

**MEDICIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA DESERCIÓN
ESTUDIANTIL EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS DE LA UIS**

YEXICA LIZETH MARTÍNEZ FUENTES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE MATEMÁTICAS

ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA

BUCARAMANGA

2014

**MEDICIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA DESERCIÓN
ESTUDIANTIL EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS DE LA UIS**

YEXICA LIZETH MARTÍNEZ FUENTES

**Trabajo de Grado para optar al título de:
Especialista en Estadística**

DIRECTOR

GABRIEL YÁÑEZ CANAL

Doctor en Matemática Educativa

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE MATEMÁTICAS

ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA

BUCARAMANGA

2014

DEDICATORIA

A Dios

*A mi hermosa madre y mis hermanas que fueron testigos y apoyo de este
esfuerzo*

*A la memoria de mi padre que seguramente estaría orgulloso de ver esta
meta alcanzada*

Y al profe Gabriel, que además de mi director se convirtió en un gran amigo

Yexica

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
1. ANTECEDENTES	15
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Análisis de supervivencia	23
2.1.1 <i>Evento</i>	24
2.1.2 <i>Periodo de observación</i>	24
2.1.3 <i>Tiempo de supervivencia</i>	24
2.1.4 <i>Censura</i>	24
2.2 Función de Supervivencia:.....	25
2.3 Función de Riesgo	26
2.4 Selección de modelos para el análisis de supervivencia	29
2.4.1 Modelos no-paramétricos.....	29
2.4.2 Modelos paramétricos:	32
2.4.3 Modelos semiparamétrico	33
3. METODOLOGÍA.....	40
4. RESULTADOS	44
4.1 ANALISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS.....	44
4.1.1 Factores individuales	44
4.1.2 Factores académicos.....	46
4.1.3 Factores económicos.....	58
4.1.4 Factores institucionales	60
4.2.1 Modelo de Regresión de Cox.....	73
4.2.2. Modelos de Tiempos Discretos.....	75
5. CONCLUSIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	81

TABLAS

TABLA 1. DETERMINANTES DE LA DESERCIÓN ACADÉMICA	16
TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES	41
TABLA 3. ORGANIZACIÓN DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA	43
TABLA 4. EDAD	45
TABLA 5. TIEMPO DE REPORTE DEL ESTADO ACTUAL.....	50
TABLA 6. DIFERENCIA EN LA PROPORCIÓN DE DESERTORES POR PERIODO DE INGRESO.....	55
TABLA 7. DIFERENCIA DE PROPORCIONES DE DESERTORES POR SEXO.....	55
TABLA 8. DIFERENCIA EN LA PROPORCIÓN DE DESERTORES DE ACUERDO A LA CONTINUIDAD.....	56
TABLA 9. DIFERENCIA EN EL PUNTAJE MÍNIMO DEL ICFES POR PERIODO DE INGRESO	56
TABLA 10. DIFERENCIA EN EL PUNTAJE MÍNIMO DEL ICFES ENTRE DESERTORES	57
TABLA 11. DIFERENCIA EN EL PUNTAJE PROMEDIO DEL ICFES ENTRE DESERTORES.....	57
TABLA 12. DESERCIÓN DE ACUERDO A LA PRIORIDAD EN LA SELECCIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO	58
TABLA 13. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL PROMEDIO SEMESTRAL ENTRE DESERTORES.....	58
TABLA 14. DIFERENCIA EN EL VALOR DE LA MATRÍCULA ENTRE DESERTORES...	60
TABLA 15. DIFERENCIA EN LA EVALUACIÓN DOCENTE ENTRE DESERTORES Y CENSURADOS	61
TABLA 16. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA DE KAPLAN MEIER.	64
TABLA 17. REGRESIÓN DE COX-COEFICIENTES DE REGRESIÓN	73
TABLA 18. REGRESIÓN DE COX-TASA DE RIESGO.....	74
TABLA 19. TEST DE RIESGOS PROPORCIONALES	75
TABLA 20. MODELO DE RIESGOS PROPORCIONALES EN TIEMPOS DISCRETOS .	75
TABLA 21. MODELO DE RIESGOS PROPORCIONALES EN TIEMPOS DISCRETOS CON HETEROGENEIDAD NO OBSERVADA.....	76
TABLA 22. COMPARACIÓN DE MODELOS ($\alpha=0.05$).....	76

GRÁFICAS

GRÁFICA 1. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA TEÓRICA	26
GRÁFICA 2. FUNCIONES DE RIESGO	27
GRÁFICA 3. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA DE KAPLAN MEIER.....	30
GRÁFICA 4. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SUPERVIVENCIA.....	32
GRÁFICA 5: FACTORES INDIVIDUALES.....	46
GRÁFICA 6. ANTECEDENTES EDUCATIVOS.....	48
GRÁFICA 7. FACTORES ACADÉMICOS.....	49
GRÁFICA 8. TIEMPO DE REPORTE DEL ESTADO ACTUAL.....	50
GRÁFICA 9. PRIORIDAD DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA Y CONTINUIDAD DE FORMACIÓN	51
GRÁFICA 10. PROMEDIO DEL ICFES POR PERIODO DE INGRESO	52
GRÁFICA 11. PUNTAJES MÍNIMOS DEL ICFES RESPECTO A LOS PUNTAJES NACIONALES.....	53
GRÁFICA 12. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL PROMEDIO SEMESTRAL.....	54
GRÁFICA 13. VALOR BASE DE MATRÍCULA.....	59
GRÁFICA 14. PUNTAJES DE LA EVALUACIÓN DOCENTE	61
GRÁFICA 15. CURVA DE SUPERVIVENCIA.....	65
GRÁFICA 16. CURVA DE SUPERVIVENCIA POR SEXO	66
GRÁFICA 17. CURVA DE SUPERVIVENCIA POR TIPO DE COLEGIO.....	67
GRÁFICA 18. CURVA DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL TIEMPO ENTRE EL COLEGIO Y LA UNIVERSIDAD	68
GRÁFICA 19. CURVA DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL VALOR DE LA MATRÍCULA ..	70
GRÁFICA 20. CURVAS DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL PERIODO DE INGRESO	71
GRÁFICA 21. CURVAS DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL PUNTAJE MÍNIMO DEL ICFES.....	72

RESUMEN

TÍTULO: MEDICIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL EN LOS PROGRAMAS DE PREGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS DE LA UIS*

AUTOR: YEXICA LIZETH MARTÍNEZ FUENTES**

PALABRAS CLAVE: ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA, RIESGO, DESERCIÓN, MODELOS DISCRETOS.

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo tuvo por objetivo cuantificar el efecto de los factores individuales, socioeconómicos, académicos e institucionales asociados a la deserción de los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas de la UIS que ingresaron a la institución en el año 2004.

La metodología se basó en el análisis de supervivencia, utilizando los modelos de tiempos discretos propuestos por Prentice-Gloeckler y Meyer. Este estudio asumió como deserción el cambio de programa académico (transferencia de programa), el abandono de la institución o la inactividad académica por dos semestres consecutivos o más y tuvo un periodo de seguimiento de 20 semestres. Por decisión de la autora, se excluyeron del estudio a los graduados, por considerar que no hacen parte de la población de interés, ni se consideraron los estudiantes PFU como desertores, pues su salida de la universidad no corresponde a una decisión voluntaria.

Los principales resultados encontrados evidencian que la mayor deserción se presenta en los primeros semestres (entre el primero y el quinto), así mismo se encontró que en esta facultad las mujeres y los estudiantes con mejores capacidades económicas presentan mayor riesgo de deserción, adicionalmente se identificó una relación inversa entre la edad y el riesgo de desertar.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias, Especialización en Estadística, Director: Gabriel Yáñez Canal

ABSTRACT

TITLE: MEASURING THE FACTORS ASSOCIATED WITH STUDENT DESERTION IN UNDERGRADUATE PROGRAMS OF THE FACULTY OF PHYSICOMECHANICAL ENGINEERING OF THE UIS*

AUTHOR: Yexica Lizeth Martínez Fuentes **

KEY WORDS: Survival Analysis, Risk, Desertion, Discrete models

DESCRIPTION:

This study aimed to quantify the individuals, socioeconomics, academics and institutional effects factors associated with desertion undergraduates students of the Faculty of Physicomechanical Engineering of the UIS University who entered the institution in 2004.

The methodology was based on *survival analysis* using discrete-time models proposed by Prentice-Gloeckler and Meyer. This study took as desertion changing academic program (program transfer), the institution abandonment or academic idle for two or more consecutive semesters, and had a follow-up period of 20 semesters. By decision of the author, were excluded the graduates students, because they were not part of the interest population also the students "PFU" were not considered as deserters that does not correspond to a voluntary decision.

The main results show that most desertion occurs in the first six months (between the first and fifth), also the study found that in this faculty women and students with better economic conditions have an increased risk of desertion, additionally was identified an inverse relationship between age and the risk of desertion.

* Grade work

** Facultad de Ciencias, Especialización en Estadística, Director Gabriel Yáñez Canal

INTRODUCCIÓN

Los diferentes momentos históricos, tanto en los países desarrollados como en vía de desarrollo, perciben la educación de forma diferente, pasando de entenderla como un mecanismo para conservar los estratos sociales, hasta llegar a concebirla como una estrategia para garantizar la igualdad de oportunidades, independiente de los entornos socioeconómicos de los educandos¹.

En Colombia, la Educación Superior, a diferencia de la educación básica, continúa considerándose un servicio; no obstante, el gobierno nacional, al igual que otras naciones y acorde con los lineamientos internacionales de la UNESCO, ha emprendido esfuerzos por aumentar el acceso de más estudiantes a la educación superior, como una estrategia para la disminución de la pobreza y el cierre de brechas sociales.

Esta estrategia de masificación educativa representa un gran avance nacional, pues reconoce la educación como mecanismo de transformación social. Sin embargo, lograr un verdadero impacto, más allá de las estadísticas de ingreso, requiere una mirada integral del sistema, que reevalúe las estrategias para garantizar la calidad en las instituciones públicas y privadas, la oferta de programas pertinentes con las necesidades de formación del país, y que brinde el apoyo permanente de los estudiantes dentro del sistema, con el ánimo de garantizar la graduación de los matriculados. Este último aspecto está relacionado directamente con la disminución de las tasas de deserción, que según estudios del Ministerio de Educación Nacional² alcanzó en el año 2012 en todo el país un

¹ Fernández, M. Análisis del contexto educativo en el contexto social. En: Carrasco, M (Comp). *Conocer y comprender las organizaciones educativas: una mirada a las cajas chinas*. Madrid: Ediciones pirámides.2013, p. 42-55. Madrid: Ediciones Pirámide.

² Ministerio de Educación Nacional. *Cómo rinde la educación superior: así vamos en acceso y permanencia de la Educación Superior*, Bogotá: (junio) 2013.

45,3%, presentándose la mayor afectación en las áreas de ingenierías y la menor en ciencias de la salud, con tasas del 50,4% y 39,6% respectivamente.

Si bien la deserción es una problemática que se presenta en todos los niveles educativos, este estudio se ubica en la Educación Superior, donde este fenómeno se define como la situación a la que se enfrenta un estudiante cuando aspira y no logra concluir su proyecto educativo, considerándose como desertor a aquel individuo que siendo estudiante de una institución de educación superior no presenta actividad académica durante dos semestres académicos consecutivos³

Las pérdidas que genera la deserción se evidencian desde diversos ámbitos: en primer lugar, la acumulación de capital humano es un factor determinante en la disminución de la pobreza, razón por la cual unas elevadas tasas de deserción limitan las posibilidades de crecimiento y desarrollo económico de una nación.

En segundo lugar, en términos financieros, la deserción constituye una pérdida de recursos tanto para el Estado que subsidia la Educación Superior, como para los estudiantes que financian de forma autónoma sus costos de formación. En términos institucionales, el abandono escolar amenaza los propósitos de ampliación de la cobertura del sistema de Educación Superior alterando el cumplimiento de sus fines sociales, el uso adecuado de los recursos que en ella se invierten y su propósito de contribuir por medio de la formación al desarrollo científico y tecnológico de la nación⁴.

El presente trabajo aborda el problema de la deserción en la Universidad Industrial de Santander (UIS), a nivel de pregrado en la Facultad de Ingenierías

³Tinto, Vincent. Limits of Theory and practice in student attrition. En: The Journal of Higher Education. November-December, 1982, Vol, 53, p.687-700. GIOVAGNOLI, Paula. Determinantes de la Deserción y Graduación universitaria. Trabajo de grado de Maestría de la UNPL. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Económicas, 2001. 38 p.

⁴ Universidad Nacional de Colombia. Gestión de Supervivencia. Graduación, Deserción y Rezago en la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Dirección Nacional de Bienestar Universitario, 2007.p.30.

Fisicomecánicas, donde se encuentran los programas con mayor deserción en la UIS⁵. El análisis se realizó a través del seguimiento de la Cohorte del año 2004, buscando cuantificar la influencia de los factores socioeconómicos, individuales, institucionales y académicos que influyen en este fenómeno.

La técnica estadística utilizada fue el Análisis de Supervivencia, la cual permite analizar la ocurrencia de un fenómeno (en este caso la deserción), a través de un periodo de seguimiento, estableciendo una probabilidad de ocurrencia (riesgo), asociada a posibles factores explicativos, en cada momento estudiado. Los datos empleados provienen de cuatro dependencias de la Universidad; Vicerrectoría Académica, División de Admisiones y División Financiera, las cuales suministraron información de variables personales, académica, económica e institucional de cada uno de los estudiantes.

Al asumir como muestra de estudio los estudiantes aún activos, los desertores y los que quedaron por fuera de la Universidad por bajo rendimiento académico (PFU), donde estos últimos se consideraron censurados, se encontró, de manera general, una probabilidad de supervivencia del 33% al finalizar el periodo de estudio, hallando diferencias en dicha probabilidad según el sexo de los estudiantes, su edad, y sus características económicas.

De acuerdo a lo anterior, el presente documento se compone de cinco capítulos estructurados de la siguiente forma:

El primer capítulo contiene los antecedentes relacionados con estudios de deserción universitaria en el ámbito internacional, nacional y local, los cuales han utilizado como técnica estadística el Análisis de Supervivencia; en el segundo capítulo contiene una breve descripción del análisis de supervivencia, desde los

⁵ Universidad Industrial de Santander, Vicerrectoría académica. Diagnóstico de las causas de Deserción y Retención Estudiantil en los Programas de Pregrado Presencial de la Universidad Industrial de Santander: Bucaramanga, GAFARO ROJAS, Inés, *et al*; 2011, p. 2-64.

conceptos básicos hasta la descripción de los principales modelos utilizados y sus supuestos; en el tercer capítulo se describe la metodología utilizada, presentando el modelo y las variables seleccionadas y la organización de los datos para el procesamiento informático; el cuarto capítulo contiene los resultados encontrados, y en el quinto se muestran las principales conclusiones del estudio.

1. ANTECEDENTES

Son diversas las teorías que se han utilizado para explicar el fenómeno de la deserción en la educación superior.

Las teorías del suicidio de donde se toma a la deserción como análoga al suicidio en la sociedad y los análisis costo-beneficio de la educación desde una perspectiva económica que planteaba usos alternativos del dinero invertido en educación, fueron las primeras corrientes teóricas que sirvieron de base para los estudios de deserción en los años 70.

Autores como Tinto (1975) abordaron la deserción desde la perspectiva de la integración y la adaptación del estudiante a la institución educativa, mientras otros como Cabrera, Nora y Asker (1999), desde una perspectiva económica argumentaban que la decisión de desertar o continuar los estudios de educación superior respondía a un análisis de beneficios sociales y económicos de esta decisión en contraste con actividades alternas que podía tomar el estudiante⁶.

Si bien no existe un consenso definitivo sobre la definición de deserción, pues esta depende de la perspectiva desde la cual se analiza, la literatura y los estudios empíricos recientes sobre el tema concuerdan en el establecimiento de unas dimensiones de análisis en torno a esta problemática.

La deserción en educación superior puede ser analizada desde las dimensiones de tiempo y espacio. En el primer caso, se diferencia la *deserción precoz*, donde el individuo que habiendo sido admitido por la institución de educación superior no se matricula; la *deserción temprana* correspondiente al abandono de los estudios en los primeros semestres del programa y la *deserción tardía*, donde el abandono se presenta en los últimos semestres. Con relación al espacio, puede analizarse la

⁶ Universidad Nacional de Colombia e ICFES. Estudio de la Deserción Estudiantil en la Educación Superior en Colombia. Bogotá: convenio 107/2002 un-icfes.

deserción institucional, situación en la cual el estudiante abandona una institución en particular, la deserción interna o del programa académico donde al alumno decide cambiarse a otro programa que ofrece la misma institución de educación superior y la deserción del sistema de educación superior, que corresponde a los abandonos del sistema de educación formal⁷.

