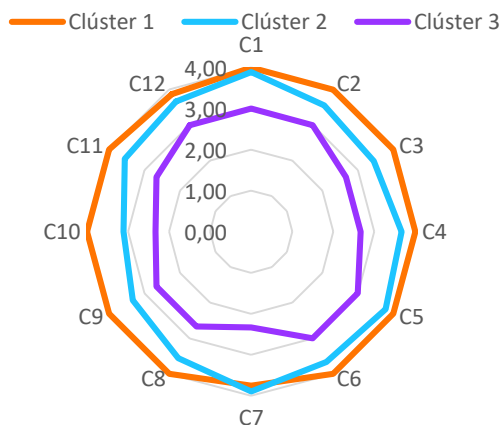
de medias de 2,74. Las personas en este clúster se muestran satisfechos con la número 1: *Favoreció mi desarrollo como persona*. En cuanto a la pertinencia con puntaje más bajo en este clúster es la número 4: *Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional*, en la cual se evidencian muy insatisfechos.

El clúster 2 muestra a los graduados que se encuentran satisfechos con las pertinencias, con un promedio de medias de 3,72. Los graduados de este clúster se encuentran muy satisfechos con las pertinencias número 3, 6, 7 y 8: *Favoreció mi desarrollo como profesional*, *Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado*, *Favoreció mis oportunidades laborales*, *Me permitió alcanzar mis expectativas laborales*.

5.4.2.4 Clústers Doctorado en Ingeniería. Para la elaboración de los dendogramas y el análisis de las medias, se tuvieron en cuenta la satisfacción sobre las doce competencias del PEP y las nueve variables que miden la pertinencia del programa de Doctorado en Ingeniería como variables de segmentación (Apéndice 30 y 31. Comparación de medias). A continuación, por medio de gráficos radiales se presentan los resultados.

Figura 22

Conglomerado de competencias Doctorado en Ingeniería



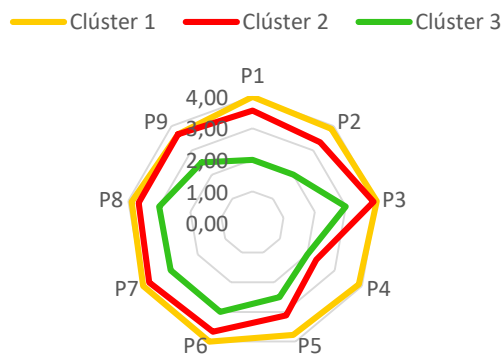
En la figura 22 se muestra la composición de cada clúster con respecto a la satisfacción con las competencias para el programa de Doctorado en Ingeniería. La media del clúster 1 es de 3,97, lo que demuestra que este conglomerado está muy satisfecho con las competencias del PEP, mientras que en el clúster 2 la satisfacción media baja a 3,59, esto demuestra que los graduados se encuentran satisfechos con estas competencias. Por otra parte, el clúster 3 representa a los graduados que se encuentran insatisfechos con las competencias con una media de 2,75. En el clúster 1 todas las competencias fueron calificadas con el nivel más alto a excepción del número 7 y 12: *Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería y Se adapta a los cambios, logrando así trabajar en contextos nuevos y diversos*. En el segundo clúster las competencias mejor calificadas fueron: *Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de Ingeniería Electrónica y afines y Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería*. Y la competencia con la calificación más baja es la número 10: *Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería*. Por último, las competencias con calificación más alta dentro del clúster 3 son las número 1,2,5,6 y 12: *Identifica, formula y resuelve problemas relacionados con el área de*

Ingeniería Electrónica y afines, Aplica el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando factores externos, Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes, Analiza e interpreta datos relacionados con el área de ingeniería, Se adapta a los cambios, logrando así trabajar en contextos nuevos y diversos, mientras que las más bajas fueron las número 7 y 10: Desarrolla, experimenta y concluye de forma adecuada usando juicios de ingeniería, Propone y desarrolla actividades de investigación según las tendencias alrededor de la ingeniería.

En el caso de las pertinencias del programa de Doctorado en Ingeniería se dividió en 3 clústers mostrados en la Figura 23

Figura 23

Conglomerado de pertinencias Doctorado en Ingeniería



El clúster 1 está conformado por graduados que tienen una alta satisfacción con las competencias (3,90), estando muy satisfechos con las pertinencias. Este clúster cuenta con 4 competencias que fueron calificadas con el nivel más alto, estas son las número 1, 3, 6 y 7: *Favoreció mi desarrollo como persona, Favoreció mi desarrollo como profesional, Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado y Favoreció mis oportunidades laborales.* En cuanto a la pertinencia con la calificación más baja fue la número 9: *Me permitió escalar posiciones dentro de las empresas donde he trabajado.* Por otro lado, en el clúster 2 la

satisfacción media disminuye a 3,44, encontrando unos graduados satisfechos. Los graduados de este clúster calificaron a la pertinencia número 3 como la más alta y la calificación más baja fue en la pertinencia número 4: *Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional*. Para finalizar, el tercer clúster tiene una satisfacción media de 2,56, esto nos muestra que este grupo de graduados están insatisfechos con las pertinencias. Las pertinencias con mayor satisfacción en este clúster son las número 3, 6, 7 y 8: *Favoreció mi desarrollo como profesional, Me permitió desarrollar el hábito de estudiar para mantenerme actualizado, Favoreció mis oportunidades laborales y Me permitió alcanzar mis expectativas laborales*. Mientras que las pertinencias con las que menos se encuentran satisfechos son las número 1, 2 y 4: *Favoreció mi desarrollo como persona, Favoreció mi desarrollo como ciudadano y Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional*

El análisis de conglomerados se hizo se realizó con el software IBM SPSS y se encuentra en los apéndices del 22 al 28.

