



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Estadística Aplicada

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE
LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Ing. Manuel Eduardo Alvarez Ruiz

Asesorado por el Ph.D. Alejandro José Linares Díaz

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE
LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. MANUEL EDUARDO ALVAREZ RUIZ

ASESORADO POR EL Ph.D. ALEJANDRO JOSÉ LINARES DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ESTADÍSTICA APLICADA

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA DE TESIS

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez Pérez
EXAMINADOR	Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADOR	Mtro. William Eduardo Fagiani Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 31 de enero de 2021.

Ing. Manuel Eduardo Alvarez Ruiz

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por **Ing. Manuel Eduardo Alvarez Ruiz**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Estadística aplicada después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, marzo de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, marzo de 2023

LNG.EEP.OI.338.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”

presentado por **Ing. Manuel Eduardo Alvarez Ruiz** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Estadística aplicada** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 29 de septiembre de 2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** del estudiante **Manuel Eduardo Alvarez Ruiz** quien se identifica con número de carné **100009294** del programa de Maestria En Estadística Aplicada.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Mtro. Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Coordinador
Maestria En Estadística Aplicada
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 29 de septiembre de 2022.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **“ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** del estudiante **Manuel Eduardo Alvarez Ruiz** del programa de **Maestría en Estadística Aplicada**, identificado con número de carné: **100009294**.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Ph.D. Alejandro José Linares Díaz
Licenciado Zootecnista
Colegiado No. 937
Asesor de Tesis

Alejandro José Linares Díaz, Ph. D.
Doctor en Investigación
Maestro en Educación Ambiental
Licenciado Zootecnista, Col. 937

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por todo lo que nos ha dado.
Mis padres	María Milagro Ruiz Albanés y Emmanuel Beltrán Alvarez Navas, por su apoyo.
Mi esposa e hijos	Nancy Veraliz, Manuel Eduardo, Milagro Mariajosé y María Veraliz, por ser todo para mí.
Mis abuelos	Margarita Navas de Alvarez, Manuel Alvarez, Guillermina Albanés y Eduardo Ruiz, descansen en paz.
Familia	Teresita de Jesús Cervantes Lemus y Sergio Donaldó Valdéz, por el amor hacia mis hijos. A mi familia que ya no está: Luis Fernando Alvarez Ruiz, Dora Leticia y Gladys Fantina Ruiz Albanés y Edwin William Díaz Ruiz, una plegaria hasta el cielo.
Amigos	Aracely y Clara Gallardo Damián, por cuidar con amor a mi hija. A mis compañeros y después amigos de la maestría en Estadística Aplicada, que nunca conocí en las aulas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi <i>alma mater</i> .
Facultad de Ingeniería	Por haberme formado y darme la oportunidad de graduarme dos veces.
Centro Universitario de Oriente	Por haberme brindado la información necesaria para realizar esta investigación.
Mi asesor	Ph.D. Alejandro José Linares Díaz, por guiarme durante el trabajo de graduación.
Docentes de la maestría en Estadística Aplicada	De manera especial a la Dra. Aura Marina Rodríguez de Peña, por su guía en esta investigación.
Autoridades del Centro Universitario de Oriente	Ingeniero Edwin Coy Cordón, Lic. Rolando Rivera Roque y al Ing. Rolando Darío Chávez Valveth, por el apoyo dado.
Familia y amigos en general	En especial al MSc. Nery Galdámez Cabrera, Ing. Wagner Obdulio Serrano del Cid, Ing. Rodrigo Mendizábal y Juan Fernando López Bol, por su colaboración para realizar esta investigación. A mis compañeros de trabajo de las carreras de Ingeniería.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XV
OBJETIVOS	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXXI
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Estadística	17
2.1.1. Estadística descriptiva	17
2.1.2. Teoría de la probabilidad	18
2.1.3. Estadística inferencial.....	18
2.2. Indicador estadístico	19
2.2.1. Indicadores estadísticos de posición central	19
2.2.2. Indicadores estadísticos de posición no central o individual	19
2.2.3. Indicadores estadísticos de dispersión o variabilidad	20
2.2.4. Indicadores estadísticos de forma	20
2.2.5. Indicadores estadísticos de razones y proporciones.....	21

2.2.6.	Análisis de regresión lineal.....	27
2.3.	Análisis de datos paramétrico.....	34
2.3.1.	Estimación con intervalos de confianza.....	35
2.3.2.	Pruebas de hipótesis.....	36
2.4.	El Centro Universitario de Oriente y las carreras de Ingeniería	40
2.5.	Indicadores estadísticos relacionados con la trayectoria académica universitaria.....	43
2.6.	Plan de estudios y malla curricular	51
2.7.	Diseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial en el Centro Universitario de Oriente	53
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	57
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	111
4.1.	Análisis externo	112
4.2.	Análisis interno.....	111
	CONCLUSIONES	112
	RECOMENDACIONES	119
	REFERENCIAS.....	121
	APÉNDICES	131
	ANEXOS.....	193

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Industrial de las cohortes del 2013 al 2017	58
2.	BoxPlot de calificaciones de los cursos por ciclo de las cohortes 2013 al 2017.....	61
3.	BoxPlot de calificaciones aprobatorias de los cursos por ciclo de las cohortes 2013 al 2017.....	62
4.	BoxPlot de calificaciones reprobatorias de los cursos por ciclo de las cohortes 2013 al 2017.....	62
5.	Promedio de calificaciones de las cohortes de 2013 al 2017	65
6.	Intervalos de calificaciones promedio de las cohortes de 2013 al 2017	65
7.	Promedio general de calificación.....	66
8.	Promedio general de aprobación	67
9.	Promedio general de reprobación	67
10.	Consolidado del momento de aprobación de los cursos en las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017.....	69
11.	Índice de repitencia por ciclo cohortes de 2013 al 2017	79
12.	Porcentaje de avance académico de las cohortes de 2013 al 2017 usando la totalidad de datos	84
13.	Porcentaje de avance académico de la cohorte de 2013	85
14.	Porcentaje de avance académico de la cohorte de 2014	85
15.	Porcentaje del avance académico de la cohorte de 2015	86
16.	Porcentaje del avance académico de la cohorte de 2016	86
17.	Porcentaje de avance académico de la cohorte de 2017	87

18.	Porcentaje alumnos adelantados por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017.....	87
19.	Porcentaje de alumnos atrasados por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017.....	88
20.	Porcentaje de alumnos en tiempo por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017.....	88
21.	Porcentaje de alumnos sin asignaciones por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017.....	89
22.	Porcentaje promedio de los alumnos adelantados, atrasados, en tiempo, sin asignaciones y con abandono	90
23.	BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2013	91
24.	BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2014	91
25.	BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2015	92
26.	BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2016	92
27.	BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2017	93
28.	Cantidad de alumnos con y sin cierre de pénsum de las cohortes de 2013 al 2017 de acuerdo con el programa de estudios de 5 años	93
29.	Porcentaje de alumnos con y sin cierre de pénsum de las cohortes de 2013 al 2017 de acuerdo con el programa de estudios de 5 años	94
30.	Porcentaje promedio de adelantados	96
31.	Porcentaje promedio de atrasados	97
32.	Porcentaje promedio sin asignaciones	97
33.	Porcentaje promedio con abandono	98
34.	Porcentaje promedio en tiempo	98
35.	Ciclos afectados por la pandemia de covid–19 de las cohortes de estudiantes del 2013 al 2017	103

TABLAS

I.	Operativización de variables	XXIV
II.	Definiciones para indicadores estadísticos	22
III.	Definiciones para el análisis estadístico.....	24
IV.	Formas de plantear una hipótesis	37
V.	Error tipo I y II	37
VI.	Estadística descriptiva de las cohortes de 2013 al 2017	59
VII.	Resultado de las comparaciones entre las cohortes de 2013 al 2017 usando el test de Scott–Knott	60
VIII.	Consolidado de frecuencias y porcentajes de calificaciones de las cohortes de 2013 al 2017	60
IX.	Consolidado de los intervalos de confianza de las calificaciones de las cohortes de 2013 al 2017	61
X.	Calificaciones por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017	63
XI.	Frecuencias de rangos y notas promedio de las cohortes de 2013 al 2017	64
XII.	Consolidado del momento de aprobación de los cursos en las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017.....	68
XIII.	Cantidad y porcentaje de reprobación por curso de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017	70
XIV.	Cantidad y porcentaje de reprobación por ciclo de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017	73
XV.	Cursos que más se repiten de mayor a menor y por ciclo de estudio en la licenciatura de Ingeniería Industrial	76
XVI.	Índice de repitencia por curso de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017.....	76
XVII.	Índice de repitencia por ciclo cohortes de 2013 al 2017	79

XVIII.	Resultados del avance académico promedio de las cohortes del 2013 al 2017.....	83
XIX.	Resultado de las pruebas de normalidad para los datos correspondientes al avance académico de las cohortes 2013 al 2017.....	94
XX.	Intervalos de confianza del avance académico de las cohortes 2013 al 2017.....	95
XXI.	Intervalos de confianza corregidos del avance académico de las cohortes 2013 al 2017	96
XXII.	Resultado de la prueba de normalidad del test de Shapiro–Wilks en R por cohorte.....	100
XXIII.	Resultado de la prueba de normalidad del test de Shapiro–Wilks en R por cohorte y por ciclo	101
XXIV.	Resultado de la prueba de normalidad del test <i>de</i> Lilliefors de Kolmogorov–Smirnov en R por cohorte	101
XXV.	Resultado de la prueba de normalidad del test de Lilliefors de Kolmogorov–Smirnov en R por cohorte y ciclo	102
XXVI.	Resultado de la prueba de comparación de medias de Scott–Knott en R entre las cohortes del 2013 al 2017 y entre ciclos	105
XXVII.	Prueba de comparación de medias de Scott–Knott en R entre las cohortes del 2013 al 2017 y del séptimo al décimo ciclo de la licenciatura de Ingeniería Industrial	106
XXVIII.	Prueba de comparación de grupos de Games–Howell entre cohortes del 2013 al 2017 y del séptimo al décimo ciclo.....	107
XXIX.	Prueba de Scott–Knott en relación con el promedio de aprobados antes y después de la pandemia de covid–19 (clases presenciales versus virtuales).....	108
XXX.	Prueba de Games–Howell en relación con el promedio de aprobados antes y después de la pandemia de covid-19 (clases presenciales versus virtuales).....	109

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
b	Coeficiente angular muestral
β_1	Coeficiente angular poblacional
r	Coeficiente de correlación
C	Coeficiente de posición u origen en la ordenada muestral
β_o	Coeficiente de posición u origen en la ordenada poblacional
P	Coeficiente de sesgo de Pearson
CV	Coeficiente de variación
(1 – α)	Coeficiente o nivel de confianza
CME	Cuadrado medio del error
s	Desviación estándar muestral
σ	Desviación estándar poblacional
σ_x	Error estándar
e	Error cometido en una estimación
Ho	Hipótesis nula
Ha	Hipótesis alterna o del investigador
IC	Intervalo de confianza
μ	Media poblacional
Me	Mediana
Mo	Moda
α	Nivel de significancia

p	Proporción muestral
%	Porcentaje
R	Rango
SCx	Suma de cuadrados de "x"
SCy	Suma de cuadrados de "y"
SCE	Suma de cuadrados del error
X²	Valor de la distribución chi-cuadrado
F	Valor de la distribución F de Fisher
z	Valor de la distribución normal
σ^2	Varianza poblacional

GLOSARIO

Abandono	Retiro definitivo del plan de estudio de una carrera.
BoxPlot	Diagrama de cajas y bigotes.
Cohorte	Conjunto de alumnos que ingresan a una carrera profesional en un determinado año, la sola inscripción los hace pertenecer automáticamente a una cohorte y los califica como alumnos de primer ingreso.
Deserción	Alumnos que no se reinscriben en los periodos correspondientes a su plan de estudios de acuerdo a la cohorte a la que pertenecen o que dejan de asistir a sus clases y cumplir con sus obligaciones académicas. Ausencia del estudiante de su plan de estudios, que se puede presentar una o varias veces y que, generalmente, se da antes del abandono del sistema educativo.
Eficiencia terminal	Relación entre los alumnos que ingresan y los que egresan de una cohorte en particular. En una de sus variantes, es posible hablar de eficiencia terminal en relación a las partes de un proceso.

Egresados	Alumnos que han cumplido o finalizado el recorrido de la malla académica, que se expresa en la cantidad de cursos o créditos aprobados y, que, para tal efecto, están establecidos en un plan de estudios.
Rendimiento	Grado de conocimientos que el sistema educativo reconoce que ha adquirido el educando y que en su forma tradicional es expresado a través de una nota o calificación asignada por el docente del curso. También está relacionado al promedio de las calificaciones obtenidas por un estudiante en las materias que ha cursado.
Repitencia	Cuando un estudiante se ve obligado a llevar nuevamente un curso, debido a que lo ha reprobado.
Reprobación	Se expresa en número o porcentaje de estudiantes que no han obtenido los conocimientos mínimos necesarios para aprobar el curso, lo cual se refleja en la nota de calificación que estaría por debajo de la nota necesaria para aprobar, de acuerdo a lo establecido en los planes y programas de estudio, y para seguir avanzando en la malla curricular debe recurrir el curso, hasta aprobarlo.

Rezago	Alumnos que se atrasan en las inscripciones que corresponden a su trayecto escolar, debido a que no aprueban oportunamente los cursos previos.
Sin asignaciones	En esta investigación, se refiere a los estudiantes que tienen un ritmo intermitente de avance, pues en algunos semestres se asignan cursos y en otros no, pero sin retirarse durante el periodo de estudio de esta investigación.
Tasa de aprobación	Relación entre el número de estudiantes que ganan un curso en relación a los inscritos.
Tasa de deserción	Porcentaje relacionado con la cantidad de estudiantes inscritos en un periodo y los que abandonan sus estudios en el mismo. Otra forma de calcular la tasa de deserción es la generacional o por trayecto.
Tasa de promoción	Relación entre los estudiantes que se inscriben en un curso y los que lo aprueban, multiplicado por 100 para su expresión en forma porcentual.
Tasa de retención	Relación entre la cantidad de estudiantes inscritos en una cohorte y los retenidos por una institución educativa en determinado periodo escolar.

Trayectoria escolar

Conjunto de factores, datos e información relacionada con el comportamiento académico de una cohorte de estudiantes mientras dure su estancia en una institución educativa. Cuantificación del comportamiento escolar de un conjunto de estudiantes pertenecientes a una cohorte durante su recorrido a lo largo de un plan de estudios. Se puede describir a través de un conjunto de indicadores asociados, los cuales, facilitan su análisis.

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue establecer las características de las trayectorias y rendimiento académico de las cohortes de 2013 al 2017 a través de su recorrido a lo largo de la malla curricular correspondiente y los efectos que provocó en las calificaciones y sus consecuencias derivadas de la pandemia de covid-19, ya que de clases presenciales se pasó a virtuales para estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para ello, se construyeron descriptores e indicadores estadísticos y se analizó el conjunto de datos, lo que permitió visualizar comportamientos y estimar probabilidades de éxito o fracaso, visibilizando los ciclos más críticos y los cursos que presentaron mayor dificultad, lo cual dio lugar a un aumento de los indicadores negativos.

Fue necesario hacer esta investigación, ante la carencia de estudios que reflejaran el grado de avance y rezago de los estudiantes, especialmente en el contexto de pandemia de covid-19, quienes se vieron afectados en el noveno y décimo ciclo de la cohorte de 2016 y del séptimo al décimo ciclo de la cohorte de 2017; estos corresponden a los años 2020 y 2021, evidenciando diferencias significativas entre los ciclos con clases presenciales y virtuales.

El tipo de estudio es observacional y no experimental, el enfoque es cuantitativo, dándole seguimiento al comportamiento de las cohortes a través del registro de notas que dejan en los cursos y la información relacionada con ellas, esta fue la unidad fundamental de análisis estadístico.

Es un estudio transversal, pues se hizo el análisis por cohorte a término de cierre. El diseño fue descriptivo y exploratorio, para caracterizar el comportamiento de las cohortes a lo largo del recorrido por el programa de estudios.

A razón de este estudio, de manera general, en relación con los cursos se infiere que, de los estudiantes, el 72.98 % aprueban; que existe una concentración de notas en el intervalo de 61 a 70 puntos, con el 38.15 % de los datos. Se establecieron los cursos y ciclos con mayores índices de repitencia; un 26.85 % abandona sus estudios; el 57.50 % se atrasa y, en promedio, el 7.10 % culmina el programa de estudio en 5 años.

Existe diferencia significativa en los porcentajes de aprobación y en las calificaciones de los estudiantes entre la modalidad presencial y virtual, lo cual no debe ser visto como una desventaja en estas, sino como una oportunidad de mejora, que debe aprovecharse no solo en la carrera de Ingeniería Industrial, sino en el resto que se imparten en el Centro Universitario de Oriente y en la Universidad de San Carlos de Guatemala, pues este contexto de pandemia obligó a un cambio en la forma tradicional de enseñanza aprendizaje, e indiscutiblemente, debe ser perfeccionada la enseñanza virtual para coexistir sin desventajas junto a la presencial.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto general

El Centro Universitario de Oriente (CUNORI) es fundado en 1977, con sede en la ciudad de Chiquimula, es una unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) con la misma categoría de las facultades y con convenios de cooperación con algunas de ellas, como es el caso, a partir de 2008, la creación de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente por medio de un convenio con la Facultad de Ingeniería (FIUSAC), quedando estas a cargo de la coordinación de carreras de Ingeniería de dicho centro universitario. Las carreras en el grado académico de licenciatura son las de Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

Las mediciones estadísticas no se realizan de manera sistemática que permitan describir el comportamiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, a lo largo de su recorrido por la malla curricular, por lo cual no existe un conocimiento, producto de una medición de cómo se realiza esta trayectoria académica. Además, no se conoce si se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los resultados, con respecto a los ciclos séptimo al décimo de las cohortes de 2013 al 2015, que corresponden a clases presenciales; y el noveno y décimo ciclo de la cohorte de 2016 y del séptimo al décimo ciclo de la cohorte de 2017, impartidos en los años 2020 y 2021. En los cuales, y en su mayoría, las clases fueron virtuales, siendo estos ciclos los que se pueden comparar entre clases presenciales y virtuales, en razón de las cohortes que son objeto de estudio.

Descripción del problema

De los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial se desconoce lo siguiente:

- El grado de avance de la relación entre los cursos y créditos programados y los obtenidos.
- El desfase entre los cursos y créditos programados y los obtenidos.
- El efecto de la pandemia de covid-19 sobre el comportamiento académico, en lo relacionado a aprobar, reprobar, repetir y los rangos en las calificaciones.

Formulación del problema

Pregunta central

¿Cuál es el comportamiento a lo largo de la trayectoria académica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala y cómo se ha visto afectado por la pandemia de covid-19 a partir del año 2020?

Preguntas auxiliares

- 1) ¿Cuál es el grado de avance de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en relación a los cursos-créditos programados respecto a los obtenidos de acuerdo a la malla curricular?
- 2) ¿Cuál es la diferencia entre el avance académico programado de los estudiantes en relación con el obtenido de acuerdo a la malla curricular?

- 3) ¿Cómo ha afectado la pandemia de covid-19 los resultados en relación a las calificaciones y sus consecuencias de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial al comparar los ciclos de las cohortes de 2013 al 2017, que se impartieron de manera presencial contra los que fueron de forma virtual?

Delimitación del problema

Se estudió el comportamiento de las cohortes de 2013 al 2017 de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala y los efectos de la pandemia de covid-19, en los resultados en relación con las calificaciones y sus consecuencias, entre los ciclos que se impartieron de manera presencial y virtual y que fue posible comparar en virtud de la temporalidad de esta investigación.

OBJETIVOS

General

Describir el comportamiento de la trayectoria académica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del análisis de los indicadores asociados, que permita la comparación entre lo programado y obtenido, antes y durante la pandemia de covid-19.

Específicos

1. Identificar el comportamiento de la trayectoria académica, por medio del análisis gráfico y de estadísticas asociadas, que permitan la comparación entre lo programado y obtenido de acuerdo con la malla curricular.
2. Medir en forma relativa el desfase entre el avance sobre la trayectoria académica programada y la obtenida por los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial, de acuerdo con la malla curricular, por medio de un índice y razón de diferencias, para mostrar desigualdades, que mida esta discrepancia, para su mejor comprensión a través de una división, de los atributos de interés.
3. Comparar el comportamiento de la trayectoria académica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, antes y después de la pandemia de covid-19, mediante indicadores, medidas descriptivas y la estimación de diferencia de medias, para hacer reflexiones, análisis y toma de decisiones en el futuro.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

En esta parte, se expone la metodología de la investigación en la cual se detalla el enfoque, diseño, tipo de estudio, alcances, variables e indicadores, fases y resultados.

La fuente principal de información para desarrollar este trabajo fue Control Académico del Centro Universitario de Oriente, pues bajo su responsabilidad está la base de datos de la carrera de Ingeniería Industrial. La información obtenida fue contrastada contra la malla curricular vigente. Básicamente, la estrategia usada fue hacer un seguimiento generacional o de cohorte, para determinar cómo se desarrolla el flujo de estudiantes a través de esta y las características del recorrido, de acuerdo con los registros.

Se establecieron sus características desde la perspectiva estadística, a través de medidas descriptivas, índices y otras pruebas en función de la naturaleza de los datos, para su posterior comparación entre sí, es decir, describiendo el tránsito y desempeño que realizan los estudiantes a través de la malla curricular en términos de la calificación y sus consecuencias, las cuales serían: la aprobación y reprobación de los cursos, repitencia, rezago, sin asignaciones y deserción o abandono.

Enfoque

El enfoque de este estudio es cuantitativo y se realizó dando seguimiento al comportamiento de las cohortes a través del registro de notas que dejaron en los cursos y la información relacionada con estas.

La unidad fundamental de análisis estadístico fueron las cohortes de 2013 al 2017. Por último, es un estudio transversal, pues se realizó el análisis de los datos por cohorte a término de cierre de la licenciatura de Ingeniería Industrial, durante los cinco años en los que el estudiante debe concluir el pènsun.

Diseño

Su diseño fue no experimental, porque no se realizaron ensayos en laboratorio ni fuera de él, se basó en la información de naturaleza cuantitativa que dejaron a su paso las cohortes de estudiantes de la carrera de licenciatura de Ingeniería Industrial de 2013 al 2017, que se observaron, describieron y analizaron sin la alteración de la estructura y contenido de los datos.

Tipo de estudio

Esta investigación es de tipo observacional debido a que no hay intervención por parte del investigador; y no experimental, porque no se realizó manipulación de las variables. Se pretendió en esta búsqueda, caracterizar el comportamiento de las distintas cohortes de estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Industrial, desde el año 2013 hasta 2017, para efectuar un análisis cohorte por cohorte y posteriormente, hacer comparaciones entre ellas y en su caso, entre ciclos, con la finalidad de verificar comportamientos similares o detectar diferencias, en especial, en los resultados obtenidos entre clases presenciales y las virtuales de los años 2020 al 2021, a causa de la pandemia de covid-19.

Debido a que también es descriptivo, se usaron métodos propios de la Estadística, para recopilar, detallar, resumir, comparar, analizar los datos, visibilizar rasgos y hacer los resultados más comprensibles.

Operativización de variables

Las variables, de acuerdo con los objetivos de la investigación, son básicamente de dos tipos: indicadores cuantitativos de razón y de proporción que sirvieron para medir y describir el avance académico de los estudiantes.

Para describir las cohortes fue necesario usar medidas de estadística descriptiva o indicadores estadísticos de posición central, indicadores estadísticos de posición no central, indicadores estadísticos de dispersión e indicadores estadísticos de forma. Otros indicadores y tasas por utilizar están relacionadas con el tema de estudio y se usaron para describir el avance académico de los estudiantes.

Las variables dependientes son las siguientes:

- Cohorte a la que pertenece, que se establece por el año de inscripción.
- Notas de aprobación.
- Notas de no aprobado.
- Momento en que se aprobó el curso.
- Momento en que no se aprobó el curso.
- Momento en el que cerró pénsum de estudios.

Las variables independientes son los indicadores de índice y de razón, que se describen y operativizan en la tabla siguiente.

Tabla I. **Operativización de variables**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Indicadores de razón de avance académico.	Miden el avance académico por semestre, se elaboraron tres índices de razón uno para los que van atrasados, otro para los que van conforme y el último para los que van adelantados de acuerdo a la malla curricular. Variable de escala de razón.	El indicador < 1 , indica atraso conforme a la malla curricular, indicador $= 1$, indica avance de acuerdo al plan de estudios, indicador > 1 , revela que lleva materias aprobadas adelante del semestre que le corresponde cursar, de acuerdo a la cohorte que pertenece.
Indicadores de proporción de avance académico.	Los indicadores de proporción muestran el porcentaje de alumnos que van atrasados, conforme y adelantados respecto al avance académico de cada semestre de acuerdo con la cohorte a la cual pertenecen. Variable de escala de razón.	<p>Indicador de proporción de estudiantes atrasados, muestra el porcentaje de alumnos que se van atrasando conforme a la cohorte y semestre que corresponde.</p> <p>Indicador de proporción de estudiantes conforme, muestra el porcentaje de educandos que van conforme a al semestre y cohorte que pertenecen.</p> <p>Indicador de proporción de estudiantes adelantados, revela el porcentaje de alumnos que se adelantan de acuerdo con el semestre y cohorte que le corresponde. Indica la proporción de los alumnos que adelantaron cursos en Escuela de Vacaciones del Centro Universitario de Oriente y en la Facultad de Ingeniería.</p>

Continuación de la tabla I.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Índice de aprobación en ordinario.	Variable de escala de razón.	Porcentaje de alumnos que aprueban un curso en examen final o en ordinario.
Índice de aprobación en primera retrasada.	Variable de escala de razón.	Porcentaje de alumnos que aprueban un curso en primera retrasada.
Índice de aprobación en segunda retrasada.	Variable de escala de razón.	Porcentaje de alumnos que aprueban un curso en segunda retrasada.
Índice de aprobación.	Variable de escala de razón.	Porcentaje de alumnos que aprueban un curso sin distinción del momento, es decir en ordinario, primera y segunda retrasada.
Promedio de nota de aprobados.	Variable de escala de intervalo de 61 a 100.	Promedio de nota de alumnos que aprueban un curso.
Promedio de nota de reprobados.	Variable de escala de intervalo de 0 a 60.	Promedio de nota de alumnos que reprueban un curso.
Promedio de nota general.	Variable de escala de intervalo de 0 a 100.	Promedio de nota de alumnos que cursaron una materia sin importar si aprueba o no el curso.

Continuación de la tabla I.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Índice de situación académica.	Variable de escala de razón que mide el avance académico por semestre de acuerdo con la cohorte de la cual forman parte.	Menor que 1, retraso; igual a 1 conforme; mayor a 1, adelanto con respecto a la malla curricular.
Eficiencia terminal con respecto al cierre.	Variable de escala de razón.	Porcentaje de estudiantes que cierran en el tiempo establecido en el plan de estudios.

Fuente: elaboración propia.

Fases del estudio

Para desarrollar esta investigación, Control Académico del Centro Universitario de Oriente da su autorización para la entrega de la base de datos de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de las cohortes de 2013 al 2017, por parte del Departamento de Procesamiento de Datos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

De la base de datos, se analizó su estructura para determinar las correcciones necesarias para procesar los datos, ya que algunos venían con información repetida y formatos diferentes, lo que permitió ordenarlos y clasificarlos.

Para caracterizar cómo realizan los estudiantes la trayectoria académica, se elaboraron índices de avance y medidas de estadística descriptiva por semestre, que reflejaron el rezago, recorrido en tiempo o adelanto en la malla curricular, por esto, el grado de avance se relacionó con la aprobación de cursos en el semestre que corresponde, además del análisis de la naturaleza de los datos, como

porcentajes, promedios, rangos de calificaciones, materias más aprobadas y reprobadas, y momento de aprobación del curso: examen final, primera o segunda retrasada y escuela de vacaciones.

Se anticipó que, los semestres donde se presente una mayor disminución del avance en la trayectoria académica corresponden a los que presentan más dificultad en cursar y presumiblemente reflejaría una combinación de cursos y situaciones, que entorpecen más la aprobación.

Los datos de las cohortes estudiadas se normalizaron y para permitir comparaciones, el número de alumnos inscriptos por cohorte, se tomó como el 100 % de esta, lo cual facilitó el cálculo de medidas descriptivas, porcentajes e indicadores relacionados con el comportamiento de la trayectoria académica de una generación. Se usaron pruebas de hipótesis no paramétricas de Scott–Knott y Games–Howell para detectar diferencias significativas entre las cohortes y análisis *post hoc* (después de esto) para descubrir variaciones importantes. Estas permitieron establecer que existen diferencias significativas entre cohortes y entre los ciclos en los cuales se recibieron clases presenciales y virtuales.

Algunas pruebas de hipótesis se emplearon para evaluar la estructura de los datos y la pertinencia de los análisis bajo los cuales se someterán. Para describir y analizar los datos, también se usaron tablas y gráficas, lo que facilitó la presentación y comprensión. Se hizo uso de distintos tipos de gráficas, entre ellas, las de BoxPlot, de barras y lineales en función del tiempo, pues los datos se van registrando de forma secuencial y equidistantes, lo que permitió hacer análisis propios de estos.

El proceso para cumplir con los objetivos de este estudio se desarrolló así:

- Fase 1: revisión documental, que a la vez se conformó de dos partes, revisión de antecedentes y marco teórico relacionado.
- Fase 2: solicitud de acceso a la base de datos en resguardo de Control Académico del Centro Universitario de Oriente de la carrera de Ingeniería Industrial, de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017; la misma fue proporcionada por el Departamento de Procesamiento de Datos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en mayo de 2022. Se analizó la información contenida en esta, se determinó la estadística descriptiva y se generaron indicadores estadísticos relacionados con la trayectoria académica de los estudiantes por cohorte y de manera general.
- Fase 3: diseño de la metodología para el análisis de los datos, la creación final de indicadores, intervalos y pruebas estadísticas relacionadas con hipótesis en sus distintas variantes.
- Fase 4: análisis de la base de datos, se estandarizaron sus formatos, eliminación datos repetidos, se imputó información faltante, se quitaron registros que no correspondían a los datos a analizar. Se seleccionaron y usaron modelos estadísticos explicativos, para lo cual se verificaron supuestos de normalidad y se comprobó que algunos datos se comportan de acuerdo a la distribución de probabilidad normal (porcentajes de los índices de avance: adelantados, atrasados, en tiempo y sin asignaciones) y otros no (como las calificaciones), por lo cual se usaron pruebas paramétricas y no paramétricas para verificar la existencia de similitudes o diferencias.

- Se determinó la estadística descriptiva e índices, tablas, gráficas y modelos de regresión para describir el comportamiento del avance académico.
- Fase 5: se evaluó la bondad de ajuste de los modelos a los datos y los supuestos de estos, en el caso de comparación de las medias con la prueba no paramétrica de Scott–Knott para encontrar diferencias significativas; también se usó el test no paramétrico de Games–Howell para hacer comparaciones entre grupos de datos, para detectar diferencias entre el promedio de notas, antes y después de la pandemia.
- Fase 6: interpretación de los resultados, se presentaron en forma de tablas y gráficas, para una mejor comprensión y facilidad en el análisis, lo que, a su vez, se constituyó en otro medio que permitió hacer comparaciones, identificar comportamientos, encontrar diferencias y similitudes.
- Fase 7: redacción del informe final, el cual incluye la presentación y discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones y resumen.

Unidades de análisis

Se trabajó con cohortes enteras de estudiantes, desde su inicio de actividades académicas, hasta su cierre de pénsum de acuerdo a lo establecido en plan de estudios, es decir, en la ventana de 5 años en los cuales deberían culminar el cierre de pénsum.

INTRODUCCIÓN

Para marzo de 2020, debido a que se presenta en Guatemala el primer caso de covid-19, se pasa a impartir clases de una modalidad presencial a una virtual, sin estar preparados para ello. La interrogante de cómo afecta la trayectoria académica y el desempeño de los estudiantes empezó a plantearse en comparación con aquellos que no enfrentaron este problema. Entre las dificultades a solventar para contestar esta pregunta, se encuentra la carencia de información sobre el comportamiento de las cohortes de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, antes y durante la pandemia. Por lo cual, este trabajo se desarrolla como una sistematización, pues será un ordenamiento, reconstrucción y clasificación de información que permitirá precisar el recorrido académico de las diferentes cohortes.

El problema es no tener una descripción de cómo realiza el avance del estudiante a lo largo de la malla curricular de la cohorte a la cual pertenece, prácticamente, se trabajan y hacen comparaciones con datos del año anterior.

La importancia de este trabajo radica en que se tomarán decisiones con base en información estadística, que permitan tener un análisis completo, no parcial o sesgado, para ayudar al estudiante y mejorar la administración del proceso educativo basado en el comportamiento y rendimiento académico de las cohortes a lo largo de la malla curricular.

Los resultados obtenidos servirán para determinar acciones relacionadas con el recorrido académico. También avalar la implementación de un modelo mixto de educación, es decir, virtual y presencial, siempre que los cursos o parte del contenido de estos, lo permita, lo cual se reflejará en una optimización de las

instalaciones y recursos de la carrera de Ingeniería Industrial e incluso de otras carreras. Así también, crear una metodología para hacer un análisis de cohortes, que, además, facilitará hacer comparaciones entre ellas y ambas formas de enseñanza (presencial y virtual), pues parte del análisis se hará con aquellas cohortes que tuvieron vigencia durante el tiempo del inicio de la pandemia de covid-19 hasta que finalice el estudio (junio de 2022).

Esta es una investigación con enfoque cuantitativo de tipo y alcance metodológico descriptivo y su diseño es no experimental. Caracteriza el comportamiento académico de las cohortes de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente desde el 2013 al 2017, se orientó a la obtención del registro de datos, para examinarlos y extraer información para este propósito. Se limitó a analizar la forma más tradicional del desempeño académico, a través de las calificaciones que obtienen los estudiantes y el momento en que ocurre, lo que es más fácil de describir estadísticamente. Para hacer esto, se realizó una revisión documental, se obtuvo la base de datos. se construyeron y analizaron por medio de indicadores y pruebas de hipótesis que permitieron describir y comparar las cohortes; para detectar similitudes o diferencias entre ellas, además de identificar los semestres que presentan mayor dificultad para la aprobación de cursos.

Esta investigación fue factible, gracias a la colaboración de las autoridades del Centro Universitario de Oriente y de las carreras de Ingeniería, además de la disponibilidad del recurso humano, financiero y tecnológico para desarrollar las distintas fases.

Este informe cuenta con cuatro capítulos. El primero es el marco referencial, donde están los antecedentes relacionados con este estudio.

El segundo cubre el marco teórico vinculado con la parte estadística para el análisis de los datos, que incluye la descripción de indicadores, análisis de regresión, estimación de intervalos, pruebas de hipótesis y, por último, los antecedentes del problema.

En el tercer capítulo, se encuentran los resultados de la estadística descriptiva e indicadores de avance, además de los hallazgos fruto de las diferentes pruebas estadísticas que se usaron para evaluar la estructura de los datos y así escoger las más adecuadas para encontrar diferencias o similitudes, los cuales se muestran a través de tablas y gráficas. Además, se encontraron modelos de regresión polinomial que lograran el mejor ajuste al comportamiento de los datos.

El capítulo cuarto, se relaciona con la discusión de resultados, en el que se hace el análisis interno y externo de la investigación.

Por último, están las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

1. MARCO REFERENCIAL

El rendimiento académico es un proceso importante para las instituciones educativas, no es una medida unidimensional, ya que tiene varios indicadores de diversa naturaleza, por lo cual debe dejar de percibirse como tal, pues este es incapaz de reflejarse de manera estricta en una nota cuantitativa y puede ir relacionado a diversos índices que revelan, de igual manera, el aprovechamiento del tiempo en clase, de parte de los estudiantes (Navarro, S. y Blandón, S., 2017). Este estudio trata la forma clásica de medirlo, vinculada con las notas y sus efectos, entendiéndose aprobación, reprobación y repitencia; y en otra de sus manifestaciones, a los cursos aprobados contra los que deberían tener los estudiantes.

Se sabe que una calificación presenta un amplio margen de incertidumbre y no necesariamente visibiliza lo que pretende medir, por lo cual es una expresión subjetiva, pese a ello, han sido usadas para evaluar el rendimiento académico de del estudiante, clasificarlo e incluso tomado como indicador del futuro desempeño laboral. (Navarro, S. y Blandón, S., 2017)

Es tema principal, al evaluar la educación, el rendimiento de los educandos, el que usualmente se expresa de forma cuantitativa y por convenio general, en un sistema de educación tradicional es medida del fracaso, del éxito y de sus grados, en el proceso enseñanza aprendizaje, que incluso, etiquetan al estudiante, pues es considerado como evidencia de la inteligencia, habilidades y competencia, aunque la realidad indique lo contrario. (Rojas, M. y González, D., 2009)

Confinar el desempeño académico a una calificación, es un acomodamiento de criterios en instituciones educativas, una costumbre con rezagos de autoritarismo impuesta históricamente, que oculta deficiencias en la enseñanza y que tiende a normalizar al estudiante, pues la restringe como medida casi exclusiva de calidad de enseñanza y pese a su empirismo, se sigue utilizando, pues facilita procesos institucionales, hasta el punto de que evita conflictos. (Rojas, M. y González, D., 2009)

En educación, la evaluación cuantitativa, presenta muchos inconvenientes, pero aún más, la cualitativa, pues es poco considerada en la educación superior. Ambas tienen conflictos, la primera, originados en costumbres muy arraigadas, en la segunda, prácticamente no existen experiencias de cómo evaluar con éxito el aprendizaje, decantándose las autoridades y docentes con exclusividad, en la forma cuantitativa, ante la necesidad de calificar como parte de las exigencias por cumplir procesos dentro de la universidad y por demandas de la sociedad hacia esta. La evaluación cuantitativa, explícitamente o no, está institucionalizada, al punto que existe sospecha, cuando las calificaciones pasan arriba o bajo la media o niveles de tolerancia aceptados de acuerdo con el curso. (Rojas, M. y González, D., 2009)

Sin importar las anteriores consideraciones y las limitaciones que este estudio tiene, por solo contemplar el componente cuantitativo del rendimiento académico, es importante que la calidad y cantidad de información que disponga una institución educativa sea la suficiente y necesaria para monitorear y evaluar sus procesos internos, reencauzar esfuerzos e inversiones, que le permitan ofrecer productos, en la cantidad y calidad que la sociedad le demanda o demandará.

No ofrecer información completa del comportamiento académico, devela sistemas de información deficientes, incluso intencionalmente y deja en entredicho la validez de los informes que ofrece a lo interno y a la sociedad una institución educativa, al punto de no generarlos y usarlos para detectar problemas de interés. (Rojas, M. y González, D., 2009)

Las universidades han utilizado como herramienta para evaluar su gestión, los indicadores de rendimiento, estos son un instrumento técnico, que no dejan de ser controvertidos (porque no siempre son eficientes y objetivos), usualmente relacionados con medidas cuantitativas, pueden presentar, a la manera de un tablero de control, los resultados de una institución, que a su vez sirven para evaluar los logros del proceso enseñanza aprendizaje y, por ende, su desempeño. Su uso se debe al coste de los recursos utilizados en la educación superior, que es la puerta a casi todos los puestos o formas de trabajo valiosas dentro de la sociedad. Pese a todo, los indicadores de rendimiento establecen orden y permiten enfocar esfuerzos y recursos dónde se necesitan. Como todo, los indicadores, conforme se perfeccionan a lo largo del tiempo adquieren mayor relevancia, para entender situaciones con respecto a determinadas variables, al punto que permiten anticiparse a eventos, problemas y hacer previsiones. (De Miguel, M.; Mora, J. y Rodríguez, S., 1991)

Otro uso de los indicadores de rendimiento es la detección rápida de tendencias, cambios en la demanda profesional de la sociedad, al punto que facilitan la ubicación temprana de cursos, que se hacen relevantes con el tiempo, por lo cual se pueden reasignar recursos, donde van siendo más útiles, o en su caso, quitarlos, donde dejan de serlo, en pocas palabras, juegan un papel en la gestión y optimización. (De Miguel, M.; Mora, J. y Rodríguez, S., 1991)

Debido a las dificultades relacionadas con la definición y diseño de indicadores de rendimiento, es común el uso de los más fáciles de obtener y medir, en demerito de la construcción de indicadores más relevantes o de naturaleza complementaria, pero que a su vez son más complicados de traducir a una forma cuantitativa. (De Miguel, M.; Mora, J. y Rodríguez, S., 1991) En este estudio se generarán indicadores de rendimiento de estadísticas de gestión, usando datos cuantitativos, fáciles de producir según la malla curricular y forma de calificación.

Un indicador de rendimiento es un dato numérico, o intenta serlo, que permite representar y evaluar el rendimiento cualitativo y cuantitativo del resultado de un sistema, en un instante; los más usados son los que a continuación se describen. (De Miguel, M.; Mora, J. y Rodríguez, S., 1991)

- Los indicadores de rendimiento simples, que presentan de forma absoluta y neutra, un hecho o el resultado de un proceso.
- Los indicadores de rendimiento que implican una referencia, pues se presentan en forma relativa y no absoluta, tal y como podría ser la relación que se obtiene entre los aprobados y asignados en un curso.
- Indicadores generales, se originan, casi siempre, de fuentes externas a la institución y en un sentido estricto, no son indicadores. Usualmente, son opiniones o resultados de encuestas, pero como son usados para tomar decisiones, se tratan como tales.

Por costumbre, el rendimiento académico, se asume como un indicador y evidencia del aprendizaje, relacionado con una calificación, pero no es más que su componente cuantitativo, uno de tantos indicadores asociados.

De acuerdo con Montes, I. y Lerner, J. (2011) es el siguiente:

La relación entre el proceso de aprendizaje, que involucra factores extrínsecos e intrínsecos al individuo, y el producto que se deriva de él, expresado tanto en valores predeterminados por un contexto sociocultural como en las decisiones y acciones del sujeto en relación con el conocimiento que se espera obtenga de dicho proceso.

En el caso, se tomaron en cuenta los valores de salida expresados en notas de los estudiantes y sus consecuencias para aprobar o reprobado cursos.

Según Guzmán, M. (2012), se tienen indicadores de rendimiento académico de:

- El rezago estudiantil: retardo en la inscripción de cursos, conforme a la secuencia establecida en la malla curricular.
- Deserción: el abandono de la carrera por un estudiante y este a su vez puede ser definitivo o por cambio a otra, ya sea en la misma institución o en otra.
- Índices de eficiencia terminal: la razón entre los alumnos que se inscriben en una carrera y logran culminar un proceso, por ejemplo, cierre de pónsum y graduarse, entre otros. Por lo general, en las universidades, se presentan bajos índices de eficiente terminal y no existen evaluaciones sistemáticas para medir los logros académicos de los estudiantes.

Para Guzmán, M. (2012), por ser un criterio social, legal y por tradición ampliamente establecido, las notas, siguen usándose para medir el rendimiento académico por las instituciones educativas, configurándolas de acuerdo a un sistema específico de evaluación y medición de resultados, pese a estar

demostrado que, por la subjetividad de los profesores, difieren en la asignación de calificaciones.

De acuerdo con Alcántara, A. y Aguilar M. (2011) evaluar el aprendizaje es un proceso complejo, en este, las universidades ejercen una función selectiva, que da respuesta a los requerimientos de la sociedad, entre estos, clasificar al estudiante, en función de lo asumido como calidad. Las universidades certifican la validez del aprendizaje con una calificación, que no está libre de distorsiones, al punto que no reflejan el desempeño académico del estudiante, lo cual debe de ser su verdadera función, esto sin entrar a discusiones, si es posible o si la calificación refleja cuánto aprendió, entre otros.

Para Alcántara, A. y Aguilar M. (2011) una calificación no es una medida cuantitativa y por diversas causas, su asignación ha sufrido desgaste, lo que ha originado un proceso de sobrevaloración llamado inflación de notas (IFN), que es un aumento y concentración, no esperable, de las más altas, producto del deterioro de criterios académicos vinculados al rigor intelectual, el nivel exigencia, calidad de los cursos y relajamiento para adjudicar una nota.

Para Alcántara, A. y Aguilar M. (2011), la inflación de notas, de irse generalizando entre los profesores, da como resultado la pérdida de calidad de la institución educativa y de credibilidad ante la sociedad, ya que es abruptamente evidente que la nota y el verdadero rendimiento académico están fuertemente desasociados, por lo tanto, puestos en entredicho. La inflación de notas refleja entre otras cosas:

- La falta de rigor del docente para la asignación de notas
- Complacencia entre educador y educando

- El educador al ver la generalización como un comportamiento complaciente entre sus compañeros docentes, hace lo mismo.
- El docente, al ver continuamente actitudes y aptitudes no apropiadas entre sus alumnos, la indiferencia de estos, el irrespeto a su persona y el poco o nulo apoyo de una institución educativa, tiende a relajar la adjudicación de notas, como una forma de minimizar sus problemas.
- La institución educativa por diversas causas aplica nociones de calidad con un enfoque orientado a la satisfacción del cliente, que se degrada en un proceso de inflación de notas, pues queda en planos más bajos, la calidad del profesional que se ofrece a la sociedad. La eficiencia, eficacia y productividad, aunado a un clima de competencia y lucha por la asignación de recursos, privilegia los resultados en detrimento del resultado, en una carrera por mostrar mejores respuestas y de graduar por graduar.
- La evaluación de los profesores por parte del educando, al tender a favorecer, sin justificación apropiada, a determinados docentes, bajo un enfoque clientelar (me ayuda, lo ayudo), agrava la inflación de notas, pues la calificación da lugar a la promoción o despido, por lo cual el docente, como mecanismo de defensa, infla las calificaciones, por la inseguridad y vulnerabilidad al que el sistema lo expone.

Por causa de la diversidad misma entre los educandos, en capacidad, disposición, ánimo, problemas, carencias, recursos, entre otros, resulta sospechoso, cuando una concentración de notas está en la parte más alta o inmediatamente arriba de la nota necesaria para aprobar un curso, pues el aprendizaje no depende únicamente de la voluntad, capacidad del docente y lo que este haga en clase y fuera de esta; también depende del alumno y esto, muchas veces, no está bajo control del educador ni del educando mismo.

Interesante sería detectar un proceso de inflación de notas, la explicación de este fenómeno sería parte de otro estudio. Esto puede visualizarse con un análisis gráfico y un índice que muestre una concentración de calificaciones.

De acuerdo con Rodríguez, et al. (2018) mejorar un indicador, no necesariamente significa el perfeccionamiento en aquello que indica. Un indicador, por sí solo, dice poco con respecto a un fenómeno en particular, por lo general, se necesita varios y algunos más relevantes que otros, para una mejor comprensión de este. Muchas veces, se debe hacer estudios entre cohortes, donde se relaciona un grupo con respecto a otro, pues da un punto de referencia, que, para tratar de comprenderlo es necesario indagar entre las partes involucradas, para la explicación y un mejor entendimiento de las diferencias significativas, que los datos muestran, pero que no pueden explicar por sí solos.

Según Alcántara, A. y Aguilar M. (2011), la educación debe ir perfeccionando indicadores, para que reflejen lo que realmente tratan de medir y puedan usarse para hacer inferencias. Se debe detectar e ir construyendo las medidas que hagan falta hacer para llevar un control del correcto funcionamiento, aunque debe advertirse, que en educación, calidad no es un solo un conjunto de indicadores, que lo determinen, por lo que es necesario precisar formas que develen cómo funciona un sistema que da como resultado productos con la calidad mínima aceptable, en este caso, los educandos, quienes, para ser reconocidos por este, deberían tener un mínimo de conocimientos, habilidades transversales, autoestima, vocación, entre otras, dejando fuera, la capacidad económica que los padres deben tener, dependiendo la carrera a estudiar y las que serían responsabilidad de los mecanismos de admisión.

De acuerdo a García, J.; González, M. y Zanfrillo, A. (2010), el atraso en el recorrido en el plan de estudios tiene como resultado, un aumento en la brecha

que existe entre la duración teórica y real de una carrera universitaria. Se ha observado que, al inicio de esta, la tasa de deserción es alta, pero la lentificación del recorrido de la malla curricular paulatinamente va generando más deserción. Las universidades, tradicionalmente han sido inflexibles en el ofrecimiento de alternativas que faciliten la continuación de estudios de forma regular, pese a que muchas veces no brindan las condiciones para que este se realice. Parece que, a las universidades, según Rojas, M. y González, D. (2009) no les preocupa y parecen distantes a las necesidades y requerimientos de la sociedad, al diseñar planes de estudios más congruentes a sus necesidades y la de sus profesores.

Según Alegre, O. y Villar, L., (2017) de alguna manera, la educación universitaria lucha contra el molde impuesto por la eficiencia empresarial, pues existen presiones sobre objetivos orientados al rendimiento de estudiante y medir la calidad con indicadores, para justificar su financiación. La dilación académica, es uno más de los impedimentos que frena el éxito de los estudiantes, por ello deben seleccionar carreras universitarias que sean más probables de terminar y con mejores oportunidades profesionales, de acuerdo con sus posibilidades.

Según Alegre, O. y Villar, L. (2017) entre los indicadores cuantitativos de orden académico y que para este estudio en particular son de interés, están los siguientes:

- Tasa de éxito: relación del número de créditos alcanzados por los estudiantes inscritos en un curso y el total de créditos presentados a examen.
- Tasa de eficiencia: relación del total de créditos que debieron asignarse los estudiantes graduados de una cohorte y el total que efectivamente se matricularon.
- Tasa de abandono: en una cohorte, es la relación de estudiantes inscritos en un curso y que no han seguido los siguientes y el total de estudiantes en esta.

- Tasa de rendimiento: porcentaje obtenido entre los créditos asignados y ganados por la cohorte en un semestre.

Para Rodríguez, I.; Pérez, R. y Flores, A. (2021), parte de la calidad en la educación, puede conocerse con indicadores vinculados a la trayectoria académica como el rezago, la reprobación, la eficiencia al final de un proceso y la deserción, su análisis puede permitir el diagnóstico e implementar soluciones que fortalezcan el funcionamiento de las universidades.

La educación superior enfrenta una serie de problemas, la mayoría relacionados con los escasos recursos con lo que dispone, los cuales se reflejan, entre otros, en la infraestructura, programas de estudio, calidad en la formación, el profesorado, y los vinculados con sus estudiantes y entre los que involucran a estos, los que describen cómo realizan la trayectoria académica. Un criterio utilizado para evaluar la calidad es la eficiencia terminal por cohorte, la que se mide por índices asociados con la reprobación, deserción y rezago. Es en México, en la década de los 80, donde se hacen estudios descriptivos, que llamaron la atención de diseñadores de políticas educativas, en los cuales se iniciaron a usar estos índices.

De acuerdo a Rodríguez, I.; Pérez, R. y Flores, A. (2021), el análisis cuantitativo incluye darle un seguimiento a cómo realiza la trayectoria académica una cohorte, lo que hace posible conocer el comportamiento de los estudiantes, en relación a las notas que obtienen y sus consecuencias en el recorrido de los ciclos y con la información obtenida, se puede averiguar o inferir, los problemas a los cuáles se enfrentan y que la evidencia muestra, que son los que más dificultad les representan, esto, facilita la toma de decisiones importantes por parte de las instituciones educativas, en beneficios de los educandos, entre estas: mentoría académica, asesorías, apoyo psicológico, mejora de la comprensión

lectora, actualización docente, retroalimentación a las instituciones educativas de procedencia de las dificultades más importantes que enfrentan los educandos.

