

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SOLUCIÓN ANALÍTICA PARA PLAN DE DIFUSIÓN Y AUMENTO DE  
POSTULACIONES EN UNIVERSIDAD PERTENECIENTE AL SISTEMA ÚNICO DE  
ADMISIÓN**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**MATÍAS ANDRÉS NÚÑEZ MALDONADO**

PROFESOR GUÍA:

ERICK MÉNDEZ GUZMÁN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

ALEJANDRA PUENTE CHANDÍA

CAROLINA SEGOVIA RIQUELME

SANTIAGO DE CHILE

2018

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial  
**POR:** Matías Andrés Núñez Maldonado  
**FECHA:** 23/01/2018  
**PROFESOR GUÍA:** Erick Méndez G.

## **SOLUCIÓN ANALÍTICA PARA PLAN DE DIFUSIÓN Y AUMENTO DE POSTULACIONES EN UNIVERSIDAD PERTENECIENTE AL SISTEMA ÚNICO DE ADMISIÓN**

La educación superior chilena ha permitido el desarrollo de profesionales en un entorno que se vuelve más competitivo, tanto en la educación como en el mundo laboral. Las universidades forman un rol principal en esta arista ya que contemplan más del 50% del mercado de la educación superior, lo que hace que cada vez haya una mayor competencia por la obtención de más alumnos inscritos en la universidad. Sobre todo, para aquellas universidades adscritas al Sistema Único de Admisión. Dentro de las medidas que han tomado las universidades para poder competir entre ellas y tener más alumnos inscritos, está la realización de campañas de difusión física que involucran distintas actividades a realizar en los colegios que estimen convenientes. Es posible que un aumento en 1% en postulaciones, logre generar beneficios por sobre los 61 millones de pesos, generando una justificación económica para realizar dichas actividades.

De esta manera, los objetivos de la presente memoria se centran en la posibilidad de incorporar soluciones analíticas, como lo es la creación de un motor de recomendaciones para el proceso de difusión física mediante el perfilamiento de colegios y la asignación óptima de actividades en busca de ayudar a quién, qué y cuándo hacer dicha acción para impactar en las postulaciones.

Para lograr los objetivos se desarrollan 8 conglomerados de colegios con el fin de hacer una imputación de datos sobre aquellos que no se les ha realizado actividades de difusión física. La segmentación se realiza a través del método K-means, diferenciados principalmente por atributos socioeconómicos, dependencia y puntaje PSU ponderado de los colegios. De esta manera se logra ejecutar 2 modelos de optimización para incrementar la cantidad de postulaciones a la universidad en estudio, uno que mide el impacto individual de las actividades agregando temporalidad y el segundo el efecto de actividades cruzadas sin temporalidad.

El resultado del primer modelo permite aumentar en 2.166 la cantidad de postulaciones, lo que significa un aumento económico de 30% en rentabilidad para la universidad de estudio. Con respecto al segundo modelo, se logra incrementar en 1.233 los alumnos postulantes, logrando que la universidad rente 17% más que lo obtenido el año 2016. Debido, a que se trabaja con datos imputados se realiza un análisis de sobreestimación y subestimación que concluyen que en ambos casos los modelos siguen entregando resultados convenientes para la universidad.

Esta memoria permite utilizar los recursos existentes de la universidad para generar una propuesta de valor adecuada que busca incrementar la rentabilidad proveniente de actividades de difusión física. No obstante, se proponen sugerencias de trabajos futuros que se podrían abordar para complementar el presente estudio.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi mamá y papá por ser los pilares fundamentales que he tenido desde siempre y junto con mis hermanos Pablo, Cris y Seba todos me han apoyado, se han preocupado, me dan ánimos y me motivan siempre. Fue un proceso largo y muy difícil, sin ellos sería imposible haber llegado hasta aquí.

Gracias a mi meme, tata y tita que me brindan un apoyo incondicional día a día y me dan ánimos para seguir adelante y perseverar cada vez más.

A mis tíos y tías que siempre han estado para mí, se han preocupado y siempre dan pura felicidad y alegría.

A mi polola, Vale, que ha estado conmigo desde el comienzo de mi vida universitaria y ha sido un pilar fundamental, que me ha dado su apoyo incondicional y me ayuda a perseverar en cada meta que me propongo.

A la Peña que llegó a nosotros por casualidades de la vida y me alegra el día a día.

A mis amigos del colegio y de la u que me han apoyado en cada paso que he dado, compartiendo buenos momentos y siempre me han dado ánimo en las cosas que hago.

Tengo la fortuna de que me tocó una familia unida, llena de puro cariño y gracias a ellos estoy a un paso de terminar mi etapa universitaria y a otro paso de entrar al mundo como un profesional.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1. ANTECEDENTES GENERALES</b> .....	<b>2</b>
1.1 Características de la empresa .....	2
1.2 Mercado .....	3
1.3 Desempeño organizacional.....	3
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>9</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
4.1 Objetivo general .....	10
4.2 Objetivos específicos .....	10
<b>5. ALCANCES</b> .....	<b>11</b>
<b>6. RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	<b>11</b>
<b>7. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>12</b>
7.1 Métodos de clasificación .....	12
7.1.1 K-Means .....	12
7.1.2 Fuzzy C- Means (FCM) .....	14
7.2 Validación de clúster .....	15
7.2.1 Medida de cohesión .....	15
7.2.2 Medida de separación .....	15
7.3 Modelo de optimización .....	15
<b>8. METODOLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
<b>9. DESARROLLO METODOLÓGICO</b> .....	<b>17</b>
9.1 Selección de variables .....	17
9.2 Tratamiento de datos .....	19
9.3 Análisis descriptivo.....	21
9.4 Segmentación .....	27
9.4.1 K-Means .....	28
9.4.2 Fuzzy C – Means.....	34
9.5 Modelo de optimización .....	35
9.5.1 Planteamiento.....	35
9.5.2 Datos del modelo.....	37
9.5.3 Resultados del modelo de actividades individuales con temporalidad.....	38
9.5.4 Resultados modelo de actividades cruzadas .....	57
<b>10. CONCLUSIONES</b> .....	<b>72</b>
<b>11. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>76</b>

<b>12. TRABAJO FUTURO.....</b>	<b>76</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>78</b>
<b>14. ANEXOS.....</b>	<b>79</b>
14.1 Universidades adscritas al Sistema Único de Admisión .....	79
14.2 Datos universidad en estudio .....	79
14.3 Costos actividades de difusión.....	83
14.4 Coordinadores de actividades de difusión .....	83
14.5 Tratamiento de datos .....	84
14.6 Resultados segmentación, método K-Means .....	85
14.7 Resultados segmentación.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos universidad en estudio .....	7
Tabla 2: Datos colegios .....	17
Tabla 3: Actividades de difusión.....	18
Tabla 4: Datos actividades de difusión.....	18
Tabla 5: Datos postulantes y matriculados .....	18
Tabla 6: Datos de colegios, modelo de optimización .....	19
Tabla 7: Variables matriz de correlación .....	20
Tabla 8: Resumen de datos antes de normalización .....	20
Tabla 9: Resumen de datos normalizados .....	21
Tabla 10: Análisis descriptivo de colegios.....	21
Tabla 11: Total actividades de difusión .....	23
Tabla 12: Conversión de actividades por semestre .....	24
Tabla 13: Cantidad de actividades cruzadas .....	26
Tabla 14: Combinación de actividades cruzadas .....	27
Tabla 15: Descripción segmentos .....	28
Tabla 16: Actividades y postulaciones por clúster .....	29
Tabla 17: Cantidad de actividades por clúster .....	32
Tabla 18: Cantidad de alumnos tocados por actividad en clúster .....	33
Tabla 19: Promedio de conversión de actividad por clúster.....	33
Tabla 20: Actividades por semestre .....	34
Tabla 21: Cantidad y grados de pertenencia de clústers por Fuzzy c – means.....	34
Tabla 22: Cantidad de actividades modelo individual .....	38
Tabla 23: Resultado por actividad y clúster, modelo individual.....	39
Tabla 24: Resumen resultado modelo individual .....	41
Tabla 25: Resumen de balances año 2016 de universidad .....	42
Tabla 26: Análisis económico modelo individual.....	43
Tabla 27: Cantidad de actividades, 20 % menos tocados, imputación modelo individual .....	44
Tabla 28: Resultado por actividad y clúster, 20% menos en imputaciones tocadas modelo individual .....	44
Tabla 29: Cantidad de actividades, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual .....	46

Tabla 30: Resultado por actividad y clúster, 20% menos imputaciones conversión modelo individual .....	46
Tabla 31: Comparación cantidad actividades, sobreestimación modelo individual .....	48
Tabla 32: Comparación colegios, toques y postulaciones, sobreestimación modelo individual .....	48
Tabla 33: Comparación matrículas, sobreestimación modelo individual .....	49
Tabla 34: Comparación rentabilidad, sobreestimación modelo individual .....	49
Tabla 35: Comparación aumento porcentual, sobreestimación modelo individual .....	50
Tabla 36: Cantidad actividades, 20% más imputación toques, subestimación modelo individual .....	51
Tabla 37: Resultado por actividad y clúster, 20% más imputaciones toques subestimación, modelo individual.....	51
Tabla 38: Cantidad de actividades, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo individual.....	53
Tabla 39: Resultados por actividad y clúster, 20% más imputaciones conversión, modelo individual .....	53
Tabla 40: Comparación cantidad de actividades, subestimación modelo individual.....	55
Tabla 41: Comparación colegios, toques y postulaciones, subestimación modelo individual .....	55
Tabla 42: Comparación matrículas, subestimación modelo individual.....	56
Tabla 43: Comparación rentabilidad, subestimación modelo individual.....	56
Tabla 44: Comparación aumento porcentual, subestimación modelo individual .....	56
Tabla 45: Cantidad de actividad, modelo cruzado .....	57
Tabla 46: Resultados por actividad y clúster, modelo cruzado .....	57
Tabla 47: Análisis económico modelo cruzado .....	60
Tabla 48: Cantidad de actividades, 20% menos imputaciones toques, modelo cruzado .....	61
Tabla 49: Resultados por actividad y clúster, 20% menos imputaciones toques, sobreestimación modelo cruzado.....	61
Tabla 50: Cantidad de actividades, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado.....	62
Tabla 51: Resultados por actividad y clúster, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado.....	63
Tabla 52: Comparación cantidad de actividades, sobreestimación modelo cruzado.....	64
Tabla 53: Comparación colegios, alumnos tocados y postulaciones, sobreestimación modelo cruzado .....	65
Tabla 54: Comparación matrículas, sobreestimación modelo cruzado.....	65
Tabla 55: Comparación rentabilidad, sobreestimación modelo cruzado.....	66
Tabla 56: Comparación aumento porcentual, sobreestimación modelo cruzado .....	66
Tabla 57: Cantidad de actividades, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo cruzado.....	67
Tabla 58: Resultados actividades y clúster, 20% más imputaciones toques subestimación modelo cruzado .....	67
Tabla 59: Cantidad de actividades, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado .....	68
Tabla 60: Resultados actividades y clúster, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado .....	69
Tabla 61: Comparación actividades subestimación, modelo cruzado .....	70

Tabla 62: Comparación colegios, alumnos tocados y postulaciones, subestimación modelo cruzado .....	70
Tabla 63: Comparación matrículas, subestimación modelo cruzado .....	71
Tabla 64: Comparación rentabilidad, subestimación modelo cruzado .....	71
Tabla 65: Comparación aumento porcentual, subestimación modelo cruzado .....	72
Tabla 66: : Universidades adscritas al Sistema Único de Admisión .....	79
Tabla 67: Carreras, matrículas, aranceles y vacantes de sedes en Santiago .....	79
Tabla 68: Carreras, matrículas, aranceles y vacantes de sede en Viña del Mar .....	81
Tabla 69: Carreras, matrículas, aranceles y vacantes de sede en Concepción .....	82
Tabla 70: Estado resultado, rentabilidad .....	83
Tabla 71: Costos actividades de difusión .....	83
Tabla 72: Información coordinadores por actividad .....	83
Tabla 73: Máximo de actividades dado coordinadores .....	84
Tabla 74: Eliminación de datos .....	84
Tabla 75: Correlación inicial .....	85
Tabla 76: Correlación final .....	85
Tabla 77: Centros de clústers según variable .....	85
Tabla 78: Medida de cohesión de clústers (WSS) .....	86
Tabla 79: Medida de separación de clústers (BSS) .....	86
Tabla 80: Charla, semestre 1 .....	86
Tabla 81: Charla, semestre 2 .....	87
Tabla 82: Charla: semestre 1 y 2 (individual) .....	87
Tabla 83: Charla, semestre 1 y 2 .....	87
Tabla 84: Ensayo PSU, semestre 1 .....	88
Tabla 85: Ensayo PSU, semestre 2 .....	88
Tabla 86: Ensayo PSU, semestre 1 y 2 (individual) .....	88
Tabla 87: Ensayo PSU, semestre 1 y 2 .....	89
Tabla 88: Feria, semestre 1 .....	89
Tabla 89: Feria, semestre 2 .....	89
Tabla 90: Feria, semestre 1 y 2 (individual) .....	90
Tabla 91: Feria, semestre 1 y 2 .....	90
Tabla 92: Foro, semestre 1 .....	90
Tabla 93: Foro, semestre 2 .....	91
Tabla 94: Foro, semestre 1 y 2 (individual) .....	91
Tabla 95: Foro, semestre 1 y 2 .....	91
Tabla 96: Stand, semestre 1 .....	92
Tabla 97: Stand, semestre 2 .....	92
Tabla 98: Stand, semestre 1 y 2 (individual) .....	92
Tabla 99: Stand, semestre 1 y 2 .....	93
Tabla 100: Taller, semestre 1 .....	93
Tabla 101: Taller, semestre 2 .....	93
Tabla 102: Taller, semestre 1 y 2 (individual) .....	94
Tabla 103: Taller, semestre 1 y 2 .....	94
Tabla 104: Test, semestre 1 .....	94
Tabla 105: Test, semestre 2 .....	95
Tabla 106: Test, semestre 1 y 2 (individual) .....	95
Tabla 107: Test, semestre 1 y 2 .....	95
Tabla 108: Visita, semestre 1 .....	96

Tabla 109: Visita, semestre 2 .....	96
Tabla 110: Visita, semestre 1 y 2 (individual).....	96
Tabla 111: Visita, semestre 1 y 2 .....	97

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Organigrama alta gerencia [1] .....	2
Ilustración 3: Histograma.....	14
Ilustración 2: Boxplot .....	14
Ilustración 4: Gráfica metodología.....	16

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolución de matrícula de pregrado .....	5
Gráfico 2: Evolución matrículas de universidades inscritas en el SUA .....	6
Gráfico 3: Distribución colegios según dependencia .....	7
Gráfico 4: Ganancia en rentabilidad (nueva – actual) .....	8
Gráfico 5: Regiones principales de actividades realizadas .....	22
Gráfico 6: Alumnos por actividad .....	23
Gráfico 7: Tasa de conversión por dependencia.....	24
Gráfico 8: Tasa de conversión por puntaje ponderado .....	25
Gráfico 9: Postulaciones de acuerdo a dependencia .....	25
Gráfico 10: Postulaciones de actividades individuales.....	26
Gráfico 11: Postulaciones de actividades cruzadas .....	27
Gráfico 12: Determinar cantidad de clusters .....	28
Gráfico 13: Actividades por semestre modelo individual.....	38
Gráfico 14: Postulaciones por clúster, modelo individual.....	41
Gráfico 15: Postulaciones por actividad, modelo individual .....	41
Gráfico 16: Actividades por semestre, 20% menos tocados, imputación modelo individual .....	44
Gráfico 17: Postulaciones por clúster, 20% menos imputaciones toques modelo individual .....	45
Gráfico 18: Postulaciones por actividad, 20% menos imputaciones por toques modelo individual .....	45
Gráfico 19: Actividades por semestre, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual .....	46
Gráfico 21: Postulaciones por actividad, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual .....	47
Gráfico 20: Postulaciones por clúster, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual .....	47
Gráfico 22: Actividades por semestre, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo individual.....	51
Gráfico 24: Postulaciones por actividad, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo individual.....	52
Gráfico 23: Postulaciones por clúster, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo individual.....	52

Gráfico 25: Actividades por semestre, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo individual.....	53
Gráfico 27: Postulaciones por actividad, 20% más imputaciones conversión, modelo individual .....	54
Gráfico 26: Postulaciones por clúster, 20% más imputaciones conversión, modelo individual .....	54
Gráfico 29: Postulaciones por actividad, modelo cruzado .....	59
Gráfico 28: Postulaciones por clúster, modelo cruzado .....	59
Gráfico 31: Postulaciones por actividad, modelo cruzado 20% menos imputaciones toque sobreestimación .....	62
Gráfico 30: Postulaciones por clúster, modelo cruzado 20% menos imputaciones toque sobreestimación .....	62
Gráfico 33: Postulaciones por actividad, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado.....	64
Gráfico 32: Postulaciones por clúster, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado.....	64
Gráfico 34: Postulaciones por clúster, modelo cruzado 20% más imputaciones toques, subestimación modelo cruzado .....	68
Gráfico 35: Postulaciones por actividad, modelo cruzado 20% más imputaciones toques, subestimación modelo cruzado .....	68
Gráfico 36: Postulaciones por clúster, modelo cruzado 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado .....	69
Gráfico 37: Postulaciones por actividad, modelo cruzado 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado .....	69

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1 Características de la empresa

La memoria se desarrolla en la empresa Penta Analytics, que brinda soluciones analíticas apuntando a mejorar resultados comerciales y la eficiencia operacional de sus clientes. Dentro de las industrias en las que se desempeña se encuentra: retail, proveedores, educación y minería – utilities.

Misión de Penta Analytics:

*“Mejorar los resultados económicos de nuestros clientes a través de la implementación de soluciones analíticas – integradas a sus sistemas y con seguimiento de resultados en tiempo real – para el apoyo efectivo a la toma de decisiones.” [1]*

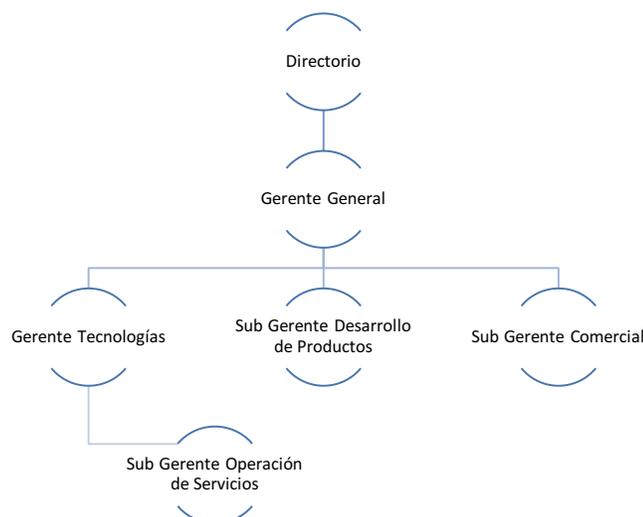
Visión de Penta Analytics:

*“Ser una empresa líder en soluciones analíticas innovadoras a nivel Latinoamérica, buscando ser la primera alternativa para nuestros clientes y exigiéndonos continuamente en mejorar su rentabilidad.” [1]*

Destaca la importancia de brindar soluciones analíticas, teniendo en cuenta la necesaria integración de su desarrollo con el sistema de sus clientes. Para ello se preocupan de realizar un trabajo de rigor y diseñado con creatividad para una implementación de solución de acuerdo a los niveles que Penta Analytics estima conveniente.

La organización cuenta con diversos profesionales que se encargan de la realización de actividades claves que buscan posicionarla como la primera alternativa para sus clientes. En la *ilustración 1* se muestra el organigrama de la alta gerencia. Directorio compuesto por 3 integrantes, 2 gerentes y 3 subgerentes.

*Ilustración 1: Organigrama alta gerencia [1]*



Dentro de los servicios que ofrece Penta Analytics, estos se separan de acuerdo al tipo de cliente [2]:

- Retail: realizan una gestión táctica a partir del análisis de patrones de comportamiento de los clientes y sus atributos relevantes. Ofrecen: generar pedido sugerido, optimización de surtidos, optimización de fuerza de venta y *trade marketing*.
- Proveedores: aumentan la productividad de la fuerza de venta y las categorías por medio de su activación y seguimiento personalizado. Ofrecen: incrementar valor del canal de venta de los clientes, optimizar la fuerza de venta y aumento en la rentabilidad de categorías.
- Educación: rentabilizar las decisiones de marketing y de gestión de alumnos a través de análisis predictivos. Ofrecen: gestión de becas, gestión de difusión, gestión de deserción y gestión analítica.
- Minería y Utilities: mejora de indicadores operacionales a partir de data histórica. Ofrecen: optimización de procesos, mantenimiento predictivo, control de producción, detección de fraude y estimación de demanda.

Este trabajo se enfoca en el servicio de Educación que ofrece la empresa en conjunto con una universidad privada adscrita al Sistema Único de Admisión.

## 1.2 Mercado

Penta Analytics pertenece al mercado que busca abordar soluciones analíticas a distintos tipos de clientes, con foco actual en Chile y Latinoamérica. Para ello cuenta con sucursales en Chile y Perú.

Las empresas con las que compite son aquellas organizaciones que brindan soluciones analíticas a través de inteligencia de negocio a nivel latinoamericano. Dentro de ellas se pueden encontrar 5 competidores directos: Metricarts, Exalitica, Formulisa, Analytics 10 e Intellego.

El mercado está en constante crecimiento debido a que en las empresas hay un aumento en la importancia respecto a la industria del análisis de datos, lo que permite tomar acción acerca de las decisiones óptimas a considerar. Tal es el caso que las empresas que brindan soluciones analíticas están enfocadas en apuntar un mercado regional, enfocado en Latinoamérica, que permite abarcar más clientes.

Penta Analytics no se considera una empresa líder en el mercado, pero si una fuerte competidora que está en pro de la expansión a clientes extranjeros. Ello se ve reflejado en la expansión que realizó con sus oficinas hacia Perú, donde tiene un cliente bastante importante la industria de retail de supermercado.

## 1.3 Desempeño organizacional

La organización ha logrado expandir su portafolio de servicios al punto en que aborda rubros bastante grandes, como lo son el retail, proveedores, educación, minería y utilities. Durante su trayectoria han tenido 33 clientes, los que se dividen en los rubros antes mencionados. El incremento de clientes se debe al correcto desempeño que se ha tenido a la hora de entregar el servicio planteado y la constante preocupación de los integrantes de la empresa.