5.5 Perfiles de los graduados

De acuerdo a los conglomerados resultantes del análisis de clúster para las competencias del cada programa y mediante la aplicación del filtro “Clúster” integrado en el informe de Power BI realizado para el análisis univariado (Apéndice 13), se construyó el perfil de los graduados en los programas de: Maestría en Ingeniería Electrónica, Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería, los cuales se relacionan a continuación.

5.5.1 *Maestría en Ingeniería Electrónica*

Para este programa se identificaron tres clústeres, conformados por 13, 8 y 8 graduados respectivamente, los cuales se describen a continuación de forma independiente.

- **Clúster 1:** Los graduados de este perfil son en su gran mayoría hombres, realizaron sus estudios en ingeniería electrónica, tiene una edad aproximada de 35 años, residen en Colombia y su principal fuente de financiación fue el crédito condonable UIS. La gran mayoría tiene un buen manejo del inglés sobre todo en la lectura y tienen certificaciones en portugués, francés y alemán. Además, se encuentran muy satisfechos con las competencias del PEP y con las habilidades de colaboración y solución de problemas complejos. En cuanto a los productos científicos, se evidencia alta participación en ponencias internacionales, conference papers, apoyo en la dirección y codirección de trabajos de grado y publicaciones en revistas internacionales indexadas las cuales se encuentran en el Q1 y Q4 según el indicador de SCImago Journal Rank (SJR), con un índice H entre 1 y 2. El 76,92% de este grupo manifiesta no haber recibido reconocimientos posteriores a su Maestría.

Gran parte de los graduados desearía cursar otros estudios en la UIS, principalmente seminarios/cursos y doctorados. Además, recomendarían estudiar en la Universidad Industrial de Santander. De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por su liderazgo de equipos y resiliencia, cuyas áreas de actuación se relacionan con el hardware y arquitectura de computadores, la robótica y control automático; apoyados en herramientas como Matlab, programación en C, Python, Linux y C. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con los sistemas embebidos, el internet de las cosas IoT, prototipado y Diseño de circuitos electrónicos.

- **Clúster 2:** Todos los graduados de este grupo son hombres con edad promedio de 35 años que residen en Colombia y realizaron sus estudios de pregrado en la UIS, en la carrera de ingeniería electrónica y sus principales fuentes de financiación fueron el crédito condonable UIS y Colciencias/MinCiencias. En general todos poseen un buen nivel del inglés, principalmente en la lectura y escritura y conocimientos en francés. Además, se encuentran satisfechos con las competencias del PEP y muy satisfechos con las habilidades de solución de problemas complejos e iniciativa. En cuanto a los productos científicos, se evidencia alta participación en ponencias nacionales, apoyo en la dirección, codirección y tutorías de trabajos de grado y publicaciones en revistas internacionales indexadas las cuales se encuentran en el Q1 y Q2 según el indicador de SCimago Journal Rank (SJR), con un índice H entre 1 y 4. El 62,5% de este grupo manifiesta no haber recibido reconocimientos posteriores a su Maestría.

La mayoría de los graduados de este clúster desearía cursar otros estudios en la UIS y manifiestan que recomendarían estudiar en la Universidad Industrial de Santander. De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por su trabajo en equipos y habilidades de comunicación, cuyas áreas de actuación se relacionan con el hardware y arquitectura de computadores, la automatización y sistemas de control, la robótica y control automático y la biotecnología relacionada con la salud; apoyados en herramientas como Microsoft Office, C++, AutoCAD, Matlab, Linux, Python, Java, Programación en C, LaTeX, SQL, Jenkins, Spring Boot, y Arduino. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con la computación de alto desempeño, el emprendimiento e innovación, la inteligencia artificial, la migración de datos sísmicos, y el tratamiento digital de señales.

- **Clúster 3:** Los graduados de este grupo son en su gran mayoría hombres de 34 años de edad en promedio, el 50% reside en Colombia y el resto en Italia, Alemania, Austria y Francia,

graduados en el pregrado de Ingeniería Electrónica, la mayoría en la UIS, cuya principal fuente de recursos fue el crédito condonable UIS. Presentan un manejo regular del inglés, sin embargo, se desenvuelven bien en este a la hora de leer; tienen certificaciones en francés e italiano. Además, se encuentran satisfechos con las competencias del PEP y con las habilidades de solución de problemas complejos y pensamiento crítico. En cuanto a la trayectoria investigativa, se evidencia muy baja la productividad académica de este grupo, con participación significativa únicamente en conference papers, apoyo en la codirección de trabajos de grado y revistas internacionales indexadas las cuales se encuentran en el Q1, Q2 y Q4 según el indicador de SCImago Journal Rank (SJR), con un índice H de 1 y 4. El 87,5% de este grupo manifiesta no haber recibido reconocimientos posteriores a su Maestría.

La mitad de este grupo desearía cursar otros estudios en la UIS, principalmente especializaciones y doctorados. Igualmente, manifiestan que si recomendarían estudiar en la UIS a un tercero. De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que las áreas de actuación de los graduados de este grupo se relacionan con la automatización y sistemas de control, el hardware y arquitectura de Computadores y la acústica; apoyados en herramientas como Microsoft Office, Python, SQL, Power BI, SSIS, Django, Docker, Power Automate, AWS, Matlab, LabVIEW, C++, programación en C, y Java. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con los paneles solares, la tomografía computarizada, el uso racional de la energía (URE) y energías renovables (ER), el procesamiento de datos sísmicos y la monitorización de salud estructural.

5.5.2 *Maestría en Ingeniería Eléctrica*

Para este programa se identificaron dos clústeres, conformados por 5 y 1 graduados respectivamente, los cuales se describen a continuación de forma independiente.