Tomando en cuenta lo dicho por Rodríguez, I.; Pérez, R. y Flores, A. (2021), un estudio de trayectoria académica, mide y describe el comportamiento de una cohorte, durante su avance por la malla curricular, desde el ingreso hasta la aprobación de todos los cursos, de los requisitos académico administrativos, relacionados con el cierre del pensum, entre los fácilmente cuantificables, están: la aprobación, la reprobación, repitencia y abandono, se reconoce que aparte de otros factores cuantitativos que son susceptibles de medición, están factores cualitativos, entre los cuales, hay relacionados con la parte psicológica y sociológica.

Aunque puede ser cuestionable, en relación con el aprendizaje alcanzado, el rendimiento académico está vinculado con las calificaciones obtenidas, pues muestran una aproximación a esta realidad, o pretender hacerlo, por ello, entre otros estudios que deben hacerse, estudiar las trayectorias académicas permite atender de mejor forma problemas ligados a la deserción y rezago en el recorrido de un plan de estudios.

Según Revuelta, R. y Ramírez, C., (2003) estudiar las trayectorias escolares, permite entender cómo la realizan en términos cuantitativos y una mejor comprensión de los estudiantes. Con ayuda de indicadores, se caracteriza dicho recorrido y se determinan patrones. Para esto, es necesario describirlos.

- Cómo desarrollan los estudiantes la trayectoria académica en el marco establecido por un plan formal de estudios.
- Los ritmos de aprobación y reprobación de asignaturas y las notas obtenidas.

- La eficiencia relacionada con los momentos de aprobación (exámenes final, primera y segunda retrasada).
- El rendimiento está vinculado al promedio de las calificaciones.
- El flujo de los estudiantes es el número que ha logrado aprobar todas las asignaturas de un semestre en particular, los cuales, por lo general se presentan en rangos.

Se entiende por trayectoria académica, según Gutiérrez, A.; Granados, D. y Landeros, M. (2011) a la cuantificación de las causas que afectan y condicionan el comportamiento de estudiantes que pertenecen a una cohorte, durante su paso por una universidad de acuerdo a lo definido en un plan de estudios y requisitos académico–administrativos que este imponga. Analizar la trayectoria de una cohorte, requiere la observación, el registro y estudio de cómo realizan el avance a lo largo de la malla curricular por la que debe transitar los estudiantes, entendiéndose que los diversos individuos que la componen lo harán cada uno de una forma particular, por lo cual no pueden ser iguales. El análisis de todos los estudiantes que pertenecen a una cohorte mostrará su movimiento por los ciclos escolares, su desempeño y las características del recorrido que realizó por un programa de estudios, en ese sentido y en este caso, la unidad fundamental de análisis es la cohorte.

Asimismo, Gutiérrez, A.; Granados, D. y Landeros, M., (2011) hacen énfasis que, en esta clase de estudio, es necesario delimitar la generación escolar para mejorar el análisis de las características del recorrido escolar de la población (o cohorte) y las relacionadas con la eficiencia terminal, usando la estrategia de obtener la información de los registros escolares. Comparar datos de la primera inscripción de los alumnos contra el egreso y rezago escolar, permite únicamente evaluar la eficiencia de la universidad relacionada con el egreso año con año, pero para evaluar la eficacia, se deben analizar el

desplazamiento de una cohorte a través de la malla curricular, lo que evidenciará sus características y medidas precisas de la eficiencia terminal, asociadas con el comportamiento de recorrido escolar de una generación, desde que ingresa hasta que egresa, lo que muestra el detalle de las particularidades de la trayectoria escolar, entre ellas: la aprobación, reprobación, sin derecho a examen, o evaluación en periodo normal o extraordinario de los cursos; rango de notas; egresos; atrasos; abandono y baja definitiva, obviamente, por la naturaleza de este tipo de estudio, es necesario utilizar métodos estadísticos y sistemáticos y con base a los resultados obtenidos y el soporte de otro tipo de estudios relacionados, se puede apoyar la realización de cambios para mejorar la formación del estudiante y facilitar el recorrido por la malla curricular, a través de tutorías, programas remediales, programa de prevención de dificultades u otras técnicas, lo que mejoraría intencionalmente la eficiencia terminal del sistema, es por esto que un estudio de trayectorias académicas es, muchas veces, la base para instrumentar mejoras y establecer una cultura para la sistematización de datos, seguimiento de procesos y evaluación de resultados.

El recorrido a lo largo de una malla curricular infiere un proceso de transformación del educando, que se realiza en un tiempo preestablecido, si este se da de forma continua y sin contratiempos, presupone que se haya apropiado de conocimientos y que estos los pueda utilizar en determinado contexto, utilizando objetos, recursos intelectuales y materiales.

Según Gutiérrez, A.; Granados, D. y Landeros, M., (2011), el rendimiento académico, entre otras formas, puede ser planteado como el número de cursos aprobados por el educando en una carrera o como el promedio de calificaciones.

De acuerdo con Pérez, B.; Reyes, C. y Carreto, F. (2017) es indispensable analizar las trayectorias escolares para identificar de primera mano, medidas del

rendimiento académico, el rezago, la aprobación y reprobación de cursos, repitencia y deserción, además que refleja el grado de asimilación de competencias, conocimientos y construcción de un perfil profesional. El análisis de indicadores permite conocer medidas asociadas con el tiempo, rendimiento y eficiencia escolar. Como aclaración, el tiempo se relaciona a la continuidad en el ritmo de avance.

Los párrafos anteriores han servido para describir lo complejo que puede ser un estudio de cohortes, en el cual es factible hacer un análisis cuantitativo, cualitativo o ambos. En esta investigación, las referencias consultadas, facilitaron delimitar la forma cuantitativa o clásica de cuantificar el rendimiento académico (que no por ello deja de ser subjetiva), realizada a través de notas y su efecto en la aprobación o no de los cursos, entre otras consecuencias. Los índices descritos, permitieron, caracterizar el recorrido académico y detectar tendencias de las cohortes en el transcurso de los 10 ciclos, lo cual permitió medir la eficacia del desplazamiento y no solo la eficiencia, la que está relacionada con la culminación de un proceso.

De acuerdo a Rojas Betancur M. y González D. C., en su artículo: *Rendimiento y calificación, dos aspectos problemáticos de la evaluación en la universidad*, medir el rendimiento académico desde la calificación, es importante administrativamente y se usa para mostrar los resultados de los procesos de enseñanza, pese a las limitantes para evaluarlos y como un mecanismo de normalización y comparación, por lo tanto, es parte de un proceso más complejo, medir los avances a través de las notas que obtienen los estudiantes, siendo esta última, la forma usada en este estudio.

La elaboración de indicadores para medir y caracterizar el avance académico de los estudiantes es una idea tomada de De Miguel, M., Ginés Mora

J. y Rodríguez, S. de su libro *Evaluación de las instituciones universitarias*, en el que plasman, que se siguen usando indicadores de rendimiento, pese a no ser eficientes y objetivos, para medir, representar y evaluar los resultados de los procesos de enseñanza cuantitativamente. También concuerda Montes, I. y Lerner, J. (2011), Gutiérrez, A.; Granados, D. y Landeros, M. (2011) y Guzmán, M., (2012), quienes además manifiestan que pueden servir para crear modelos predictivos explicativos.

Para Alcántara, A. y Aguilar, M. (2011) es posible encontrar inflación de notas, que se ve como una concentración de estas, producto de varios factores.

El trabajo de García, J.; González, M. y Zanfrillo, A. (2010) se usó para desarrollar la idea de un estudio de cohortes y mejorar la comprensión del recorrido a través del plan de estudios. Por su parte, Rodríguez, I.; Pérez, R. y Flores, J. (2021) evidencian los requisitos académicos y administrativos fácilmente medibles, como la reprobación. Lo hecho por Alegre, O. y Villar, L. (2017) sirvió para formular diversos indicadores para medir la forma en que se ejecuta la trayectoria académica.

Por su parte, Revuelta, R. y Ramírez, C. (2003) desarrollan el estudio de la trayectoria académica para entender cuantitativamente cómo se lleva y concluye por el estudiante, según los ritmos en que avanza a través de la aprobación de cursos, por ello, sus ideas se usaron en esta investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estadística

De acuerdo con Romero, E., (2016) es posible definirla como un grupo de instrumentos matemáticos, empleados para explicar el comportamiento de distintos fenómenos en el mundo real. Para ello es necesario plantear el problema a tratar de explicar o resolver, recoger información de una parte representativa de la población o de toda esta, debe de organizarse para facilitar su análisis y poder obtener resultados que lo aclaren y que puedan ser extrapolados a toda la población, si este fuera el caso.

La estadística es tan versátil, que admite su uso prácticamente con todas ciencias y áreas del saber humano, pues trabaja con datos de distinta naturaleza, para obtener resultados y conclusiones. De forma general, la estadística es la ciencia que utiliza métodos para recolectar, clasificar, organizar, presentar, analizar e interpretar datos.

2.1.1. Estadística descriptiva

De acuerdo con Romero, E. (2016), la estadística descriptiva tiene herramientas para recoger, organizar y presentar los datos de la muestra o población y facilita obtener información de estas; todo análisis estadístico inicia empleándola, porque tiene técnicas para la recolección, clasificación, organización, resumen y presentación de datos, estudiándolos y describiéndolos a través de medidas estadísticas de resumen, tablas y gráficas.

2.1.2. Teoría de la probabilidad

Para Romero, E. (2016), parte de la estadística que permite, con la información de una muestra, adaptarles a los datos un modelo teórico de la teoría de la probabilidad; esto hace posible extrapolar conclusiones de la muestra a la población.

2.1.3. Estadística inferencial

Por su parte, Romero, E. (2016), la estadística inferencial es: “Parte de la estadística que estudia las herramientas matemáticas para realizar correctamente este proceso, por el cual seleccionamos un modelo matemático e intentamos hacer uso del mismo, a partir de datos muestrales, obtener conclusiones aplicables a toda la población” (p. 15).

Abarca técnicas que emplean herramientas matemáticas que permiten interpretar resultados de una muestra, con el sustento de la teoría de la probabilidad, logra efectuar estimaciones, deducciones, predicciones y comparaciones, es decir, generaliza los resultados producidos a la población y facilita tomar decisiones.

En resumen, la estadística descriptiva: analiza los datos, generalmente de una muestra, porque también pueden ser de una población, recoge, organiza y los presenta; por su parte la teoría de la probabilidad ofrece los modelos probabilísticos aplicables; por último, la inferencia estadística, permite adaptar estos modelos a los datos, de un modo adecuado y tratando de lograr el mejor ajuste posible, para así obtener conclusiones de una población. Un análisis estadístico para que valga la pena, hace uso de la estadística descriptiva, la inferencial y la teoría de la probabilidad.

2.2. Indicador estadístico

Para Sánchez, A. (2004), un indicador estadístico es un número obtenido a través de un procedimiento que cuantifica una característica de un conjunto (muestra o población), describiéndola en un momento, lo que hace posible su análisis, como ejemplo: promedios, porcentajes, índices, tasas, entre otros.

2.2.1. Indicadores estadísticos de posición central

Son índices usados para identificar puntos centrales de un conjunto, entre los fundamentales están: media, mediana y la moda. Tienen como función representar a la variable en estudio.

2.2.2. Indicadores estadísticos de posición no central o individual

La mayoría de veces los valores individuales carecen de sentido, a menos que se desean por alguna razón de interés, hacer comparaciones con algún otro conjunto de datos de referencia. Permiten ubicar puntos característicos de una distribución que no son valores centrales, don los siguientes:

- Deciles: son 9 valores que dividen los datos ordenados en 10 partes iguales, cada una de estas concentra el 10 % del total.
- Cuartiles: son 3 valores, que fraccionan una serie de datos ordenados, en 4 partes que contienen cada una el 25 %.
- Percentiles: son 99 valores, los cuales distribuyen un conjunto de datos ordenados en 100 segmentos iguales, cada uno, con 1 % de las observaciones.

2.2.3. Indicadores estadísticos de dispersión o variabilidad

Son un complemento de las medidas de centralización de una distribución, pues permiten conocer cómo los datos se dispersan, es decir, si son distribuidos de manera uniforme o no, su proximidad o separación entre sí con respecto a la media. Entre estos, se tiene: amplitud, desviación media, varianza, desviación típica o estándar, coeficiente de variación de Pearson y el recorrido semiintercuartílico.

2.2.4. Indicadores estadísticos de forma

Estudian las características de las observaciones, facilitando entender la forma que asume la distribución de probabilidad, entre ellas:

- Índice de asimetría: facilita analizar hasta qué punto los datos se reparten en forma equilibrada, encima y debajo de la media (μ), indica si la curva de distribución posee la misma forma a la izquierda o derecha de la media aritmética. Para medir la asimetría, se utiliza el coeficiente de asimetría de Fisher. Existen tres casos: 1) asimetría negativa, la media es menor que la mediana y la moda; 2) simétrica, la media coincide con la moda y mediana; y 3) asimetría positiva, la moda será menor que la mediana y la media.
- Índice de curtosis: es una medida que establece la concentración de los datos cerca del centro de la distribución, que se refleja en el nivel de apuntamiento, por lo que también se conoce como medida de apuntamiento. Según el nivel de curtosis, pueden ser: a) mesocúrtica, con concentración media, e índice = 0; b) leptocúrtica, luce un grado elevado de concentración, con un índice > 0 ; y c) platicúrtica, tiene un reducido grado de concentración, reflejado en un índice < 0 .

2.2.5. Indicadores estadísticos de razones y proporciones

De acuerdo a Sánchez, A., (2004), los indicadores de razones vinculan cantidad y valores desiguales, con dimensiones diferentes, que en apariencia no tienen nada que los asemeje o relacione, a menos que sean objeto de algún análisis. Las razones no son proporciones, pero usualmente se expresan como porcentajes.

Toda razón que no es una proporción si puede ser superior al 100 %. Ejemplo de razones serían: densidad poblacional (habitantes / kilómetro²), déficit del sector público como porcentaje del PIB, ventas/activo fijo, compras/ventas, activo/pasivo y utilidad/capital.

Tomando en cuenta la opinión de Sánchez, A., (2004), las proporciones son el tratamiento más usual al cual se somete la información cuantitativa, es expresado de forma que indica la fracción del conjunto total, o parte de todo, tiene la característica de interés. Se calcula dividiendo el número de unidades que poseen la propiedad a estudiar dividido entre el número total, por tal razón, se debe expresa como una fracción entre, pero usualmente se da en forma de porcentaje.

En detalle, se utilizaron los siguientes indicadores estadísticos para el análisis y descripción de las cohortes de estudiantes:

Tabla II. **Definiciones para indicadores estadísticos**

Tipo de indicador	Fórmula	¿Qué mide?
Media aritmética	$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$	Media aritmética de la población.
Mediana	$Me = \frac{n}{2}$	La posición de la mediana para datos pares.
Mediana	$Me = \frac{n + 1}{2}$	La posición de la mediana para datos impares.
Moda	Valor que más frecuentemente aparece en la serie de datos.	El dato que más se repite dentro de un conjunto de datos.
Rango	R = dato mayor-dato menor.	La diferencia entre el dato mayor y menor.
Varianza	$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}$	La varianza poblacional es el promedio de las diferencias de las observaciones respecto a su media, elevadas al cuadrado.
Desviación estándar	$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$	Es la raíz cuadrada de la varianza poblacional.
Coeficiente de sesgo de Pearson	$P = \frac{3(\bar{X} - Me)}{s}$	Mide si los datos están sesgados a la izquierda, distribuidos normalmente o sesgados a la derecha de la distribución de probabilidad.

Continuación de la tabla II.

Tipo de indicador	Fórmula	¿Qué mide?
Coeficiente de variación	$CV = \frac{s}{\bar{X}}(100)$	Medida relativa de dispersión de un conjunto de datos.
Indicadores estadísticos de posición no central: deciles, percentiles y cuartiles.	$L_p = (n + 1) \left(\frac{P}{100} \right)$ <p>L_p = ubicación del percentil. N = número de observaciones. P = percentil deseado.</p>	Permiten conocer otros puntos característicos de la distribución que no son valores centrales.
Probabilidad de ocurrencia o frecuencia relativa	Probabilidad de un evento = (número de ocurrencias en el conjunto de datos) / (número total de elementos del conjunto de datos).	La probabilidad que una evento o característica se presente en el conjunto de datos.
Razón	Se da por la división de dos variables, no necesariamente iguales.	Indica las unidades del numerador por cada una del denominador. Puede ser mayor de uno.
Proporciones	Proporción = (número de ocurrencias en el conjunto de datos con la característica de interés) / (número total de elementos del conjunto de datos).	Indica la fracción que el conjunto total tiene de la característica considerada. Su valor está entre 0 y 1.

Fuente: elaboración propia.

Otras fórmulas usadas para el cálculo de probabilidades, intervalos, proporciones, pruebas de hipótesis y para determinar variaciones explicables de un modelo son las que se describen en la tabla III.

Tabla III. Definiciones para el análisis estadístico

Descripción	Fórmula	¿Para qué se usa?
Distribución de probabilidad normal estándar.	$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]}$	Encontrar el valor de una variable en esta distribución teórica.
Valor Z.	$z = \frac{X - \mu}{\sigma}$	Para encontrar la probabilidad acumulada asociado a un valor estandarizado de "z".
Error estándar de la media.	$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	Medida de incertidumbre del estadístico de prueba.
Intervalo de confianza para la media poblacional con una varianza poblacional σ conocida.	$IC = \bar{X} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	Intervalo dentro del cual se encontrará la media de la población " μ " con una probabilidad asociada al valor de "z".
Proporción muestral.	$p = \frac{X}{n}$	Fracción que indica la parte de la muestra que posee un rasgo de interés.
Intervalo de confianza de la proporción de una población.	$IC = p \pm z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$	Intervalo dentro el cual se encontrará la proporción poblacional "p" con una probabilidad asociada al valor de "z".

Continuación de la tabla III.

Descripción	Fórmula	¿Para qué se usa?
Prueba de la media cuando se conoce la varianza σ .	$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$	Estadístico de prueba.
Prueba de hipótesis de una proporción.	$z = \frac{p - \pi}{\sqrt{\frac{\pi(1 - \pi)}{n}}}$	Estadístico de prueba.
Error tipo II.	$z = \frac{\bar{X}_c - \mu_1}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$ <p>Donde μ_1 es la media de la otra distribución de probabilidad.</p>	Para el cálculo de la probabilidad asociada al error tipo II.
Varianza de la distribución de las diferencias en medias.	$\sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}^2 = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$	Para el cálculo de varianzas de las diferencias en medias.
Prueba de dos medias de muestras σ conocida.	$z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$	Para determinar el estadístico para la comparación de la diferencia de dos medias.
Prueba de dos proporciones de dos muestras.	$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p_c(1 - p_c)}{n_1} + \frac{p_c(1 - p_c)}{n_2}}}$ <p>Donde p_c, se determina con la siguiente fórmula:</p> $p_c = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2}$	Para determinar el estadístico de prueba de la diferencia de dos proporciones de la muestra.

Continuación de la tabla III.

Descripción	Fórmula	¿Para qué se usa?
Estadístico de prueba para comparar varianzas – distribución de probabilidad de F de Fisher.	$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$	Para la prueba de hipótesis relacionada con que la varianza de una población normal, estadísticamente, es igual a la varianza de otra población normal.
Estadístico de prueba.	$F = (\text{estimado de la varianza poblacional basado en las diferencias entre las medias muestrales}) / (\text{estimado de la varianza poblacional basado en la variación dentro de la muestra}).$	Para pruebas de hipótesis de ANOVA.
Forma general de la ecuación de regresión lineal.	$\hat{Y} = a + bX$	Modelo de la recta de regresión basado en el método de mínimos cuadrados.
Intervalo de confianza para la media de Y, dada X.	$IC \hat{Y} \pm t_{(s_{y,x})} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum(X - \bar{X})^2}}$	Reporta el valor de Y para una X dada, dentro de un intervalo
Intervalo de predicción para Y, dada X.	$IC = \hat{Y} \pm t_{(s_{y,x})} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum(X - \bar{X})^2}}$	Reporta el rango de valores de Y para un valor particular de X.
Coeficiente de determinación.	$r^2 = \frac{(\text{variación total}) - (\text{variación inexplicable})}{(\text{variación total})}$ $r^2 = \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2 - \sum(Y - \hat{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$	Determina la variación explicable del modelo de regresión.

Fuente: elaboración propia.

2.2.6. Análisis de regresión lineal

Según Etxeberria, J. (2004), el análisis de regresión lineal: “Es un método que permite estudiar cómo influyen un conjunto de variables independientes en el comportamiento de otra a la que denominaremos dependiente” (p. 218). Si solo existe una variable dependiente para una independiente, es una regresión lineal simple. Es de los más usados, por su facilidad de cálculo matemático y proporciona aproximaciones aceptables, si el modelo se ajusta razonablemente a los datos. En la regresión, se analiza el efecto que causa sobre una variable dependiente, los cambios en la (s) independiente (s), siendo su objetivo fundamental, pronosticar la conducta de o las variables dependientes en relación a cambios en la o las independientes, en el rango de datos que está definida.

Un análisis de regresión tiene tres funciones importantes, según Etxeberria, J. (2004):

- El análisis de la función matemática que mejor relaciona la variable dependiente con las independientes.
- Calcular parámetros de la función de regresión lineal y la bondad del ajuste de los datos realizados.
- Hacer predicciones de la variable dependiente y determinar la validez o error en las predicciones.

El modelo matemático (Ciro, B., 1998) explica que la relación lineal “y” en función de “x”, está dado por:

$$\hat{Y} = \beta_1 x + \beta_0 \quad (\text{Ec. 1})$$

En donde \hat{Y} es la variable dependiente y se estima en función de “x”, que se sospecha conocida y es la variable independiente, explicada o predictando.

Siendo “x”, la variable que se figura conocer, se denomina variable independiente, predictor o explicativa.

β_1 , es la pendiente o coeficiente angular, es el ángulo en que se inclina la recta, cuantifica el aumento o decrecimiento de \hat{Y} por unidad que crece o disminuye la variable dependiente “x” o explicativa. Si $\beta_1 > 0$ la recta asciende, si $\beta_1 < 0$, desciende, si $\beta_1 = 0$, corre paralela al eje de las abscisas, o de “x”.

β_0 , es el coeficiente de posición u origen en la ordenada, es una constante en la recta, igual a \hat{Y} cuando “x” = 0, este coeficiente puede ser mayor a cero cuando pasa sobre el origen, igual a cero cuando atraviesa el origen y, por último, menor a cero, cuando pasa bajo el origen.

Calcular una línea, por la correspondencia entre variables de un conjunto de datos, es por la recta de regresión; la forma más usual de determinarla es por medio del método de mínimos cuadrados ordinarios, a través del cual se logra la recta con mejor ajuste.

- Método de mínimos cuadrados ordinarios

Hace una estimación, minimizando la suma de cuadros de las diferencias entre los valores observados (y_i) y los estimados (\hat{Y}_i), lo que se aprecia en esta ecuación:

$$\sum(e_i^2) = \sum(y_i - \hat{Y}_i)^2 = \text{mínimo} \quad (\text{Ec. 2})$$

Siendo “e” el error cometido en una estimación, el cual debe de ser mínimo frente en comparación a otros modelos, para que sea capaz de representar o dar una buena aproximación a través de los puntos.

De acuerdo a Martínez, C. (2019) las letras mayúsculas B y C, o las letras del alfabeto griego β_1 y β_0 , son utilizadas para simbolizar los parámetros de una recta de regresión, es decir, los coeficientes de regresión poblacionales y para simbolizar los muestrales, se utiliza las letras “b” y “c”. Los coeficientes de regresión muestrales, son estimadores de parámetros o coeficientes de regresión poblacional.

La recta que produce el método de mínimos cuadrados, descrita con coeficientes de regresión muestrales es:

$$y = bx + c \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde “b”, es la pendiente de la recta o coeficiente angular y “c”, el intercepto en el eje y.

Las fórmulas para los coeficientes de regresión muestrales “b” y “c” usados para estimar los coeficientes de regresión poblacionales β_1 y β_0 son:

$$b = \frac{(n)\sum((x_i)(y_i)) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{(n)\sum(x_i^2) - (\sum(x_i))^2} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$b = \frac{\sum(x_i y_i) - (n)(\bar{x})(\bar{y})}{(\sum x_i^2) - (n)(\bar{x})^2} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$c = \frac{\sum(y_i) - (b)(\sum(x_i))}{(n)} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$c = (\bar{y}) - (b)(\bar{x}) \quad (\text{Ec. 7})$$

Se puede usar cualquiera de las dos ecuaciones, para los coeficientes y se obtiene el mismo resultado.

Otra forma para identificar la recta de mejor ajuste, según Webster, A. (2000) es calculando la suma de cuadrados y productos cruzados con las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned} &\text{Suma de los cuadrados de X: } SC_x = \\ &\sum(X_i - \bar{X})^2 = \sum(X^2) - \frac{(\sum X)^2}{n} \quad (\text{Ec. 8}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Suma de los cuadrados de Y: } SC_y = \\ &\sum(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum(Y^2) - \frac{(\sum Y)^2}{n} \quad (\text{Ec. 9}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Suma de productos cruzados de X y Y:} \\ &\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) = \sum(XY) - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \quad (\text{Ec. 10}) \end{aligned}$$

Las anteriores ecuaciones, se basan en desviaciones que se obtienen de la diferencia entre las observaciones con relación a su media.

Estas ecuaciones estiman la pendiente y el intercepto en la recta de regresión así:

$$\text{Pendiente: } b = \frac{SC_{xy}}{SC_x} \quad (\text{Ec. 11})$$

$$\text{Intercepto: } c = \bar{Y} - (b)(\bar{X}) \quad (\text{Ec. 12})$$

La recta obtenida, de acuerdo con Webster, A., (2000) por el método de mínimos cuadrados, es la recta de ajuste óptimo, pero no significa que este sea bueno, por las características de las observaciones, dado que no tiendan a seguir una línea recta. Para medir el ajuste, se usa el error estándar de la estimación y el coeficiente de determinación. En una situación ideal, las observaciones deben pasar sobre los puntos de la recta de regresión, lo que daría lugar a errores del pronóstico con valor cero, pero en práctica no es verdad, el error estándar de estimación cuantifica la tendencia a desviarse entre el valor observado contra el valor que da el modelo de regresión para fines predictivos. Por lo anterior, se tiene lo siguiente:

$$\text{Error estándar de estimación: } Se = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \bar{Y}_i)^2}{n-2}} \quad (\text{Ec. 13})$$

En la opinión de Webster, A., (2000) Si al obtener la varianza (σ^2) de los errores de regresión y se recuerda que uno de los supuestos básicos del modelo de mínimos cuadrados ordinarios es que esta permanece constante a lo largo del trayecto y que es un parámetro poblacional, una estimación insesgada de la varianza es el cuadrado medio del error (CME) y este es producto de la suma de cuadrado del error (SCE) dividida entre los grados de libertad (g.l.):

$$\text{Suma de cuadrados del error: } SCE = SCy - \frac{(SCxy)^2}{SCx} \quad (\text{Ec. 14})$$

Como afirma Webster, A. (2000), en la regresión simple existen dos restricciones en el grupo de datos, debido a la necesidad de estimar β_1 y β_0 , por lo cual hay $n-2$ grados de libertad y entonces se tiene que:

$$\text{Cuadrado medio del error: } CME = \frac{SCE}{n-2} \quad (\text{Ec. 15})$$

Quedando el error estándar Se, como se aprecia:

$$\text{Error estándar: } Se = \sqrt{CME} \quad (\text{Ec. 16})$$

En la correlación, se estudia si existe o no relación entre las variables, cuantificándose la intensidad de esta. Ciro, B. (1998) describe que cuando los valores de variables relacionadas parecen obedecer una ecuación, se dice que las variables están correlacionadas. Una correlación puede ser perfecta si se cumple plenamente la ecuación, lo cual difícilmente puede suceder; es imperfecta cuando existe una aproximación de los puntos hacia la recta que traza el modelo matemático, según su grado de aproximación puede ser excelente, aceptable, regular o mínima. Por último, la correlación es nula, si la dispersión de los datos hace imposible seguir una curva o línea, pues están desordenados, prácticamente formando una nube de puntos alrededor de estas. La correlación puede ser simple, si relacionada una variable dependiente (y) y una independiente (x) y múltiple, si la relaciona con dos o más variables independientes (x_1, x_2, \dots, x_n).

El coeficiente de correlación, para Anderson, D.; Sweeney, D. & Williams, T. (2012) puede tomar valores entre -1 y 1; el primero indica una relación negativa perfecta entre X y Y, en cambio, un valor de 1, una positiva perfecta; un 0, demuestra que no existe ninguna relación entre estas.

La correlación, según Peña, D. (2014), es una medida adimensional del vínculo entre dos variables; en la regresión lineal simple, se tiene:

$$r = \frac{Cov(x,y)}{SS} \quad (\text{Ec. 17})$$

Usando las fórmulas anteriores, como dice Webster, A. (2000) se puede obtener el coeficiente de correlación, el cual es una medida la bondad del ajuste, entre ellas, así:

Suma de cuadrados total es igual a la variación total: SCT =

$$\sum(Y_i - \bar{Y})^2 \quad (\text{Ec: 18})$$

Suma de cuadrados de la regresión es igual a la variación explicada: SCR =

$$\sum(\bar{Y}_i - \hat{Y})^2 \quad (\text{Ec: 19})$$

Coeficiente de correlación: r =

$$\sqrt{\frac{\text{Variación explicada}}{\text{Variación total}}} = \sqrt{\frac{SCR}{SCT}} = \frac{SCxy}{\sqrt{(SCx)(SCy)}} \quad (\text{Ec. 20})$$

La desviación no explicada por el modelo es la suma del cuadrado del error, SCE y se obtiene así:

Variación no explicada es igual a la suma del cuadrado del error: SCE =

$$\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (\text{Ec: 21})$$

Por último, declara Webster, A. (2000), que el coeficiente de determinación, (r^2) es otra medida de la bondad del ajuste, que permite comparar rectas de regresión de variables distintas, ya que revela que porcentaje del cambio en Y, es explicado por un cambio en X, su fórmula es la siguiente:

Coeficiente de determinación: r^2 =

$$\sqrt{\frac{\text{desviación explicada}}{\text{desviación total}}} = \sqrt{\frac{SCR}{SCT}} = \frac{(SCxy)^2}{\sqrt{(SCx)(SCy)}} \quad (\text{Ec. 22})$$

2.3. Análisis de datos paramétrico

Parte de la estadística que usa datos observados para estimar parámetros de una distribución de probabilidad, bajo el supuesto que se comportan como esta, en este caso, la distribución de probabilidad normal, con parámetros desconocidos para media (μ) y varianza (σ^2) de la población, que son estimados a través de la media (\bar{x}) y varianza (s) muestrales. Las pruebas paramétricas tienen que cumplir con:

- Normalidad: los datos y el análisis que se haga de estos debe considerarse normales. Hacer pruebas de bondad de ajuste que miden la discrepancia de los valores observados contra valores esperados.
- Homocedasticidad: los grupos deben poseer variables uniformes, es decir, la varianza de una variable no depende del nivel de otra.
- Errores: deben ser independientes, lo cual sucede cuando las observaciones se distribuyen normalmente en el conjunto de datos.

Como ventajas de estas pruebas, se tiene: poder de eficiencia, sensibilidad a los datos, menor posibilidad de error, dan estimaciones exactas; por el contrario, como desventaja tienen que son más difíciles de determinar y tienen limitaciones en el tipo de datos por evaluar.

Las pruebas paramétricas comprenden pruebas relacionadas con los valores de "Z" de la distribución normal estándar (o valores estandarizados), la prueba t de student, prueba de X^2 , y la F de Fisher (análisis de varianza).

2.3.1. Estimación con intervalos de confianza

Un estimador de intervalo, en la opinión de Anderson, D.; Sweeney, D. & Williams, T., (2012) consiste en expresar el valor que posiblemente tiene un parámetro de la población, dentro de un rango de valores, asociados a una probabilidad. Se calcula al sumarle y restarle un margen de error, a estos se les llama límite inferior de confianza (LIC) y límite superior de confianza (LSC). La fórmula de una estimación por intervalo de la media poblacional es:

$$\bar{x} \pm \text{margen de error} \quad (\text{Ec. 23})$$

Para una proporción poblacional, la fórmula para estimar el intervalo de confianza es:

$$\bar{p} \pm \text{margen de error} \quad (\text{Ec. 24})$$

Para la estimación del intervalo para la media poblacional, se debe contar con la varianza poblacional, (σ^2), para determinar el margen de error, de no tenerla, se usa la desviación estándar muestral (s); si fuera así, se tiene que la estimación por intervalo de la media poblacional con varianza σ es:

$$\bar{x} \pm (z_{\alpha/2}) \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (\text{Ec. 25})$$

Donde el nivel de significación es α , el coeficiente o nivel de confianza es $(1 - \alpha)$, $z_{\alpha/2}$ es valor de "z" en la distribución de probabilidad normal estándar de un área de $\alpha/2$ en la cola superior, el margen de error es $(z_{\alpha/2}) \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$ y, por último, el error estándar es $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$.

Para estimar un intervalo de una proporción poblacional, se usa la siguiente fórmula:

$$\bar{p} \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (\text{Ec. 26})$$

En donde el nivel de significación es α , el coeficiente o nivel de confianza es $(1 - \alpha)$, el $z_{\alpha/2}$ es valor de “z” en la distribución de probabilidad normal de un área de $\alpha/2$ en la cola superior, el margen de error esta dado por $z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ y, por último, el error estándar es $\bar{p} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$.

2.3.2. Pruebas de hipótesis

Según Anderson, D.; Sweeney, D. & Williams, T., (2012), las pruebas de hipótesis dejan hacer supuestos acerca de parámetros, son dos y son la hipótesis nula (H_0) o de trabajo e hipótesis alternativa (H_a) o del investigador, esta última, se contrapone a la primera; de acuerdo a la evidencia que brinda la muestra, se rechaza o no la hipótesis nula.

Proponer supuestos de parámetros poblacionales, como dice Supo, J. (2014) requiere plantear una hipótesis o proposición, que es una frase con un valor de verdad, es decir, algo que puede ser o no; es una opinión que afirma o niega una característica, un razonamiento que asevera un estado, que puede ser verdadero o falso, de acuerdo con la prueba que aporta la muestra. En un ritual de significancia estadística, otro nombre para una prueba de hipótesis; se presenta primero, la hipótesis nula (H_0), la primera en confeccionarse es la hipótesis alternativa o del investigador (H_a). De hecho, este tipo de procedimiento busca obtener evidencia que apoye esta hipótesis (H_a), pues es

la que el investigador espera demostrar, tratando de refutar, rechazar o anular, la hipótesis nula (H_0), es por ello que la conclusión se da en términos del rechazo o no de esta última hipótesis.

La hipótesis nula (H_0) declara que una característica particular la posee un parámetro poblacional; la prueba de hipótesis, con la evidencia trata de refutarla, para concluir que no es correcta.

Dicho con palabras de Anderson, D.; Sweeney, D. & Williams, T. (2012), las formas que pueden tener una hipótesis nula y alternativa se muestran en la tabla IV.

Tabla IV. **Formas de plantear una hipótesis**

Prueba de cola izquierda	Prueba de cola derecha	Prueba de dos colas
$H_0: \mu \geq \mu_0$	$H_0: \mu \leq \mu_0$	$H_0: \mu = \mu_0$
$H_a: \mu < \mu_0$	$H_a: \mu > \mu_0$	$H_a: \mu \neq \mu_0$

Fuente: elaboración propia.

La hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_a), son afirmaciones contradictorias sobre un parámetro, la evidencia aporta pruebas que soporten una, pero no las dos. En esta clase de procedimiento, se tiene el peligro de no obtener conclusiones correctas, pudiéndose presentar errores que se muestran en la tabla V.

Tabla V. **Error tipo I y II**

		Condición de la población	
		Ho es verdadera	Ha es verdadera
Conclusión	Ho no es rechazada	Conclusión correcta	Error tipo II
	Ha es rechazada	Error tipo I	Conclusión correcta

Fuente: elaboración propia.

La probabilidad de error tipo I, cuando hipótesis nula (H_0) es correcta, es el nivel de significancia y se identifica con la letra griega alfa (α), sus valores usuales están entre 0.01 y 0.05.

De acuerdo con Walpole, et al. (2012), los pasos para un método o procedimiento clásico de prueba de hipótesis son:

- Plantear la hipótesis nula H_0 y la alternativa H_a .
- Elegir el nivel de significancia alfa (α).
- Selección del estadístico de prueba.
- Establecer la región crítica de acuerdo a alfa (α).
- Calcular el valor del estadístico de prueba.
- Rechace H_0 , si el estadístico de prueba se ubica en la región de rechazo, no rechace, de lo contrario.
- Otra opción, es rechazar H_0 , si el valor de la probabilidad (p valor) es menor que el nivel de significancia alfa (α), no rechace, en caso contrario.
- De una respuesta, con las conclusiones que aporta la evidencia estadística.

De manera general, existen varios tipos de pruebas de hipótesis, entre ellas:

- La media de una población (μ)
- Sobre dos medias
- Una proporción
- Sobre dos proporciones
- Una o de dos muestras referente a las varianzas
- La bondad de ajuste
- La independencia de datos
- Evaluar la homogeneidad

- Varias proporciones
- El análisis de varianza (ANOVA)
- Hacer comparaciones múltiples
- Evaluar la estructura del conjunto de datos

De acuerdo con Peña, D. (2014) existen estudios para el diagnóstico y crítica del modelo que permiten verificar las pruebas de hipótesis basadas en una distribución en particular (pruebas estructurales) puedan estimar parámetros de esta. Lo que pretenden es comprobar si las hipótesis fundamentales de la estructura del modelo de distribución de probabilidad entran en contradicción con los supuestos de la muestra. Estas pruebas tratan de establecer lo siguiente:

- Si la distribución de probabilidad supuesta es consistente con los datos.
- Si las observaciones son independientes.
- Si la muestra es homogénea, es decir, si las observaciones que la conforman provienen de una misma población.

Entre pruebas de hipótesis estructurales están las siguientes:

- Pruebas sobre la distribución de probabilidad.
- Pruebas sobre la independencia de los datos.
- Pruebas sobre la homogeneidad de la muestra.

A parte de estas pruebas existen métodos gráficos que permiten comparar o ilustrar mejor, las similitudes o diferencias entre medias y otros datos, entre distribuciones de probabilidad, como el diagrama de caja y bigote o BoxPlot, que pueden apoyar este tipo de procedimientos.

2.4. El Centro Universitario de Oriente y las carreras de Ingeniería

El Consejo Superior Universitario (Sagastume, L., 2017), el 26 de mayo de 1975, aprobó una política para regionalizar la educación superior, basada en autorizar el funcionamiento de Centros Regionales Universitarios, en regiones ecológicas y productivas del país, a razón de esta política, un 7 de julio de 1976, este Consejo, celebró una sesión extraordinaria y en el literal f) del punto primero del acta 24–76 acordó abrir en 1977, centros regionales universitarios, entre estos, el de Chiquimula; el 12 de febrero. La lección inaugural fue en el Instituto Experimental Dr. David Guerra Guzmán.

La sede de este centro está en la finca El Zapotillo sobre el kilómetro 169 de la ruta CA–10, estando separada del casco urbano por esta, siendo su área de influencia principal, los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula.

Ante la carencia de instalaciones físicas, se iniciaron labores administrativas y académicas en el Instituto Experimental Dr. David Guerra Guzmán, con proyectos educativos de enseñanza especializada, técnicos en producción hortícola, porcina y avícola y para el año 1979, cambió a carreras técnicas en producción agrícola y pecuaria.

De acuerdo con el acta 12–77 del Consejo Superior Universitario, se realizó la licitación pública para la construcción de las instalaciones en la finca El Zapotillo, que fue donada por el Ministerio de Agricultura, de esta cuenta, el 19 de julio de 1979, se inauguraron las instalaciones del Centro Regional Universitario de Oriente.

La demanda educativa obligó, para 1988, abrir la carrera a nivel técnico de Administración de Empresas plan diario y para 1991, a nivel de licenciatura.

Para 1992, se ofrecen las carreras de ingeniero agrónomo en Sistemas de Producción y la de Zootecnia.

Producto de un estudio de la demanda de educación superior del año 1993, en el departamento de Izabal y realizado por orden del rector de ese entonces al director del Centro Regional Universitario de Oriente, se acuerda en el acta 43-93 del Consejo Superior Universitario, abrir el Centro Universitario de Izabal, empezando a funcionar como extensión del primero. El 15 de febrero de 1994, inicio operaciones con la carrera de Administración de Empresas con Énfasis en Administración Portuaria y Aduanera y para 1995, la carrera de Técnico en Producción Agrícola.

El 21 de agosto de 1996, el Consejo Regional acordó presentar ante el Consejo Superior Universitario, las carreras de auditor técnico y la licenciatura en Contaduría Pública y Auditoría como proyectos autofinanciables, con plan de estudios el día sábado, siendo aprobados el 15 de marzo de 1997.

En 1999, el Consejo Regional, también aprueba como proyectos autofinanciables, plan fin de semana, las carreras de técnico y licenciatura en Administración de Empresas.

Para el año 2000, en colaboración con la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, el Centro Regional Universitario de Oriente, implementa la carrera a nivel de licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario, a impartirse de lunes a viernes, también como un proyecto autofinanciable.

En 2001, de forma autofinanciable y con plan de estudios entre semana, previa firma de convenio con la Facultad de Ciencias Médicas abre la carrera de Ciencias Médicas.

El Consejo Superior Universitario, el 25 de julio de 2001, le dio al Centro Universitario de Izabal, el estatus institucional de Centro Regional Universitario, por lo que procedió la separación funcional con este último.

En 2001, el Consejo Superior Universitario, aprueba modificaciones al Reglamento de Elecciones de la universidad, incluyéndose el capítulo de elecciones de miembros de Órganos de Dirección y el director de Escuelas y Centros Universitarios, también se cambia el nombre de Consejo Regional al de Consejo Directivo.

Como proyecto autofinanciable inicia la maestría en Administración de Empresas Agropecuarias, la cual fue autorizada el 14 de octubre de 2005, iniciando actividades administrativas y académicas en el 2007.

Según el punto sexto, inciso 6.2, subinciso 6.2.3 del acta 29–2005 del Consejo Superior Universitario, con ayuda financiera de la Organización de los Países Bajos para la Cooperación Internacional en Educación Superior (NUFFIC), se inician de manera autofinanciable, las carreras de Técnico Universitario de Agrimensura e Ingeniería en Administración de Tierras, a partir de 2006, se abre la parte administrativa y las actividades académicas, arrancan en el 2007.

Las carreras técnicas de Periodismo y Locución se ofrecen para el año 2007, en plan sábado. Ese mismo año, se abren las carreras de Profesorado de Enseñanza Media en Pedagogía y Técnico en Administración Educativa con sedes en las ciudades de Chiquimula, Zacapa y Esquipulas.

Fueron aprobadas en 2007 por el Consejo Superior Universitario, como proyectos autofinanciables en el Centro Universitario de Oriente y con una carta de entendimiento con la Facultad de Ingeniería, las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con plan de estudios de lunes a viernes, en horario de tarde y noche, iniciando operaciones el 2008.

En el punto sexto, inciso 6.11, del acta 19–2012, el Consejo Superior Universitario autoriza al Centro Universitario de Oriente la carrera de Ingeniería Industrial, a impartirse de igual forma que las anteriores, iniciando funciones en 2013, dando oficialmente inicio a la primera cohorte de estudiantes.

El Consejo Directivo, en el 2016 aprobó las carreras de Sociología, Relaciones Internacionales y Ciencia Política, para impartirse de lunes a viernes, iniciando operaciones ese mismo año, en el segundo semestre.

2.5. Indicadores estadísticos relacionados con la trayectoria académica universitaria

De acuerdo con Ortega, J.; G, López, R. y Alarcón, E. (2015) para evaluar la eficiencia interna de las universidades, se usan los siguientes índices: de graduación, abandono y eficiencia terminal (número de estudiantes que culminan un proceso contra los que lo iniciaron), lo cual no da información, concretamente sobre los alumnos ni describe por completo la eficiencia del sistema educativo. Longitudinalmente se usan métodos cualitativos y cuantitativos, para evaluar factores influyentes en el éxito de los estudiantes, que van relacionados en aspectos psicológicos, sus relaciones, sociales, económicos y problemas que enfrenta como individuo o su grupo familiar.

Si se desea evaluar a los individuos y no solo la eficiencia terminal, es necesario medir el comportamiento de una cohorte a través del trayecto que realiza, desde que ingresa, permanece, transita, hasta su egreso y cumpla con los requisitos académico-administrativos que se definieron en el plan de estudios.

Este tipo de estudio mide cómo se desarrolla un proceso e implica el análisis de indicadores que permitan la caracterización del comportamiento académico de una cohorte e incluso, posibilite su comparación con otras. Para hacer estas mediciones, se determinan los factores y la forma de medirse a partir de datos generados al transitar la cohorte. Los más utilizados para esta clase de análisis son el avance, regularidad, irregularidad, rendimiento, eficiencia terminal, egreso, rezago, abandono y otros que pueden medir distintos aspectos dentro de este proceso.

De acuerdo con Ortega, J.; G, López, R. y Alarcón, E. (2015) se clasifican las variables de medición en:

- Relacionadas con la institución educativa, como puede ser el ingreso, egreso y eficiencia terminal.
- Vinculadas con los alumnos, en el programa de estudios, y son medidas en tres dimensiones:
 - Tiempo: asociada a la forma continua o discontinua del recorrido del plan de estudios.
 - Eficiencia: si el alumno aprueba sus cursos en exámenes finales, primera o segunda retrasada. También si los aprueba conforme al plan de estudios.

- Rendimiento: el promedio de calificaciones, agrupados en rangos, por lo general en alto, medio o bajo. También indica dónde se concentran las notas de aprobación.

Según Ortega, J.; G, López, R. & Alarcón, E. (2015), algunos indicadores o medidas utilizadas son las siguientes:

- Índice de aprobación en examen ordinario (IAEO): porcentaje de cursos aprobados en exámenes finales u ordinarios. Se considera bajo este indicador entre 0 y 79 %, regular entre 80 y 89 % y alto, entre 90 y 100 %.
- Índice de promoción (IP): proporción de cursos aprobados sin importar en qué momento esto sucedió.
- Promedio de calificaciones: sumatoria de las notas en relación al total de cursos aprobados. Los anteriores índices están relacionados con el desempeño escolar del educando.
- Desempeño escolar (DE): la suma de los anteriores tres.
- Situación escolar (SE): relacionado con el número de créditos o asignaturas que el estudiante cubrió en relación a los que debe de ser cubiertos. Los valores de este indicador se agrupan así: SE en rezago menor al 90 %, SE irregular de 90 % a menos de 100 %, SE óptimo indica promoción al 100 %.
- Trayectoria escolar (TE): es la combinación del desempeño escolar (DE) y el indicador de situación escolar (SE).
- Tasas de aprobación con avance regular, tasa de aprobación en rezago, tasa de aprobación adelantada.
- Duración promedio de los estudios.
- Tasa de deserción.

Según Ponce, M. (2003) es importante el estudio de trayectorias académicas universitarias para poderlas describir dentro del marco formal del

plan de estudios, una de las maneras de analizarlas es cuantitativamente, describiendo el movimiento de los estudiantes sobre la malla curricular, en función de aprobación, reprobación, deserción, rezago, continuidad e intermitencia, egreso y obtención del grado académico. Se hace la observación, que se puede analizar distintas etapas del proceso, para este estudio en particular, desde la inscripción hasta el cierre del pénsum. Un estudio de naturaleza cuantitativa de trayectoria escolar es la base para realizar otros que puedan explicar causas y en su caso, realizar acciones para atenderlas.

Propone Ponce, M. (2003) un método para seguir las trayectorias de cohortes reales y que los resultados obtenidos se usen a fin de mejorar los procesos y calidad de la educación. Se excluye del análisis a los estudiantes que no ingresan al inicio de la cohorte. Se cuenta con tres aspectos:

- Tiempo: continuidad o no en el avance sobre la malla curricular. Como indicador tiene la inscripción o asignación en el semestre de acuerdo al programa de estudios. La discontinuidad o irregularidad en el atraso de la inscripción que corresponde de acuerdo con el recorrido escolar de la cohorte, esta se puede dar, por no aprobar los cursos previos, o pese a su aprobación, el estudiante no pudo continuar en forma regular.
- Eficiencia escolar: formas en que el estudiante aprueba sus cursos, a través de las distintas oportunidades que la institución educativa le ofrece, en este caso, sería en examen final, primera y segunda retrasada, siendo su indicador, una nota aprobatoria, en alguna de estas oportunidades.
- Rendimiento escolar: promedio de las notas, su indicador es la sumatoria de estas entre el total. Se asume, que una calificación refleja el grado de conocimientos que se reconoce posee un individuo en determinado nivel educativo y que es asignada por el profesor a un alumno, después de haber

finalizado el curso. El rendimiento escolar, puede representarse por medio de rangos que reflejan distintos niveles de aprovechamiento.

Según Ponce, M. (2003), los indicadores más usados son los siguientes:

- Eficiencia terminal (ET): relación entre estudiantes inscritos en una carrera, y por lo cual pertenecen a una cohorte, y los que cierran pensum. También es posible determinar una eficiencia terminal parcial, que sería al cierre de pensum. El indicador se construiría así:

$$ET_{cp} = ((NeCP) / (NeC)) \times 100 \quad (Ec. 27)$$

ET_{cp} es la eficiencia terminal para cierre de pensum, NeC_p son los estudiantes con cierre de pensum en el tiempo establecido en el plan de estudios y, por último, NeC es el total de educandos de la cohorte.

- Eficiencia de egreso (EE): relación porcentual de estudiantes que egresan y que ingresan por cohorte, sin importar los ciclos que requieran. Se calcula así:

$$EE = ((NEeC) / (NeC)) \times 100 \quad (Ec. 28)$$

En donde NEeC son los estudiantes que egresan de la cohorte y NeC son los que forman la cohorte.

Por lo tanto, es posible definir un indicador parcial para fases de este proceso, como podría ser el cierre de pensum y para los que obtienen el grado de licenciatura.

- Rezago educativo (RE): eficiencia terminal menos la tasa de egreso. Esta definición expresa el atrasado en la inscripción de cursos, según secuencia del plan de estudios. Su fórmula es:

$$RE = Ee - Et \quad (\text{Ec. 29})$$

En donde Ee es la eficiencia de egreso y Et es la eficiencia terminal.

- Tasa de promoción (TPR): relación de estudiantes inscritos en los ciclos a partir de los previos. Se calcula así:

$$TPR = ((NeCI) / (NeCIa)) \times 100 \quad (\text{Ec. 30})$$

Donde NeCI son los estudiantes inscritos de una cohorte en un periodo y NeCIa los inscritos en el periodo anterior.

Los estudiantes inscritos en un periodo particular son los promovidos en el ciclo anterior, pero es posible que no todos los promovidos se inscriban.

- Tasa de deserción generacional (TDG): abandono que hace un estudiante de los cursos en que está inscrito. Puede hacerse por semestre y por cohorte.

$$TDG = (NeCa) / (NeC) \quad (\text{Ec. 31})$$

NeCa son los estudiantes de una cohorte que abandonan su carrera y NeC los que forman la cohorte o generación.

El problema de este indicador es la definición de abandono, hay normativas universitarias en otros países, de acuerdo con las cuales, un estudiante se

puede ausentar hasta 4 años de una carrera si no ha cambiado el plan de estudios, después de ese tiempo, se asume que el alumno no regresará y tendría que revalidar sus cursos para continuar estudiando.