La deserción en educación superior puede ser explicada, por diversos factores. Cabrera, et al⁸ y Giovagnoli⁹, destacan los factores *individuales, socioeconómicos, académicos e institucionales*, cada uno de estos con un conjunto de variables explicativas, tal como se presenta en la siguiente tabla.

TABLA 1. DETERMINANTES DE LA DESERCIÓN ACADÉMICA

Individuales	Socioeconómicos	Académicos	Institucionales
Edad	Estrato social	Orientación profesional	Normatividad académica
Género	Situación laboral del estudiante y sus padres	Tipo de colegio en secundaria	Becas y formas de financiamiento
Estado Civil	Dependencia económica	Rendimiento académico	Recursos universitarios
Calamidad y/o problemas domésticos	Personas a cargo	Métodos de estudio	Relación con profesores y estudiantes
Expectativas no satisfechas	Nivel educativo de los padres	Examen de admisión	Grado de compromiso en la institución
Incompatibilidad horario	Entorno familiar	Insatisfacción con el programa	Calidad del programa
	Entorno macroeconómico del país	Carga académica	
		Repitencia	

Fuente: Icfes, 2002.

⁷ Ministerio de educación Nacional. Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento y elementos para su prevención: Ministerio de educación nacional, Bogotá, 2009.

⁸ Cabrera, Guillermo; Oviedo, Ricardo; Puentes, Jairo; Santamaría, Carlos. *Caracterización Sociológica Del Estudiante Universitario*. Departamento de Sociología de la Universidad de Nariño, Pasto, 1998.

⁹ Giovagnoli, Paula. *Determinantes De La Deserción Y Graduación Universitaria: Una Aplicación Utilizando Modelos De Duración*, 2002.

Las metodologías estadísticas utilizadas para analizar la deserción han cambiado, pasando de modelos de regresión logit, probit y análisis discriminante para estimar el riesgo de desertar en un punto determinado del tiempo, a los enfoques dinámicos, que reconocen que la deserción depende de una variedad de factores, y que, además, el riesgo de desertar no es constante en el tiempo.

Bajo este nuevo enfoque, la metodología utilizada por los recientes estudios de deserción se basan en los modelos de supervivencia, o modelos de duración, los cuales permiten responder a las preguntas: cuándo es más probable que deserte un estudiante y qué factores influyen en ese evento.

Bajo esta nueva perspectiva diferentes instituciones tanto internacionales como nacionales han realizado estudios recientes en este tema. Díaz¹⁰, en su estudio denominado *Factores de Deserción Estudiantil en Ingeniería: Una Aplicación de Modelos de Duración* analizó la deserción de los estudiantes de tres carreras de ingeniería de la cohorte del año 2004 hasta enero del año 2007 de la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile. Este estudio mostró que la mayor probabilidad de desertar se presenta en los tres primeros semestres académicos, y en estudiantes que provienen de colegios financiados por el estado, contrario a esto, se identifican como factores determinantes de la retención un alto promedio ponderado acumulado, disponer de crédito universitario, mayor puntaje de la prueba de selección universitaria, provenir de un establecimiento educativo de enseñanza media científico-humanista y altos ingresos familiares.

A nivel nacional, se destaca el estudio de Castaño et al., denominado *Deserción estudiantil universitaria: una aplicación de modelos de duración*¹¹, cuyo objetivo fue cuantificar el impacto de las causas de deserción en la Universidad de

¹⁰ Díaz, J Cristhian. Factores de Deserción Estudiantil en Ingeniería: Una Aplicación de Modelos de Duración. Concepción, Chile Revista: Información Tecnológica Vol. - 20 Nº 5,2009.

¹¹ CASTAÑO, Elkin. *Et al.* Deserción estudiantil universitaria: una aplicación de modelos de duración. En: Revista Lecturas de Economía no. 60. Medellín, 2004, p. 39-65.

Antioquia, teniendo en cuenta las características socioeconómicas, académicas, personales e institucionales de los estudiantes, además de calcular el riesgo a través del tiempo de permanencia del alumno en la universidad. Para eso, los autores eligieron la cohorte 1996-II de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, utilizando información del sistema de registro y matrícula de la Universidad y una encuesta aplicada a los participantes del estudio. Este estudio utilizó como metodología el modelo de riesgo proporcional para tiempo discreto planteado por Prentice-Gloeckler¹² y las adaptaciones de Meyer¹³ para incluir la heterogeneidad no contemplada en las variables explicativas del modelo.

Este estudio concluyó que los estudiantes de sexo masculino, los solteros, los que viven independientemente y los que sufrieron algún tipo de calamidad doméstica, muestran mayor riesgo de deserción; no recibir orientación profesional previa, egresar de un colegio privado, haber desertado anteriormente de otra universidad y no contar con experiencia académica anterior, incrementan el riesgo de deserción, contrario a lo que ocurre con los estudiantes que toman un mayor número de créditos cursados y obtienen un mayor promedio por semestre.

El estudio *Determinantes de la deserción universitaria en la Facultad de Economía Universidad del Rosario*, es una experiencia similar que tuvo por objetivo determinar los factores (individuales, socioeconómicos y académicos) que inciden sobre la probabilidad de riesgo de desertar en los programas de Economía y Finanzas y Comercio Internacional para las cohortes 2001-II y 2002-I de esta institución universitaria, utilizando para ello los modelos de duración.

Los resultados mostraron que los estudiantes de sexo masculino, la vinculación de los estudiantes al mercado laboral y los estudiantes provenientes de otras regiones, tienen mayor riesgo de deserción; de igual forma, la edad del estudiante

¹² PRENTICE, R and GLOECKLER, A. Regression Analysis of grouped Survival Data with Application to Breast Cancer Data. En: Biometrics. March, 1978. Vol. 74 ,no. 1, p.57-67.

¹³ MEYER, Bruce .Unemployment Insurance and Unemployment Spells. En: Econometrica, Julio, 1990. Vol.58, no.4, p.1-34.

incrementa el riesgo, a pesar que este efecto decrece marginalmente ante aumentos de esta variable¹⁴.

Otro estudio similar se realizó en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali¹⁵, cuyo objetivo fue identificar cuándo es más probable que un alumno abandone o se gradúe en la universidad y cuáles son las características individuales y académicas que más se relacionan con la duración y riesgo de cada evento.

La metodología de este estudio se basó en los modelos de supervivencia en tiempos discretos planteados por Prentice-Gloeckler¹⁶ y Meyer¹⁷, siendo el segundo el que mejor se ajustó a los datos utilizados. La muestra de la investigación estuvo conformado por los estudiantes matriculados en el segundo semestre de 2002 (cohorte 2002-II), de quienes se disponía de información completa, resultando una total de 952 estudiantes de las facultades de Ciencias Económicas y Administrativas, Humanidades y Ciencias Sociales y de Ingenierías.

En este estudio se asumió como desertores a los estudiantes que en el primer semestre de 2008 se encuentran inactivos, se tomó como observaciones censuradas a quienes continuaban en la universidad y no tuvo en cuenta a la subpoblación de graduados.

Como resultados se encontró que no existe diferencia significativa en las funciones de supervivencia de hombre y mujeres, ni entre las facultades de ingenierías y ciencias económicas, y el mayor riesgo de deserción se encuentra en

¹⁴ LOPERA, Carolina. Series documentos: revista Borradores de investigación de economía. En: Determinantes de la deserción universitaria en la Facultad de Economía Universidad del Rosario. Febrero, 2008. No. 95, p.1-26.

¹⁵ Osorio, Ana María, *et al.* Deserción y graduación estudiantil universitaria: una aplicación de los modelos de supervivencia. En: Revista Latinoamericana de Educación Superior.2012. Vol.3, No. 6, p. 31-57.

¹⁶ PRENTICE, Op. cit., p. 57-67

¹⁷ MEYER, Op. cit., p. 757-782.

los primeros semestres. Las características individuales de los estudiantes no fueron significativas para el modelo.

Las variables de tipo académico mostraron ser las únicas que explican la deserción, de esta forma se encontró que el desempeño académico representado por el puntaje en el ICFES en la prueba de matemáticas, no explica el riesgo de desertar, sin embargo, venir de otro programa académico aumenta en 1.51 veces el riesgo de desertar en relación con los que iniciaron por primera vez un programa; de igual forma se evidenció que entre mayor era la proporción entre créditos aprobados y matriculados, menor era el riesgo de desertar.

De la misma forma, la universidad Eafit, realizó en el 2010 el estudio “Análisis de la deserción estudiantil en los programa de pregrado de la universidad Eafit”¹⁸, cuyo objetivo fue determinar los factores que inciden sobre la deserción estudiantil en 14 programas de pregrado de esta institución, para las cohortes 2001-1, 2002-1 y 2003- 1.

En este estudio asumió como desertor al estudiante que interrumpió o se desvinculó por dos semestres su proceso académico.

El tiempo de observación considerado por estudiante fue de 12, 14 y 16 semestres académicos, según la cohorte, las cuales se escogieron así, para reducir el sesgo por el “efecto cohorte”, es decir, la posibilidad de que algunas cohorte presentaran características muy distintas con respecto a las tendencias de deserción que normalmente presentan las cohortes de todos los programas de dicha institución. El análisis se realizó a partir de información de factores individuales, académicos, económicos e institucionales proveniente de las bases de datos de la universidad, el Sistema para la Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES) y el ICETEX; y complementada con una encuesta

¹⁸ Montes, Isabel; Almonacid, Paula; Gómez, Sebastián; Zuluaga, Francisco y Tamayo, Esteban. Análisis de la deserción estudiantil en los programa de pregrado de la universidad Eafit, Medellín, 2010. Disponible en: [file:///C:/Users/yexic_000/Downloads/1266-4112-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/yexic_000/Downloads/1266-4112-1-PB%20(1).pdf)

aplicada directamente a los desertores. Esta información se analizó a través de modelos transversales (logit) y longitudinales (supervivencia).

Los principales resultados de este estudio mostraron que la deserción de los programas académicos alcanza el 52%, donde: el 9% es deserción no institucional o transferencia a otros programas, mientras el 43% abandonan la institución. Este fenómeno ocurre en la mayoría de los casos en los primeros semestres (del primero al cuarto) y se explica fundamentalmente por variables académicas.

Respecto al sexo, la mayor deserción se da en los hombres y entre las variables socioeconómicas que más influyen son el nivel educativo de la madre, la posición entre hermanos y número de hermanos. Las condiciones académicas de entrada mostraron relevancia, en este sentido, los estudiantes con bajo puntaje en las pruebas ICFES y que ingresan de una categoría de Colegio inferior o muy inferior presentan mayor riesgo.

En el ámbito local, la Universidad Industrial de Santander, en el año 2011, bajo la dirección de la Vicerrectoría Académica, realizó el estudio *Diagnóstico de las causas de deserción y retención estudiantil en los programas de pregrado presencial de la Universidad Industrial de Santander*, el cual buscó determinar las causas de deserción y retención estudiantil en los programas de pregrado de la Universidad. Esta investigación asocia la *retención* con “prolongación del tiempo de permanencia en la universidad más allá de la duración total establecida para cada uno de los programas académicos de pregrado presencial”¹⁹

La UIS adoptó como definición de deserción la siguiente: *una unidad de medida según la cual, un estudiante abandona un programa académico de manera forzosa o voluntaria. Se refiere al número de alumnos matriculados que no siguen la trayectoria normal de la carrera, por retiro de ella o por demorarse más tiempo*

¹⁹ Universidad Industrial de Santander.Op.cit., P. 2

*del previsto para finalizarla. Desde esta perspectiva, el fenómeno comprende a quienes cancelan matrícula, semestre o no se matriculan. Es decir cuando el estudiante se retira sin completar un programa académico, asociando el retiro parcial con una forma de deserción potencial*²⁰

Este estudio tuvo un enfoque cuantitativo, diseño transversal y carácter descriptivo; analizó 29 programas de pregrado de las cinco facultades de la Universidad, durante los años 2002-2008, con una muestra total de 350 desertores y 311 retenidos. Las fuentes de información utilizadas fueron las bases de datos disponibles en el SPADIES y la información primaria recolectada a través de la aplicación de un instrumento propio.

Este estudio identificó que el programa académico que presentó la mayor tasa de deserción en el periodo de estudio fue Ingeniería de Sistemas; acorde con esto, la facultad que presentó la mayor tasa de este fenómeno fue Físico Mecánicas (44%). Al igual que lo concluido en la investigación de Castaño et al en Universidad de Antioquia²¹, la mayor deserción en todos los programas corresponde a *Deserción Temprana*, con una tasa del 44%. Se resalta que la principal causa de deserción entre los participantes de este estudio fue insatisfacción con el programa académico que cursaban (19,7%) y desertan en mayor proporción los estudiantes que ingresaron a la Universidad en la segunda cohorte del año.

²⁰ Ibid.,p.1

²¹ CASTAÑO.Op.cit,p.1-28.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Análisis de supervivencia

El *análisis de supervivencia* es un conjunto de técnicas que permiten estudiar el tiempo hasta que ocurre un evento y su dependencia de otras variables. Los primeros usos del análisis de supervivencia se dieron en los años 70 y estuvieron ligados a la medicina, donde se buscaba determinar el tiempo hasta la muerte de pacientes que presentaban una enfermedad, el tiempo de remisión tras el inicio de un tratamiento o procedimiento médico, etc.; y a la ingeniería, donde se buscaba analizar la duración y fiabilidad de ciertas máquinas. Posteriormente su aplicación se generalizó a áreas como la Economía y Educación, entre otras.

Estas técnicas estadísticas permiten determinar el riesgo de ocurrencia de un evento y analizar cuándo es más probable que ocurra teniendo en cuenta la influencia de factores o predictores.

A diferencia de otros métodos, el análisis de supervivencia permite estudiar *información incompleta*, por pérdida de observaciones durante el periodo de estudio o la incorporación de sujetos en diferentes momentos del seguimiento²².

A continuación se hace una breve presentación de este método estadístico, utilizando como guía los planteamientos de Kleinbaum y Klein²³, Prentice y Gloeckler²⁴, Jenkins²⁵ y Osorio, Bolancé y Castillo²⁶.

²² Rebas, Pere . Conceptos básicos del análisis de supervivencia. En: Revista Cirugía Española.2005. p.222-230.

²³ Kleinbaum, David y KLEIN, Mitchel. Survival Analysis. A self –Learning Text. 2 ed. USA. GAIL, M.Springer, 2005. ISBN-10.0-387-23918-9.

²⁴ PRENTICE.Op.cit.,p. 57-67.

²⁵ Jenkins, S. Discrete time proportional hazards regression. En: Stata Technical Bulletin. September, 1997.STB- 39.P.19-32.

En el análisis de supervivencia intervienen elementos y conceptos fundamentales que se explican a continuación:

2.1.1 *Evento*: suceso de interés en un estudio, se evalúa su ocurrencia durante un periodo de tiempo determinado. En medicina los posibles eventos de interés son muerte o remisión, en economía puede analizarse el desempleo, fusión bancaria, cumplimiento crediticio, entre otros, y en el campo de la educación es frecuente su uso en el análisis de la deserción estudiantil.

2.1.2 *Periodo de observación*: intervalo de tiempo en el cual se hace seguimiento al grupo de elementos o sujetos participantes en el estudio. Define un periodo de inicio y finalización, los cuales deben respetarse con exactitud.

2.1.3 *Tiempo de supervivencia*: periodo desde el comienzo de observación de un individuo hasta que experimente el evento de interés. Este momento también se conoce como *tiempo de falla*. Esta es la variable aleatoria de interés en el análisis de supervivencia y se denota por la letra T.

2.1.4 *Censura*: la censura está relacionada con la pérdida de información por factores que se escapan del factor experimental. De esta forma un elemento es “censurado” cuando se pierde durante el periodo de estudio o es imposible identificar el momento en el cual le ocurre el evento de interés. Teóricamente se identifican tres tipos de censuramiento:

Censuramiento a la derecha: los sujetos participantes no presentaron el evento de interés durante el periodo de observación, por tanto su ocurrencia

²⁶ OSORIO, Ana-María; BOLANCÉ, Catalina. y CAICEDO CASTILLO, Maribel. Deserción y graduación estudiantil universitaria: una aplicación de los modelos de supervivencia. *En*: Revista Iberoamericana de Educación Superior.2012, Vol. 3, no.5, p. 31-57.

está más allá del tiempo de estudio. Este mecanismo de censuramiento incluye también las observaciones que se perdieron durante el seguimiento y las que son removidas del estudio.

Censuramiento a la izquierda: se conoce la ocurrencia del evento de interés pero se desconoce el momento en el que ocurrió.