- **Clúster 1:** Los graduados de este perfil son en su gran mayoría hombres de aproximadamente 31 años que residen en Colombia, Francia y Canadá, realizaron sus estudios de pregrado en la UIS, en la carrera de ingeniería eléctrica y cuya principal fuente de financiación fue el crédito condonable UIS. Este clúster tiene un nivel medio al escuchar, leer, escribir y hablar en inglés, junto con habilidades certificadas en el idioma francés. Además, se encuentran muy satisfechos con las competencias del PEP y las habilidades de pensamiento crítico, toma de decisiones, liderazgo y flexibilidad cognitiva. En cuanto a los productos científicos, se evidencia alta participación en ponencias internacionales, conference papers, apoyo en la dirección y codirección de trabajos de grado y publicaciones en revistas internacionales indexadas las cuales se encuentran en el Q1 y Q3 según el indicador de SCImago Journal Rank (SJR), con un índice H entre 2 y 4. Ningún integrante de este grupo recibió reconocimientos posteriores a su Maestría. Gran parte de este grupo manifiesta que desearía cursar otros estudios en la UIS, principalmente doctorados y diplomados. Igualmente, recomendarían a un tercero realizar sus estudios en la Universidad Industrial de Santander. De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por su liderazgo de equipo y resiliencia, cuyas áreas de actuación se relacionan con el hardware y arquitectura de computadores, la robótica y control automático, las telecomunicaciones, los negocios, la biotecnología relacionada con la salud y la ingeniería de sistemas y comunicaciones; apoyados en herramientas como Microsoft Office, Matlab, programación en C, Python, Linux, C++, Java, MySQL, LaTeX, Visual, AutoCAD

y Solidworks. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con los sistemas embebidos, el internet de las cosas IoT, prototipado y Diseño de circuitos electrónicos.

- **Clúster 2:** Todos los graduados de este grupo son hombres con edad promedio de 35 años que residen en Colombia y realizaron sus estudios de pregrado en la UIS, en la carrera de ingeniería electrónica y sus principales fuentes de financiación fueron el crédito condonable UIS y Colciencias/MinCiencias. En general todos poseen un buen nivel del inglés, principalmente en la lectura y escritura y cuentan con conocimientos en francés. Además, se encuentran satisfechos con las competencias del PEP y muy satisfechos con las habilidades de solución de problemas complejos e iniciativa. La mayoría de este grupo desearía cursar otros estudios en la UIS, principalmente seminarios/cursos y doctorados, asimismo manifiestan que recomendarían estudiar en la UIS a un tercero.

En cuanto a los productos científicos, se evidencia alta participación en ponencias nacionales, apoyo en la dirección, codirección y tutorías de trabajos de grado y publicaciones en revistas internacionales indexadas las cuales se encuentran en el Q1 y Q2 según el indicador de SCimago Journal Rank (SJR), con un índice H entre 1 y 4. El 62,5% de este grupo manifiesta no haber recibido reconocimientos posteriores a su Maestría. De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por su trabajo en equipo y habilidades de comunicación, cuyas áreas de actuación se relacionan con el hardware y arquitectura de computadores, la automatización y sistemas de control, la robótica y control automático y la biotecnología relacionada con la salud; apoyados en herramientas como Microsoft Office, C++, AutoCAD, Matlab, Linux, Python, Java, Programación en C, LaTeX, SQL, Jenkins, Spring Boot, y Arduino. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con la

computación de alto desempeño, el emprendimiento e innovación, la inteligencia artificial, la migración de datos sísmicos, y el tratamiento digital de señales.

5.5.3 Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones

Para este programa se identificaron dos clústeres, conformados por 3 y 2 graduados respectivamente, los cuales se describen a continuación de forma independiente.

- **Clúster 1:** Los graduados de este perfil son en su mayoría mujeres de aproximadamente 31 años que residen en Colombia, España y Australia, realizaron sus estudios de pregrado en la UIS, en la carrera de ingeniería electrónica y su principal fuente de recursos fue el crédito condonable UIS. Este clúster tiene un buen nivel de escucha, lectura, escritura y habla en el idioma inglés, junto con habilidades certificadas en el idioma portugués, francés y alemán. Además, en promedio se encuentran muy satisfechos con las competencias del PEP y con las habilidades de pensamiento crítico, colaboración, flexibilidad cognitiva e innovación. En cuanto a los productos científicos, se evidencia poca participación en ponencias nacionales e internacionales y publicaciones en revistas nacionales no indexadas e internacionales indexadas las cuales se encuentran en el cuartil Q2 según el indicador de SCimago Journal Rank (SJR). Además, gran parte de los graduados de este clúster cuentan con un índice H de 2 y no han recibido reconocimientos posteriores a su Maestría.

La mayoría de los graduados de este grupo manifiesta que no desearían cursar otros estudios en la UIS, pero si recomendarían realizar sus estudios en la Universidad Industrial de Santander a terceros. De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por tener conocimientos en herramientas como Microsoft Office, Matlab, Linux y Verilog y sus líneas de investigación se relacionan principalmente con el Diseño de circuitos analógicos, Circuitos y sistemas integrados, Sistemas digitales y Bioingeniería.

- **Clúster 2:** La mitad de los graduados de este grupo son hombres con edad promedio de 29 años que residen en Colombia y realizaron sus estudios de pregrado en la UIS, en la carrera de ingeniería electrónica y su principal fuente de financiación fue el crédito condonable UIS. En general todos poseen nivel medio de inglés, principalmente en la escucha, escritura y habla, también tiene habilidades certificadas en portugués. Estos graduados en promedio se encuentran satisfechos con las competencias del PEP y a su vez, muy satisfechos con las habilidades de toma de decisiones y liderazgo. En cuanto a los productos científicos, se evidencia poca participación en ponencias internacionales y no cuentan con ninguna publicación en revistas. Además, los graduados que pertenecen a este clúster no cuentan con índice H y no han recibido reconocimientos posteriores a su Maestría.