- La tasa de deserción semestral (TDS): corresponde a los estudiantes que abandonan los estudios en el semestre.

$$TDS = (\text{NeCas}) / (\text{NeCIs}) \times 100 \quad (\text{Ec. 32}).$$

TDS es tasa de deserción en el semestre, NeCas son estudiantes que abandonan los estudios en el semestre y NeCIs los inscritos en cada semestre.

- Eficiencia de titulación con relación al egreso (ETE): proporción graduados de una cohorte en relación a los que cierran pénsum.

$$ETE = ((\text{NeCt}) / (\text{NeCc})) \times 100 \quad (\text{Ec. 33})$$

Donde NeCt son los estudiantes graduados de una cohorte y NeCc los que cierran los ciclos de estudio de esa cohorte.

- Tiempos medios de egreso (TME): es el promedio de semestres en que cierran pénsum los alumnos.
- Tasa de reprobación (TR): estudiantes que reprueban entre los inscritos en el curso.

$$TR = (\text{NeCr})/(\text{NeCi}) \quad (\text{Ec. 34})$$

NeCr son los estudiantes que reprobaban un curso y NeCi, el número de estudiantes inscritos en ese curso, ambos de la misma cohorte.

La tasa de reprobación, según las necesidades de análisis, se puede obtener por curso, por ciclo y por cohorte.

- Tasa de aprobación: tasa de aprobación en ordinario o examen final, extraordinario y general.

La tasa de aprobación en examen final u ordinario (TAO) relaciona los estudiantes que aprueban en examen final y los inscritos en un curso.

$$TAO = ((NeCaf) / (NeCic)) \times 100 \quad (Ec.35)$$

NeCaf son los estudiantes aprobados en el curso en examen final y NeCic los alumnos inscritos en el curso, ambos de la misma cohorte.

La tasa de aprobación en extraordinario (TAE) o retrasada.

$$TAE = ((NeCa12r) / (NeCi)) \times 100 \quad (Ec. 36)$$

NeCa12r son los alumnos que aprueban el curso en primera y segunda retrasada y NeCi, alumnos que están inscritos en el curso, los dos, de la misma cohorte.

Esta tasa es posible desagregarla en primera y segunda retrasada.

La tasa de aprobación en general (TAG) es la razón entre los que aprueban el curso, sin importar el momento y los inscritos en este.

$$\text{TAG} = ((\text{NeCa}) / (\text{NeCi})) \times 100 \quad (\text{Ec. 37})$$

Donde NeCa es los estudiantes aprobados en el curso sin importar el momento de aprobación y NeCi los estudiantes de la cohorte, inscritos dentro del curso.

- Rendimiento escolar (RE): promedio obtenido por alumno en los cursos que ha presentado examen. Es posible obtener rendimientos escolares por ciclo y al finalizar el plan de estudios, para individuos o para la cohorte. Además, es posible, calcular rendimientos escolares de cohorte por curso y por ciclo.
- Otros, según las características que contenga la base de datos y que sea de interés, pues entre más indicadores útiles se definan, es posible tomar mejores decisiones. Se recomienda obtener índices por alumno, por ciclo y por cohorte.

También, Ponce, M. (2003) recomienda que, en estudios cuantitativos, en los resultados de trayectorias escolares, se identifiquen tendencias, se apoye la comprensión de estos con gráficas y divulguen entre encargados y docentes, para tomar acciones en favor de los alumnos. Este tipo de estudios, deben de ser complementados con investigaciones que traten de dar explicaciones a los fenómenos observados.

2.6. Plan de estudios y malla curricular

Para Ortiz, A. (2014) currículum es una palabra proveniente del latín *curriculum*, que, a su vez, proviene de *curro* y significa carrera, corrida, recorrer e indica lo que se debe hacer para obtener una meta previamente anticipada.

De acuerdo a Santiváñez, V. (2013), el currículo tiene como sinónimos: plan o programa de estudios, pero también p^éns^um; si se entiende como un conjunto de cursos, es concebido como la agrupación de estos, que tiene como principal propósito, asegurar la transmisión de conocimientos universales acumulados a las nuevas generaciones, bajo este concepto, es un proceso con una estructura fija conformada por asignaturas con énfasis en el contenido, que se pueden estudiar en relación recíproca entre ellas o en forma separada y que poseen una forma lógica para encauzar el aprendizaje en los alumnos.

También, el currículo es posible concebirlo como experiencias planificadas de acuerdo a Santiváñez, V. (2013) tienen un objetivo en particular, por lo tanto, estas son seleccionadas, organizadas y distribuidas por los docentes en las aulas para desarrollar competencias en los estudiantes a través de la reconstrucción de la experiencia humana. Así también, Santiváñez, V. (2013) indica que el plan de estudios: “Es un componente estructural de carácter técnico y académico que hace posible la articulación y operativización del plan curricular” (p. 122). Contiene el total de experiencias de aprendizaje que debe cumplir el educando en una profesión específica, dentro de un conjunto de asignaturas seleccionadas para que adquiera determinadas competencias que fueron prefijadas en el perfil profesional del egresado, en resumen, para Santiváñez, V. (2013) tiene como función servir a los docentes para informarse de lo que deben enseñar y a los alumnos qué deben aprender, detallando el orden y circunstancias en las cuales debe esto suceder.

Para Santiváñez, V., (2013), el mapa o malla curricular es el conjunto de disciplinas relacionadas, que al ser cursadas por el estudiante van organizando la construcción del perfil de un profesional, en ese sentido anticipa el resultado del proceso enseñanza-aprendizaje, es un instrumento que muestra la estructura, coherencia y secuencia lógica de la distribución de las asignaturas que

corresponden a una carrera, usualmente representadas a través de un diagrama de flujo o matriz, que muestra gráficamente los cursos obligatorios y optativos y la forma en la cual se deben seguir, tomando en cuenta los prerrequisitos y requisitos establecidos para ello, por lo cual facilitan la visión del todo y abarca asignaturas, contenidos, prioridades en el aprendizaje, metodología, procedimientos, criterios de evaluación, entre otros.

La palabra malla implica una trama vertical y horizontal, porque los problemas, conceptos, contenidos, metodologías, procedimientos y criterios de evaluación, fueron confeccionados de esa forma, pudiéndose apreciar la distribución y orden de las partes del proceso a desarrollar para una formación específica.

2.7. Diseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial en el Centro Universitario de Oriente

Por medio del punto sexto, inciso 6.11, correspondiente a asuntos académicos, del acta núm. 19–2012 de sesión ordinaria celebrada por el Consejo Superior Universitario, el 26 de septiembre de 2012, se aprueba el diseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial en el grado de licenciatura a impartirse en el Centro Universitario de Oriente (CUNORI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual, previamente había sido avalado por el Consejo Directivo del Centro Universitario de Oriente, en el punto décimo cuarto del acta núm. 04–2011, de la sesión celebrada en fecha nueve de febrero del año dos mil once.

La Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, por medio del punto sexto, inciso 6.7 del acta 15–2011 de fecha 27 de mayo del año 2011, acuerda dar el aval del diseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro

Universitario de Oriente (CUNORI), trasladando el mismo, al Consejo Superior Universitario para su aprobación final.

El Departamento de Asesoría y Orientación Curricular de la Dirección General de Docencia, por medio de la referencia DAOC-11-2010 de fecha 10 de agosto de 2011, emite opinión favorable al diseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial a implementarse en el Centro Universitario de Oriente (CUNORI). Dicha opinión, a su vez, fue avalada en el oficio núm. 258-2011 de fecha 17 de agosto de 2011, la cual fue emitida por la jefa de la División de Desarrollo Académico y por el director general de docencia a través de la Providencia DIGEB No. 28-2011 de fecha 18 de agosto de 2011.

El proyecto del diseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial, avalado por la Facultad de Ingeniería, consta de 165 páginas, en la núm. 37 se establece que: “El CUNORI ha adoptado el sistema de enseñanza de Ingeniería -SEI- adoptado por la Facultad de Ingeniería del campus central”, que esta Facultad estará a cargo del monitoreo y evaluación de las normas de equidad y científicidad para garantizar un alto nivel académico de los estudiantes.

De acuerdo con el numeral 4.4, relacionado con las líneas curriculares de la carrera y en específico, el numeral 4.4.1 descripción general de los planes de estudio, se establece que:

- En el primer párrafo, el plan de estudios vigente de la Facultad de Ingeniería, el cual se encuentra contenido en el Plan de Reestructuración Académica (PLANDEREST), que fuera aprobado por el Consejo Superior Universitario, con el acta núm. 1077, Punto cuarto, inciso 4.4.1 de la sesión celebrada con fecha 21 de noviembre de 1970.

- En el segundo párrafo se manifiesta que: “en el presente proyecto se aplica para la posibilidad que el estudiante adelante y/o recupere cursos en las escuelas de cursos de vacaciones y el actual sistema de créditos académicos vigente”.
- En el tercer párrafo se establece que la modalidad de los cursos en el campus central en las carreras de Ingeniería es presencial, pero en el caso de la creación de esta carrera, se podrá usar metodologías a distancia, usando aulas virtuales de la Facultad de Ingeniería y del CUNORI, para los casos en los cuales se necesiten profesionales especializados en temas específicos.
- En el mismo numeral, pero en la página 47 del proyecto, se definen los cursos obligatorios como de formación básica y lo fundamental de la carrera; y los cursos optativos son los que permiten adecuar las aptitudes y vocación de los estudiantes, por medio una selección de matices de especialización, además de estructurarse de acuerdo con las necesidades presente y futuras que requiera el desarrollo del país.

En el numeral 4.4.3 flexibilidad curricular del proyecto del diseño curricular de la carrera de Ingeniería Industrial, se menciona que el p \acute{e} nsum es flexible en la Facultad de Ingeniería y que el estudiante de la licenciatura en Ingeniería Industrial que se impartirá en el CUNORI, puede tomar los cursos que se imparten en el campus central de la Facultad de Ingeniería en las escuelas de vacaciones de junio y diciembre, ya sea para adelantar o repetir cursos, con un máximo de dos en cada escuela de vacaciones, además de los cursos de vacaciones que se impartirán en el Centro Universitario de Oriente.

En el numeral 4.8 relacionado con los créditos académicos del p \acute{e} nsum, se dispone que, para optar al grado de licenciado, se necesitan haber obtenido al menos 250 créditos académicos, entre cursos obligatorios y optativos, además de aprobar los exámenes generales privados y público de tesis, o las opciones

que brinda el Reglamento del Ejercicio Profesional Supervisado. Además, es necesario, aprobar la práctica inicial, intermedia y final bajo la responsabilidad de la Unidad de EPS, las que no tienen valor en créditos académicos, pues son consideradas una integración y aplicación del conocimiento adquirido en los cursos que conforman las diversas áreas de la carrera. En promedio, el estudiante debe aprobar entre 58 y 61 cursos para poder alcanzar la suma de 250 créditos necesarios para completar su programa de formación, pero es posible que por los cursos optativos que escoja, y debido a los créditos que estos tengan asociados, pueda completarlos con menos o más de 61 cursos. En el Centro Universitario de Oriente, en la carrera de Ingeniería Industrial, se imparten un total de 57 cursos obligatorios que suman 247 créditos y 13 cursos optativos, los que añaden 42 créditos a los anteriores.

Debido a que en el Centro Universitario de Oriente se encuentra abierto el mismo plan de estudios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos (FIUSAC), es posible que los estudiantes aprueben cursos optativos que no se imparten en este, pero que, para efectos de cierre, si les son tomados en cuenta, previa aprobación de la respectiva equivalencia entre unidades académicas de acuerdo al Manual de normas y procedimientos del Departamento de Registro y Estadística de la Universidad de San Carlos de Guatemala aprobado por el acuerdo de Rectoría núm. 0417–2018 de fecha 20 de marzo de 2018.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación corresponden a las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017 de la licenciatura de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para simplificar el análisis de la trayectoria académica, las calificaciones del primer semestre correspondientes al examen final, primera y segunda retrasada, se agrupan con los obtenidos en junio de cada año en las escuelas de vacaciones del Centro Universitario de Oriente y de la Facultad de Ingeniería; lo mismo se hace para el segundo semestre, se juntan con las notas obtenidas en ambas escuelas de vacaciones de diciembre. Solo cuando por razón del análisis que corresponde, se desagregan.

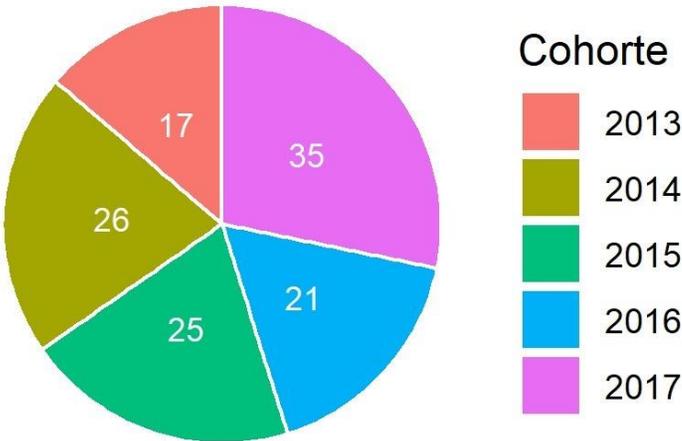
De acuerdo con los objetivos propuestos, para desarrollar esta investigación, que dan respuesta al objetivo general, el primero de ellos, se formuló así:

Objetivo 1: Identificar el comportamiento de la trayectoria académica, por medio del análisis gráfico y de estadísticas asociadas, que permitan la comparación entre lo programado y obtenido de acuerdo con la malla curricular.

Obteniéndose los siguientes resultados relacionados con el análisis del recorrido académico de las cohortes de 2013 al 2017 de la carrera a nivel de licenciatura de Ingeniería Industrial.

El número de alumnos de las cohortes del 2013 al 2017, se muestran en la figura 1.

Figura 1. **Estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Industrial de las cohortes del 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 en R.

En la tabla VI se encuentra la estadística descriptiva de los cursos asignados en las cohortes del 2013 al 2017, en 5 años, en los que el estudiante debería haber culminado su programa de estudios.

Tabla VI.

Estadística descriptiva de las cohortes de 2013 al 2017

Núm. Cohorte	Cantidad de asignaciones	Media	Desviación estándar	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo	Kurtosis	
1	2013	865	58.37	19.62	62	61	0	100	100	-1.1796	1.3146
2	2014	1295	60.83	20.58	65	61	0	100	100	-1.4579	2.0413
3	2015	1341	61.39	19.53	65	61	0	99	99	-1.4819	2.1868
4	2016	944	63.11	18.52	65	61	0	100	100	-1.0665	1.4609
5	2017	1642	65.70	19.75	69	61	0	100	100	-1.3634	2.2744

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

A través de la prueba de Scott–Knott, que fue usada para comparar las cohortes y determinar si existen diferencias o no entre ellas, sin tener problemas de superposición, como en otras pruebas. El resultado, se aprecia en la tabla VII.

Tabla VII. **Resultado de las comparaciones entre las cohortes de 2013 al 2017 usando el test de Scott–Knott**

Cohorte	Medias	G1	G2	G3	G4
2013	58.37				d
2014	60.83			c	
2015	61.39			c	
2016	63.11		b		
2017	65.70	a			

Fuente: elaboración propia, realizado en Excel, con información de R.

Se elaboró la tabla VIII que corresponde a la distribución de frecuencias, en la cual se hace una división entre calificaciones aprobatorias y reprobatorias de los cursos, para encontrar la frecuencia de las amplitudes, pero respetando dicha división, lo que facilita la comprensión.

Tabla VIII. **Consolidado de frecuencias y porcentajes de calificaciones de las cohortes de 2013 al 2017**

Intervalo de calificaciones	Marca de clase	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
91 - 100	95.50	189	189	3.10%	3.10%
81 - 90	85.50	533	722	8.76%	11.86%
71 - 80	75.50	1,398	2,120	22.97%	34.83%
61 - 70	65.50	2,322	4,442	38.15%	72.98%
51 - 60	55.50	560	5,002	9.20%	82.18%
41 - 50	45.50	330	5,332	5.42%	87.60%
31 - 40	35.50	206	5,538	3.38%	90.98%
21 - 30	25.50	203	5,741	3.33%	94.32%
11 - 20	15.50	106	5,847	1.74%	96.06%
0 - 10	5.00	240	6,087	3.94%	100.00%
Total		6,087		100.00%	

Fuente: elaboración propia, realizado en Excel.

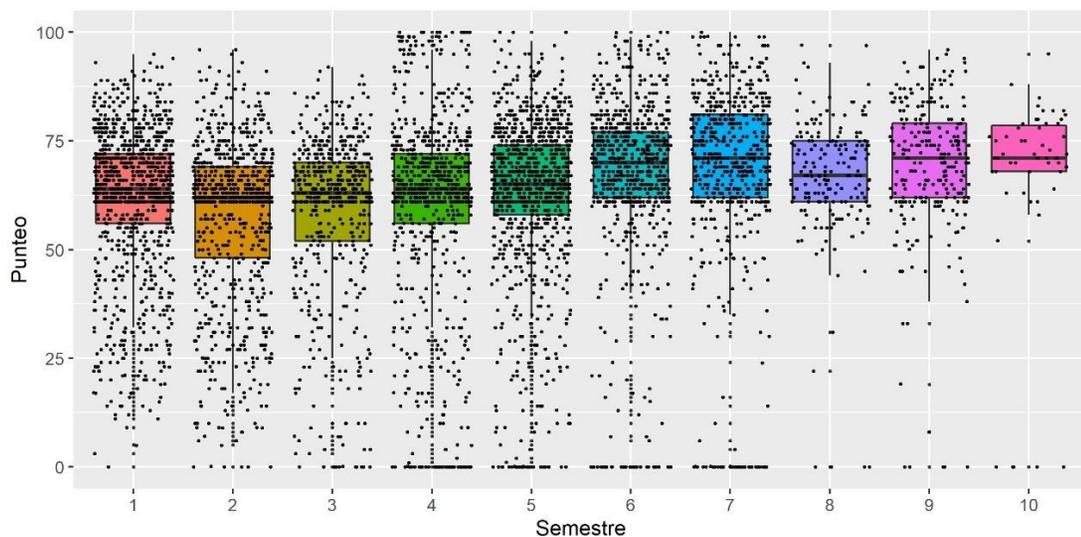
Se procedió a determinar los intervalos de confianza de las calificaciones en general y además de ello, de los correspondientes intervalos para notas aprobatorias y reprobatorias, así como porcentaje de aprobados y reprobados y gráficas de BoxPlot, para entender mejor la variable.

Tabla IX. **Consolidado de los intervalos de confianza de las calificaciones de las cohortes de 2013 al 2017**

Descripción	Nota	Desviación estándar	n	Alfa	Intervalo confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Promedio general	62.27	19.83	6087	0.05	56.32	68.22
Promedio aprobados	71.61	9.02	4442	0.05	64.31	78.90
Promedio reprobados	37.06	19.08	1645	0.05	36.14	37.98
Porcentaje aprobados	72.98%					
Porcentaje reprobados	27.02%					
Porcentaje total	100.00%					

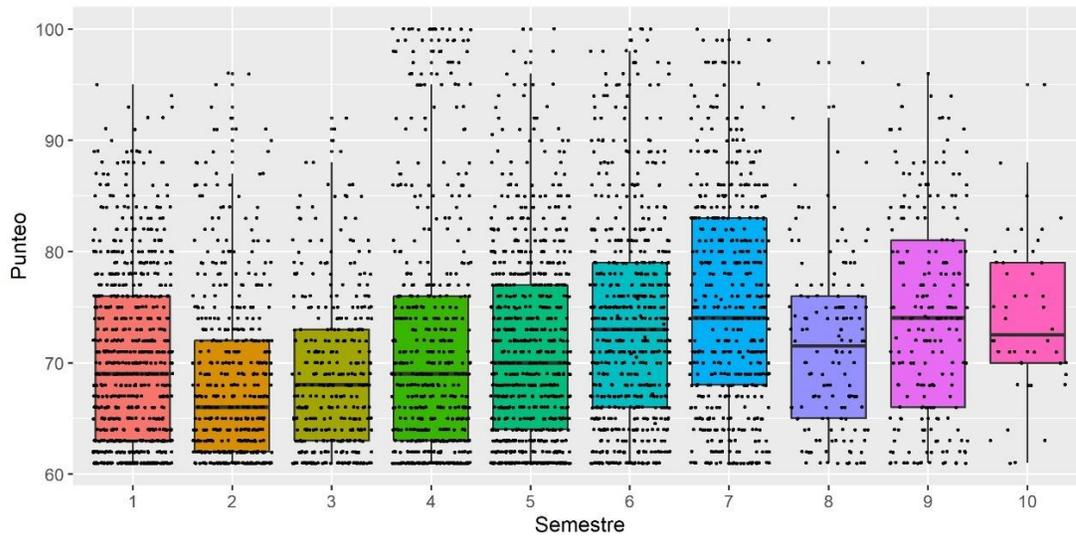
Fuente: elaboración propia, realizado en Excel.

Figura 2. **BoxPlot de calificaciones de los cursos por ciclo de las cohortes 2013 al 2017**



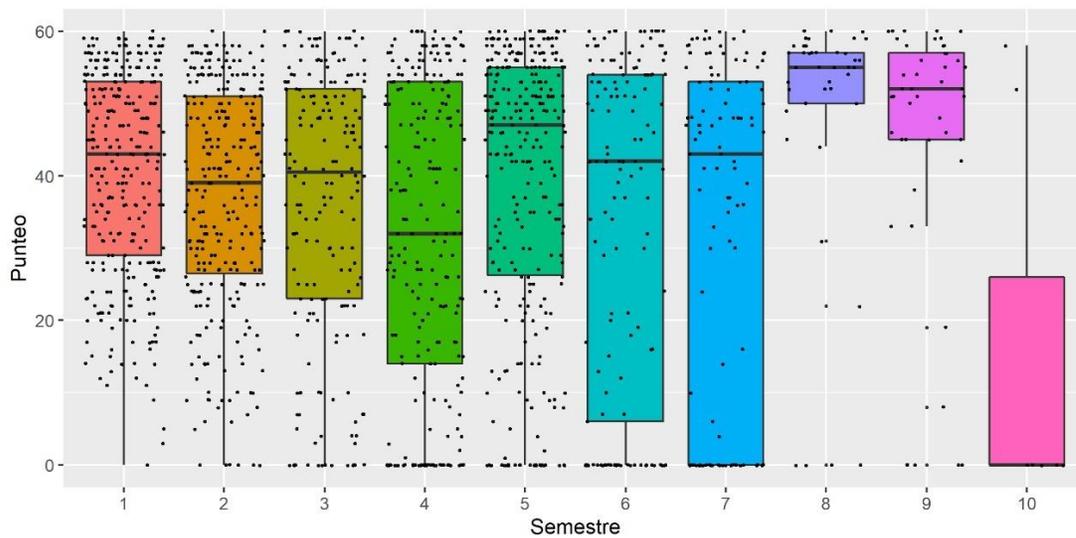
Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 de R.

Figura 3. **BoxPlot de calificaciones aprobatorias de los cursos por ciclo de las cohortes 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 de R.

Figura 4. **BoxPlot de calificaciones reprobatorias de los cursos por ciclo de las cohortes 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 de R.

Tabla X.

Calificaciones por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017

Año	Descripción	Ciclo										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2013	Porcentaje aprobados	62.96%	63.92%	75.81%	42.47%	62.57%	68.48%	74.39%	73.04%	67.74%	69.44%	66.09%
	Porcentaje reprobados	37.04%	36.08%	24.19%	57.53%	37.33%	31.52%	25.61%	26.96%	32.26%	30.56%	33.91%
2014	Porcentaje aprobados	78.72%	68.18%	69.62%	67.29%	72.00%	67.63%	72.85%	74.40%	75.76%	65.75%	71.22%
	Porcentaje reprobados	21.28%	31.82%	30.38%	32.71%	28.00%	32.37%	27.15%	25.60%	24.24%	34.25%	28.78%
2015	Porcentaje aprobados	71.78%	73.85%	66.98%	68.70%	68.46%	74.19%	72.19%	76.58%	75.32%	85.00%	73.31%
	Porcentaje reprobados	28.22%	26.15%	33.02%	31.30%	31.54%	25.81%	27.81%	23.42%	24.68%	15.00%	26.69%
2016	Porcentaje aprobados	60.47%	64.71%	67.19%	71.43%	72.55%	74.44%	85.71%	77.48%	88.17%	80.46%	74.26%
	Porcentaje reprobados	39.53%	35.29%	32.81%	28.57%	27.45%	25.56%	14.29%	22.52%	11.83%	19.54%	25.74%
2017	Porcentaje aprobados	63.50%	69.09%	78.62%	72.84%	88.68%	76.09%	90.85%	78.54%	91.47%	100.00%	80.97%
	Porcentaje reprobados	36.50%	30.91%	21.38%	27.16%	11.32%	23.91%	9.15%	21.46%	8.53%	0.00%	19.03%

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XI. **Frecuencias de rangos y notas promedio de las cohortes de 2013 al 2017**

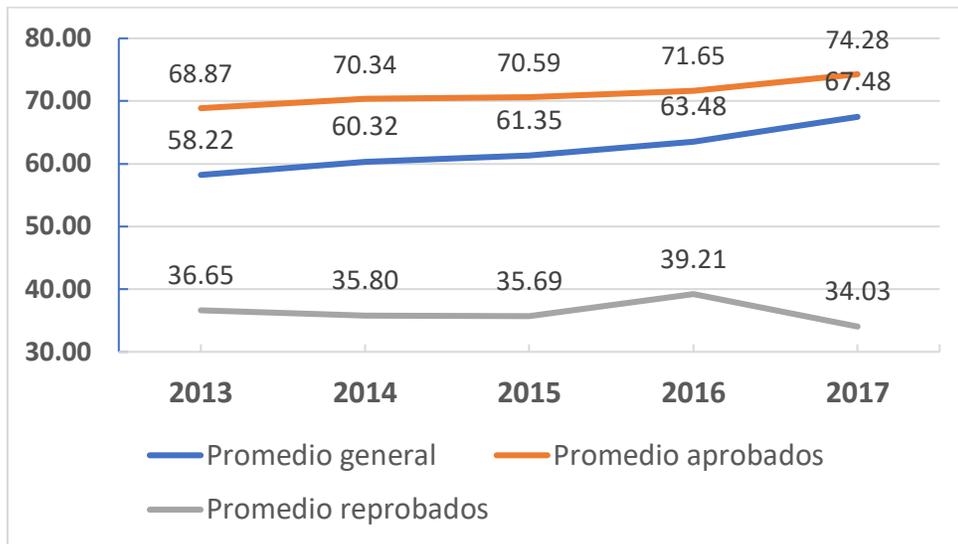
Intervalo de notas	Marca de clase	Promedio				
		2013	2014	2015	2016	2017
91 - 100	95.50	1.75%	2.04%	1.51%	3.67%	6.85%
81 - 090	85.50	5.32%	6.35%	7.04%	9.68%	14.07%
71 - 080	75.50	14.43%	22.08%	24.02%	23.10%	28.19%
61 - 070	65.50	44.60%	40.75%	40.73%	37.81%	31.86%
51 - 060	55.50	10.49%	10.01%	9.30%	7.98%	7.17%
41 - 050	45.50	8.19%	5.32%	4.90%	6.51%	2.97%
31 - 040	35.50	3.69%	3.19%	2.73%	4.32%	2.43%
21 - 030	25.50	4.06%	2.62%	2.91%	3.78%	2.88%
11 - 020	15.50	2.88%	1.47%	1.77%	1.43%	0.97%
00 - 010	5.00	4.60%	6.17%	5.10%	1.72%	2.62%
Total		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

	2013	2014	2015	2016	2017
Promedio general	58.22	60.32	61.35	63.48	67.48
Promedio aprobados	68.87	70.34	70.59	71.65	74.28
Promedio reprobados	36.65	35.80	35.69	39.21	34.03
Porcentaje aprobados	66.09%	71.22%	73.31%	74.26%	80.97%
Porcentaje reprobados	33.91%	28.78%	26.69%	25.74%	19.03%

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

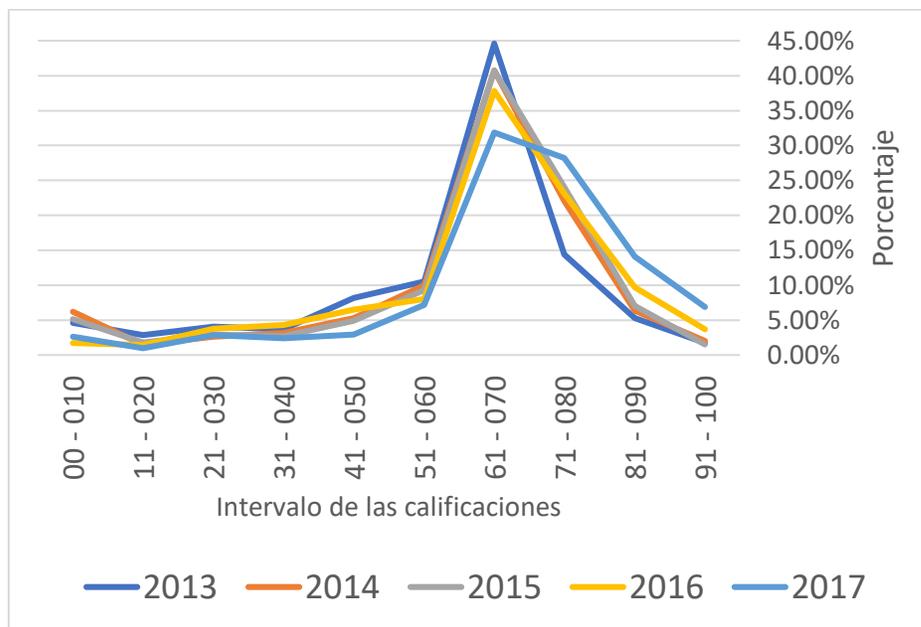
Para entender mejor las anteriores tablas relacionadas con las calificaciones, se presentan las figuras 5 y 6.

Figura 5. **Promedio de calificaciones de las cohortes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

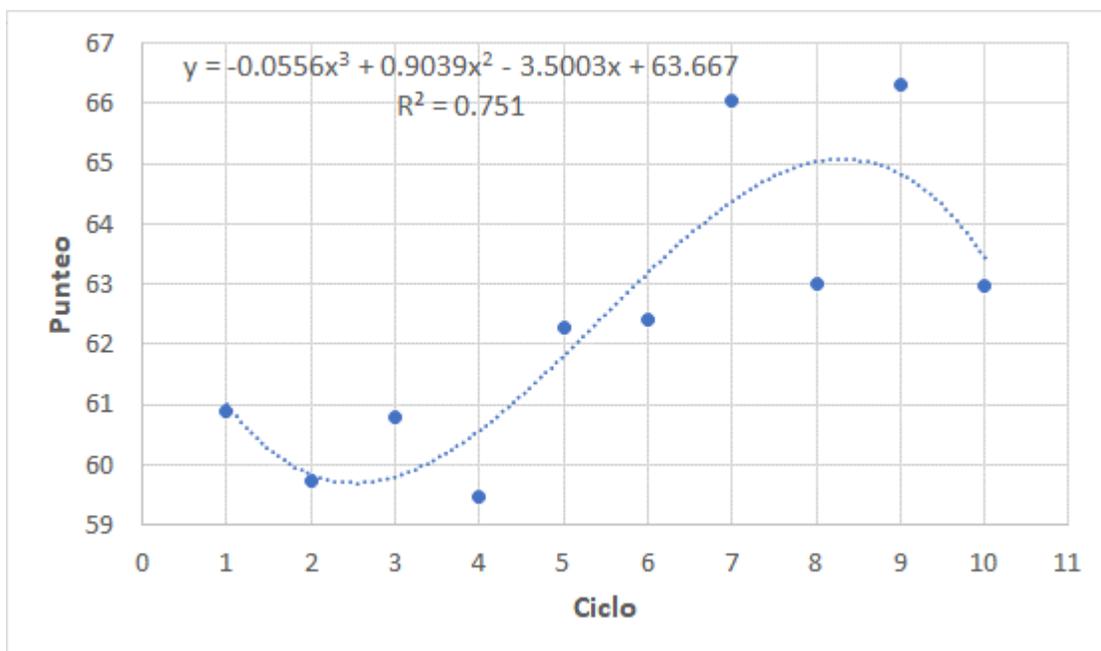
Figura 6. **Intervalos de calificaciones promedio de las cohortes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

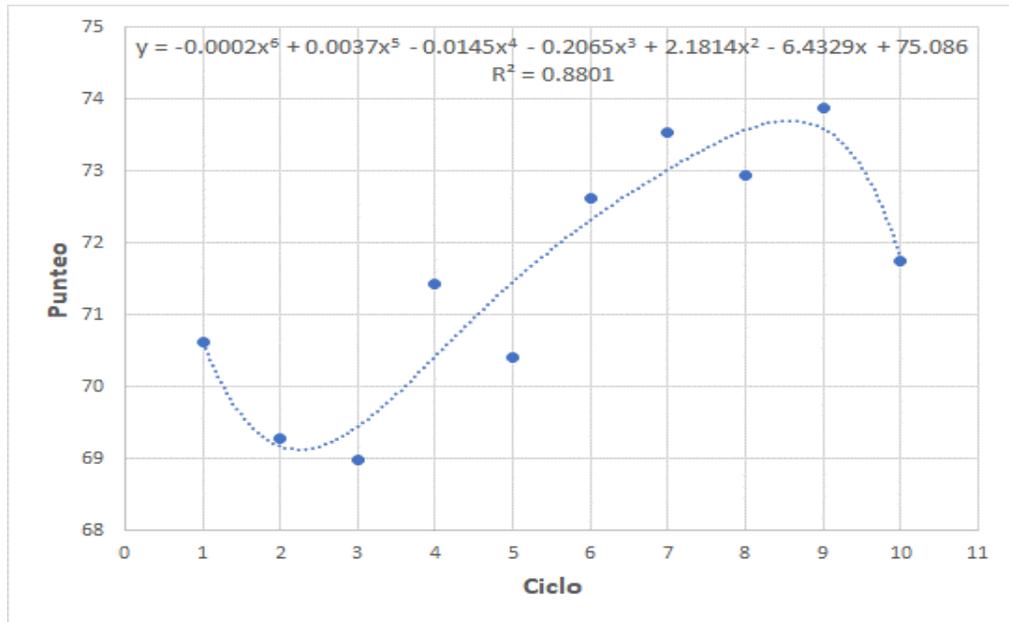
Las gráficas de las regresiones polinomiales promedio con su respectivo R^2 , que indica la bondad del ajuste a la variable que pretende explicar, se aprecian así: promedio general de calificación, promedio general de aprobación y promedio general de reprobación.

Figura 7. **Promedio general de calificación**



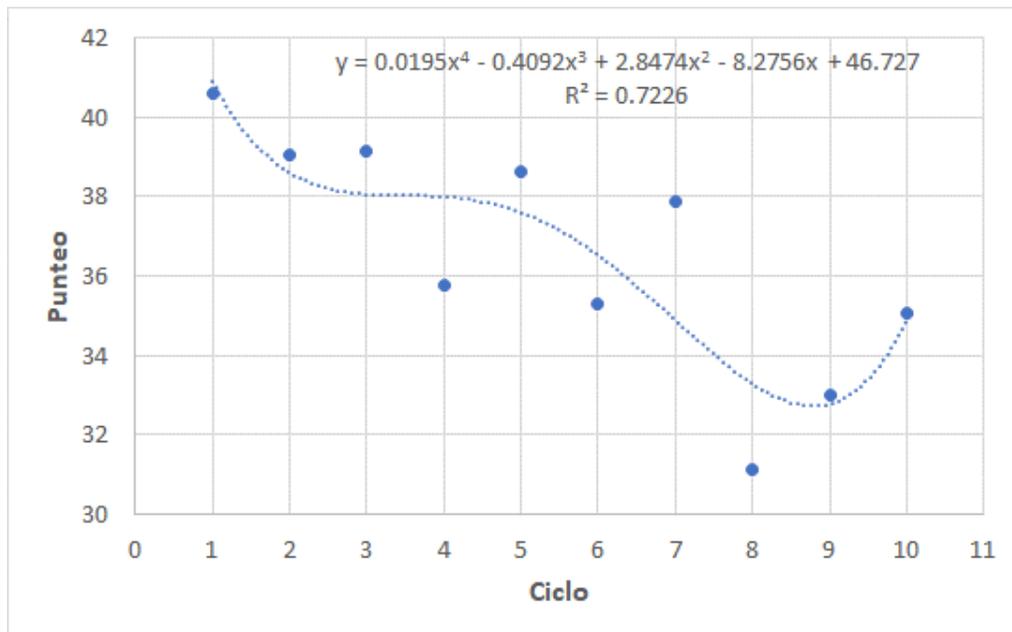
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 8. Promedio general de aprobación



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 9. Promedio general de reprobación



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

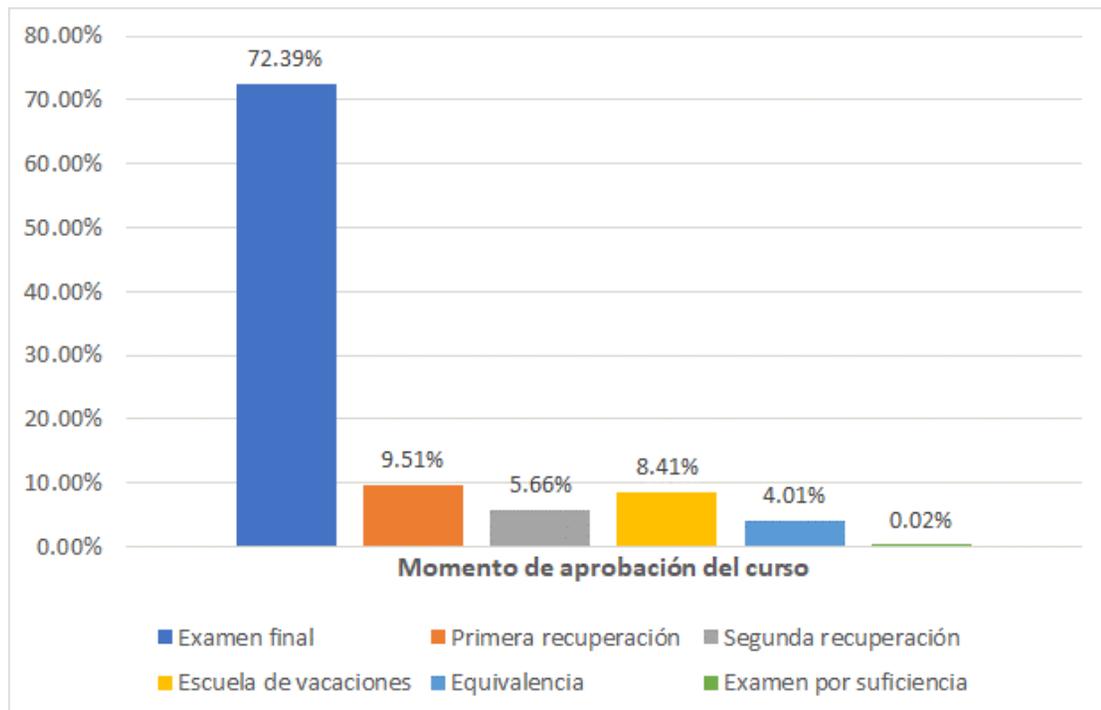
Se estableció la cantidad y porcentajes de los momentos de aprobación de los cursos, habiéndose dividido estos en: examen final; primera y segunda recuperación; escuela de vacaciones, la cual corresponde a los cursos aprobados en el Centro Universitario de Oriente; equivalencia y por medio de examen de suficiencia. Se hace la aclaración que las equivalencias corresponden a los cursos aprobados en la Facultad de Ingeniería y a los cursos aprobados en el centro en mención, pero en otras licenciaturas de Ingeniería, lamentablemente, la base de datos no permitió hacer esa división; el consolidado de estos datos, se muestran en la tabla XII y figura 10.

Tabla XII. **Consolidado del momento de aprobación de los cursos en las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017**

Núm.	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
1	Examen final	3,107	3,107	72.39%	72.39%
2	Primera recuperación	408	3,515	9.51%	81.90%
3	Segunda recuperación	243	3,758	5.66%	87.56%
4	Escuela de vacaciones	361	4,119	8.41%	95.97%
5	Equivalencia	172	4,291	4.01%	99.98%
6	Examen por suficiencia	1	4,292	0.02%	100.00%
	Total	4,292		100.00%	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 10. **Consolidado del momento de aprobación de los cursos en las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Para las cohortes de 2013 al 2017, el fenómeno relacionado con la reprobación de los cursos, se aprecia en la siguiente tabla, listados de mayor a menor, lo cual permitió identificar los 10 cursos que más reprueban los alumnos: Matemática Básica 1, Física 1, Matemática Básica 2, Química General 1, Física 1, Matemática Intermedia 1, Mecánica Analítica 1, Física 2, Idioma Técnico 1 e Ingeniería Económica 1.

Tabla XIII. **Cantidad y porcentaje de reprobación por curso de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017**

Núm.	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
1	Matemática Básica 1	103	103	6.26%	6.26%
2	Física Básica	94	197	5.71%	11.98%
3	Matemática Básica 2	85	282	5.17%	17.14%
4	Química General 1	78	360	4.74%	21.88%
5	Física 1	61	421	3.71%	25.59%
6	Matemática Intermedia 1	56	477	3.40%	29.00%
7	Mecánica Analítica 1	49	526	2.98%	31.98%
8	Física 2	48	574	2.92%	34.89%
9	Idioma Técnico 1	48	622	2.92%	37.81%
10	Ingeniería Económica 1	47	669	2.86%	40.67%

Núm.	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
11	Técnicas de Estudio y de Investigación	43	712	2.61%	43.28%
12	Mecánica de Fluidos	41	753	2.49%	45.78%
13	Resistencia de Materiales 1	37	790	2.25%	48.02%
14	Matemática Intermedia 2	36	826	2.19%	50.21%
15	Termodinámica 1	36	862	2.19%	52.40%
16	Programación de Computadoras 2	34	896	2.07%	54.47%
17	Estadística 1	33	929	2.01%	56.47%
18	Idioma Técnico 2	33	962	2.01%	58.48%
19	Social Humanística 1	33	995	2.01%	60.49%
20	Matemática Intermedia 3	32	1027	1.95%	62.43%

Núm.	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
21	Ingeniería de Métodos	31	1058	1.88%	64.32%
22	Estadística 2	30	1088	1.82%	66.14%
23	Contabilidad 1	29	1117	1.76%	67.90%
24	Química 2	24	1141	1.46%	69.36%
25	Idioma Técnico 3	23	1164	1.40%	70.76%
26	Técnica Complementaria 1	23	1187	1.40%	72.16%
27	Controles Industriales	22	1209	1.34%	73.50%
28	Ingeniería Eléctrica 1	22	1231	1.34%	74.83%
29	Social Humanística 2	20	1251	1.22%	76.05%
30	Idioma Técnico 4	18	1269	1.09%	77.14%

Continuación de la tabla XIII.

Núm.	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
31	Introducción a Proyectos Gerenciales	18	1287	1.09%	78.24%
32	Práctica Final	18	1305	1.09%	79.33%
33	Práctica Inicial	18	1323	1.09%	80.43%
34	Deportes 1	17	1340	1.03%	81.46%
35	Ecología	17	1357	1.03%	82.49%
36	Programación de Computadoras 1	17	1374	1.03%	83.53%
37	Psicología Industrial	17	1391	1.03%	84.56%
38	Seguridad e Higiene Industrial	17	1408	1.03%	85.59%
39	Ciencia de los Materiales	16	1424	0.97%	86.57%
40	Investigación de Operaciones 1	16	1440	0.97%	87.54%

Núm.	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
41	Práctica Intermedia	16	1456	0.97%	88.51%
42	Administración de Empresas 1	13	1469	0.79%	89.30%
43	Preparación y Evaluación de Proyectos 1	13	1482	0.79%	90.09%
44	Programación Comercial 1	13	1495	0.79%	90.88%
45	Control de la Producción	12	1507	0.73%	91.61%
46	Ingeniería de Plantas	12	1519	0.73%	92.34%
47	Diseño para la Producción	10	1529	0.61%	92.95%
48	Matemática Aplicada 3	10	1539	0.61%	93.56%
49	Procesos de Manufactura 1	10	1549	0.61%	94.16%
50	Ética Profesional	9	1558	0.55%	94.71%

Núm.	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
51	Mercadotecnia 1	9	1567	0.55%	95.26%
52	Administración de Personal	8	1575	0.49%	95.74%
53	Matemática Aplicada 1	8	1583	0.49%	96.23%
54	Contabilidad 3	7	1590	0.43%	96.66%
55	Legislación 1	7	1597	0.43%	97.08%
56	Preparación y Evaluación de Proyectos 2	7	1604	0.43%	97.51%
57	Contabilidad 2	6	1610	0.36%	97.87%
58	Microeconomía	5	1615	0.30%	98.18%
59	Orientación y Liderazgo	5	1620	0.30%	98.48%
60	Deportes 2	4	1624	0.24%	98.72%

Continuación de la tabla XIII.

Núm.	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
61	Filosofía de la Ciencia	4	1628	0.24%	98.97%
62	Investigación de Operaciones 2	4	1632	0.24%	99.21%
63	Seminario de Investigación	4	1636	0.24%	99.45%
64	Ingeniería Eléctrica 2	3	1639	0.18%	99.64%
65	Procesos de Manufactura 2	3	1642	0.18%	99.82%
66	Economía 1	2	1644	0.12%	99.94%
67	Legislación 2	1	1645	0.06%	100.00%
Total		1,645		100.00%	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Los cursos que más reprueban por cada uno de los ciclos de estudio son los siguientes: primer ciclo, Matemática Básica 1; segundo ciclo, Física Básica; tercer ciclo, Física 1; cuarto ciclo, Mecánica Analítica 1; quinto ciclo, Ingeniería Económica 1; sexto ciclo, Termodinámica 1; séptimo ciclo, Ingeniería de Métodos; octavo ciclo, Controles Industriales; noveno ciclo, Práctica Final y en el décimo ciclo el curso de Preparación y Evaluación de Proyectos 2.

La frecuencia de reprobación de los cursos por ciclo de estudio y de mayor a menor, se muestra en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Cantidad y porcentaje de reprobación por ciclo de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017**

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
1	1	Matemática Básica 1	103	103	33.55%	33.55%
2	1	Química General 1	78	181	25.41%	58.96%
3	1	Idioma Técnico 1	48	229	15.64%	74.59%
4	1	Social Humanística 1	33	262	10.75%	85.34%
5	1	Técnica Complementaria 1	23	285	7.49%	92.83%
6	1	Deportes 1	17	302	5.54%	98.37%
7	1	Orientación y Liderazgo	5	307	1.63%	100.00%
Total			307		100.00%	

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
8	2	Física Básica	94	94	33.69%	33.69%
9	2	Matemática Básica 2	85	179	30.47%	64.16%
10	2	Técnicas de Estudio y de Investigación	43	222	15.41%	79.57%
11	2	Idioma Técnico 2	33	255	11.83%	91.40%
12	2	Social Humanística 2	20	275	7.17%	98.57%
13	2	Deportes 2	4	279	1.43%	100.00%
Total			279		100.00%	

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
14	3	Física 1	61	61	32.80%	32.80%
15	3	Matemática Intermedia 1	56	117	30.11%	62.90%
16	3	Química 2	24	141	12.90%	75.81%
17	3	Idioma Técnico 3	23	164	12.37%	88.17%
18	3	Práctica Inicial	18	182	9.68%	97.85%
19	3	Filosofía de la Ciencia}	4	186	2.15%	100.00%
Total			186		100.00%	

Continuación de la tabla XIV.

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
20	4	Mecánica Analítica 1	49	49	20.94%	20.94%
21	4	Física 2	48	97	20.51%	41.45%
22	4	Matemática Intermedia 2	36	133	15.38%	56.84%
23	4	Estadística 1	33	166	14.10%	70.94%
24	4	Matemática Intermedia 3	32	198	13.68%	84.62%
25	4	Idioma Técnico 4	18	216	7.69%	92.31%
26	4	Introducción a Proyectos Gerenciales	18	234	7.69%	100.00%
Total			234		100.00%	

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
27	5	Ingeniería Económica 1	47	47	15.77%	15.77%
28	5	Mecánica de Fluidos	41	88	13.76%	29.53%
29	5	Resistencia de Materiales 1	37	125	12.42%	41.95%
30	5	Estadística 2	30	155	10.07%	52.01%
31	5	Contabilidad 1	29	184	9.73%	61.74%
32	5	Ingeniería Eléctrica 1	22	206	7.38%	69.13%
33	5	Ecología	17	223	5.70%	74.83%
34	5	Programación de Computadoras 1	17	240	5.70%	80.54%
35	5	Psicología Industrial	17	257	5.70%	86.24%
36	5	Ciencia de los Materiales	16	273	5.37%	91.61%
37	5	Matemática Aplicada 3	10	283	3.36%	94.97%
38	5	Matemática Aplicada 1	8	291	2.68%	97.65%
39	5	Legislación 1	7	298	2.35%	100.00%
Total			298		100.00%	

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
40	6	Termodinámica 1	36	36	26.28%	26.28%
41	6	Programación de Computadoras 2	34	70	24.82%	51.09%
42	6	Investigación de Operaciones 1	16	86	11.68%	62.77%
43	6	Ingeniería de Plantas	12	98	8.76%	71.53%
44	6	Procesos de Manufactura 1	10	108	7.30%	78.83%
45	6	Mercadotecnia 1	9	117	6.57%	85.40%
46	6	Administración de Personal	8	125	5.84%	91.24%
47	6	Contabilidad 2	6	131	4.38%	95.62%
48	6	Ingeniería Eléctrica 2	3	134	2.19%	97.81%
49	6	Economía 1	2	136	1.46%	99.27%
50	6	Legislación 2	1	137	0.73%	100.00%
Total			137		100.00%	

Continuación de la tabla XIV.

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
51	7	Ingeniería de Métodos	31	31	28.44%	28.44%
52	7	Seguridad e Higiene Industrial	17	48	15.60%	44.04%
53	7	Práctica Intermedia	16	64	14.68%	58.72%
54	7	Administración de Empresas 1	13	77	11.93%	70.64%
55	7	Programación Comercial 1	13	90	11.93%	82.57%
56	7	Contabilidad 3	7	97	6.42%	88.99%
57	7	Microeconomía	5	102	4.59%	93.58%
58	7	Investigación de Operaciones 2	4	106	3.67%	97.25%
59	7	Procesos de Manufactura 2	3	109	2.75%	100.00%
Total			109		100.00%	

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
60	8	Controles Industriales	22	22	53.66%	53.66%
61	8	Diseño para la Producción	10	32	24.39%	78.05%
62	8	Ética Profesional	9	41	21.95%	100.00%
Total			41		100.00%	

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
63	9	Práctica Final	18	18	38.30%	38.30%
64	9	Preparación y Evaluación de Proyectos 1	13	31	27.66%	65.96%
65	9	Control de la Producción	12	43	25.53%	91.49%
66	9	Seminario de Investigación	4	47	8.51%	100.00%
Total			47		100.00%	

Núm.	Ciclo	Nombre del curso	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
67	10	Preparación y Evaluación de Proyectos 2	7	7	100.00%	100.00%
Total			7		100.00%	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XV. **Cursos que más se repiten de mayor a menor y por ciclo de estudio en la licenciatura de Ingeniería Industrial**

Núm.	Cursos que más se repiten			
	De mayor a menor	Ciclo	Por ciclo de estudio	Ciclo
1	Matemática Básica 1	1	Matemática Básica 1	1
2	Física Básica 1	2	Física Básica 1	2
3	Matemática Básica 2	2	Física 1	3
4	Química General 1	1	Mecánica Analítica 1	4
5	Física 1	3	Ingeniería Económica 1	5
6	Matemática Intermedia 1	3	Termodinámica 1	6
7	Mecánica Analítica 1	4	Ingeniería de Métodos	7
8	Física 2	4	Controles Industriales	8
9	Idioma Técnico 1	1	Práctica Final	9
10	Ingeniería Económica 1	5	Preparación y Evaluación de Proyectos 2	10

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Los índices de repitencia de los cursos, de mayor a menor, están relacionado con las veces que estos tienen que llevarlos los estudiantes que han perdido el curso para aprobarlos, se aprecian en las tablas siguientes.