Censuramiento en intervalo: Se presenta en estudios con periodos de observación intermitente, por lo tanto se desconoce el tiempo exacto de ocurrencia del evento, lo único que se tiene es que el suceso ocurrió en un intervalo de tiempo.

2.2 Función de Supervivencia:

Se define como la probabilidad que un individuo sobreviva desde el origen del tiempo de observación por lo menos hasta un tiempo t determinado.

Sea T una variable aleatoria no negativa que mide el tiempo de ocurrencia del evento con función de distribución $F(t)$, que da cuenta de la probabilidad de ocurrencia del evento hasta el tiempo t , y función de densidad de probabilidad $f(t)$. La función de supervivencia $S(t)$ es:

$$S(t) = 1 - F(t) = P [T > t]$$

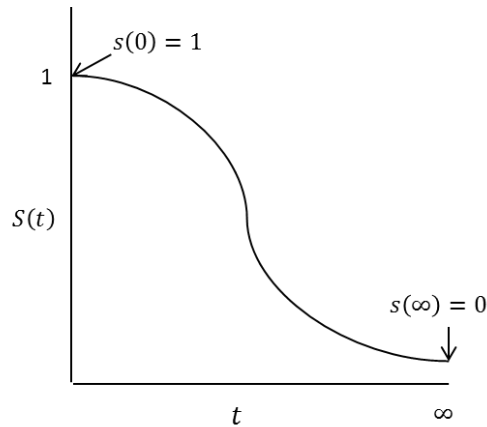
$$S(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt$$

Propiedades de la función de supervivencia:

- $0 \leq S(t) \leq 1$

- Función decreciente
- $S(0) = 1$ y $\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = 0$

GRÁFICA 1. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA TEÓRICA



2.3 Función de Riesgo

La función de riesgo, también conocida como *tasa instantánea de falla*, representa la tasa de ocurrencia del evento en un tiempo t determinado dado que ha sobrevivido hasta ese momento; a diferencia de la función de supervivencia, que se centra en no tener un evento, la función de riesgo se centra en que el evento ocurra, se denota por $h(t)$, y toma la siguiente forma:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t < T \leq t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t}$$

En esta expresión el numerador es una probabilidad condicional $P(A|B)$ que expresa la probabilidad de que el tiempo de supervivencia T de una persona

ocurra en el intervalo de tiempo comprendido entre t y $t + \Delta t$ (Δt denota un pequeño intervalo de tiempo) dado que el tiempo de supervivencia es mayor o igual a t :

$$P(t < T \leq t + \Delta t / T \geq t) = \frac{P(t < T \leq t + \Delta t)}{P(T \geq t)} = \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{S(t)} \quad (1)$$

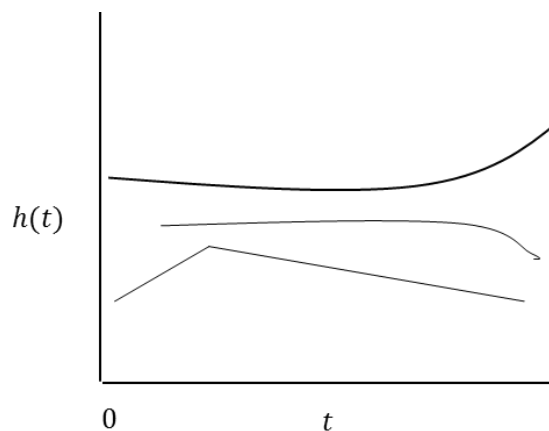
Esta función tiene como resultado una *probabilidad por unidad de tiempo*.

La escala de esta razón no se encuentra entre $[0, 1]$, puede estar entre $[0, \infty]$ y depende de la unidad de medida de T (días, meses, semestres, años, etc.); por eso $h(t)$ no es una probabilidad sino una *tasa de riesgo instantánea*.

Contrario a la función de supervivencia, $h(t)$ no es necesariamente una función decreciente, ni debe iniciar en 1; sus características fundamentales son:

- Es una función no negativa
- No tiene límite superior

GRÁFICA 2. FUNCIONES DE RIESGO



Relación entre la función de supervivencia $S(t)$ y la función de riesgo $h(t)$

Existe una relación definida entre $S(t)$ y $h(t)$, por tanto cuando se tiene una de estas medidas se puede obtener la otra; en consecuencia, cualquiera de las dos puede ser la base de un análisis estadístico. A continuación se demuestra la relación entre estas dos funciones.

Aplicando la expresión (1) se tiene que

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t < T \leq t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{S(t) \Delta t}$$

Aplicando la definición de derivada y la relación existente entre la función de probabilidad y la función de densidad se obtienen las siguientes expresiones:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \Delta t) - F(t)}{\Delta t} \frac{1}{S(t)}$$

$$h(t) = \frac{F'(t)}{S(t)}$$

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (2)$$

La expresión (2) muestra la estrecha relación que existe entre la función de riesgo, la función de supervivencia (son inversamente proporcionales) y la función de densidad de probabilidad de la variable T .

2.4 Selección de modelos para el análisis de supervivencia

Al igual que en otras técnicas estadísticas, los resultados del análisis de supervivencia dependen de la selección de un modelo adecuado que tenga en cuenta las características del conjunto de datos.

Uno de los aspectos a tener en cuenta en la selección del mejor modelo es la distribución de los datos: dependiendo del conocimiento que se tenga sobre dicha distribución, se puede optar por modelos paramétricos o no paramétricos.

2.4.1 Modelos no-paramétricos

Este tipo de modelos se utilizan cuando hay incertidumbre en la selección de la distribución del conjunto de datos. Un modelo no paramétrico frecuentemente utilizado en el análisis de supervivencia es el de Kaplan Meier.

2.4.1.1 Modelo de Kaplan-Meier (KM)

Este modelo permite estimar la probabilidad de supervivencia (o no ocurrencia del evento de interés) en un intervalo de tiempo definido, basándose en los tiempos de observación (censurados y no censurados).

La variable de estudio es el tiempo que transcurre hasta que ocurre el evento, de esta forma la probabilidad de sobrevivir en un tiempo t está determinada por:

$$S(t_j) = S(t_{j-1}) \left(1 - \frac{d_j}{n_j}\right)$$

Donde:

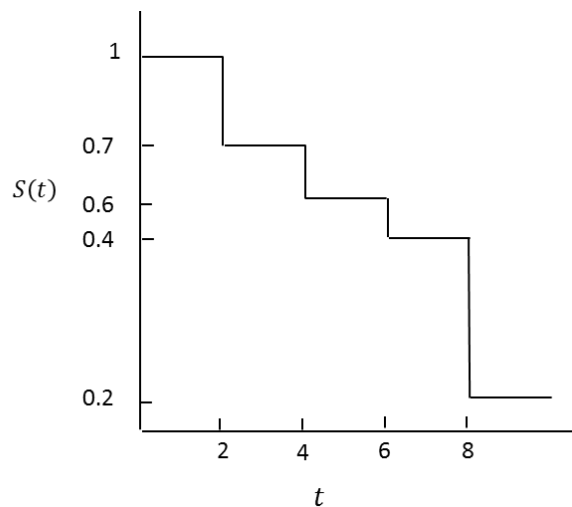
d_j es el número de eventos ocurridos en t_j

n_j es el número de sujetos que no han presentado el eventos de interés justo antes de t_j ,

Como se supone que los eventos se producen independientemente uno de otro, la probabilidad de sobrevivir hasta t_j es el producto de la función de supervivencia hasta el primer tiempo t_{j-1} multiplicada por la estimación de la probabilidad de sobrevivir en el tiempo transcurrido hasta t_j .

$S(t)$ es constante entre los tiempos de eventos, y por lo tanto la probabilidad estimada es una función escalón que cambia de valor solamente en el momento de cada evento, tal como se ilustra en la figura 3.

GRÁFICA 3. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA DE KAPLAN MEIER



2.4.1.2 Comparación de curvas de supervivencia-Logrank test

Es frecuente tener dentro en un mismo estudio diferentes subconjuntos de elementos con sus respectivas funciones de supervivencia las cuales se desean

comparar, como es el caso cuando se estudia el efecto que tiene un factor o variable categórica sobre la función de supervivencia. Una forma de evaluar si dos o más curvas de supervivencia de KM son equivalentes se logra a través de la prueba no paramétrica *Logrank-test*.

Este método compara la relación entre el número de eventos observados y esperados entre los grupos a través del siguiente estadístico de prueba:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^g \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Donde

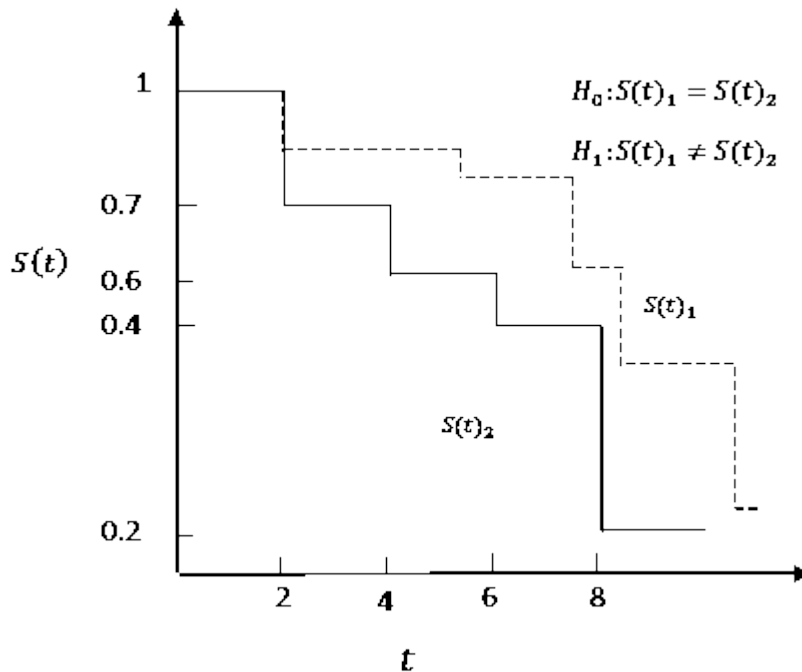
O_i es el número de eventos observados en el tiempo i .

E_i es el número de eventos esperados en el tiempo i .

El estadístico de prueba es un χ^2 con $(g-1)$ grados de libertad, donde g es el número de grupos; de esta forma se estima un p-valor para determinar la significación estadística de las diferencias entre las curvas de supervivencia.

Esta prueba difícilmente identifica diferencias en las curvas de supervivencia si estas se cruzan, por lo tanto antes de calcular este test es recomendable dibujar las curvas.

GRÁFICA 4. COMPARACIÓN ENTRE CURVAS DE SUPERVIVENCIA



Tanto las curvas de supervivencia (Kaplan - Meier) como la prueba logrank test son métodos de análisis univariado que describen la supervivencia con respecto al factor de investigación, pero ignoran el impacto de cualquier otro. Es más común que las investigaciones estén interesadas en analizar la influencia de otras variables como posibles predictoras del evento de interés, por lo tanto se hace necesario utilizar otro tipo de modelos multivariados, que permitan incorporar dichas variables adicionales. Estos modelos se presentan a continuación.

2.4.2 Modelos paramétricos:

Este tipo de modelos se utilizan cuando se tiene certeza acerca del tipo de distribución de los datos. Dentro de este grupo los más utilizados son el modelo

Weibull: $S(t) = e^{-\lambda t^a}$; exponencial: $S(t) = e^{-\lambda t}$, Log-logístico: $S(t) = \frac{1}{1+e^{\lambda t^k}}$, entre otros.

A pesar que los modelos paramétricos ofrecen las estimaciones más precisas, existen situaciones donde no es fácil identificar un tipo de distribución y una selección inadecuada puede conducir a conclusiones erróneas; en ese caso es mejor optar por otro tipo de modelos.

Estos modelos, al igual que los anteriores suponen eventos independientes entre sí. La atención se centra en las covariables que se miden en el momento de entrar en el estudio, que pueden ser continuas, binarias, categóricas etc.

Dada la naturaleza de este estudio no profundizaremos en este tipo de modelos.

2.4.3 Modelos semiparamétrico

Un modelo se considera paramétrico cuando la forma funcional que lo determina está, salvo los parámetros que se requiere estimar, completamente determinada. Ejemplos de modelos paramétricos son los mencionados previamente, Weibull, exponencial, etc. Por el contrario cuando el modelo tiene una parte especificada pero otra no, se conoce como modelo semiparamétrico, es el caso del modelo de *riesgo proporcional de Cox* que se presenta a continuación.

2.4.3.1 Modelo de Riesgo Proporcional de Cox

El modelo de Cox (riesgos proporcionales o PH) (Cox, 1972) es el enfoque multivariado más utilizado para el análisis de supervivencia. Se trata de un modelo de regresión de análisis de supervivencia que describe la relación entre la

incidencia de eventos, tal como se expresa por la función de riesgo, y un conjunto de covariables.

El modelo de Cox tiene la forma:

$$h_t(X_{it}) = h_0(t) * \exp(X'_i \beta)$$

Dónde:

$h_0(t)$ es la función de riesgo base y representa el riesgo si todos los x_i son iguales a cero. El "t" indica que el riesgo puede variar con el tiempo

X es el conjunto de covariables (x_1, x_2, \dots, x_i)

β es el conjunto de parámetros desconocidos $(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i)$

De esta forma, la función de riesgo $h_t(X_{it})$ depende de un conjunto de covariables (x_1, x_2, \dots, x_i) cuyo impacto se mide por el tamaño de los respectivos coeficientes $(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i)$.

La ausencia de la variable t en el exponente de la exponencial es indicativo de que los valores de las covariables son constantes en el tiempo. Una característica atractiva del modelo de Cox es que la función de riesgo base se calcula de forma no paramétrica, y a diferencia de la mayoría de los modelos estadísticos, no se supone que los tiempos de supervivencia siguen una distribución estadística particular.

Los $\exp(\beta)$ se llaman los coeficientes de riesgo, donde un coeficiente mayor a 1 indica una covariable que se asocia positivamente con el riesgo del evento de interés y, complementariamente, una relación negativa lo disminuye aumentando la supervivencia.

El supuesto de Riesgos Proporcionales

La *Razón de Riesgo* o *Riesgo Relativo* \widehat{HR} se define como el riesgo de un individuo dividido por el riesgo de otro individuo; estos individuos que se desean comparar se diferencian entre sí por los valores de sus grupos de covariables X 's tal como sigue:

$$\widehat{HR} = \frac{\hat{h}(t, X^*)}{\hat{h}(t, X)}$$

Dónde

$$X^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, \dots, X_i^*) \text{ y } X = (X_1, X_2, \dots, \dots, X_i)$$

$$\widehat{HR} = \frac{\hat{h}(t, X^*)}{\hat{h}(t, X)} = \frac{\hat{h}_0(t) \exp[\sum \hat{\beta}_1 X_i^*]}{\hat{h}_0(t) \exp[\sum \hat{\beta}_1 X_i]}$$

$$\widehat{HR} = \exp \left[\sum \hat{\beta}_1 (X_i^* - X_i) \right]$$

Como se observa en la expresión anterior, la razón de riesgo no depende del tiempo, es decir, el riesgo de un individuo es proporcional al riesgo de cualquier otro individuo todo el tiempo, esto es, la constante de proporcionalidad es independiente del tiempo. Esta es la esencia del modelo de riesgos proporcionales, lo cual implica que gráficamente las curvas de riesgo deben ser proporcionales y no se pueden cruzar.

De forma análoga a $h(t)$, la función de supervivencia en el modelo de Cox es:

$$S(t) = S_0(t) e^{\sum_{i=1}^p \beta_i X_i}$$

Esta expresión indica que la función de supervivencia en el tiempo t para un sujeto con el vector X como predictores, está dada por una función de supervivencia común $S_0(t)$ elevada a una potencia igual a la exponencial de la suma de los efectos de las covariables consideradas, $\beta_i X_i$.

Dado lo anterior, el modelo de riesgos proporcionales de Cox asume los siguientes supuestos:

- La razón de riesgos, para cualquier variable X , es constante a través del tiempo.
- La curva de supervivencia de un grupo debe estar siempre por encima de la curva de supervivencia del otro grupo; éstas no se pueden cruzar. Lo mismo sucede con las curvas de riesgo.
- Asume la inexistencia de heterogeneidad no observada, ya que toda la heterogeneidad presente entre los individuos es recogida en las variables explicativas.

Los modelos de supervivencia reseñados hasta este momento son aplicables cuando el evento de interés se analiza en tiempos continuos, sin embargo, algunos estudios, como el caso de la deserción académica se mide en tiempos discretos correspondientes a los semestres académicos. Para este tipo de situaciones se han desarrollado adaptaciones a los modelos anteriores como los que se describen a continuación.