En la actualidad, se encuentra trabajando con 8 clientes y tiene ventas aproximadas de \$1000MM. La empresa apunta a expandirse a nivel regional, por lo que siempre se encuentra en la búsqueda de nuevos clientes fuera de Chile.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La presente memoria se desarrolla en el rubro de la educación, enfocado en las propuestas de difusión que manejan los clientes. Para ello el alumno estará presente en el área comercial, la cual es la encargada de relacionarse con el cliente y tiene como funciones: empaquetar las soluciones creadas en el desarrollo analítico, diseñar nuevas soluciones e implementar estrategias de marketing *push* y *pull* para llegar a los prospectos.

Las mejoras se visualizan en la solución de difusión que ofrece a los clientes inmersos en el área educacional, estará más empaquetada, la cual es la meta que Penta Analytics quiere alcanzar, empaquetar la mayor cantidad de soluciones. También beneficiará al área de clientes, ya que será más sencillo conectar la solución a los nuevos clientes, mejorando los tiempos de implementación y la satisfacción de estos.

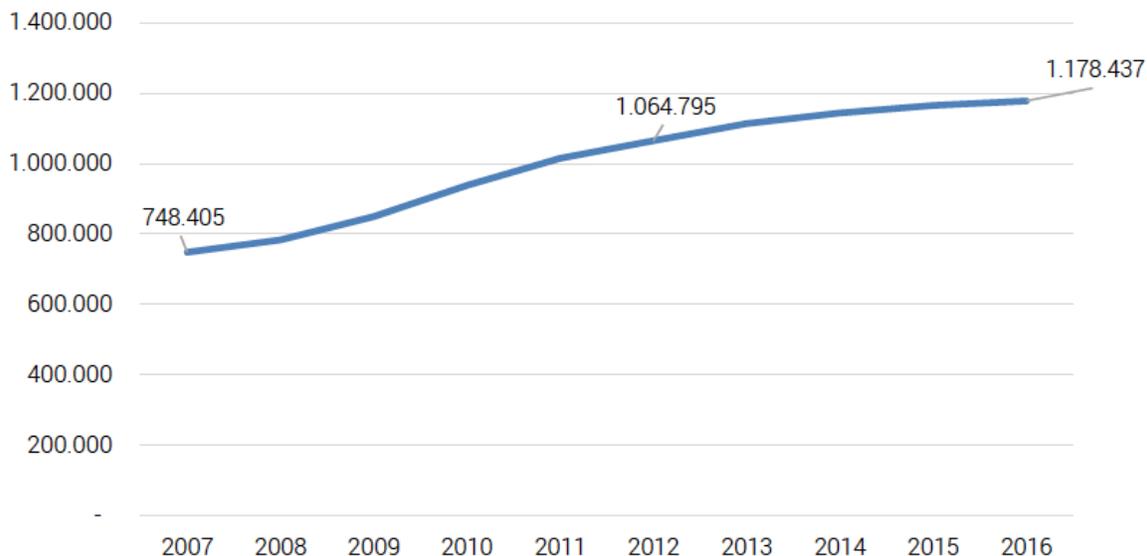
Ahora bien, en lo que respecta a la educación superior chilena, esta ha adquirido una gran importancia para aquellas personas que buscan tener herramientas y conocimientos que les permite integrarse al mundo laboral como profesionales y aptos para desempeñar el cargo para el cual estudiaron. Frente a esto, en Chile existen 3 tipos de educación superior que buscan entregar dichas herramientas y conocimientos: universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica [3]. Estos 3 tipos de educación superior conforman un total de 1.247.135 estudiantes al año 2016, entre pregrado, postgrado y post título. Dentro de los cuales, los alumnos de pregrado son los que tienen la mayor participación, 1.178.437. De ellos las universidades concentran el mayor número de matrículas, 57,8% del total. Según datos entregados por el Servicio de Información de Educación Superior del Ministerio de Educación (SIES) [4].

En Chile existen 59 universidades que contienen 720.248 alumnos divididos en 3 tipos de universidades: 16 universidades estatales, 9 universidades particulares con aporte del estado y 34 universidades privadas [5].

La evolución de las matrículas ha ido en crecimiento, el año 2007 presentó 748.405 matrículas en contraste a 9 años después, en el 2016 que evidenció 1.178.437 alumnos, según la SIES [4].

Dicha evolución se observa en el *gráfico 1* que muestra la cantidad de matrículas para alumnos de pregrado.

*Gráfico 1: Evolución de matrícula de pregrado*



*Fuente: Servicio de Información de Educación Superior.*

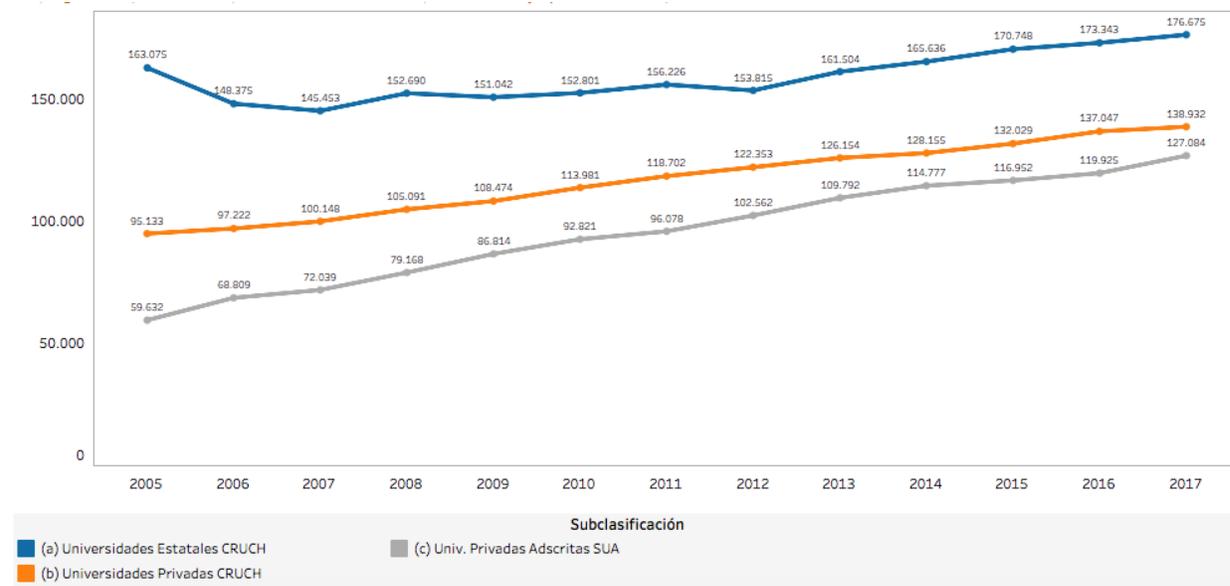
El presente trabajo busca abordar aquellas universidades que están adscritas al Sistema Único de Admisión (SUA). Dicho sistema es coordinado por el DEMRE y permite el ingreso a ciertas universidades chilenas, mediante el cumplimiento de las etapas del proceso de admisión [6]:

1. Informarse acerca de las normativas, carreras y ponderaciones, becas, ayudas y créditos, contenidos de la PSU, calendario y fechas claves.
2. Inscripción para rendir la PSU, el cual tiene un periodo y costo determinado en que está disponible la etapa de inscripción.
3. Rendir la PSU en el local establecido, previamente es necesario hacer un reconocimiento de sala.
4. Revisar puntajes PSU, corroborar puntaje con notas de colegio y calcular el puntaje ponderado.
5. Postular a la universidad, previo a haber revisado requisitos. Ordenar las carreras por orden de preferencia.
6. Revisar en que carreras el alumno queda seleccionado o en lista de espera.
7. Matricularse en la universidad de interés.

Están consideradas las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH), las que son 27 y también 11 universidades privadas pertenecientes al SUA (ver sección 14.1 Anexos tabla 66).

La evolución de las matrículas como se mencionó anteriormente ha ido en aumento y para el presente estudio sólo se tomarán en cuenta aquellas universidades adscritas en el SUA. Con el objeto de evaluar el comportamiento a través de los años, se muestra la evolución de las matrículas de las universidades presentes en el SUA en el *gráfico 2*.

*Gráfico 2: Evolución matrículas de universidades inscritas en el SUA*



*Fuente: Servicio de Información de Educación Superior.*

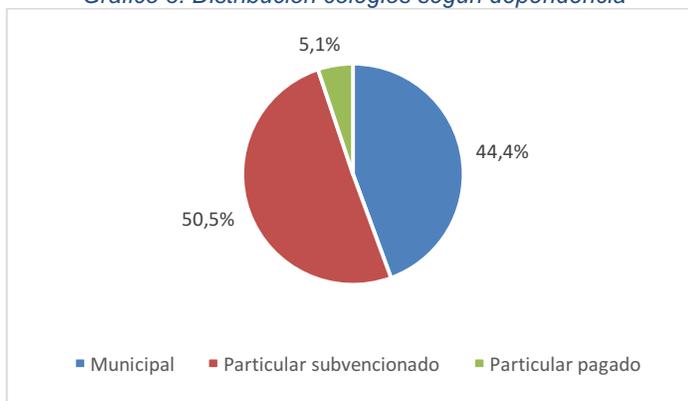
Existe un constante crecimiento en la incorporación de alumnos a las universidades. Y por ende, la competencia entre ellas ha adquirido más relevancia debido a la preocupación por tener una mayor participación en el mercado de la educación superior. En consecuencia, es primordial que las universidades capten alumnos potenciales que busquen ingresar para lograr una mayor participación, por lo que debe existir una preocupación previa al proceso de matrícula.

Las universidades realizan diversas campañas de difusión que involucran actividades hacia colegios, de esta forma se pretende interesar al alumno para que postule a la carrera que desea y eventualmente se matricule en la universidad. Pero es imposible que una universidad pueda realizar campañas de difusión a todos los colegios de Chile, por lo que se hace necesario que esta pueda realizar una campaña dirigida a un colegio en particular, pero que tenga una justificación de la elección del colegio.

Frente a esto existen distintas variables que se debe considerar de los alumnos inscritos en el colegio. Los atributos que presentan los estudiantes en su gran mayoría condicionan la elección de la universidad a la que deben postular.

Los colegios se dividen en particular pagado, particular subvencionado y municipal, sumando un total cercano a los 12.000 establecimientos [7], la distribución se encuentra en el *gráfico 3*. Las universidades en busca de realizar una correcta difusión deben escoger algunos colegios para dirigir su campaña y se hace primordial que utilicen variables socioeconómicas, puntaje histórico de PSU, puntaje NEM, entre otros.

Gráfico 3: Distribución colegios según dependencia



Fuente: Elaboración propia. Datos: Ministerio de Educación.

Se hace relevante crear un motor de recomendaciones para las universidades que permitiría realizar un análisis y determinar a qué colegio se le debiese hacer difusión para poder tener una mayor tasa de conversión en postulaciones. Para esto, es necesario establecer el tipo de actividad que se deba realizar en cada colegio y en qué semestre.

La importancia nace debido a la rentabilidad que puede generar a la universidad el mayor número de postulaciones. Tomando el caso de la universidad en estudio, se calcula la diferencia entre la rentabilidad que se puede obtener si se aumenta una cantidad determinada de postulaciones con respecto a la rentabilidad actual (obtenida el año 2016). Para ello, es necesario tener en cuenta la matrícula, arancel, años de estudio y tasa de retención de los alumnos que se encuentran en la *tabla 1* [5].

Tabla 1: Datos universidad en estudio

Datos	
Matrícula	\$411.158
Arancel	\$4.254.936
Duración	5 años
Retención 1º año	74,60%
Retención 2º año	61,60%
Rentabilidad	15,80%

Fuente: Elaboración propia. Datos: Memoria anual Universidad en estudio.

El valor de la matrícula, arancel y duración promedio se calcula obteniendo el promedio de todas las carreras ponderando por la cantidad de vacantes que estas ofrecen en la universidad de estudio. La tasa de retención se obtiene de datos entregados por el establecimiento educacional y la rentabilidad es un valor obtenido de los estados resultados de la universidad respecto al ingreso y costo de actividades ordinarias. El detalle de las carreras, matrículas, arancel y estados resultados está en *Anexos 14.2 tabla 67, 68 69 y 70*.

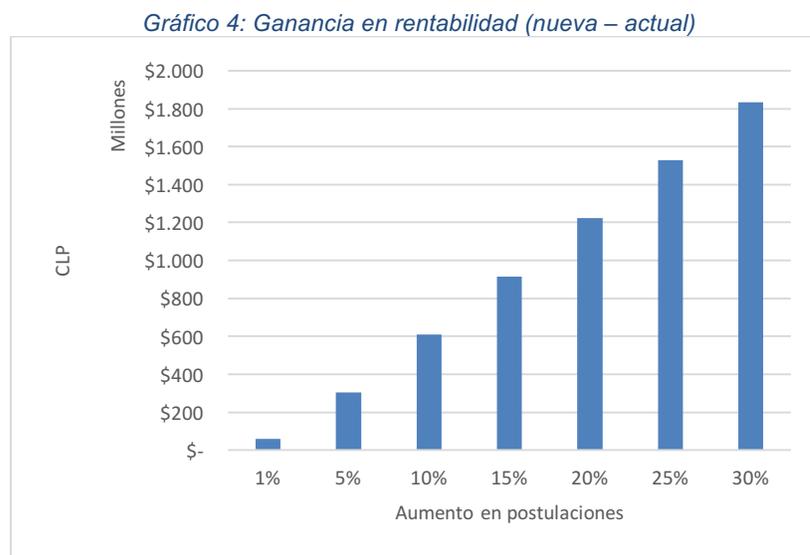
Aumentar la cantidad de postulaciones genera los siguientes beneficios respecto a rentabilidad actual.

- Aumento en 73 postulaciones (1%): \$61.100.953.

- Aumento en 367 postulaciones (5%): \$305.504.764.
- Aumento en 735 postulaciones (10%): \$611.009.527.
- Aumento en 1102 postulaciones (15%): \$916.514.291.
- Aumento en 1469 postulaciones (20%): \$1.222.019.054.
- Aumento en 1837 postulaciones (25%): \$1.527.523.818.
- Aumento en 2204 postulaciones (30%): \$1.833.028.581.

Estas postulaciones son aquellas provenientes solo por campañas de actividades de difusión física. Y el cálculo es efectuado bajo el supuesto que la conversión a matrícula se mantenga en donde el 31,4% de los postulantes se matriculan, considerando las tasas de retención respectivas, junto con los valores de matrícula, arancel y duración carreras.

La tasa de aumento de postulaciones y la diferencia en rentabilidad que genera se puede ver en el *gráfico 4*. Frente a esto hay una fuerte justificación económica de que es un trabajo relevante y que puede ser de gran utilidad para las universidades adscritas al SUA.



*Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.*

El área comercial de Penta Analytics se vería beneficiada al tener una solución de este tipo ya que les permite realizar un empaquetamiento de la solución y la venta de esta para distintas universidades de Chile adscritas al SUA.

Se pretende usar como métrica, el incremento de conversión de postulaciones debido a las actividades realizadas en las campañas de difusión física. Es necesario hacer un seguimiento de cada actividad que sea realice. El valor que busca entregar la solución más allá de la justificación analítica es el aumento de postulaciones que se pretende obtener con cada campaña de difusión. Tiene como meta lograr un aumento entre el 1% - 15% en la tasa de postulación para los alumnos que son foco de difusión.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en desarrollar un motor de recomendaciones para una universidad adscrita en el sistema de admisión único. Para ello se trabajará con datos de la universidad privada más grande de Chile, presente en 3 regiones, con 51.286 alumnos. La finalidad de este proyecto es que la universidad pueda desarrollar sus actividades de difusión física, a modo de generar más cantidad de postulaciones en comparación con las que genera en la actualidad. Este aumento en postulaciones, bajo el supuesto de que mantienen constante las conversiones a matrículas, pretende generar un aumento en la rentabilidad de la universidad. Aun así, se hace un análisis en donde se toman 2 casos pesimistas y 2 favorables en que la tasa de conversión a matrícula varíe.

Para poder tener mayor impacto en la cantidad de postulaciones, el motor de recomendación debe entregar:

- La actividad o actividades.
- Cantidad de cada actividad.
- Semestre en el que se debe realizar la actividad.
- Los colegios que son tocados por la actividad.

En busca de lograr la mejor precisión del motor de recomendaciones, se harán dos modelos:

1. Modelo de actividades individuales con temporalidad: se trabaja con el efecto individual de las actividades de difusión física que presenta en cada semestre.
2. Modelo de actividades cruzadas sin temporalidad: se incorpora el efecto de combinar 2 actividades para un mismo colegio, pero sin diferenciar por temporalidad.

El desarrollo de este proyecto involucra datos de los colegios inscritos en el DEMRE y de la universidad en estudio (adscrita al SUA). La información con la que se trabaja se divide en 4 bases de datos, que contemplan año 2015 y 2016:

- Datos de colegios inscritos en el DEMRE.
- Actividades de difusión presentes en la universidad de estudio.
- Postulación de alumnos a la universidad de estudio.
- Alumnos matriculados en la universidad de estudio.

Existen colegios que no han sido tocados por actividades de difusión física, por lo que no se sabe el impacto que tienen sobre estos colegios. No obstante, si se agrupan colegios que son similares entre si y dentro de ese grupo existen colegios que sí han sido tocados, entonces ese efecto de la actividad se puede extrapolar a los colegios que no han participado de alguna actividad. De tal forma, se tienen segmentos de colegios similares

dentro de él, pero distintos entre segmentos y con el impacto que genera la actividad en cada uno de los colegios.

Para que el motor de recomendaciones funcione correctamente, es necesario lograr una segmentación como la mencionada, es por ello que la agrupación se hará a través de Fuzzy c – means y K – means. Dejando a criterio del autor cuál de los dos métodos se selecciona para continuar con la siguiente parte del proyecto.

En busca de maximizar la cantidad de postulaciones, en el presente trabajo, los dos modelos mencionados anteriormente se generarán a través de un método de optimización, el cual utiliza variables de las bases de datos y los datos imputados de los segmentos para los colegios que no han sido tocados por actividades de difusión física. Cabe destacar que, como modelo de optimización, va a ir sujeto a restricciones de presupuesto, capacidad de actividades, entre otras.

Una vez que el modelo encuentre la mejor combinación para que la universidad de estudio pueda generar la mayor cantidad de postulaciones. Va a entregar la combinación correcta de la actividad, colegio y semestre con la que se debe/n hacer las campañas de difusión.

## **4. OBJETIVOS**

El objetivo de negocio que se presenta para la universidad es poder generar beneficios económicos, mediante el aumento de postulaciones provenientes de actividades de difusión física. Que en consecuencia, implican un número mayor de estudiantes matriculados.

Para hacerse cargo de este objetivo, se plantea la solución de aumentar la cantidad de postulaciones a partir del diseño y construcción de un motor de recomendaciones que entregue qué actividad/es, a cuál/es colegios y en qué momento se debe/n realizar.

### **4.1 Objetivo general**

Crear un motor de recomendaciones para el proceso de difusión física mediante el perfilamiento de colegios y la asignación óptima de actividades en busca de ayudar a quién, qué y cuándo hacer dicha acción para impactar en las postulaciones efectivas.

### **4.2 Objetivos específicos**

Para cumplir con el objetivo general antes planteado, es necesario cumplir con una serie de objetivos específicos:

- Realizar perfilamiento a través de métodos no supervisados y caracterización de colegios.

- Determinar impacto de actividades de difusión en cada clúster, el cual es medido en cantidad de postulaciones a la universidad.
- Generar modelo de optimización que mide el impacto directo de las acciones de difusión, incorporando individualidad y temporalidad.
- Generar modelo de optimización que mide el impacto directo de las acciones de difusión, incorporando actividades cruzadas.
- Evaluar función objetivo, mediante comparación entre el desempeño teórico y el desempeño real del año 2016, en casos pesimistas, favorables y neutro.

## **5. ALCANCES**

Como se mencionó anteriormente la memoria consiste en desarrollar un motor de recomendaciones para realizar difusión a colegio por parte de las universidades y así conseguir una mayor cantidad de postulaciones y número de matrículas. Para el presente se tienen los siguientes alcances:

- El trabajo se desarrolla para la empresa Penta Analytics y toda la información a utilizar es brindada por esta. Por lo que no se tiene en cuenta la realización de un levantamiento de información a través de encuestas, entrevistas, focus groups, entre otros.
- Las variables de colegios a utilizar corresponden a las entregadas por el DEMRE, por lo que se limita a colegios chilenos que deben rendir la Prueba de Selección Universitaria.
- Los datos correspondientes a la universidad son entregados por Penta Analytics y existe un acuerdo de confidencialidad que no permite la divulgación de estos.
- Actividades de difusión física se deben limitar a las que tiene el portafolio de la universidad, por lo que no se creará ninguna actividad.
- Los datos son desde el año 2015 al 2017.
- No se puede comprobar la efectividad del modelo en terreno, el plazo para entregar el presente trabajo es hasta diciembre 2017, y para poder probarlo debe ser para el año 2018.
- Se contempla una evaluación teórica del desempeño del modelo utilizando data histórica.
- Es aplicable a una Institución de Educación Superior en Chile.

## **6. RESULTADOS ESPERADOS**

De acuerdo a los objetivos planteados en este trabajo, se espera obtener los siguientes resultados:

- Un clustering y caracterización de colegios, el cual puede servir de base para diversos estudios.
- Lograr determinar el efecto que tendría cada actividad de difusión por colegio.
- Desarrollo de un motor de recomendación que mediante el perfilamiento de colegios y el impacto que tiene cada actividad, sea capaz de asignar actividades de difusión.

- Se espera que los modelos de optimización sean capaces de aumentar la tasa de postulaciones a la universidad.
- El modelo desarrollado debe ser capaz de funcionar para cualquier universidad que cuente con un proceso de difusión físico en colegios y que además sea parte del SUA, siempre que cumpla con los inputs requeridos por el modelo.

## 7. MARCO CONCEPTUAL

La realización del motor de recomendaciones implica agrupar los colegios en conglomerados con el propósito de que cada uno tenga el portafolio de actividades distintas que se le han hecho y el impacto que han producido en las postulaciones.

El impacto de las acciones a nivel de clúster se obtiene del promedio de conversión y de alumnos que se tocan, los que se tienen tomando en cuenta todos los colegios que pertenecen al clúster. La conversión es una tasa que se tiene entre alumnos tocados por la actividad y de ellos los alumnos que postulan finalmente.