Tabla XVI. **Índice de repitencia por curso de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017**

Núm.	Nombre del curso	Índice repitencia	Mediana	Moda
1	MATE BASICA 1	1.72	2	2
2	MATE BASICA 2	1.64	2	2
3	FISICA BASICA	1.64	2	2
4	FISICA 1	1.59	2	2
5	MATE INTERMEDIA 1	1.56	2	2
6	TERMODINAMICA 1	1.54	2	2
7	INGENIERIA ECONOMICA 1	1.51	2	2
8	FISICA 2	1.49	1	1
9	QUIMICA GENERAL 1	1.49	1	1
10	MACANICA ANALITICA 1	1.49	1	1

Continuación de la tabla XVI.

Núm.	Nombre del curso	Indice repitencia	Mediana	Moda
11	MECANICA DE FLUIDOS	1.47	1	1
12	RESISTENCIA DE MATERIALES 1	1.45	1	1
13	PROGRAMACION DE COMPUTADORAS 2	1.44	1	1
14	ESTADISTICA 2	1.36	1	1
15	PRACTICA FINAL	1.36	1	1
16	INGENIERIA DE METODOS	1.34	1	1
17	CONTROLES INDUSTRIALES	1.32	1	1
18	MATE INTERMEDIA 3	1.32	1	1
19	CONTABILIDAD 1	1.32	1	1
20	MATE INTERMEDIA 2	1.31	1	1

Núm.	Nombre del curso	Indice repitencia	Mediana	Moda
21	ING. ELECTRICA 1	1.30	1	1
22	SEGURIDAD DE HIGIENE INDUSTRIAL	1.29	1	1
23	ESTADISTICA 1	1.29	1	1
24	PRACTICA INTERMEDIA	1.29	1	1
25	QUIMICA 2	1.26	1	1
26	IDIOMA TECNICO 1	1.26	1	1
27	PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS 1	1.25	1	1
28	CONTROL DE LA PRODUCCION	1.24	1	1
29	TECNICAS DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACION	1.24	1	1
30	ECOLOGIA	1.23	1	1

Núm.	Nombre del curso	Indice repitencia	Mediana	Moda
31	ETICA PROFESIONAL	1.22	1	1
32	PROGRAMACION DE COMPUTADORAS 1	1.22	1	1
33	IDIOMA TECNICO 2	1.21	1	1
34	INVESTIGACION DE OPERACIONES 1	1.20	1	1
35	PRACTICA INICIAL	1.19	1	1
36	PSICOLOGIA INDUSTRIAL	1.19	1	1
37	CIENCIA DE LOS MATERIALES	1.19	1	1
38	PROGRAMACION COMERCIAL 1	1.18	1	1
39	IDIOMA TECNICO 3	1.17	1	1
40	INTRODUCCION A PROYECTOS GERENCIALES	1.17	1	1

Continuación de la tabla XVI.

Núm.	Nombre del curso	Indice repitencia	Mediana	Moda
41	DISEÑO PARA LA PRODUCCION	1.16	1	1
42	SOCIAL HUMANISTICA 1	1.16	1	1
43	INGENIERIA DE PLANTAS	1.16	1	1
44	SOCIAL HUMANISTICA 2	1.15	1	1
45	PROCESOS DE MANUFACTURA 1	1.15	1	1
46	MATE APLICADA 3	1.15	1	1
47	IDIOMA TECNICO 4	1.14	1	1
48	ADMINISTRACION DE EMPRESAS 1	1.13	1	1
49	PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS 2	1.12	1	1
50	MERCADOTECNIA 1	1.11	1	1

Núm.	Nombre del curso	Indice repitencia	Mediana	Moda
51	CONTABILIDAD 3	1.11	1	1
52	TECNI COMPLEMENTARIA 1	1.10	1	1
53	ADMINISTRACION DE PERSONAL	1.09	1	1
54	DEPORTES 2	1.08	1	1
55	MICROECONOMIA	1.08	1	1
56	MATE APLICADA 1	1.08	1	1
57	INVESTIGACION DE OPERACIONES 2	1.07	1	1
58	DEPORTES 1	1.07	1	1
59	LEGISLACION 1	1.07	1	1
60	PROCESOS DE MANUFACTURA 2	1.06	1	1

Núm.	Nombre del curso	Indice repitencia	Mediana	Moda
61	SEMINARIO DE INVESTIGACION	1.06	1	1
62	CONTABILIDAD 2	1.06	1	1
63	ING. ELECTRICA 2	1.03	1	1
64	FILOSOFIA DE LA CIENCIA	1.03	1	1
65	ORIENTACION Y LIDERAZGO	1.02	1	1
66	LEGISLACION 2	1.02	1	1
67	DIBUJO TECNICO MECANICO	1.00	1	1
68	ECONOMIA 1	1.00	1	1
69	INTRODUCCION A LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	1.00	1	1
70	SEMINARIO DE INVESTIGACION EPS	1.00	1	1

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Este índice de repitencia permitió determinar los cursos con mayor dificultad de aprobación, además, los ciclos de estudio con más cursos que se repiten para ser aprobados, este resultado se muestra en la tabla XVII.

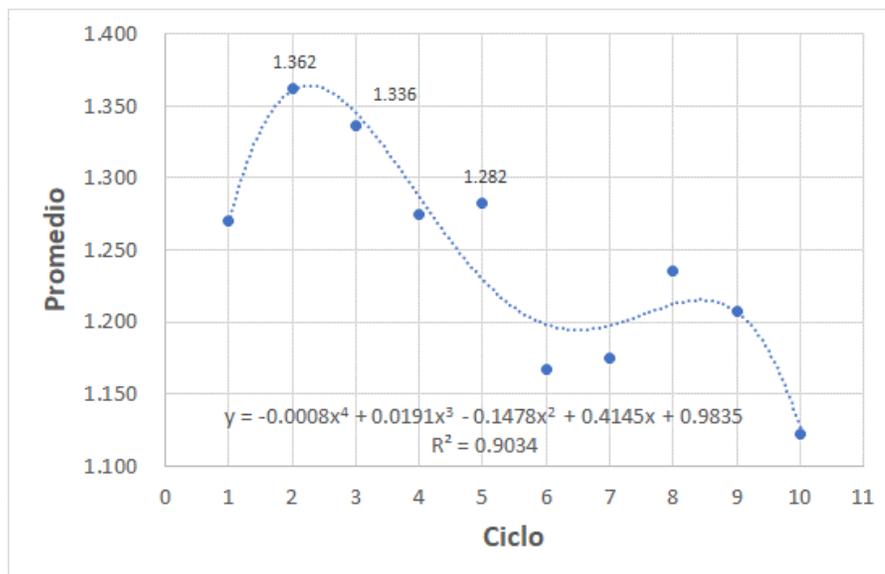
Tabla XVII. Índice de repitencia por ciclo cohortes de 2013 al 2017

Núm.	Ciclo	Índice de repitencia	Mediana	Moda
1	1	1.270	1	1
2	2	1.362	1	1
3	3	1.336	1	1
4	4	1.275	1	1
5	5	1.282	1	1
6	6	1.167	1	1
7	7	1.175	1	1
8	8	1.235	1	1
9	9	1.207	1	1
10	10	1.122	1	1

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El resultado de la tabla que antecede se visualiza en la figura 11, se observa la ecuación de regresión polinomial y el R^2 , apreciándose un buen ajuste del modelo a los datos.

Figura 11. Índice de repitencia por ciclo cohortes de 2013 al 2017



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

En resumen, de acuerdo con lo observado en las cohortes de estudiantes del 2013 al 2017, se tiene que:

- El promedio general de calificación es de 62.27, con desviación estándar de 19.83 puntos.
- El promedio de aprobación es de 71.61, con desviación estándar de 9.02 puntos.
- El promedio de reprobados es de 37.06, con desviación estándar de 19.08 puntos.
- En promedio, aprueban los cursos el 72.98 % de estudiantes y reprueban el 27.02 %.
- Existe una concentración de notas en el intervalo de 61 a 70 puntos, con un 38.15 % de estas; entre 71 y 100 puntos está el 22.87 % y, por último, de los estudiantes tienen notas reprobatorias, el 27.02 %; es decir, menores a 60 puntos.
- Al hacer un análisis del rango de notas entre 61 y 70, se tiene una media de 64.67 con intervalo de confianza al 95 % entre 64.54 y 64.80.
- El momento más importante de aprobación es el examen final con un resultado de 72.39 % de los aprobados, la Escuela de Vacaciones con un 8.41 %, y las equivalencias con un 4.01 %, esta última corresponde en su mayoría a los cursos aprobados en la Facultad de Ingeniería; ambas suman el 12.42 %.
- En relación con la repitencia de cursos:
 - Los 10 cursos que con mayor frecuencia pierden los alumnos, sin importar el ciclo académico son los siguientes: Matemática Básica 1, Física Básica 1, Matemática Básica 2, Química General 1, Física 1, Matemática Intermedia 1, Mecánica Analítica 1, Física 2, Idioma Técnico 1 e Ingeniería Económica 1.

- Tomando en consideración el ciclo académico, los cursos que más se repiten son: ciclo 1, Matemática Intermedia 1; ciclo 2, Física Básica; ciclo 3, Física 1; ciclo 4, Mecánica Analítica 1; ciclo 5, Ingeniería Económica 1; ciclo 6, Termodinámica 1; ciclo 7, Ingeniería de Métodos; ciclo 8, Controles Industriales; ciclo 9, Práctica Final y, por último, Preparación y Evaluación de Proyectos 2, en el ciclo 10.
 - Los cinco cursos que aparecen en ambas listas son: Matemática Básica 1 y Física Básica 1, ambas del primer ciclo; Física 1, del tercer ciclo; Mecánica Analítica 1, del cuarto ciclo y por último Ingeniería Económica 1, del quinto ciclo.
-
- Los ciclos con mayores índices de repitencia promedio son: el segundo, tercero y quinto ciclo.
 - De manera general, los primeros cinco ciclos tienen los más altos índices de repitencia, en comparación de los ciclos del sexto al décimo.

Objetivo 2: Medir en forma relativa el desfase entre el avance sobre la trayectoria académica programada y la obtenida por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, de acuerdo con la malla curricular, por medio de un índice y razón de diferencias, para mostrar desigualdades, que mida esta discrepancia, para su mejor comprensión a través de una división de los atributos de interés.

Los resultados promedio, una vez obtenido el número de alumnos, índices y porcentajes de acuerdo con el grado de avance en el recorrido a lo largo de los 10 ciclos están ordenados en la tabla XVIII.

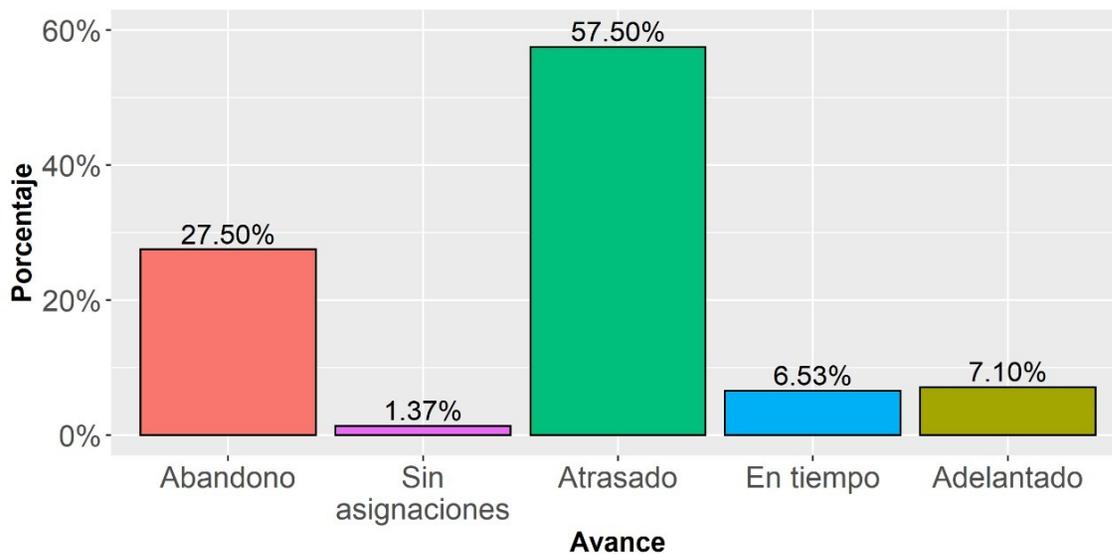
Tabla XVIII. **Resultados del avance académico promedio de las cohortes del 2013 al 2017**

Cohorte	Observación	Tipo	Ciclo									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Promedio	Adelantado	Cantidad	8	6	18	15	2	2	3	20	14	0
Promedio	Adelantado	Índice	0.81	0.61	0.83	0.83	0.42	0.21	0.21	0.84	0.61	0.00
Promedio	Adelantado	Porcentaje	5.80%	4.05%	12.79%	10.68%	1.37%	1.14%	2.40%	14.77%	10.35%	0.00%
Promedio	Atrasado	Cantidad	77	97	81	75	81	77	73	55	55	42
Promedio	Atrasado	Índice	0.59	0.66	0.66	0.65	0.68	0.62	0.67	0.7	0.77	0.85
Promedio	Atrasado	Porcentaje	63.45%	79.81%	68.29%	62.52%	66.79%	62.08%	58.56%	45.82%	45.14%	36.54%
Promedio	En tiempo	Cantidad	39	14	3	0	0	4	2	0	0	19
Promedio	En tiempo	Índice	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
Promedio	En tiempo	Porcentaje	30.75%	10.75%	2.32%	0.00%	0.00%	2.97%	1.34%	0.00%	0.00%	14.38%
Promedio	Sin asignaciones	Cantidad	0	1	1	4	7	2	1	1	0	8
Promedio	Sin asignaciones	Índice	0.00	0.00	0.30	0.28	0.21	0.14	0.13	0.14	0.24	0.42
Promedio	Sin asignaciones	Porcentaje	0.00%	0.95%	0.80%	3.47%	5.04%	2.13%	1.18%	0.57%	0.00%	4.57%
Promedio	Abandono	Cantidad	0	6	21	30	34	39	45	48	55	55
Promedio	Abandono	Índice	0.00	0.00	0.30	0.28	0.21	0.14	0.13	0.14	0.24	0.42
Promedio	Abandono	Porcentaje	0.00%	4.43%	15.79%	23.33%	26.80%	31.67%	36.52%	38.84%	44.51%	44.51%
Total estudiantes			124									
Total porcentaje			100.00%									

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel

En la figura 12 se ven los resultados relacionados con el avance académico promedio de las cohortes estudiadas, según estos índices: abandono, sin asignaciones, atrasado, en tiempo y adelantado.

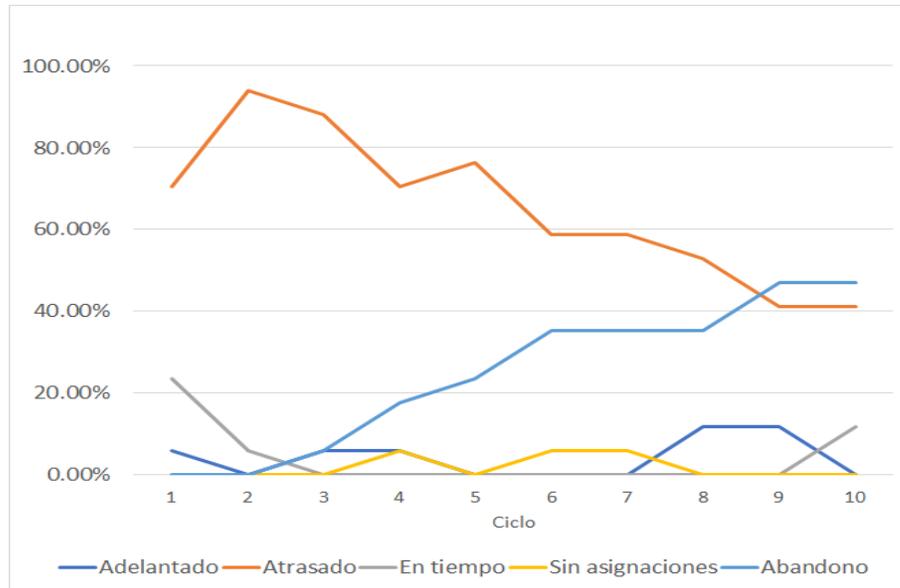
Figura 12. **Porcentaje de avance académico de las cohortes de 2013 al 2017 usando la totalidad de datos**



Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 en R.

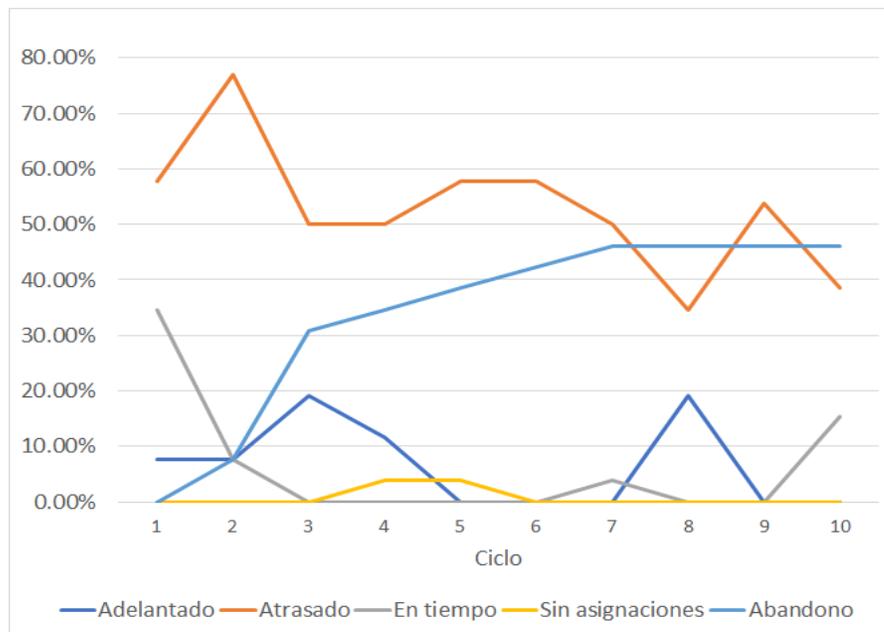
El avance académico en porcentaje de alumnos por cohorte: en abandono, sin asignaciones, atrasado, en tiempo y adelantado conforme al programa de estudios, se ven en forma resumida en las figuras 13, 14, 15, 16 y 17.

Figura 13. **Porcentaje de avance académico de la cohorte de 2013**



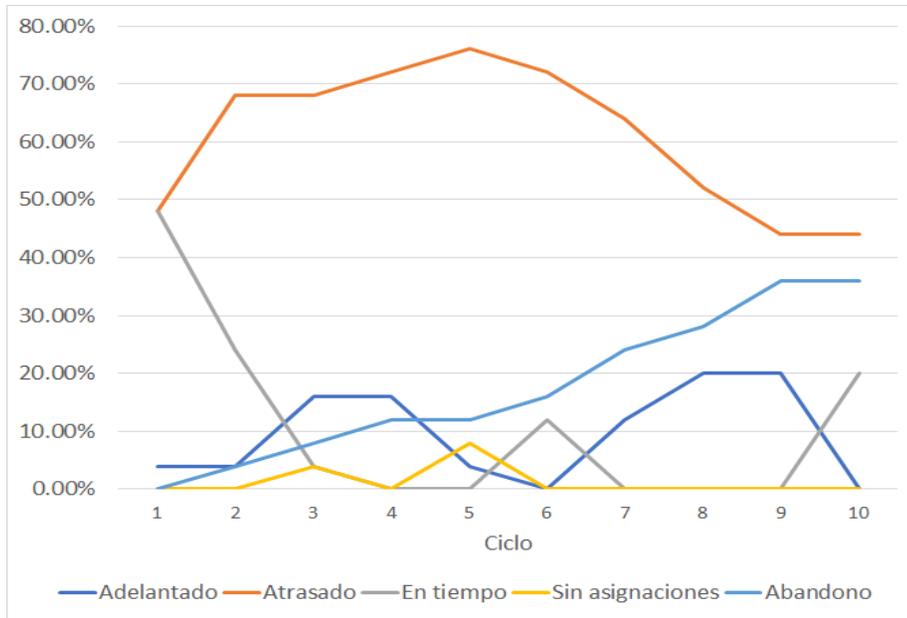
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 14. **Porcentaje de avance académico de la cohorte de 2014**



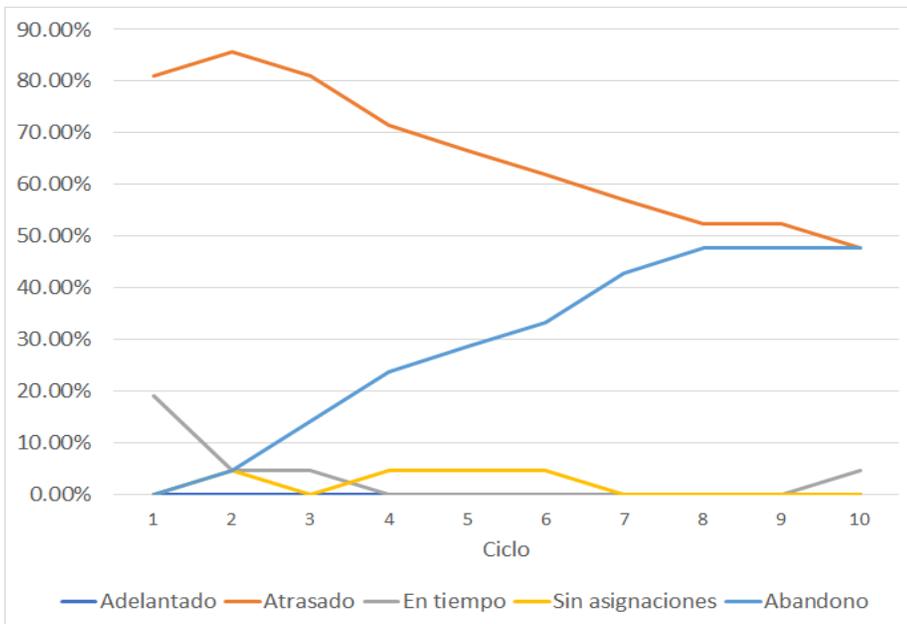
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 15. **Porcentaje del avance académico de la cohorte de 2015**



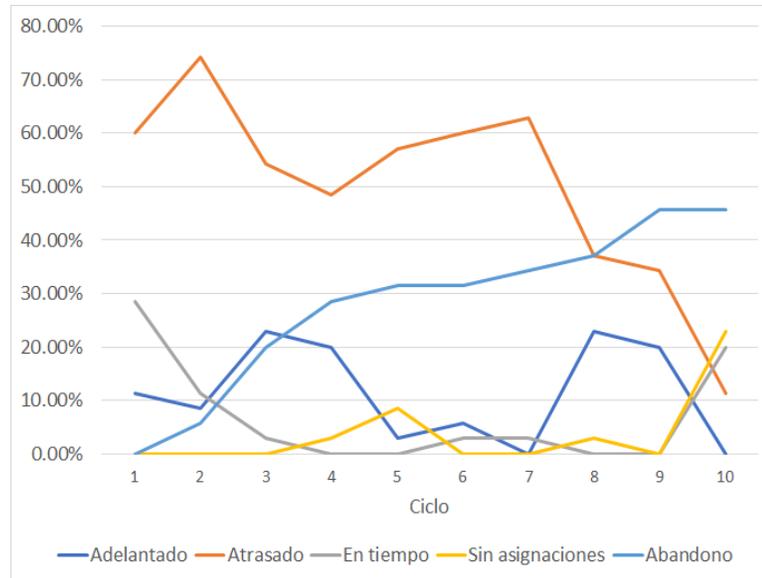
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 16. **Porcentaje del avance académico de la cohorte de 2016**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

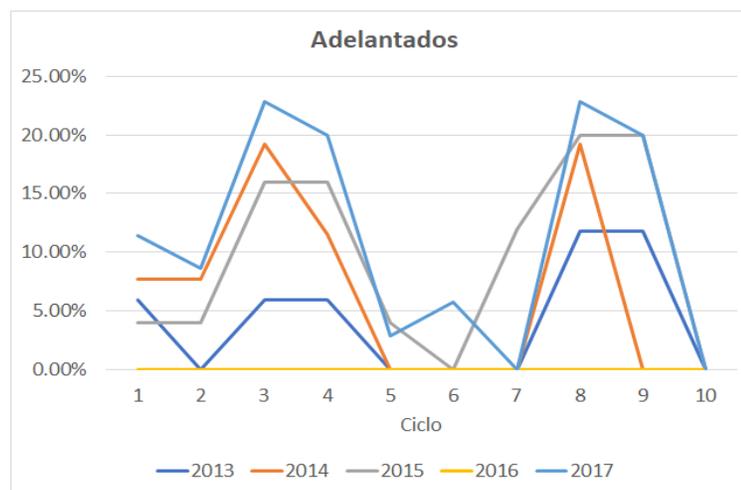
Figura 17. **Porcentaje de avance académico de la cohorte de 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La figura 18 muestra el porcentaje de alumnos adelantados por cohorte, según el programa de estudios.

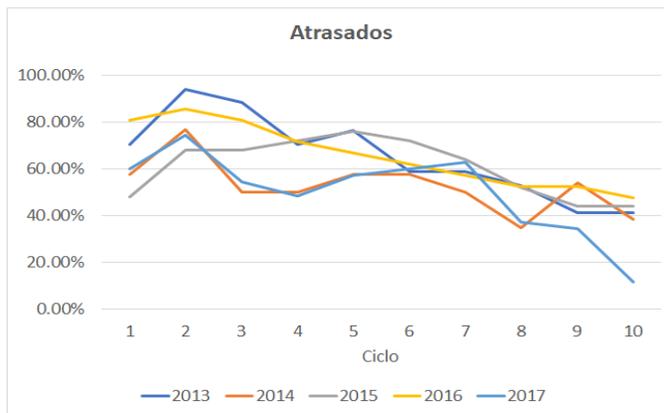
Figura 18. **Porcentaje alumnos adelantados por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La gráfica del porcentaje de alumnos atrasados por cohorte conforme el pénsum de estudios se aprecia en la figura 19.

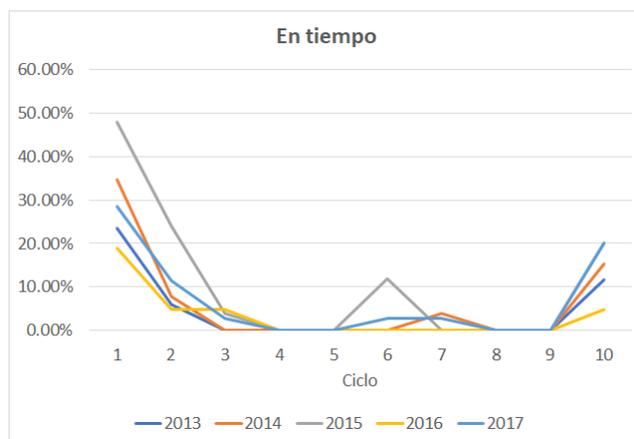
Figura 19. **Porcentaje de alumnos atrasados por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

La gráfica relacionada con los alumnos en tiempo por cohorte, de acuerdo al programa de estudios, se muestra en la figura 20.

Figura 20. **Porcentaje de alumnos en tiempo por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

En la figura 21 se muestran los alumnos por cohorte que no se asignaron cursos a lo largo de los 10 ciclos en los cuales deben finalizar su programa de estudios.

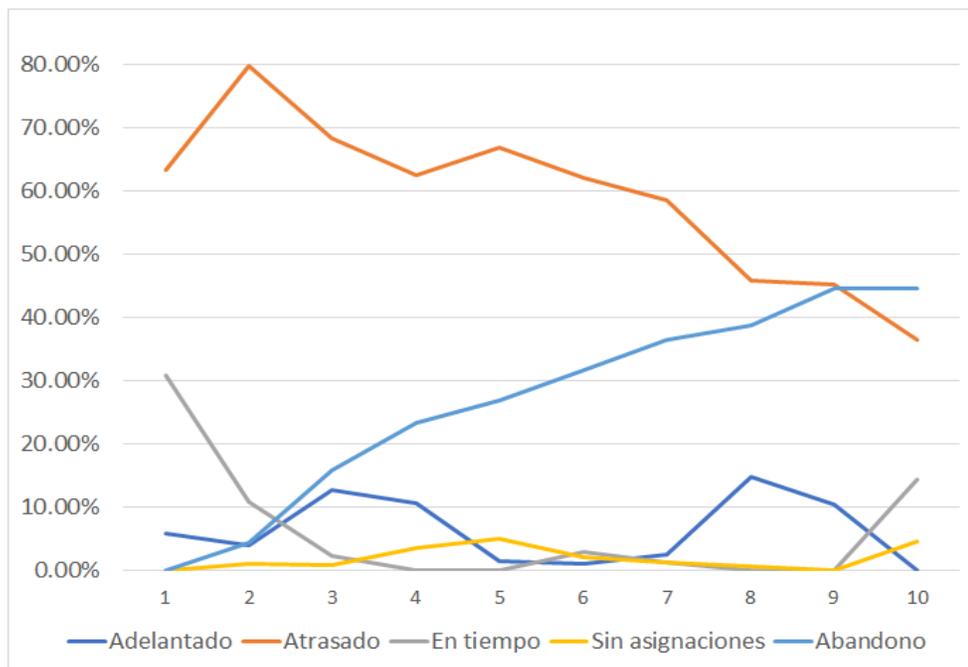
Figura 21. **Porcentaje de alumnos sin asignaciones por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

El promedio de las cohortes de estudiantes de 2013 al 2017 de adelantados, atrasados, en tiempo, sin asignaciones y con abandono, están en la figura 22.

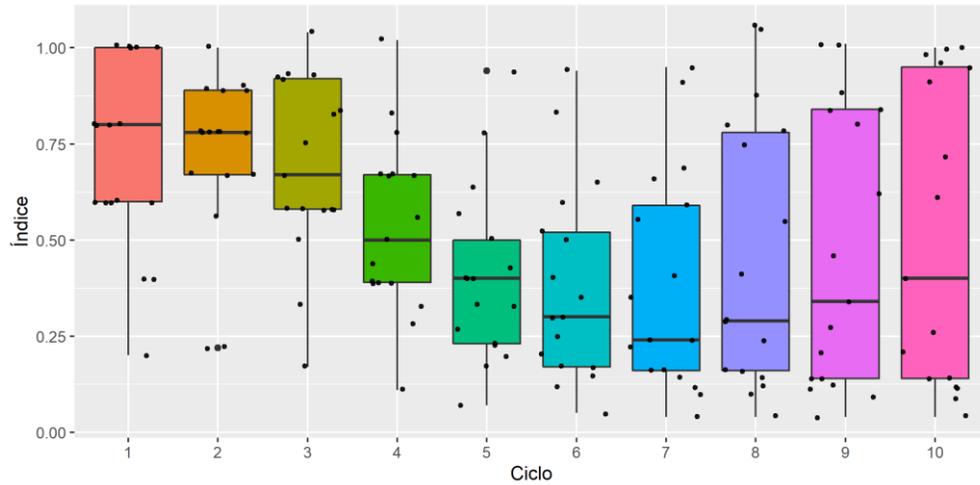
Figura 22. **Porcentaje promedio de los alumnos adelantados, atrasados, en tiempo, sin asignaciones y con abandono**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

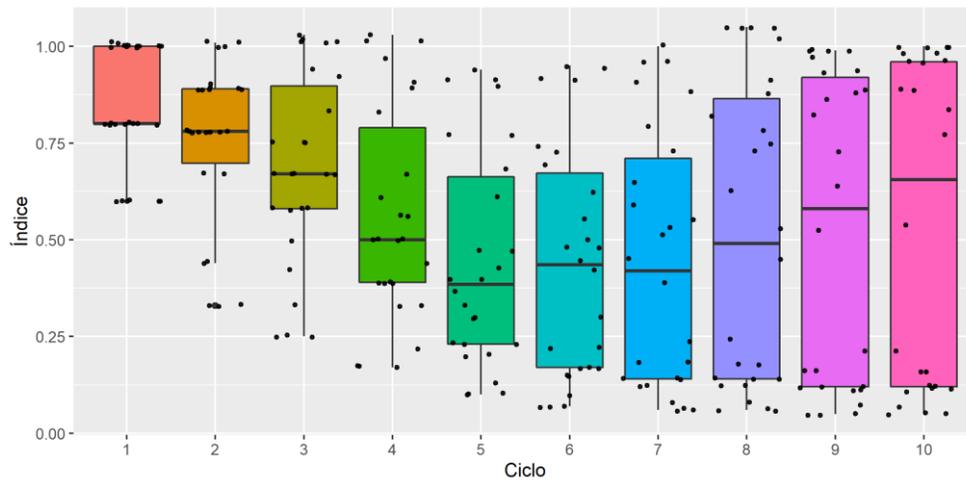
Los índices individuales de avance académico de los estudiantes por cohorte, según plan de estudios, gráficamente se muestran en las figuras 23, 24, 25, 26 y 27.

Figura 23. **BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2013**



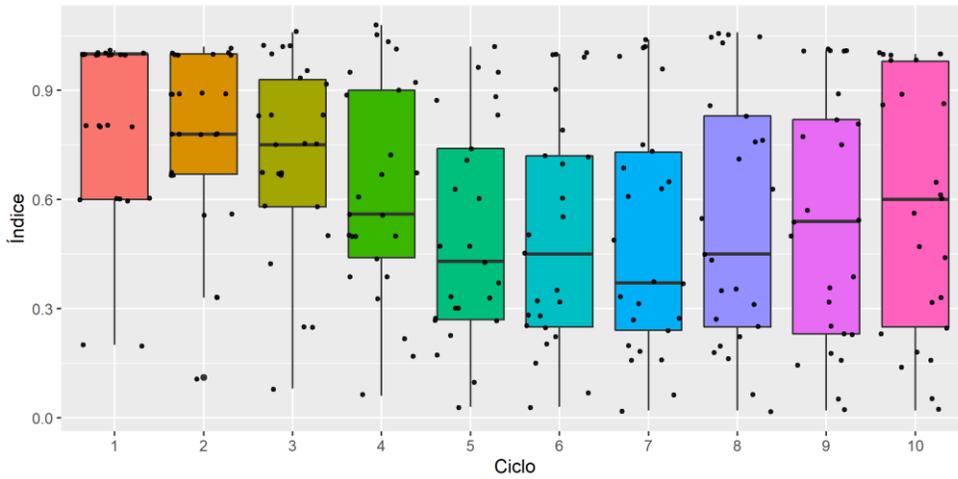
Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

Figura 24. **BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2014**



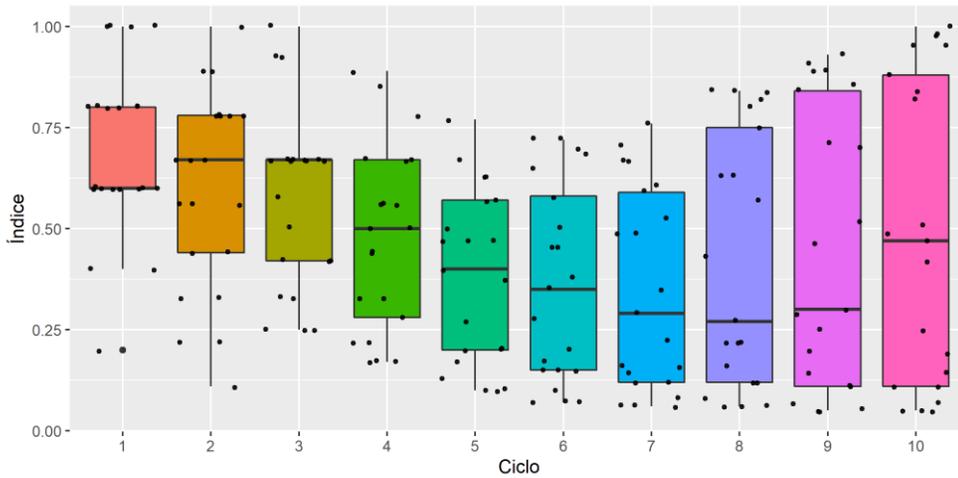
Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

Figura 25. **BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2015**



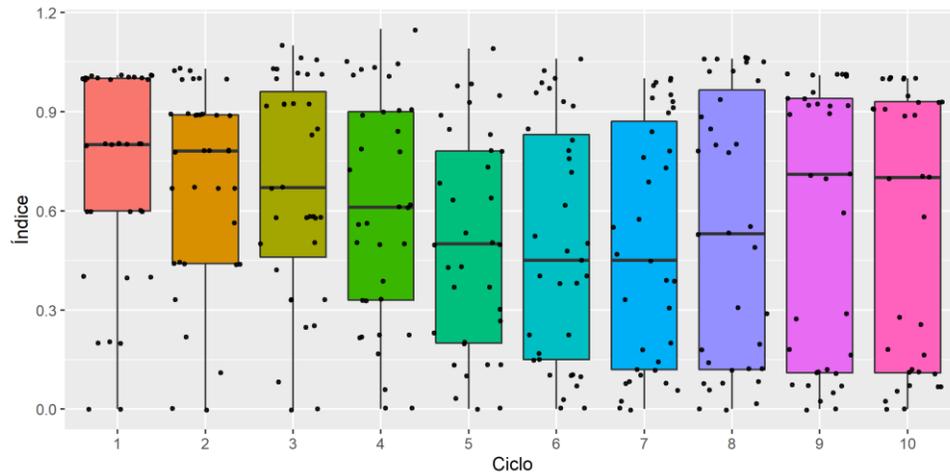
Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

Figura 26. **BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2016**



Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

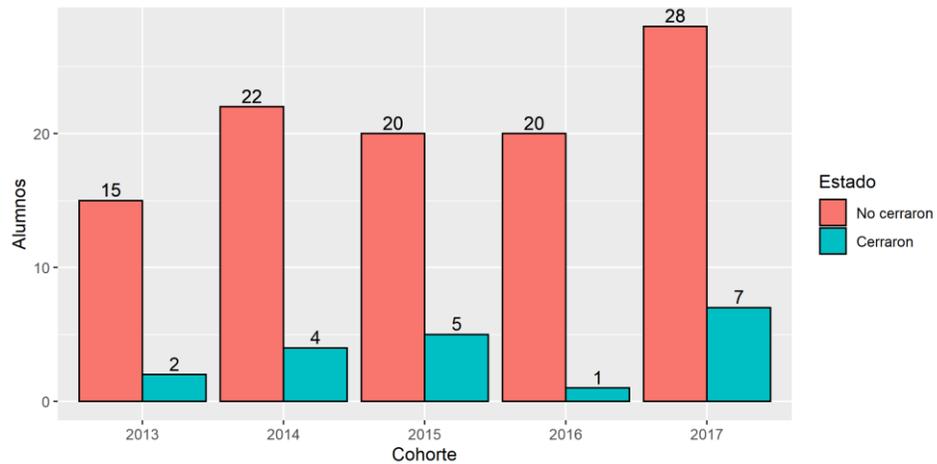
Figura 27. **BoxPlot de índices de avance académico cohorte de 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

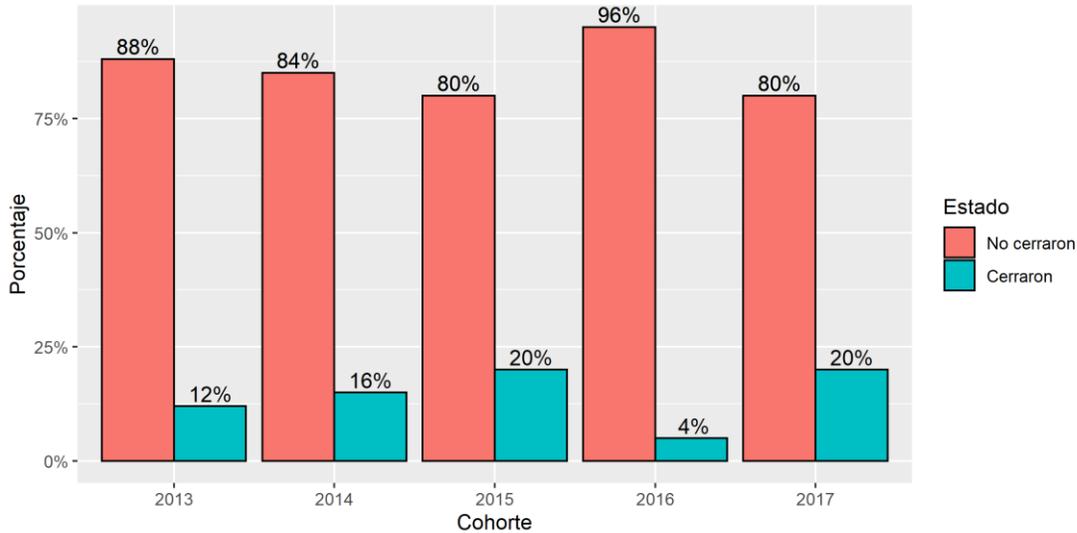
Las gráficas de los alumnos que cerraron por cohorte, conforme al pénsun de estudios de 5 años, se muestran en las figuras 28 y 29.

Figura 28. **Cantidad de alumnos con y sin cierre de pénsun de las cohortes de 2013 al 2017 de acuerdo con el programa de estudios de 5 años**



Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

Figura 29. **Porcentaje de alumnos con y sin cierre de p nsu de las cohortes de 2013 al 2017 de acuerdo con el programa de estudios de 5 años**



Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

Tabla XIX. **Resultado de las pruebas de normalidad para los datos correspondientes al avance académico de las cohortes 2013 al 2017**

Test de ajuste para distribución de probabilidad normal								
P - valores: fit_dist_addin() Shapiro.test()								
Núm.	Estado	Media	Cantidad	Desviación estándar	Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)	Anderson-Darling	Cramer-Von Mises	Shapiro Wilks
1	Adelantado	0.06337	10	0.05381	0.83000	0.76000	0.69000	0.242121
2	Atrasado	0.58900	10	0.12877	0.73000	0.85000	0.74000	0.611074
3	En tiempo	0.06252	10	0.09963	0.21000	0.24000	0.22000	0.000994
4	Sin asignaciones	0.01871	10	0.01859	0.54000	0.61000	0.56000	0.087538
5	Abandono	0.26640	10	0.15783	0.98000	0.91000	0.91000	0.377584
6	Con cierre	0.14400	5	0.06693	0.96000	0.86000	0.87000	0.314040

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XX.

Intervalos de confianza del avance académico de las cohortes 2013 al 2017

Resultado test de ajuste para distribución de probabilidad normal
 P - Valores: fit dist zedun[] Shapiro-Wilk[]

Num.	Estado	Media	Cantidad	Desviación estándar	Error estándar	Alpha	Grados de libertad	t-score	Margen de error	Limite inferior	Limite superior	Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov)	Anderson-Darling	Cramer-Von Mises	Shapiro Wilks
1	Adelantado	0.05337	10	0.05381	0.01702	0.05	9	2.26216	0.03850	0.02487	0.10187	0.83000	0.76000	0.69000	0.24212
2	Atrasado	0.58900	10	0.12877	0.04072	0.05	9	2.26216	0.09212	0.49688	0.68112	0.73000	0.85000	0.74000	0.61107
3	En tiempo	0.05252	10	0.05963	0.03150	0.05	9	2.26216	0.07127	-0.00875	0.13379	0.21000	0.24000	0.22000	0.00099
4	Sin asignaciones	0.28511	10	0.16378	0.05179	0.05	9	2.26216	0.11716	0.16795	0.40226	0.83000	0.88000	0.83000	0.43122
5	Con cierre	0.14400	5	0.06693	0.06693	0.05	4	2.77645	0.08311	0.06089	0.22711	0.96000	0.86000	0.87000	0.31404

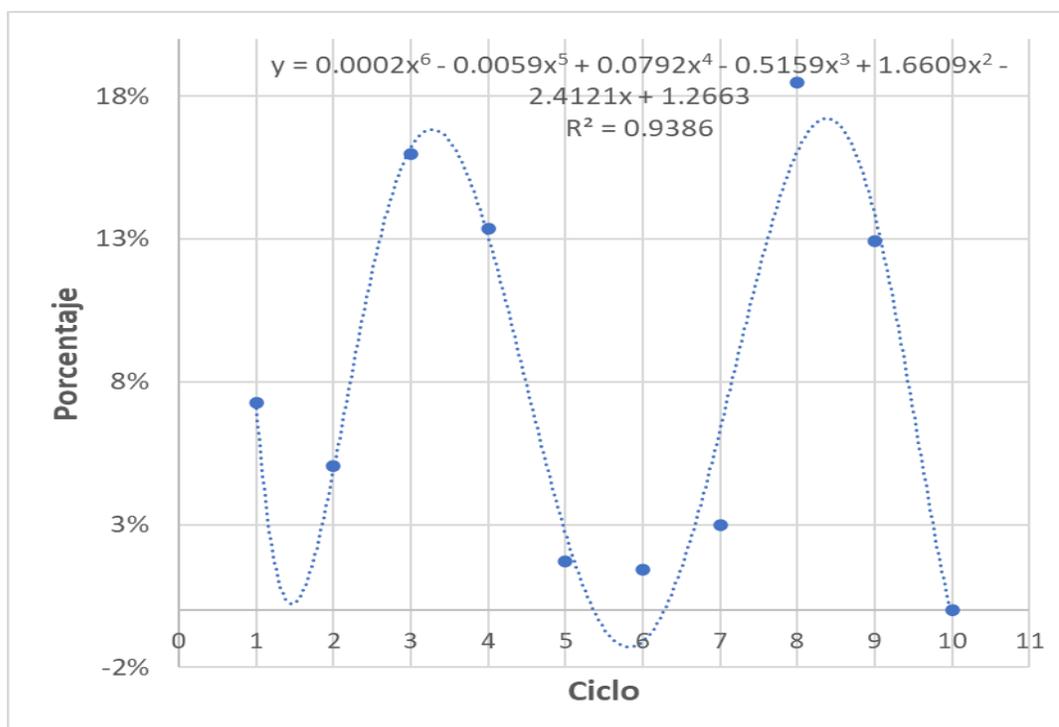
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XXI. **Intervalos de confianza corregidos del avance académico de las cohortes 2013 al 2017**

Núm.	Estado	Límite inferior	Media	Límite superior
1	Adelantado	2.49%	6.34%	10.19%
2	Atrasado	49.69%	58.90%	68.11%
3	En tiempo	0.00%	6.25%	13.38%
4	Sin asignaciones	0.54%	1.87%	3.20%
5	Abandono	15.35%	26.64%	37.93%
6	Con cierre	6.09%	14.40%	22.71%

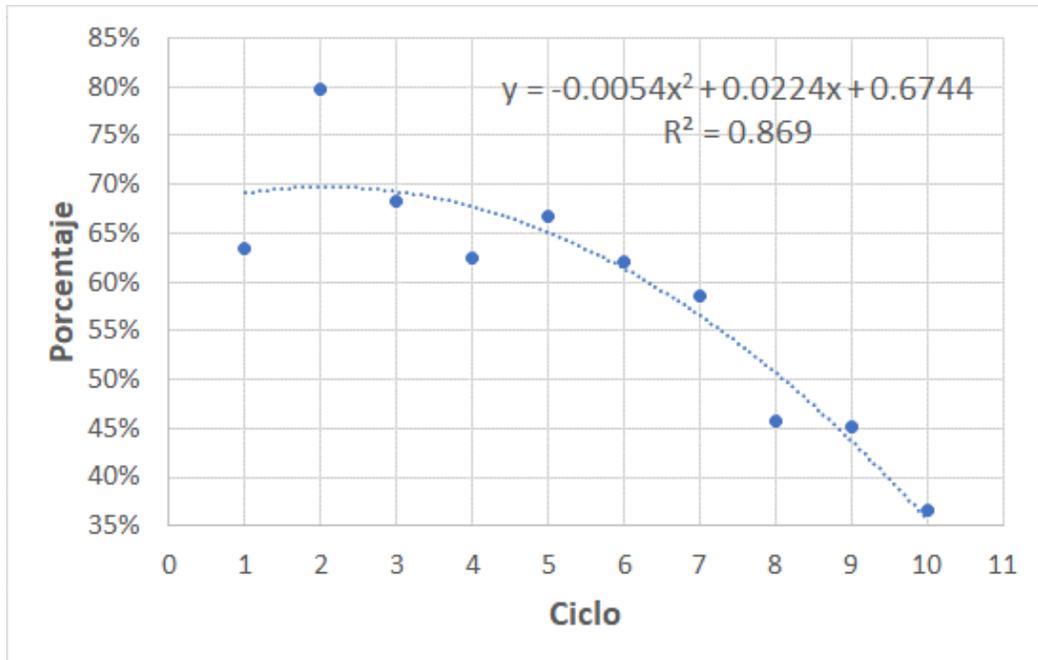
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 30. **Porcentaje promedio de adelantados**



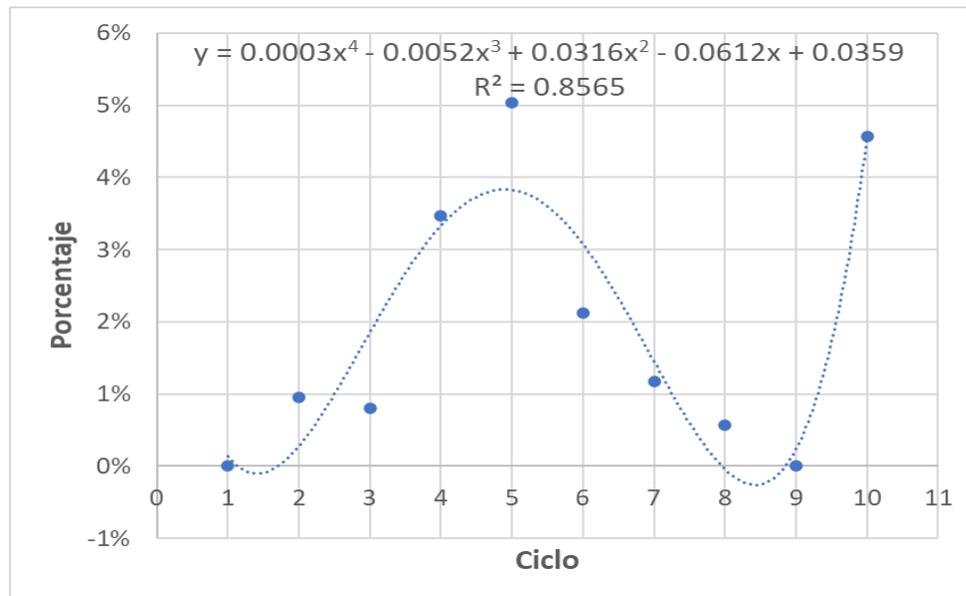
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 31. **Porcentaje promedio de atrasados**



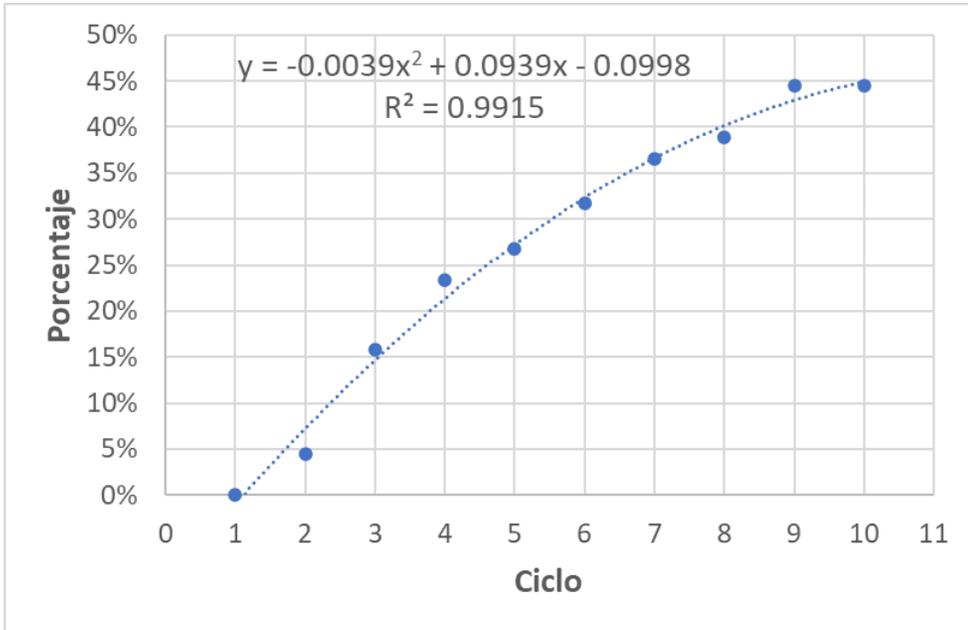
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 32. **Porcentaje promedio sin asignaciones**



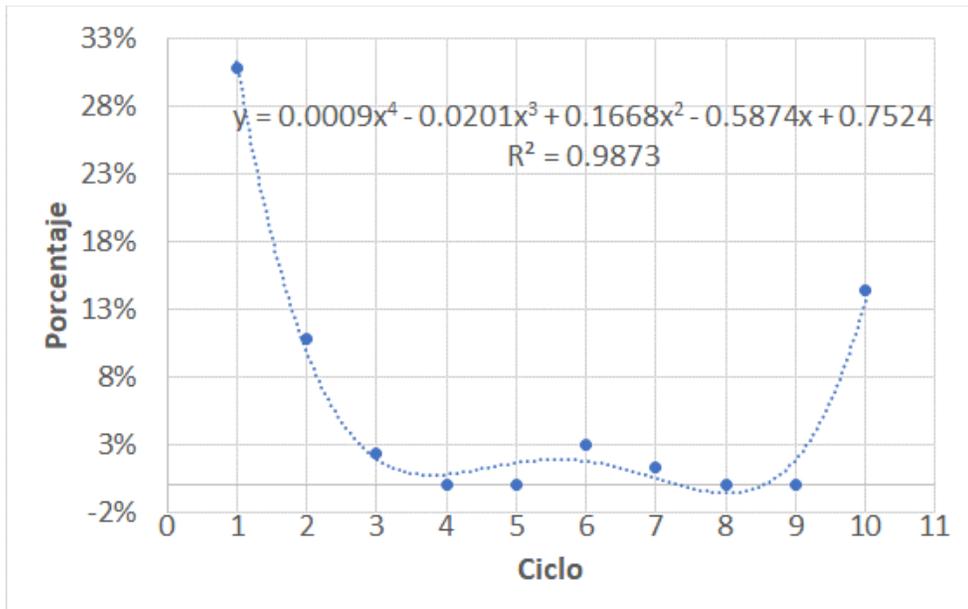
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 33. **Porcentaje promedio con abandono**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 34. **Porcentaje promedio en tiempo**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

En lo relacionado a medir el desfase en el avance de la trayectoria académica de los estudiantes, conforme el plan de estudios se determinó lo siguiente:

- En promedio el: 27.50 % abandona sus estudios; 57.50 % se atrasa; 6.53 % va en tiempo; 1.37 % no se asigna cursos; 27.50 % abandona sus estudios y el 14.40% cierra pénsum.
- Los intervalos de confianza al 95 % relacionados con el avance académico son los siguientes:
 - Entre el 2.49 y 10.19 % se adelantan, con media de 6.34 %.
 - Entre el 49.69 y el 68.11 % se atrasan, con media de 58.90 %.
 - Entre el 0.00 y el 13.38 % van conforme el plan de estudios, con media 6.25 %.
 - Entre el 0.54 al 3.20 % no se asignan cursos en el ciclo, con media de 1.87 %.
 - Entre el 15.35 % y el 37.93 % abandonan sus estudios, con una media de 26.64 %.
 - Entre el 6.09 y 22.71 % de los estudiantes cierran pénsum conforme lo establecido en la malla curricular.
- Los ciclos en que menos adelantan cursos los alumnos corresponden del primero al segundo y del quinto al séptimo.
- Los ciclos en que más se atrasan los estudiantes es del primero al quinto, con un promedio arriba del 60 %, del sexto al décimo, el atraso va disminuyendo de manera proporcional hasta alcanzar casi un 35 %.
- En el quinto ciclo, casi el 4.00 % de los alumnos en promedio, no se asignan cursos, siendo este el porcentaje más alto.