2.4.3.2 Modelo de Prentice-Gloeckler para tiempos discreto

El modelo de Prentice y Gloeckler (1978) para tiempos discretos se basa en el modelo de riesgo proporcional de Cox (1972), asumiendo que los tiempos de duración están registrados como t_i agrupados en intervalos, y que las variables

explicativas son dependientes del tiempo entre intervalos pero fijas dentro de los mismos (Osorio y cols. 2012).

Como se mostró previamente, el riesgo de que un individuo presente el evento en el tiempo t , según el modelo de riesgos proporcionales de Cox está dado por:

$$h_t(X_{it}) = h_0(t) * \exp(X'_{it}\beta)$$

De igual forma, la probabilidad de sobrevivir hasta $t + 1$ dado que ha sobrevivido hasta t se puede expresar como:

$$P[T_i \geq t + 1 | T_i \geq t] = \exp \left[- \int_t^{t+1} h_i(u) du \right]$$

Dado que X_{it} es constante entre t y $t + 1$ esta ecuación puede escribirse como:

$$\exp \left[- \exp(X'_{it}\beta) * \int_t^{t+1} h_0(u) du \right]$$

$$P[T_i \geq t + 1 | T_i \geq t] = \exp[- \exp((X'_{it}\beta) + \gamma(t))]$$

Entonces las funciones de supervivencia y riesgo en tiempos discretos según lo planteado por Prentice y Gloeckler (1978) son:

$$S_t(X_{it}) = \exp[- \exp((X'_{it}\beta) + \gamma_t)]$$

$$h_t(X_{it}) = 1 - \exp\{-\exp[(X'_{it}\beta) + \gamma_t]\}$$

Donde:

$h_t(X_{it})$ Son las tasas de riesgo para el individuo i en el intervalo de duración discreto $t = 1, \dots, ti$

$\gamma_t = \ln \left\{ \int_t^{t+1} h_0(u) du \right\}$ representa el logaritmo de la función de riesgo base acumulada (o función de riesgo base integrada).

La diferencia fundamental entre el modelo de tiempos continuos y el modelo con tiempos discretos está en la interpretación de la función de riesgo; en el caso discreto es la *probabilidad condicional* mientras que en el caso continuo es una *tasa instantánea de riesgo* (Giovagnoli, 2011).

Meyer (1990) hizo un ajuste al modelo propuesto por Prentice y Gloeckler, buscando incluir una variable que recogiera la heterogeneidad no explicada por las variables predictoras; por lo tanto asumió que los atributos no observables de un individuo se pueden incorporar de manera multiplicativa en la función de riesgo a partir de una variable aleatoria ε , con distribución gamma, con media uno y varianza σ^2 , e independiente de X_{it} así:

$$h_t(X_{it}, \varepsilon) = \varepsilon_i h_0(t) * \exp(X'_{it}\beta)$$

La correspondiente función de riesgo en tiempo discreto es:

$$h_t(X_{it}) = 1 - \exp\{-\exp[(X'_{it}\beta + \gamma_t + \ln(\varepsilon_i))]\}$$

ε_i puede interpretarse como los errores de medición en las variables explicativas o en los tiempos de supervivencia (Jenkins, 2004, citado por Osorio, 2012).

Cuando la varianza de ε_i tiende a cero ($\sigma^2 \rightarrow 0$), es decir, no existe heterogeneidad no explicada, el modelo de Prentice y Gloeckler inicial resulta como el caso límite de este nuevo modelo (Jenkins, 1995a, 1995b).

3. METODOLOGÍA

Dadas las características de este estudio, donde el evento de interés (deserción) se registra en periodos semestrales, se utilizó el modelo de análisis de supervivencia de tiempos discretos planteado por Prentice-Gloeckler:

$$h_t(X_{it}) = 1 - \exp\{-\exp[(X'_{it}\beta + \gamma_t)]\}$$

$$S_t(X_{it}) = \exp\{-\exp[(X'_{it}\beta + \gamma_t)]\}$$

La población del estudio está conformada por 946 estudiantes de la Facultad de Físico Mecánicas de la UIS, que iniciaron su formación en el año 2004.

Recolección de información

En el modelo se incluyeron variables individuales, socioeconómicas, académicas e institucionales, tal como se muestra en la tabla 2. Toda la información fue suministrada por tres dependencias de la UIS: Vicerrectoría Académica, División de Admisiones y División Financiera:

TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

FACTOR	VARIABLE	VALORES
	ID	Número de identificación
	T	Tiempo
	CENSURA	1= Desertor, 0= Censurado
Académica	Tipo de colegio (TIPO_COLEGIO)	0=Público, 1= Privado
	Tiempo transcurrido entre el colegio y la universidad (T_COLEGIO_U)	0= Ingreso a la universidad menos de dos años después del grado del colegio, 1=ingreso al colegio después de dos años después de grado del colegio
	Periodo de ingreso (PER_INGRESO)	1= primer periodo académico, 2=segundo periodo académico
	Forma de ingreso (FORMA_INGRESO)	0=ICFES, 1=Simultaneidad, 2=Cambio de programa
	Estado actual (EST_ACTUAL)	0=Graduado, 1= Cambio de programa, 2= Condicional por 2da vez, 3= Retirado, 4= activo, 5= PFU
	Promedio ICFES (PROM_ICFES)	Promedio del puntaje obtenido en el ICFES en las áreas de Física, Matemática y Lenguaje
	Puntaje mínimo de ingreso a la Universidad (MIN_ICFES)	Puntaje mínimo obtenido en el ICFES en las áreas de Física, Matemática y Lenguaje
	PROMEDIO_POND_ACUM	Promedio acumulado registrado en el último periodo de análisis
	CONTINUIDAD	0= cursó todos los semestres de forma consecutiva, 1= presentó alguna interrupción en la matrícula
	COEF_VAR_PROM_SEM Prioridad en la selección del programa	0= coeficiente de variación del promedio semestral bajo, 1= coeficiente de variación del promedio semestral bajo y 2= coeficiente de variación del promedio semestral alto
INDICATIVO_PROG	0= primera opción, 1= segunda opción	
Económica	DEPENDENCIA	0= Dependiente, 1=Independiente
	VALOR_MATRÍCULA	0=menor a 1 smlv, 1= entre 1 y 2 smlv, 2=mayor a 2 smlv (smlv de 2004)
Individuales	Edad (EDAD)	Edad del estudiante
	Estado Civil (ESTADO_CIVIL)	0= soltero, 1=unión libre, 2=separado
	Género (GÉNERO)	0= Hombre, 1= Mujer
	Municipio de residencia (MUN_RESIDENCIA)	0= Bucaramanga o área metropolitana, 1= otro municipio
Institucional	Evaluación docente (PROM_EVA_DOCENTE)	Promedio de la calificación docente de las evaluaciones entregadas

Para la organización de la base de datos se cruzó la información proveniente de las cuatro dependencias señaladas; las principales dificultades estuvieron asociadas a diferencias en los reportes de cada dependencias, tales como:

- Diferencia en el reporte de las diferentes dependencias respecto al número de estudiantes que iniciaron sus programas académicos en el 2004.
- Ausencia de algún tipo de información para algunos estudiantes, como en el caso de los promedios semestrales y la evaluación docente
- A pesar que se contaba con la variable créditos cursados, no fue posible utilizarla en el análisis pues en algunos casos se registraban más créditos por nivel que el total de los créditos de los programas, una posible explicación para esto es que la universidad acumulaba los créditos cursados sin importar el programa académico en el cual haya esto matriculado un estudiante, lo cual dificulta la identificación de los créditos cursados correspondientes a al programa de formación actual o de interés para el estudio.

A pesar de contar inicialmente con una población de 946 estudiantes, la ausencia de información para algunos estudiantes obligó a eliminar del estudio a aquellos que carecían de información de alguna de las variables de interés; adicionalmente se excluyeron los graduados, quedando así 291 estudiantes para el estudio.

Definición de criterios para el análisis de supervivencia

Evento de interés: el evento de interés de este estudio es la deserción. Se asume como deserción tanto el cambio de programa académico (transferencia de programa), el abandono de la institución o la inactividad académica por dos semestres consecutivos o más; por lo tanto, los estudiantes cuyo estado o condición al finalizar el periodo de seguimiento fue “Activos”, “Condicionales por

segunda vez”, y “PFU” se consideran *censurados*, mientras los que se cambiaron de programa o se retiraron voluntariamente se consideran *desertores*.

El tiempo de seguimiento fue de 20 semestres académicos, contados a partir del momento en que los estudiantes iniciaron el programa de formación.

Para el análisis de los datos se utilizó el software Stata 11. Para el procesamiento de la información es necesario organizar matricialmente los datos, tal como se ilustra en la siguiente tabla:

TABLA 3. ORGANIZACIÓN DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA

Id	T	Δ	X₁	X₂.....	X_p
1	t ₁	δ_1	X ₁₁	X ₁₂	X _{1p}
2	t ₂	δ_2	X ₂₁	X ₂₂	X _{2p}
3	t ₃	δ_3	X ₃₁	X ₃₂	X _{3p}
.
.
.
.
n	t_n	δ_n	X_{n1}	X_{n2}	X_{np}

Cada fila contiene toda la información de cada sujeto.

La primera columna (**Id**) corresponde a la identificación de los sujetos, la segunda columna contiene el tiempo de supervivencia observado (**t**), la tercera columna (**δ**) es una variable dicotómica indicadora de la censura (1=presentó el evento; 0= sujeto censurado); las demás columnas contiene la información de las variables explicativas de interés en el modelo.

4. RESULTADOS

4.1 ANALISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS

La muestra de este estudio estuvo conformada por 291 estudiantes que iniciaron un programa de pregrado de la Facultad de Fisicomecánicas (Diseño Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil) en el primer y segundo periodo académico del 2004. De acuerdo a la revisión teórica referente a la deserción en educación superior, existen cuatro tipos de factores asociados a este fenómeno: factores individuales, académicos, económicos e institucionales.

A continuación se realiza un análisis exploratorio de las variables consideradas en este estudio, correspondiente a cada uno de los factores mencionados.

4.1.1 Factores individuales

Los factores individuales considerados fueron el sexo, la edad, el estado civil y el lugar de procedencia.

Los datos de este estudio evidencian un predominio de estudiantes hombres en la Facultad de Fisicomecánicas, quienes representan prácticamente el 78% del total de la muestra.

Según los datos de la Tabla 4, se puede inferir que el 90% de los estudiantes tenía al momento de ingreso máximo 20 años. El estudiante con menor edad dentro de

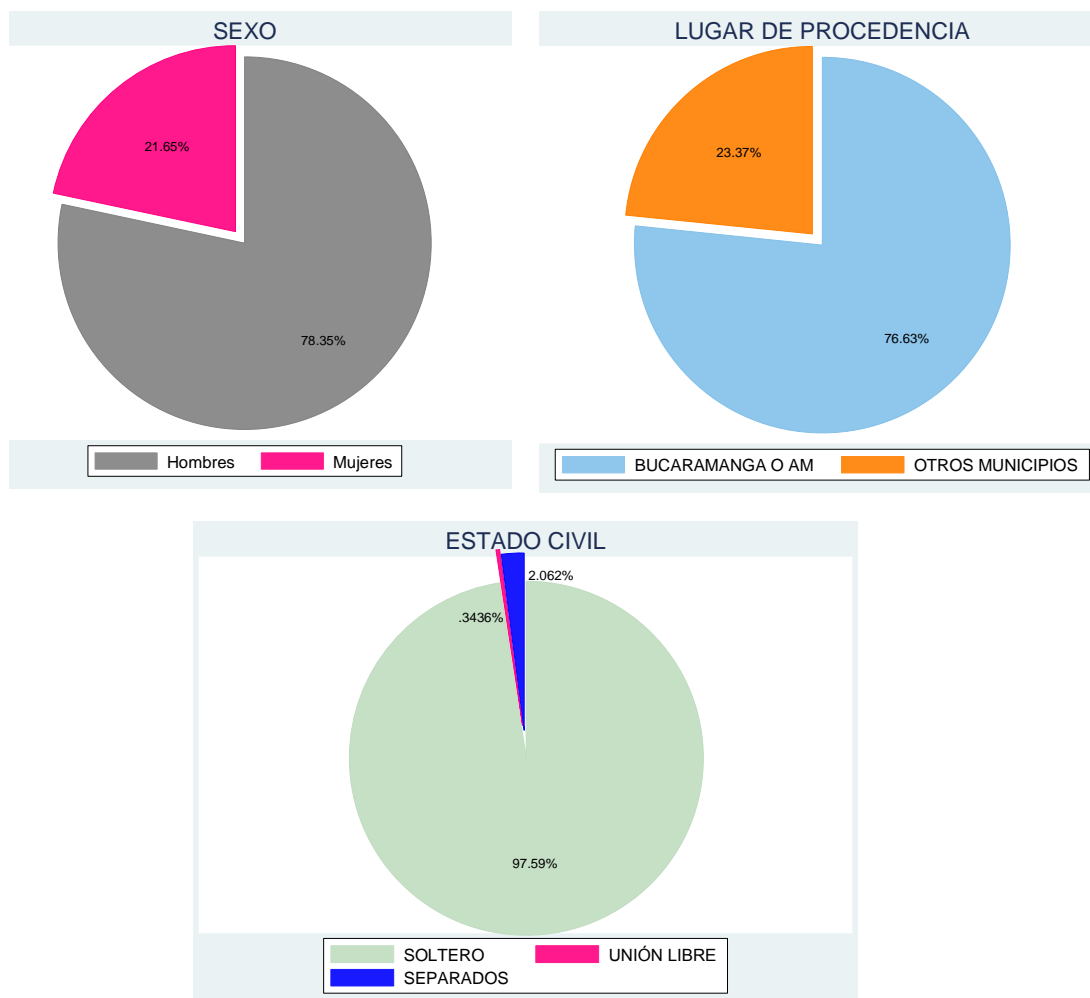
la muestra tenía 15 años y el de mayor edad tuvo 27 años, sin embargo estas edades son atípicas, el 50% de las observaciones está entre los 17 y 19 años.

TABLA 4. EDAD

EDAD				
	Percentiles	Smallest		
1%	15	15		
5%	16	15		
10%	16	15	Obs	291
25%	17	16	Sum of wgt.	291
50%	17		Mean	17.87285
		Largest	Std. Dev.	1.769761
75%	19	25		
90%	20	26	Variance	3.132054
95%	21	26	Skewness	2.044032
99%	26	27	Kurtosis	8.976558

Prácticamente todos los estudiantes que ingresaron en 2004 eran solteros (97%), casi las $\frac{3}{4}$ de ellos provenían de Bucaramanga o de su área metropolitana y solo la cuarta parte restante provenía de otras regiones del país (Ver Gráfica 5).

GRÁFICA 5: FACTORES INDIVIDUALES



4.1.2 Factores académicos

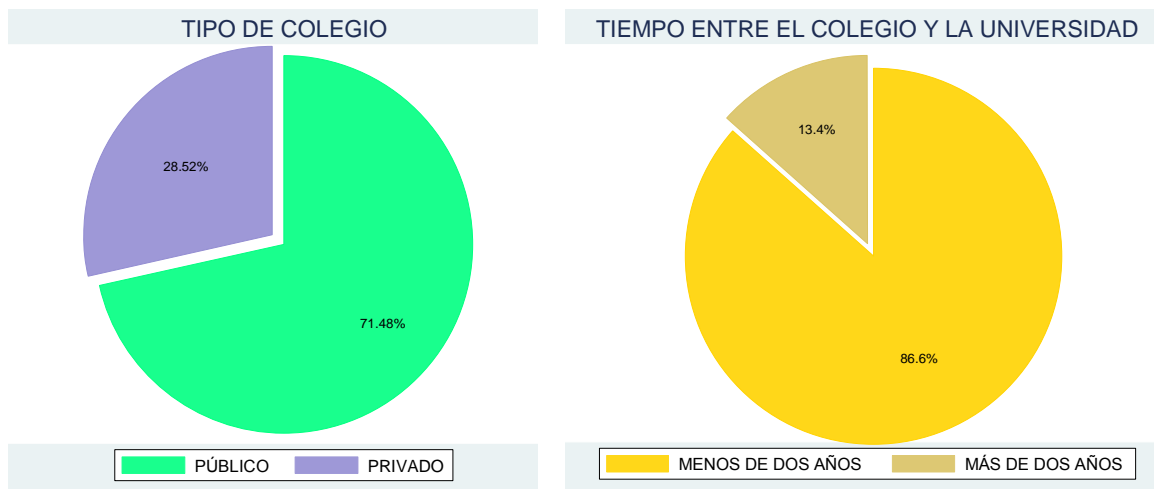
Los aspectos académicos tenidos en cuenta en este estudio fueron: el tipo de colegio del cual proceden los estudiantes (público o privado); el periodo de ingreso a la universidad (primer o segundo periodo académico), el promedio de los resultados en la prueba ICFES, teniendo en cuenta los puntajes de las áreas evaluadas por la universidad en el caso de los programas de la Facultad de Fisicomecánicas (Matemática, Física y Lenguaje), el puntaje mínimo del ICFES

obtenido en estas tres áreas, la prioridad otorgada al programa de estudio en el momento de la inscripción (primera o segunda opción), forma de ingreso a la Universidad y estado actual del estudiante (cambio de programa, condicional, PFU, retirado o activo).