En lo que respecta al motor de recomendaciones, para lograr un correcto funcionamiento se debe realizar un modelo de optimización de programación lineal que funciona acorde a ciertos parámetros y variables.

### 7.1 Métodos de clasificación

Existen métodos de clasificación supervisada y no supervisada, los primeros se caracterizan por tener un algoritmo que permite entrenar al modelo con un conjunto de ejemplos clasificados para poder generar las agrupaciones. En cambio, los métodos no supervisados no cuentan con ejemplos para clasificaciones y el procedimiento es que a través de propiedades similares se da inicio a las agrupaciones.

Debido a los datos que se tienen para la realización de clusters se estudian dos métodos de clasificación no supervisada: K-means y Fuzzy C-Means (FCM).

En el desarrollo de la memoria, se trabajará solo con métodos de clasificación no supervisada, los cuales se especifican a continuación.

#### 7.1.1 K-Means

Método que permite organizar  $n$  objetos dentro de  $k$  grupo para que la desviación de un objeto desde el centro o la distribución del grupo sea mínima [9].

Sea  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  un conjunto de observaciones y cada una representa un vector real de  $d$  dimensiones. Se construye una partición de los vectores en  $k$  conjuntos ( $k \leq n$ ) y se busca minimizar la suma de los errores cuadráticos (SSE) dentro de cada grupo:

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} dist^2(m_i, x) \quad (1)$$

Donde  $x$  es un punto en el cluster  $C_i$  y  $m_i$  es el centroide de  $C_i$ .

Para calcular la distancia se realiza a través de la Distancia Euclídea:

- Distancia Euclídea

$$D(\vec{x}_1, \vec{x}_2) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_{2i})^2} \quad (2)$$

Donde  $\vec{x}_i$  es un vector y busca obtener la distancia entre dos puntos.

Cabe destacar que para la utilización de la distancia euclídea es necesario que los datos estén normalizados para que no haya problemas cuando exista algún atributo con rango muy grande y otro con rango pequeño.

La iteración del algoritmo de k-means es la siguiente:

1. Tener un conjunto  $n$  de objetos y  $k$  grupos.
2. Elegir arbitrariamente los centros de cada grupo (antes de la iteración).
3. En cada iteración se asigna cada objeto a su grupo más cercano y luego se recalculan los centros de cada grupo con los nuevos elementos asignados.
4. Iterar hasta que los cambios en los centroides no sean significativos.

Método entrega elementos que pertenecen a cada grupo y sus respectivos centroides.

Es necesario realizar un pre procesamiento, que incluya la normalización de los datos y la eliminación de outliers. Y también es de necesidad un post procesamiento de los datos que involucre eliminar clusters pequeños que puedan representar outliers, partir clusters “suelos” (con alto SSE) y mezclar clusters cercanos con bajo SSE.

Para ello, se utilizan 2 herramientas principales:

1. Boxplots: es un diagrama de caja que permite ver una distribución de datos, los cuartiles, mínimos, máximos y valore atípicos (outliers).
2. Histogramas: permite visualizar como estan distribuidos los datos, su frecuencia a través de un gráfico de barras.

Ilustración 3: Boxplot

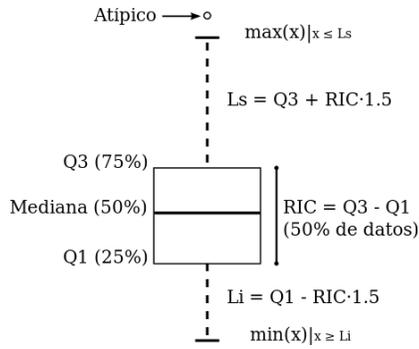
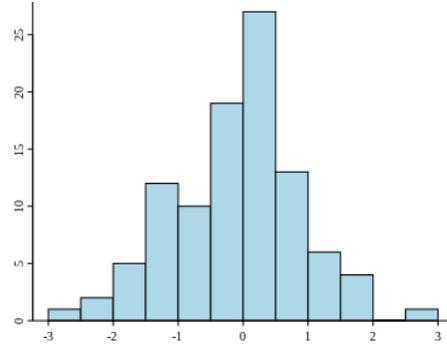


Ilustración 2: Histograma



### 7.1.2 Fuzzy C- Means (FCM)

Es una versión difusa del k-means que entrega el grado de pertenencia (difuso) de cada punto de acuerdo a la distancia con el centroide [11]. El cual es calculado ponderando el valor de los atributos por los grados de pertenencia de los objetos. Se busca minimizar la siguiente función:

$$J_m = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^C u_{ij}^m \|x_i - c_j\|^2 \quad (3)$$

$$u_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^C \left( \frac{\|x_i - c_j\|}{\|x_i - c_k\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \quad (4)$$

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^m * x_i}{\sum_{i=1}^n u_{ij}^m} \quad (5)$$

Donde:

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \subset \mathbb{R}^n$ .

$C = n^\circ$  de clúster en  $X$ ,  $2 \leq C \leq n$ .

$m =$  peso, parámetro de difusividad ( $1 < m < \infty$ ) permite ajustar que tan difusos serán los conjuntos resultantes.

$u_{ij} =$  grado de pertenencia de  $x_i$  en el cluster  $j$ .  $u_{ij} \in [0,1]$  y  $\sum_{j=1}^C u_{ij} = 1$ .

$c_j =$  centro del clúster  $j$ .

La iteración del algoritmo de k-means es la siguiente:

1. Elegir arbitrariamente grado de pertenencia de cada objeto a cada grupo.
2. En cada iteración se determinan los centros de cada grupo y se actualizan los grados de pertenencia.
3. Iterar hasta que los cambios en los centroides no sean significativos.

Método entrega grado de pertenencia de cada elemento a cada grupo y sus respectivos centroides.

## 7.2 Validación de clúster

### 7.2.1 Medida de cohesión

Mide que tan cercanos son los objetos en un clúster, se mide como *within cluster sum of squares (WSS)* [12].

$$WSS = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in C_i} (x - m_i)^2 \quad (6)$$

Donde  $x$  es un punto en el cluster  $C_i$  y  $m_i$  es el centroide de  $C_i$ .

Mientras menor sea el valor de WSS, mayor será la cohesión y por lo tanto un mejor clúster.

### 7.2.2 Medida de separación

Mide que tan diferente o que tan separado es un clúster de otros, se mide como *between cluster sum of squares (BSS)* [12].

$$BSS = \sum_{i=1}^k |C_i| (m - m_i)^2 \quad (7)$$

Donde  $m_i$  es el centroide de cluster  $C_i$  y  $m$  es el punto medio entre los 2 clúster que se esté comparando.

## 7.3 Modelo de optimización

Los problemas de optimización están compuestos por una función objetivo que generalmente busca maximizar o minimizar, variables que van a afectar en las decisiones del modelo y las restricciones que son relaciones que se deben satisfacer.

Existe una amplia variedad en métodos de optimización: programación lineal, no lineal, estocástica, dinámica, lineal entera mixta, cuadrática, entre otros. Pero para el presente trabajo sólo se va a utilizar un problema de programación lineal, el cual sigue la siguiente estructura:

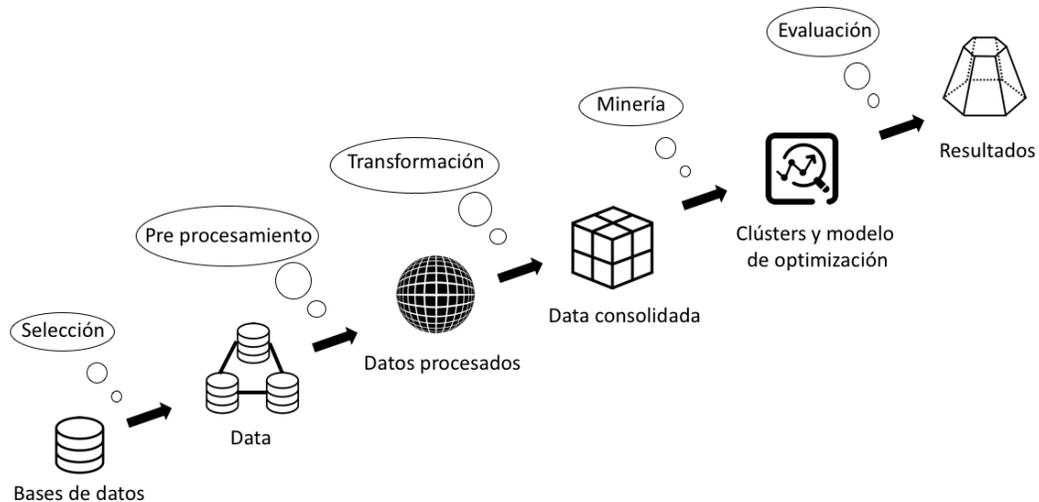
$$\begin{aligned} & \max_x c^T x \\ & Ax = b \\ & x \geq 0 \\ & x \in \mathbb{R}^n, c \in \mathbb{R}^n, A \in \mathbb{R}^{m \times n}, b \in \mathbb{R}^m \end{aligned} \quad (8)$$

El problema se escribe en el lenguaje de programación Python y se resuelve a través del solver Gurobi, que permite ejecutar problemas de programación lineal, cuadráticos, mixtos enteros y mixtos cuadráticos.

## 8. METODOLOGÍA

Se propone utilizar la metodología *Knowledge Discovery in Databases (KDD)* la cual se divide en las siguientes etapas (ver *ilustración 4*) [13]:

*Ilustración 4: Gráfica metodología*



*Fuente: Elaboración propia.*

1. Selección de data: identificar los datos importantes a utilizar, en este caso definir las variables relevantes que tendrá la base de datos de los colegios, la relación que se tendrá entre colegio – universidad, los datos propios de la universidad y por último todo lo esencial respecto a las actividades de difusión. Dentro de los datos del colegio deben estar aquellos atributos de los alumnos que hacen relevante el clustering del colegio como lo es el nivel socioeconómico, por ejemplo. Cualquier dato que no se considere necesario aportará con ruido en el análisis, lo que se traduce en errores y demoras al momento de trabajar. Junto con esto se hace indispensable tener toda la data estandarizada en un formato para no tener problemas al momento de desarrollar análisis y que se muestren incongruencias en estos.
2. Pre procesamiento y limpieza: los datos mencionados deben ser consistente para lo que se quiere lograr como solución. Se debe hacer un testeo para estudiar los datos y ver que en su manipulación no contengan errores. Además, hay datos que son irrelevantes para el análisis que necesitan ser filtrados.
3. Transformación de datos: esto es relevante de acuerdo al software que se usará para los análisis de estos ya que dependiendo de cómo se presenten será necesario para llevarlos a la dimensión correcta. Puede ser necesario manejar y

transformar los datos para generar nuevos vectores en la dimensión que se necesite para que al momento de realizar los análisis no ocurran problemas de notación.

4. Minería de datos: en primer lugar, se desarrolla la clasificación y clustering de los colegios, para ello se plantea utilizar un método k-medias. Es necesario ver cómo abordar la relación de las actividades de difusión para cada colegio y su efectividad.

En segundo lugar, se desarrollará un método de optimización sujeto a restricciones que permitirá encontrar el mejor resultado para obtener la mayor tasa de postulaciones.

5. Evaluación: es necesario interpretar y analizar los resultados. En este caso se debe validar los modelos creados. Para ello se hará con datos históricos brindados por la empresa. Será necesario analizar factores claves obtenidos y realizar mejoras en caso de ser necesario. Se busca que el modelo sea comparado con data de la universidad y estudiar si genera un aumento en la rentabilidad de esta, dada la cantidad de postulaciones que entregan los modelos.

## 9. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 9.1 Selección de variables

Para la generación de los conglomerados se utilizan datos de 2.529 colegios inscritos en el DEMRE, el cual cuenta con las variables presentes en la *tabla 2*:

*Tabla 2: Datos colegios*

Colegios	
Variable	Descripción
RBD	Id, identificador del colegio
Comuna	Comuna en a la que pertenece el colegio
Región	Región a la que pertenece el colegio
GSE	Grupo socioeconómico al que pertenece el colegio
Dependencia	Tipo de colegio: particular pagado, particular subvencionado y municipal
Cantidad inscritos	Cantidad de alumnos inscritos por colegio para postular a universidad perteneciente al SUA
Cantidad postulación beneficios externos	Cantidad de alumnos que postulan a beneficios externos (becas)
Promedios PSU	Promedios PSU de matemáticas, lenguaje, ciencias, historia, nem y ranking
Promedio de cuantos trabajan en grupo familiar	Cantidad de personas que trabajan en grupo familiar
Promedio ingreso bruto familiar	Promedio ingreso bruto familiar
Promedio de preferencia	Preferencia con la que buscan ingresar a la universidad de estudio
Promedio cobertura de salud	Cantidad de alumnos por colegio que tienen cobertura de salud

Colegios	
Variable	Descripción
Promedio de postulación	Cantidad de alumnos que postulan a la universidad de estudio
Promedio tocados	Cantidad de alumnos que son tocados por las actividades realizadas por la universidad de estudio
Promedio conversión	Porcentaje de aquellos alumnos que fueron tocados y finalmente postularon

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

La universidad de estudio cuenta con 8 actividades de difusión, además se tiene el colegio y fecha en que se hizo la actividad, como se puede apreciar en la *tabla 3*.

Tabla 3: Actividades de difusión

Actividades de difusión	
VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Charla	Se realizan charlas tanto en la universidad como en el colegio al cual va dirigida la actividad
Ensayo PSU	Se invita a los alumnos del colegio a rendir un ensayo PSU a una de las sedes de la universidad
Ferías	Realización de ferías que busca entregar información a alumnos acerca de la universidad
Foro Panel	Situación en donde se junta un grupo a hablar temas respecto al ingreso a la universidad
Stand	Instalación de stand que busca entregar información a alumnos acerca de la universidad
Taller	Se realizan talleres que buscan integrar al alumno a la universidad
Test	Test vocacionales para los alumnos
Visitas	Visitas guiadas por la universidad

Fuente: Elaboración propia. Datos: PentaAnalytics.

La información que se tiene de cada actividad se puede ver tal como está expuesta en la *tabla 4*. En total para el año 2016 se han realizado 4.524 actividades.

Tabla 4: Datos actividades de difusión

Id evento	Identificador del evento
Fecha ejecución	Fecha en la que se realiza la actividad
Tipo de evento	La actividad que es
RBD	Id de colegio al que se hace la actividad
Sede Universidad	Sede de la universidad que está a cargo de la actividad

Fuente: Elaboración propia. Datos: PentaAnalytics.

Con respecto a los datos de los alumnos, se manejan aquellos que postulan a la universidad y los que finalmente se matriculan, estos datos son correspondientes a la campaña de difusión del año 2016 para ingreso del año 2017. En la *tabla 5* se visualizan las variables de los alumnos postulantes y matriculados. La cantidad de postulantes para el proceso del año 2017 es de 221.088, en donde la cantidad de matriculados es 21.500.

Tabla 5: Datos postulantes y matriculados

Postulantes y Matriculados	
VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Rut	Rut alumno
RBD	Id, identificador del colegio
Comuna	Comuna en a la que pertenece el alumno
Ingreso bruto familiar	Ingreso bruto familiar

Postulantes y Matriculados	
VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Cuantos trabajan en grupo familiar	Cuantos trabajan en grupo familiar
Tiene trabajo remunerado	Si alumno está trabajando y recibe remuneración por ello
Preferencia	Preferencia con la que postula a la universidad
Puntajes PSU	Puntajes PSU de matemáticas, lenguaje, ciencias, historia, nem y ranking

Fuente: Elaboración propia. Datos: PentaAnalytics.

Las variables que serán usadas en el modelo de optimización corresponden a la cantidad de alumnos que se toca por cada colegio y la conversión que existe de los alumnos tocados que finalmente postulan a la universidad (tabla 6).

Dado que el modelo de optimización presenta restricciones de presupuesto, en la sección 14.3 de Anexos se muestra la tabla 71 con los costos fijos y variables que tiene cada actividad. La información de los coordinadores que se hacen cargo de la ejecución de las actividades de difusión, junto con la cantidad máxima que se puede realizar de acuerdo a la cantidad y disponibilidad de trabajo de estos coordinadores, se encuentra en la sección 14.4 de Anexos en la tabla 72 y 73 respectivamente.

Tabla 6: Datos de colegios, modelo de optimización

Modelo de optimización	
VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Alumnos tocados	Cantidad de alumnos, a nivel de colegio, que son tocados por actividad
Conversión	Tasa de conversión que presenta cada actividad, a nivel de colegio, respecto a alumnos que son tocados y postulan
Costo fijo	Costo fijo que debe incurrir la universidad para realizar una actividad
Costo variable	Costo variable por alumno en que debe incurrir la universidad para realizar la actividad

Fuente:Elaboración propia. Datos: Penta Analytics

## 9.2 Tratamiento de datos

Para la formación de conglomerados se debe hacer la elección de las variables a utilizar, se eliminan los outliers y datos que muestren inconsistencias (valores repetidos en todos sus atributos y los que no presentan valor alguno). El método para identificarlos es a través de la utilización de boxplots e histogramas en cada variable, además de tener como apoyo el resumen de cada variable (media, desviación, mínimo y máximo).

Eliminando un 9,9% de colegios, 1,1% de postulaciones y 9,5 % de alumnos tocados por actividad. La eliminación y tratamiento de estos datos se puede ver en la sección 14.5 de Anexos, en la tabla 74.

Analizando los datos, existen alumnos que postulan a más de una carrera, produciendo alumnos duplicados en la base de datos. Para ser consistente con el trabajo se procede a dejar aquellos alumnos que postulan más de una vez como si fuese solo una postulación ya que finalmente dicha postulación podría significar una matrícula. Obteniendo un total de 19.490 alumnos que postulan a la universidad de estudio.

Es importante que no haya inconsistencias en la segmentación, por lo que es necesario eliminar aquellas variables que están relacionadas. Para la identificación de estas variables se realiza una matriz de correlaciones (ver *tabla 75 y 76* de la sección 14.5 de Anexos) El criterio para eliminar son aquellas correlaciones mayores a 0,75 en valor absoluto. La cantidad de variables para generar los conglomerados a través de K-means disminuyen de 12 a 6 variables (*tabla 7*), esto se debe a la alta correlación existente en las variables que tienen relación con los puntajes PSU.

*Tabla 7: Variables matriz de correlación*

Variables	Seleccionadas
Puntaje ponderado	-
Promedio notas	-
Nem	Nem
Lenguaje	Lenguaje
Matemáticas	Matemáticas
Ranking	-
Promedio lenguaje y matemáticas	-
Beca	Beca
Alumnos tocados	-
Postulaciones	Postulaciones
Alumnos postulan tras toque	-
Conversión	Conversión

*Fuente: Elaboración propia.*

Una vez que se tiene una base de datos limpia y con valores que se pueden utilizar, se procede a transformar los datos a través de una normalización. La justificación de ello es para que estos se encuentren en una misma escala y se pueda realizar un correcto procedimiento en la segmentación.

La normalización de los datos se hace a través de la siguiente fórmula:

$$\frac{(x - \text{media})}{(\text{desviación estándar})} \quad (9)$$

Tiene como resultado una distribución normal de los datos, en la *tabla 8* se puede ver un resumen de los datos antes de la normalización en la *tabla 9* el resumen posterior a ella.

*Tabla 8: Resumen de datos antes de normalización*

Antes de Normalización						
	Nem	Lenguaje	Matemáticas	Beca	Postulaciones	Conversión
Min.	349,0	364,0	336,0	0,0	1,0	0,0%
Max.	791,0	773,0	799,0	353,0	87,0	40,0%
Media	545,9	536,3	530,9	19,1	7,7	2,2%
Desv. St.	63,3	47,1	52,2	25,9	9,1	3,9%

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 9: Resumen de datos normalizados

Después de Normalización						
	Nem	Lenguaje	Matemáticas	Beca	Postulaciones	Conversión
Min.	-3,1	-3,6	-3,7	-0,7	-0,7	-0,5
Max.	3,8	5,0	5,1	12,8	8,6	9,6
Media	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desv. St.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los datos que se tienen de los alumnos, es donde más había problemas de valores faltantes y outliers, pero aun así fue una eliminación menor. Resultó necesario hacer una limpieza del 1,38% de los datos de alumnos, lo que equivale a eliminar 346 datos que no hubiesen aportado al modelo.

Para obtener la cantidad de alumnos que fueron tocados por alguna actividad se sabe qué actividad se realiza en qué colegio y qué alumno asistió a dicha actividad. Por lo que para saber la cantidad de postulantes que se tiene proveniente de cada actividad, basta con cruzar los datos del postulante y de los alumnos tocados, en este caso por el rut. Logrando recabar el impacto que tienen las actividades en el proceso de postulación. Además, se realiza el mismo ejercicio para aquellos alumnos que finalmente son matriculados en la universidad de estudio.

### 9.3 Análisis descriptivo

Para entender mejor las principales características de los colegios, se destacan los siguientes atributos:

- Grupo socioeconómico: alto, medio alto, medio, medio bajo y bajo.
- Dependencia: particular pagado, particular subvencionado y municipal.
- PSU: promedios PSU.

Se muestra un resumen de ellos en la *tabla 10*:

Tabla 10: Análisis descriptivo de colegios

Dependencia	Cantidad de colegios	GSE	Puntaje ponderado
Particular Pagado	403	Alto - Medio Alto	582,7
Particular Subvencionado	1.482	Medio	544,0
Municipal	640	Medio - Medio Bajo -Bajo	537,9

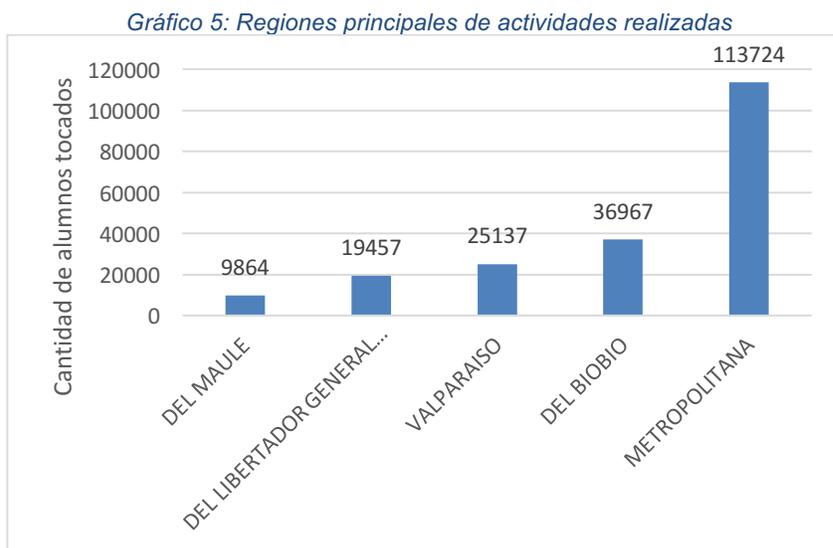
Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Como se puede observar, la mayoría de colegios son aquellos particulares subvencionados, principalmente de un GSE medio. Cabe destacar que la diferencia entre

puntajes (promedios) no es grande, pero si guarda relación que los particulares pagados son aquellos que tienen puntaje más alto, seguido de los particulares subvencionados y finalmente los municipales, los cuales presentan el GSE más bajo.