- A partir del segundo al décimo ciclo va creciendo proporcionalmente el abandono de los estudiantes, alcanzando un máximo de 45 % en promedio.
- Entre el tercero y noveno ciclo, menos del 3 % de los estudiantes van conforme al programa de estudios.

Objetivo 3: Comparar el comportamiento de la trayectoria académica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, antes y después de la pandemia de covid-19, mediante indicadores, medidas descriptivas y la estimación de diferencia de medias, para hacer reflexiones, análisis y toma de decisiones en el futuro.

Para hacer comparaciones, que no se limiten a una inspección visual entre gráficas, o de datos en tablas, es necesario determinar si se emplearán métodos de comparación paramétricos o no paramétricos, para ello y de acuerdo a Peña (2014) se utilizó el contraste de normalidad de Shapiro y Wilk (p. 469), pues este es el más conveniente para muestras pequeñas, con $n < 30$ datos, obteniéndose los resultados que se ordenan en las tablas XXII y XXIII.

Tabla XXII. **Resultado de la prueba de normalidad del test de Shapiro–Wilks en R por cohorte**

Núm.	Cohorte	P-valor
1	2013	4.2176E-24
2	2014	1.3669E-33
3	2015	1.5879E-33
4	2016	2.4202E-21
5	2017	6.5983E-33

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla XXIII. **Resultado de la prueba de normalidad del test de Shapiro–Wilks en R por cohorte y por ciclo**

Núm. Cohorte	Ciclo	Ciclo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		P - valor									
1	2013	5.37E-07	3.04E-08	4.19E-05	5.15E-04	3.05E-06	1.78E-06	5.39E-08	2.66E-09	4.09E-07	1.86E-08
2	2014	9.27E-11	1.44E-09	5.94E-05	3.87E-08	5.60E-11	1.64E-12	3.67E-11	3.87E-14	5.95E-10	8.31E-10
3	2015	1.67E-09	3.84E-07	3.73E-11	9.96E-09	2.89E-12	9.56E-13	1.03E-11	2.12E-10	7.17E-10	4.38E-11
4	2016	3.81E-05	1.20E-04	1.75E-03	4.53E-04	1.71E-06	2.23E-04	1.14E-08	1.99E-11	1.14E-05	2.24E-09
5	2017	1.37E-09	1.76E-07	7.40E-12	8.15E-09	2.06E-10	4.92E-13	7.23E-10	5.85E-16	5.90E-11	4.18E-02

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Por cohorte de estudiantes, una distribución de probabilidad normal no se ajusta a los datos, igual resultado, si estos se analizan por cohorte y por ciclo, tal y como se ve en la tabla XXIII. Se hace la observación, que los estudiantes varían entre 17 a 35 por cohorte, pero generan datos mayores a 30, por los cursos que llevan por ciclo, siendo, por esto, conveniente el uso, según Peña, D. (2014) del contraste de X^2 de Pearson y el de Kolmogorov–Smirnov, en la versión modificada en Lilliefords, ya que son adecuados para muestras grandes. Como se puede ver en las siguientes tablas, aunque los valores de probabilidad (p–valor) cambiaron, en algunos casos apreciablemente, siempre fueron significativos, por lo tanto, también dieron como resultado que el modelo de distribución de probabilidad normal, no se ajusta a los datos.

Tabla XXIV. **Resultado de la prueba de normalidad del test de Lilliefors de Kolmogorov–Smirnov en R por cohorte**

Núm. Cohorte	P-valor
1	2013 4.5009E-112
2	2014 2.0991E-179
3	2015 1.2430E-181
4	2016 9.7590E-92
5	2017 7.3990E-152

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

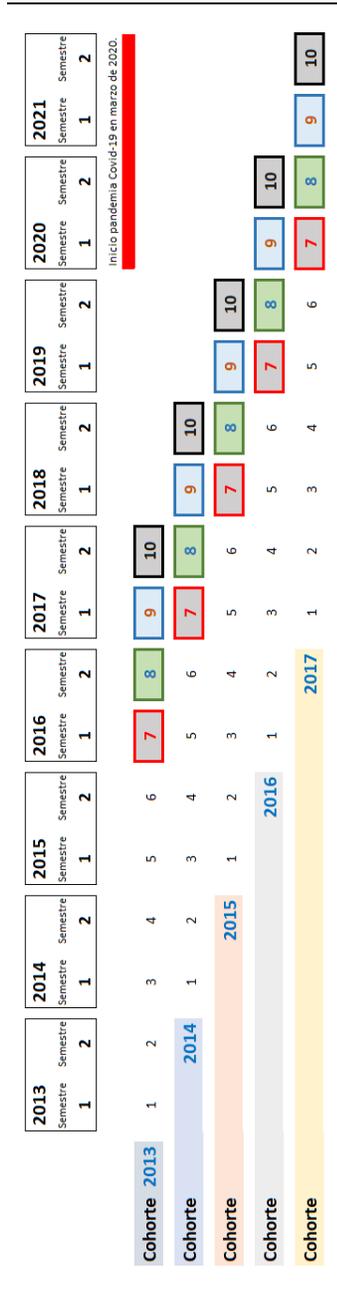
Tabla XXV. **Resultado de la prueba de normalidad del test de Lilliefors de Kolmogorov–Smirnov en R por cohorte y ciclo**

Núm.	Cohorte	Ciclo									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2013	2.10E-12	1.27E-17	9.96E-12	1.79E-04	7.21E-08	2.56E-08	2.92E-12	2.79E-18	2.94E-09	5.23E-12
2	2014	5.59E-14	5.18E-21	8.04E-09	2.71E-13	5.57E-14	8.70E-22	1.80E-14	2.39E-29	4.28E-15	3.11E-14
3	2015	5.89E-18	9.79E-16	5.52E-22	1.71E-13	8.37E-21	2.11E-23	5.40E-21	6.97E-15	1.46E-17	7.99E-10
4	2016	1.13E-12	1.30E-10	2.38E-06	7.82E-09	4.58E-17	1.61E-07	7.59E-09	1.66E-14	3.64E-02	1.11E-07
5	2017	3.36E-24	2.34E-12	4.03E-24	8.22E-17	2.92E-11	2.22E-20	1.63E-07	4.06E-24	2.29E-05	8.31E-02

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Para cumplir con el tercer objetivo, se realizó el diagrama que se muestra en la figura 35, para determinar qué ciclos se vieron afectados por la pandemia de covid–19 y cuáles no, y así establecer si existe diferencia significativa entre ellos.

Figura 35. Ciclos afectados por la pandemia de covid-19 de las cohortes de estudiantes del 2013 al 2017



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Como se puede apreciar, del noveno y décimo ciclo de la cohorte de 2016, y del séptimo al décimo de la cohorte 2017, se vieron afectados por la pandemia en mención, fueron estos en donde se dio el paso de clases presenciales a virtuales, por lo cual se corrió el test de Scott–Knott, para determinar si hay diferencia, estadísticamente significativa, entre promedios de los semestres con los resultados presentados en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. Resultado de la prueba de comparación de medias de Scott–Knott en R entre las cohortes del 2013 al 2017 y entre ciclos

Cohorte	Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Ciclo 4		Ciclo 5		Ciclo 6		Ciclo 7		Ciclo 8		Ciclo 9		Ciclo 10	
	Medias G1	Medias G2																		
2013	58.69	c	56.18	b	60.74	a	49.81	b	57.19	b	60.96	a	61.44	b	60.36	a	57.87	b	59.01	b
2014	66.16	a	56.39	b	60.57	a	56.52	a	61.77	b	58.60	a	62.72	b	60.61	a	61.83	b	54.05	b
2015	62.44	b	62.08	a	57.77	a	60.74	a	58.96	b	62.42	a	61.42	b	62.97	a	58.39	b	66.26	a
2016	58.21	c	57.85	b	60.11	a	60.83	a	60.13	b	64.43	a	66.44	b	63.68	a	73.41	a	69.69	a
2017	58.81	c	62.05	a	63.21	a	62.83	a	69.55	a	65.02	a	75.96	a	66.05	a	75.44	a	77.92	a

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Como se puede apreciar (resaltado en números y letras en formato negrilla), para la cohorte de 2016; y en números y letras en negrilla color rojo, en la del 2017; y para los ciclos en los cuales se impartieron clases virtuales en estas debido a la pandemia de covid-19, se tiene el resultado que se muestra en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Prueba de comparación de medias de Scott–Knott en R entre las cohortes del 2013 al 2017 y del séptimo al décimo ciclo de la licenciatura de Ingeniería Industrial**

Cohorte	7mo ciclo		8vo ciclo		9no ciclo		10mo ciclo	
	Medias	G1 G2						
2013	61.44	b	60.36	a	57.87	b	59.01	b
2014	62.72	b	60.61	a	61.83	b	54.05	b
2015	61.42	b	62.97	a	58.39	b	66.26	a
2016	66.44	b	63.68	a	73.41	a	69.69	a
2017	75.96	a	66.05	a	73.44	a	77.92	a

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Como se puede apreciar:

- El séptimo ciclo de la cohorte 2017 con respecto a las cohortes del 2013 al 2016, existe diferencia.
- En el octavo ciclo, estadísticamente, las cohortes de 2013 al 2017 son iguales.
- En el noveno ciclo existe diferencia estadísticamente significativa entre los ciclos de las cohortes del 2013 al 2015, con respecto a las del 2016 al 2017, en los cuales se impartieron clases virtuales.
- En el décimo ciclo existe diferencia significativa entre los ciclos de las cohortes del 2013 al 2014, con respecto a las del 2015 al 2017, pero solo la de los últimos dos años, 2016 al 2017, corresponden a ciclos con clases virtuales.

- De 6 ciclos en los cuales se esperó encontrar diferencias significativas, se detectaron en 5, siendo estos:
 - Séptimo de la cohorte de 2017
 - Noveno de las cohortes de 2016 al 2017
 - Décimo de las cohortes de 2016 al 2017
- En el que no se encontró diferencias significativas, corresponde al octavo ciclo de la cohorte 2017.
- Y, por último, donde no se esperaba encontrar diferencias significativas, pero se encontró, fue en el décimo ciclo de la cohorte de 2015.
- De los 6 ciclos, en los que se esperaba encontrar diferencias significativas, se hallaron en 5, por lo cual existen diferencias en el 83.33 % de los ciclos comparados y en los cuales se esperaba este resultado.

Por medio del test no paramétrico de Games–Howell, agrupando los ciclos del séptimo al décimo de las cohortes del 2013 al 2017, entre los que fueron impartidos antes de la pandemia de covid–19 y durante esta pandemia, usando una modalidad virtual, se obtuvo la información que se muestra en la tabla XXVII.

Tabla XXVIII. Prueba de comparación de grupos de Games–Howell entre cohortes del 2013 al 2017 y del séptimo al décimo ciclo

Núm. Ciclo	Grupo 1	Grupo 2	P-valor ajustado
1	7 Antes de la pandemia	Durante la pandemia	0.00000
2	8 Antes de la pandemia	Durante la pandemia	0.03500
3	9 Antes de la pandemia	Durante la pandemia	0.00000
4	10 Antes de la pandemia	Durante la pandemia	0.00007

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Por lo cual, de acuerdo con esta prueba, entre los ciclos del séptimo al décimo, que fueron impartidos de manera presencial y virtual, existen diferencias significativas. Como deducción de la prueba de Scott–Knott, las medias de las notas son mayores.

Para determinar, si el porcentaje de aprobados aumento en relación con clases presenciales contra las virtuales, se procedió al análisis de conglomerados de Scott–Knott, que se muestra en la tabla XXVIII.

Tabla XXIX. **Prueba de Scott–Knott en relación con el promedio de aprobados antes y después de la pandemia de covid–19 (clases presenciales versus virtuales)**

Clases	Promedio aprobados	G1	G2
Virtuales	0.88	a	
Presenciales	0.75		b

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Lo que permitió establecer que estadísticamente el porcentaje de aprobados aumentó, pese a ello, se pasó una segunda prueba, la de comparaciones múltiples cuando no se suponen varianzas iguales de Games–Howell y similar a la de Tukey, basada en una distribución de rango estudentizado.

Tabla XXX. **Prueba de Games–Howell en relación con el promedio de aprobados antes y después de la pandemia de covid-19 (clases presenciales versus virtuales)**

Calificación	Grupo 1	Grupo 2	Estimate	Conf.low	Conf.high	p.adj	p.adj.signif
Aprobados	Antes	Despues	0.135589762	0.052332667	0.218846857	0.006	**

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Esta prueba, básicamente dio el mismo resultado que la anterior, en la cual, estadísticamente hablando, se establecen diferencias entre los promedios de aprobación en clases presenciales y virtuales, siendo mayores, estos últimos.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis externo

Gutiérrez-García, (2011) en su investigación muestra de manera resumida, indicadores de trayectoria escolar, siendo estos, aprobado, reprobado, sin derecho a examen y deserción. Para Gutiérrez, A.; Granados, D. y Landeros, M., (2011), el análisis que hace es entre las cohortes, no mostrando el detalle de cómo se desarrolla el avance en cada una de ellas, este trabajo contempla ambos aspectos, no incluye la deserción, pero sí el avance sin asignaciones, el cual en futuros estudios debe de ser perfeccionado, pues en este se agrupan los estudiantes que dejan de asignarse cursos, es decir abandonan sus estudios y los otros que se asignan cursos de manera intermitente entre semestres.

Montes Gutiérrez, et al. (2011) concuerdan que el rendimiento académico debe evaluarse en varias dimensiones, agrupándolas en cuantitativas y cualitativas; esta investigación solo toma en cuenta la primera, que es la más fácil de medir, estadísticamente hablando, y relacionada con las calificaciones a lo largo de la malla curricular, la otra, según Montes, I. y Lerner, J. (2011), que es más compleja, está fuera del alcance de este estudio

Por su parte, Revuelta (2003) manifiesta que existe escasa información de cómo los estudiantes desarrollan su avance académico, entre otras, relacionadas con la dimensión del tiempo, que está en función de la continuidad o discontinuidad en que este realiza su avance; este estudio toma en cuenta las no asignaciones que hacen los estudiantes, pero no profundiza si estos abandonan sus estudios o estudian de manera intermitente entre semestres.

En todo caso, la opinión de Revuelta, R. y Ramírez, C. (2003) sería el Centro Universitario de Oriente quien debería definir el periodo de tiempo en el cual se considera que un educando abandona sus estudios, para hacer este tipo de análisis.

La diferencia de este estudio con otros es que no solo se hace o muestra un análisis estadístico de la cohorte, sino entre cohortes, además que evidencia que existe una diferencia estadísticamente significativa, en los promedios de las notas entre las clases presenciales y virtuales y en el porcentaje de aprobados. Sería parte de otro estudio, evaluar la calidad de lo aprendido entre estas. Además, esta investigación abarca desde el inicio de la cohorte, hasta un plazo de 5 años, en los cuales debieron haber culminado el programa de estudios de 10 ciclos. Queda pendiente hacer un estudio que tome en cuenta los estudiantes que cerraron pènsum y culminaron todo el proceso, es decir, obtuvieron el grado académico de licenciado en Ingeniería Industrial.

Quedan interrogantes a partir de este trabajo, pendientes de responder; pero cree el autor, en este contexto de pandemia, que obligó a un cambio abrupto de la forma de enseñanza, se presentan nuevas oportunidades, que de otra manera no se hubieran dado de forma tan acelerada, que ofrecen desafíos y retos, tanto para las instituciones educativas, como para los estudiantes.

4.2. Análisis interno

Las medias y medianas de las calificaciones aumentan conforme más actuales sean y el valor más repetitivo en todas ellas, es la moda y nota mínima de aprobación, es decir, 61 puntos.

Con la prueba de Scott–Knott, se hicieron comparaciones entre las cohortes, minimizando los traslapes entre ellas y determinándose que estas presentan comportamientos diferentes, con excepción de las cohortes del 2014 y 2015, que son similares; de acuerdo con esta misma prueba, las medias tienden al alza.

El 72.98 % de las notas son aprobatorias, existiendo una concentración de ellas en el intervalo de 61 a 70 puntos, siendo el límite inferior de este, la nota mínima de promoción y en el cual se agrupa el 38.15 % del total; el 27.02 % son calificaciones reprobatorias.

El promedio general de calificación es de 62.27 con un intervalo de confianza entre 56.32 y 68.22; el promedio de calificación de los estudiantes que aprueban los cursos es de 71.61, con un intervalo de 64.31 y 78.90 y, por último, la media de los reprobados es de 37.06 con un intervalo entre 36.14 y 37.98; todos con un nivel de confianza del 95 %.

Los promedios generales y promedios de calificaciones aprobatorias han mejorado con el tiempo, pasando de 58.22 a 67.48 y de 68.87 a 74.28 respectivamente. Por el contrario, las calificaciones reprobatorias pasaron de 36.65 a 34.03 puntos promedio.

De acuerdo con el consolidado del momento de aprobación de los cursos de las cohortes de estudiantes del 2013 al 2017, para los estudiantes que aprueban los cursos, el momento más importante para ello, es en el examen final, con un 72.39 % del total; seguido de la primera recuperación con un 9.51 %. A la segunda retrasada le corresponde el 5.66 %; a los cursos ganados en Escuela de Vacaciones del Centro Universitario de Oriente, el 8.41 %; a las equivalencias el 4.01 %, y, por último, a los exámenes de suficiencia el 0.02 %.

Las equivalencias, en su mayoría, corresponden a los cursos aprobados en la Escuela de Vacaciones de Facultad de Ingeniería, si con alguna indulgencia se suman los aprobados en Escuela de Vacaciones del Centro Universitario de Oriente con estas, se tiene un total de 12.42 %; este porcentaje es importante porque es el que permite a los estudiantes recuperar su ritmo de avance o en su caso, adelantar cursos.

Los 10 cursos que más reprueban los estudiantes de la licenciatura de Ingeniería Industrial, listados de mayor a menor son los siguientes: Matemática Básica 1, Física Básica 1, Matemática Básica 2, Química General 1, Física 1, Matemática Intermedia 1, Mecánica Analítica 1, Física 2, Idioma Técnico 1 e Ingeniería Económica.

Los 10 cursos que más reprueban los estudiantes, pero por ciclo de estudios son los siguientes: Matemática Básica 1, Química General 1, Idioma Técnico 1, Social Humanística 1, Técnica Complementaria 1, Deportes 1 y Orientación y Liderazgo. Como se puede observar en ambas listas, los cursos que concuerdan son Matemática Básica 1, Física Básica 1, Física 1, Mecánica Analítica 1 e Ingeniería Económica 1.

De acuerdo con la primera lista, los ciclos de estudio con mayor dificultad son el segundo, tercero y cuarto, lo cual concuerda parcialmente con los índices de repitencia, pues de mayor a menor, los 5 ciclos con mayores índices son segundo, tercero, quinto, cuarto y primero.

Los estudiantes: el 27.50 % abandona sus estudios, el 1.37 % está sin asignaciones, el 57.50 % se atrasan, un 6.53 % va en tiempo y el 7.10 % adelantan cursos. En los ciclos que más logran adelantar cursos los estudiantes son en el tercero, cuarto, octavo y noveno.

De acuerdo con las gráficas, la mayoría de los estudiantes se atrasan en algún momento de la carrera, en especial entre el primero y quinto ciclo, pero en el décimo logran terminar en tiempo; en ese sentido, las escuelas de vacaciones en el Centro Universitario de Oriente y de la Facultad de Ingeniería juegan un papel importante para esto. Un fenómeno observado al analizar los datos es el del abandono, conforme avanzan los ciclos, aumenta su número alcanzando hasta un 45 %. Los alumnos con avance irregular, porque se asignan cursos de manera intermitente, alcanzan un máximo de 5 % en el quinto ciclo.

Los intervalos de confianza al 95 %, de los distintos ritmos de avance académico promedio de las cohortes son los siguientes:

- Adelantado: del 2.49 al 10.19 %, con media de 6.34 %
- Atrasado: del 49.69 al 68.11 %, con media de 58.90 %
- En tiempo: del 0.00 al 13.38 %, con media de 6.25 %
- Sin asignaciones: del 16.79 al 40.23 %, con media de 28.51 %
- Con cierre: del 6.09 al 22.71 %, con media de 14.40 %

Por último, se realizó una comparación, agrupando el noveno y décimo ciclo de la cohorte de 2016 y el séptimo al décimo de la cohorte de 2017, que corresponde a las que recibieron clases virtuales, versus las que recibieron clases presenciales, que corresponden al séptimo y octavo ciclo de la cohorte de 2016 y del séptimo al décimo ciclo de las cohortes de 2013 al 2015, usando las pruebas en R de Scott–Knott, que demostró que existen diferencias significativas entre el 83.33 % de los semestre comparados. Usando la prueba de Games–Howell, agrupando los semestres en que tuvieron clases presenciales contra los que recibieron clases virtuales, se determinó que existen diferencias significativas entre estas agrupaciones, tendiendo las medias de estos últimos al alza.

La prueba de Scott–Knott y de Games–Howell permitieron determinar la existencia de diferencias significativas entre porcentajes de aprobación de los cursos en las clases presenciales y virtuales, aprobando más en estas últimas.

En resumen, las dos comparaciones permitieron establecer que, con las clases virtuales y evaluaciones del mismo tipo, aprueban más alumnos y con mejor calificación.

CONCLUSIONES

1. La trayectoria académica de los estudiantes indica que el 72.98 % de los que se asignan cursos aprueban; el resto, el 27.02 % reprueban; el 6.53 % va en tiempo, y el 7.10 % se adelantan respecto al programa de estudios; la moda de las calificaciones es 61 puntos, entre el intervalo de 61 a 70 puntos están el 38.15 % de las notas aprobatorias; el examen final corresponde al momento de aprobación más importante, pues concentra el 72.39 % de estas; el segundo, tercero y quinto ciclo tienen los índices de repitencia más altos.
2. El desfase relativo, en promedio, entre el avance académico sobre la trayectoria programada y obtenida por los estudiantes indica que, el 26.64 % abandona, el 1.37 % no tiene asignaciones y el 57.50 % se atrasan.
3. Según las pruebas de hipótesis realizadas, se infiere que existen diferencias estadísticamente significativas entre clases presenciales y virtuales, por lo cual, de acuerdo con estas, aprueban más estudiantes con una mayor calificación.
4. El momento más importante para aprobar los cursos es el examen final con el 72.39 % del total, seguido de la primera recuperación con el 9.51 %, las escuelas de vacaciones del Centro Universitario de Oriente y de la Facultad de Ingeniería tienen el 12.42 % de los aprobados.

5. Las escuelas de vacaciones permiten que recuperen o adelanten cursos. El promedio general de calificación es 62.27; el de aprobación, 71.61; el de reprobación, 37.06; los ciclos con mayor repitencia son segundo, tercero y cuarto; se determinó que existe diferencia significativa entre clases presenciales y virtuales, en promedio aprueban más y con mejores notas los estudiantes en estas últimas.

RECOMENDACIONES

1. Continuar la identificación del comportamiento de la trayectoria académica de las cohortes y hacer comparaciones entre el programa de estudios con los resultados obtenidos, para detectar diferencias y asociar causas y circunstancias que las originan.
2. Dar seguimiento a la medición en forma relativa, el desfase entre el avance académico programado y obtenido por las cohortes de la licenciatura de Ingeniería Industrial de acuerdo a la malla curricular, por medio de índices y razones usados en este trabajo y evaluar la elaboración de otros que permitan perfeccionar la medición de las discrepancias, para su mejor comprensión y así, mejorar el apoyo a los alumnos; entre estos facilitar la inscripción en las escuelas de vacaciones del Centro Universitario de Oriente y la Facultad de Ingeniería.
3. Continuar comparando el comportamiento del porcentaje de aprobados y sus promedios de calificación entre clases presenciales y virtuales, con mejoras del campus virtual y programar capacitaciones para que los profesores estén mejor preparados para ejercer la docencia a través de la virtualidad.
4. Continuar describiendo el comportamiento de las trayectorias académicas de las cohortes de Ingeniería Industrial, en forma anual, para su posterior análisis y generación de apoyos en cursos y ciclos que presenten mayor dificultad de aprobación que permitan mejorar las oportunidades de éxito en los cursos de la entrega del proceso enseñanza aprendizaje presencial y virtual.

5. Retroalimentar a instituciones educativas en el círculo de influencia del Centro Universitario de Oriente, para que realicen esfuerzos relacionados con contenidos y técnicas de estudio que ayuden a maximizar oportunidades a los estudiantes en su preparación académica.

REFERENCIAS

1. Alcántara Eguren, A. R. (2011). *Inflación de notas en la universidad: ¿cuál es el origen del problema?* México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa A. C. Recuperado de <https://acortar.link/P5QqOO>.
2. Alegre de la Rosa, O. M. (2017). *Indicadores y control estadístico para el seguimiento y evaluación de preferencias de aprendizaje de estudiantes universitarios*. España: Revista de *Educación a Distancia*, núm. 55, artículo 2. Recuperado de <https://acortar.link/z8IHFG>.
3. Alférez Villarreal, A. (2014). *Responsabilidad social universitaria en la formación curricular y la participación social: El caso de la Facultad de Educación de la Universitat Internacional de Catalunya*. Barcelona, España: Universitat Internacional de catalunya. Recuperado de <https://acortar.link/SZbCeL>.
4. Álvarez Castro, R. (1996). *Estadística fundamental aplicada*. Medellín, Colombia: Universidad Santiago de Cali.
5. Anderson, D. R., & Sweeney, D. J. (2012). *Estadística para negocios y economía* (978-607481750) (8va ed.). México, México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

6. Bartolucci, J. (1998). *Posición social, trayectoria escolar y elección de carrera (seguimiento de una generación de estudiantes de la UNAM, 1976 - 1985)*. México: Centro de Estudios sobre la Universidad, UNAM. Recuperado de <https://acortar.link/2LKeaq>.
7. Ciro Martínez, B. (1998). *Estadística y muestreo* (9a ed.). Santa Fe de Bogotá, España: Ecoe Ediciones.
8. Cuadras, C. M. (2016). *Problemas de probabilidades y estadística: vol. 2. Inferencia estadística*. Barcelona, España: Edicions Universitat de Barcelona.
9. Cuadras, C. M. (2016). *Problemas de probabilidades y estadística: vol. 1. Probabilidades*. Barcelona, España: Edicions Universitat de Barcelona.
10. Daniel, W. W. (2017). *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud* (4a ed.). Ciudad de México, México: Limusa, S.A. de C. V.
11. De La Horra Navarro, J. (2003). *Estadística aplicada* (3a ed.). Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
12. De Miguel, , M., Mora, J.-G., y Rodríguez, S. (1991). *La evaluación de las instituciones universitarias*. Madrid, España. Recuperado de <https://acortar.link/dDI0U7>.
13. Downie, N. M., & Heath, R. W. (1978). *Métodos estadísticos aplicados* (6ta ed.). México: Harla, S. A. de C. V.

14. Espejo Miranda, I., Fernández Palacín, F., López Sánchez, M., Muñoz Márquez, M., Rodríguez Chía, A. M., y Sánchez Navas, A. y. (2015). *Inferencia estadística* (2a ed.). España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
15. Espinoza Coronado, W. (2014). *Estadística para constructores*. Nicaragua: Editado por Ingenieroestadístico.
16. Etxeberria Murgiondo, J. (2004). *Estadística aplicada*. España: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
17. Framiñan Torres, J. M., González, P. P., y Villa Caro, G. y.-V. (2016). *Problemas resueltos de probabilidad y estadística en la ingeniería* (2a ed.). Sevilla, España: Editorial Universidad de Sevilla.
18. García, J. C., y González, M. L. (2010). *Un análisis de cohortes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata*. (X. C. Sur, Ed.) Recuperado de <https://acortar.link/ls8YIU>.
19. Gómez Villegas, M. Á. (2005). *Inferencia estadística*. España: Díaz de Santos.
20. Gómez, Á. y. (2019). *Muestreo estadístico para docentes y estudiantes*. España: Independently published.

21. Gutiérrez García, A. G., y Granados Ramos, D. E. (2011). *Indicadores de la trayectoria escolar de los alumnos de psicología de la universidad veracruzana*. Recuperado de <https://acortar.link/V2xKqZ>.
22. Guzmán Brito, M. P. (2012). *Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario: caso de una institución privada en México*. Madrid, España. Recuperado de <https://acortar.link/BGQ3u9>.
23. Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.
24. López Ortega, J. (s.f.). *Problemas de inferencia estadística para ciencias económicas y empresariales (muestreo y control de calidad)*. Madrid, España: Tebar Flores.
25. Martín Castejón, P. J. (2015). *Guía práctica de estadística aplicada a la empresa y al marketing*. Madrid, España: Ediciones Paraningo, S. A.
26. Martínez Bencardino, C. (2019). *Estadística y muestreo*. 14va. ed. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones Limitada.
27. Martínez, R. (2020). *El secreto detrás de una tesis*. Perú: Crea Imagen S.A.C.

28. Montes Gutiérrez, I. C. (2011). *Rendimiento académico de los estudiantes de pregrado de la Universidad EAFIT - perspectiva cuantitativa*. Medellín, Colombia. Recuperado de <https://acortar.link/Q2rFni>.
29. Navarro Hudiel, S. J. y Blandón Navarro, S. L. (2017). *Determinantes que inciden en la calidad de rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería* (año 6, núm. 24 ed.). (R. C. FAREM-Estelí, Ed.) Recuperado de <https://acortar.link/ceXoMJ>.
30. Ortega Guerrero, J. C., López González, R. L. y Montiel, A. Esmeralda. (2015). *Trayectorias escolares en educación superior: propuesta metodológica y experiencias en México*. (I. d. Veracruzana, Ed.) Xalapa, Veracruz, México: Dirección Editorial Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://acortar.link/GZ2uSv>.
31. Ortiz Ocaña, A. (2014). *Currículo y didáctica*. Bogotá, Colombia: ediciones de la U. Recuperado de <https://acortar.link/JTR60X>.
32. Palacios González, F. P., Céspedes, J. C., Pleguezuelo, R. H., Pérez Rodríguez, E., Chica Olmo, J., Cano Guervós, R. A., y Manuel, J. (2004). *Ejercicios resueltos de inferencia estadística y del modelo lineal simple*. Madrid, España: Delta, Publicaciones Universitarias.
33. Peña, D. (2002). *Regresión y diseño de experimentos*. 4a ed. Madrid, España: Alianza Editorial, S. A.

34. Peña, D. (2010). *Análisis de series temporales*. Madrid, España: Alianza Editorial, S. A.
35. Peña, D. (2014). *Fundamentos de estadística* (2014 ed.). Madrid, España: Alianza Editorial, S. A.
36. Pérez Alcántara, B. D., y Reyes Torres, C. (2017). *Indicadores tipo de trayectorias escolares de estudiantes que ingresan en segunda opción a la licenciatura en Geografía de la UAEMex*. México, México: Congreso Nacional de Investigación Educativa - COMIE. Recuperado de <https://acortar.link/2yhbS2>.
37. Piloña Ortiz, G. A. (2020). *Guía práctica sobre métodos y técnicas de investigación documental y de campo*. Guatemala, Guatemala: GP Editores Textos Escolares y Universitarios.
38. Ponce de León, M. D. (2003). *Guía para el seguimiento de trayectorias escolares*. Hidalgo, México: Dirección General de Planeación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
39. Quesada, V. y. (1988). *Lecciones de cálculo de probabilidades*. Sevilla, España: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
40. Quezada Lucio, N. (2010). *Estadística para ingenieros*. Lima, Perú: Empresa Editora Macr E. I. R. L.
41. Quezada Lucio, N. (2010). *Metodología de la investigación*. Lima: Empresa Editora Macro E. I. R. L.

42. Ramos, E. R. (2016). *Estadística para todos*. Madrid, España.
43. Revuelta, R. C. (2003). *Trayectoria escolar: la eficiencia terminal en la Universidad Veracruzana*. México. doi: https://www.uv.mx/cpue/coleccion/n_2526/publragu.htm
44. Rodríguez Esquerdo, P. J., y Quintero, A. H. (2000). *Estadística descriptiva: una introducción conceptual al análisis de datos*. Colombia: Publicaciones Puertorriqueñas, Inc.
45. Rodríguez Pérez, I., y Pérez Ramírez, R. (2021). *Estrategias para mejorar la calidad educativa con base en el análisis de la trayectoria académica en el área de ingeniería*. (Volumen 12, número 22 enero-junio 2021, e180). Estado de México, México: Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. doi: <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.858>
46. Rodríguez, A., Espinoza, J., Ramírez, L., y Ganga, A. (2018). *Deserción universitaria: nuevo análisis metodológico*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de <https://acortar.link/g3j4Bb>.
47. Rojas Betancur, H. M. (s.f.). *Programa de fortalecimiento de la calidad educativa de la universidad autónoma del estado de México*. Recuperado de <https://acortar.link/XTvQRZ>.
48. Rojas Betancur, M., y González, D. C. (2009). *Rendimiento y calificación, dos aspectos problemáticos de la evaluación en la universidad*. 27 ed. Colombia: Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Recuperado de <https://acortar.link/gpd8HK>.

49. Romero Ramos, E. (2016). *Estadística para todos-análisis de datos: estadística descriptiva, teoría de la probabilidad e inferencia*. Madrid, España: Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.).
50. Rozo Morales, L. J. (2008). *Factores determinantes del avance académico de los estudiantes de licenciatura en Química de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. (Plan flexible). Cunduacán, Tabasco, México. Recuperado de <https://acortar.link/HVAESU>.
51. Ruiz, J. J., Palomo Sánchez, J. G., Naranjo, S., y Sánchez, M.^a J. y Morcillo, I. S. (2000). *Problemas resueltos de estadística*. España, España: Editorial Síntesis.
52. Rumsey, D. J. (2020). *Estadística para dummies* (2a. ed.). Barcelona, España: Wiley Publishing, Inc.
53. Sabino, C. A. (2012). *Cómo hacer una tesis y elaborar todo tipo de escritos* (5ta. ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Lumen/Hvmanitas.
54. Sagastume Osorio, L. E. (2017). *Actualización del manual de organización, Centro Universitario de Oriente -CUNORI-*. Chiquimula, Chiquimula, Guatemala.

55. Salvador, L. y.-V. (1989). *El rendimiento académico en la universidad de Cantabria: abandono y retraso en los estudios*. (M. d. Ciencia, Ed.) Madrid, España: Centro de Publicaciones -Secretaría General Técnica. . Recuperado de <https://acortar.link/Sm8Rkn>.
56. Sánchez Aguilar, A. (2004). *Guía práctica-construcción e interpretación de indicadores estadísticos*. (I. N. Informática, Ed.) Lima, Perú: Talleres de la Oficina Técnica de Administración.
57. Santiváñez Limas, V. (2013). *Diseño curricular a partir de competencias* (2a. ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Recuperado de <https://acortar.link/9N1g1W>.
58. Supo, J. (2014). *Cómo elegir una muestra*. Arequipa, Perú: Bioestadístico EIRL.
59. Supo, J. (2014). *Cómo probar una hipótesis*. Arequipa, Perú: Bioestadístico EIRL.
60. Supo, J. (2014). *Cómo validar un instrumento*. Arequipa, Perú: Bioestdístico EIRL.
61. Universidad Nacional Autónoma de México. (2013). *Indicadores de desempeño para facultades y escuelas de educación superior*. México. Recuperado de <https://acortar.link/wJ53hQ>.

62. Universidad Nacional de Colombia -sede Medellín- Oficina de Planeación. (2013). *Indicadores de rendimiento académico Semestre 2013-1*. Medellín, Colombia. Recuperado de <https://acortar.link/DhhiOM>.
63. Valiente, L. P. (2005). *¿Qué significa "estadísticamente significativo"?: la falacia del criterio del 5% en la investigación científica*. España: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
64. Vieites, Á. G. (2007). *Sistemas de información: herramientas prácticas para la gestión empresarial (2da edición ed.)*. Ciudad de México, México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
65. Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (9ª. ed.)*. México, México: Pearson Educación de México, S. A. de C. V.
66. Webster, A. L. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Bogota, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S. A

APÉNDICES

Apéndice 1. Estadística descriptiva por semestre de las cohortes de 2013 al 2017

Cohorte	Semestre	Cantidad	Media	Desviación estándar	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo	Kurtosis
2013	1	135.00	58.69	16.33	63.00	61.00	5.00	84.00	79.00	-0.99	0.53
2013	2	97.00	56.18	15.94	61.00	61.00	7.00	79.00	72.00	-1.28	1.00
2013	3	62.00	60.74	16.50	65.00	68.00	17.00	92.00	75.00	-0.95	0.58
2013	4	73.00	49.81	18.28	54.00	61.00	0.00	88.00	88.00	-0.73	-0.12
2013	5	75.00	57.19	20.74	61.00	61.00	0.00	97.00	97.00	-1.12	1.19
2013	6	92.00	60.96	21.51	64.00	61.00	0.00	100.00	100.00	-1.10	0.98
2013	7	82.00	61.44	21.74	65.00	61.00	0.00	91.00	91.00	-1.47	1.94
2013	8	115.00	60.36	22.84	64.00	61.00	0.00	96.00	96.00	-1.27	1.08
2013	9	62.00	57.87	21.12	62.00	61.00	0.00	90.00	90.00	-1.44	1.47
2013	10	72.00	59.01	18.66	62.50	61.00	0.00	97.00	97.00	-1.54	2.71

Cohorte	Semestre	Cantidad	Media	Desviación estándar	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo	Kurtosis
2014	1	188.00	66.16	16.91	70.00	71.00	14.00	93.00	79.00	-1.28	1.44
2014	2	132.00	58.39	17.46	62.00	62.00	8.00	89.00	81.00	-1.23	1.06
2014	3	79.00	60.57	18.50	63.00	61.00	10.00	90.00	80.00	-0.89	0.18
2014	4	107.00	58.52	23.28	64.00	63.00	0.00	100.00	100.00	-1.01	0.86
2014	5	125.00	61.77	19.50	64.00	71.00	0.00	100.00	100.00	-1.62	3.22
2014	6	173.00	58.60	24.67	64.00	0.00	0.00	100.00	100.00	-1.20	0.73
2014	7	151.00	62.72	17.43	66.00	61.00	0.00	95.00	95.00	-1.63	3.28
2014	8	168.00	60.61	23.29	67.00	0.00	0.00	95.00	95.00	-1.54	1.64
2014	9	99.00	61.83	16.44	64.00	61.00	0.00	93.00	93.00	-1.92	4.85
2014	10	73.00	54.05	24.81	62.00	0.00	0.00	83.00	83.00	-1.38	0.53

Cohorte	Semestre	Cantidad	Media	Desviación estándar	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo	Kurtosis
2015	1	202.00	62.44	15.94	64.00	61.00	15.00	91.00	76.00	-1.03	0.83
2015	2	130.00	62.08	16.31	65.50	64.00	14.00	95.00	81.00	-0.87	0.40
2015	3	106.00	57.77	16.70	62.00	61.00	0.00	84.00	84.00	-1.73	2.73
2015	4	131.00	60.74	21.71	64.00	61.00	0.00	99.00	99.00	-1.19	1.21
2015	5	149.00	58.96	19.45	63.00	61.00	0.00	86.00	86.00	-1.55	1.84
2015	6	186.00	62.42	20.86	67.00	61.00	0.00	97.00	97.00	-1.44	2.04
2015	7	169.00	61.42	20.50	66.00	61.00	0.00	92.00	92.00	-1.39	1.47
2015	8	111.00	62.97	18.39	64.00	61.00	0.00	99.00	99.00	-1.77	3.97
2015	9	77.00	58.39	29.70	68.00	0.00	0.00	97.00	97.00	-1.19	-0.09
2015	10	80.00	66.26	15.24	69.50	61.00	0.00	86.00	86.00	-2.61	8.08

Continuación del apéndice 1.

Cohorte	Semestre	Cantidad	Media	Desviación estándar	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo	Kurtosis
2016	1	172.00	58.21	17.85	62.00	61.00	11.00	94.00	83.00	-0.62	-0.20
2016	2	85.00	57.85	18.03	62.00	61.00	6.00	92.00	86.00	-0.83	0.01
2016	3	64.00	60.11	15.62	62.00	62.00	13.00	91.00	78.00	-0.87	0.81
2016	4	70.00	60.83	18.36	64.00	61.00	7.00	96.00	89.00	-0.80	0.81
2016	5	102.00	60.13	15.41	62.00	61.00	9.00	86.00	77.00	-1.10	0.97
2016	6	90.00	64.43	20.77	65.00	61.00	0.00	100.00	100.00	-0.79	1.09
2016	7	70.00	66.44	14.87	67.00	61.00	0.00	94.00	94.00	-2.12	6.35
2016	8	111.00	63.68	19.62	67.00	61.00	0.00	95.00	95.00	-1.87	3.81
2016	9	93.00	73.41	15.63	76.00	84.00	22.00	99.00	77.00	-1.16	1.81
2016	10	87.00	69.69	20.90	75.00	85.00	0.00	98.00	98.00	-1.83	3.49

Cohorte	Semestre	Cantidad	Media	Desviación estándar	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo	Kurtosis
2017	1	263.00	58.81	17.77	62.00	61.00	3.00	95.00	92.00	-0.84	0.11
2017	2	165.00	62.05	18.50	64.00	61.00	0.00	93.00	93.00	-1.02	0.97
2017	3	159.00	63.21	17.25	66.00	61.00	0.00	92.00	92.00	-1.61	2.83
2017	4	162.00	62.83	22.80	65.00	61.00	0.00	100.00	100.00	-1.00	1.17
2017	5	159.00	69.55	14.45	69.00	61.00	0.00	99.00	99.00	-1.70	6.13
2017	6	230.00	65.02	19.98	67.00	66.00	0.00	98.00	98.00	-1.40	2.39
2017	7	164.00	75.96	15.18	78.00	83.00	17.00	100.00	83.00	-1.50	3.34
2017	8	205.00	66.05	25.79	73.00	0.00	0.00	99.00	99.00	-1.57	1.69
2017	9	129.00	73.44	14.56	74.20	71.00	0.00	100.00	100.00	-2.14	8.96
2017	10	6.00	77.92	10.44	73.10	70.50	70.50	97.00	26.50	0.89	-1.03

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 2. **Calificaciones por semestre de las cohortes de 2013 al 2017**

2013												
Intervalo de notas	Marca de Ciclo											
clase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	
91 - 100	95.50	0.00%	0.00%	3.23%	0.00%	2.67%	3.26%	1.22%	4.35%	0.00%	2.78%	1.75%
81 - 90	85.50	3.70%	0.00%	3.23%	1.37%	5.33%	7.61%	14.63%	7.83%	8.06%	1.39%	5.32%
71 - 80	75.50	20.00%	11.34%	12.90%	4.11%	9.33%	26.09%	15.85%	17.39%	16.13%	11.11%	14.43%
61 - 70	65.50	39.26%	52.58%	56.45%	36.99%	45.33%	31.52%	42.68%	43.48%	43.55%	54.17%	44.60%
51 - 60	55.50	11.11%	9.28%	1.61%	17.81%	16.00%	10.87%	4.88%	6.96%	9.68%	16.67%	10.49%
41 - 50	45.50	9.63%	12.37%	9.68%	10.96%	5.33%	6.52%	9.76%	5.22%	9.68%	2.78%	8.19%
31 - 40	35.50	9.63%	4.12%	3.23%	10.96%	2.67%	1.09%	1.22%	2.61%	0.00%	1.39%	3.69%
21 - 30	25.50	3.70%	5.15%	6.45%	6.85%	6.67%	4.35%	2.44%	1.74%	3.23%	0.00%	4.06%
11 - 20	15.50	2.22%	3.09%	3.23%	6.85%	1.33%	5.43%	0.00%	0.87%	1.61%	4.17%	2.88%
0 - 10	5.00	0.74%	2.06%	0.00%	4.11%	5.33%	3.26%	7.32%	9.57%	8.06%	5.56%	4.60%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Promedio general	58.69	56.18	60.74	49.81	57.19	60.96	61.44	60.36	57.87	59.01	58.22	
Promedio aprobados	68.78	65.63	68.62	65.16	68.96	72.21	71.46	71.43	68.81	67.62	68.87	
Promedio reprobados	41.54	39.43	36.07	38.48	37.43	36.52	32.33	30.35	34.90	39.45	36.65	
Porcentaje aprobados	62.96%	63.92%	75.81%	42.47%	62.67%	68.48%	74.39%	73.04%	67.74%	69.44%	66.09%	
Porcentaje reprobados	37.04%	36.08%	24.19%	57.53%	37.33%	31.52%	25.61%	26.96%	32.26%	30.56%	33.91%	

Continuación del apéndice 2.

2014

Intervalo de notas	Marca de clase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
91 - 100	95.50	2.13%	0.00%	0.00%	6.54%	2.40%	4.62%	1.32%	2.38%	1.01%	0.00%	2.04%
81 - 90	85.50	12.23%	3.79%	11.39%	0.00%	7.20%	6.36%	6.62%	10.12%	3.03%	2.74%	6.35%
71 - 80	75.50	34.04%	15.91%	18.99%	21.50%	21.60%	19.65%	25.17%	20.83%	21.21%	21.92%	22.08%
61 - 70	65.50	30.32%	48.48%	39.24%	39.25%	40.80%	36.99%	39.74%	41.07%	50.51%	41.10%	40.75%
51 - 60	55.50	8.51%	9.09%	8.86%	8.41%	13.60%	11.56%	13.25%	7.74%	8.08%	10.96%	10.01%
41 - 50	45.50	2.13%	7.58%	5.06%	4.67%	4.80%	5.78%	4.64%	3.57%	8.08%	6.85%	5.32%
31 - 40	35.50	3.72%	3.79%	3.80%	9.35%	1.60%	0.00%	2.65%	2.98%	4.04%	0.00%	3.19%
21 - 30	25.50	3.19%	5.30%	10.13%	0.93%	1.60%	1.73%	1.32%	0.60%	0.00%	1.37%	2.62%
11 - 20	15.50	3.72%	3.03%	1.27%	0.93%	0.80%	1.16%	2.65%	1.19%	0.00%	0.00%	1.47%
0 - 10	5.00	0.00%	3.03%	1.27%	8.41%	5.60%	12.14%	2.65%	9.52%	4.04%	15.07%	6.17%
Total		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Promedio general		66.16	58.39	60.57	58.52	61.77	58.60	62.72	60.61	61.83	54.05	60.32
Promedio aprobados		73.27	67.76	70.53	71.18	70.41	71.73	70.55	71.42	68.75	67.77	70.34
Promedio reprobados		39.88	38.31	37.75	32.49	39.54	31.18	41.68	29.21	40.21	27.72	35.80
Porcentaje aprobados		78.72%	68.18%	69.62%	67.29%	72.00%	67.63%	72.85%	74.40%	75.76%	65.75%	71.22%
Porcentaje reprobados		21.28%	31.82%	30.38%	32.71%	28.00%	32.37%	27.15%	25.60%	24.24%	34.25%	28.78%

Continuación del apéndice 2.