A diferencia de los estudios de deserción identificados en la literatura, en este trabajo se incluyen tres nuevas variables académicas: a) tiempo transcurrido entre la graduación del colegio y el ingreso a la universidad para lo cual se adoptaron dos categorías; menos de dos años y más de dos años; b) continuidad académica, con dos categorías: tuvo continuidad desde el inicio del programa hasta el momento de reportar el estado actual, o dejó de estudiar por lo menos un semestre académico y c) coeficiente de variación del promedio semestral, como una variable indicadora de la estabilidad en el resultado académico durante el periodo de estudio, en este caso se consideró *inestable* los estudiantes cuyo coeficiente de variación fue superior al 20%.

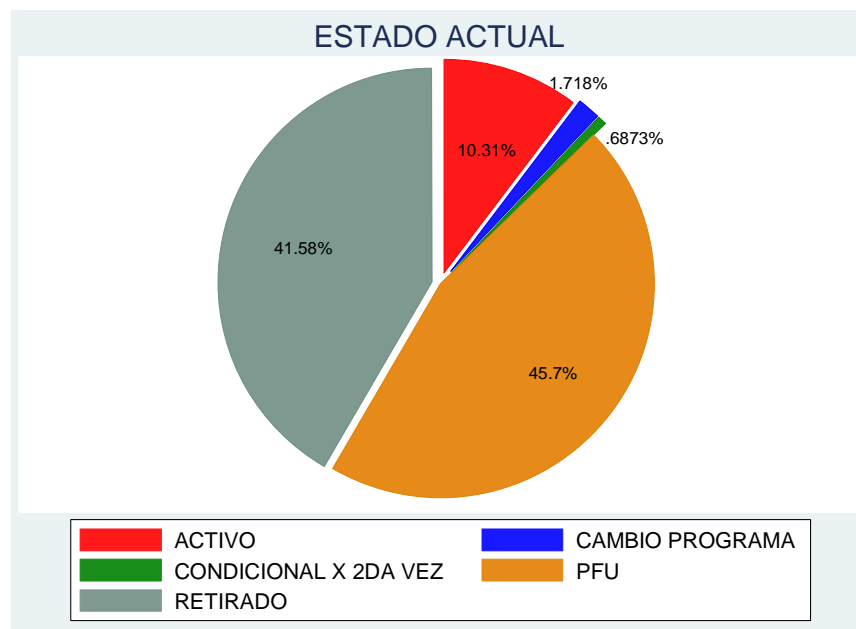
Tal como se observa en la Gráfica 6, cerca de $\frac{3}{4}$ partes de los estudiantes proceden de colegios públicos y el 87% tardó menos de dos años en ingresar a la universidad después de terminar el colegio. Del total de estudiantes que ingresaron en el 2004, el 52% lo hizo en el primer periodo académico.

GRÁFICA 6. ANTECEDENTES EDUCATIVOS



El total de los estudiantes ingresó a través de sus resultados en la prueba ICFES. El tiempo de seguimiento de este estudio fue de 20 semestres contados a partir del primer periodo académico de 2004 hasta el segundo del 2013. Al finalizar el tiempo de seguimiento se encontró que cerca del 12.72% continuaba en la universidad (10.31% activo, 1.72% cambió de programa y 0.69% estaba condicional por segunda vez), 45.7% quedó PFU y el 41% desertó. Cabe recordar que este estudio excluyó a los graduados, por lo tanto este reporte corresponde a los estudiante que luego de 20 semestres no obtuvieron su grado (Ver gráfica 7).

GRÁFICA 7. FACTORES ACADÉMICOS

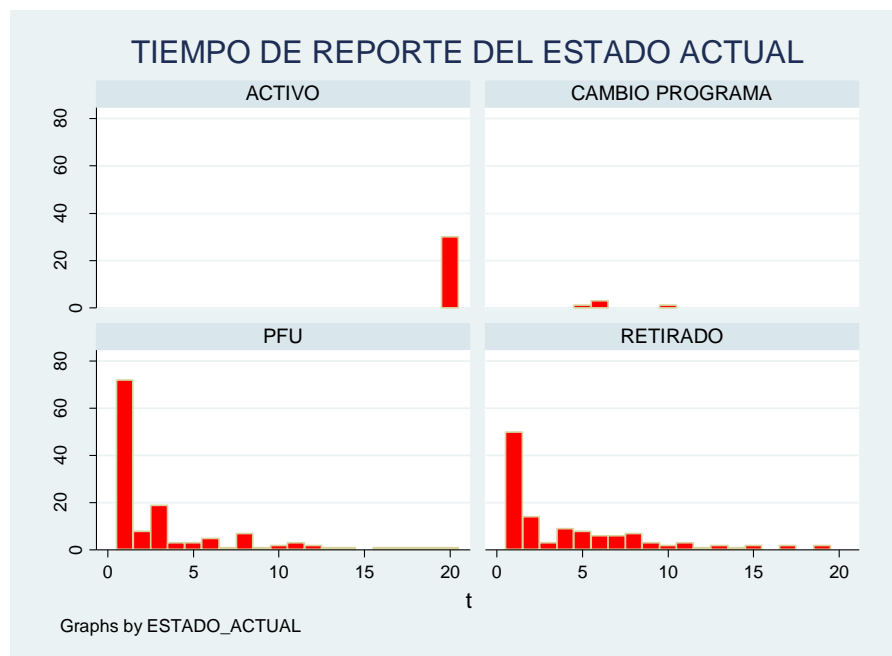


La Tabla 5 y la Gráfica 8 contienen la proporción de estudiantes que alcanza cada estado en el transcurso de los 20 semestres analizados; se observa que el 80% de los cambios de programa se realizan entre el quinto y sexto semestre, un poco más de la mitad de los estudiantes PFI no logró superar el segundo semestre y cerca de la mitad de la deserción (retiro) se concentran en los dos primeros semestres.

TABLA 5. TIEMPO DE REPORTE DEL ESTADO ACTUAL

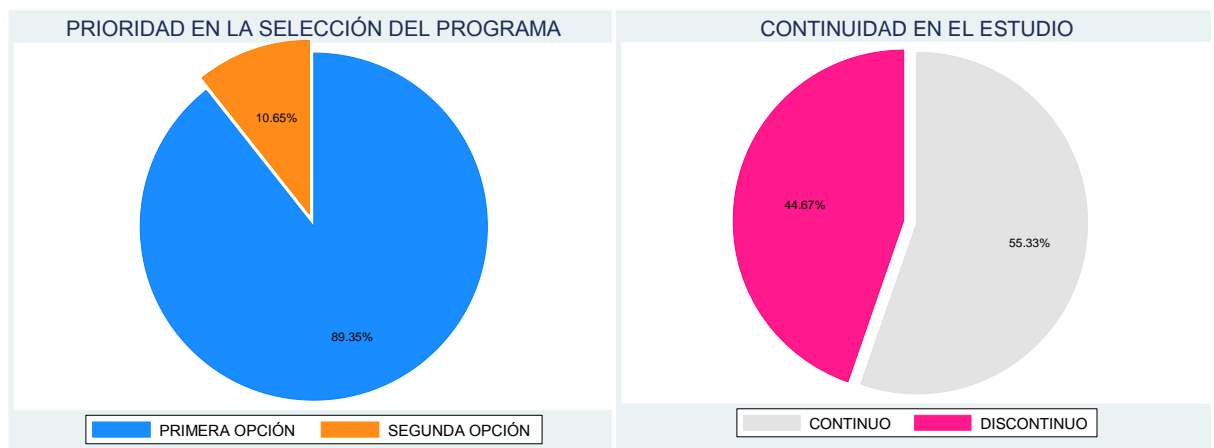
ESTADO ACTUAL						
SEMESTRE	ACTIVO	CAMBIO DE PROGRAMA		PFU	RETIRADO	TOTAL
		PROGRAMA	CONDICIONAL			
1	0%	0%	0%	54%	41%	42%
2	0%	0%	0%	6%	12%	8%
3	0%	0%	0%	14%	2%	8%
4	0%	0%	0%	2%	7%	4%
5	0%	20%	0%	2%	7%	4%
6	0%	60%	0%	4%	5%	5%
7	0%	0%	0%	1%	5%	2%
8	0%	0%	0%	5%	6%	5%
9	0%	0%	0%	1%	2%	1%
10	0%	20%	0%	2%	2%	2%
11	0%	0%	0%	2%	2%	2%
12	0%	0%	0%	2%	1%	1%
13	0%	0%	0%	1%	2%	1%
14	0%	0%	0%	1%	1%	1%
15	0%	0%	0%	0%	2%	1%
16	0%	0%	0%	1%	0%	0%
17	0%	0%	0%	1%	2%	1%
18	0%	0%	0%	1%	0%	0%
19	0%	0%	50%	1%	2%	1%
20	100%	0%	50%	1%	0%	11%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

GRÁFICA 8. TIEMPO DE REPORTE DEL ESTADO ACTUAL



Cerca del 89% del total de estudiantes de este estudio seleccionó su programa de formación como “Primera Opción”, así mismo, entre el total de estudiantes de la muestra, casi el 55% llegó hasta su estado actual estudiando de forma continua todos los semestres, para esta clasificación se omitieron los estudiantes que quedaron PFU en el primer semestre (Ver Gráfica 9).

GRÁFICA 9. PRIORIDAD DE SELECCIÓN DEL PROGRAMA Y CONTINUIDAD DE FORMACIÓN



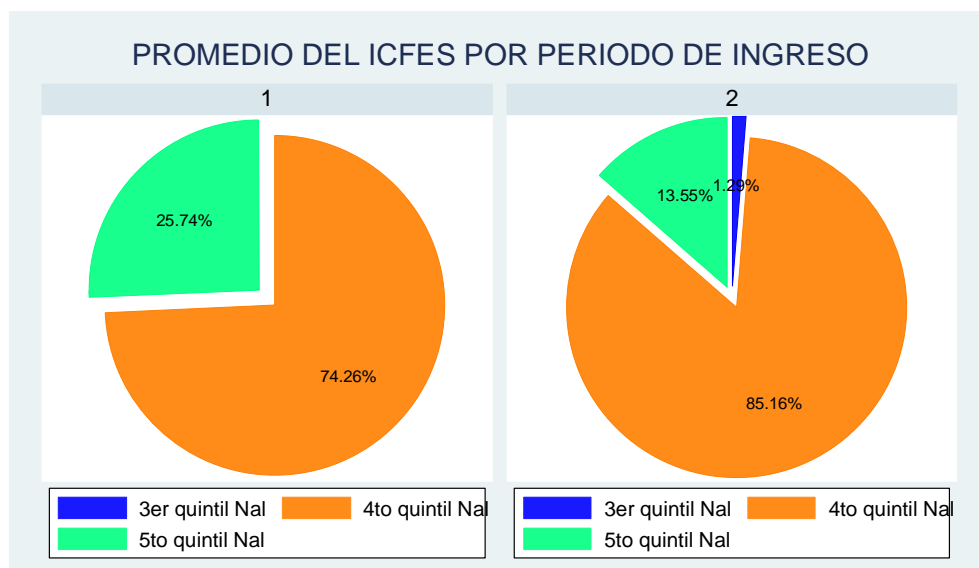
Uno de los factores académicos tenidos en cuenta en este estudio es el resultado en el examen ICFES, el cual se hizo a través de dos variables: el puntaje promedio entre las tres áreas evaluadas para el ingreso a los programas de la Facultad de Fisicomecánicas y el puntaje mínimo obtenido en las mismas tres áreas; este último criterio es utilizado en el proceso de selección para el ingreso a la universidad: se calcula a partir de los puntajes en Matemáticas, Lenguaje y Física

El puntaje promedio en estas pruebas se categorizó teniendo en cuenta los resultados nacionales en estas mismas áreas en 2004, de esta forma la categoría 1 corresponde a los puntajes inferiores al primer quintil de los resultados

nacionales: [< 41.7]; la categoría 2 los que se encuentran entre el primer y el segundo quintil: [$41.7 < x < 44.9$]; la 3 a los puntajes comprendidos entre el segundo y el tercer quintil: [$44.9 < x < 48.27$]; la 4 los puntajes entre los quintiles tercero y cuarto; [$48.27 < x < 58.44$] y la 5 son los puntajes superiores al cuarto quintil: [$x > 58.44$].

La Gráfica 10 muestra la proporción de puntajes de acuerdo a la clasificación anterior, en el primer y segundo periodo académico, donde se aprecia que los puntajes en el primer periodo están entre el cuarto y quinto quintil, en el segundo periodo se presenta un pequeño porcentaje de puntajes en el tercer quintil nacional (2%).

GRÁFICA 10. PROMEDIO DEL ICFES POR PERIODO DE INGRESO



En el caso de los puntajes mínimos se utilizó una categorización similar a la anterior: 5 categorías de acuerdo a los quintiles a nivel nacional: el primer quintil está entre [$22.14 < x < 34.59$], el segundo entre [$34.59 < x < 37.95$], el tercero

entre $[37.95 < x < 42.11]$, el cuarto entre $[42.11 < x < 51.57]$ y la cola derecha contiene los puntajes mínimos superiores a 51.57.

Se observa en la gráfica 11 que aproximadamente el 61% de los puntajes mínimos entre las tres áreas de interés se ubica en la cuarta categoría de los mínimos nacionales y la proporción restante corresponde a los puntajes mínimos superiores a este rango.

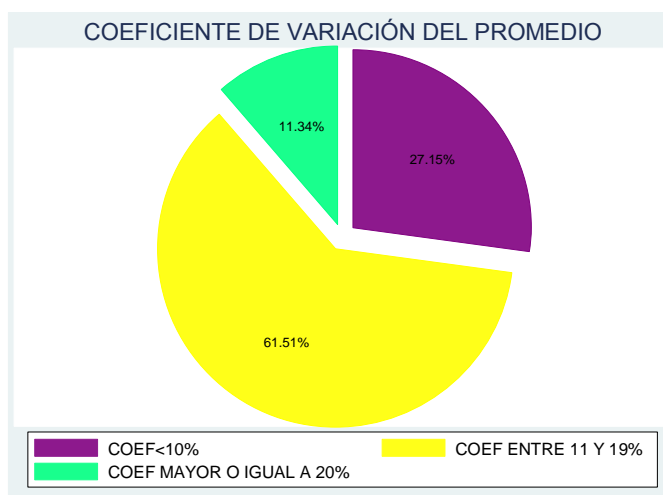
GRÁFICA 11. PUNTAJES MÍNIMOS DEL ICFES RESPECTO A LOS PUNTAJES NACIONALES



Como un indicador de desempeño académico se adoptó el coeficiente de variación entre los promedios generales semestrales de cada estudiante; esta variable continua se categorizó así: *baja* si el coeficiente de variación fue menor o igual a 10%, *media* si el coeficiente estuvo entre 11% y 19% y 3 *Alta* si el coeficiente fue mayor o igual a 20%.

Se observa en la Gráfica 12 que cerca del 61% de los estudiantes analizados tuvo una variación *media* en su promedio semestral; aproximadamente el 27% fue poco variable y el restante 11% presentaron *alta variación*.

GRÁFICA 12. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL PROMEDIO SEMESTRAL



A partir de este momento, los estudiantes cuyo estado actual fue “Activos”, “Condicionales por segunda vez” y “PFU” se consideran *censurados*, mientras los que se cambiaron de programa o se retiraron voluntariamente se consideran *desertores*.

Antes de profundizar en la incidencia de cada factor en la deserción teniendo en cuenta el tiempo y usando la técnica del análisis de sobrevivencia presentada en el Capítulo 2, es importante identificar si existen diferencias en la proporción de desertores respecto a cada una de las variables consideradas.

La Tabla 6 evidencia que con un 5% de significancia existe diferencia en los niveles de deserción según el periodo académico de ingreso ($p\text{-valor}=0.03$), mostrando que la deserción es mayor en los estudiantes que ingresaron en el

primer periodo académico, con una proporción que oscila entre el 41% y 58%. Otra de las diferencias encontrada es en el sexo; tal como se muestra en la Tabla 7, las mujeres presentan mayores tasas de deserción [50%, 74%].