La mitad de los graduados de este grupo desearía cursar otros estudios en la UIS, principalmente diplomados y especializaciones, asimismo recomendarían a terceros realizar sus estudios en la UIS. De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por tener conocimientos en herramientas como Python, SQL, Microsoft Office, Matlab, Linux, Latex, Java, NoSQL y VHDL y sus líneas de investigación se relacionan principalmente con Optoelectrónica, Telecomunicaciones, SDR (Software Defined Radio) y Procesamiento estadístico de señales.

5.5.4 Doctorado en Ingeniería

Para este programa se identificaron tres clústeres, conformados por 8, 9 y 3 graduados respectivamente, los cuales se describen a continuación de forma independiente.

- **Clúster 1:** Los graduados de este grupo en su mayoría son hombres con edad promedio de 38 años que residen en Colombia y Canadá, quienes realizaron sus estudios de maestría en la

Universidad Industrial de Santander, principalmente en los programas de maestría en ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica y su principal fuente de financiación fue Colciencias/Minciencia. Este clúster tiene un buen nivel de lectura y escritura en el idioma inglés, junto con habilidades certificadas en el idioma portugués y francés.

En general este clúster se encuentra muy satisfechos con las competencias del PEP y con las habilidades de solución de problemas complejos y flexibilidad cognitiva. En cuanto a los productos científicos, se evidencia poca participación en ponencias regionales y un alto apoyo en dirección, codirección y tutoría en trabajos de grado, así como publicaciones en revistas nacionales indexadas, no indexadas y revistas internacionales indexadas las cuales se encuentran en los cuartiles Q1, Q3 y Q4, según el indicador de SCImago Journal Rank (SJR). Además, la mayoría de los graduados que pertenecen a este clúster cuentan con un índice H de 2 y 3, a su vez, el 62,5% manifiesta que no ha recibido reconocimientos posteriores a su grado como Doctor.

De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por su liderazgo de equipos y docencia, cuyas áreas de actuación se relacionan con la ingeniería eléctrica, electrónica e informática, la administración pública, hardware y arquitectura de computadores y la geociencia; apoyados en herramientas como Microsoft Office, Matlab, programación en C, C++, Python, Linux, LaTeX y AutoCAD. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con la automatización y control, la computación de alto rendimiento, la calidad de la energía, optimización, energías renovables, informática e inteligencia artificial.

- **Clúster 2:** Los graduados de este grupo en su mayoría son hombres con edad promedio de 39 años que residen en Colombia, México, Bélgica y Canadá, quienes realizaron sus estudios de maestría en la Universidad Industrial de Santander, principalmente en los programas de maestría

en ciencias, ingeniería de sistemas e informática e ingeniería electrónica y su principal fuente de financiación fue Colciencias/Minciencia. Este clúster cuenta con un buen nivel en las diferentes competencias del idioma inglés, junto con habilidades certificadas en el idioma francés. Además, en promedio se encuentran muy satisfechos con las competencias del PEP y con las habilidades de pensamiento crítico, iniciativa y flexibilidad cognitiva. En cuanto a los productos científicos, se evidencia una alta participación en ponencias internacionales y un alto apoyo en dirección y codirección en trabajos de grado, así como publicaciones en revistas nacionales e internacionales indexadas las cuales se encuentran en los cuartiles Q1, Q2 y Q4, según el indicador de SCImago Journal Rank (SJR). Además, la mayoría de los graduados que pertenecen a este clúster cuentan con un índice H de 3 y 10, a su vez, el 44,44% manifiesta que no ha recibido reconocimientos posteriores a su grado como Doctor.

De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por su liderazgo, trabajo en equipos, desarrollo gerencial y docencia, cuyas áreas de actuación se relacionan con la ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería de sistemas y comunicaciones, robótica y control automático, bioinformática, biotecnología, ingeniería médica, telecomunicaciones y hardware y arquitectura de computadores; apoyados en herramientas como Microsoft Office, Matlab, Verilog, programación en C, C++, Python, Linux, LaTeX, Visual Basic, Java, JavaScript, SQL, Keras, VHDL y Deep Neural Networks (DNN). Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con el Diseño de circuitos integrados, Microelectrónica, Bioingeniería, Compresión de datos sísmicos, Modelado y simulación de sistemas de distribución, Bioforma y Diseño de implantes adaptados a geometría ósea.

- **Clúster 3:** Los graduados de este grupo en su mayoría son hombres con edad promedio de 39 años que residen en Colombia, quienes realizaron sus estudios de maestría en la

Universidad Industrial de Santander, principalmente en los programas de maestría electrónica e ingeniería industrial y la principal fuente de financiación fue Colciencias/Minciencia. Este clúster generalmente tiene un nivel alto en las competencias de escritura y lectura del idioma inglés, junto con habilidades certificadas en el idioma portugués. Además, en promedio se encuentran satisfechos con las competencias del PEP y con las habilidades de solución de problemas complejos. En cuanto a los productos científicos, se evidencia una alta participación en ponencias nacionales e internacionales y un alto apoyo en dirección y codirección en trabajos de grado, así como publicaciones en revistas nacionales indexadas, no indexadas e internacionales indexadas las cuales se encuentran en el cuartil Q3, según el indicador de SCimago Journal Rank (SJR). Además, la mayoría de los graduados que pertenecen a este clúster cuentan con un índice H de 2 y 4, a su vez, el 33,33% manifiesta que no ha recibido reconocimientos posteriores a su grado como Doctor.

De las fuentes secundarias profesionales y científicas se obtuvo que los graduados de este grupo se caracterizan por su liderazgo de equipos, pensamiento crítico, negociación, gestión del tiempo y docencia, cuyas áreas de actuación se relacionan con la ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería de sistemas y comunicaciones, robótica y control automático, biotecnología, ingeniería médica y hardware y arquitectura de computadores; apoyados en herramientas como Microsoft Office, Matlab, Verilog, programación en C, C++, Python, Linux, LaTeX, VHDL y Microsoft Power Query. Sus líneas de investigación se relacionan principalmente con el Control robusto, Control automático y Robótica.