La universidad de estudio cuenta con 8 actividades de difusión física, las cuales son realizadas a lo largo de todo Chile, pero con predominancia en la Región Metropolitana, Región de Valparaíso y Región del Bío Bío. Esto debido a que en esas regiones se distribuyen sus 8 campus, representando la infraestructura más grande de Chile en cuanto a universidades se refiere, junto con la mayor cantidad de alumnos, 51.286.

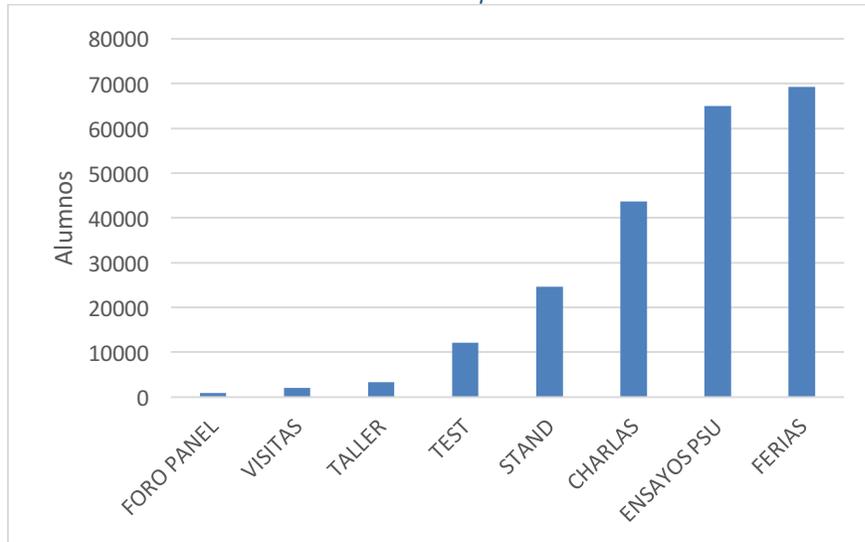
En el *gráfico 5* se puede observar la cantidad de alumnos que fueron tocados por algunas de las 8 actividades. Donde la mayor concentración la tiene la Región Metropolitana.



*Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.*

Dentro del portafolio de actividades, las que más se desarrollan son las charlas, ferias y ensayos PSU, sin embargo, la mayor cantidad de alumnos tocados es a través de ferias y ensayos PSU, dichos datos pueden observarse en el *gráfico 6*.

Gráfico 6: Alumnos por actividad



Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

La cantidad de actividades individuales realizadas se puede ver en la *tabla 11*, están divididas de acuerdo a su temporalidad y la suma total. Se observa que la mayor cantidad de actividades son ejecutadas durante el primer semestre del año escolar y en total se realizan cerca de 2000 actividades individuales por parte de la universidad en estudio.

Tabla 11: Total actividades de difusión

Actividad	Primer semestre	Segundo semestre	Anual
Charla	362	137	499
Ensayo PSU	115	132	247
Feria	284	274	558
Foro	13	13	26
Stand	254	189	443
Taller	23	53	76
Test	37	38	75
Visita	30	51	81
Total	1118	887	2.005

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

La tasa de conversión varía de acuerdo a la actividad y el semestre en que se realiza, presentando una mayor conversión la actividad visita en el segundo semestre, no obstante, la cantidad de veces que se realiza y alumnos tocados es bastante inferior al resto. A diferencia de las acciones charlas, ensayos PSU y ferias que se realizan en un número más elevado, logrando llegar a más alumnos y tienen una conversión entre el 3,66% y 6,49%. El desglose de la conversión presente por cada actividad y semestre se observa en la *tabla 12*.

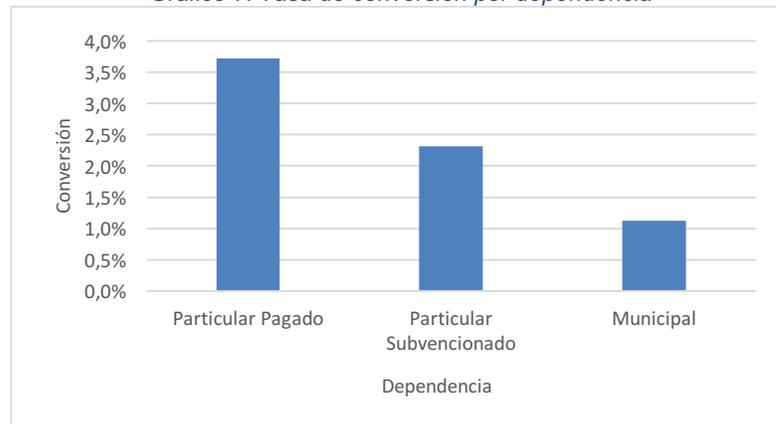
Tabla 12: Conversión de actividades por semestre

Actividad	Primer semestre	Segundo semestre
Charla	6,49%	3,91%
Ensayo PSU	4,13%	5,06%
Feria	3,67%	3,66%
Foro	7,98%	0,00%
Stand	5,52%	5,50%
Taller	0,00%	7,53%
Test	0,00%	6,57%
Visita	0,00%	22,22%

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Respecto a la conversión de acuerdo a la dependencia del colegio, la mayor tasa de conversión la presentan los colegios particulares pagados (3,7%), seguidos de los particulares subvencionados (2,3%) y los municipales (1,1%), como se puede ver en el gráfico 7. Cabe destacar que las conversiones que entregan valor 0% provienen de actividades que no se realizaron o que ningún alumno postuló posterior a la actividad.

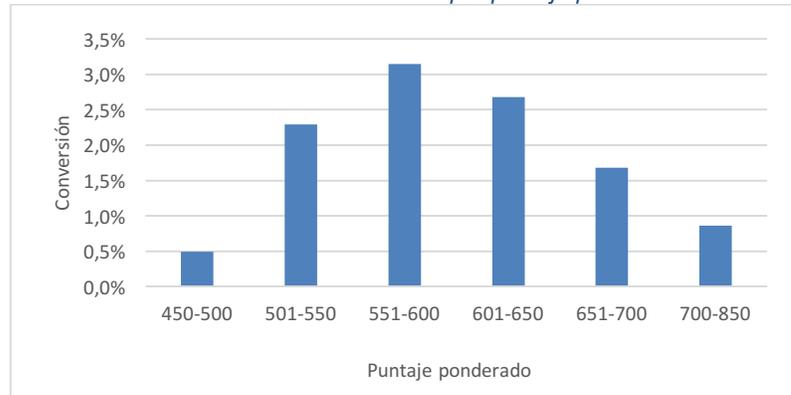
Gráfico 7: Tasa de conversión por dependencia



Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Si se hace un análisis de la conversión que se tiene por actividad de acuerdo al puntaje ponderado, se obtiene que aquellos puntajes que están entre 551-600 son los que presentan más postulaciones si es que son tocados por una actividad. El total de las conversiones por puntaje ponderado se puede ver en el gráfico 8.

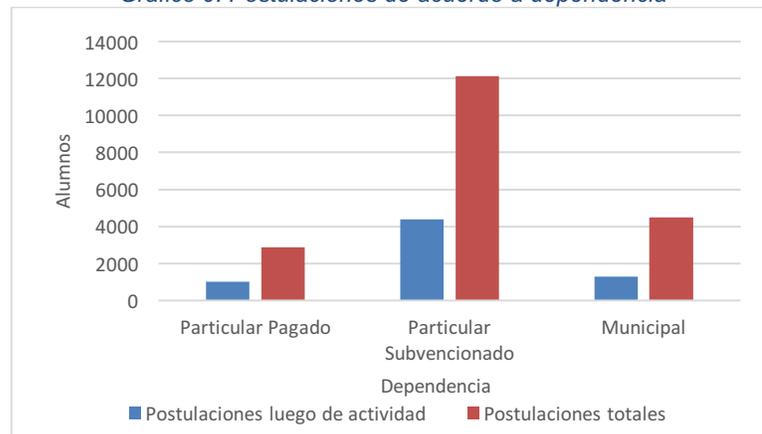
Gráfico 8: Tasa de conversión por puntaje ponderado



Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics

Dichas conversiones hacen variar la cantidad de postulantes provenientes de cada colegio y se obtiene como resultado que la mayor cantidad de postulaciones provienen de colegios particulares subvencionados, seguidos de municipales y particulares pagados, tal como se puede apreciar en el gráfico 9. Principalmente se debe a que en cantidad existen más colegios particulares subvencionados que el resto.

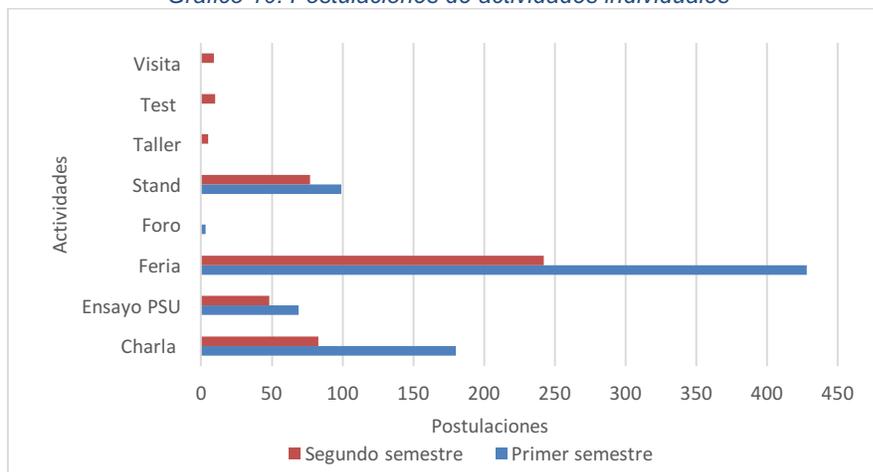
Gráfico 9: Postulaciones de acuerdo a dependencia



Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Finalmente, el impacto en postulaciones que tienen las actividades individuales se observa en el gráfico 10, en donde el mayor número de alumnos postulantes viene de la actividad feria, correspondiente al primer semestre.

Gráfico 10: Postulaciones de actividades individuales



Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Algunos colegios son tocados por más de una actividad, es por ello que en la presente memoria se destina un apartado en donde se trabaja con actividades cruzadas que busca obtener el efecto que tiene el realizar dos actividades en los colegios. En total hay 28 combinaciones de actividades distintas, dentro de las cuales charlas junto con ensayos PSU son las que más se realizan, seguidas de charlas y ferias. De las 28 combinaciones dobles que se pueden realizar, hay 20 que se han ejecutado y 8 que no. La cantidad de actividades cruzadas se presenta en la *tabla 13*.

Tabla 13: Cantidad de actividades cruzadas

Actividades	Cantidad	Actividades	Cantidad
Charla y PSU	133	Feria y stand	45
Charla y feria	95	Feria y taller	5
Charla y foro	6	Feria y test	6
Charla y stand	68	Feria y visita	6
Charla y taller	5	Foro y stand	0
Charla y test	33	Foro y taller	2
Charla y visita	9	Foro y test	0
PSU y feria	50	Foro y visita	0
PSU y foro	1	Stand y taller	1
PSU y stand	41	Stand y test	1
PSU y taller	0	Stand y visita	9
PSU y test	1	Taller y test	0
PSU y visita	2	Taller y visita	0
Feria y foro	0	Test y visita	0

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

El efecto que produce cada una de estas actividades dobles, la conversión, se obtiene de aquellos colegios que sólo han sido tocados por dichas actividades, de esta forma se elimina cualquier efecto que pueda deberse a otra acción. La conversión se obtiene del

promedio de aquellos colegios que han sido tocados por la combinación de las actividades, tal como se entrega en la *tabla 14*.

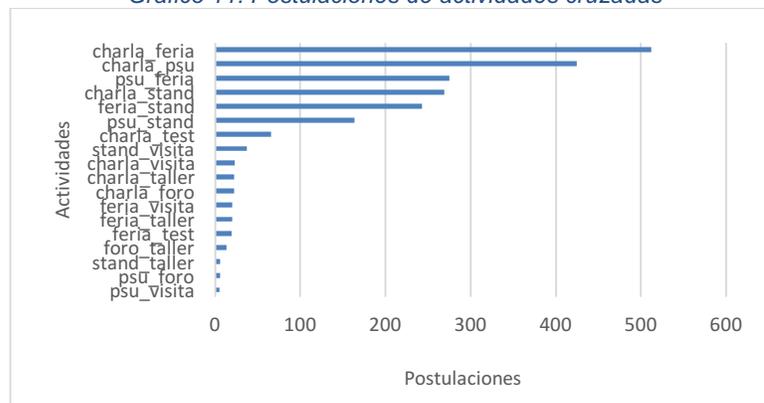
*Tabla 14: Combinación de actividades cruzadas*

Actividades	Conversión	Actividades	Conversión
Charla y PSU	4,88%	Feria y stand	4,30%
Charla y feria	4,84%	Feria y taller	5,17%
Charla y foro	9,90%	Feria y test	3,58%
Charla y stand	4,52%	Feria y visita	4,52%
Charla y taller	10,26%	Foro y stand	0,00%
Charla y test	5,22%	Foro y taller	7,87%
Charla y visita	6,14%	Foro y test	0,00%
PSU y feria	4,48%	Foro y visita	0,00%
PSU y foro	6,19%	Stand y taller	6,38%
PSU y stand	3,84%	Stand y test	0,56%
PSU y taller	0,00%	Stand y visita	6,38%
PSU y test	0,83%	Taller y test	0,00%
PSU y visita	4,78%	Taller y visita	0,00%
Feria y foro	0,00%	Test y visita	0,00%

*Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.*

Las postulaciones que generan dichas actividades cruzadas quedan expresadas en el *gráfico 11*, en donde las actividades más relevantes son charla con feria y charla con ensayo PSU. Cabe destacar que debido a la cantidad de actividades, en el gráfico sólo se muestran aquellas que generan postulaciones y no las que tienen 0.

*Gráfico 11: Postulaciones de actividades cruzadas*



*Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.*

## 9.4 Segmentación

Puesto que no se conoce el impacto que tienen las actividades en algunos colegios, se hace necesario realizar una segmentación para poder tener una tasa de conversión

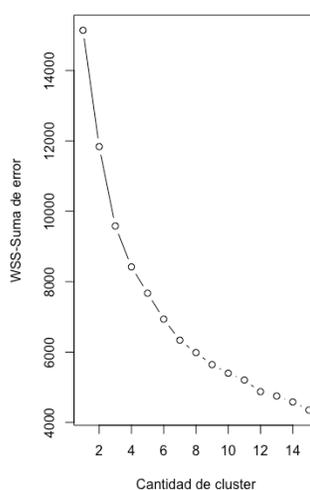
promedio (alumnos que son tocados y postulan a la universidad), la que será utilizada como medida para aquellos colegios que no se han realizado actividades a modo de poder extrapolar su efecto debido al comportamiento que tienen los colegios en su segmento.

#### 9.4.1 K-Means

La segmentación se realiza programando un código en R, para ello los datos debían estar previamente limpios, es decir, sin outliers, correlaciones, valores faltantes y estar en una misma escala.

Los datos utilizados son los que están vinculados a la base que se tiene de los colegios, El primer paso para hacer el clustering, es determinar el número de clúster a generar y para eso se utiliza el método del codo, que muestra un quiebre cuando el error en la distancia de los parámetros se empieza a suavizar. Ese punto de quiebre representa el número óptimo de conglomerados. Las distancias y resultados de los centros normalizados se pueden ver en la sección de *Anexos 14.6 tabla 77, 78 y 79*.

Gráfico 12: Determinar cantidad de clusters



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de estudio el punto óptimo es de 8 clusters, por lo que la iteración del código de R se programa para que entregue 8 segmentos. Dentro de los cuales se analizan sus centroides y principales características en la *tabla 15 y 16* (recordar que para la segmentación se utilizan las variables: puntaje nem, puntaje lenguaje, puntaje matemáticas, beca, postulaciones, conversión).

Tabla 15: Descripción segmentos

Clúster	Colegios	Dependencias dominantes	GSE	Ptje. Nem prom.	Ptje. PSU ponderado prom.
1	428	Subvencionado - Municipal	Medio Bajo	596	549
2	43	Subvencionado - Municipal	Medio Bajo	546	550

Clúster	Colegios	Dependencias dominantes	GSE	Ptje. Nem prom.	Ptje. PSU ponderado prom.
3	505	Subvencionado	Medio Bajo	493	516
4	472	Pagado - Subvencionado	Medio	562	575
5	420	Subvencionado	Medio Bajo	499	504
6	165	Subvencionado - Municipal	Medio Alto	667	664
7	132	Pagado - Subvencionado	Medio	546	558
8	360	Subvencionado	Medio Bajo	535	543

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Actividades y postulaciones por clúster

Clúster	Actividades prom.	Tocados prom.	Postulaciones prom.	Postulaciones prom. tras toque	Conversión prom.	Total actividades	Total tocados	Total postulaciones	Total postulaciones tras toque
1	0,6	43	4	0,7	0,7 %	276	18.683	1.582	295
2	2,2	444	46	17	4,6 %	93	19.098	1.997	731
3	0,7	44	4	0,8	0,9 %	348	22.255	2.097	405
4	1,4	92	7	2,3	2,1 %	658	43.693	3.160	1.104
5	0,5	30	3	0,5	0,6 %	220	12.673	1.335	223
6	1,0	57	4	1,1	1,5 %	159	9.455	674	175
7	1,4	49	12	6,4	14,3 %	181	6.547	1.685	851
8	2,1	231	19	8,0	3,8 %	765	83.168	6.960	2.863

Fuente: Elaboración propia.

Los segmentos obtenidos son:

- Clúster 1 “**subvencionados – municipales regular**”:

Características del colegio: Consistido por colegios que presentan un GSE medio bajo, compuesto por colegios particulares subvencionados y municipales, los que presentan un promedio PSU regular.

Interacción con la universidad de estudio:

- Al 64% de los colegios se les ha realizado alguna actividad de difusión.
- En promedio tocan a 44 alumnos por colegio.
- Postula 1 alumno debido a la interacción.
- Logra una conversión de 0,7% en promedio.
- Presenta un total de 1.582 postulaciones lo que es equivalente a un 8% del total de postulaciones.

- Clúster 2 “**subvencionados – municipales malo regular**”:

Características del colegio: Compuesto por colegios que presentan un GSE medio bajo, de dependencia particulares subvencionados y municipales, los que presentan un promedio PSU malo - regular.

Interacción con la universidad de estudio:

- Casi todos los colegios son tocados por 2 actividades de difusión.
- Con las actividades en promedio tocan a 444 alumnos por colegio.
- Postulan 17 alumnos debido a la interacción.
- Tienen una conversión de 4,6% en promedio (la más alta si se compara todos los segmentos).
- El clúster 2 presenta un total de 1.997 postulaciones lo que es equivalente a un 10% del total de postulaciones.

- Clúster 3 “**subvencionados mal rendimiento**”:

Características del colegio: Compuesto por colegios que presentan un GSE medio bajo, son particulares subvencionados, los que presentan un promedio PSU malo.

Interacción con la universidad de estudio:

- Al 68% de los colegios se les ha realizado alguna actividad de difusión.
- Tocan a 44 alumnos por colegio en promedio.
- Postulan 4 alumnos por las actividades.
- Presenta una conversión de 0,9% en promedio.
- Este clúster tiene un total de 2097 postulaciones lo que es equivalente a un 10% del total de postulaciones.

- Clúster 4 “**pagados – subvencionados**”:

Características del colegio: Los colegios de este segmento tienen un GSE medio, formado por particulares pagados y subvencionados, los que tienen un promedio PSU regular.

Interacción con la universidad de estudio:

- A la mayoría de los colegios se les ha realizado alguna actividad de difusión.
- Tocan a 92 alumnos por colegio .
- En promedio postulan 2 alumnos.
- Obteniendo una conversión de 2,1% en promedio.
- Presentando un total de 3160 postulaciones lo que es equivalente a un 16,2% del total de postulaciones.

- Clúster 5 “**subvencionados irrelevantes**”:

Características del colegio: Formado por colegios que tienen un GSE medio bajo, constituido por particulares subvencionados, los que tienen un promedio PSU malo.

Interacción con la universidad de estudio:

- Al 52% de los colegios se les ha realizado alguna actividad de difusión.
- Tocan a 30 alumnos por colegio.
- Debido a las actividades, postulan entre 0 y 1 alumnos.
- Logra una conversión de 0,6% en promedio (es el clúster que presenta menos conversión).
- Resultando con un total de 1335 postulaciones lo que es equivalente a un 6,8% del total de postulaciones.

- Clúster 6 “**sin interés**”:

Características del colegio: Los colegios presentan un GSE medio alto, constituido por particulares pagados y subvencionados. Tienen un promedio PSU bueno.

Interacción con la universidad de estudio:

- A más del 95% de los colegios se les ha hecho actividad de difusión.
- En promedio tocan a 57 alumnos por colegio.
- Tras las actividades postula 1 a la universidad de estudio.
- Obteniendo una conversión de 1,5% en promedio.
- Tiene un total de 674 postulaciones lo que representa un 3,4% del total de postulaciones (segmento con la menor cantidad de postulaciones).

- Clúster 7 “**prioridad**”:

Características del colegio: Los colegios presentan un GSE medio, formado por particulares pagados y subvencionados. Tienen un promedio PSU regular.

Interacción con la universidad de estudio:

- A la mayoría de los colegios se les ha hecho actividad de difusión.
- En promedio tocan a 49 alumnos por colegio.
- Postulan 6 alumnos por la actividad.
- En promedio tiene una conversión de 14,3% (es la tasa de conversión más alta de los segmentos).
- Tiene un total de 1685 postulaciones lo que representando un 35,7% del total.