TABLA 6. DIFERENCIA EN LA PROPORCIÓN DE DESERTORES POR PERIODO DE INGRESO.

Two-sample test of proportion						1: Number of obs =	136
						2: Number of obs =	155
Variable	Mean	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]		
1	.5	.0428746			.4159672	.5840328	
2	.3741935	.0388689			.2980119	.4503752	
diff	.1258065	.0578708			.0123818	.2392311	
	under Ho:	.0582164	2.16	0.031			
diff = prop(1) - prop(2)						z =	2.1610
Ho: diff = 0							
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(Z < z) = 0.9847		Pr(Z < z) = 0.0307		Pr(Z > z) = 0.0153			

TABLA 7. DIFERENCIA DE PROPORCIONES DE DESERTORES POR SEXO

Two-sample test of proportion						0: Number of obs =	228
						1: Number of obs =	63
Variable	Mean	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]		
0	.3815789	.0321712			.3185246	.4446333	
1	.6190476	.0611825			.4991322	.7389631	
diff	-.2374687	.0691251			-.3729514	-.1019859	
	under Ho:	.070525	-3.37	0.001			
diff = prop(0) - prop(1)						z =	-3.3672
Ho: diff = 0							
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(Z < z) = 0.0004		Pr(Z < z) = 0.0008		Pr(Z > z) = 0.9996			

Respecto a la continuidad, se puede afirmar con igual nivel de significancia (5%), que no existe una diferencia en la proporción de estudiantes desertores si estudiaron de forma continua o interrumpida (p-valor=0.37) (Tabla 8).

TABLA 8. DIFERENCIA EN LA PROPORCIÓN DE DESERTORES DE ACUERDO A LA CONTINUIDAD

Two-sample test of proportion						0: Number of obs =	161
						1: Number of obs =	130
Variable	Mean	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]		
0	.4099379	.038761			.3339677	.485908	
1	.4615385	.043723			.375843	.5472339	
diff	-.0516006	.0584304			-.1661221	.0629209	
	under Ho:	.0584247	-0.88	0.377			
diff = prop(0) - prop(1)						z =	-0.8832
Ho: diff = 0							
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(Z < z) = 0.1886		Pr(z < z) = 0.3771		Pr(Z > z) = 0.8114			

La Tabla 9 evidencia que no existen diferencias en el puntaje mínimo del ICFES (en Matemáticas, Lenguaje y Física) según el periodo de ingreso a la universidad (p -valor=0.55), situación similar se encuentra al comparar entre desertores, donde tampoco se perciben diferencias (p valor=0.95). En el caso del puntaje promedio entre las tres áreas de interés (Matemáticas, Física y Lenguaje), se identificó una diferencia, aceptable a un nivel de significancia del 5% (Tabla 11).

TABLA 9. DIFERENCIA EN EL PUNTAJE MÍNIMO DEL ICFES POR PERIODO DE INGRESO

min_cod	PERIODO		Total
	1	2	
4	81 59.56	87 56.13	168 57.73
5	55 40.44	68 43.87	123 42.27
Total	136 100.00	155 100.00	291 100.00

Pearson chi2(1) = 0.3492 Pr = 0.555

TABLA 10. DIFERENCIA EN EL PUNTAJE MÍNIMO DEL ICFES ENTRE DESERTORES

min_cod	CENSURA		Total
	0	1	
4	95 57.58	73 57.94	168 57.73
5	70 42.42	53 42.06	123 42.27
Total	165 100.00	126 100.00	291 100.00

Pearson chi2(1) = 0.0038 Pr = 0.951

TABLA 11. DIFERENCIA EN EL PUNTAJE PROMEDIO DEL ICFES ENTRE DESERTORES

ICFES	CENSURA		Total
	0	1	
3	1 0.61	1 0.79	2 0.69
4	142 86.06	91 72.22	233 80.07
5	22 13.33	34 26.98	56 19.24
Total	165 100.00	126 100.00	291 100.00

Pearson chi2(2) = 8.6633 Pr = 0.013

Tal como se observa en la Tabla 12, no existen diferencias entre las tasas de deserción de acuerdo a la prioridad en la selección del programa (primera y segunda opción) a un nivel de significancia de 5% (p-valor=0.87), ni existen diferencias significativas entre los coeficientes de variación del promedio semestral de los estudiantes desertores y los censurados, a un nivel de significación de 5% (p-valor=0.435) (Tabla 13).

TABLA 12. DESERCIÓN DE ACUERDO A LA PRIORIDAD EN LA SELECCIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO

Two-sample test of proportion						0: Number of obs =	260
						1: Number of obs =	31
Variab ^l e	Mean	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interva]		
0	.4346154	.0307424			.3743614	.4948694	
1	.4193548	.0886269			.2456494	.5930603	
diff	.0152605	.0938073	0.16	0.871	-.1685985	.1991196	
under Ho:						.0941485	
diff = prop(0) - prop(1)						z =	0.1621
Ho: diff = 0							
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(Z < z) = 0.5644		Pr(Z < z) = 0.8712		Pr(Z > z) = 0.4356			

TABLA 13. COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL PROMEDIO SEMESTRAL ENTRE DESERTORES

Coef_var	CENSURA		Total
	0	1	
0	47 28.48	32 25.40	79 27.15
1	96 58.18	83 65.87	179 61.51
2	22 13.33	11 8.73	33 11.34
Total	165 100.00	126 100.00	291 100.00

Pearson chi2(2) = 2.2729 Pr = 0.321

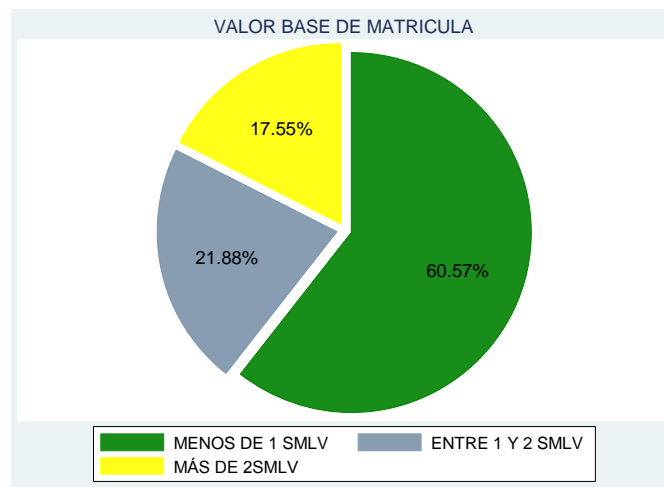
4.1.3 Factores económicos

Como variables representativas de las condiciones económicas de los estudiantes se tuvo en cuenta la dependencia económica, vista como la existencia de algún tercero que apoya al estudiante para el cubrimiento de los gastos académicos. En esta categoría se incluyeron los estudiantes que por lo menos contaban con uno

de sus padres y los que tenían algún tipo de unión conyugal. Los estudiantes que no cumplían estas características se consideraron *independientes*, en la muestra todos pertenecían a esta última categoría.

El nivel económico de los estudiantes se representó a través del valor base de matrícula, en términos de smlv del año 2004. Más de la mitad de los estudiantes (60,6%) pagó menos de 1 smlv por concepto de valor base de matrícula, el 22% pagó entre 1 y 2 smlv mientras el 17,5% superó los 2 smlv por este concepto (Ver Gráfica 13).

GRÁFICA 13. VALOR BASE DE MATRÍCULA



Como se observa en la siguiente tabla, no se percibe ninguna diferencia entre los porcentajes de desertores en cada una de las categorías asociadas al costo de su matrícula, a un nivel de significancia de 5%.

TABLA 14. DIFERENCIA EN EL VALOR DE LA MATRÍCULA ENTRE DESERTORES.

MATRÍCULA	CENSURA		Total
	0	1	
0	113 68.48	73 57.94	186 63.92
1	30 18.18	34 26.98	64 21.99
2	22 13.33	19 15.08	41 14.09
Total	165 100.00	126 100.00	291 100.00

Pearson $\chi^2(2) = 3.9152$ Pr = 0.141

4.1.4 Factores institucionales

Teóricamente este factor engloba aspectos como normatividad académica, becas y formas de financiamiento, recursos universitarios, relación con profesores y estudiantes, grado de compromiso en la institución, calidad del programa; sin embargo, en este trabajo solo se contó con la información disponible y sistematizada de la UIS, por lo tanto en este factor solo se incluyó la evaluación docente realizada por los estudiantes, representada a través del promedio de dicha evaluación y que da cuenta del nivel de satisfacción del estudiante con sus profesores. Esta información estuvo disponible para 10 semestres, a partir del año 2008 (2008-1, 2008-2, 2009-2, 2010-1, 2010-2, 2011-1, 2012-2, 2013-1 y 2031-2)

Esta variable se categorizó así: *bajo* los puntajes menores a 60, *medio-bajo* entre 60 y 75 puntos, *medio-alto* los puntajes mayores de 75 y menores de 85, y *altos* los puntajes mayores a 85.

La Gráfica 14 permite observar casi la totalidad de la muestra (95%) dan una calificación media-alta a sus docentes, sin que esta proporción varíe respecto a los desertores (Tabla 15).

GRÁFICA 14. PUNTAJES DE LA EVALUACIÓN DOCENTE

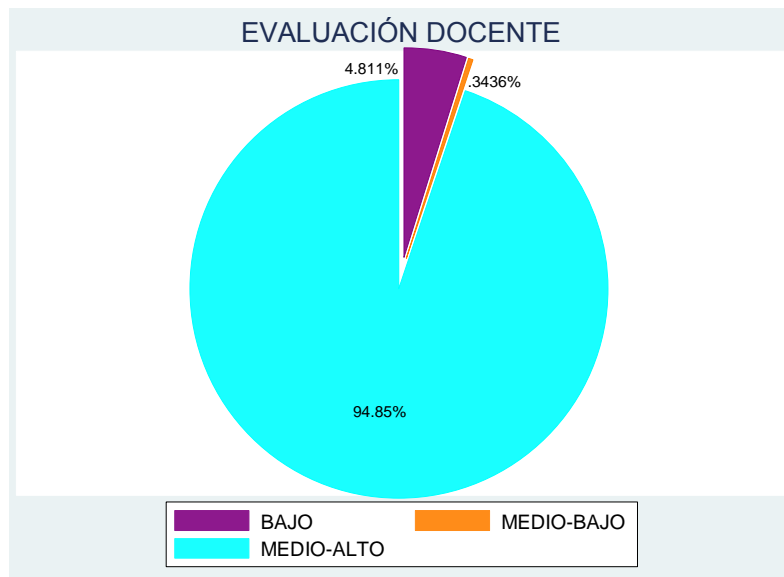


TABLA 15. DIFERENCIA EN LA EVALUACIÓN DOCENTE ENTRE DESERTORES Y CENSURADOS

Eval_docente	CENSURA		Total
	0	1	
0	6 3.64	8 6.35	14 4.81
1	1 0.61	0 0.00	1 0.34
3	158 95.76	118 93.65	276 94.85
Total	165 100.00	126 100.00	291 100.00

Pearson $\chi^2(2) = 1.8900$ Pr = 0.389

CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS EXPLORATORIO

El análisis exploratorio realizado con todas las variables incluidas en este estudio, permitió identificar las siguientes características de los estudiantes de la Facultad de Fisicomecánicas que ingresaron en el primer y segundo periodo de 2004:

- El 78% de los estudiantes de la muestra son hombres, el 97% del total estaba soltero y el 77% provenía de Bucaramanga o el área metropolitana.
- El 90% de los estudiantes tenía menos de 20 años en el momento de iniciar su programa de formación profesional.
- Al finalizar el tiempo de seguimiento (20 semestres), el 46% de la muestra quedó PFU, 12.72% continuaba en la universidad (10.31% activo, 1.72% cambió de programa y 0.69% estaba condicional por segunda vez) y 41% desertó voluntariamente.
- El 80% de los cambios de programa se realizan en el quinto y sexto semestre, cerca del 60% de los estudiantes PFU no lograron superar el segundo semestre y en el caso de la deserción, cerca de la mitad de los casos se registraron entre el primer y segundo semestre.
- Existen diferencias significativas entre la tasa de deserción por periodo de ingreso (primer o segundo periodo), donde los estudiantes que ingresaron en el primer periodo presentan las mayores tasas, en el caso del sexo se observa que las mujeres presentan mayores tasas de deserción.
- A nivel general, se observa que más del 90% de los estudiantes de la muestra obtuvieron un promedio en las áreas de Matemáticas, Física y

Lenguaje que se encuentra entre el cuarto y quinto quintil nacional, es decir, entre los puntajes más altos.

- Cerca del 89% de los estudiantes seleccionó su programa académico como “Primera opción”, sin embargo no se observan diferencias en las tasas de deserción entre estos estudiantes y los de “segunda opción”.
- Cerca del 60% de los estudiantes analizados tuvo *una variación media* en el promedio semestral, esta variable de estabilidad no cambia en el grupo de desertores.
- Un poco más del 60% de los estudiantes fue liquidado con menos de 1smlv como valor base de matrícula; esta variable no se asoció con el grupo de desertores.
- La gran mayoría de los estudiantes de la muestra (95%) calificó *medio-alto* a sus docentes, sin que esto varíe entre los desertores.

4.2 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA

El análisis de supervivencia de los datos de estudio se realizó a través del programa Stata 11.

A pesar de contar inicialmente con una base de datos de 946 estudiantes, el análisis de supervivencia que se presenta a continuación se realizó con 291 casos, donde se incluyeron solo aquellos que contaban con información en todas las variables de interés. De este análisis se excluyeron los graduados, pues se observó que al incluirlos opacaban el efecto de las variables explicativas. Esta

decisión metodológica es la misma adoptada en el estudio de deserción de la Universidad Pontificia Javeriana, donde los autores señalan que los graduados no hacen parte de la población objeto de estudio por lo cual no deben ser tenidos en cuenta en el análisis de deserción²⁷.

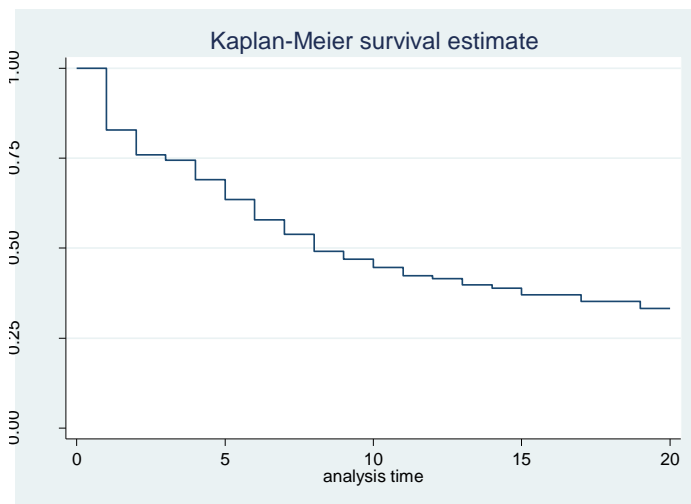
La Tabla 16 contiene la probabilidad de supervivencia por semestre a nivel general, en ella se observa que la probabilidad de que un estudiante de la Facultad de Fisicomecánicas no haya desertado después de 20 semestres en la universidad es del 33%.

TABLA 16. FUNCIÓN DE SUPERVIVENCIA DE KAPLAN MEIER.