2015		Marca de Ciclo										
Intervalo de notas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio	
91 - 100	95.50	0.50%	1.54%	0.00%	3.82%	0.00%	4.30%	0.59%	1.80%	2.60%	0.00%	1.51%
81 - 90	85.50	7.92%	6.92%	2.83%	9.92%	4.03%	5.38%	7.69%	6.31%	16.88%	2.50%	7.04%
71 - 80	75.50	20.30%	16.92%	4.72%	18.32%	24.83%	26.34%	31.36%	25.23%	25.97%	46.25%	24.02%
61 - 70	65.50	43.07%	48.46%	59.43%	36.64%	39.60%	38.17%	32.54%	43.24%	29.87%	36.25%	40.73%
51 - 60	55.50	10.40%	6.92%	15.09%	11.45%	10.07%	8.60%	8.28%	10.81%	2.60%	8.75%	9.30%
41 - 50	45.50	6.93%	5.38%	5.66%	5.34%	8.05%	4.30%	5.33%	5.41%	1.30%	1.25%	4.90%
31 - 40	35.50	2.97%	6.92%	1.89%	3.82%	1.34%	2.69%	4.14%	0.90%	2.60%	0.00%	2.73%
21 - 30	25.50	5.94%	5.38%	4.72%	0.76%	4.03%	4.30%	1.78%	0.90%	0.00%	1.25%	2.91%
11 - 20	15.50	1.98%	1.54%	0.94%	3.05%	3.36%	0.54%	4.14%	0.90%	0.00%	1.25%	1.77%
0 - 10	5.00	0.00%	0.00%	4.72%	6.87%	4.70%	5.38%	4.14%	4.50%	18.18%	2.50%	5.10%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Promedio general	62.44	62.08	57.77	60.74	58.96	62.42	61.42	62.97	58.39	66.26	61.35	
Promedio aprobados	70.28	70.15	66.20	71.83	69.10	72.02	71.52	70.29	73.69	70.84	70.59	
Promedio reprobados	42.51	39.32	40.69	36.39	36.96	34.83	35.19	39.04	11.68	40.33	35.69	
Porcentaje aprobados	71.78%	73.85%	66.98%	68.70%	68.46%	74.19%	72.19%	76.58%	75.32%	85.00%	73.31%	
Porcentaje reprobados	28.22%	26.15%	33.02%	31.30%	31.54%	25.81%	27.81%	23.42%	24.68%	15.00%	26.69%	

Continuación del apéndice 2.

2016												
Intervalo de Marca de Ciclo												
notas	clase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
91 - 100	95.50	0.58%	1.18%	1.56%	5.71%	0.00%	10.00%	1.43%	1.80%	7.53%	6.90%	3.67%
81 - 90	85.50	6.98%	3.53%	3.13%	2.86%	3.92%	8.89%	7.14%	7.21%	29.03%	24.14%	9.68%
71 - 80	75.50	16.28%	21.18%	17.19%	18.57%	18.63%	16.67%	31.43%	29.73%	26.88%	34.48%	23.10%
61 - 70	65.50	36.63%	38.82%	45.31%	44.29%	50.00%	38.89%	45.71%	38.74%	24.73%	14.94%	37.81%
51 - 60	55.50	9.88%	7.06%	10.94%	7.14%	6.86%	7.78%	7.14%	11.71%	3.23%	8.05%	7.98%
41 - 50	45.50	12.21%	9.41%	9.38%	8.57%	7.84%	7.78%	1.43%	1.80%	3.23%	3.45%	6.51%
31 - 40	35.50	9.30%	9.41%	6.25%	5.71%	4.90%	2.22%	0.00%	0.90%	2.15%	2.30%	4.32%
21 - 30	25.50	5.23%	5.88%	4.69%	2.86%	5.88%	3.33%	2.86%	2.70%	3.23%	1.15%	3.78%
11 - 20	15.50	2.91%	2.35%	1.56%	2.86%	0.98%	2.22%	1.43%	0.00%	0.00%	0.00%	1.43%
0 - 10	5.00	0.00%	1.18%	0.00%	1.43%	0.98%	2.22%	1.43%	5.41%	0.00%	4.60%	1.72%
Total		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Promedio general												
		58.21	57.85	60.11	60.83	60.13	64.43	66.44	63.68	73.41	69.69	63.48
Promedio aprobados												
		70.09	68.95	68.51	70.04	67.93	73.54	70.70	71.37	77.65	77.74	71.65
Promedio reprobados												
		40.04	37.50	42.90	37.80	39.50	37.91	40.90	37.24	41.82	36.53	39.21
Porcentaje aprobados												
		60.47%	64.71%	67.19%	71.43%	72.55%	74.44%	85.71%	77.48%	88.17%	80.46%	74.26%
Porcentaje reprobados												
		39.53%	35.29%	32.81%	28.57%	27.45%	25.56%	14.29%	22.52%	11.83%	19.54%	25.74%

Continuación del apéndice 2.

2017												
Intervalo de Marca de Ciclo												
notas	clase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
91 - 100	95.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
81 - 90	85.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
71 - 80	75.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
61 - 70	65.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
51 - 60	55.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
41 - 50	45.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
31 - 40	35.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
21 - 30	25.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11 - 20	15.50	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
0 - 10	5.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Total		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Promedio general		58.81	62.05	63.21	62.83	69.55	65.02	75.96	66.05	73.44	77.92	67.48
Promedio aprobados		69.80	71.87	70.19	73.47	73.12	73.46	79.40	77.15	76.39	77.92	74.28
Promedio reprobados		39.68	40.12	37.53	34.30	41.56	38.16	41.80	25.45	41.74	0.00	34.03
Porcentaje aprobados		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcentaje reprobados		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 3. **Momento de aprobación de los cursos por ciclo de las cohortes de 2013 al 2017**

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
1	1	Examen final	584	584	78.39%	78.39%
2	1	Primera recuperación	68	652	9.13%	87.52%
3	1	Segunda recuperación	49	701	6.58%	94.09%
4	1	Escuela de vacaciones	44	745	5.91%	100.00%
5	1	Equivalencia	0	745	0.00%	100.00%
6	1	Examen por suficiencia	0	745	0.00%	100.00%
Total			745		100.00%	

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
7	2	Examen final	337	337	69.48%	69.48%
8	2	Primera recuperación	52	389	10.72%	80.21%
9	2	Segunda recuperación	33	422	6.80%	87.01%
10	2	Escuela de vacaciones	62	484	12.78%	99.79%
11	2	Equivalencia	1	485	0.21%	100.00%
12	2	Examen por suficiencia	0	485	0.00%	100.00%
Total			485		100.00%	

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
13	3	Examen final	241	241	65.67%	65.67%
14	3	Primera recuperación	45	286	12.26%	77.93%
15	3	Segunda recuperación	24	310	6.54%	84.47%
16	3	Escuela de vacaciones	47	357	12.81%	97.28%
17	3	Equivalencia	10	367	2.72%	100.00%
18	3	Examen por suficiencia	0	367	0.00%	100.00%
Total			367		100.00%	

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
19	4	Examen final	369	369	67.96%	67.96%
20	4	Primera recuperación	44	413	8.10%	76.06%
21	4	Segunda recuperación	33	446	6.08%	82.14%
22	4	Escuela de vacaciones	64	510	11.79%	93.92%
23	4	Equivalencia	33	543	6.08%	100.00%
24	4	Examen por suficiencia	0	543	0.00%	100.00%
Total			543		100.00%	

Continuación del apéndice 3.

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
25	5	Examen final	510	510	68.92%	68.92%
26	5	Primera recuperación	73	583	9.86%	78.78%
27	5	Segunda recuperación	56	639	7.57%	86.35%
28	5	Escuela de vacaciones	70	709	9.46%	95.81%
29	5	Equivalencia	30	739	4.05%	99.86%
30	5	Examen por suficiencia	1	740	0.14%	100.00%
Total			740		100.00%	

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
31	6	Examen final	446	446	77.16%	77.16%
32	6	Primera recuperación	43	489	7.44%	84.60%
33	6	Segunda recuperación	12	501	2.08%	86.68%
34	6	Escuela de vacaciones	42	543	7.27%	93.94%
35	6	Equivalencia	35	578	6.06%	100.00%
36	6	Examen por suficiencia	0	578	0.00%	100.00%
Total			578		100.00%	

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
37	7	Examen final	364	364	79.13%	79.13%
38	7	Primera recuperación	33	397	7.17%	86.30%
39	7	Segunda recuperación	22	419	4.78%	91.09%
40	7	Escuela de vacaciones	13	432	2.83%	93.91%
41	7	Equivalencia	28	460	6.09%	100.00%
42	7	Examen por suficiencia	0	460	0.00%	100.00%
Total			460		100.00%	

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
43	8	Examen final	91	91	67.41%	67.41%
44	8	Primera recuperación	22	113	16.30%	83.70%
45	8	Segunda recuperación	3	116	2.22%	85.93%
46	8	Escuela de vacaciones	17	133	12.59%	98.52%
47	8	Equivalencia	2	135	1.48%	100.00%
48	8	Examen por suficiencia	0	135	0.00%	100.00%
Total			135		100.00%	

Continuación del apéndice 3.

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
49	9	Examen final	131	131	66.84%	66.84%
50	9	Primera recuperación	27	158	13.78%	80.61%
51	9	Segunda recuperación	11	169	5.61%	86.22%
52	9	Escuela de vacaciones	0	169	0.00%	86.22%
53	9	Equivalencia	27	196	13.78%	100.00%
54	9	Examen por suficiencia	0	196	0.00%	100.00%
Total			196		100.00%	

Núm.	Ciclo	Momento de aprobación	Cursos aprobados	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
55	10	Examen final	34	34	79.07%	79.07%
56	10	Primera recuperación	1	35	2.33%	81.40%
57	10	Segunda recuperación	0	35	0.00%	81.40%
58	10	Escuela de vacaciones	2	37	4.65%	86.05%
59	10	Equivalencia	6	43	13.95%	100.00%
60	10	Examen por suficiencia	0	43	0.00%	100.00%
Total			43		100.00%	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 4. Resultados del avance académico de la cohorte 2013

Cohorte	Observación	Tipo	Ciclo												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
2013	Adelantado	Cantidad	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0
2013	Adelantado	Indice promedio	1.01	0.00	1.04	1.02	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	1.01	0.00
2013	Adelantado	Porcentaje	5.88%	0.00%	5.88%	5.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.77%	11.77%	0.00%	
2013	Atrasado	Cantidad	12	16	15	12	12	13	10	10	9	7	7	7	7
2013	Atrasado	Indice promedio	0.60	0.70	0.70	0.57	0.46	0.53	0.53	0.55	0.55	0.68	0.68	0.79	0.79
2013	Atrasado	Porcentaje	70.59%	94.12%	88.24%	70.59%	76.47%	58.82%	58.82%	58.82%	52.94%	41.18%	41.18%	41.18%	41.18%
2013	En tiempo	Cantidad	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2013	En tiempo	Indice promedio	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2013	En tiempo	Porcentaje	23.53%	5.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	11.77%
2013	Sin asignaciones	Cantidad	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
2013	Sin asignaciones	Indice promedio	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.17	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	Sin asignaciones	Porcentaje	0.00%	0.00%	0.00%	5.88%	0.00%	5.88%	5.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2013	Abandono	Cantidad	0	0	1	3	4	6	6	6	6	8	8	8	8
2013	Abandono	Indice	0	0	0.17	0.28	0.22	0.22	0.16	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14
2013	Abandono	Porcentaje	0.00%	0.00%	5.88%	17.65%	23.53%	35.29%	35.29%	35.29%	35.29%	47.06%	47.06%	47.06%	47.06%
Total estudiantes			17												
Total porcentaje			100.00%												

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 5. Resultados del avance académico de la cohorte 2014

Cohorte	Observación	Tipo	Ciclo																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
2014	Adelantado	Cantidad	2	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	Adelantado	Indice	1.01	1.01	1.02	1.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	Adelantado	Porcentaje	7.69%	7.69%	19.23%	11.54%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2014	Atrasado	Cantidad	15	20	13	13	15	15	13	15	13	9	14	10	10	14	14	14	14	10
2014	Atrasado	Indice	0.72	0.75	0.69	0.63	0.61	0.64	0.68	0.64	0.68	0.72	0.87	0.88	0.88	0.87	0.87	0.87	0.87	0.88
2014	Atrasado	Porcentaje	57.69%	76.92%	50.00%	50.00%	57.69%	57.69%	50.00%	57.69%	50.00%	34.62%	53.85%	38.46%	38.46%	53.85%	53.85%	53.85%	53.85%	38.46%
2014	En tiempo	Cantidad	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	En tiempo	Indice	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	En tiempo	Porcentaje	34.62%	7.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2014	Sin asignaciones	Cantidad	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	Sin asignaciones	Indice promedio	0	0	0	0.39	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	Sin asignaciones	Porcentaje	0.00%	0.00%	0.00%	3.85%	3.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2014	Abandono	Cantidad	0	2	8	9	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2014	Abandono	Indice	0	0.33	0.46	0.32	0.32	0.21	0.16	0.13	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
2014	Abandono	Porcentaje	0.00%	7.69%	30.77%	34.62%	38.46%	38.46%	42.31%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%	46.15%
Total estudiantes			26																	
Total porcentaje			100.00%																	

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 6. Resultados del avance académico de la cohorte 2015

Cohorte	Observación	Tipo	Ciclo										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2015	Adelantado	Cantidad	1	1	1	4	4	1	0	0	3	5	0
2015	Adelantado	Índice	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.02	0	0	1.03	1.05	1.01
2015	Adelantado	Porcentaje	4.00%	4.00%	4.00%	16.00%	16.00%	4.00%	0.00%	0.00%	12.00%	20.00%	0.00%
2015	Atrasado	Cantidad	12	17	17	17	18	19	18	18	16	13	11
2015	Atrasado	Índice	0.62	0.7	0.67	0.67	0.6	0.55	0.51	0.5	0.52	0.46	0.7
2015	Atrasado	Porcentaje	48.00%	68.00%	68.00%	68.00%	72.00%	76.00%	72.00%	72.00%	64.00%	52.00%	44.00%
2015	En tiempo	Cantidad	12	6	6	1	0	0	0	3	0	0	5
2015	En tiempo	Índice	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
2015	En tiempo	Porcentaje	48.00%	24.00%	24.00%	4.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.00%	0.00%	0.00%	20.00%
2015	Sin asignaciones	Cantidad	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
2015	Sin asignaciones	Índice promedio	0	0	0	0.42	0	0.29	0	0	0	0	0
2015	Sin asignaciones	Porcentaje	0.00%	0.00%	0.00%	4.00%	0.00%	8.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2015	Abandono	Cantidad	0	1	1	2	3	3	4	4	6	7	9
2015	Abandono	Índice	0	0.33	0.5	0.5	0.24	0.14	0.13	0.13	0.24	0.24	0.21
2015	Abandono	Porcentaje	0.00%	4.00%	8.00%	8.00%	12.00%	12.00%	16.00%	16.00%	24.00%	28.00%	36.00%
Total estudiantes			25										
Total porcentaje			100.00%										

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 7. Resultados del avance académico de la cohorte 2016

Cohorte	Observación	Tipo	Ciclo												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
016	Adelantado	Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
016	Adelantado	Indice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
016	Adelantado	Porcentaje	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
016	Atrasado	Cantidad	17	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	11	1
016	Atrasado	Indice	0.62	0.59	0.6	0.57	0.49	0.5	0.48	0.64	0.71	0.71	0.71	0.7	0.7
016	Atrasado	Porcentaje	80.95%	85.71%	80.95%	71.43%	66.67%	61.91%	57.14%	52.38%	52.38%	52.38%	52.38%	47.62%	47.62%
016	En tiempo	Cantidad	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
016	En tiempo	Indice	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
016	En tiempo	Porcentaje	19.05%	4.76%	4.76%	4.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.76%
016	Sin asignaciones	Cantidad	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
016	Sin asignaciones	Indice promedio	0	0.44	0	0.44	0.27	0.2	0	0	0	0	0	0	0
016	Sin asignaciones	Porcentaje	0.00%	4.76%	0.00%	4.76%	4.76%	4.76%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
016	Abandono	Cantidad	0	1	3	5	6	7	9	10	10	10	10	10	1
016	Abandono	Indice	0	0.33	0.28	0.21	0.14	0.13	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.1	0.1
016	Abandono	Porcentaje	0.00%	4.76%	14.29%	23.81%	28.57%	33.33%	42.86%	47.62%	47.62%	47.62%	47.62%	47.62%	47.62%
Total estudiantes			21	2											
Total porcentaje			100.00%												

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

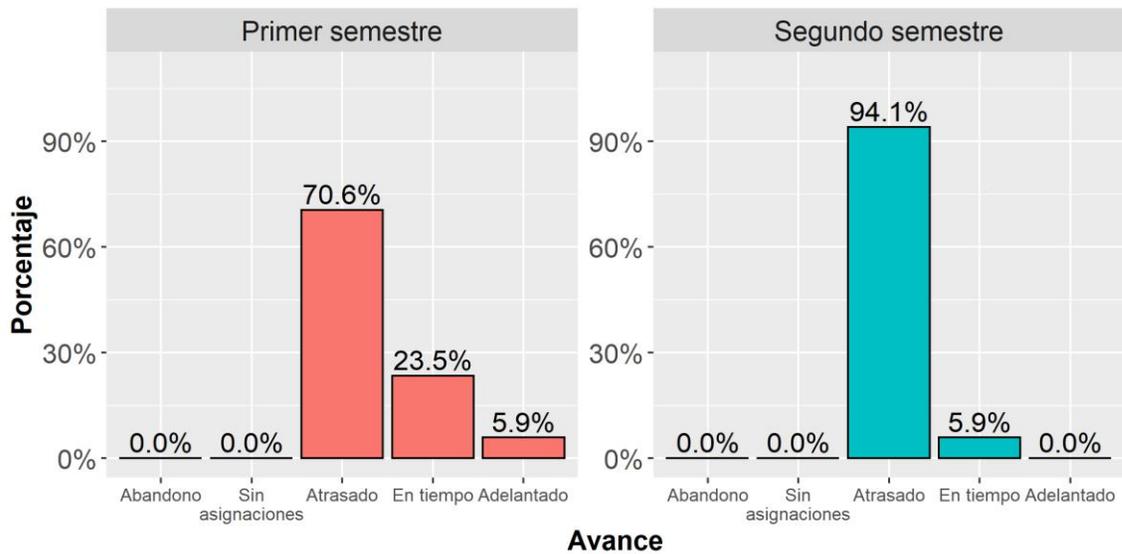
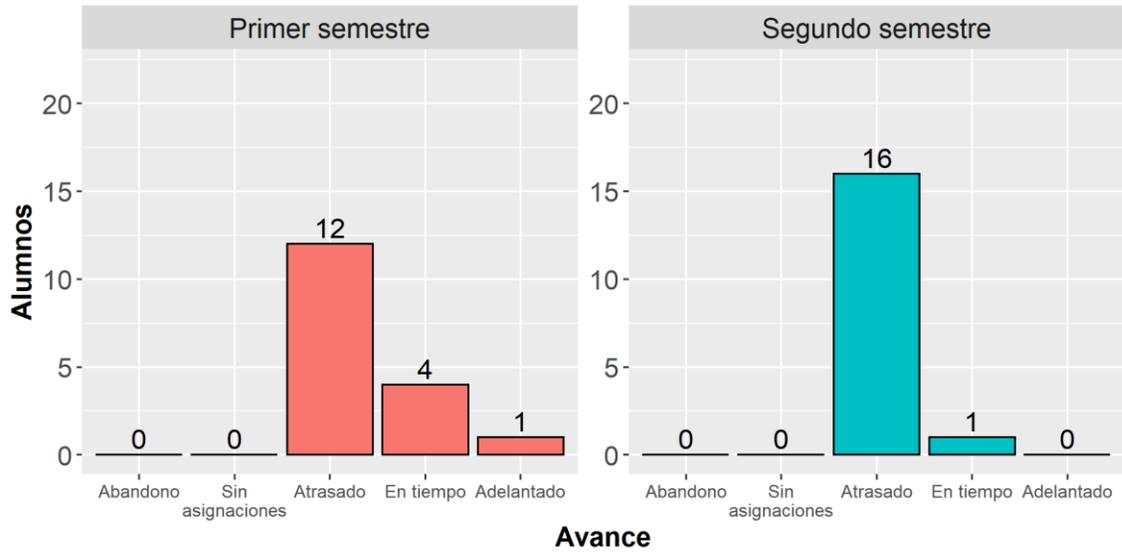
Apéndice 8. Resultados del avance académico de la cohorte 2017

		Ciclo										
Cohorte	Observación	Tipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2017	Adelantado	Cantidad	4	3	8	7	1	2	0	0	8	7
2017	Adelantado	Indice	1.01	1.02	1.04	1.05	1.09	1.04	0	1.05	1.01	0
2017	Adelantado	Porcentaje	11.43%	8.57%	22.86%	20.00%	2.86%	5.71%	0.00%	22.86%	20.00%	0.00%
2017	Atrasado	Cantidad	21	26	19	17	20	21	22	13	12	4
2017	Atrasado	Indice	0.53	0.66	0.66	0.65	0.68	0.62	0.67	0.7	0.77	0.85
2017	Atrasado	Porcentaje	60.00%	74.29%	54.29%	48.57%	57.14%	60.00%	62.86%	37.14%	34.29%	11.43%
2017	En tiempo	Cantidad	10	4	1	0	0	1	1	0	0	7
2017	En tiempo	Indice	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
2017	En tiempo	Porcentaje	28.57%	11.43%	2.86%	0.00%	0.00%	2.86%	2.86%	0.00%	0.00%	20.00%
2017	Sin asignaciones	Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2017	Sin asignaciones	Indice promedio	0	0	0	0	0.61	0.27	0	0	0.18	0
2017	Sin asignaciones	Porcentaje	0.00%	0.00%	0.00%	2.86%	8.57%	0.00%	0.00%	0.00%	2.86%	0.00%
2017	Abandono	Cantidad	0	2	7	10	11	11	12	13	16	16
2017	Abandono	Indice	0	0	0.21	0.19	0.15	0.12	0.11	0.12	0.21	0.21
2017	Abandono	Porcentaje	0.00%	5.71%	20.00%	28.57%	31.43%	31.43%	34.29%	37.14%	45.71%	45.71%
Total estudiantes			35									
Total porcentaje			100.00%									

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

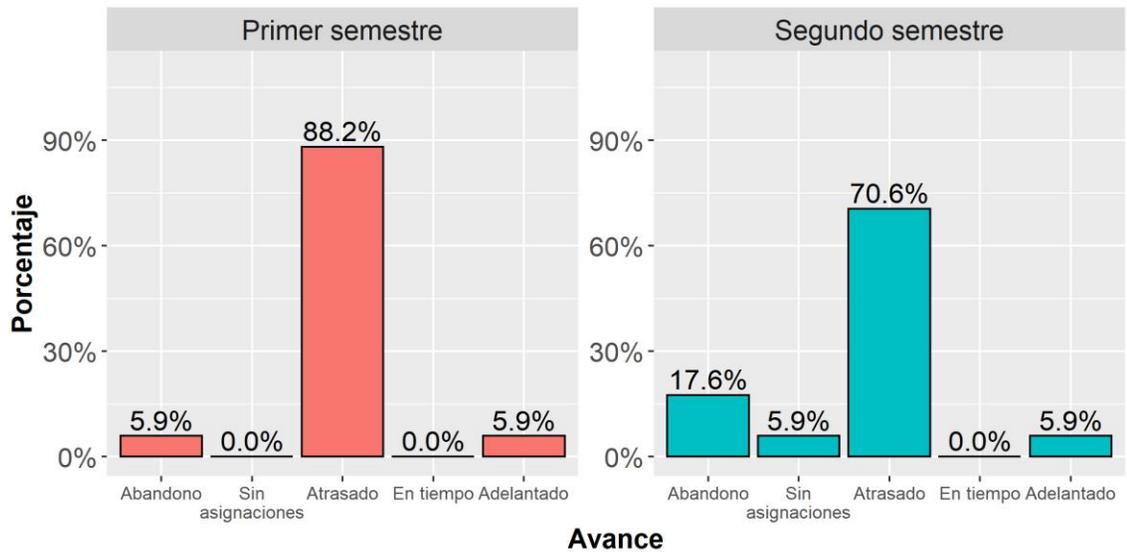
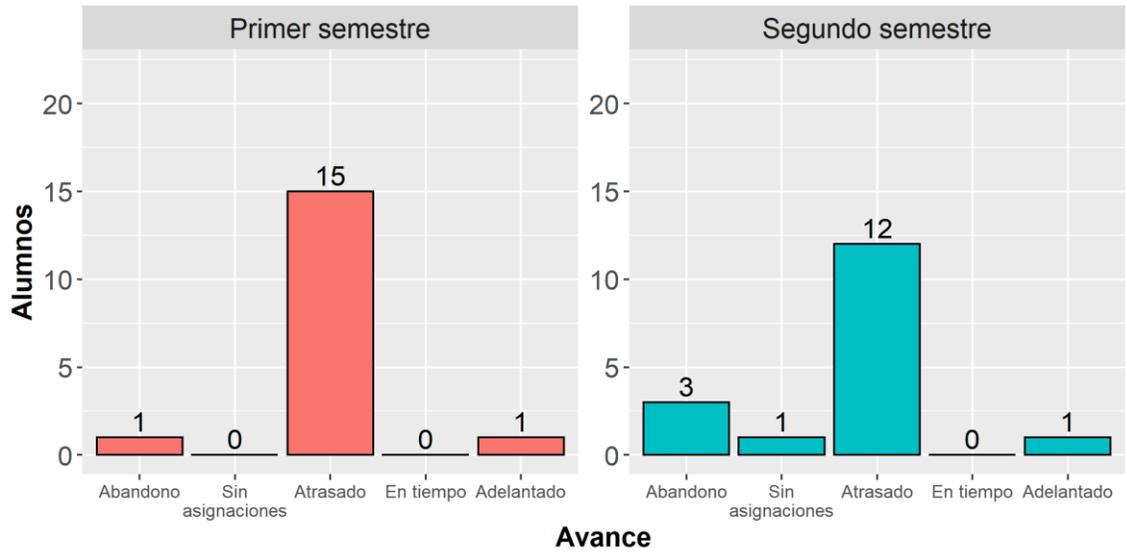
Apéndice 9. Avance académico de la cohorte de 2013

Primer año



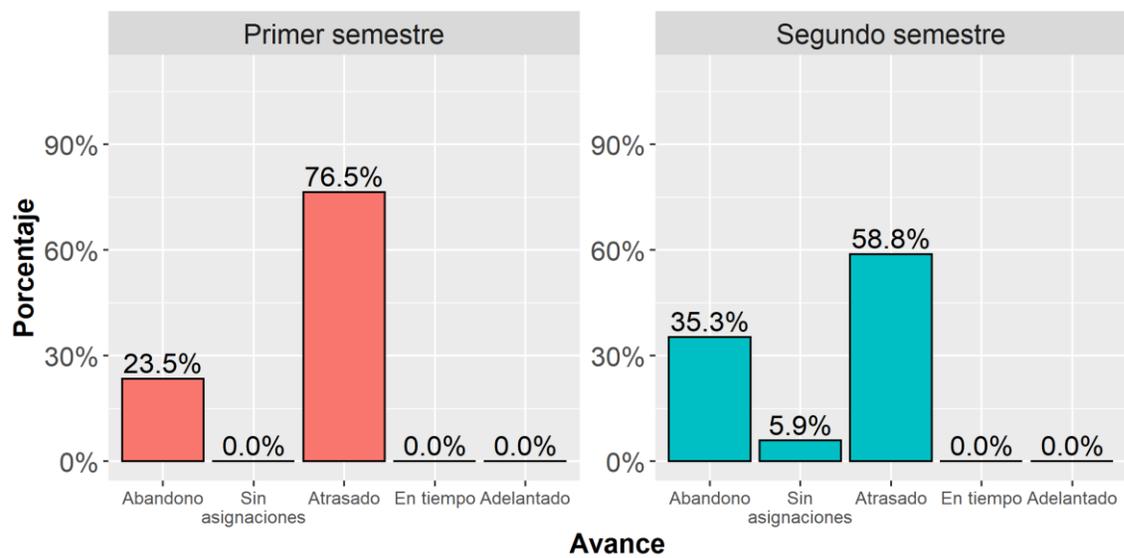
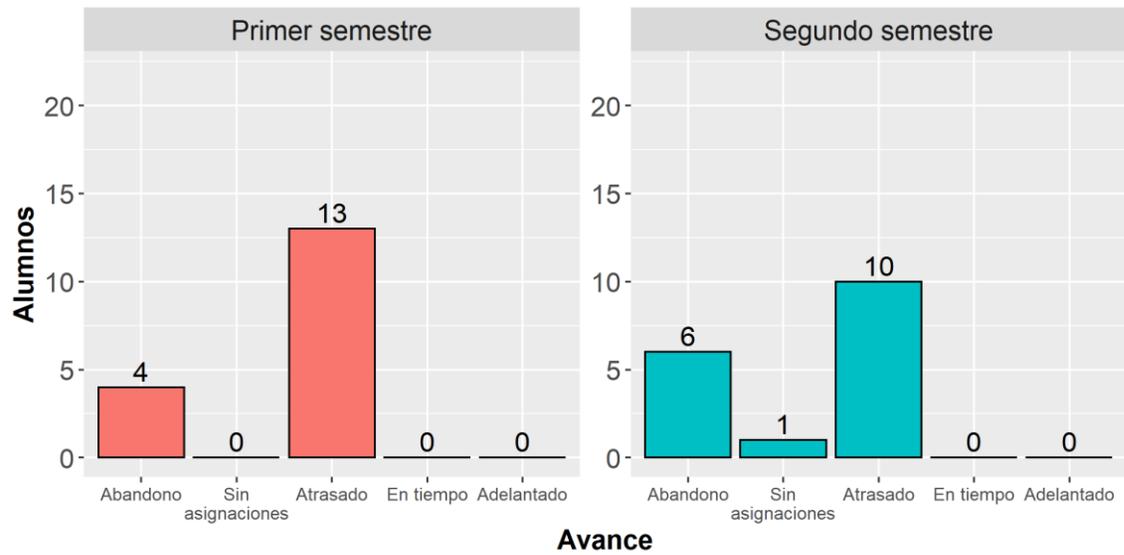
Continuación del apéndice 9.

Segundo año



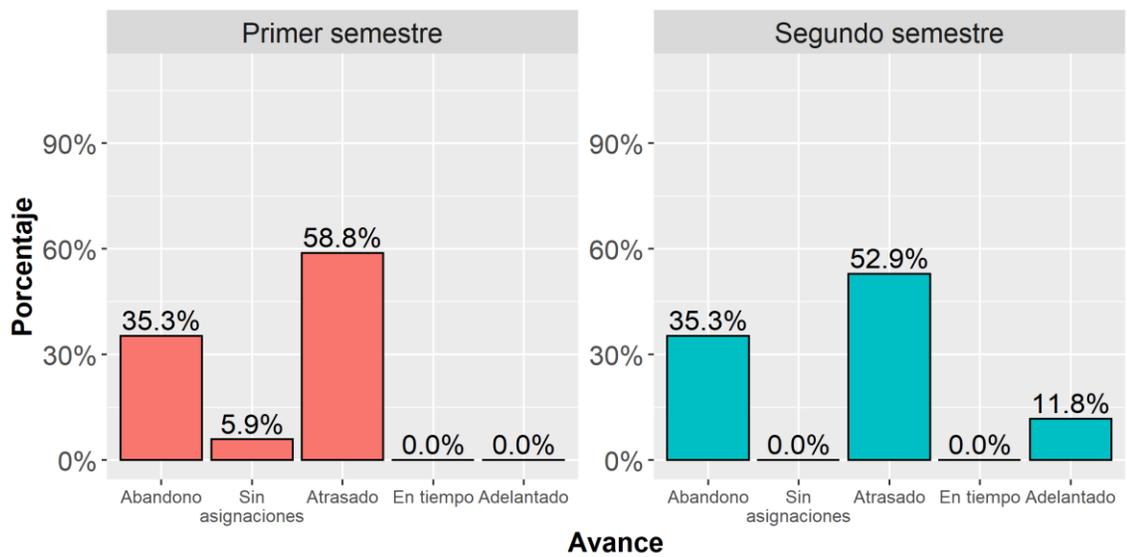
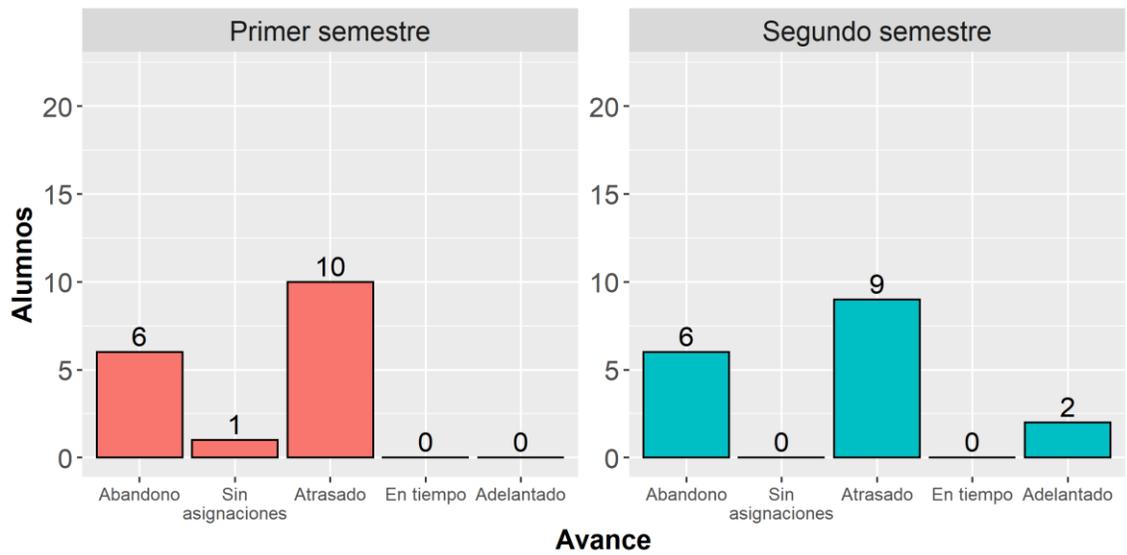
Continuación del apéndice 9.

Tercer año



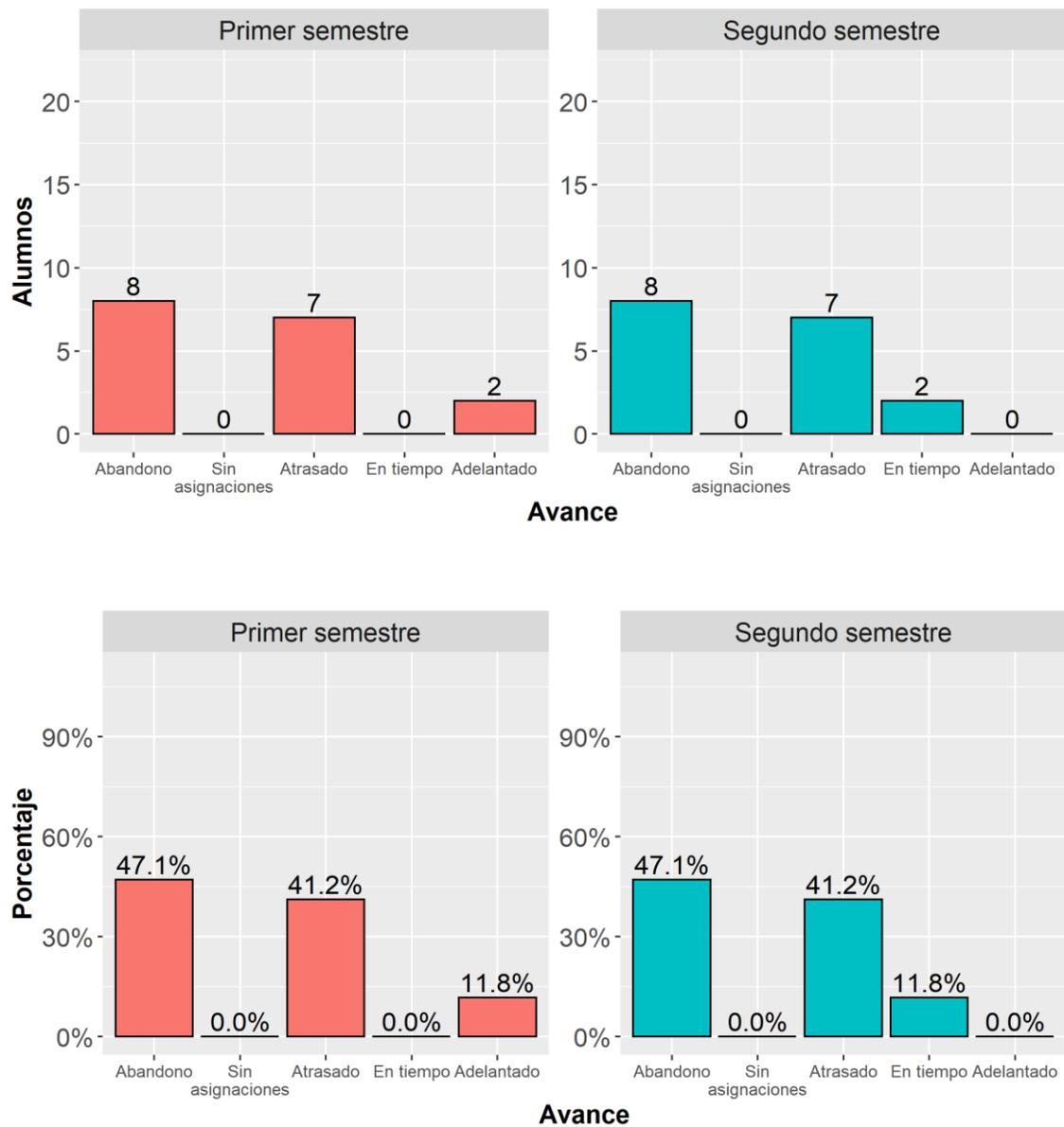
Continuación del apéndice 9.

Cuarto año



Continuación del apéndice 9.

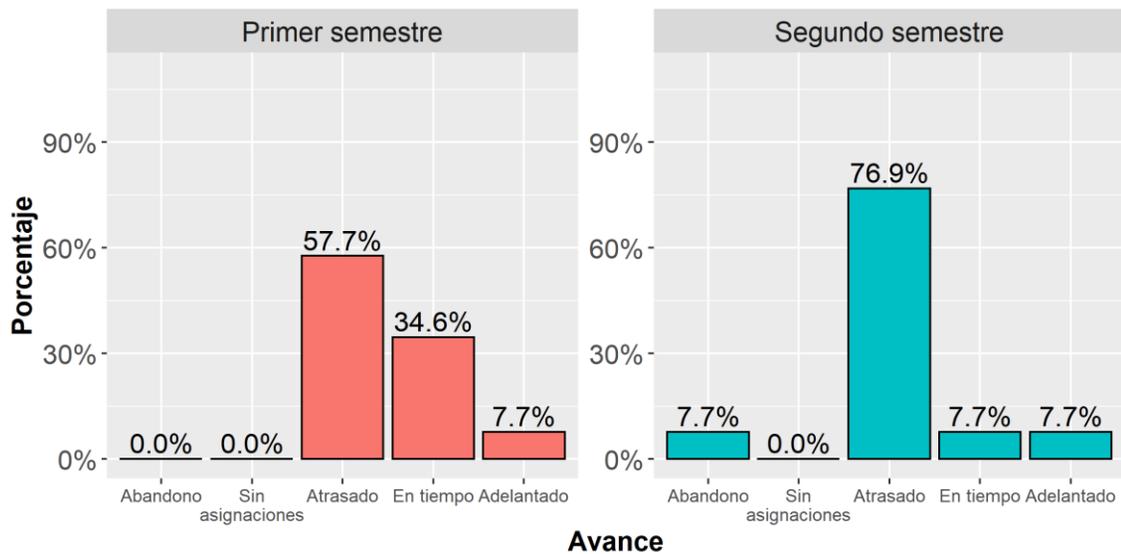
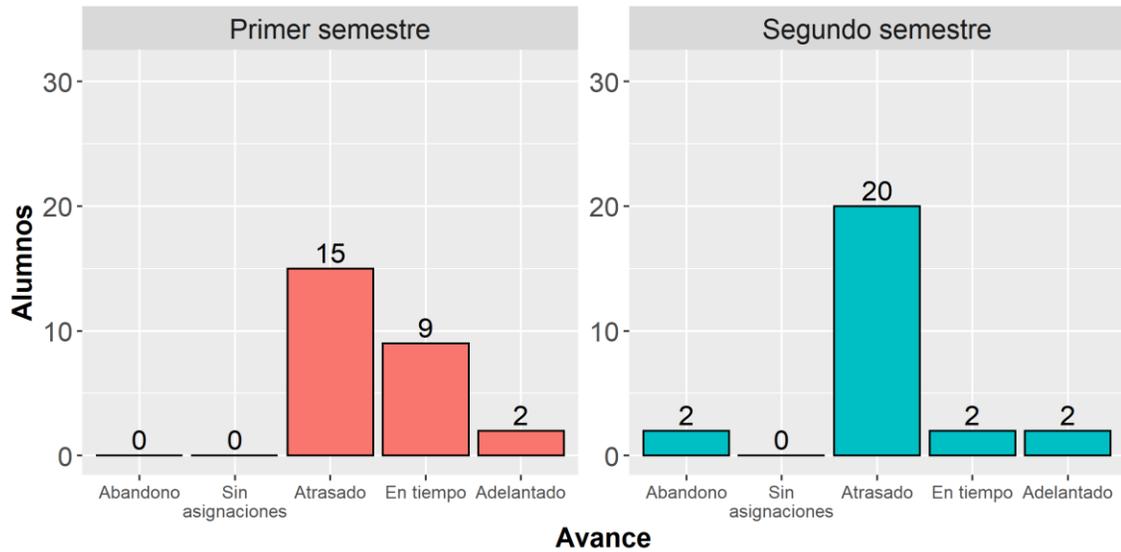
Quinto año



Fuente: elaboración propia, realizado con *Ggplot2* en R.

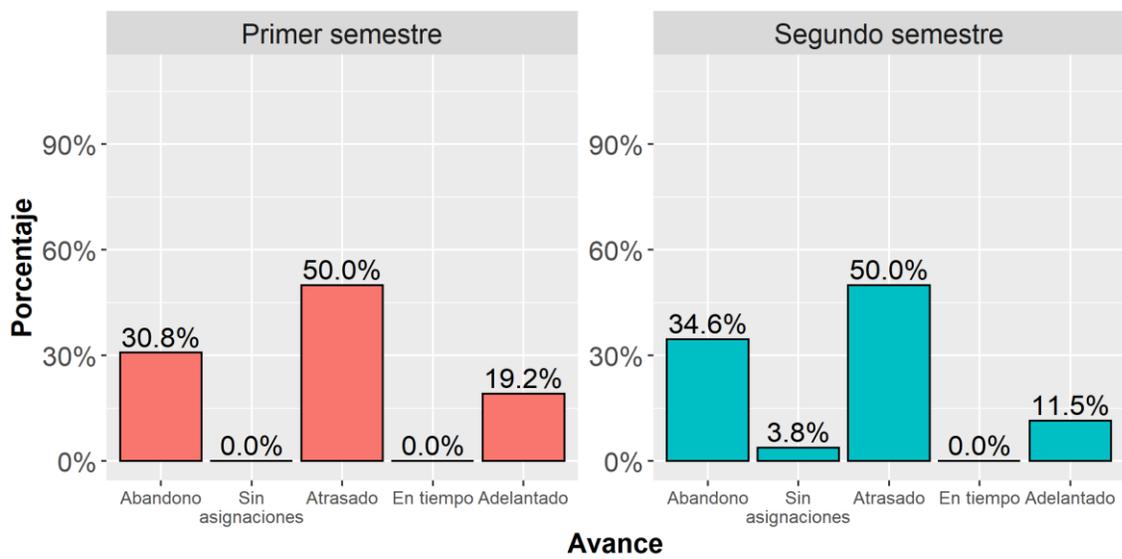
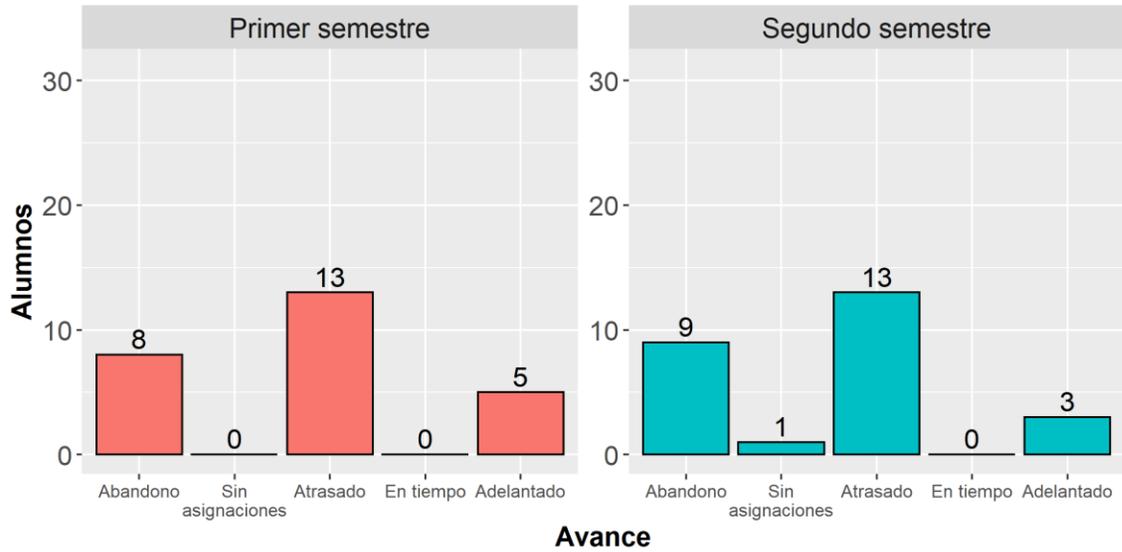
Apéndice 10. Avance académico de la cohorte de 2014

Primer año



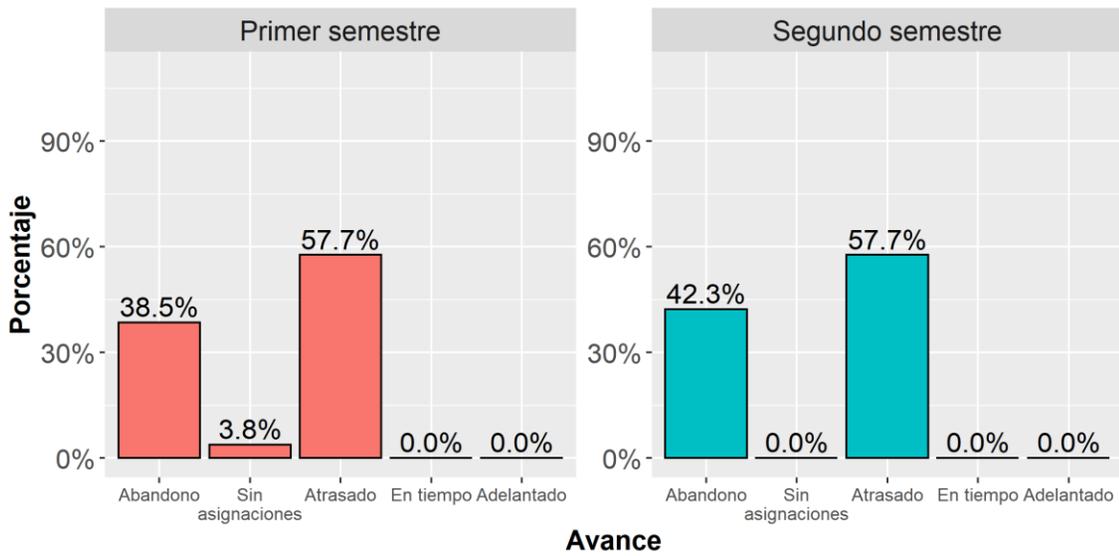
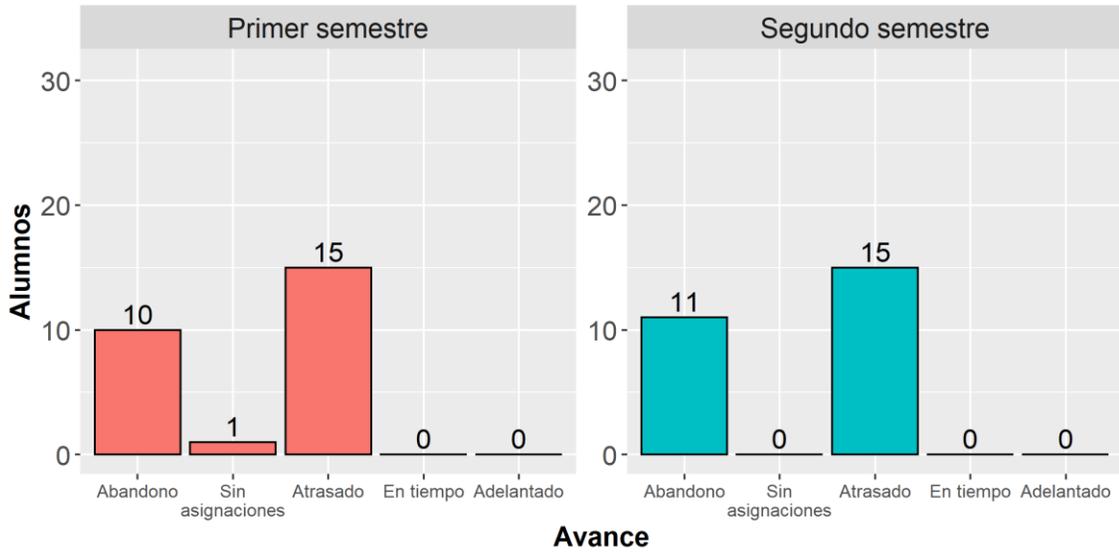
Continuación del apéndice 10.