5.6 Minería de texto

En esta sección se presentan mediante nubes de palabras las respuestas de los graduados a las preguntas abiertas encontradas en la encuesta, las cuales se analizan a continuación para cada programa (Ver Apéndice 32).

5.6.1 Maestría en Ingeniería Electrónica

Basados en su experiencia, los graduados de la Maestría en Ingeniería Electrónica, comentaron sobre las competencias (diferentes a las encontradas en el PEP) que consideran importantes para el desarrollo del estudiante de posgrado. Dentro de las cuales se destacó destreza en la formulación de proyectos, la habilidad de comunicación mediante una segunda lengua, el desarrollo de habilidades blandas y el fortalecimiento de la investigación. Figura 24.

Figura 24

Otras competencias importantes en el desarrollo del estudiante de Maestría en Ingeniería Electrónica



En cuanto al sentido de pertenencia, se les preguntó a los graduados como calificarían su nivel de identidad con la Universidad Industrial de Santander, los cuales manifestaron sentirse muy orgullosos, agradecidos y satisfechos con su Alma Mater por la calidad de la educación, por el

apoyo durante su formación, por las oportunidades de crecimiento y por su formación como ciudadanos. Figura 25

Figura 25

Sentido de pertenencia con la UIS – Maestría en Ingeniería Electrónica



Adicionalmente, se solicitó a los graduados que comentaran acerca de los aspectos específicos que consideran debería mejorar el programa de la Maestría en Ingeniería Electrónica, los cuales según su percepción, manifestaron notoriamente la necesidad de que el programa mejore el vínculo con la industria, atendiendo las tendencias laborales y la relación con las empresas, también se destacó la necesidad de mejorar las asignaturas del Pensum y el fortalecimiento del acompañamiento docente durante todo el posgrado, principalmente en el desarrollo de la tesis. El aumento de apoyo para pasantías de investigación a nivel nacional e internacional, la elaboración de propuestas y el desarrollo de proyectos que se adapten a las necesidades del entorno nacional, también fueron algunos de los aspectos a mejorar mencionados por los graduados. Ver figura 26

Figura 29

Sentido de pertenencia con la UIS – Maestría en Ingeniería Eléctrica

doctor
estudiando
Amo Agradecido
formarme

Adicionalmente, se solicitó a los graduados que comentaran acerca de los aspectos específicos que consideran debería mejorar el programa de la Maestría en Ingeniería Eléctrica, los cuales según su percepción, manifestaron notoriamente la necesidad de que el programa mejore la relación con la industria y que desde la universidad se fomente la formulación y desarrollo de proyectos o propuestas que abarquen las problemáticas del país, además se menciona el interés por mejorar el apoyo financiero y administrativo junto con el desarrollo de una segunda lengua. Ver figura 30

Figura 30

Aspectos a mejorar en el programa de Maestría en Ingeniería Eléctrica

estudios mercado
Apoyo Administrativo
Acompañamiento Docente
satisfagan trabaja investigadores inglés vincular vinculación
vanguardia region cooperación
entorno
sectores exigencia
Relación Con La Industria
Oportunidades Apoyo Financiero agrícola industrial
necesidades mundial país

Finalmente, utilizando el Software R Studio, se realizó un análisis de sentimientos a la pregunta “¿Cómo fue su experiencia durante el posgrado y como este impacto en su vida profesional y personal?”, de la cual se manifestó que cursar la Maestría en Ingeniería Eléctrica,

fue una experiencia enriquecedora y satisfactoria ya que gracias al nivel educativo y exigencias del programa, mejoraron sus capacidades investigativas, adquirieron herramientas para el doctorado, mejoraron sus oportunidades y además indicaron que durante sus estudios contaron con un excelente director y apoyo de la universidad. En cuanto a los comentarios negativos, se resalta significativamente el inconformismo con las asignaturas del pensum y electivas, las competencias insuficientes y el poco fortalecimiento de habilidades blandas, además de las dificultades laborales posteriores a la maestría ocasionadas por carencia de ofertas laborales y los sueldos bajos en Colombia. Ver figura 31

Figura 31

Análisis de sentimientos de la experiencia durante el posgrado e impacto en su vida profesional y laboral - Maestría en Ingeniería Eléctrica

Reto
 Persistencia
 Orgullosa Confianza Compromiso
 FormasCapacidadesInvestigativas
 InsuficientesCréditosCondonables
 RecursosInsuficientes
 PocosRecursosInvestigación

5.6.3 Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones

Basados en su experiencia, los graduados de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, comentaron sobre las competencias (diferentes a las encontradas en el PEP) que consideran importantes para el desarrollo del estudiante de posgrado. Dentro de las cuales se destacó conocimientos en infraestructura, servicios y competencias específicas en desarrollo de proyectos. Figura 32.

Figura 32

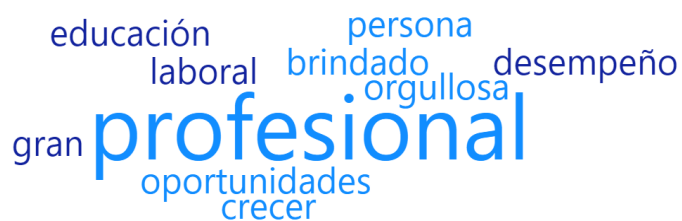
Otras competencias importantes en el desarrollo del estudiante



En cuanto al sentido de pertenencia, se les pregunto a los graduados como calificarían su nivel de identidad con la Universidad Industrial de Santander, los cuales manifestaron sentirse muy orgullosos y satisfechos porque consideran que apporto a su gran desempeño laboral y profesional, les brindo grandes oportunidades. Figura 33