Interval		Beg. Total	Deaths	Lost	Survival	Std. Error	[95% Conf. Int.]	
1	2	291	50	72	0.8282	0.0221	0.7797	0.8669
2	3	169	14	8	0.7596	0.0268	0.7021	0.8075
3	4	147	3	19	0.7441	0.0277	0.6849	0.7938
4	5	125	9	3	0.6905	0.0310	0.6253	0.7467
5	6	113	9	3	0.6355	0.0335	0.5659	0.6970
6	7	101	9	5	0.5789	0.0354	0.5062	0.6447
7	8	87	6	1	0.5390	0.0365	0.4647	0.6074
8	9	80	7	7	0.4918	0.0374	0.4166	0.5626
9	10	66	3	1	0.4694	0.0379	0.3937	0.5415
10	11	62	3	2	0.4467	0.0383	0.3707	0.5198
11	12	57	3	3	0.4232	0.0386	0.3470	0.4973
12	13	51	1	2	0.4149	0.0387	0.3386	0.4894
13	14	48	2	1	0.3976	0.0390	0.3212	0.4729
14	15	45	1	1	0.3888	0.0391	0.3123	0.4645
15	16	43	2	0	0.3707	0.0393	0.2942	0.4472
16	17	41	0	1	0.3707	0.0393	0.2942	0.4472
17	18	40	2	1	0.3522	0.0395	0.2758	0.4293
18	19	37	0	1	0.3522	0.0395	0.2758	0.4293
19	20	36	2	2	0.3326	0.0396	0.2564	0.4105
20	21	32	0	32	0.3326	0.0396	0.2564	0.4105

²⁷ Osorio, Ana María, *et al.* Deserción y graduación estudiantil universitaria: una aplicación de los modelos de supervivencia. *En:* Revista Latinoamericana de Educación Superior. 2012. Vol.3, No. 6

GRÁFICA 15. CURVA DE SUPERVIVENCIA



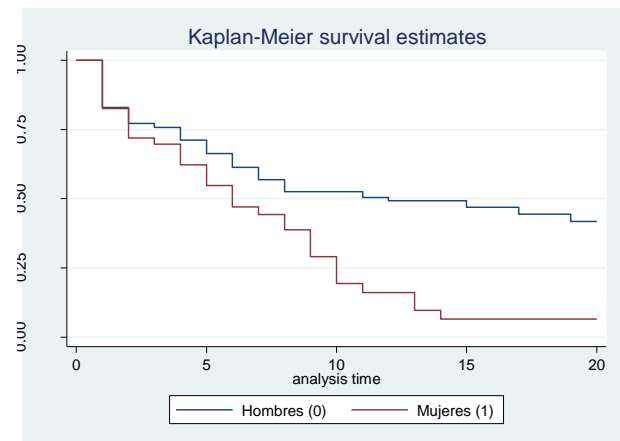
Como se observa en la Gráfica 15, entre el primer y segundo semestre se presenta el mayor descenso en la probabilidad de supervivencia (82%), en adelante la disminución de dicha probabilidad es más lenta; en el semestre 11 llega al 44%, a partir de ahí y hasta el semestre 20 la probabilidad se reduce 11%, alcanzando al final del periodo de estudio el 33%, cifra que, si bien es baja, es comprensible dada la composición de la muestra final que solo contiene desertores, estudiantes por fuera de la universidad por bajo nivel académico y estudiantes que no se graduaron en el periodo analizado.

Las gráficas que se presentan a continuación corresponden al análisis de supervivencia teniendo en cuenta las variables categóricas, es decir, dan cuenta de la diferencia de la probabilidad de supervivencia para características diferentes de los individuos.

GRÁFICA 16. CURVA DE SUPERVIVENCIA POR SEXO

Log-rank test for equality of survivor functions

sexo	Events observed	Events expected
0	87	100.85
1	39	25.15
Total	126	126.00
	chi2(1) =	10.82
	Pr>chi2 =	0.0010

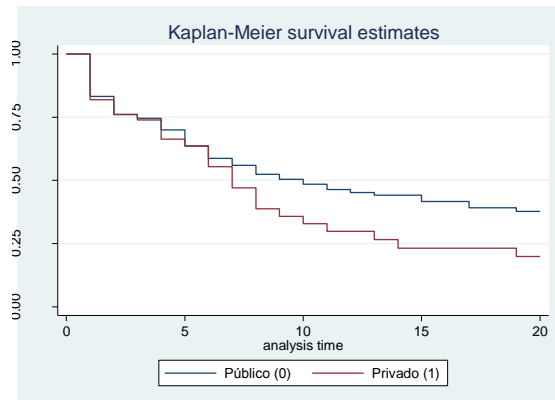


Tal como se observa en la Gráfica 16 y el correspondiente log Rank test ($p=0.0010$), existe una diferencia entre las curvas de supervivencia de hombres y mujeres, la cual se percibe a partir del segundo semestre, mostrando en adelante un mayor riesgo de deserción de las mujeres. Este resultado parece reforzar los estudios que señalan que los hombres tienen mayores destrezas matemáticas, mientras las mujeres la tienen en Lenguaje²⁸; donde la primera de estas habilidades resulta fundamental en programas de la facultad de Fisicomecánicas.

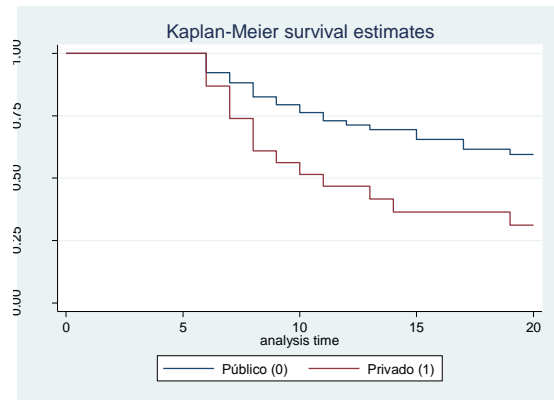
²⁸ ICFES. Análisis de las diferencias de género en el desempeño de estudiantes colombianos en matemáticas y lenguaje, 2013. Disponible en file:///C:/Users/yexic_000/Downloads/Informe%20diferencias%20genero%20lenguaje%20y%20matematicas%202013.pdf

GRÁFICA 17. CURVA DE SUPERVIVENCIA POR TIPO DE COLEGIO

($1 \leq t \leq 20$)



($5 < t \leq 20$)



Log-rank test for equality of survivor functions

colegio	Events observed	Events expected
0	88	94.93
1	38	31.07
Total	126	126.00

$\chi^2(1) = 2.31$
 $Pr > \chi^2 = 0.1284$

Log-rank test for equality of survivor functions

colegio	Events observed	Events expected
0	26	32.54
1	15	8.46
Total	41	41.00

$\chi^2(1) = 6.74$
 $Pr > \chi^2 = 0.0094$

La Gráfica 17 muestra una diferencia en las tasas de supervivencia de los estudiantes según el tipo de colegio del cual egresan (público o privado), la cual se hace visible a partir del quinto semestre, donde la tasa de supervivencia de los estudiantes provenientes de instituciones educativas públicas se hace mayor respecto a los privados. Tal como se observa en el log-rank test, esa diferencia es más significativa al analizar los datos a partir del quinto semestre ($p=0.009$).

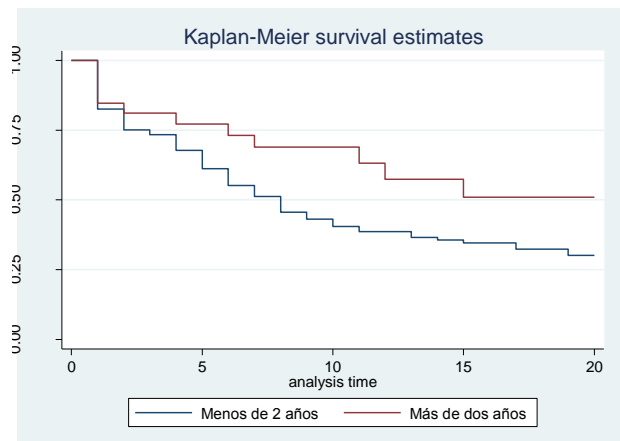
Situación similar ocurre con el tiempo transcurrido entre la finalización del colegio y el ingreso a la universidad; en la Gráfica 18 se observa que los estudiantes que tardaron menos tiempo en ingresar a la universidad presentan menores probabilidad de sobrevivir. Esto no resulta extraño, más si se compara con los

resultados de evaluación del sistema educativo colombiano, como el realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-OCDE en el 2012, donde señalan como posibles causas de deserción universitaria la temprana edad de finalización del colegio en Colombia (16 años), que es menor a la media en otros países de la región; situación que conlleva a que los estudiantes inicien de forma prematura la educación superior sin una preparación académica suficiente y sin realizar un reflexión seria acerca de su futuro profesional, en tal sentido la OCDE recomienda la implementación del grado doce en el colegio y la puesta en marcha de programas de orientación vocacional que faciliten la toma de decisiones antes del ingreso a la universidad²⁹.

GRÁFICA 18. CURVA DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL TIEMPO ENTRE EL COLEGIO Y LA UNIVERSIDAD

Log-rank test for equality of survivor functions

colegio_u	Events observed	Events expected
0	113	105.52
1	13	20.48
Total	126	126.00
	chi2(1) =	3.63
	Pr>chi2 =	0.0569



²⁹ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Evaluaciones de políticas nacionales de Educación. La Educación superior en Colombia, 2013. Disponible en: <http://www.oecd.org/edu/Evaluaciones%20de%20pol%C3%ADticas%20nacionales%20de%20Educaci%C3%B3n%20-%20La%20Educaci%C3%B3n%20superior%20en%20Colombia.pdf>

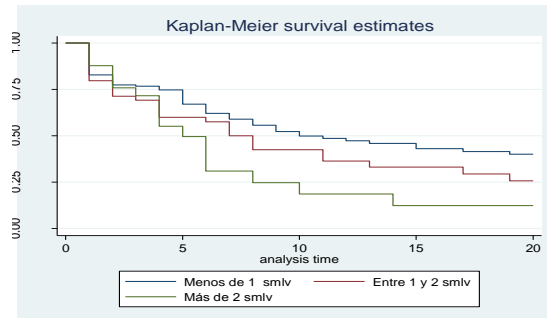
Como uno de los factores económicos de este estudio se incluyó el valor de la matrícula de los estudiantes, categorizado en términos de smlv (de 2004). La Gráfica 19 muestra que esta variable es significativa en el análisis de la deserción, al presentar diferencias en las curvas de supervivencia entre sus categorías (un nivel de significancia del 8%); igual que en el tipo de colegio, esta diferencia se hace mayor a partir del quinto semestre, tal como se observa en el correspondiente logrank test de este periodo, la diferencia entre las curvas por valor de la matrícula es más significativa que el obtenido desde el primer semestre ($p=0.034$).

Esta Gráfica muestra que los estudiantes cuyo valor de matrícula es inferior a 1 smlv tienen mayor probabilidad de sobrevivir, seguido por los que pagan entre 1 y 2smlv y por último quienes pagan las matriculas más altas.

Comúnmente suele pensarse que los estudiantes con menores capacidades económicas, dada la necesidad de vinculación temprana al mercado laboral o las dificultades para sufragar los costos académicos, tienen mayor riesgo de desertar; sin embargo, estos resultados muestran lo contrario, lo cual puede estar relacionado con la posibilidad que tienen los estudiantes de mayores capacidades económicas para asumir los costos de una universidad privada ante dificultades en la UIS como bajos resultados académicos, preparación académica insuficiente según el colegio de procedencia, insatisfacción con sus programas de formación, demora en tiempo de graduación, entre otros. Antes de atribuir causas a la deserción de este grupo de estudiantes es recomendable indagar directamente con los desertores acerca de las causas de su retiro, aspecto que se escapa de estudio pues se basó en la información disponible en la Universidad.

GRÁFICA 19. CURVA DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL VALOR DE LA MATRÍCULA

($1 \leq t \leq 20$)

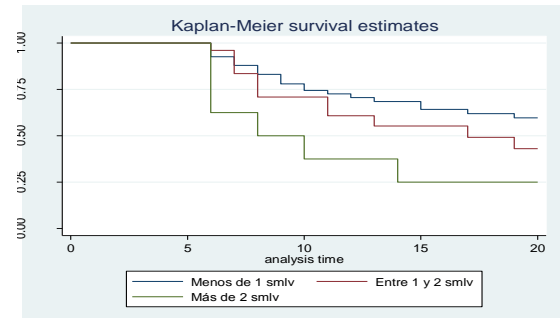


Log-rank test for equality of survivor functions

matrícula	Events observed	Events expected
0	73	83.63
1	34	28.87
2	19	13.49
Total	126	126.00

chi2(2) = 5.10
Pr>chi2 = 0.0779

($5 < t \leq 20$)



Log-rank test for equality of survivor functions

matrícula	Events observed	Events expected
0	23	28.65
1	12	9.82
2	6	2.53
Total	41	41.00

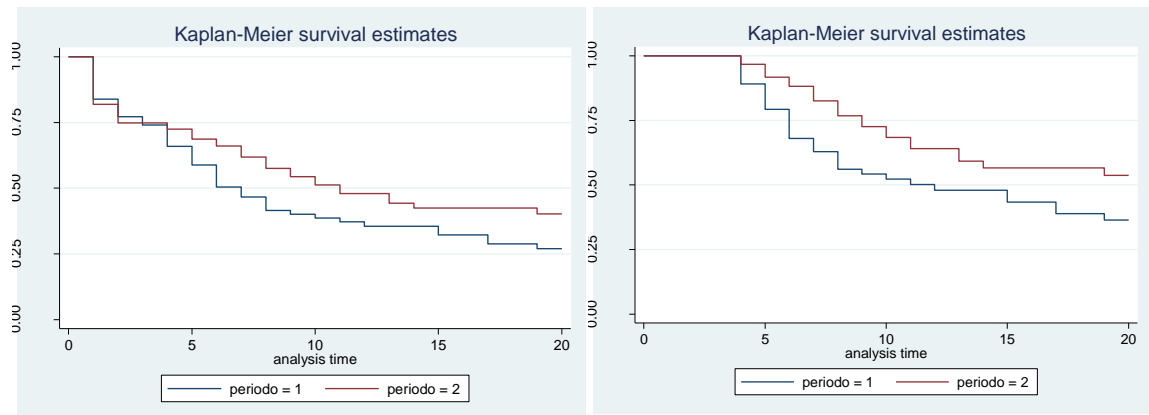
chi2(2) = 6.75
Pr>chi2 = 0.0343

La Gráfica 20 muestra que los estudiantes que ingresaron en el segundo periodo académico tienen mayor probabilidad de sobrevivir, diferencia que toma relevancia a partir del quinto semestre ($p=0.03$).

GRÁFICA 20. CURVAS DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL PERIODO DE INGRESO

($5 \leq t \leq 20$)

($5 < t \leq 20$)



Log-rank test for equality of survivor functions

periodo	Events observed	Events expected
1	68	60.20
2	58	65.80
Total	126	126.00

chi2(1) = 2.16
Pr>chi2 = 0.1416

Log-rank test for equality of survivor functions

periodo	Events observed	Events expected
1	36	28.01
2	23	30.99
Total	59	59.00

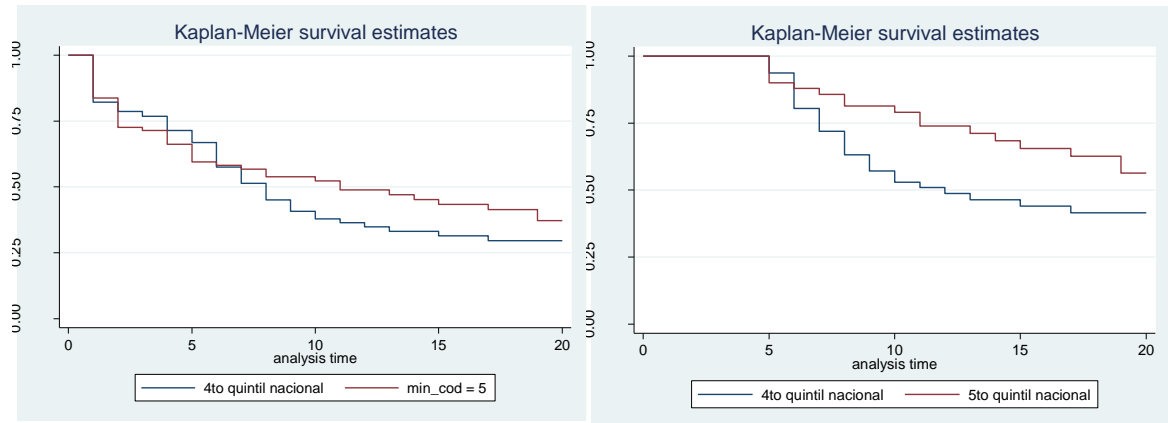
chi2(1) = 4.61
Pr>chi2 = 0.0319

Como era de esperarse, los estudiantes con mayores puntajes en el ICFES, visto desde el puntaje mínimo entre matemáticas, lenguaje y Física, tiene mayor probabilidad de sobrevivir; situación de relevancia a partir del sexto semestre ($p=0.056$) (Gráfica 21).

GRÁFICA 21. CURVAS DE SUPERVIVENCIA SEGÚN EL PUNTAJE MÍNIMO DEL ICES

($1 \leq t \leq 20$)

($6 \leq t \leq 20$)



Log-rank test for equality of survivor functions

min_cod	Events observed	Events expected
4	73	68.98
5	53	57.02
Total	126	126.00

chi2(1) = 0.58
Pr>chi2 = 0.4457

Log-rank test for equality of survivor functions

min_cod	Events observed	Events expected
4	32	25.48
5	18	24.52
Total	50	50.00

chi2(1) = 3.64
Pr>chi2 = 0.0565

Las demás variables categóricas tenidas en cuenta en este estudio como el municipio de residencia, el estado civil, la forma de ingreso, la prioridad en la selección del programa, promedio académico y calificación docentes, no presentaron diferencias respecto a las categorías en las que se clasificaron.