Segundo año



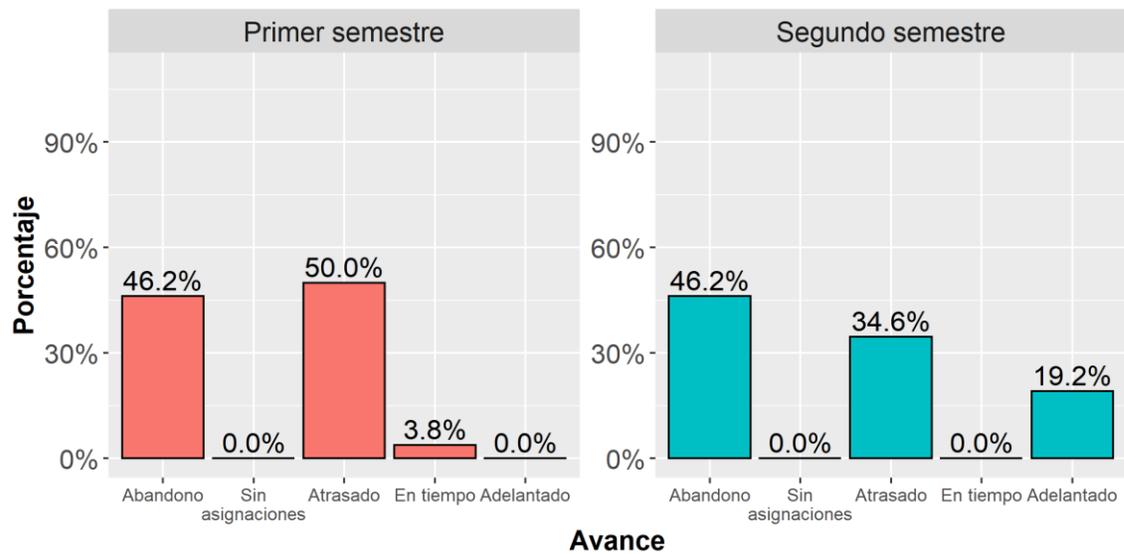
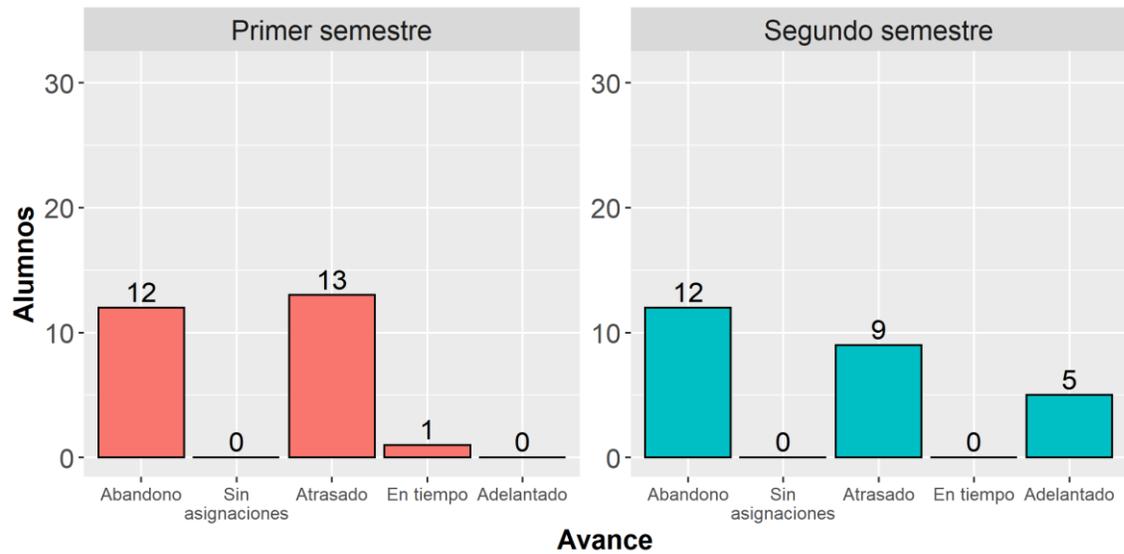
Continuación del apéndice 10.

Tercer año



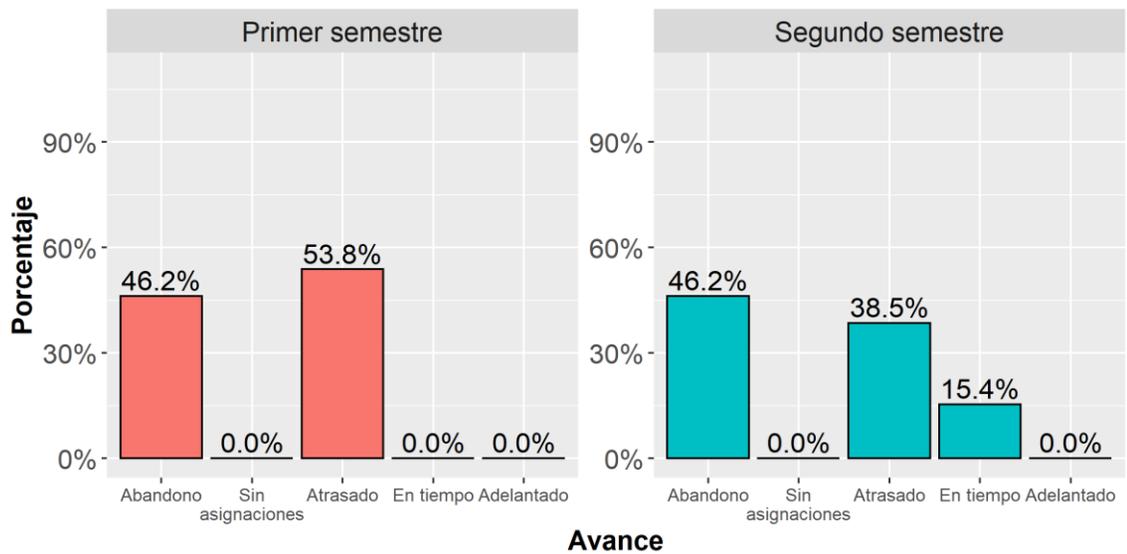
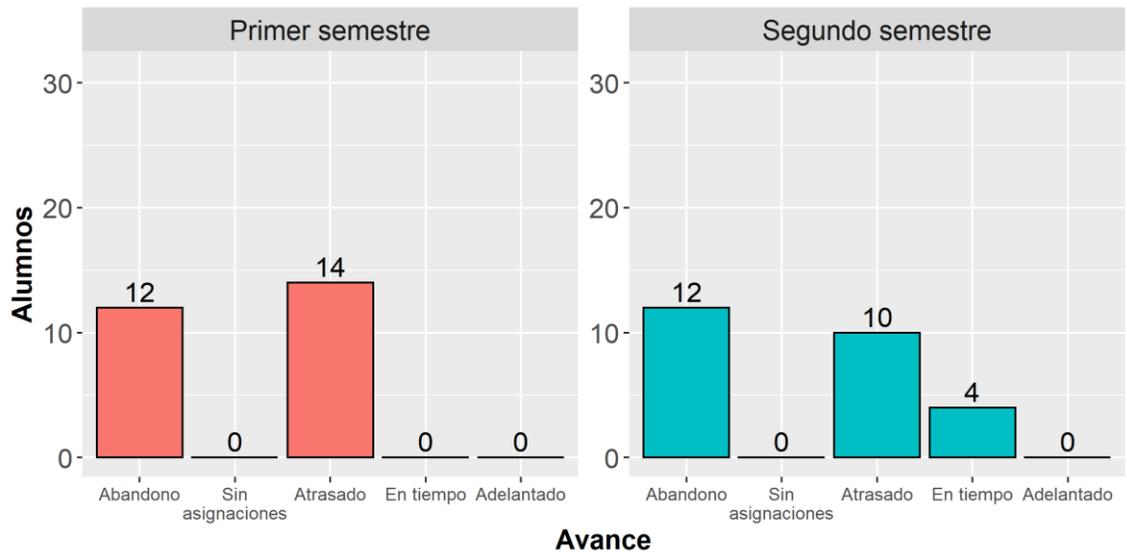
Continuación del apéndice 10.

Cuarto año



Continuación del apéndice 10.

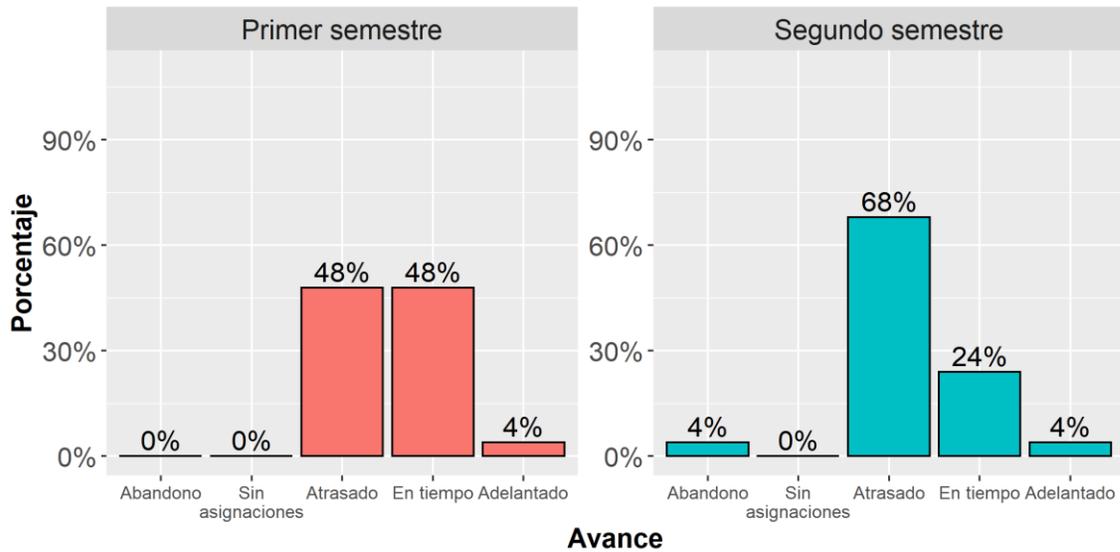
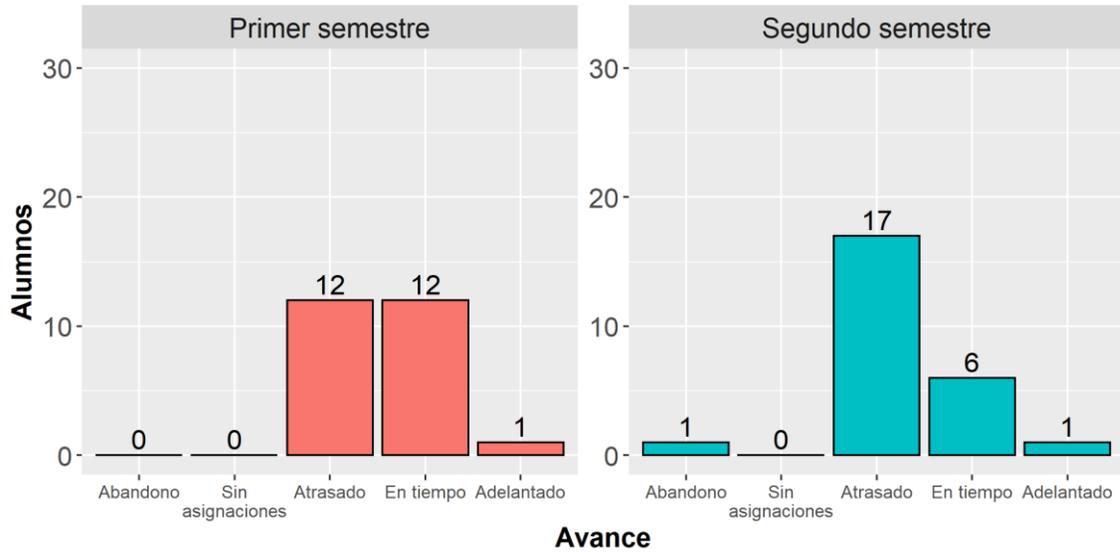
Quinto año



Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 en R.

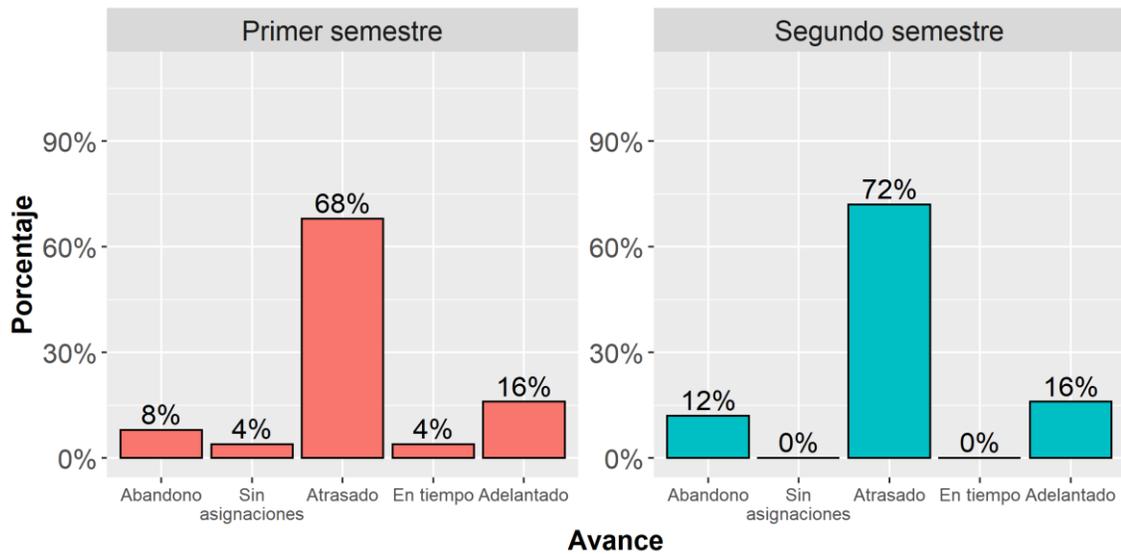
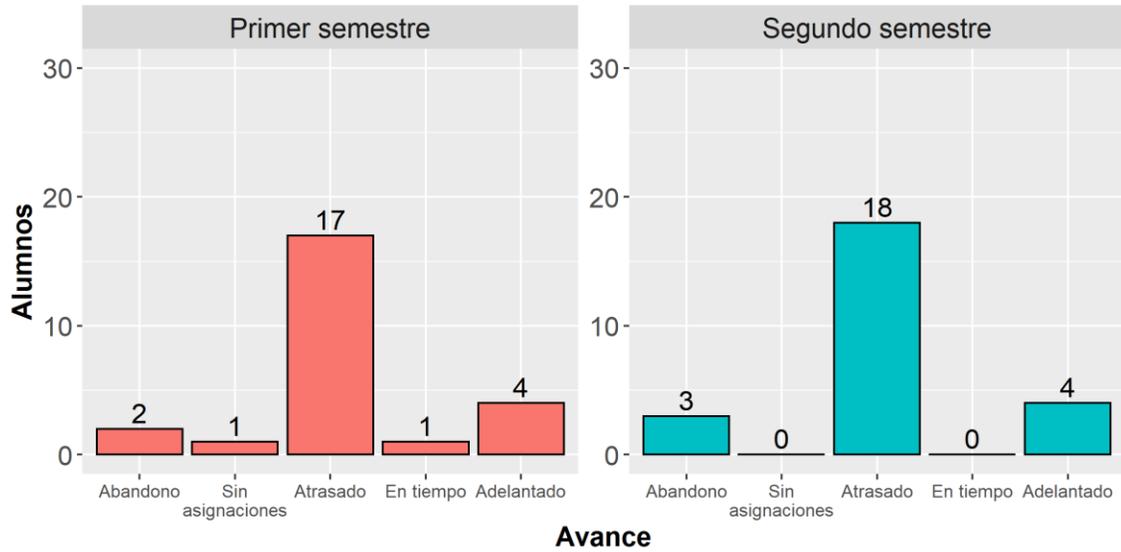
Apéndice 11. Avance académico de la cohorte de 2015

Primer año



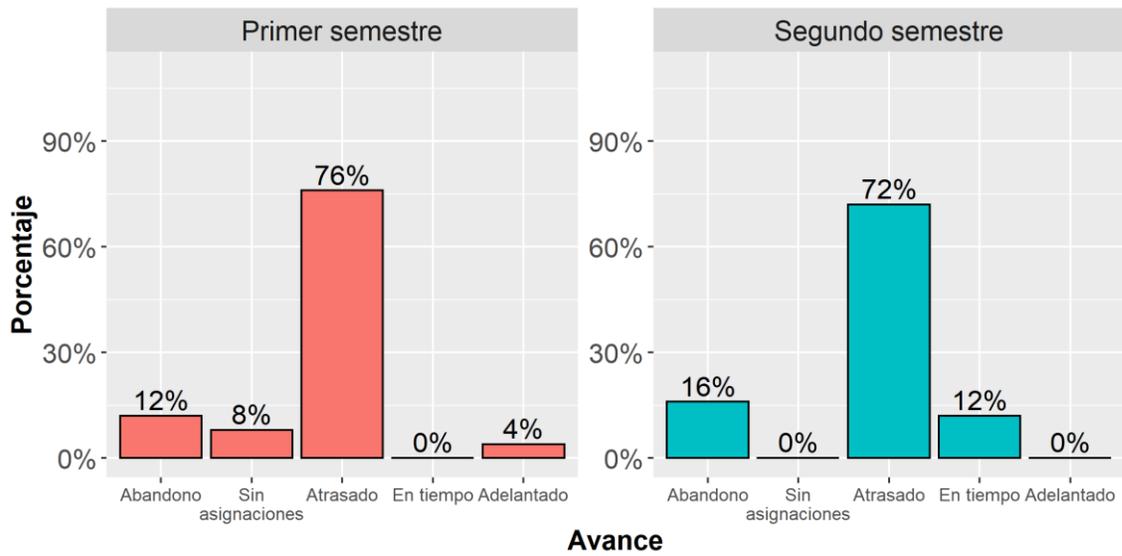
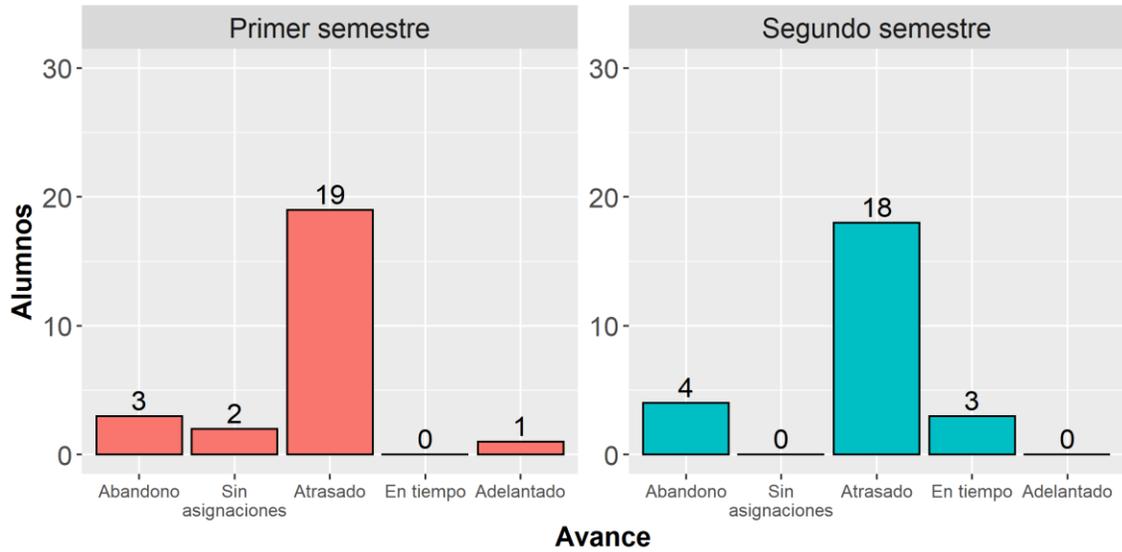
Continuación del apéndice 11.

Segundo año



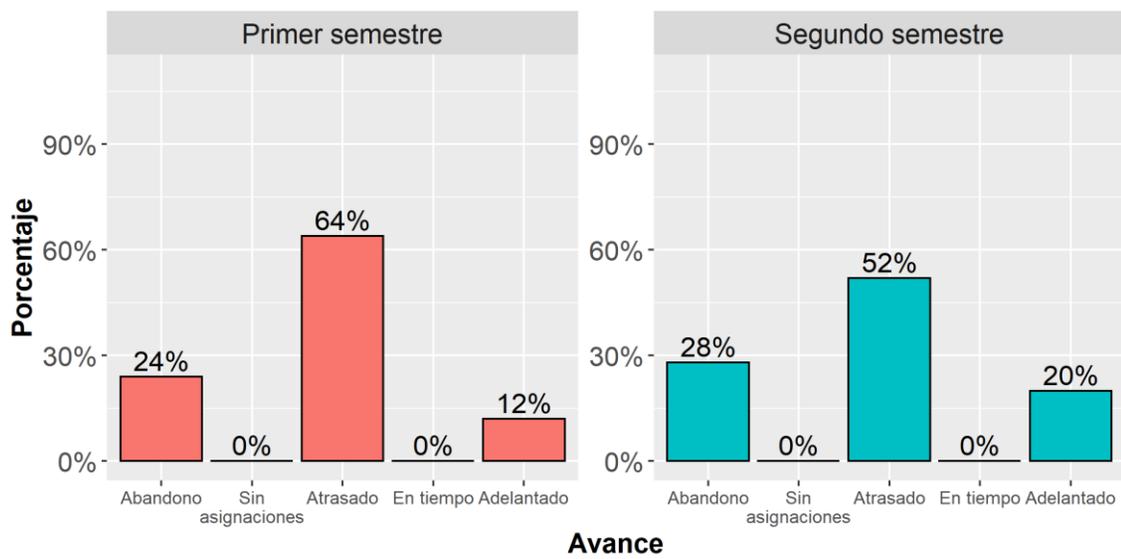
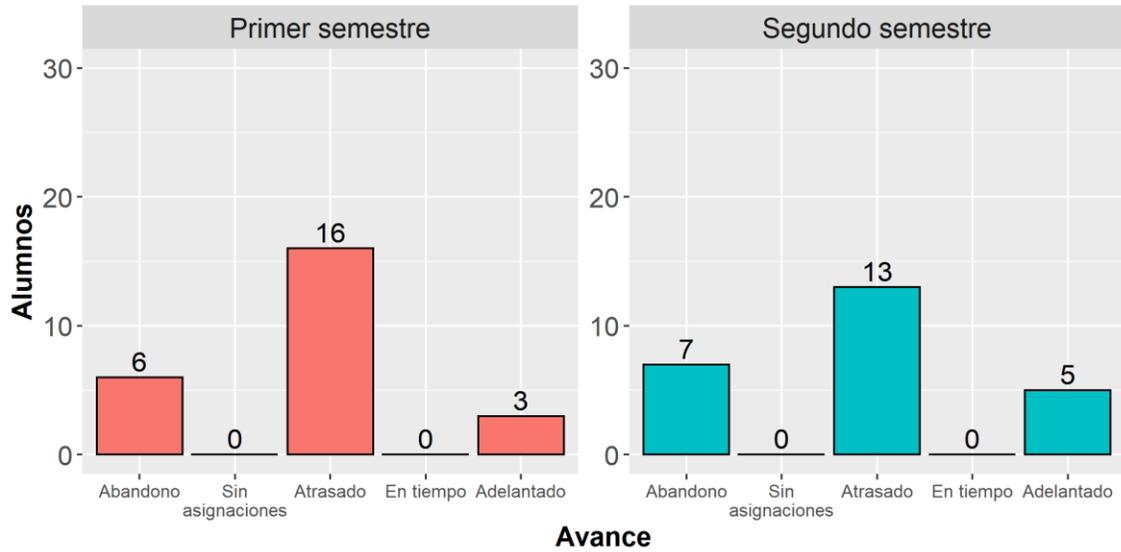
Continuación del apéndice 11.

Tercer año



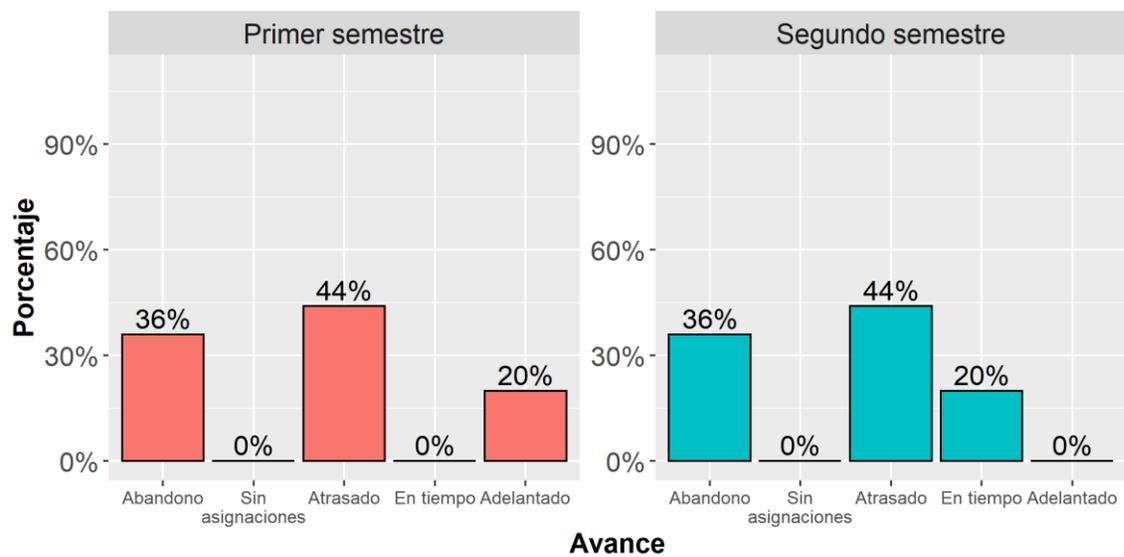
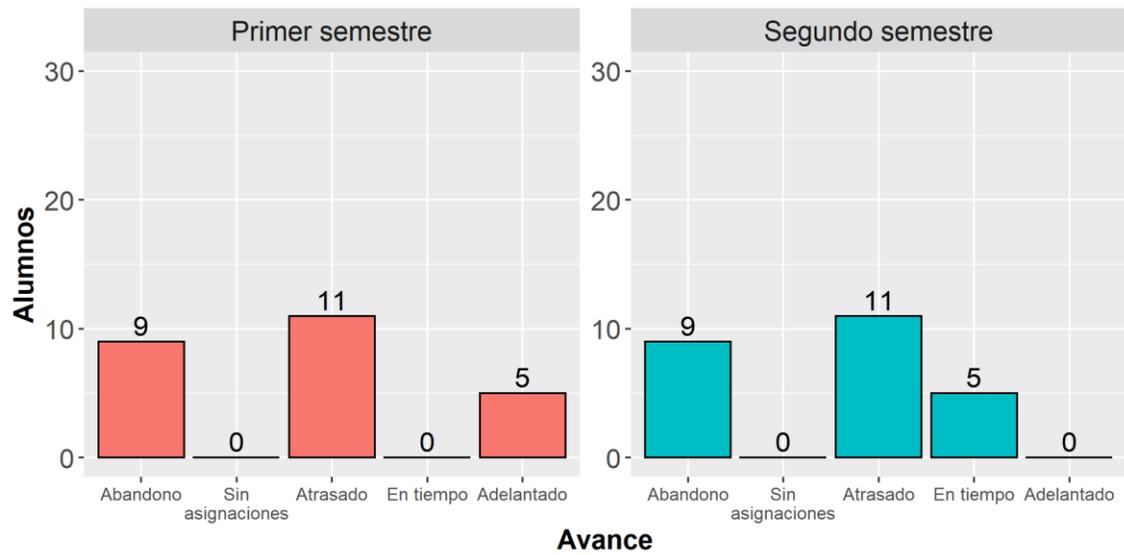
Continuación del apéndice 11.

Cuarto año



Continuación del apéndice 11.

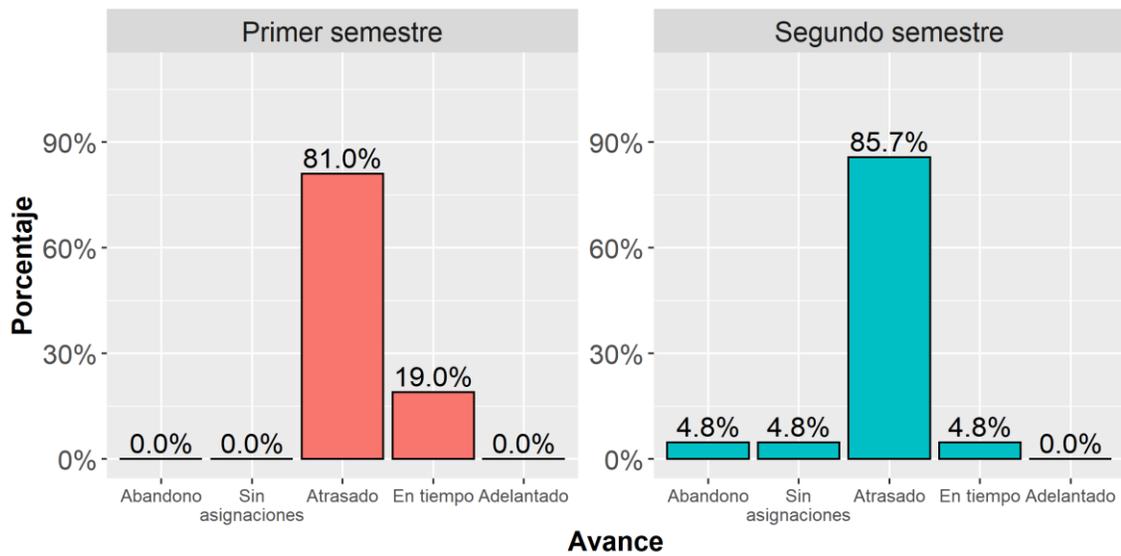
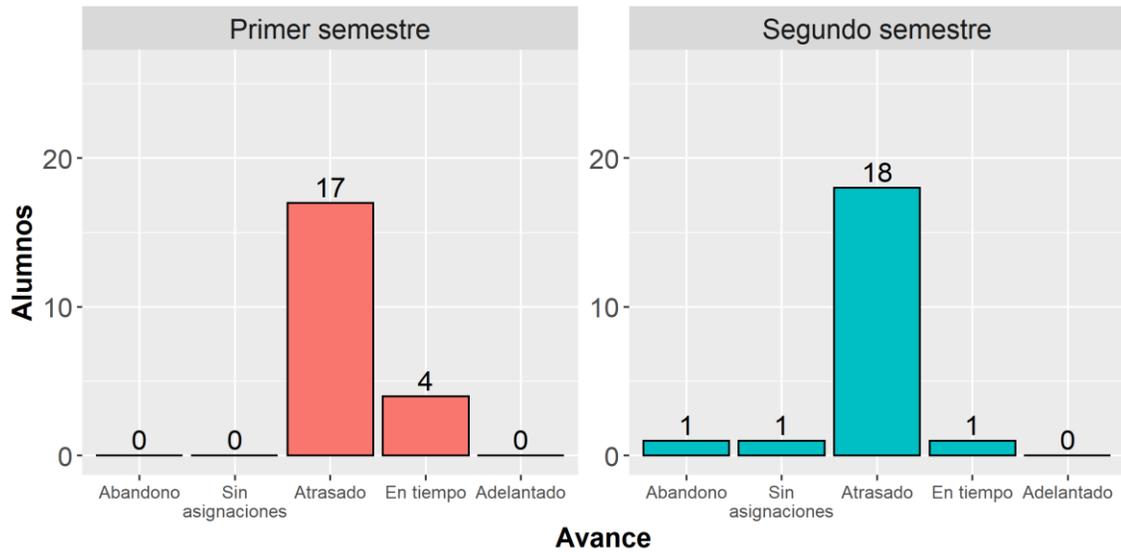
Quinto año



Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 en R.

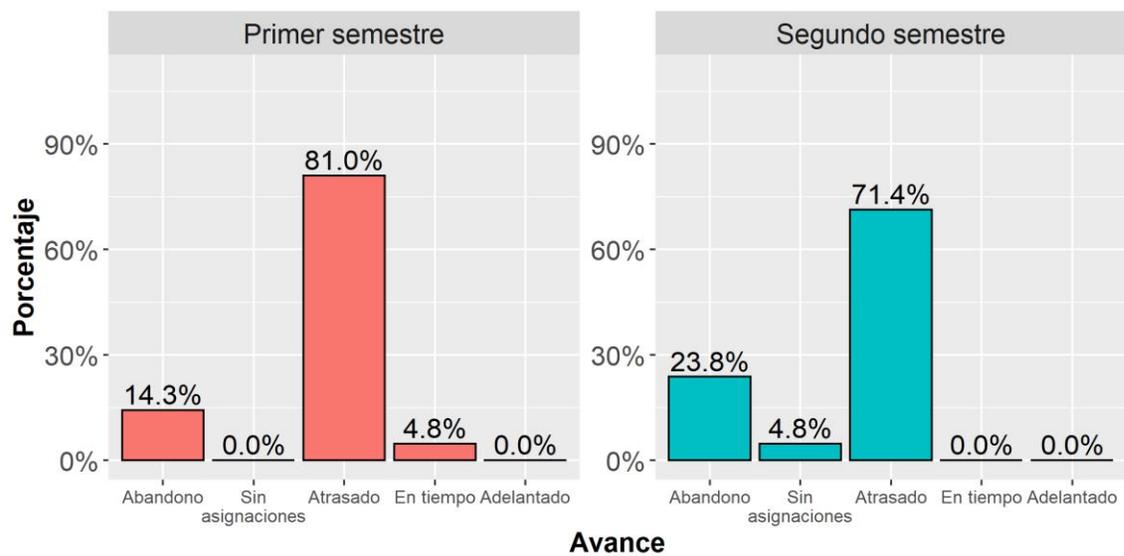
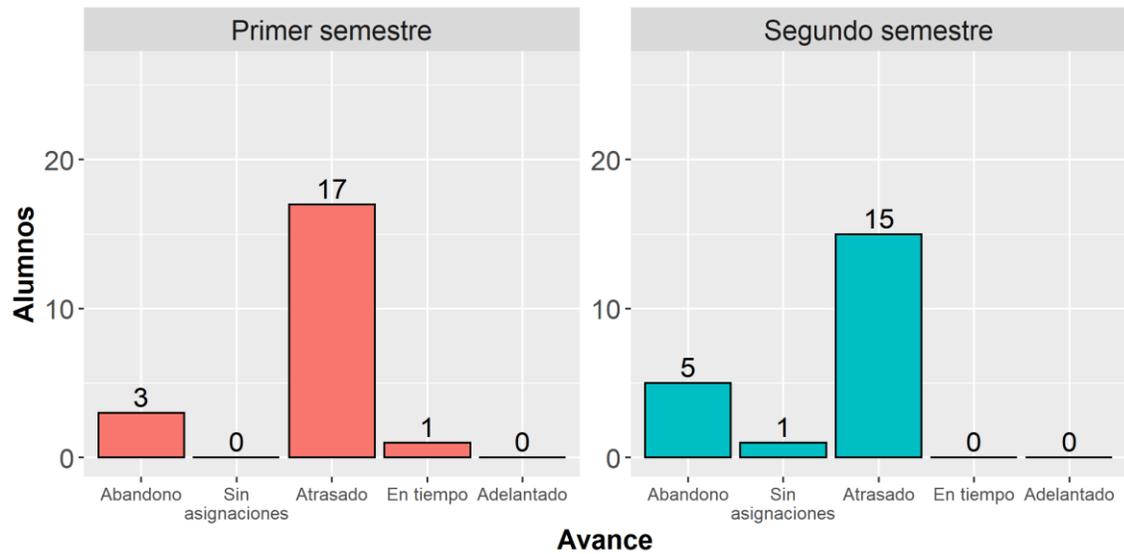
Apéndice 12. Avance académico de la cohorte de 2016

Primer año



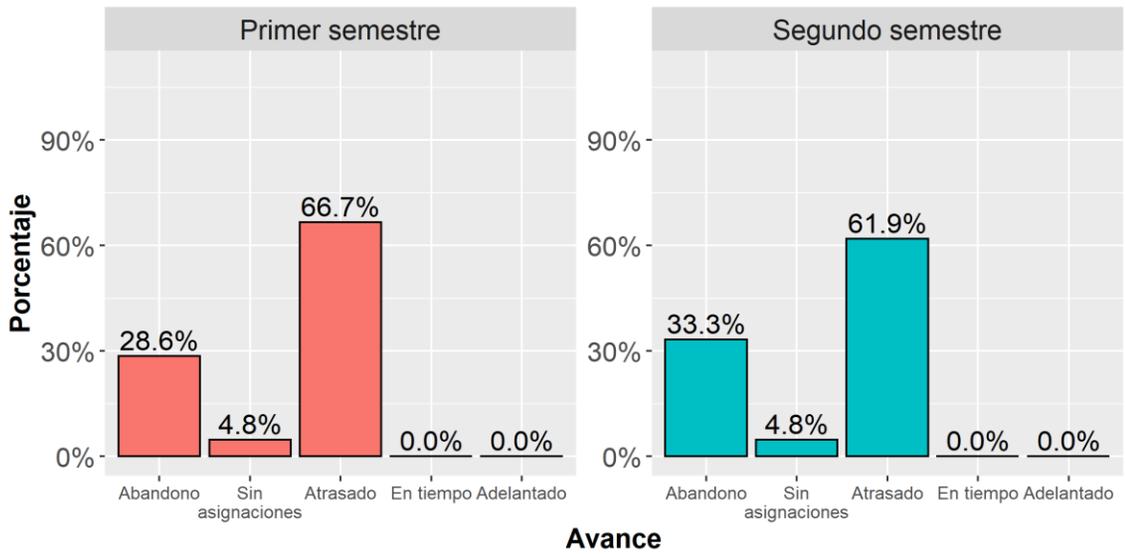
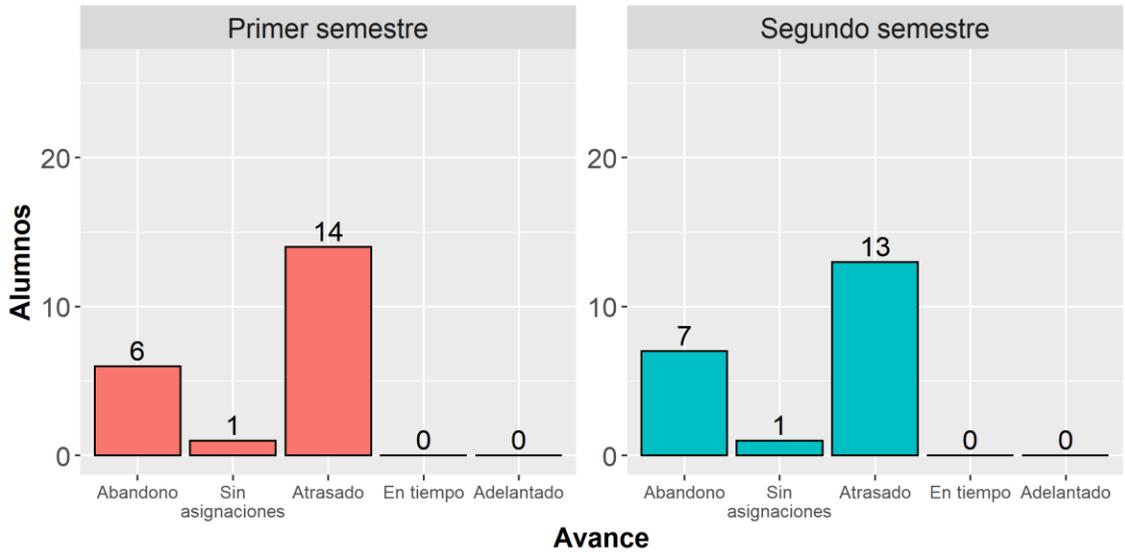
Continuación del apéndice 12.

Segundo año



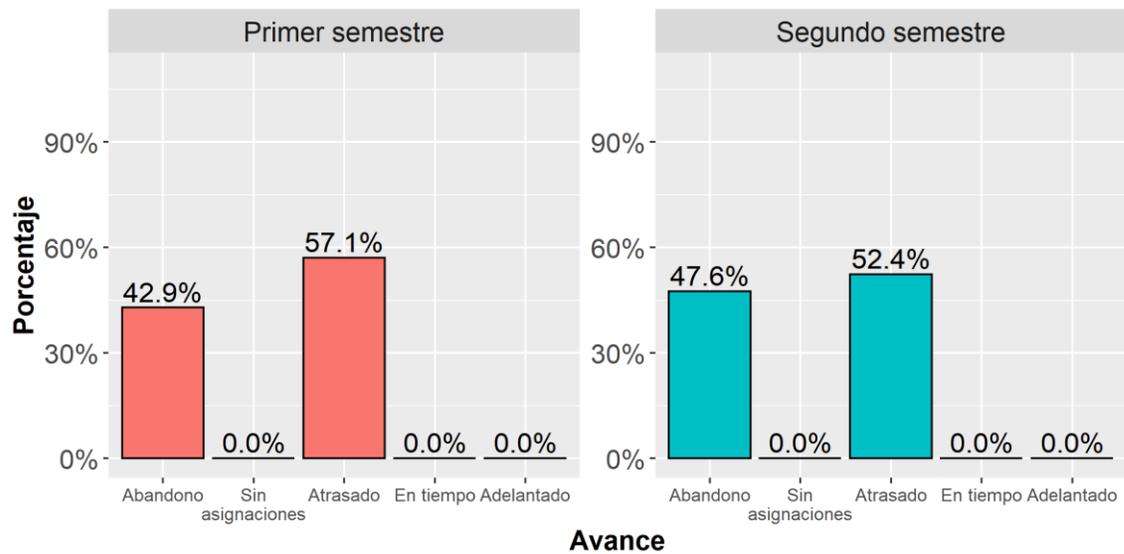
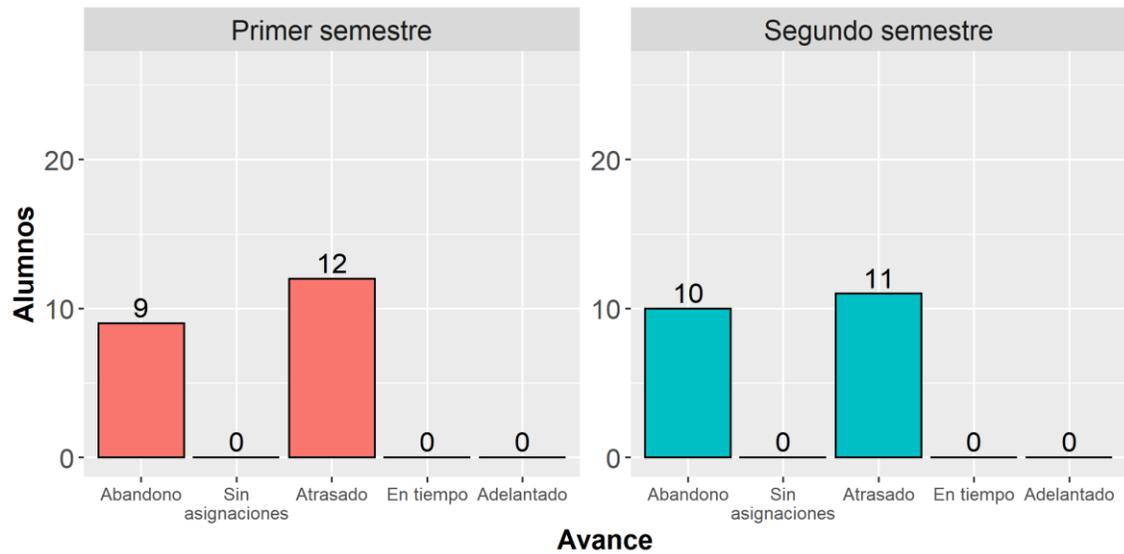
Continuación del apéndice 12.

Tercer año



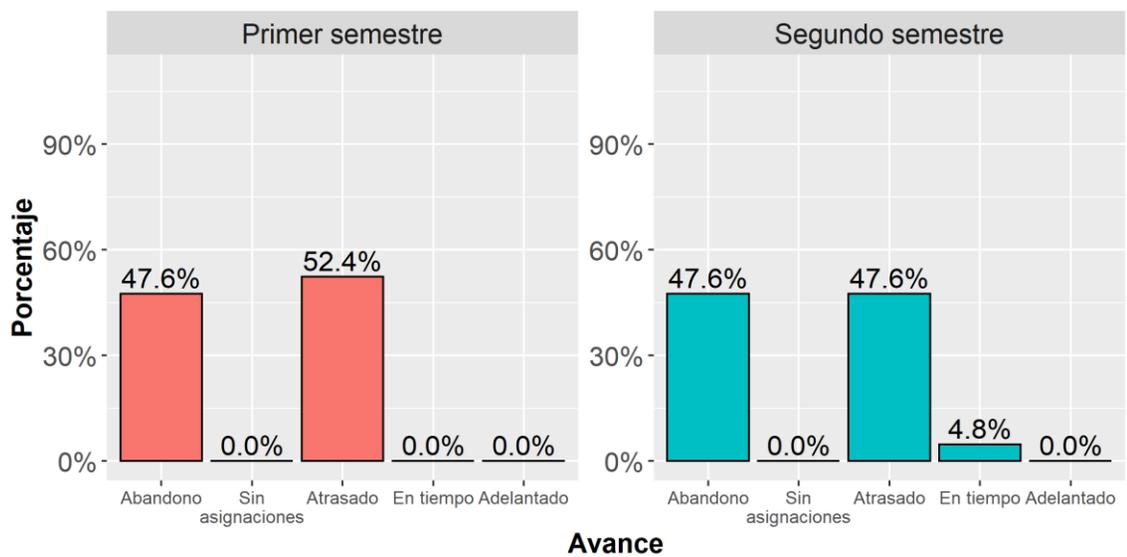
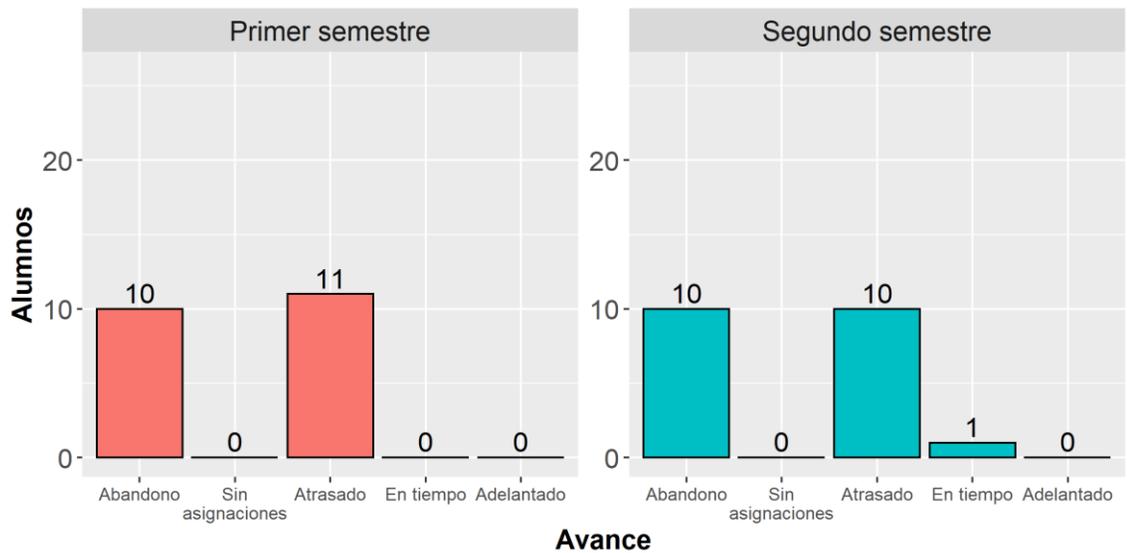
Continuación del apéndice 12.

Cuarto año



Continuación del apéndice 12.

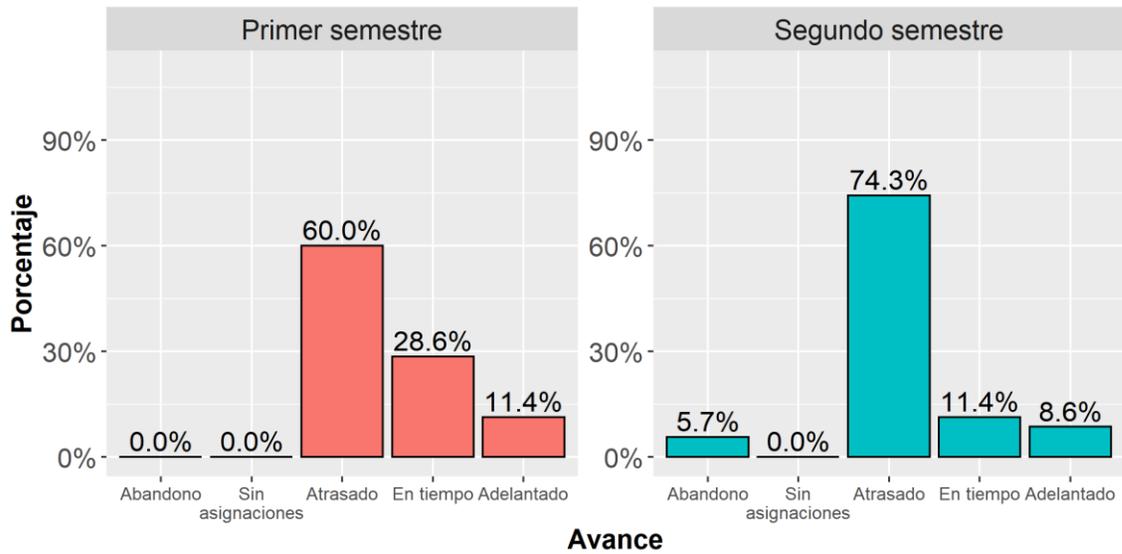
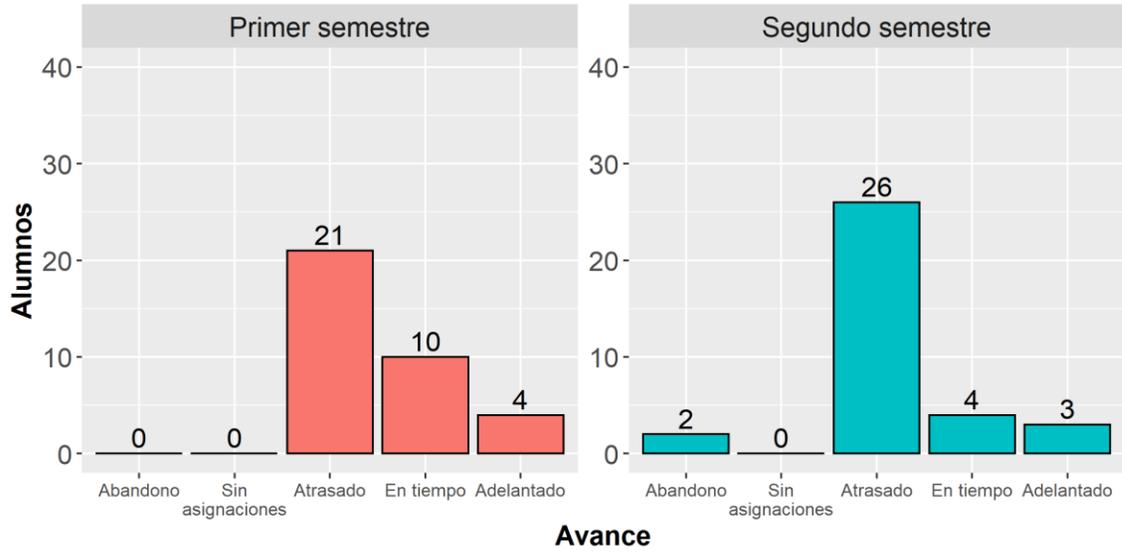
Quinto año



Fuente: elaboración propia, realizado con Ggplot2 en R.