- Clúster 8 “**interesados**”:

Características del colegio: Formado por colegios con GSE medio bajo, de dependencia particulares subvencionados y que tienen un promedio PSU malo.

Interacción con la universidad de estudio:

- A casi todos los colegios se les ha realizado 2 actividades de difusión.
- Tocan a 231 alumnos por colegio.
- Terminan postulando 8 alumnos tras actividad.
- Logra una conversión de 3,8%.
- Presenta 6960 postulaciones representando un 35,7% del total de estas (representa la mayor cantidad de postulaciones).

El propósito de la segmentación es poder medir el impacto que tiene cada actividad, en la incidencia de las postulaciones. Para ello se puede observar en las *tablas 80-111* de la sección *14.7 de Anexos*, los efectos que tiene cada actividad en cada clúster, en donde se incluye la temporalidad, separada por semestres.

Un resumen del impacto de las actividades en cada clúster se puede ver en las 3 tablas de a continuación (*17, 18 y 19*):

*Tabla 17: Cantidad de actividades por clúster*

Cantidad de actividades realizadas									
	Clúster								
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Charla	25	0	13	13	29	8	42	14	<b>144</b>
PSU	19	0	25	27	13	2	5	7	<b>98</b>
Feria	22	7	26	62	20	19	28	45	<b>229</b>
Foro	0	0	0	1	0	0	1	0	<b>2</b>
Stand	9	1	27	14	24	6	11	16	<b>108</b>
Taller	0	0	0	1	0	1	0	0	<b>2</b>
Test	0	0	0	0	0	0	0	6	<b>6</b>
Visita	0	0	1	1	1	0	3	0	<b>6</b>
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>10</b>	<b>95</b>	<b>123</b>	<b>92</b>	<b>42</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	

*Fuente: Elaboración propia.*

La actividad que más se realiza es feria y luego charla, con un total de 229 y 144 respectivamente. A diferencia de foro y taller son actividades que se han realizado bastante poco. El clúster que más actividades se le han realizado es el 4, seguido del 3, 6, 7 y 8.

Tabla 18: Cantidad de alumnos tocados por actividad en clúster

Cantidad de alumnos tocados									
Actividad	Clúster								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Charla	730	0	428	568	886	322	954	651	<b>4.539</b>
PSU	950	0	1387	986	682	86	71	506	<b>4.668</b>
Feria	1.416	1.108	1.440	4.285	996	1.616	1.486	4.795	<b>17.142</b>
Foro	0	0	0	18	0	0	12	0	<b>30</b>
Stand	488	23	1.162	488	1.045	144	287	680	<b>4.317</b>
Taller	0	0	0	47	0	21	0	0	<b>68</b>
Test	0	0	0	0	0	0	0	152	<b>152</b>
Visita	0	0	6	12	13	0	75	0	<b>106</b>
<b>Total</b>	<b>3.584</b>	<b>1.131</b>	<b>4.423</b>	<b>6.404</b>	<b>3.622</b>	<b>2.189</b>	<b>2.885</b>	<b>6.784</b>	

Fuente: Elaboración propia.

La mayor cantidad de alumnos tocados proviene de la actividad feria, que coincide también con ser la actividad que más se realiza. En cuanto a los segmentos, el 4 y 8 se destacan por sobre los otros por ser aquellos que generan la mayor cantidad de alumnos tocados.

Tabla 19: Promedio de conversión de actividad por clúster

Promedio de conversión									
Actividad	Clúster								Promedio (>0)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Charla	0,63%	0,00%	0,05%	0,12%	0,08%	0,20%	15,40%	0,37%	<b>2,40%</b>
PSU	0,04%	0,00%	0,04%	0,10%	0,02%	0,01%	18,50%	1,20%	<b>2,84%</b>
Feria	0,05%	4,05%	0,07%	1,60%	0,04%	0,14%	12,05%	1,50%	<b>2,44%</b>
Foro	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%	0,00%	16,60%	0,00%	<b>8,32%</b>
Stand	0,01%	0,00%	0,07%	0,15%	0,04%	0,15%	17,90%	0,90%	<b>2,75%</b>
Taller	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%	0,05%	0,00%	0,00%	<b>0,05%</b>
Test	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	<b>0,10%</b>
Visita	0,00%	0,00%	1,80%	0,00%	0,00%	0,00%	22,20%	0,00%	<b>12,00%</b>
<b>Promedio (&gt;0)</b>	<b>0,18%</b>	<b>4,05%</b>	<b>0,40%</b>	<b>0,34%</b>	<b>0,04%</b>	<b>0,11%</b>	<b>17,11%</b>	<b>0,81%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Se desprende que el clúster 7 es el que tiene más tasa de conversión a postulaciones y las actividades que más impacto generan son charla, ensayo PSU, feria y stand. Si se dividen las actividades respecto al semestre en que se realizan, se puede ver el impacto que provocan en conversión y postulaciones una vez que se el alumno es tocado por la actividad en la *tabla 20*.

Respecto a los requisitos de la universidad de estudio, los colegios de todos los segmentos encajan con el perfil de alumnos que ingresan menos los colegios pertenecientes al segmento 6 ya que ellos presentan puntajes PSU altos (puntajes ponderados mayores a 630 y 660 en NEM, en promedio), por lo que son alumnos que apuntan a entrar a otras universidades.

Tabla 20: Actividades por semestre

Actividad	Postulaciones alumnos tocados Semestre 1	Postulaciones alumnos tocados Semestre 2	Postulaciones alumnos tocados Semestre 1 y 2	Conversión Semestre 1	Conversión Semestre 2	Conversión Semestre 1 y 2
Charla	180	83	275	0,40 %	0,10 %	0,50 %
PSU	69	48	138	0,07 %	0,07%	0,10%
Feria	428	242	796	0,40 %	0,20 %	0,60 %
Foro	3	0	3	0,01 %	0,00%	0,01 %
Stand	96	77	185	0,10 %	0,20 %	0,30 %
Taller	0	5	5	0,00%	0,01 %	0,01 %
Test	0	10	10	0,00%	0,10 %	0,10 %
Visita	0	9	9	0,00%	0,05 %	0,05 %

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics

#### 9.4.2 Fuzzy C – Means

El resultado de la segmentación a través de lógica difusa se puede observar en la tabla 20 (realizado para 8 segmentos). No entrega grados de pertenencia superiores a un 50% que permitan caracterizar a los colegios a un tipo de perfil en específico. Frente a esto se hace imposible poder realizar una segmentación que permita contrastar distintas características de grupos de colegios.

Tabla 21: Cantidad y grados de pertenencia de clústers por Fuzzy c – means

Clúster	Cantidad de colegios	Grado de pertenencia
1	363	21%
2	665	30%
3	313	30%
4	281	19%
5	337	36%
6	228	20%
7	241	20%
8	97	20%

Fuente: Elaboración propia.

Se desprende que las variables ingresadas a la segmentación no logran formar características que permitan ver alguna diferenciación entre algunos grupos de colegios, dado esto se descarta la posibilidad de utilizar este método para el análisis de clúster.

Es importante mencionar que el método K – means no entrega una marcada diferencia entre algunos de sus conglomerados y la razón de ello se desprende del análisis realizado por el método Fuzzy C – means.

## 9.5 Modelo de optimización

A continuación, se mostrarán los resultados de los modelos de optimización para el análisis de actividades individuales y su temporalidad; y el modelo que incluye actividades cruzadas sin temporalidad. Debido a que cada modelo tiene imputaciones, se hizo un análisis de sensibilidad sobre las variables de alumnos tocados por actividad y la conversión que presenta cada actividad.

### 9.5.1 Planteamiento

Una vez que se tienen los análisis mencionados se hará un modelo que permita entregar el máximo de probabilidad de que un alumno postule junto con la acción/es de difusión a realizar y en qué semestre se debe/n hacer.

Índices:

$i$  = acción de difusión.

$j$  = colegio.

$t$  = periodo del año ( $t_1$  y  $t_2$  equivalente a los semestres del año escolar).

Datos:

$CF_{ijt}$  = costo fijo de realizar la acción  $i$  al colegio  $j$  en  $t$ .

$CV_{ijt}$  = costo variable de realizar la acción  $i$  al colegio  $j$  en  $t$ .

$A_{ijt}$  = cantidad de alumnos tocados por acción  $i$  al colegio  $j$  en  $t$ .

$P$  = presupuesto de universidad.

$n$  = número máximo de acciones de difusión a realizar.

$m$  = número máximo de postulaciones que puede tener la universidad.

$E_{ijt}$  = conversión de acción de difusión  $i$  en colegio  $j$  en  $t$ .

Variables de Decisión:

$X_{ijt}$  = Realizar acción de difusión  $i$  en colegio  $j$  en  $t$ .

Restricciones:

- No sobrepasar presupuesto:  
El costo total de la ejecución de las actividades no debe ser mayor al presupuesto destinado para ello.

$$\sum_t \sum_i \sum_j (CF_{ijt} + CV_{ijt}) * X_{ijt} \leq P \quad (10)$$

- No sobrepasar acciones de difusión:

No sobrepasar la cantidad de actividades dada la disposición que tienen los coordinadores (empleados de la universidad) para la realización de las actividades.

$$\sum_t \sum_i \sum_j X_{ijt} \leq n \quad (11)$$

Donde n es el número máximo de acciones de difusión a realizar.

- Máxima cantidad de postulaciones:  
La cantidad de postulaciones no debe ser mayor a la cantidad esperada de alumnos que se matricularan de acuerdo a la máxima cantidad de alumnos que pueden matricularse en la universidad.

$$\sum_t \sum_i \sum_j X_{ijt} E_{ijt} A_{ijt} \leq m \quad (12)$$

Donde m es el número máximo de postulaciones que puede tener la universidad, obtenido de la cantidad histórica de alumnos que ingresan a la universidad.

Función Objetivo:

$$\text{máx} \sum_t \sum_i \sum_j X_{ijt} E_{ijt} A_{ijt} \quad (13)$$

La función objetivo permite entregar el máximo número de posibles postulantes para la universidad, especificando colegio al que se le debe hacer, junto con la acción de difusión y la fecha en que se debe realizar (semestre).

Para testear la validez del modelo se pretende utilizar data histórica con la que cuenta Penta Analytics, esto debido a que el proceso de postulación se hace una vez rendida la PSU. Lo que escapa los plazos establecidos para la realización de la memoria.

Para el modelo de optimización que incluye el cruce de actividades se utiliza la mismas variables y restricciones, menos la temporalidad, quedando la función objetivo expresada de la siguiente manera:

Función Objetivo:

$$\text{máx} \sum_i \sum_j X_{ij} E_{ij} A_{ij} \quad (14)$$

En el presente modelo se incorporan el efecto que tiene realizar 2 actividades en el mismo colegio. Para estudiar dicho efecto se analiza el impacto que tienen aquellos colegios que son tocados solamente por 2 actividades, de esta manera se obtiene la cantidad de alumnos que se tocan y la conversión de estos. Dado que hay colegios que nunca se les ha realizado 2 actividades, se les imputa el promedio del impacto de acuerdo al segmento perteneciente.

#### 9.5.2 Datos del modelo

- Costo fijo y variable de acciones:  
Corresponden a los costos asociados a cada una de las acciones de difusión, instalación de stands y material de apoyo para entregar, van incluidos en este costo. El costo variable se calcula por alumno y el costo fijo se calcula por la decisión de hacer la actividad.
- Presupuesto:  
Cantidad de dinero que se tiene para la realización de las actividades de difusión. El presupuesto con el que cuenta actualmente la universidad de estudio es de \$115 millones de pesos aproximadamente.
- Coordinadores:  
Empleados de la universidad encargados de la planificación y ejecución de las actividades de difusión. Se designan de acuerdo a las actividades de las que se harán cargo. Difieren en la cantidad de actividades que realizan, la disposición para cada actividad y el número de días trabajados en la ejecución de actividades durante el año.
- Alumnos tocados:  
Cantidad de alumnos que son alcanzados por una actividad. Para aquellos colegios a los que se les hizo alguna actividad el año 2016, se tiene la cantidad de alumnos tocados. Pero, para aquellos colegios que no se les hizo, se utiliza el promedio de alumnos que se tocan de acuerdo a la actividad y el clúster en que se encuentre el colegio. Se utiliza el ponderado de alumnos tocados por la actividad en el clúster del colegio.
- Tasa de conversión:  
Es la tasa que se obtiene de aquellos alumnos que fueron tocados y postularon a la universidad. Para aquellos colegios a los que se les hizo alguna actividad el año 2016, se tiene su tasa de conversión. En cambio, para aquellos colegios que no se les hizo, se procede a utilizar la tasa de conversión promedio que tiene la actividad a realizarse de acuerdo al clúster en el que se encuentre el colegio. De esta forma aquellos colegios sobre los que no se tiene información, se utiliza el ponderado entregado por el clúster.
- Temporalidad:  
Dado que las actividades se realizan durante el año, se hace relevante poder separarlas de acuerdo al semestre en que se realizan, ya que el efecto de cada

actividad varía de acuerdo al momento en que se hizo y además si se hace en ambos semestres.

- Efecto cruzado:  
Existe un efecto cruzado que tiene relación en el impacto que tiene la realización de 2 actividades distintas en un mismo colegio.

### 9.5.3 Resultados del modelo de actividades individuales con temporalidad

El modelo de optimización entrega a cuáles colegios se debe realizar la actividad, la actividad misma, en qué semestre del año realizarla y la cantidad de alumnos que postularían a la universidad de estudio.

La combinación de actividades que entrega el modelo, permite obtener 9.512 postulaciones para la universidad. Cifra óptima de acuerdo a las variables y restricciones ingresadas al modelo.

En busca de lograr dicho número de postulaciones, es necesario trabajar con ciertas actividades en determinado semestre. La cantidad de actividades a realizar se muestra en la *tabla 22* y la cantidad de actividades que se debe realizar cada semestre se ve reflejado en el *gráfico 13*.

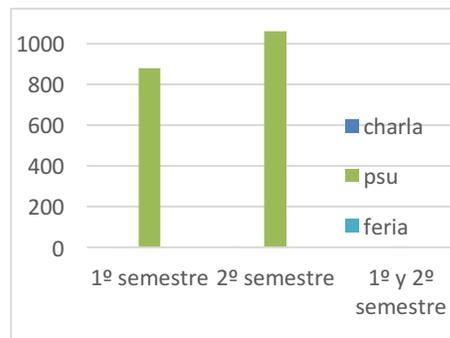
Cabe destacar que en toda la sección que abarcan los resultados se mostrarán gráficos en cuyas viñetas aparece “1º y 2º semestre” y casi ningún dato asociada a esta. Puesto que, la mayoría de las actividades se deben realizar en semestres separados como se verá en el desarrollo.

Tabla 22: Cantidad de actividades modelo individual

Actividad	Cantidad
Charla 1º	3
Charla 2º	1
PSU 1º	879
PSU 2º	1.058
PSU 1º y 2º	2
Feria 1º	3
<b>Total</b>	<b>1.946</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13: Actividades por semestre modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

La función objetivo es maximizar las postulaciones, y para lograr esa meta, es necesario que se realicen 1.946 actividades, en donde se consideran 3 de las 8 que existen en el portafolio de actividades. Estas son la realización de charlas, ferias y ensayos PSU. Quedando descartadas las actividades foro panel, stand, taller, test y visita. El número de charlas y ferias a realizar es bastante inferior a los ensayos PSU que abarcan cerca del 99% de las actividades.

La principal razón que explica la gran cantidad de ensayos PSU por sobre las otras actividades se debe a los bajos costos que implica realizar un ensayo PSU. El precio por cada alumno es de \$358 y \$20.000 por hacer la actividad, a diferencia de las otras que sus precios por alumno son de \$2.797. Entonces la mejor manera de utilizar el presupuesto, según el modelo, es mediante ensayos PSU. El motivo de que igual se deban hacer otro tipo de actividades recae en el peso que tiene la conversión para determinados colegios, en donde estas deben ser bastantes altas.

Estudiando más en detalle las actividades, tal como se observa en el *gráfico 13*, en el primer semestre se deben hacer 885 actividades, correspondientes a charla, feria y ensayo PSU, en donde el 99% de estas corresponde a ensayos PSU. El segundo semestre es el que concentra más cantidad de actividades, con un total de 1.059. Los ensayos PSU nuevamente corresponden al 99%.

Dentro de la gama de actividades que entrega el modelo va a ocurrir que hay colegios que es necesario tocarlos 1 y 2 veces para poder llegar a un efecto óptimo que permita mejores resultados. En total se tocan 1.946 colegios, de los cuales 1.944 se tocan 1 vez y sólo 2 colegios se tocan 2 veces.

El impacto que genera el conjunto de actividades se ve reflejado en la cantidad de alumnos tocados y las postulaciones que finalmente van a conseguir para la universidad. Para un mejor entendimiento de los colegios que fueron tocados se realiza un desglose de las actividades por cada segmento. Lo anterior queda expresado en la *tabla 23*.

*Tabla 23: Resultado por actividad y clúster, modelo individual*

Actividad	Segmento	N° colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla 1°	7	3	98	28,0%	23
Charla 2°	7	1	48	22,90%	11
<b>Total Charlas</b>		<b>4</b>	<b>146</b>	<b>23,28%</b>	<b>34</b>
PSU 1°	1	1	438	2,26%	10
	4	467	39.406	4,80%	1.904
	5	50	5.254	2,30%	124
	7	1	21	19,00%	4
	8	360	76.320	5,10%	3.924
PSU 2°	1	426	28.968	4,80%	1.405
	3	501	55.036	2,67%	1.470
	4	5	444	4,00%	17
	7	126	3.160	18,10%	573
PSU 1° y 2°	5	1	82	3,65%	3
	1	1	123	4,06%	5
<b>Total ensayos PSU</b>		<b>1.939</b>	<b>209.252</b>	<b>4,51%</b>	<b>9.439</b>
Feria 1°	2	1	97	20,6%	20
	6	1	21	14,28%	3

Actividad	Segmento	N ° colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Feria 1°	7	1	102	15,68%	16
<b>Total Ferias</b>		<b>3</b>	<b>220</b>	<b>17,72%</b>	<b>39</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Las charlas en ambos semestres se realizan a 4 colegios correspondientes al segmento 7, específicamente aquellos que tienen una tasa de conversión superior al 22%. Logrando que con esta actividad postulen 34 alumnos. Respecto a los ensayos PSU son las actividades que más deben realizarse, con un total de 1.939 actividades logran tocar a 209.252 alumnos, de los cuales van a postular 9.439 a la universidad. Para el primer semestre se les realiza actividades a todos los colegios del clúster 8 y al 98,9% de los colegios del clúster 4. En cambio, para el segundo semestre se realiza a la mayoría del clúster 1,3 y 7. El segmento 7 tiene la particularidad de que los ensayos PSU tiene una alta conversión y el segmento 8 destaca ya que con una actividad se logra tocar a más alumnos que en los otros colegios. Las ferias son las actividades que se realizan en menor cantidad, solo se tocan a 3 colegios durante el año, específicamente en el primer semestre en donde los colegios corresponden a los segmentos 2, 6 y 7. La elección de esta combinación tiene la misma justificación que para las charlas, son colegios que presentan una alta conversión.

Los segmentos menos tocados por las actividades son el 2, 5 y 6. Las razones que se desprenden son las siguientes:

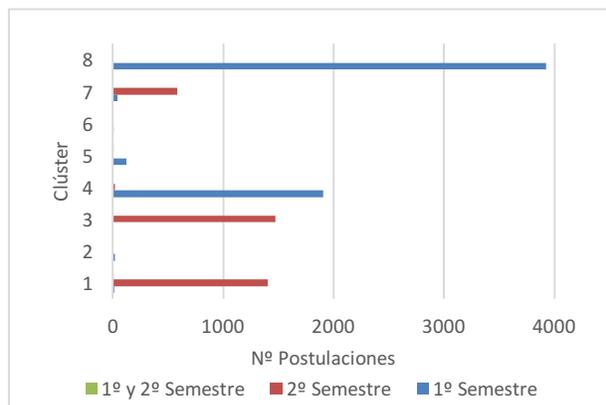
- Clúster 2: es el segmento más pequeño, por actividad realizada se tocan a 444 alumnos en promedio, por lo que si se decide realizar una actividad implica un costo variable alto de manera inmediata, debido a la cantidad de alumnos.
- Clúster 5: segmento que tienen una tasa de conversión bastante baja, por lo que las acciones de difusión no generarían un impacto relevante a las postulaciones de la universidad.
- Clúster 6: es aquél segmento que presenta un mejor rendimiento en la PSU, son alumnos que buscan postular a universidades que exigen puntajes altos de PSU, el cual no es el foco de la universidad de estudio. Coincide en que no es necesario realizarles actividades de difusión debido a que no son alumnos objetivos para la universidad presente.

A todos los colegios de los conglomerados 1, 3, 4, 7 y 8 se les asignan actividades. Las razones para tocar a todos los colegios de dichos segmentos son:

- Clúster 1, 3 y 4: son colegios que presentan una conversión superior en comparación a otras actividades.

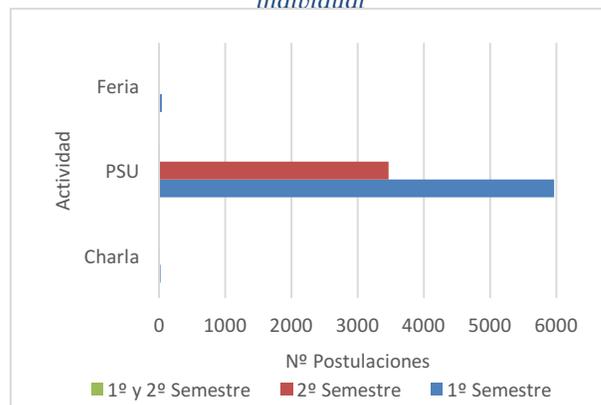
- Clúster 7: presenta la mayor cantidad de postulaciones luego de que los alumnos son tocados, por lo que la tasa de conversión es la más alta respecto a otros colegios.
- Clúster 8: tiene la mayor cantidad de postulaciones, por lo que son colegios que históricamente están interesados en la universidad.

Gráfico 14: Postulaciones por clúster, modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 15: Postulaciones por actividad, modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico 14, al ver la cantidad de postulaciones que se genera respecto a cada segmento, el clúster 8 es el que más postulaciones le genera a la universidad a través de los ensayos PSU correspondientes al primer semestre. Luego le sigue el clúster 4, 3 y 1 con menos postulaciones, también correspondientes a la actividad de ensayo PSU.