Figura 33

Sentido de pertenencia con la UIS – Maestría en Ingeniería



Generar alianzas con la industria y universidades con mayor trayectoria en el área, mejorar el pensum del programa, proyectar el programa a nivel internacional y enfocarlo en los problemas actuales del mundo, también fueron algunos de los aspectos a mejorar mencionados por los graduados. Ver figura 34

Figura 34

Aspectos a mejorar en el programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones



Finalmente, utilizando el Software R Studio, se realizó un análisis de sentimientos a la pregunta “¿Cómo fue su experiencia durante el posgrado y como este impacto en su vida profesional y personal?”, de la cual se identificó que la mayor parte de los encuestados del programa presentan comentarios positivos, manifestando que cursar la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, fue una experiencia enriquecedora, la cual apporto al crecimiento personal y generó grandes oportunidades. Ver figura 35

Figura 35

Análisis de sentimientos de la experiencia durante el posgrado e impacto en su vida profesional y laboral - Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones



recolectar, analizar y actualizar información de interés para la escuela, de la cual se obtiene una noción de la situación actual de los graduados.

Las encuestas fueron aplicadas mediante la plataforma Limesurvey suministrada por la Facultad de Ciencias, desde la cual se aplicaron los cuestionarios en línea para cada programa, siendo este un elemento fundamental del estudio dado que es una plataforma de fácil acceso, con una interfaz amigable y que además permite la exportación de la información en formato xls o cvs, lo cual a su vez facilitó la limpieza de datos y posteriormente el análisis mediante los programas de SPSS y Power BI.

La aplicación del instrumento permitió actualizar la información personal y sociodemográfica de 29 de los 46 graduados de la Maestría en Ingeniería Electrónica, 6 de los 9 graduados de la Maestría en Ingeniería Eléctrica, 5 de los 8 graduados de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones y 20 de los 29 graduados del Doctorado en Ingeniería, es importante mencionar que los resultados obtenidos en este estudio se realizaron a partir de las encuestas completas, para evitar incertidumbre frente a los registros incompletos.

La aplicación Microsoft Power BI como herramienta grafica en este estudio para la visualización de los resultados, fue un recurso fundamental durante el análisis descriptivo dado que permite una revisión completa de los resultados aplicando filtros según el programa de posgrado, clúster o año de graduación que quiera ser analizado.

El análisis multivariado permitió la reducción de variables mediante el método de análisis factorial, desde el cual se logró agrupar en componentes o factores las competencias y pertinencias de acuerdo al nivel de satisfacción otorgado por cada uno de los graduados de cada programa, donde se identificó que, para las competencias, aunque varíen un poco de acuerdo al programa, se

agrupan de forma similar y por lo tanto el grado de satisfacción entre estos tiende a ser similar. Por su parte en cuanto a las pertinencias, se identificó que estas presentan este mismo comportamiento en los componentes obtenidos de cada programa, por lo que nuevamente el grado de satisfacción entre estos, tiende a ser similar.

Partiendo de lo anterior, a pesar de que en general los graduados de todos los programas se encuentran satisfechos con todas las competencias y pertinencias, se evidencia algunas con menor porcentaje de satisfacción, para el caso de la Maestría en Ingeniería electrónica, la competencia y pertinencia con mejor grado de satisfacción es: *Sabe comunicarse efectivamente en ambientes laborales complejos y competitivos* y *Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional*, respectivamente. Para la Maestría en Ingeniería Eléctrica son: *Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes* y *Me permitió alcanzar mis expectativas laborales*, respectivamente. Para la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones son: *Apoya, desarrolla y lidera procesos industriales y empresariales que tengan relación directa con el sector de las telecomunicaciones* y *Me permitió conocer el panorama de las necesidades del entorno nacional* respectivamente, y finalmente, para el Doctorado en Ingeniería son *Trabaja en equipo con orientación hacia el cumplimiento de metas comunes* y *Favoreció mi desarrollo como persona*, respectivamente. De igual manera en cuanto a los recursos de la universidad, los egresados coinciden en que se encuentran muy satisfechos con el personal docente, los espacios para estudiar y la biblioteca.

Tomando como base los clústeres formados durante el análisis de conglomerados de cada programa, se elaboraron perfiles donde se relaciona información sociodemográfica, de plan de vida a corto plazo, la situación laboral, trayectoria investigativa y reconocimientos, el nivel de

identidad con la institución, entre otra información de interés, la cual se representa de forma descriptiva para cada programa y de manera visual en el informe de Power BI.

Las fuentes secundarias de información como la red profesional LinkedIn y las redes científicas ReseachGate, Scopus y Google Scholar sirvieron como fuentes de información de gran importancia para este estudio, dado que complementaron los resultados obtenidos en la encuesta y a su vez fueron de gran apoyo para obtener mayor información de los graduados que no participaron en el estudio.

Este estudio presentó especial atención en la trayectoria investigativa y reconocimiento de los graduados de los programas analizados, donde se identificó que en general la productividad académica de los programas de Maestría es baja en comparación con los graduados del Doctorado. De igual manera, se observa que la productividad académica general se centra en publicaciones en revistas internacionales y ponencias. Finalmente, con apoyo de la plataforma Scimago y la información encontrada en las fuentes secundarias, se obtiene que la mayor parte de las revistas se encuentra, en el Q1 y Q4 según el Indicador SCimago Journal Rank (SJR), con un índice H entre 1 y 2, sin embargo, esto varía según cada programa.