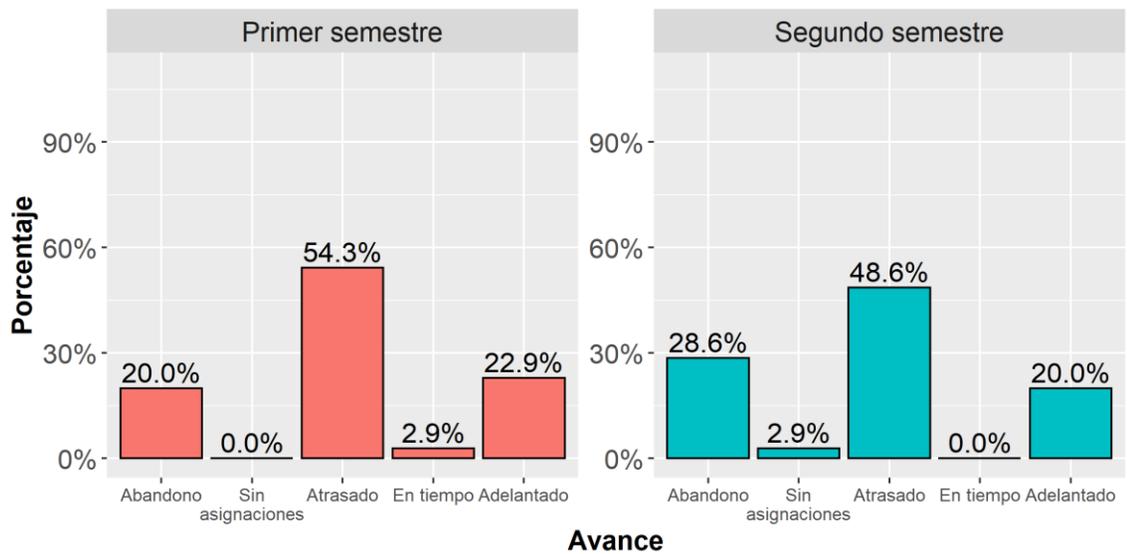
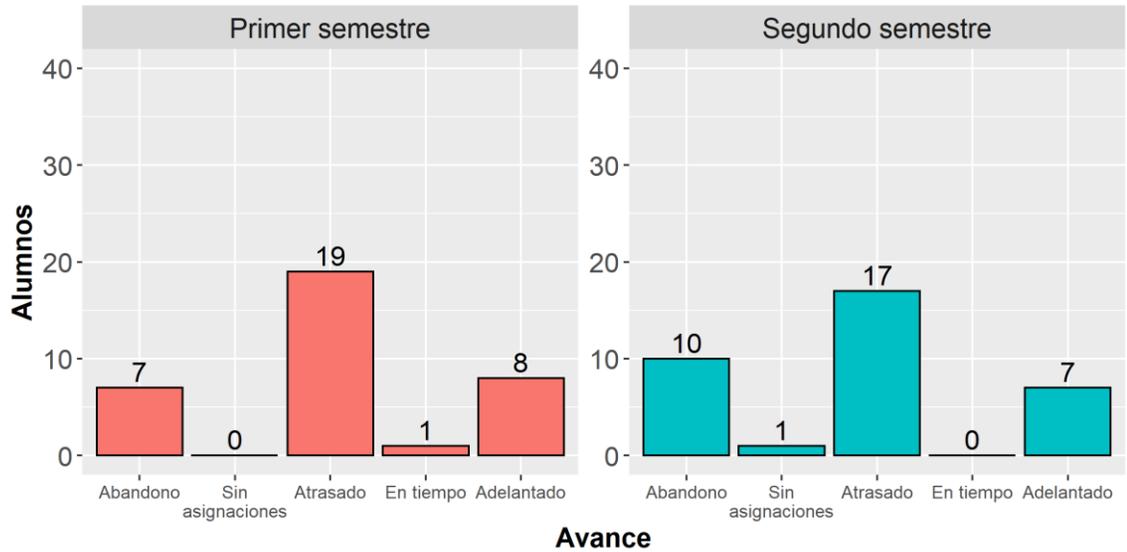
Apéndice 13. Avance académico de la cohorte de 2017

Primer año



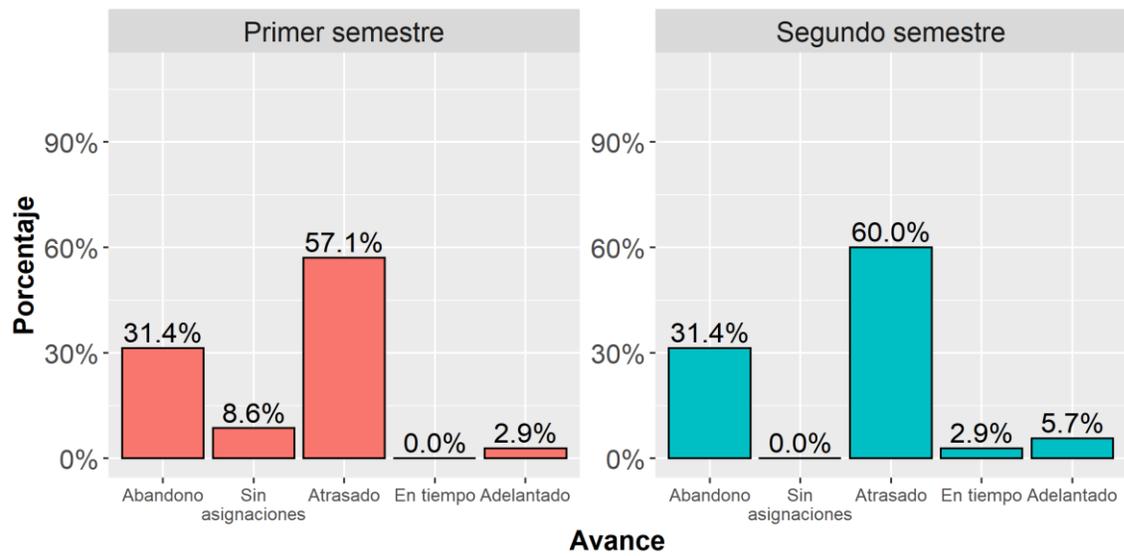
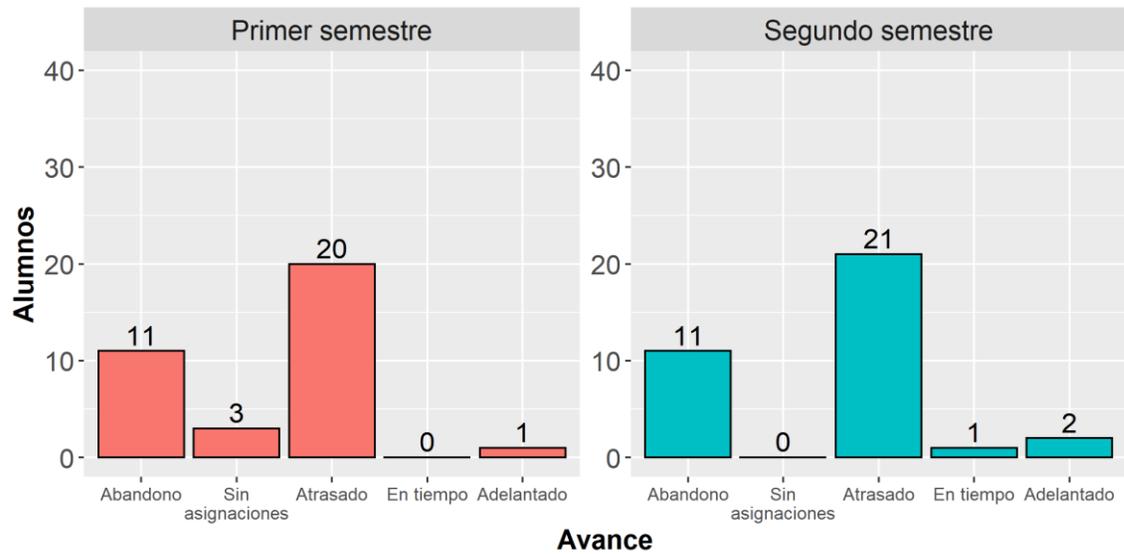
Continuación del apéndice 13.

Segundo año



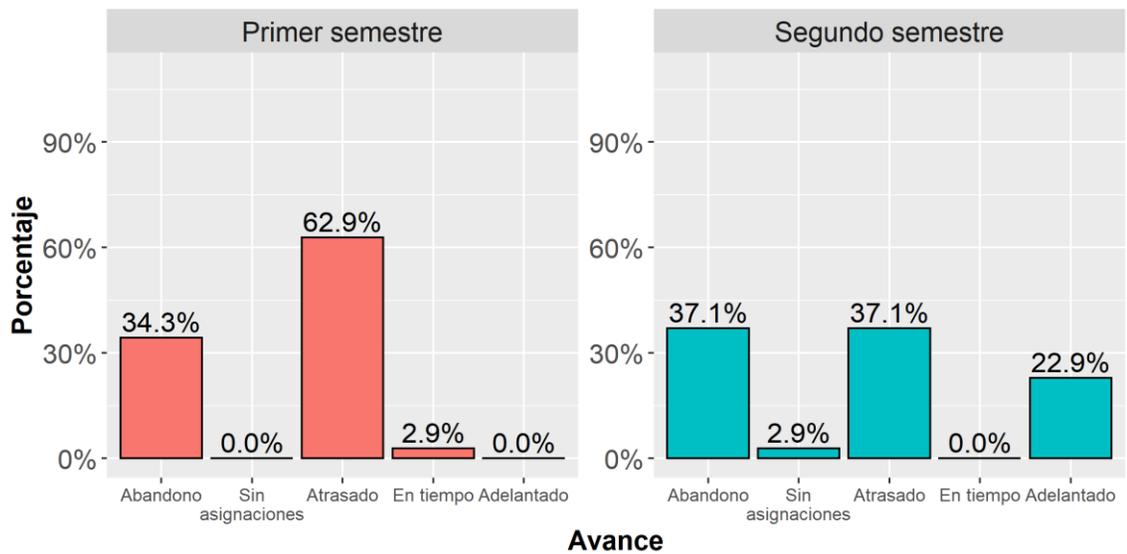
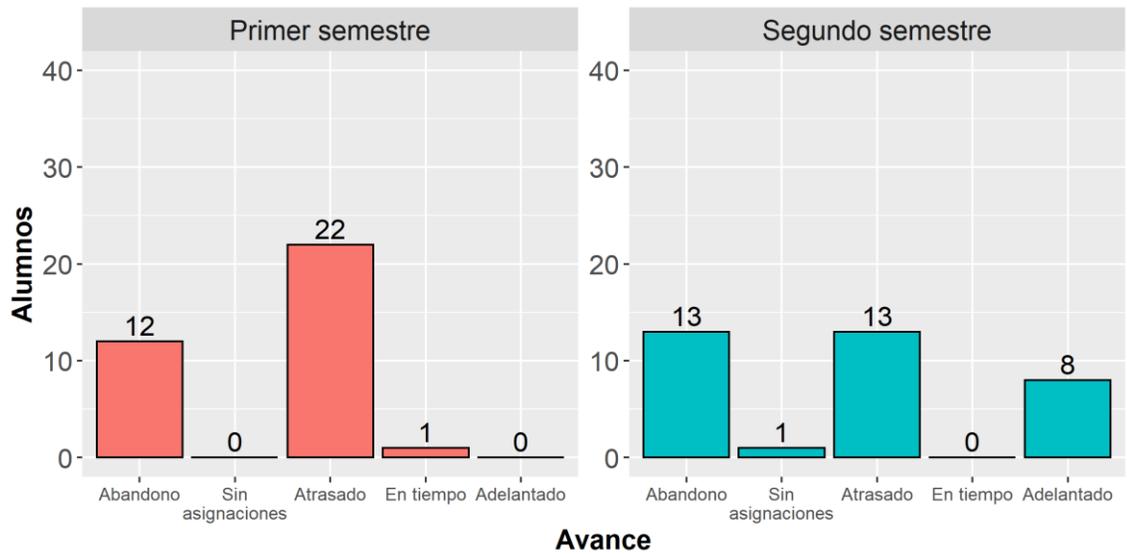
Continuación del apéndice 13.

Tercer año



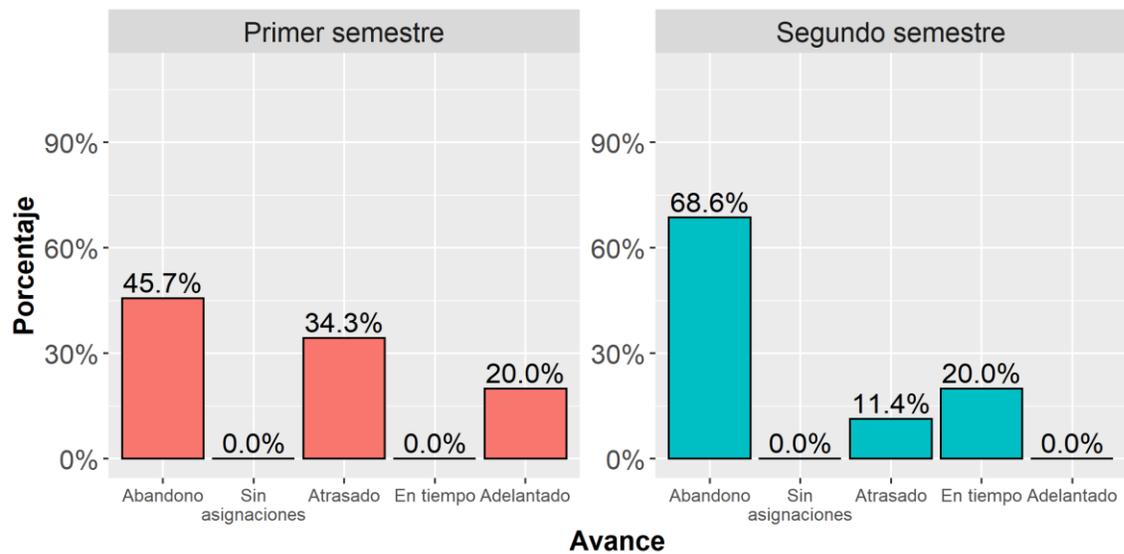
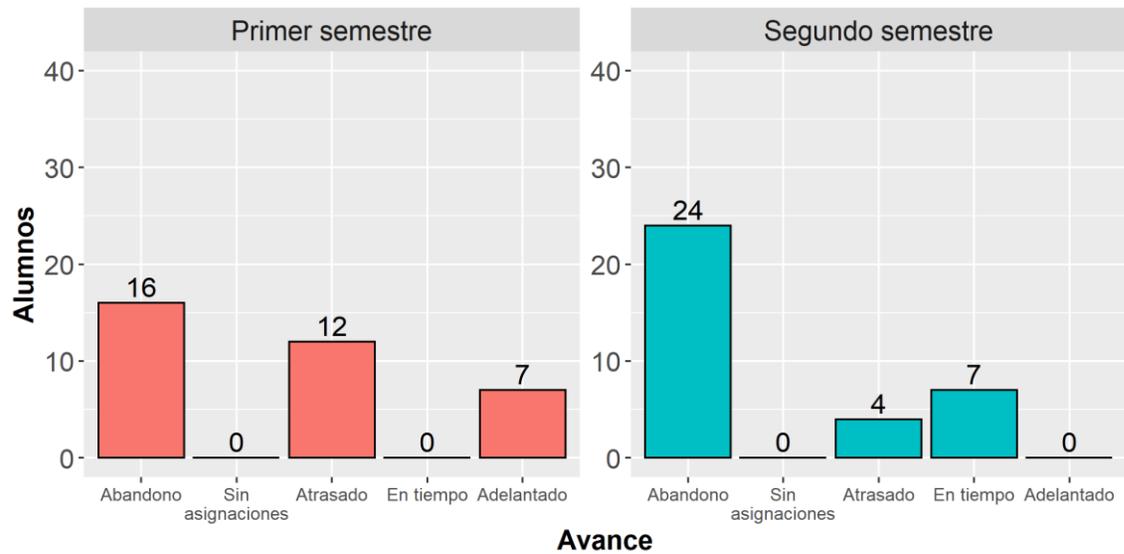
Continuación del apéndice 13.

Cuarto año



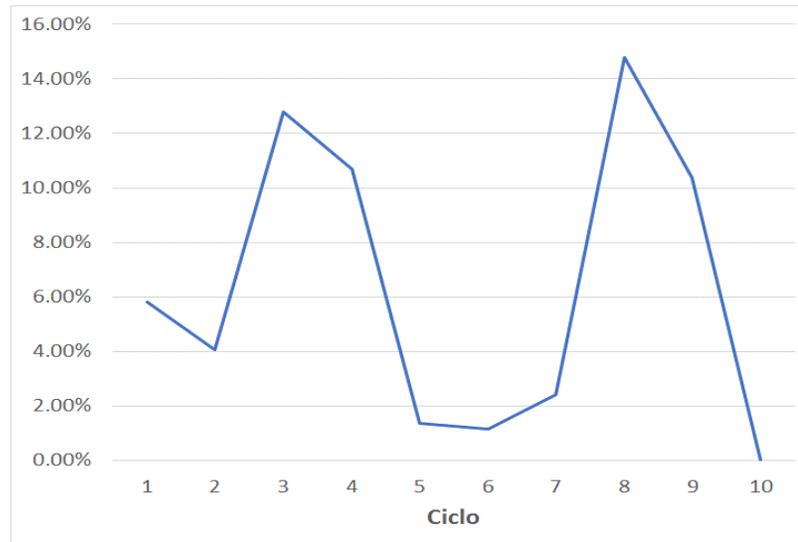
Continuación del apéndice 13.

Quinto año



Fuente: elaboración propia, en Ggplot2 en R.

Apéndice 14. Porcentaje promedio de alumnos adelantados de las cohortes de 2013 al 2017



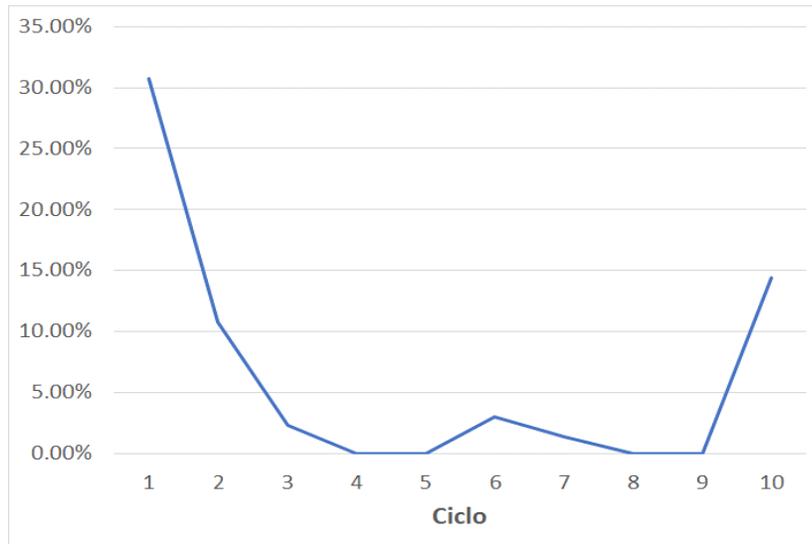
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 15. Porcentaje promedio de alumnos atrasados de las cohortes de 2013 al 2017



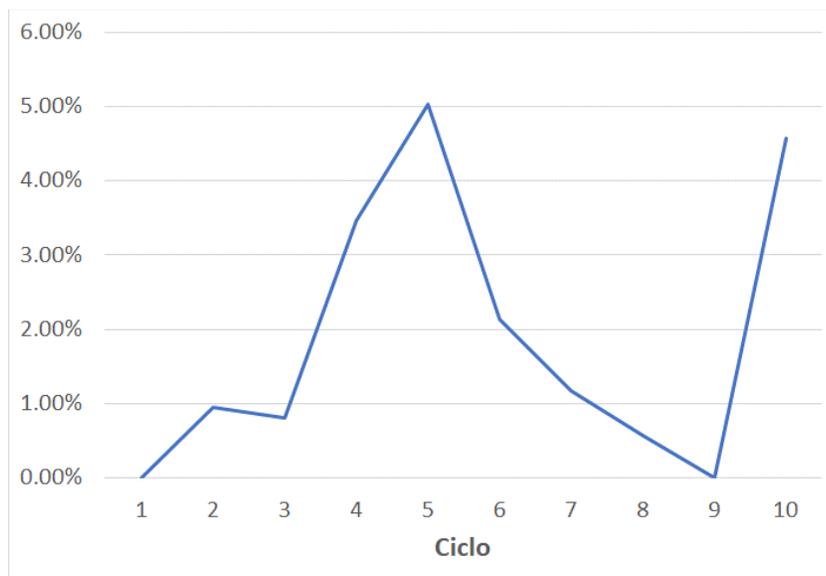
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 16. Porcentaje promedio de alumnos en tiempo de las cohortes de 2013 al 2017



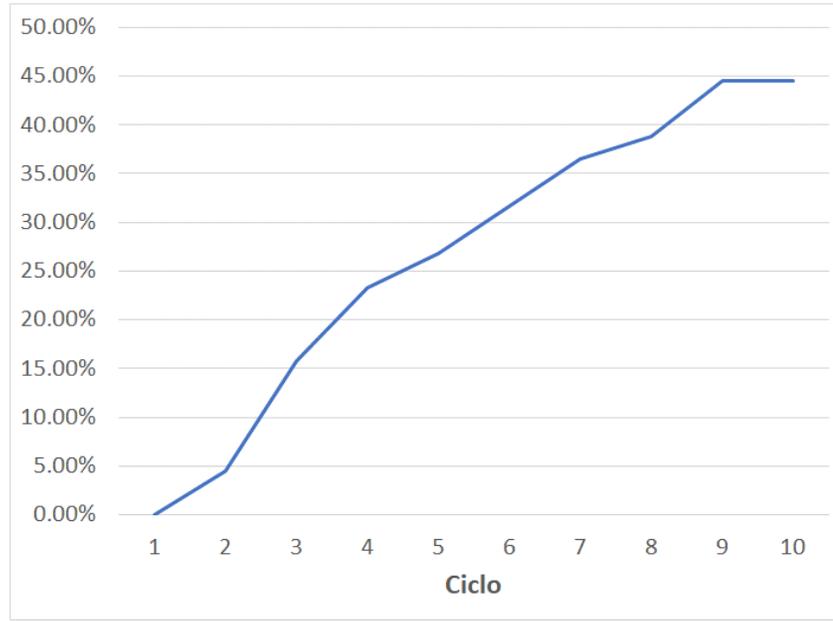
Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 17. Porcentaje promedio de alumnos sin asignaciones de las cohortes de 2013 al 2017



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 18. **Porcentaje promedio de alumnos con abandono de las cohortes de 2013 al 2017**



Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

**Apéndice 19. Pénsum de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial
del Centro Universitario de Oriente**

No.	Semestre	Código	Nombre del curso	Créditos	Prerrequisito		Tipo	
					Cursos	Créditos	Obligatorio	Optativo
1	1	017	Social Humanística 1	4			X	
2	1	348	Química General 1	3			X	
3	1	039	Deportes 1	1				X
4	1	069	Técnica Complementaria 1	3			X	
5	1	101	Matemática Básica 1	7			X	
6	1	006	Idioma Técnico 1	2				X
7	2	019	Social Humanística 2	4	017		X	
8	2	103	Matemática Básica 2	7	101		X	
9	2	147	Física Básica	5	101		X	
10	2	040	Deportes 2	1	039			X
11	2	005	Técnicas de Estudio e Investigación Complementaria 2	3			X	
12	2	008	Idioma Técnico 2	2	006			X
13	3	107	Matemática Intermedia 1	10	103		X	
14	3	150	Física 1	6	103 147		X	
15	3	018	Filosofía de la Ciencia	3	019			X
16	3	2025	Práctica Inicial	0	103		X	
17	3	009	Idioma Técnico 3	2	008			X
18	4	608	Introducción a Proyectos Gerenciales	6	107			X
19	4	112	Matemática Intermedia 2	5	107		X	
20	4	114	Matemática Intermedia 3	5	107		X	
21	4	732	Estadística 1	5	107 005		X	
22	4	073	Dibujo Técnico Mecánico	3	069	90	X	
23	4	170	Mecánica Análítica 1	5	107 150		X	
24	4	152	Física 2	6	107 150		X	
25	4	011	Idioma Técnico 4	2	009			X
26	5	022	Psicología Industrial	3		90	X	
27	5	650	Contabilidad 1	3		90	X	
28	5	662	Legislación 1	3		90	X	
29	5	734	Estadística 2	5	732		X	
30	5	090	Programación de Computadoras 1	3	732 114		X	
31	5	250	Mecánica de Fluidos	6	114 170		X	
32	5	452	Ciencia de los Materiales	5	152		X	
33	5	300	Resistencia de Materiales 1	5	114 170		X	
34	5	116	Matemática Aplicada 3	5	112 114		X	
35	5	200	Ingeniería Eléctrica 1	5	114 152		X	
36	5	700	Ingeniería Económica 1	5	732		X	
37	5	028	Ecología	5		90	X	
38	5	118	Matemática Aplicada 1	6	112 114			X

Continuación del apéndice 19.

No.	Semestre	Código	Nombre del curso	Créditos	Prerrequisito			Tipo	
					Cursos	Créditos	Obligatorio	Optativo	
39	6	660	Mercadotecnia 1	3	734			X	
40	6	658	Administración de Personal	3	022			X	
41	6	652	Contabilidad 2	3	650			X	
42	6	664	Legislación 2	3	662			X	
43	6	632	Ingeniería de Plantas	6	650	732		X	
44	6	601	Investigación de Operaciones 1	5	090			X	
45	6	390	Termodinámica 1	5	250			X	
46	6	092	Programación de Computadoras 2	4	090			X	
47	6	014	Economía 1	4			120		X
48	6	302	Resistencia de Materiales 2	5	300				X
49	6	202	Ingeniería Eléctrica 2	5	200			X	
50	6	520	Procesos de Manufactura 1	3	452			X	
51	7	656	Administración de Empresas 1	5			150	X	
52	7	654	Contabilidad 3	3	652			X	
53	7	664	Legislación 2	3	662			X	
54	7	665	Microeconomía	3	632	652 ó 700		X	
55	7	634	Ingeniería de Métodos	6	632			X	
56	7	642	Seguridad e Higiene Industrial	3	202			X	
57	7	603	Investigación de Operaciones 2	5	601			X	
58	7	667	Programación Comercial 1	5	090	632		X	
59	7	522	Procesos de Manufactura 2	3	520			X	
60	7	2036	Práctica Intermedia		658	664 632 2025	120	X	
61	8	636	Diseño para la Producción	5	634			X	
62	8	638	Controles Industriales	6	634	734		X	
63	8	642	Seguridad e Higiene Industrial	3	202			X	
64	8	001	Etica Profesional	4			200		X
65	9	799	Seminario de Investigación EPS	4			200	X	
66	9	706	Preparación y Evaluación de Proyectos 1	4	700		190	X	
67	9	640	Control de la Producción	6	601	638		X	
68	9	288	Introducción a la Evaluación de Impacto Ambiental	4			190		X
69	9	2037	Práctica Final	5	2036		200	X	
70	10	708	Preparación y Evaluación de Proyectos 2	4	706				X

	Cursos Créditos	
Obligatorios	57	247
Optativos	13	42
Total	70	289

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

Apéndice 20. Malla curricular de la carrera de Ingeniería Industrial

05



**USAC •
FACULTAD
DE INGENIERÍA**

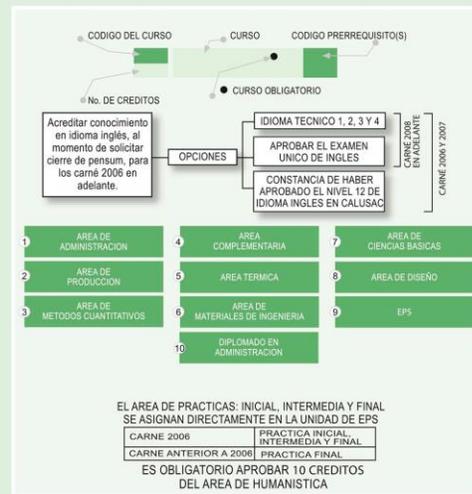
INGENIERÍA INDUSTRIAL
E INGENIERÍA INDUSTRIAL CON OPCIÓN DE
DIPLOMADO EN COMPETENCIAS GERENCIALES
Y ADMINISTRACIÓN

Ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten crear, recrear y aplicar el saber científico en la producción y en los procesos tendientes a la transformación de la materia y fuentes de energía, para beneficio del Ser Humano.

Ingeniería Industrial: Desarrolla su actividad en el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas, integrando y armonizando recursos humanos, materiales, equipo y capital, con utilización conocimientos especializados. Prepara ingenieros cuya función principal es organizar, administrar y supervisar plantas industriales; planificar y controlar la producción; investigar y desarrollar productos; controlar la calidad; analizar métodos de trabajo y otros.

La carrera de Ingeniería Industrial consta de 250 créditos, distribuidos en diez semestres. Tres áreas: Producción, Métodos cuantitativos y Administración/Economía

Teléfonos: (502) 2418-9131
www.ingenieria.usac.edu.gt



Mensaje del Decano

Estimados Amigos Universitarios

La Facultad de Ingeniería se encuentra trabajando durante varios años, en los procesos de Readección Curricular y de Acreditación Internacional de sus programas de formación. La red de estudios o pensum de estudios, debe ser sometida a un proceso dinámico de revisión, el cual debe involucrar a todos los sectores; egresados, empleadores, profesores y estudiantes, para finalmente tener profesionales con un perfil basado en las competencias.

El cumplir con el objetivo de actualizar nuestra estructura académica, significa el tener presente los compromisos de mejora de nuestras condiciones, el buscar esa mejora continua a todos los procesos, y así definir las estrategias a impulsar para tener incidencia en los cambios que demanda nuestra sociedad.

La red hoy presentada, debe tener cambios constantes, producto del consenso y de las evaluaciones serias que tenemos que fomentar a lo largo de nuestras agendas de trabajo. Cada una de las carreras o escuelas, tienen definido el objetivo y el compromiso de trabajar en búsqueda de satisfacer las necesidades del mercado y articular los conocimientos necesarios que deben conformar los diversos programas de Ingeniería

La presente red constituye en este momento su instrumento de trabajo, el esqueleto de su profesión, debemos tener presente que la misma debe ser sometida a revisión constante, y que cada uno de nosotros debe evaluar en forma objetiva a efecto de construir un mejor modelo a futuro, y tener una actualización acorde a las condiciones imperantes y a las necesidades que emanen los cambios a definir.

Bienvenidos a este reto, y a tener presente este compromiso, y caminemos juntos hacia la búsqueda constante de la calidad académica.

Saludos de su amigo,
Ing. Murphy Paiz
DECANO

Apéndice 21. **Matriz de coherencia –consistencia– sistematización**

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Faltencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
ESPECÍFICOS	No se conoce el grado de avance de la relación entre los "cursos y créditos programados" y los obtenidos.	¿Cuál es el grado de avance de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en relación a los "cursos- créditos programados" respecto a los obtenidos de acuerdo a la malla curricular?	Identificar el comportamiento de la trayectoria académica, por medio del análisis gráfico y de estadísticas asociadas, que permitan la comparación entre lo programado y obtenido de acuerdo a la malla curricular.	Investigación descriptiva, experimental y transversal, buscando medir el grado de avance de los estudiantes que pertenecen a una cohorte a lo largo de su vida académica. La unidad de análisis es la cohorte y se considera poblacional. El diseño de la investigación será desviación realizado, creando un índice de razón para describir el avance con atraso, reprobados es de con forme y con adelantado, respecto	En resumen, de acuerdo a lo observado en las cohortes de los años 2013 al 2017, se tiene que: El promedio general de calificación es de 62.27, con una desviación estándar de 19.83 puntos. El promedio de aprobación es de 71.61, con una desviación estándar de 9.02 puntos. El promedio de reprobados es de 37.06, con una desviación	De la trayectoria académica de los estudiantes indicados en el gráfico se asignan cursos de las cohortes, para hacer las comparaciones entre el programa de estudios y los resultados obtenidos. El 72.98 % de los estudiantes que se asignan cursos de las cohortes, para hacer las comparaciones entre el programa de estudios y los resultados obtenidos, se adelantaron para detectar diferencias y asociar las causas y circunstancias que las originan.	Seguir identificando el comportamiento de la trayectoria académica de las cohortes, para hacer las comparaciones entre el programa de estudios y los resultados obtenidos.

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
				<p>al semestre que estándar de 19.08 debe cursar de puntos. acuerdo a la en promedio, cohorte a la cual aprueban los cursos el 72.98 % de los alumnos y pertenece. índice < 1, atraso; los reprobaban el índice = 0, avance > 27.02 %. conforme; índice > Existe una 1, adelanto de concentración de acuerdo a la malla de notas en el intervalo de 61 a 70 puntos, con un 38.15 % de estas; comprensión de entre 71 y 100 comportamiento puntos está el académico de las 22.87 % y, por cohortes que último, el 27.02 % soportaría la toma de los estudiantes de decisiones en tienen notas reprobatorias, es relación a estas. decir, menores a 60 puntos.</p> <p>Al hacer un análisis del rango de notas entre 61 y 70, se tiene una media de 64.67 y el intervalo de confianza de 95 % se encuentra entre</p>			

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					<p>64.54 y 64.80 puntos. El momento más importante de aprobación es el examen final con un 72.39 % de los aprobados, la Escuela de Vacaciones con un 8.41 % y la Equivalencia con un 4.01 %, esta última corresponde en su mayoría a los cursos aprobados en la Facultad de Ingeniería; ambas con el 12.42% de los aprobados. En relación a los cursos que más se repiten: .1. Los 10 cursos que con mayor frecuencia pierden</p>		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falcencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					los alumnos, sin importar el ciclo académico: Matemática Básica 1, Física Básica 1, Matemática Básica 2, Química General 1, Física 1, Matemática Intermedia 1, Mecánica Analítica 1, Física 2, Idioma		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					<p>Técnico 1 e Ingenier ía Económ ica 1. 2. Tomand o en conside ración el ciclo académ ico, los cursos que más se repite n son: ciclo 1, Matem ática Interme dia 1; ciclo 2, Física Básica; ciclo 3, Física 1; ciclo 4, Mecáni ca</p>		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					Analítica 1; ciclo 5, Ingeniería Económica 1; ciclo 6, Termodinámica 1; ciclo 7, Ingeniería de Métodos 8, Control Industriales, ciclo 9, Práctica Final y por último, Preparación y Evaluación de Project		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					<p>os 2, en el ciclo 10. Los cinco cursos que aparecen en ambas listas son: Matemática Básica 1, Física Básica 1, Física 1, Mecánica Analítica 1 e Ingeniería Económica 1.</p> <p>Los ciclos con mayores índices de repetencia son el segundo,</p>		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					tercero y quinto ciclo.		
	No se sabe cuál es el desfase entre los "cursos y créditos programados" y los obtenidos.	¿Cuál es la diferencia entre el avance académico programado de los estudiantes en relación al obtenido de acuerdo a la malla curricular?	Medir en forma relativa el desfase entre el avance académico programado y el obtenido por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, de acuerdo a la malla curricular, a través de un índice establecido usando una diferencia de proporciones, que calcule de forma porcentual esta desigualdad, para su mejor comprensión.	Esta investigación utiliza el método descriptivo, es no experimental y también es transversal. Consiste en medir el desfase que se va produciendo por semestre de entre los intervalos de la Ingeniería Industrial, de acuerdo a la malla curricular, establecido en la malla curricular. La unidad de análisis es la cohorte y se considera poblacional. Para el diseño de la investigación se usará un índice de razón, para	En promedio el 28.87 % de los asignados a cursos, 57.20 % se atrasa, 6.53 % va en tiempo y el 7.10 % abandona, el 1.37 % adelanta cursos. Los intervalos de confianza al 95% relacionados con el avance académico son: .1. Entre el 2.49 y 10.19 % se adelantaron. .2. Entre el 49.06 y el 68.11	El desfase relativo, en promedio, entre el avance académico sobre la trayectoria programada y obtenido por las cohortes de Ingeniería Industrial, de acuerdo a lo establecido en la malla curricular, por medio de asignaciones y el 57.50 % se atrasan en este trabajo, y evaluar la elaboración de otros que permitan medir de mejor manera las discrepancias, para su mejor comprensión y de esta manera, mejorar el apoyo a los estudiantes, entre estos facilitar la inscripción en las escuelas de vacaciones del Centro Universitario de Oriente y la Facultad de Ingeniería.	Continuar midiendo en forma relativa el desfase entre el avance académico programado y obtenido por las cohortes de Ingeniería Industrial, de acuerdo a lo establecido en la malla curricular, por medio de asignaciones y el 57.50 % se atrasan en este trabajo, y evaluar la elaboración de otros que permitan medir de mejor manera las discrepancias, para su mejor comprensión y de esta manera, mejorar el apoyo a los estudiantes, entre estos facilitar la inscripción en las escuelas de vacaciones del Centro Universitario de Oriente y la Facultad de Ingeniería.

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
				<p>describir el avance con atraso, conforme y con adelanto, respecto al semestre que debe cursar de acuerdo a la cohorte a la cual pertenece.</p> <p>índice < 1, atraso; índice = 0, avance conforme; índice > 1, adelanto de acuerdo a la malla curricular.</p>	<p>% se atrasan. Hasta un 13.38 % van conforme el plan de estudio</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p>		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					<p>o, confort me estos van pasand o. .5. Entre un 15.35 y 37.93 % de los estudios ntes abando nan sus estudio s. .6. Entre el 6.09 y 14.40 % de los estudios ntes, cierran confort me lo estable cido. Los ciclos que menos adelantan</p>		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
					<p>En los cursos los alumnos son del quinto al séptimo. El ciclo en el cual más se atrasan los alumnos, es el segundo, hasta un 80 % de ellos. Arriba del 50 % de los alumnos, se atrasan el primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo ciclo. Entre el tercero y noveno ciclo, menos del 5 % de los estudiantes van conforme al plan de estudios. En el quinto ciclo, hasta un 5 % de los estudiantes no se asignan cursos. Para el décimo ciclo, hasta un 45 % de los estudiantes abandonan el programa de estudios.</p>		

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
GENERAL	No se conoce el comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro	¿Cuál es el comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario	Describir el comportamiento del avance académico de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de la	del tiempo que ha durado la pandemia de covid-19, empezando en marzo de 2019 y estos semestres se compararán entre los semestres de las cohortes que no estuvieron vigentes en la referida pandemia. Se pretende encontrar diferencias y establecer similitudes.	cohortesEl momento másSe debe continuar	El momento másSe debe continuar	Se debe continuar

Continuación del apéndice 21.

ELEMENTOS	PROBLEMA ESTADÍSTICO (Falencias de conocimiento)	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ¿Qué se hará? ¿Cómo se hará? ¿Para qué se hará?	METODOLOGÍA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
				<p>semestre en trescuadro al grupo de programa y se estudiantes, los demostró que se atrasan, los existieron diferencias que van conforme a las calificaciones y los que se las calificaciones adelantaron con las calificaciones en respecto a las clases presenciales y virtuales, teniendo estas estudios.</p> <p>Se buscará más alta; además de detectar el promedio de diferencias y estudiantes que similitudes entre ellos prueban los comportamientos de las distintas cohortes, en especial con aquellas que estuvieron vigentes desde marzo de 2020 hasta el segundo semestre de 2021 y las que no.</p>	<p>al grupo de programa y se estudiantes, los demostró que se atrasan, los existieron diferencias que van conforme a las calificaciones y los que se las calificaciones adelantaron con las calificaciones en respecto a las clases presenciales y virtuales, teniendo estas estudios.</p> <p>Se buscará más alta; además de detectar el promedio de diferencias y estudiantes que similitudes entre ellos prueban los comportamientos de las distintas cohortes, en especial con aquellas que estuvieron vigentes desde marzo de 2020 hasta el segundo semestre de 2021 y las que no.</p>		

Fuente: elaboración propia, realizado con Excel.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de plagscan.com del trabajo de graduación

Enlace para compartir el resultado de PlagScan.com:

<https://www.plagscan.com/doc?146593892&sharekey=jlgbHqNatVLh0ODdnqrZ>

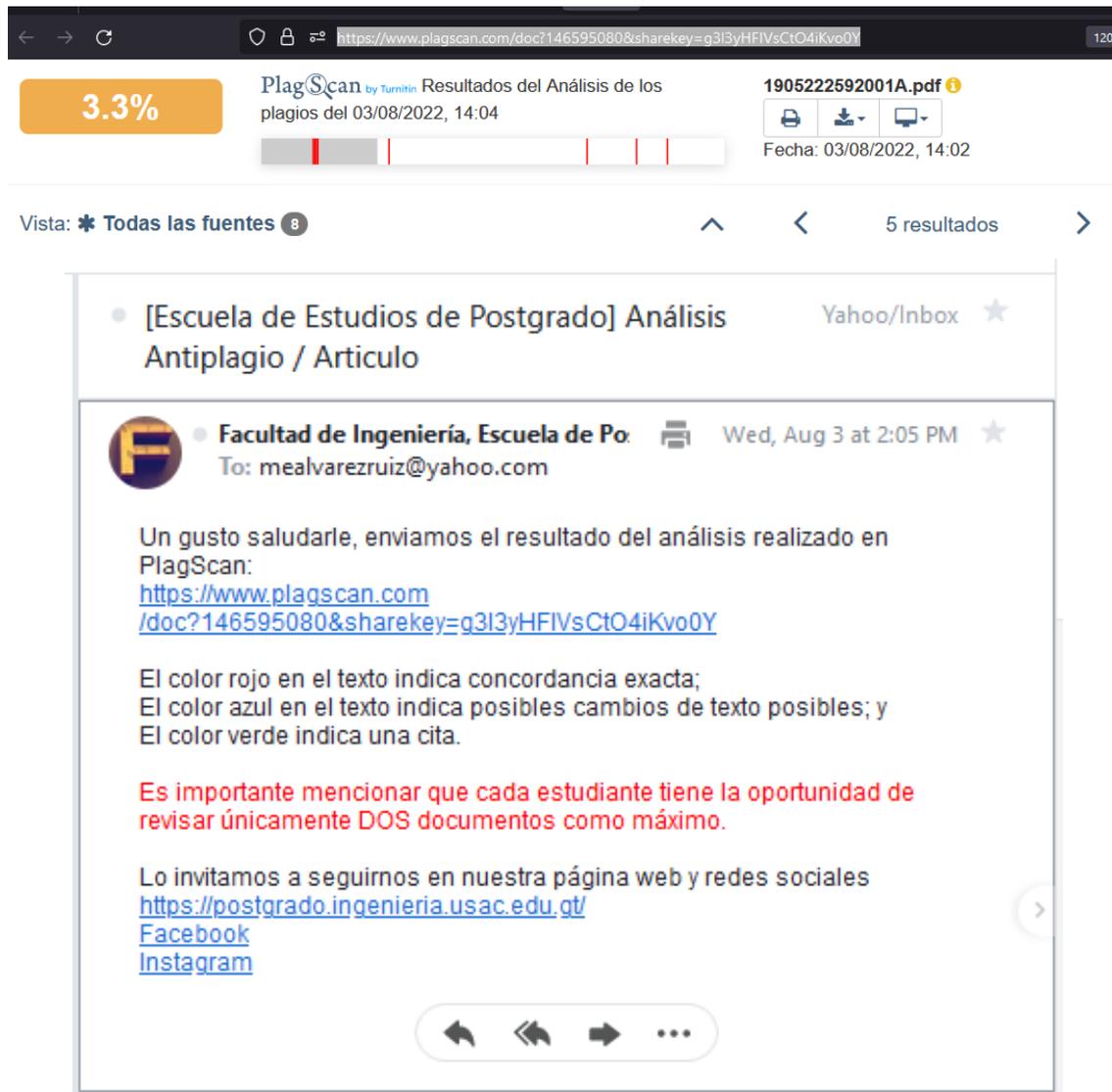
The image shows a screenshot of a web browser displaying a PlagScan report. The report header shows a 4.6% similarity score for a document titled '1905 22259 2001.pdf' analyzed on 03/08/2022 at 13:00. Below the report, there is a screenshot of an email from the 'Facultad de Ingeniería, Escuela de Postgrado' (Faculty of Engineering, Postgraduate School) sent to mealvarezruiz@yahoo.com on Wednesday, August 3 at 1:11 PM. The email content includes a greeting, the PlagScan report link, instructions on how to interpret the report's color coding (red for exact matches, blue for possible changes, green for quotes), a reminder to review only two documents, and contact information for the faculty's website and social media (Facebook and Instagram).

Fuente: PlagScan con información de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de la Facultad de Ingeniería.

Anexo 2. Resultado de plagscan.com del artículo científico

Enlace para compartir el resultado de PlagScan.com:

<https://www.plagscan.com/doc?146595080&sharekey=g3l3yHFIVsCtO4iKvo0Y>



The image shows a browser window displaying a PlagScan report. The report header indicates a 3.3% similarity rate for a document titled '1905222592001A.pdf' analyzed on 03/08/2022 at 14:04. Below the report, an email notification is shown from the 'Facultad de Ingeniería, Escuela de Postgrado' to 'mealvarezruiz@yahoo.com' on Wednesday, August 3 at 2:05 PM. The email content includes a greeting, the PlagScan link, instructions on how to interpret the report's color coding (red for exact matches, blue for possible text changes, green for citations), and a note that students can only check up to two documents. It also includes links to the faculty's website, Facebook, and Instagram.

Fuente: PlagScan con información de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de la Facultad de Ingeniería.

Anexo 3. **Carta de aprobación del asesor del trabajo de graduación**

Guatemala, agosto de 2022.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INDICADORES DE LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DE LAS COHORTES DE LOS AÑOS 2013 AL 2017 DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" del estudiante Manuel Eduardo Alvarez Ruiz del programa de Maestría en Artes en Estadística Aplicada, identificado con número de carné: 1905 22259 2001.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Alejandro José Linares Díaz, Ph. D
Doctor en Investigación
Maestro en Educación Ambiental
Licenciado Zootecnista, Col. 937

Ph.D. Alejandro José Linares Díaz
Licenciado Zootecnista
Colegiado No. 937
Asesor de Tesis

Fuente: asesor del trabajo de graduación.

Anexo 4. Ficha de seguimiento del artículo científico del asesor



ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

<https://postgrado.ingenieria.usac.edu.gt>

ÁREA DE PROTOCOLOS
Y TRABAJOS DE GRADUACIÓN

FICHA DE SEGUIMIENTO PARA ARTÍCULO

DATOS GENERALES Y APROBACIÓN DEL ASESOR

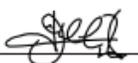
DATOS DEL ESTUDIANTE

<input type="text" value="Manuel Eduardo Alvarez Ruiz"/> NOMBRE DEL ESTUDIANTE	<input type="text" value="1905 22259 2001"/> NÚMERO DE CARNÉ
<input type="text" value="Maestría en Estadística Aplicada"/> PROGRAMA	<input type="text" value="2021"/> AÑO DE INGRESO
<input type="text" value="mealvarezruiz@yahoo.com"/> CORREO ELECTRÓNICO	<input type="text" value="55168837"/> TELÉFONO

TÍTULO DEL TRABAJO

Análisis estadístico de los indicadores de la trayectoria académica de las cohortes de los años 2013 al 2017 de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

APROBACIÓN DEL ASESOR (A)

<input type="text" value="Ph.D. Alejandro José Linares Díaz"/> NOMBRE DEL ASESOR (A)	<input type="text" value="29 de julio de 2022"/> FECHA DE APROBACIÓN
 FIRMA DEL ASESOR (A)	
Alejandro José Linares Díaz, Ph. D. Doctor en Investigación Maestro en Educación Ambiental Licenciado Zootecnista, Col. 937	

APROBACIÓN DEL REVISOR (A)

<input type="text" value="Dr. Aura María Rodríguez Pérez de Peña"/> NOMBRE DEL REVISOR (A)	<input type="text" value="8 de agosto de 2022"/> FECHA DE APROBACIÓN
 FIRMA DEL REVISOR (A)	

REVISIÓN DEL COORDINADOR (A)

<input type="text"/> NOMBRE DEL COORDINADOR (A)	<input type="text"/> FECHA DE APROBACIÓN
 FIRMA DEL COORDINADOR (A)	

Continuación del anexo 4.



ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

<https://postgrado.ingenieria.usac.edu.gt>

ÁREA DE PROTOCOLOS
Y TRABAJOS DE GRADUACIÓN

FICHA DE SEGUIMIENTO PARA ARTÍCULO

REVISIÓN PARA PUBLICACIÓN

NOMBRE DEL (A) REPRESENTANTE DEL CONSEJO EDITORIAL

FECHA DE RECEPCIÓN

- | | | | | |
|---|--|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1ERA DE REVISIÓN | <input type="checkbox"/> 2DA DE REVISIÓN | <input type="checkbox"/> 3RA DE REVISIÓN | <input type="checkbox"/> 4TA DE REVISIÓN | <input type="checkbox"/> 5TA DE REVISIÓN |
| <input type="checkbox"/> CORRECCIONES | <input type="checkbox"/> CORRECCIONES | <input type="checkbox"/> CORRECCIONES | <input type="checkbox"/> CORRECCIONES | <input type="checkbox"/> CORRECCIONES |

FECHA DE APROBACIÓN

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> APROBADO PARA GRADUACIÓN | <input type="checkbox"/> APROBADO PARA CONSEJO EDITORIAL |
|---|--|

FIRMA DEL (A) REPRESENTANTE

RECEPCIÓN DE ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Fuente: asesor del trabajo de graduación.

Anexo 5. Observaciones del docente-revisora(a) del trabajo de graduación





**ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO**
FACULTAD DE INGENIERÍA

<https://postgrado.ingenieria.usac.edu.gt>

**ÁREA DE PROTOCOLOS
Y TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

**OBSERVACIONES DEL DOCENTE-REVISOR(A)
TRABAJOS DE GRADUACIÓN Y TESIS**

REVISIÓN NO.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE

PROGRAMA

FECHA DE REVISIÓN

NÚMERO DE CARNE

SI NO
REPORTE ANTIPLAGIO PORCENTAJE APROBADO

ASPECTOS A EVALUAR	APROBADO	NO APROBADO	OBSERVACIONES
1. Índice de ilustraciones	X		
2. Índice de tablas	X		
3. Lista de símbolos	X		
4. Glosario	X		
5. Resumen	X		
6. Planteamiento del problema	X		
7. Objetivos	X		
8. Hipótesis	N/A		
9. Resumen del marco metodológico	X		
10. Introducción	X		
11. Marco teórico	X		
12. Desarrollo de la investigación	X		
13. Presentación de resultados	X		
14. Discusión de resultados	X		
15. Conclusiones	X		
16. Recomendaciones	X		
17. Bibliografía y referencias	X		
18. Anexos	X		
19. Ortografía y redacción	X		
20. Agradecimientos y/o acto que dedico	X		

Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, aprobado en el punto sexto, inciso 6.10 del A cta 04-2014 de sesión celebrada el 06 de febrero de 2014.

OTRAS OBSERVACIONES
Se incluye el marco referencial.

APROBADO

APROBADO CON MODIFICACIONES

NO APROBADO


FIRMA DEL (A) REPRESENTANTE

Dr. Aura María Rodríguez Pérez de Peña

NOMBRE DEL REVISOR(A)

Ciudad Universitaria, zona 12. Edificio 5-11, primer

(502) 2418-9142

protocolos.tesis_rep@ing.usac.edu.gt

Fuente: docente revisor del trabajo de graduación.