La importancia de los ensayos PSU para las postulaciones se puede ver en el gráfico 15, son las actividades que más se deben hacer y las que generan la mayor cantidad de postulaciones, 5.966 correspondientes al primer semestre y 3.465 para el segundo semestre.

En resumen, la cantidad de colegios tocados, alumnos tocados, conversión promedio y postulaciones que genera cada actividad se puede ver en la tabla 24:

Tabla 24: Resumen resultado modelo individual

Actividad	Cantidad de colegios	Alumnos tocados modelo	Conversión	Postulaciones modelo
Charla	4	146	23,28%	34
PSU	1.939	209.252	4,51%	9.439
Feria	3	220	17,72%	39
<b>Total</b>	<b>1.946</b>	<b>209.618</b>	<b>4,53%</b>	<b>9.512</b>

Fuente: Elaboración propia.

El impacto económico que genera estas postulaciones a la universidad va a depender de distintas variables:

- Porcentaje de los alumnos que postulan y que posteriormente se matriculan: de acuerdo a datos del año 2016, el 31,4% de los postulantes se matriculan.
- Cálculo de ingresos: se suma la matrícula una vez al año (\$411.158) y el arancel anual promedio (\$4.254.936), durante una duración de 5 años que es el promedio de las carreras en la universidad de estudio. Esa cifra se multiplica por cada alumno matriculado.
- La tasa de retención de alumnos luego del primer año es de 74,6% y posterior al segundo año es de 61,6%.
- Rentabilidad sobre los ingresos: la universidad presenta un 15,8% de rentabilidad sobre los ingresos.

Cabe destacar que estos datos fueron mencionados en la sección 2. *Justificación, tabla 1*. Y si se quiere ver más en detalle los datos de carreras ir a *Anexos 14.2 tabla 67, 68, 69 y 70*.

El resultado obtenido de la campaña de actividades de difusión para ingresar el 2016 son que postulan 7.346 alumnos luego de ser tocados por alguna actividad. Manteniendo los valores de ingresos mencionados anteriormente y la tasa a conversión de alumnos que se matriculan. El resultado es que se generan 2.306 matrículas, lo que se traduce en un ingreso de \$38.671 MM y rentabilidad de \$6.110 MM, tal cómo se puede apreciar en la *tabla 25*.

*Tabla 25: Resumen de balances año 2016 de universidad*

Año 2016	
Postulaciones	7.346
Matriculas	2.306
Ingresos	\$38.671.489.058
Rentabilidad	\$6.110.095.271

*Fuente: Elaboración propia. Datos: Universidad en estudio.*

Debido a que la conversión a matrícula (31,4%) no es un valor constante se analiza en 2 casos pesimistas y 2 casos optimistas, en donde se disminuye y aumenta un 10% y 20%. Los casos de conversión quedan como:

- Pesimista: 28,26%
- Semi - pesimista: 25,12%
- Neutro: 31,40%
- Semi - optimista: 34,54%
- Optimista: 37,68%

El cálculo que se realiza es multiplicar las postulaciones por estas tasas, de esta forma se tiene el total de alumnos que se matriculan en la universidad. Por otro lado, en lo que respecta a la cantidad de postulaciones, el modelo arroja que existen 2.166 más postulaciones provenientes por actividades de difusión física en comparación al año 2016.

A continuación, se muestran los resultados (ver *tabla 26*) a matrículas de acuerdo a la cantidad de postulaciones que entrega el modelo, el ingreso, la rentabilidad y si aumenta o no la rentabilidad respecto al año 2016 (aumento porcentual).

*Tabla 26: Análisis económico modelo individual*

Porcentaje de alumnos que matriculan	Matriculas	Ingresos	Rentabilidad	Diferencia rentabilidad (2016)	Aumento porcentual
Pesimista (25,12%)	2.389	\$40.063.394.345	\$6.330.016.306	\$219.921.035	4%
Semi - pesimista (28,26%)	2.688	\$45.077.607.367	\$7.122.261.964	\$1.012.166.693	17%
Neutro (31,40%)	2.987	\$50.091.820.389	\$7.914.507.621	\$1.804.412.350	30%
Semi – optimista (34,54%)	3.285	\$55.089.263.467	\$8.704.103.628	\$2.594.008.357	42%
Optimista (37,68%)	3.584	\$60.103.476.489	\$9.496.349.285	\$3.386.254.014	55%

*Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.*

En todos los casos el resultado del modelo muestra que existe un aumento en la rentabilidad percibida por la universidad. En el peor de los casos, pesimista, aun así la universidad genera cerca de \$220 MM más que antes y si se coloca en el caso neutro, existe un aumento del 30% en la rentabilidad que tiene la universidad en las actividades de difusión física. Llegando al caso optimista hay un incremento considerable en donde se aumenta la mitad de lo que renta la universidad.

## 1. Análisis de sobreestimación

En el caso que se pueda estar sobreestimando la cantidad de postulaciones a la universidad, se realizan 2 análisis para ver qué resultado se obtiene en caso de que se disminuya el valor promedio de las imputaciones. El primer análisis es respecto a los alumnos tocados por las actividades, disminuyendo el 20% de los toques y el segundo es respecto a la conversión de las actividades, análogamente se disminuye un 20%.

- **20 % menos en la imputación de alumnos tocados por actividades**

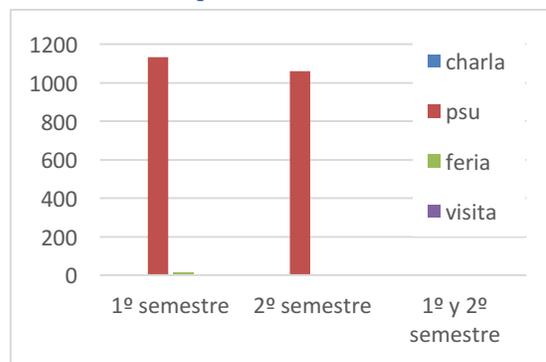
Se ejecuta el modelo de optimización con modificación en la imputación de los alumnos tocados por las actividades. Cada actividad imputada va a tocar a un 20% menos de alumnos que en el caso normal. Frente a esto el resultado del número de actividades a realizar se observa en la *tabla 27*, las que son capaces de generar 8.205 postulaciones para la universidad en estudio.

Tabla 27: Cantidad de actividades, 20 % menos tocados, imputación modelo individual

Actividad	Cantidad
Charla 1°	3
Charla 2°	2
PSU 1°	1.132
PSU 2°	1.059
Feria 1°	11
Visita 1°	1
<b>Total</b>	<b>2.208</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 16: Actividades por semestre, 20% menos tocados, imputación modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

Se deben realizar 2.208 actividades durante el año, estas son charla, ensayo PSU, feria y visita. Los ensayos PSU son las actividades que más se deben hacer, seguido de charlas, feria y por último una visita. La diferencia entre el número de actividades del primer y segundo semestre es de 86 actividades, en donde la mayor concentración la tiene el primer semestre (ver gráfico 16). En este caso no es necesario una actividad que se realice en ambos semestres.

Para revisar más en detalle los segmentos afectados, alumnos tocados, conversión y postulaciones que se genera dependiendo de cada actividad de difusión a realizar, se presentan estos datos en la tabla 28.

Tabla 28: Resultado por actividad y clúster, 20% menos en imputaciones tocadas modelo individual

Actividad	Segmento	N° colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla 1°	7	3	78	28,0%	18
Charla 2°	7	2	65	21,75%	14
<b>Total Charlas</b>		<b>5</b>	<b>143</b>	<b>22,37%</b>	<b>32</b>
PSU 1°	1	1	350	2,26%	10
	4	467	31.432	4,84%	1.519
	5	304	26.129	2,33%	610
	8	360	61.199	5,14%	3.146
PSU 2°	1	427	23.059	4,85%	1.118
	3	501	44.029	2,67%	1.176
	4	5	356	4,07%	14
	7	125	2.508	18,13%	455
<b>Total ensayos PSU</b>		<b>2.190</b>	<b>189.062</b>	<b>4,25%</b>	<b>8.048</b>
Feria 1°	2	9	894	12,11%	106
	6	1	17	14,28%	2
	7	1	82	15,68%	13
<b>Total Ferias</b>		<b>11</b>	<b>993</b>	<b>12,18%</b>	<b>121</b>
Visita 2°	7	1	20	22,22%	4

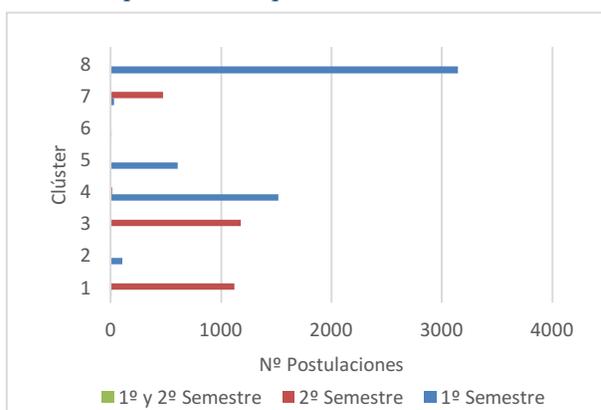
Fuente: Elaboración propia.

Los 5 colegios seleccionados para hacer la actividad de charla pertenecen al clúster 7 y son aquellos que presentan una alta tasa de conversión, logrando postular a 32 alumnos con esta actividad. Respecto a los ensayos PSU, estos concentran la mayor cantidad de actividades, realizando ensayos en 2.190 colegios, lo que permite tocar cerca de 190.000 alumnos y generar 8.048 postulaciones. Los segmentos 1,3, 4, 5, 7 y 8 son los tocados por esta actividad, destacando el clúster 7 por la alta conversión de sus colegios y el clúster 8 con la mayor cantidad de alumnos tocados y postulados.

Las actividades ferias y visitas tocan a 12 colegios, de los cuales la mayor cantidad de estos provienen del clúster 2. En total con ambas actividades postulan 125 alumnos, cifra superior a las charlas y significativamente menor que las de ensayos PSU.

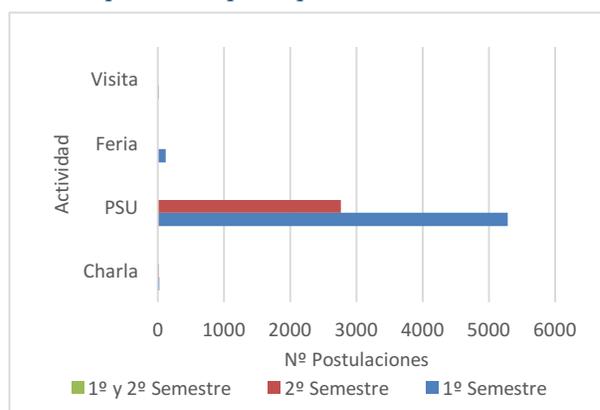
Como se observa en el *gráfico 17*, los colegios del segmento 8 tienen una gran participación en la cantidad de postulaciones que se generan a la universidad. Este clúster explica 38,34 puntos porcentuales del total de las postulaciones que entrega el modelo (8.205).

*Gráfico 17: Postulaciones por clúster, 20% menos imputaciones toques modelo individual*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Gráfico 18: Postulaciones por actividad, 20% menos imputaciones por toques modelo individual*



*Fuente: Elaboración propia.*

Los ensayos PSU provocan postulaciones principalmente en el primer semestre, como se observa en el *gráfico 18*. Estos generan más del doble en comparación a lo realizado en el segundo semestre, 5.285 postulaciones el primer semestre versus 2.763 en el segundo semestre.

A modo de comparar el desempeño, el modelo permite generar 859 más postulaciones que el caso del año 2016.

- **20 % menos en la imputación de la conversión por actividades**

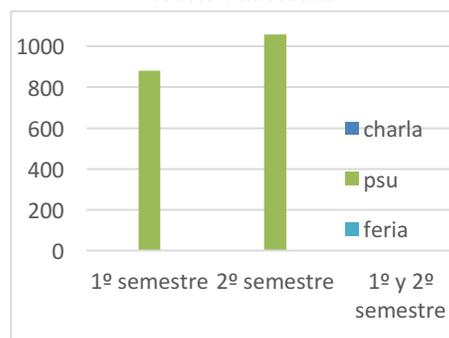
Cada actividad tiene consigo una conversión dependiendo del colegio al cual se toque. El presente análisis es respecto a las imputaciones en la conversión que presenta cada actividad en cada colegio. En este caso, situándose en una sobreestimación, se disminuye en un 20 % la conversión que tiene cada actividad imputada.

Tabla 29: Cantidad de actividades, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual

Actividad	Cantidad
Charla 1°	3
Charla 2°	1
PSU 1°	879
PSU 2°	1.058
PSU 1° y 2°	2
Feria 1°	3
<b>Total</b>	<b>1.946</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 19: Actividades por semestre, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

Al disminuir el valor de la conversión en las imputaciones, entrega que la óptima cantidad de postulaciones para la universidad es de 7.606. Para lograr esta cifra es necesario realizar 1.946 actividades, distribuidas entre charla, ensayo PSU y feria. En donde la actividad más relevante es la realización de ensayo PSU y la cantidad de esta debe ser mayor en el segundo semestre como se muestra en el gráfico 19.

La información obtenida de actividades, colegios, alumnos tocados, conversión de actividades y postulaciones queda expresada en la tabla 30.

Tabla 30: Resultado por actividad y clúster, 20% menos imputaciones conversión modelo individual

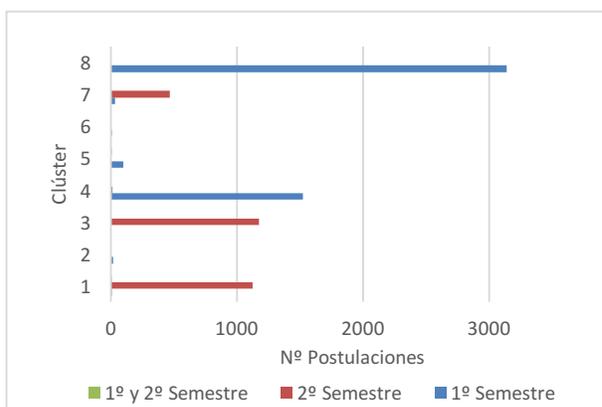
Actividad	Segmento	N ° colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla 1°	7	3	98	22,40%	18
Charla 2°	7	1	48	18,33%	9
<b>Total Charlas</b>		<b>4</b>	<b>146</b>	<b>18,49%</b>	<b>27</b>
PSU 1°	1	1	438	1,80%	8
	4	467	39.406	3,87%	1.523
	5	50	5.254	1,90%	99
	7	1	21	15,23%	3
	8	360	76.320	4,11%	3.136
PSU 2°	1	426	28.968	3,88%	1.124
	3	501	55.036	2,13%	1.176
	4	5	444	3,25%	14
	7	126	3.160	14,50%	459
PSU 1° y 2°	5	1	82	3,25%	4
	1	1	123	2,92%	2
<b>Total ensayos PSU</b>		<b>1.939</b>	<b>209.252</b>	<b>3,60%</b>	<b>7.548</b>
Feria 1°	2	1	97	16,49%	16
	6	1	21	11,42%	2
	7	1	102	12,54%	13

Actividad	N ° colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
<b>Total Ferias</b>	<b>3</b>	<b>220</b>	<b>14,09%</b>	31

Fuente: Elaboración propia.

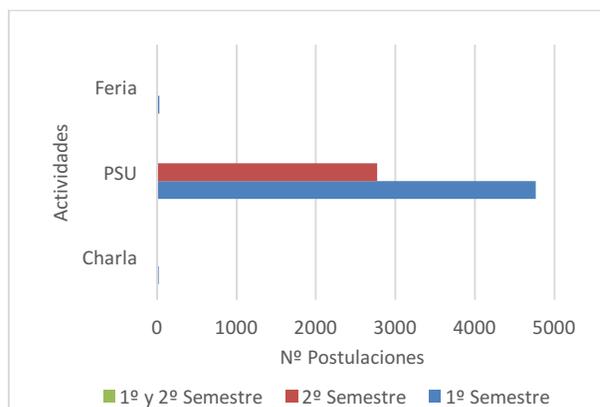
Las actividades charla y feria son las que tienen menos peso en cuanto al total de postulaciones que generan, entre ambas tocas solamente a 8 colegios pero con la característica de que esos colegios son los que presentan una conversión bastante alta. El clúster 7 tiene la particularidad que es el que presenta la conversión más alta, sin embargo no logra tocar a una cantidad elevada de alumnos a diferencia del clúster 8 que es aquél que destaca debido a la cantidad de alumnos que es capaz de tocar por los ensayos PSU y es el que más postulaciones genera (41,23% del total de postulaciones), seguido del clúster 4 ambos en el primer semestre tal como se ve en el *gráfico 20*.

Gráfico 21: Postulaciones por clúster, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 20: Postulaciones por actividad, 20% menos imputaciones conversión, modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

Independiente de que se realicen más actividades en el segundo semestre, la mayor cantidad de postulaciones se encuentran de aquellos alumnos tocados el primer semestre. Al ver el *gráfico 21*, los ensayos PSU el primer semestre generan 4.769 postulaciones y en el segundo semestre 2.773, cifra bastante menor. Por último las charlas generan 27 postulaciones y las ferias 31. Postulaciones que entre ambas actividades no llegan a superar el 1% del total.

Como resultado, se tiene que en este escenario el modelo genera 7.606 postulaciones, cifra que supera por 260 postulaciones a las del año 2016.

- **Comparación sobreestimación**

A continuación, se muestra un resumen respecto a las diferencias presentes entre el escenario normal y los 2 análisis respecto a sobreestimación.

Tabla 31: Comparación cantidad actividades, sobreestimación modelo individual

Actividad	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Charla 1°	3	3	3
Charla 2°	1	2	1
PSU 1°	879	1.132	879
PSU 2°	1.058	1.059	1.058
Feria 1°	3	11	3
Visita 1°	0	1	0
PSU 1° y 2°	2	0	2
<b>Total</b>	<b>1.946</b>	<b>2.208</b>	<b>1.946</b>

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de actividades a realizar en cada escenario se presenta en la *tabla 31*. Para llegar al número máximo de postulaciones posibles, las actividades a realizar en los 3 escenarios consideran, charlas, ensayos PSU y feria. No obstante, se encuentran 2 diferencias. En primer lugar, el escenario normal y la variación respecto a la conversión tienen exactamente las mismas actividades en contraste al otro escenario en donde se quita la realización de ensayo PSU en ambos semestres y se agrega realizar una visita. En segundo lugar, la cantidad de actividades a realizar en el escenario en que se disminuye el número de alumnos que se toca, es superior al resto de los casos. La justificación para ello recae en el costo variable existente por alumno. En consecuencia, en cada actividad se va a tocar a menos alumnos en comparación al escenario normal, por lo que se va a gastar menos dinero por colegio. Entonces, en busca de hacer uso del presupuesto disponible, va a ser necesario tocar a más colegios hasta utilizar el dinero estipulado. Para ver el contraste respecto a la cantidad de colegios, alumnos tocados y postulaciones, se presentan dichos datos en la *tabla 32*.

Tabla 32: Comparación colegios, toques y postulaciones, sobreestimación modelo individual

	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
N° de colegios	1.946	2.207	1.946
Alumnos tocados	209.618	190.218	209.618
Postulaciones	9.512	8.205	7.606

Fuente: Elaboración propia.

Tanto la cantidad de colegios y alumnos tocados para el escenario normal y el de conversión tienen las mismas cifras, esto debido a que la única diferencia entre ellos es el impacto que genera la realización de actividad en el colegio, la conversión, lo que se traduce finalmente en un número diferente de postulaciones. El escenario de las imputaciones en toques es el que presenta diferencias en la cantidad de colegios, alumnos tocados y postulaciones, sin embargo la conversión se mantiene idéntica al escenario normal. A pesar de que en el escenario de toques se visite más colegios y se haga más actividades la cantidad de alumnos tocados es inferior a los 209.600 que se tocan en los otros escenarios.

Al comparar la cantidad de postulaciones respecto al escenario normal, las imputaciones por toques tienen más postulaciones que el de conversión a pesar de que llegue a menos alumnos. Puesto que el efecto de disminuir la conversión es más relevante porque afecta de manera directa la eficiencia de una actividad. El escenario de conversión tiene cerca de 2.000 postulaciones menos que el normal y 599 que el de toques, situándolo como el peor escenario en cuanto a la cantidad de postulaciones finales que genera.

Es importante analizar el impacto económico que tienen dichas postulaciones para la universidad en estudio, por ende, se realiza un análisis económico respecto a las matrículas que se generan a partir de las postulaciones.

El análisis se construye a partir de los datos obtenidos del año 2016, en donde el 31,4% de los alumnos que postulan finalmente se matriculan, obteniendo para dicho año un total de 2.306 alumnos matriculados. Dicho análisis se crea a partir de 2 casos pesimistas, 1 neutro y 2 optimistas. Para ello se compara los 3 escenarios en los 5 casos mencionados para la cantidad de matrículas generadas, la rentabilidad y el aumento porcentual respecto a la rentabilidad, es decir, si los escenarios en los casos presentes son más rentables que lo obtenido durante el año 2016 y cuánto más rentable es.

*Tabla 33: Comparación matrículas, sobreestimación modelo individual*

<b>Matrículas</b>			
<b>Porcentaje de alumnos que matriculan</b>	<b>Normal</b>	<b>20% menos en toques</b>	<b>20% menos en conversión</b>
Pesimista (25,12%)	2.389	2.061	1.911
Semi - pesimista (28,26%)	2.688	2.319	2.149
Neutro (31,40%)	2.987	2.576	2.388
Semi – optimista (34,54%)	3.285	2.834	2.627
Optimista (37,68%)	3.584	3.092	2.866

*Fuente: Elaboración propia.*

La primera comparación (*tabla 33*) es respecto a la cantidad de alumnos que finalmente se matriculan en la universidad, en los distintos casos. Hay una tendencia en donde el escenario normal contiene la mayor cantidad de estas, seguido de la modificación en las imputaciones de toques y conversión.

Comparado a la cantidad de matriculados el año 2016, que fue de 2.306 a través de actividades de difusión física. La variación de las imputaciones en toques recién a partir del caso semi - pesimista supera esa cifra. Y en lo que respecta a las conversiones es a partir del caso neutro, 31,4% en donde se comienza a superar la cantidad de matriculados.