Por su parte, la minería de texto fue la técnica utilizada para analizar las preguntas abiertas incluidas en el instrumento, relacionadas con las competencias, el sentido de pertenencia, la utilidad de los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridas, los aspectos que debería mejorar el programa y la experiencia vivida durante el posgrado y el impacto de este en su vida laboral y personal. Allí se identificaron los términos más utilizados por los graduados al responder estas preguntas, donde se identificó en general para todos los programas la necesidad de mejorar la relación con la industria, mejorar el pensum y aumentar el apoyo para pasantías- De igual manera

los graduados consideran que los conocimientos y destrezas adquiridos han sido útiles durante su vida laboral y se encuentran agradecidos y satisfechos con la Universidad, sin embargo consideran que es importante fortalecer las competencias relacionadas con la formulación de proyectos, habilidades blandas y un segundo idioma. Finalmente, para la última pregunta relacionada con la experiencia vivida durante el posgrado, se le realizó un análisis de sentimientos utilizando Rstudio, del cual se obtuvieron resultados positivos.

7 Recomendaciones

Teniendo en cuenta que el presente estudio fue realizado por primera vez para estos programas de posgrado, se recomienda continuar realizándolos de forma periódica, dado que, aunque el porcentaje de participación no fue el 100%, se identificó una reacción positiva por parte de los graduados al momento de ser contactados.

Se sugiere el uso de la plataforma Limesurvey para próximos estudios dado sus múltiples beneficios y facilidades durante el montaje de las preguntas, la recolección y tratamiento de datos, además, es una plataforma amigable con el usuario y funcional en cualquier dispositivo. Sin embargo, se recomienda realizar una revisión de nuevas plataformas que se adecuen a las necesidades y tendencias tecnológicas.

Para próximos estudios de seguimiento a graduados, se recomienda rediseñar el instrumento de medición para que sea menos extenso, haciendo uso de la información disponible en las redes profesionales y científicas para extraer información cualitativa de los graduados. Asimismo, es importante actualizar el instrumento según lo establecido por el Observatorio

Laboral para la Educación respecto a las tendencias educativas, competencias, pertinencias y habilidades que los graduados deben poseer para un excelente desempeño profesional.

Se recomienda a la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones utilizar para los diferentes fines, la base de datos actualizada que se realizó para cada programa donde además de la información personal y de contacto, se relacionaron los links de las diferentes redes profesionales y científicas de los graduados como LinkedIn, ResearchGate, CvLac y Scopus.

Se recomienda incentivar la creación de perfiles en las redes sociales y científicas como LinkedIn, ResearchGate, CvLac y Scopus, y la constante actualización de estas, con el fin de obtener una visualización completa de sus trayectorias laborales y a su vez resaltar la importancia de estas redes para un investigador.

Para la coordinación de posgrados de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones, se recomienda fortalecer las competencias de cada programa, pertinencias, habilidades y recursos, en las que se identificó un menor grado de satisfacción por parte de los graduados

Se sugiere que, a partir de los perfiles de LinkedIn, relacionados en la base de datos actualizada de cada programa, se creen grupos en esta red profesional donde se transmita información de interés para los mismos y se incluyan constantemente a los nuevos graduados, ya que esto facilitará la búsqueda y actualización de información necesaria para futuros estudios.

Se recomienda analizar las sugerencias realizadas por los graduados como parte del proceso de mejora continua en aspectos relacionados con el contenido del pensum, la relación con la industria nacional e internacional, el desarrollo de habilidades blandas, el fortalecimiento de la segunda lengua, el conocimiento empresarial de los graduados, el apoyo a estancias nacionales e

internacionales y la consideración de las necesidades del entorno nacional e internacional, entre otros.

Para la escuela es importante fortalecer el vínculo con los graduados y apoyar la formación integral de los mismos, por lo cual se recomienda hacer uso de canales de comunicación efectivos, que permitan hacerlos participes de los diferentes eventos y actividades realizadas por la escuela y la universidad, esto a su vez, podría aumentar la tasa de participación de graduados en próximos estudios.

Referencias Bibliográficas

(s.f.).

Acreditación, C. N. (2013). *LINEAMIENTOS PARA LA ACREDITACIÓN DE PROGRAMAS DE PREGRADO*. Obtenido de https://www.cna.gov.co/1741/articles-186359_pregrado_2013.pdf

Acuña Rangel, M., & Peña Sánchez, 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*. Bucaramanga.

Aggarwal, C., & Zhai, C. (2012). *Mining Text Data*. Boston: Springer.

Aldana, G., Morales, F., Aldana, J., Sabogal, F., & Ospina, Á. (2008). Seguimiento a egresados. Su importancia para las instituciones de educación superior. *TEORÍA Y PRAXIS INVESTIGATIVA, Vol 3., 5*.

Cabarcas Acosta, C. A., & Granados Sanchez, 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*. Bucaramanga.

Canales, F., Alvarado, E. L., & Pineda, E. (1994). *Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo de personal de salud*. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.

Castro et al. (2016). *Uso de plataformas on line para el seguimiento de egresados*. Obtenido de https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/130303/MID_15_258.pdf?sequence=1

- Columbus, R. G. (2006). *Ministerio de Educación*. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136795_pdf.pdf
- Contreras, O., & Urrutia, M. (2017). Trascendencia de un programa de posgrado en sus egresados. *Revista iberoamericana de Educación*, 59-74.
- Coronado Padilla, J. (2007). *ESCALAS DE MEDICIÓN*. Bogotá D.C.: Paradigma.
- Cortizo Pérez, J. C. (2016). *BrainSINS*. Obtenido de Minería de Opiniones: <https://www.brainsins.com/es/blog/mineria-opiniones/3555>
- Cuadras, C. (2007). *NUEVOS MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTIVARIANTE*. Barcelona: CMC Editions.
- de la Fuente Fernández, S. (2011). Obtenido de <https://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>
- Delio et al. (2016). Seguimiento a egresados en la Universidad de Nariño. *Historia de la Educación Colombiana*, 221-235.
- Educación, O. L. (2020). *Mineducación*. Obtenido de ENCUESTAS DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS: https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articles-402236_recurso_1.pdf
- Eíto Brun, R., & Senso, J. (2004). Minería textual. *El profesional de la información*, 11-27.
- Ferrando, P., & Anguino-Carrasco, C. (2010). EL ANÁLISIS FACTORIAL COMO TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA. *PAPELES DEL PSICÓLOGO*, 18-33.
- Gaona Malagón, S. L. (2019). *EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE LA MAESTRIA EN EDUCACIÓN MODALIDAD INVESTIGACIÓN. UN ESTUDIO DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS*.
- Grande, I., & Abascal, E. (2005). *Análisis de Encuestas*. Madrid: ESIC EDITORIAL.

- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *DATA MINING. Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*.
- IBM. (2022). Obtenido de SPSS Statistics: <https://www.ibm.com/es-es/products/spss-statistics>
- Jaramillo et al. (2006). Estudios sobre egresados. La experiencia de la Universidad EAFIT. *Revista Universidad EAFIT*, 111-124.
- Liu, B. (2012). *Sentiment Analysis and Opinion Mining. Synthesis Lectures on Human Language Technologies*. MORGAN & CLAYPOOL PUBLISHERS.
- Lozares Colina, C., & López Roldán, P. (1991). EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES: APLICACIÓN AL ANÁLISIS DE DATOS SECUNDARIOS. *Papers: Revista de Sociología*, 31-63.
- Manzo et al. (2006). La educación de posgrado y su repercusión en la formación del profesional iberoamericano. *Educación Médica Superior*, 0-0.
- Microsoft Docs Power BI . (04 de 05 de 2022). Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>
- MinEducación. (28 de Diciembre de 1992). *Ley 30*. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-86437.html>
- MinEducación. (2006). *Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento de egresados*. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-136795_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (24 de febrero de 2010). Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-217744.html>

- Miranda, C., Gusmán, J., & Salcedo, D. (2016). Minería de Opiniones basado en la adaptación al español de ANEW sobre opiniones acerca de hoteles. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 25-32.
- NACIONAL, M. D. (septiembre de 2019). *Mineducación*. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-213912_glosario.pdf
- Nigro, H., Xodo, D., Corti, G., & Terren, D. (2004). *KDD(Knowledge Discovery in Databases): Un proceso centrado en el usuario*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21220/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Observatorio Laboral para la Educación*. (s.f.). Obtenido de <https://ole.mineducacion.gov.co/portal/El-Observatorio/Mision-y-vision/>
- Palloroso Granizo, R. Y., & García Rondón, I. (2019). SEGUIMIENTO A GRADUADOS: NIMPORTANCIA Y PRINCIPALES ESPERIENCIAS INTERNACIONALES. ANÁLISIS DEL TÓPICO EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. *Caribeña de Ciencias Sociales*.
- Pang, B., & Lee, L. (2008). pinion mining and sentiment analysis. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, 1-135. Obtenido de Opinion mining and sentiment analysis: <https://www.cs.cornell.edu/home/llee/omsa/omsa.pdf>
- Peña Salas, C., & Quiroga Güiza, L. M. (2017). *Estudio de seguimiento a Egresados de la Escuela de Derecho y Ciencia Política de la Universidad Industrial de Santander*. Bucaramanga.
- Pérez López, C., & Santín González, D. (2008). *Minería de datos. Técnicas y Herramientas*. Thomson Ediciones Paraninto, S.A.

Pérez P., T. (septiembre-octubre de 2009). Pertinencia de la educación: ¿pertinente con que?

Atablero.

Poblete et al. (2012). Situación actual del seguimiento de egresados e inserción laboral en un grupo

de universidades chilenas. *Cinda*, 57-111.

Proyecto Institucional UIS. (2018). Bucaramanga.

Ramírez Sierra, Y. A. (2014). *FRAMEWORK PARA EL PROCESO DE SEGUIMIENTO A*

GRADUADOS DEL PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD

INDUSTRIAL DE SANTANDER. Bucaramanga.

Rangel Granados, M. L. (2018). *CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DE LOS GRADUADOS DEL*

PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE

SANTANDER.

Red GRADUA2, A. C. (2006). *Manual de instrumentos y recomendaciones sobre el seguimiento*

de egresados. Monterrey, Nuevo León, México: Grupo Noriega Editores.

RedSur. (s.f). *MinEducación.* Obtenido de [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-137087_pdf.pdf)

[137087_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-137087_pdf.pdf)

Rivera Lozano, M. (2011). EL PAPEL DE LAS REDES BAYESIANAS EN LA TOMA DE

DECISIONES. *Galega de Economía.*

Rodríguez, A., & Maximo, E. (2020). *Framework basado en minería de datos para la obtención*

del perfil de egreso de los estudiantes del programa de Ingeniería Mecatrónica de la

Universidad Nacional de Trujillo año 2019. Obtenido de

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/6947>

- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. (s.f.). Obtenido de Bases consolidadas, Reporte estudiantes graduados 2019: <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>
- Sullivan, D. (2001). *Document Warehousing and Text Mining: Techniques for Improving Business Operations, Marketing, and Sales*. Robert Ipsen.
- Thuraisingham, B. (1999). *DATA MINING. Technologies, Techniques, Tools, and Trends*.
- Tirado et al. (2015). Implementación institucional de un modelo cooperativo para el seguimiento a graduados en Ecuador. *Revista de la Educación Superior*, 125-156.
- Tirado et al. (2015). Implementación institucional de un modelo cooperativo para el seguimiento a graduados en Ecuador. *Revista de la educación superior*, 125-156.
- Usama Fayyad, G. P.-S. (1996). The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, 27-34.
- Vila, L. (2010). *Observatorio Laboral para la Educación*. Obtenido de FORO DE SEGUIMIENTO A GRADUADOS Y NECESIDADES DEL SECTOR PRODUCTIVO. Seguimiento a graduados como instrumentos en la toma de decisiones de las Instituciones de Educación Superior: https://ole.mineducacion.gov.co/1769/articles-380349_recurso_1.pdf