Los resultados aquí presentados parecen indicar que los estudiantes con mejores condiciones económicas (vista solo a través de dos variables, valor de la matrícula y tipo de colegio), tienen mayor riesgo de desertar, factores cuya influencia no se percibe desde el inicio de la formación, sospechando del quinto semestre como periodo de mayor riesgo. Los primeros cinco semestres son precisamente el ciclo

básico de formación en los diversos programas de la Facultad, razón por la cual es necesario prestar atención a dicho momento, pues en el confluyen factores académicos y económicos que influyen en la decisión de desertar.

4.2.1 Modelo de Regresión de Cox

A continuación se presenta el modelo de regresión de Cox, con el cual se busca identificar la influencia de las variables explicativas en el riesgo de deserción.

Luego de incluir las diferentes variables e interacciones de las mismas en el modelo de regresión, se identificaron con un nivel de significancia del 7% dos variables significativas; en primer lugar el sexo, que tal como se percibía en el análisis exploratorio y en las curvas de supervivencia es muy significativa ($p=0.02$) y en segundo lugar el valor de la matrícula.

TABLA 17. REGRESIÓN DE COX-COEFICIENTES DE REGRESIÓN

Cox regression -- Breslow method for ties						
No. of subjects =	291			Number of obs =	291	
No. of failures =	126					
Time at risk =	1671					
				LR chi2(3) =	13.21	
Log likelihood =	-623.48514			Prob > chi2 =	0.0042	

_t	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_Isexo_1	.6071345	.1952698	3.11	0.002	.2244126	.9898564
_Imatricula_1	.3378087	.2082156	1.62	0.105	-.0702864	.7459038
_Imatricula_2	.4698577	.2590989	1.81	0.070	-.0379668	.9776823

TABLA 18. REGRESIÓN DE COX-TASA DE RIESGO

Cox regression -- Breslow method for ties

No. of subjects =	291	Number of obs =	291
No. of failures =	126		
Time at risk =	1671		
Log likelihood =	-623.48514	LR chi2(3) =	13.21
		Prob > chi2 =	0.0042

_t	Haz. Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
_Isexo_1	1.835165	.3583524	3.11	0.002	1.251587	2.690848
_Imatricula_1	1.401872	.2918917	1.62	0.105	.9321269	2.108346
_Imatricula_2	1.599767	.4144978	1.81	0.070	.9627449	2.658288

$$h_t(X_{it}) = h_0(t) * \exp(0.6\text{sexo} + 0.34\text{matrícula}_1 + 0.47\text{matrícula}_2)$$

Las Tablas 17 y 18 muestran que el riesgo de deserción en las mujeres de la facultad de Fisicomecánicas es aproximadamente 83% mayor que el de los hombres [1.25, 2.69]. En el caso del valor de la matrícula se puede afirmar, con un nivel de significancia del 10% que los estudiantes que pagan entre 1 y 2 smlv tienen 40% más riesgo de deserción que quienes pagan menos de 1 smlv [1.25, 2.69]; en el caso de quienes pagan más de 2 smlv dicho riesgo aumenta al 60% con referencia al mismo grupo de comparación [0.96, 2.65].

Verificación de los supuestos del modelo de Cox

El principal supuesto del modelo de Cox es el de riesgos proporcionales, el cual asume que la razón de riesgos para cualquier variable es constante a través del tiempo. Bajo este supuesto las curvas de supervivencia de las variables dependientes no se deben cruzar.

Además de las curvas de supervivencia, un método para verificar el cumplimiento de este supuesto es a través de un test de riesgos proporcionales basado en los residuos de *Schoenfeld*. La Tabla 19 muestra el resultado de este test para el modelo de Cox presentado anteriormente.

TABLA 19. TEST DE RIESGOS PROPORCIONALES

Test of proportional-hazards assumption			
Time: Time			
	chi2	df	Prob>chi2
global test	7.45	3	0.0589

De acuerdo a este resultado, de manera global se acepta la hipótesis nula de riesgos proporcionales ($p=0.06$).

4.2.2. Modelos de Tiempos Discretos

Una vez comprobado el supuesto de proporcionalidad se ajusta el modelo con tiempos discretos, para esto se probaron los dos modelos planteados en la metodología: el primero de ellos de Prentice y Gloeckler, y el segundo, propuesto por Meyer. Los resultados se muestran a continuación:

TABLA 20. MODELO DE RIESGOS PROPORCIONALES EN TIEMPOS DISCRETOS

Complementary log-log regression		Number of obs	=	1671	
		Zero outcomes	=	1545	
		Nonzero outcomes	=	126	
Log likelihood = -433.89589		Wald chi2(4)	=	774.18	
		Prob > chi2	=	0.0000	
desercion	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
edad	-.1593088	.0073091	-21.80	0.000	-.1736345 - .1449832
_Isexo_1	.6402887	.1915847	3.34	0.001	.2647896 1.015788
_Imatricula_1	.3024397	.2061315	1.47	0.142	-.1015706 .7064501
_Imatricula_2	.5480761	.2573271	2.13	0.033	.0437244 1.052428

TABLA 21. MODELO DE RIESGOS PROPORCIONALES EN TIEMPOS DISCRETOS CON HETEROGENEIDAD NO OBSERVADA

PGM hazard model with Gamma heterogeneity Number of obs = 1671
 Model chi2(4) = .
 Prob > chi2 = .
 Log Likelihood = -423.5349590

	coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
hazard						
edad	-.1209288	.013707	-8.82	0.000	-.147794	-.0940635
_Isexo_1	.4866376	.3062469	1.59	0.112	-.1135953	1.086871
_Imatricula_1	.5038596	.3338833	1.51	0.131	-.1505396	1.158259
_Imatricula_2	.4362737	.390502	1.12	0.264	-.3290961	1.201644
ln_varg						
_cons	.4041376	.2972853	1.36	0.174	-.1785308	.986806

Gamma variance, exp(ln_varg) = 1.4980101; Std. Err. = .44533631; z = 3.3637726

Likelihood ratio statistic for testing models (1) vs (2) = 20.721859
 Prob. test statistic > chi2(1) = 5.311e-06

Al comparar los dos modelos de tiempos discretos se observa que el segundo (heterogeneidad no observada, Tabla 21) no es significativo; razón por la cual se asume el modelo de Prentice y Gloeckler, en el cual, además de la variables sexo y matrícula identificadas en el modelo de Cox, adquirió significancia la edad (Ver tabla 22).

TABLA 22. COMPARACIÓN DE MODELOS ($\alpha=0.05$)

Variable	Continuo		Discretos			
	Cox		Prentice-Gloeckler		Meyer	
	B	p-valor	B	p-valor	β	p-valor
Edad			-0.02	0.000	-0.12	0.000
Sexo	0.60	0.002	0.64	0.001	0.49	0.112
Matrícula_1	0.34	0.107	0.30	0.142	0.50	0.131
Matrícula_2	0.255	0.070	0.54	0.019	0.43	0.264

$$h_t(X_{it}) = h_0(t) * \exp(-0.02 \text{ edad} + 0.64 \text{ sexo} + 0.30 \text{ matrícula}_1 + 0.54 \text{ matrícula}_2)$$

Este modelo muestra que existe una relación inversa entre la edad y el riesgo de desertar; donde un aumento de un año en la edad del estudiante (vista en el momento de ingreso a la universidad) aumenta 0.98 veces el riesgo de desertar ($e^{-0.02}$), lo que es equivalente a decir que por cada año de edad adicional del estudiante, su riesgo de deserción se reduce alrededor del 2%. En este mismo sentido se infiere que el riesgo de deserción en las mujeres de la Facultad de Fisicomecánicas es aproximadamente 90% mayor que el de los hombres. Las condiciones económicas se relacionan de forma inversa con el riesgo de desertar, de esta forma, los estudiantes que pagan entre 1 y 2 smlv por concepto de matrícula tienen 35% más riesgo que quienes pagan menos, y el riesgo de quienes pagan más de 2 smlv es 71% más alto que los de menor valor.

5. CONCLUSIONES

El análisis realizado permitió observar, que de 291 estudiantes de la Facultad de Fisicomecánicas, que iniciaron su formación en el año 2004 y quienes después de 20 semestres no obtuvieron su grado, eran en su mayoría hombres (78%), menores de 20 años (90%), solteros (97%), dependiente económicamente y provenientes de Bucaramanga y su área metropolitana (77%). Cerca del 90% de estos estudiantes seleccionaron su programa de formación como primera opción y aproximadamente esta misma proporción obtuvo resultados de prueba de ICFES que se ubicaron entre el cuarto y quinto quintil respecto a los puntajes nacionales.

En el análisis de supervivencia identificó la influencia de ciertas variables en la deserción, las cuales se vislumbraban en el análisis exploratorio, como es el sexo y periodo de ingreso a la universidad, a su vez se hicieron visible la influencia de otras, como el valor de la matrícula y el tipo de colegio, las cuales no se identificaron en la primera parte del análisis.

Al igual que los demás estudios de deserción tomados como referencia, en este caso se encontró que el mayor riesgo de deserción se presenta en los primeros semestres; después del quinto semestre la probabilidad de supervivencia disminuye a menor ritmo, hasta finalizar el semestre 20 con una probabilidad del 33%. Similar a lo encontrado por Castaño en la Universidad de Antioquia, se identificó mayor riesgo de deserción en los estudiantes provenientes de colegios privados.

Contrario a lo encontrado en la Universidad Católica de la Santísima Concepción de Chile, en la UIS, el poseer altos ingresos familiares, medidos a través del valor de la matrícula es un factor de riesgo para desertar.

Una de las principales diferencias con la mayoría de los estudios se refiere a la variable sexo; si bien, los demás casos estudiados reportan mayor riesgo en los hombres en el caso de la Facultad de Fisicomecánicas de la UIS ocurre lo contrario. Esta discrepancia puede deberse a la naturaleza de los programas académicos analizados, pues algunos estudios como el realizado por el ICFES en Colombia señalan que existen diferencias en las habilidades de matemáticas y lenguaje entre hombres y mujeres, donde los primeros suelen tener mejor desempeño en las tareas numéricas. Este argumento explicaría, porque en una facultad como esta, cuyo núcleo básico de formación está compuesto en su mayoría por asignaturas de tipo matemático, tengan mayor riesgo de deserción las mujeres.

Una variable no contemplada en los demás estudios es la referente al tiempo transcurrido entre la graduación del colegio y el ingreso a la universidad. Los resultados en el caso de la Facultad de Fisicomecánicas muestran que tienen mayor riesgo de deserción quienes ingresan más rápido a la vida universitaria (en este caso quienes tardan menos de dos años en iniciar la educación superior). Este hecho coincide con estudios internacionales que afirman que en Colombia, los estudiantes finalizan el colegio con edades en promedio menores a los demás países de la región, situación que sumada a una precaria orientación vocacional y una débil formación académica, incrementan el riesgo de deserción en la universidad. Este aspecto parece corroborarse en este estudio, donde un año adicional en la edad de ingreso de los estudiantes, disminuye 2% su riesgo de deserción.

Este trabajo estuvo limitado al análisis de información secundaria, disponible en el registro de la universidad en el cual no se disponía de información referente a la satisfacción de los estudiantes con los servicios de la universidad, razón por la cual se recomienda profundizar en el análisis de este aspecto, el cual, tal como se señala en estudios similares, puede ser determinante en la deserción. Así mismo, es necesario indagar directamente con la población desertora, acerca de las

causas de su decisión, aspecto que por el tiempo de este estudio no fue tenido en cuenta.

Los hallazgos identificados permiten dar una idea de la población que presenta mayor riesgo, sin embargo es necesario profundizar en el estudio de este fenómeno a través de la inclusión de nuevas variables y de la ampliación a las demás facultades, pues cada una tiene particularidades que deben ser tenidas en cuenta; no es posible generalizar ni las causas de la deserción ni esperar en la homogenización de medidas preventivas de este fenómeno, sin antes conocer las diferencias de la población estudiantil.

BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, Guillermo; OVIEDO, Ricardo; PUENTES, Jairo y SANTAMARÍA, Carlos. *Caracterización Sociológica Del Estudiante Universitario*. Departamento de Sociología de la Universidad de Nariño, Pasto, 1998.
- CASTAÑO, E., Gallón, S, Gómez, K. & Vásquez, J. Análisis de los factores asociados a la deserción y graduación estudiantil en la Universidad de Antioquia. 2006. *Lecturas de Economía*, 65, 9-36.
- CASTAÑO, Elkin. *Et al.* Deserción estudiantil universitaria: una aplicación de modelos de duración. En: *Revista Lecturas de Economía* no. 60. Medellín, 2004, p. 39-65.
- DÍAZ, J Cristhian. Factores de Deserción Estudiantil en Ingeniería: Una Aplicación de Modelos de Duración. Concepción, 2009. Chile *Revista: Información Tecnológica* Vol. - 20 N° 5.
- FERNÁNDEZ, M. Análisis del contexto educativo en el contexto social. En: Carrasco, M (Comp). *Conocer y comprender las organizaciones educativas: una mirada a las cajas chinas*. Madrid: Ediciones pirámides.2013, p. 42-55. Madrid: Ediciones Pirámide.
- GIOVAGNOLI, Paula. *Determinantes De La Deserción Y Graduación Universitaria: Una Aplicación Utilizando Modelos De Duración*, 2002.
- ICFES. Análisis de las diferencias de género en el desempeño de estudiantes colombianos en matemáticas y lenguaje, 2013. Disponible en

file:///C:/Users/yexic_000/Downloads/Informe%20diferencias%20genero%20lenguaje%20y%20matematicas%202013.pdf

JENKINS, S. Discrete time proportional hazards regression. En: Stata Technical Bulletin. September, 1997.STB- 39.P.19-32.

KLEINBAUM, David y KLEIN, Mitchel. Survival Analysis. A self –Learning Text. 2 ed. USA. GAIL, M.Springer, 2005. ISBN-10.0-387-23918-9.

LOPERA, Carolina. Series documentos: revista Borradores de investigación de economía. En: Determinantes de la deserción universitaria en la Facultad de Economía Universidad del Rosario. Febrero, 2008. No. 95, p.1-26.

MATADAMAS, M. Inferencia para Modelos de Supervivencia de un solo evento y extensiones para modelos de riesgos competitivos. Tesis para obtener el título de maestro en ciencias. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2010.

MEYER, Bruce .Unemployment Insurance and Unemployment Spells. En: Econometrica, Julio, 1990. Vol.58, no.4, p.1-34.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento y elementos para su prevención: Ministerio de educación nacional, Bogotá, 2009.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Cómo rinde la educación superior: así vamos en acceso y permanencia de la Educación Superior, Bogotá: (junio) 2013.

MONTES, Isabel; Almonacid, Paula; Gómez, Sebastián; Zuluaga, Francisco y Tamayo, Esteban. Análisis de la deserción estudiantil en los programa de pregrado de la universidad Eafit, Medellín, 2010. Disponible en: [file:///C:/Users/yexic_000/Downloads/1266-4112-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/yexic_000/Downloads/1266-4112-1-PB%20(1).pdf)

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO, Evaluaciones de políticas nacionales de Educación. La Educación superior en Colombia, 2013. Disponible en: <http://www.oecd.org/edu/Evaluaciones%20de%20pol%C3%ADticas%20nacionales%20de%20Educaci%C3%B3n%20-%20La%20Educaci%C3%B3n%20superior%20en%20Colombia.pdf>

OSORIO, Ana-María; BOLANCÉ, Catalina. y CAICEDO CASTILLO, Maribel. Deserción y graduación estudiantil universitaria: una aplicación de los modelos de supervivencia. En: Revista Iberoamericana de Educación Superior.2012, Vol. 3, no.5, p. 31-57.

PRENTICE,R and GLOECKLER, A. Regression Analysis of grouped Survival Data with Application to Breast Cancer Data. En: Biometrics. March, 1978. Vol. 74 ,no. 1, p.57-67.

TINTO, Vincent. Limits of Theory and practice in student attrition. En: The Journal of Higher Education. November-December, 1982, Vol, 53, p.687-700.
GIOVAGNOLI, Paula. Determinantes de la Deserción y Graduación universitaria. Trabajo de grado de Maestría de la UNPL. Argentina:

Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Económicas, 2001.
38 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA e ICFES. Estudio de la Deserción Estudiantil en la Educación Superior en Colombia. Bogotá: convenio 107/2002 un-icfes.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Gestión de Supervivencia. Graduación, Deserción y Rezago en la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Dirección Nacional de Bienestar Universitario, 2007.p.30.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Vicerrectoría académica. Diagnóstico de las causas de Deserción y Retención Estudiantil en los Programas de Pregrado Presencial de la Universidad Industrial de Santander: Bucaramanga, GAFARO ROJAS, Inés, *et al*; 2011, p. 2-64.