*Tabla 34: Comparación rentabilidad, sobreestimación modelo individual*

<b>Rentabilidad</b>			
<b>Porcentaje de alumnos que matriculan</b>	<b>Normal</b>	<b>20% menos en toques</b>	<b>20% menos en conversión</b>
Pesimista (25,12%)	\$6.330.016.306	\$5.460.930.769	\$5.063.483.115
Semi - pesimista (28,26%)	\$7.122.261.964	\$6.144.540.735	\$5.694.100.060

Rentabilidad			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Neutro (31,40%)	\$7.914.507.621	\$6.825.501.049	\$6.327.366.655
Semi – optimista (34,54%)	\$8.704.103.628	\$7.509.111.014	\$6.960.633.251
Optimista (37,68%)	\$9.496.349.285	\$8.192.720.979	\$7.593.899.847

Fuente: Elaboración propia

La rentabilidad sigue la misma orientación, el valor máximo se encuentra en el escenario normal. Se calcula de acuerdo al 15,8% que se tiene sobre los ingresos generados por los alumnos matriculados. Para un mejor análisis y ver en qué medida los resultados del modelo pueden ser favorables se presenta el aumento porcentual en contraste a la rentabilidad del año 2016 en la *tabla 35*.

Tabla 35: Comparación aumento porcentual, sobreestimación modelo individual

Aumento porcentual			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Pesimista (25,12%)	4%	-11%	-17%
Semi - pesimista (28,26%)	17%	1%	-7%
Neutro (31,40%)	30%	12%	4%
Semi – optimista (34,54%)	42%	23%	14%
Optimista (37,68%)	55%	34%	24%

Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene de la diferencia entre la rentabilidad base y las obtenidas por el modelo y sus variaciones. En los casos pesimistas del modelo no se refleja un aumento en la rentabilidad tanto para el escenario de toques como de conversión, siendo el resultado final no conveniente para la universidad. En cambio, si se mantiene la tasa de conversión a matrícula neutra (31,4%) todos los escenarios son convenientes ya que generan un aumento de rentabilidad para la universidad, logrando en el mejor de los casos un incremento de 55% sobre la rentabilidad del año 2016.

## 2. Análisis de subestimación

En caso contrario al anterior, si es que existe una subestimación en la cantidad de postulaciones a la universidad, se realizan 2 análisis para ver qué resultado se obtiene cuando se aumenta el valor promedio de las imputaciones, en un primer lugar para los alumnos tocados por las actividades y en segundo lugar para la conversión de las actividades.

- **20 % más en la imputación de alumnos tocados por actividades**

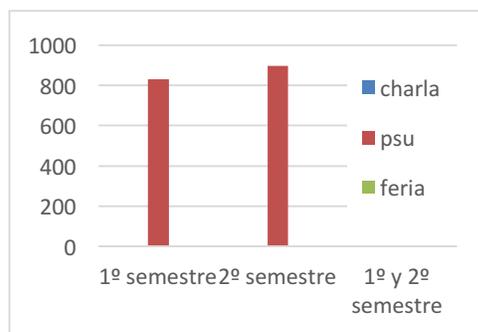
Se ejecuta el modelo de optimización con la diferencia en que la cantidad de alumnos tocados que van a lograr las actividades se verá afectado. Respecto a los datos imputados, se toca a un 20% más de lo realizado por el modelo normal.

Tabla 36: Cantidad actividades, 20% más imputación toques, subestimación modelo individual

Actividad	Cantidad
Charla 2°	1
PSU 1°	831
PSU 2°	897
Feria 1°	1
<b>Total</b>	<b>1.730</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 22: Actividades por semestre, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

El modelo de optimización indica que se obtienen 10.648 postulaciones y se deben hacer 1.730 actividades, las que son charla, ensayo PSU y feria. Prácticamente todas las actividades que se deben realizar son ensayos PSU a excepción de dos colegios dentro de los cuales a uno se le debe realizar una charla y a otro una feria, tal como se observa en la *tabla 36*. La cantidad de actividades a realizar en cada semestre solo varía en 66 y como se aprecia en el *gráfico 22*, no hay actividades que deban repetirse en el primer y segundo semestre.

En la *tabla 37*, se presenta un análisis más detallado de acuerdo al segmento, colegio, alumnos tocados, conversión y las postulaciones que genera cada actividad.

Tabla 37: Resultado por actividad y clúster, 20% más imputaciones toques subestimación, modelo individual

Actividad	Segmento	N° colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla 2°	7	1	52	22,90%	12
Feria 1°	2	1	116	20,61%	24
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>168</b>	<b>21,42%</b>	<b>36</b>
PSU 1°	3	1	65	3,70%	2
	4	468	47.444	4,84%	2.293
	5	1	107	3,37%	4
	7	1	25	19,04%	5
	8	360	91.441	5,14%	4.700
PSU 2°	1	428	35.095	4,85%	1.702
	3	335	44.131	2,67%	1.179
	4	4	417	4,23%	17
	7	130	3.912	18,13%	710
<b>Total</b>		<b>1.728</b>	<b>222.637</b>	<b>4,76%</b>	<b>10.612</b>

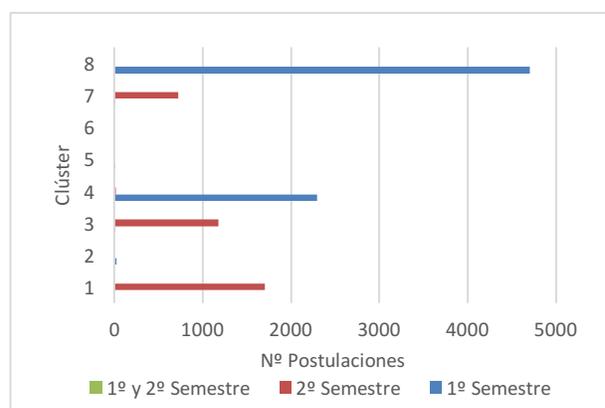
Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó en el párrafo anterior, los ensayos PSU son los que tienen 99% del peso en la realización de actividades llegando a tocar a 220.000 alumnos aproximadamente, de los segmentos 1, 3, 4, 5, 7 y 8. La mayor concentración de alumnos tocados se presenta en el primer semestre con 139.082 por aquellos tocados por dicha actividad. El segundo semestre solo representa el 37,5% de todos los alumnos tocados.

La realización de una actividad de charla y feria se debe a la alta tasa de conversión, más del 20%, que presentan esos colegios en esas actividades.

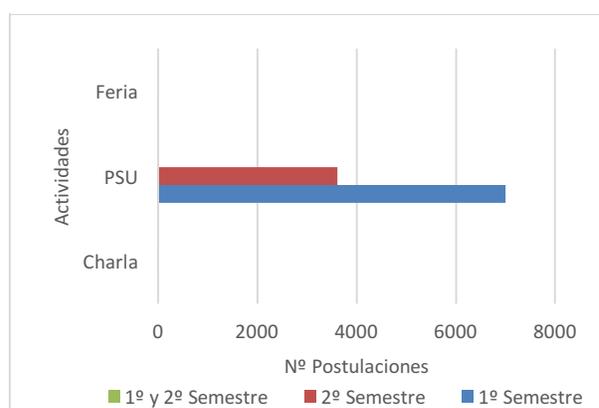
Para ver mejor el comportamiento de las postulaciones respecto a cada clúster se tiene el *gráfico 23* y las postulaciones de las actividades de acuerdo al semestre en el *gráfico 24*.

*Gráfico 24: Postulaciones por clúster, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo individual*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Gráfico 23: Postulaciones por actividad, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo individual*



*Fuente: Elaboración propia.*

El clúster 4 y 8 a los cuales se les realiza ensayos PSU durante el primer semestre entregan el 65,67% del total de postulaciones. Los conglomerados 1, 3 y 7 son los más relevantes para el segundo periodo escolar, siendo los responsables de 3.600 postulaciones aproximadamente.

La cantidad de actividades a realizar el segundo semestre es levemente mayor, pero la cantidad de postulaciones supera el doble con respecto al primer semestre. Lo que denota la gran importancia de los colegios a tocar en el primer semestre, en particular aquellos del clúster 8.

El presente escenario implica que sea realicen 3.302 postulaciones por sobre la cantidad obtenida el año 2016, dando un total de 10.648 como se mencionó.

- **20 % más en la imputación de la conversión por actividades**

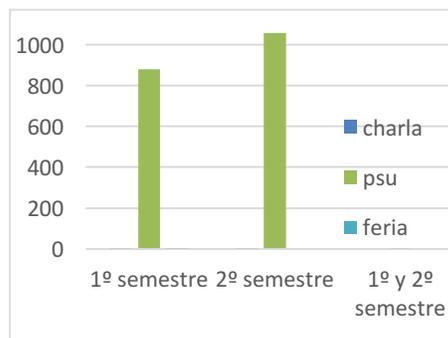
Con respecto a las imputaciones en la conversión que tiene cada actividad para cada colegio. En este caso se aumenta en un 20 % la conversión que tiene cada actividad imputada. El resultado de este modelo es que se tienen 11.416 postulaciones, con las actividades a realizar en la *tabla 38*.

Tabla 38: Cantidad de actividades, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo individual

Actividad	Cantidad
Charla 1°	3
Charla 2°	1
PSU 1°	879
PSU 2°	1.058
PSU 1° y 2°	2
Feria 1°	3
<b>Total</b>	<b>1.946</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 25: Actividades por semestre, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo individual



Fuente: Elaboración propia.

Se debe realizar charla, ensayo PSU y feria, en donde deben sumar en total 1.946 actividades. Como se puede observar en el gráfico 25, la mayor cantidad de actividades corresponde a ensayos PSU en el segundo semestre, realizando 179 más actividades que en el primer periodo del año escolar. También existe el caso en que se debe hacer un ensayo PSU tanto en el primer como segundo semestre, pero son sólo 2 colegios y no se alcanzan a reflejar en la gráfica. Para ver en detalle de segmento, colegios, alumnos tocados, conversión y postulaciones por cada actividad se encuentra en la tabla 39.

Tabla 39: Resultados por actividad y clúster, 20% más imputaciones conversión, modelo individual

Actividad	Segmento	Nº colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla 1°	7	3	98	33,60%	28
Charla 2°	7	1	48	27,50%	13
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>146</b>	<b>28,08%</b>	<b>41</b>
PSU 1°	1	1	438	2,71%	12
	4	467	39.406	5,80%	2.285
	5	50	5.254	2,85%	149
	7	1	21	22,85%	5
	8	360	76.320	6,17%	4.708
PSU 2°	1	426	28.968	5,82%	1.686
	3	501	55.036	3,20%	1.764
	4	5	444	4,88%	21
	7	126	3.160	21,75%	688
PSU 1° y 2°	1	1	123	4,87%	6
	5	1	82	4,39%	4
<b>Total</b>		<b>1.939</b>	<b>209.252</b>	<b>5,41%</b>	<b>11.328</b>
Feria 1°	2	1	97	24,74%	24
	6	1	21	17,14%	4
	7	1	102	18,82%	19
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>220</b>	<b>21,36%</b>	<b>47</b>

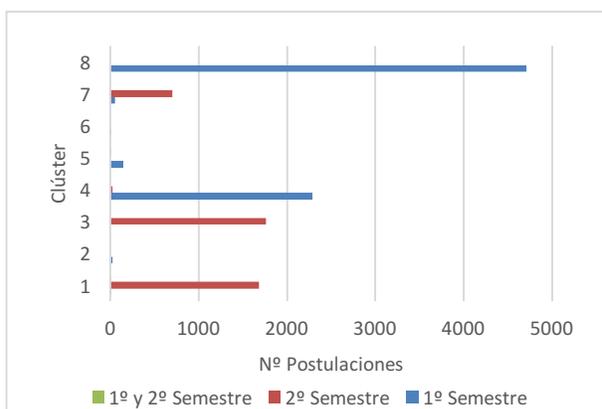
Fuente: Elaboración propia.

Las actividades charla se realizan en colegios que presentan una conversión superior a los 27 puntos porcentuales, siendo estos, los colegios con más alta conversión. En lo que respecta a la realización de ferias se tienen 3 colegios que nuevamente muestran una conversión alta, superior al 18%, generando 47 postulaciones con esta actividad. En cuanto a los ensayos PSU destaca el clúster 7 en términos de conversión, en donde el 22% de los alumnos que se toca finalmente postulan a la universidad.

Se toca a cerca de 209.600 alumnos, el 99% a través de ensayos PSU y sólo con el clúster 8 se tocan al 35% del total de alumnos. Sin embargo, el clúster con más colegios tocados es el 3, con 501 actividades a colegios.

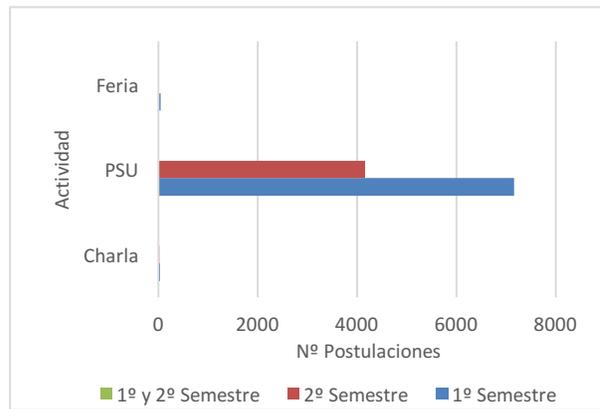
Para conocer mejor el impacto que tiene cada segmento y actividad en las postulaciones se presentan los *gráficos 26 y 27*, respectivamente.

*Gráfico 27: ostulación por clúster, 20% más imputaciones conversión. modelo individual*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Gráfico 26: Postulaciones por actividad, 20% más imputaciones conversión, modelo individual*



*Fuente: Elaboración propia.*

Los segmentos 4 y 8 son aquellos que generan 61,44% de las 11.416 postulaciones entregadas por el modelo y corresponden a ensayos PSU realizados el primer semestre. En lo que respecta al segundo periodo escolar, los clúster que más postulaciones presentan son el 1 y 3 debido a la ejecución de ensayos PSU y son aquellos que hacen que la mayor cantidad de actividades se vea reflejada para ese periodo. Independiente de que se realicen más actividades en el segundo semestre, la mayor cantidad de postulaciones proviene del primer semestre.

Finalmente, las charlas tienen un total de 47 postulantes, ensayos PSU 11.328 y la feria 47, lo que permite tener 4.070 más postulaciones que el año 2016.

- Comparación subestimación

De la misma manera en que se realiza una comparación para el análisis de sobreestimación, también se hace para la subestimación. Las diferencias presentes entre el escenario normal y los 2 análisis de acuerdo a la subestimación se muestran a continuación. Para ver la diferencia en actividades por escenario se presenta la *tabla 40*.

Tabla 40: Comparación cantidad de actividades, subestimación modelo individual

Actividad	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Charla 1°	3	0	3
Charla 2°	1	1	1
PSU 1°	879	831	879
PSU 2°	1.058	897	1.058
Feria 1°	3	1	3
PSU 1° y 2°	2	0	2
<b>Total</b>	<b>1.946</b>	<b>1.730</b>	<b>1.946</b>

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la cantidad de actividades a realizar, los escenarios normal y las imputaciones en conversión se comportan de manera idéntica. Con un total de 1.946, distribuidas principalmente en las realización de ensayos PSU y en menor cantidad con charla y ferias. Estos 2 escenarios son los únicos en los que se debe hacer ensayos el primer y segundo semestre. Por otro lado se encuentra el escenario en imputaciones de toques, en donde la cantidad de actividades a realizar es de 200 menos aproximadamente respecto a los otros escenarios. Junto con esto, se cumple que los ensayos PSU son las actividades más relevantes y sólo se hace 1 charla y 1 feria.

Tabla 41: Comparación colegios, toques y postulaciones, subestimación modelo individual

	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
N° de colegios	1.946	1.730	1.946
Alumnos tocados	209.618	222.805	209.618
Postulaciones	9.512	10.648	11.416

Fuente: Elaboración propia.

Como se nombró anteriormente el escenario normal y el aumento en las imputaciones de la conversión de la actividad se mantiene igual tanto en la cantidad de colegios como alumnos tocados. En cambio, el escenario de las imputaciones en toques, va a realizar menos actividades y a tocar menos colegios (ver tabla 41), debido a que con el aumento en la cantidad de alumnos tocados que tendrá por actividad, va a cubrir el presupuesto destinado en menos colegios ya que el aumento en alumnos que se toca implica un aumento en el costo variable por actividad.

Las postulaciones en los escenarios imputados son más altas que el normal, siendo la que presenta la mayor cantidad de estas, el escenario de conversión. Esto es porque la modificación en la conversión genera un impacto directo en las postulaciones que traerá cada actividad, ya que la conversión básicamente mide la eficiencia de cada actividad, entonces al ser esta aumentada claramente traerá más postulaciones que el resto de los escenarios.

Tabla 42: Comparación matrículas, subestimación modelo individual

Matrículas			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Pesimista (25,12%)	2.389	2.675	2.868
Semi - pesimista (28,26%)	2.688	3.009	3.226
Neutro (31,40%)	2.987	3.343	3.585
Semi – optimista (34,54%)	3.285	3.678	3.943
Optimista (37,68%)	3.584	4.012	4.302

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que se está en un caso de subestimación, todas las matrículas de los escenarios imputados superan ampliamente al escenario normal (ver tabla 42). Las matrículas del año 2016 provenientes de actividades de difusión física son 2.306, correspondientes a la tasa de matrícula de 31,4%. Teniendo en consideración esto, se toman 5 casos para analizar, 2 pesimistas, 1 neutro y 2 optimistas. De esta manera se puede medir el impacto del modelo para los 3 escenarios en 5 casos distintos.

El número mínimo de matrículas se encuentra en el escenario normal para el caso pesimista con 2.389 y el máximo en el de conversión con 4.302 en el caso optimista que se matriculen el 37,68% de los alumnos que postulan. Para ver como afecta económicamente esta cantidad de matrículas se tiene un análisis de la rentabilidad y el aumento porcentual que esta genera, respecto a los datos del año 2016, tabla 43 y tabla 44 respectivamente.

Tabla 43: Comparación rentabilidad, subestimación modelo individual

Rentabilidad			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Pesimista (25,12%)	\$6.330.016.306	\$7.087.816.501	\$7.599.199.149
Semi - pesimista (28,26%)	\$7.122.261.964	\$7.972.799.944	\$8.547.774.217
Neutro (31,40%)	\$7.914.507.621	\$8.857.783.387	\$9.498.998.936
Semi – optimista (34,54%)	\$8.704.103.628	\$9.745.416.482	\$10.447.574.004
Optimista (37,68%)	\$9.496.349.285	\$10.630.399.925	\$11.398.798.724

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la rentabilidad, sigue un comportamiento idéntico al de las matrículas en donde su renta fluctúa a partir de los \$6.330 MM hasta la mayor cantidad que se ve cuando se aumentan las imputaciones en la conversión de las actividades pudiendo llegar a los \$11.300 MM.

Tabla 44: Comparación aumento porcentual, subestimación modelo individual

Aumento porcentual			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Pesimista (25,12%)	4%	16%	24%
Semi - pesimista (28,26%)	17%	30%	40%

Aumento porcentual			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Neutro (31,40%)	30%	45%	55%
Semi – optimista (34,54%)	42%	59%	71%
Optimista (37,68%)	55%	74%	87%

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para estimar si el modelo es eficiente aun si se encuentra subestimado, se tiene que en todos los casos el modelo entrega un mejor resultado. Generando un aumento porcentual en cualquier escenario para la universidad de estudio, pudiendo llegar a ganar entre 30% a 55% en el caso neutro (caso más probable a tener), lo que se traduce en un gran beneficio económico. Dicho aumento porcentual se obtiene al restar la diferencias de rentabilidad respecto a la obtenida en el año 2016.

#### 9.5.4 Resultados modelo de actividades cruzadas

El modelo de optimización se efectúa quitando la temporalidad y agregando el efecto cruzado de las actividades. Es decir, se tiene el impacto de realizar una actividad o dos actividades en un colegio.

El resultado de la cantidad de actividades a realizar es el siguiente:

Tabla 45: Cantidad de actividad, modelo cruzado

Actividad	Cantidad
Charla	4
PSU	2.091
Visita	1
PSU y PSU	4
<b>Total</b>	<b>2.100</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se debe hacer un total de 2.100 actividades, 2.096 corresponden a actividades individuales y 4 son actividades dobles en las que se tocan 2 veces al mismo colegio (total de 8 toques a colegios). Estas actividades permiten tener 8.579 postulaciones de acuerdo a lo entregado por el modelo de optimización. EL 99% de actividades corresponde a ensayos PSU, el resto es entre charla y visita.

Tabla 46: Resultados por actividad y clúster, modelo cruzado

Actividad	Segmento	Nº colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla	7	4	137	21,22%	29
Visitas	7	1	25	22,22%	6
<b>Total charla y visita</b>		<b>5</b>	<b>162</b>	<b>21,60%</b>	<b>35</b>
PSU	1	427	43.553	3,55%	1.549
	3	498	46.765	2,31%	1.084

Actividad	Segmento	Nº colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
PSU	4	472	42.485	4,13%	1.754
	5	207	13.034	2,33%	305
	7	127	2.926	18,59%	544
	8	360	52.921	6,22%	3.296
<b>Total ensayos PSU</b>		<b>2.091</b>	<b>201.684</b>	<b>4,23%</b>	<b>8.532</b>
PSU y PSU	1	1	123	4,06%	5
	5	3	204	3,27%	7
<b>Total PSU cruzada</b>		<b>4</b>	<b>327</b>	<b>3,66%</b>	<b>12</b>

Fuente: *Elaboración propia.*

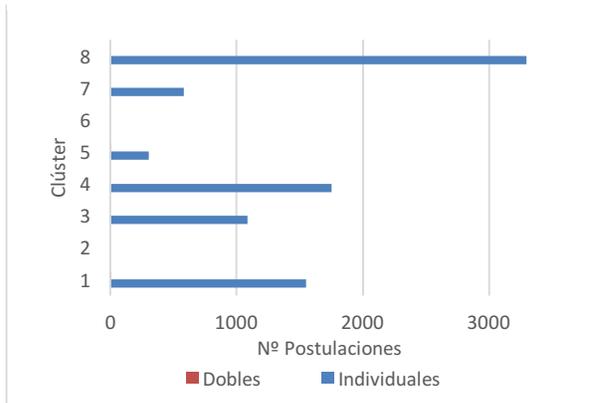
Los ensayos PSU tienen la mayor participación en el presente modelo, se tocan a 2.091 colegios correspondientes a los segmentos 1, 3, 4, 5, 7 y 8. Las actividades charla y visita, se hacen en colegios correspondientes al clúster 7 ya que son colegios que tienen la conversión más alta, superior al 21%.

En el modelo cruzado se incluye como “input” todas las posibles combinaciones de actividades dobles que se pueda realizar. Para obtener el máximo de postulaciones se entrega como resultado solamente la realización de 2 actividades PSU para 4 colegios como actividades dobles.

Se tocan todos los clústers menos el 2 y el 6. La justificación para ello es la misma que en el apartado anterior (8.5.2 *Resultados modelo de actividades individuales con temporalidad*):

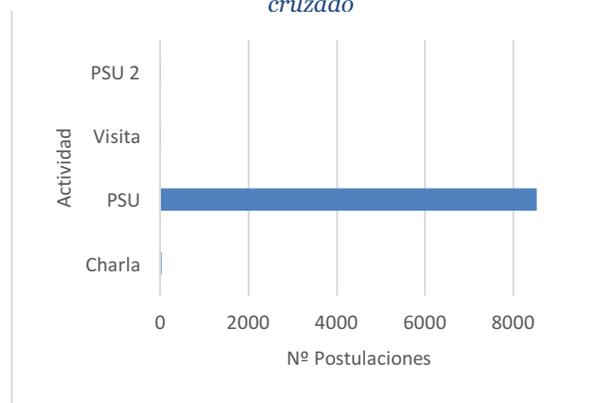
- Clúster 2: es el segmento más pequeño, por actividad realizada se tocan a 444 alumnos en promedio, por lo que si se decide realizar una actividad implica un costo variable alto de manera inmediata debido a la cantidad de alumnos.
- Clúster 6: es aquél segmento que presenta un mejor rendimiento en la PSU, son alumnos que buscan postular a universidades que exigen puntajes altos de PSU, el cual no es el foco de la universidad de estudio. Coincide en que no es necesario realizarles actividades de difusión debido a que no son alumnos objetivos para la universidad presente.

Gráfico 29: Postulaciones por clúster, modelo cruzado



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 28: Postulaciones por actividad, modelo cruzado



Fuente: Elaboración propia.

Al ver los gráficos 28 y 29, los segmentos 4 y 8 explican más del 50% de las postulaciones y corresponden a la realización individual de las actividades, es decir, a aquellos colegios solo se deben tocar 1 vez. Respecto a las postulaciones por actividad, el 99,4% corresponden a la realización de ensayos PSU. El impacto en las postulaciones correspondientes a actividades individuales es mejor, genera más postulaciones, si se compara con la realización de las actividades cruzadas.

Dentro de las razones que se desprenden son las siguientes:

El costo-beneficio que puede traer hacer actividades cruzadas no llega a ser mejor que la realización de actividades individuales. El hecho de realizar actividades cruzadas obliga a un costo mayor, dado a que se tocan 2 veces a los mismos alumnos.

Es preferible ir a otro colegio que puede traer otros postulantes, en vez de tocar al mismo colegio 2 veces y generar actividades sobre los mismos alumnos tocados.

Siguiendo la misma lógica que en los apartados anteriores, es necesario estudiar el impacto que provoca para la universidad en estudio la realización del presente modelo que incluye la posibilidad de generar actividades cruzadas.

Se hace una evaluación respecto a los casos de conversión a matrícula. 2 casos pesimistas y 2 casos favorables, que se obtienen de variar en un 10% y 20% la conversión actual (31,4%).

- Pesimista: 28,26%
- Semi - pesimista: 25,12%
- Neutro: 31,40%
- Semi - optimista: 34,54%
- Optimista: 37,68%

Todos los resultados de postulaciones, matrículas e ingresos económicos se comparan de acuerdo a lo que obtuvo la universidad en el año 2016 (ver *tabla 25* para datos del año 2016).

*Tabla 47: Análisis económico modelo cruzado*

Porcentaje de alumnos que matriculan	Matrículas	Ingresos	Rentabilidad	Diferencia rentabilidad	Aumento porcentual
Pesimista (25,12%)	2.155	\$36.139.227.632	\$5.709.997.966	-\$400.097.305	-7%
Semi - pesimista (28,26%)	2.424	\$40.650.342.358	\$6.422.754.092	\$312.658.821	5%
Neutro (31,40%)	2.694	\$45.178.227.026	\$7.138.159.870	\$1.028.064.599	17%
Semi – optimista (34,54%)	2.963	\$49.689.341.751	\$7.850.915.997	\$1.740.820.726	28%
Optimista (37,68%)	3.233	\$54.217.226.420	\$8.566.321.774	\$2.456.226.503	40%

*Fuente: Elaboración propia.*

En el año 2016 la universidad obtuvo 2.306 matrículas y al comparar dicha cantidad con la entregada por el presente modelo, se observa que a partir del caso que 28,26% de las postulaciones se transforman en matrícula, se comienza a tener más matriculados proveniente de actividades de difusión física. En donde, la variabilidad en el aumento de rentabilidad puede variar desde -7% en el peor de los casos hasta 40% en el mejor de los casos.

Es importante recalcar que la comparación al hacerla con el caso neutro, lo entregado por el modelo genera más rentabilidad. Provocando un aumento porcentual del 17%, cifra que beneficia económicamente a la universidad de estudio si decidiera realizar dichas actividades, debido a que se tienen 1.233 más de postulaciones.

- **Análisis de sobreestimación**

Existe la posibilidad de estar sobreestimando la cantidad de postulaciones a la universidad y para ello se realizan 2 análisis que busca ver el resultado obtenido en caso de que se disminuya el valor promedio de las imputaciones, en un primer lugar para los alumnos tocados por las actividades y en segundo lugar para la conversión de las actividades.

- **20 % menos en la imputación de alumnos tocados por actividades**

El modelo con actividades cruzadas se ejecuta con un 20% menos en la cantidad de toques imputados para cada actividad en los colegios correspondientes. Como resultado entrega la cantidad de 7.309 postulaciones correspondientes a las actividades de difusión física. Esta cantidad se logra a través de la realización de charlas, ensayos PSU, feria, taller, visita y 3 actividades dobles, PSU con PSU, charla con PSU y charla con feria. Se deben realizar un total de 2.380 actividades, en donde la más relevante es la ejecución de ensayos PSU (ver *tabla 48*).

Tabla 48: Cantidad de actividades, 20% menos imputaciones toques, modelo cruzado

Actividad	Cantidad
Charla	5
PSU	2.238
Feria	1
Taller	1
Visita	124
PSU y PSU	9
Charla y PSU	1
Charla y feria	1
<b>Total</b>	<b>2.380</b>

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de colegios tocados por cada actividad, segmento, alumnos tocados y postulaciones se puede ver en la *tabla 49* a continuación.

Tabla 49: Resultados por actividad y clúster, 20% menos imputaciones toques, sobreestimación modelo cruzado

Actividad	Segmento	N° colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla	6	1	18	8,69%	2
	7	4	109	21,22%	22
Feria	6	1	18	8,07%	1
Taller	6	1	17	4,76%	1
Visita	7	124	2.480	22,22%	551
<b>Total charla, feria, taller y visita</b>		<b>131</b>	<b>2.642</b>	<b>64,96%</b>	<b>577</b>
PSU	1	424	34.875	3,55%	1.240
	3	505	37.875	2,31%	875
	4	472	33.988	4,13%	1.403
	5	415	20.823	2,33%	485
	6	58	1.972	2,27%	45
	7	4	76	19,16%	15
	8	360	42.480	6,22%	2.646
<b>Total ensayos PSU</b>		<b>2.238</b>	<b>172.089</b>	<b>39,97%</b>	<b>6.709</b>
Charla y PSU	6	1	25	9,83%	1
Charla y feria	2	1	50	13,60%	1
PSU y PSU	1	4	464	2,77%	13
	5	5	262	3,19%	8
<b>Total cruzadas</b>		<b>11</b>	<b>801</b>	<b>29,39%</b>	<b>23</b>

Fuente: Elaboración propia.

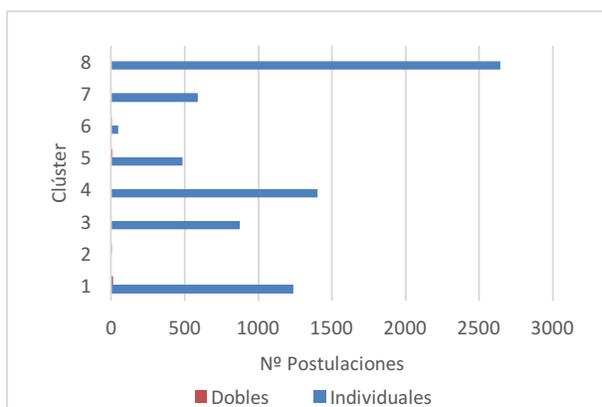
Para poder realizar las 2.380 actividades, se deben utilizar 5 actividades individuales y 3 dobles, destacando entre ellos los ensayos PSU que son los que producen el 98% de los toques a alumnos dentro de los 2.238 colegios que se les realiza actividad. Las otras

actividades individuales se realizan en colegios pertenecientes a clúster 6 y 7 ya que son los que generan una mayor conversión, destacando por sobre ellas las visitas que son capaces de generar 551 postulaciones provenientes del segmento 7. Con respecto a las actividades cruzadas, estas son elegidas por la conversión que generan, pero aun así la cantidad de alumnos tocados es inferior y no superan las 23 postulaciones en su conjunto.

Como se puede apreciar en el *gráfico 30*, la mayor cantidad de postulaciones se debe al segmento 4 y 8, los que generan 1.403 y 2.646 postulaciones respectivamente. Luego le siguen los conglomerados 1 y 3, en donde este último es el que más toques a colegios y alumnos tiene, pero al tener una conversión inferior al 2,5% provoca que las postulaciones no sean cercanas a aquellos con comportamientos similares.

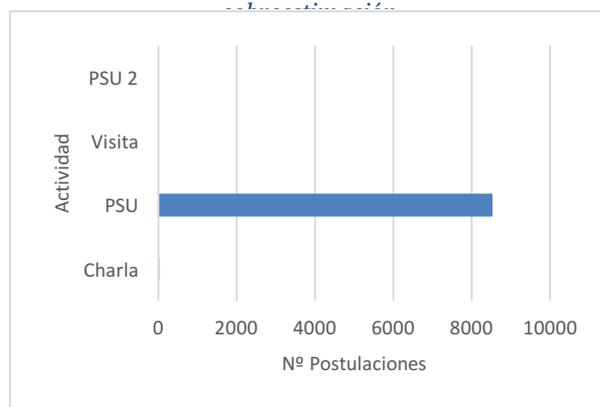
Al ver el *gráfico 31*, se desprende que la realización de ensayos PSU es la más relevante ya que implica la mayor cantidad de postulaciones a través de actividades de difusión física. No obstante, se destaca las visitas como otra actividad individual que genera más postulaciones que las otras actividades.

*Gráfico 31: Postulaciones por clúster, modelo cruzado 20% menos imputaciones toque sobreestimación*



Fuente: Elaboración propia.

*Gráfico 30: Postulaciones por actividad, modelo cruzado 20% menos imputaciones toque sobreestimación*



Fuente: Elaboración propia.

El resultado generado es de 7.306 postulaciones en total lo que es inferior al caso del año 2016, que tiene 7.346. Se concluye que el escenario de sobreestimación y modificación de toques no es conveniente para la universidad.

- **20 % menos en la imputación de la conversión por actividades**

Como segundo análisis, se hace respecto a las imputaciones en la conversión que tiene cada actividad para cada colegio. En este caso se disminuye en un 20 % la conversión que tiene cada actividad imputada.

*Tabla 50: Cantidad de actividades, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado*

Actividad	Cantidad
Charla	4
PSU	2.091

Actividad	Cantidad
Visita	1
PSU y PSU	4
<b>Total</b>	<b>2.100</b>

Fuente: Elaboración propia.

El resultado óptimo de postulaciones son 6.861, divididas en 3 actividades individuales (charla, ensayo PSU y visita) y 1 doble (PSU con PSU), con las cuales se deben realizar 2.100 actividades en total, como lo muestra la *tabla 50*.

Se desprende de la *tabla 51* que la mayor cantidad de colegios y alumnos tocados proviene de los ensayos PSU, 2.091 y 201.684 respectivamente de los segmentos 1, 3, 4, 5, 7 y 8. Las actividades charla y visita se realizan en 5 colegios correspondientes al segmento 7 y son aquellos que tienen cerca del 17% de conversión a postulaciones. En cuanto a la cantidad de alumnos tocados, los conglomerados que mayor número presentan son el 1, 3, 4, y 8, siendo este último el que tiene más toques y a la vez es uno de los que no cuenta con gran cantidad de colegios tocados en su segmento.

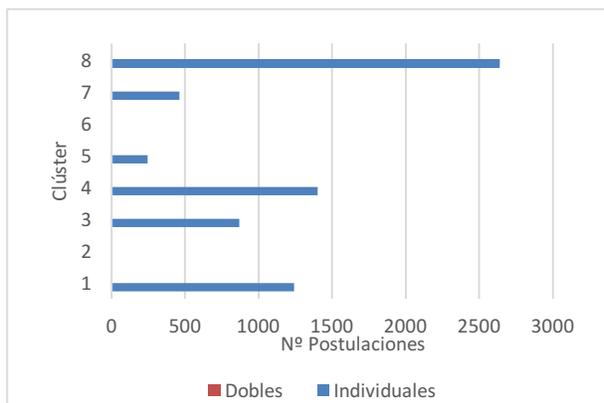
Tabla 51: Resultados por actividad y clúster, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado

Actividad	Segmento	Nº colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla	7	4	137	16,98%	23
Visitas	7	1	25	17,77%	4
<b>Total charla y visita</b>		<b>5</b>	<b>162</b>	<b>16,67%</b>	<b>27</b>
PSU	1	427	43.553	2,84%	1.239
	3	498	46.765	1,85%	867
	4	472	42.485	3,30%	1.403
	5	207	13.034	1,86%	244
	7	127	2.926	14,87%	435
	8	360	52.921	4,98%	2.637
<b>Total ensayos PSU</b>		<b>2.091</b>	<b>201.684</b>	<b>3,38%</b>	<b>6.825</b>
PSU y PSU	1	1	123	3,25%	4
	5	3	204	2,61%	5
<b>Total PSU cruzadas</b>		<b>4</b>	<b>327</b>	<b>2,75%</b>	<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia.

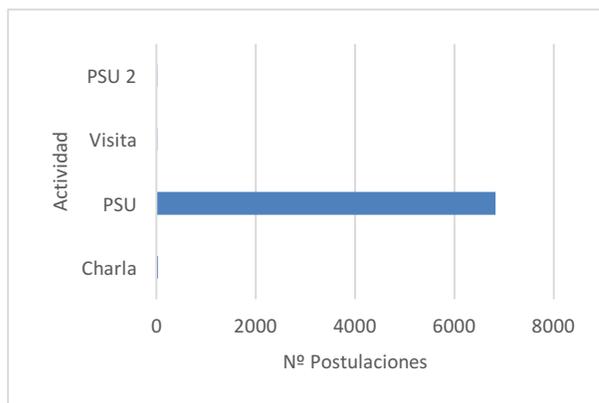
Del *gráfico 32* se desprende que la cantidad de postulaciones se debe principalmente al clúster 8, consecuencia de tener el mayor número alumnos tocados y una conversión cercana al 5%. El clúster 4 es el que le sigue debido a que también genera una gran cantidad de alumnos tocados pero son 1000 alumnos menos en comparación al segmento 8.

Gráfico 33: Postulaciones por clúster, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 32: Postulaciones por actividad, 20% menos imputaciones conversión, sobreestimación modelo cruzado



Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos PSU generan 6.825 postulaciones, lo que es equivalente a un 99% del total, dicha magnitud se ve reflejada en el gráfico 33. Prácticamente el peso que tienen las otras actividades individuales y la cruzada es nulo. En este escenario, el modelo entrega una cifra de 485 postulaciones menos que en el año 2016.

- **Comparación sobreestimación**

Debido a que hay 3 escenarios distintos para un caso de sobreestimación, se realiza un contraste para desprender principales diferencias y el impacto que genera el modelo en los distintos escenarios. La diferencia en la actividad y cantidad de actividades a realizar se ve en la tabla 52.

Tabla 52: Comparación cantidad de actividades, sobreestimación modelo cruzado

Actividad	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Charla	4	5	4
PSU	2.091	2.238	2.091
Feria	0	1	0
Taller	0	1	0
Visita	1	124	1
PSU y PSU	4	9	4
Charla y PSU	0	1	0
Charla y feria	0	1	0
<b>Total</b>	<b>2.100</b>	<b>2.380</b>	<b>2.100</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tanto en el escenario normal como en el de las imputaciones respecto a la conversión se presentan las mismas actividades y cantidad de estas, charla, ensayo PSU, visita y PSU cruzada en un total de 2.100 actividades. A diferencia del caso de las imputaciones

en los toques, a este se agregan 2 actividades cruzadas más y aumenta la cantidad tanto de ensayos PSU como de visita. Obteniendo la mayor cantidad de actividades en comparación a los 3 escenarios, 2.380 versus 2.100.

Tabla 53: Comparación colegios, alumnos tocados y postulaciones, sobreestimación modelo cruzado

	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Nº de colegios	2.100	2.380	2.100
Alumnos tocados	202.173	175.532	202.173
Postulaciones	8.579	7.309	6.861

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento respecto a la cantidad de colegios y alumnos tocados es el esperable (tabla 53), ya que tanto el escenario normal como el de imputaciones en conversión se mantienen idénticos, pero el escenario de toques cambia porque en cada actividad que realiza toca menos alumnos, es decir, es necesario que visite más colegios. Al castigar la cantidad de alumnos tocados, independiente que se toquen más colegios la cantidad de alumnos tocados es menor en comparación a los otros escenarios. Esto es consecuencia de que por cada realización de actividad se incurre en un costo fijo por actividad, entonces al haber muchas actividades se utiliza el presupuesto disponible, en gran medida gracias a este costo fijo.

La mayor cantidad de postulaciones la tiene el escenario normal con 8.579, en segundo lugar el escenario de las imputaciones en toques con 7.309 y el escenario restante con 6.861. Para ver como se traducen estas postulaciones a matrículas se tiene la tabla 44.

Tabla 54: Comparación matrículas, sobreestimación modelo cruzado

Porcentaje de alumnos que matriculan	Matrículas		
	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Pesimista (25,12%)	2.155	1.836	1.723
Semi - pesimista (28,26%)	2.424	2.066	1.939
Neutro (31,40%)	2.694	2.295	2.154
Semi – optimista (34,54%)	2.963	2.525	2.370
Optimista (37,68%)	3.233	2.754	2.585

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza el mismo ejercicio que en los análisis anteriores, en donde se ven 5 casos para la conversión a matrícula 2 pesimistas, 2 optimistas y 1 neutro. La cantidad de matrículas provenientes de actividades de difusión es de 2.306 al año 2016 y si este resultado se compara con estos 3 escenarios, se desprende que para el escenario normal en el caso semi pesimista se supera la cantidad de matrículas del año mencionado. En cambio para los otros 2 escenarios a partir del caso semi optimista se supera las 2.306 matrículas. La implicancia de las matrículas en la rentabilidad se ve en la tabla 55.

Tabla 55: Comparación rentabilidad, sobreestimación modelo cruzado

Rentabilidad			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Pesimista (25,12%)	\$5.709.997.966	\$4.864.759.288	\$4.565.348.722
Semi - pesimista (28,26%)	\$6.422.754.092	\$5.474.179.024	\$5.137.673.344
Neutro (31,40%)	\$7.138.159.870	\$6.080.949.110	\$5.707.348.315
Semi – optimista (34,54%)	\$7.850.915.997	\$6.690.368.846	\$6.279.672.937
Optimista (37,68%)	\$8.566.321.774	\$7.297.138.932	\$6.849.347.908

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Comparación aumento porcentual, sobreestimación modelo cruzado

Aumento porcentual			
Porcentaje de alumnos que matriculan	Normal	20% menos en toques	20% menos en conversión
Pesimista (25,12%)	-7%	-20%	-25%
Semi - pesimista (28,26%)	5%	-10%	-16%
Neutro (31,40%)	17%	0%	-7%
Semi – optimista (34,54%)	28%	9%	3%
Optimista (37,68%)	40%	19%	12%

Fuente: Elaboración propia.

Económicamente, de acuerdo al mismo análisis, se ve reflejado que el aumento porcentual respecto a los resultados del año 2016 en el escenario normal se supera en el caso semi pesimista, que representa un 5% sobre la rentabilidad del año 2016. En cambio para los otros escenarios se ven balances positivos al situarse en escenarios optimistas.

El aumento porcentual puede variar desde los -25%, situación que no se beneficia la universidad, hasta 40% en cuyo caso la universidad se ve fuertemente favorecida. Al estudiar el caso neutro, existe una ganancia económica para la universidad sólo en el escenario normal. Y por ende, la mayor rentabilidad es percibida en el escenario normal, tal como se puede observar en la *tabla 56*.

- **Análisis de subestimación**

Dado que hubo que situarse en un caso de sobreestimación, también es necesario colocarse en escenario de subestimación en la cantidad de postulaciones a la universidad. Para ello se realizan 2 análisis obtenidos cuando se aumenta el valor promedio de las imputaciones, en un primer lugar para los alumnos tocados por las actividades y en segundo lugar para la conversión de las actividades.

- **20 % mas en la imputación de alumnos tocados por actividades**

Se realiza el modelo de optimización con la diferencia en que la cantidad de alumnos tocados por las actividades se verá afectado. Respecto a los datos imputados, se toca a un 20% más de lo realizado por el modelo normal.

Tabla 57: Cantidad de actividades, 20% más imputaciones toques, subestimación modelo cruzado

Actividad	Cantidad
Charla	1
PSU	1.816
Visita	1
PSU y PSU	2
<b>Total</b>	<b>1.820</b>

Fuente: Elaboración propia.

Postulan 9.722 alumnos con esta modificación y señala que se debe hacer 3 actividades individuales y 1 doble. Como se observa en la *tabla 57* son 1.820 actividades en total, en donde 1.816 corresponden a ensayos PSU individuales, 2 a ensayos PSU dobles, 1 charla y 1 visita.

Para entender cómo actúa cada actividad en los segmentos correspondientes, cantidad de colegios, alumnos tocados, conversión y postulaciones se tiene la *tabla 58* con dicha información.

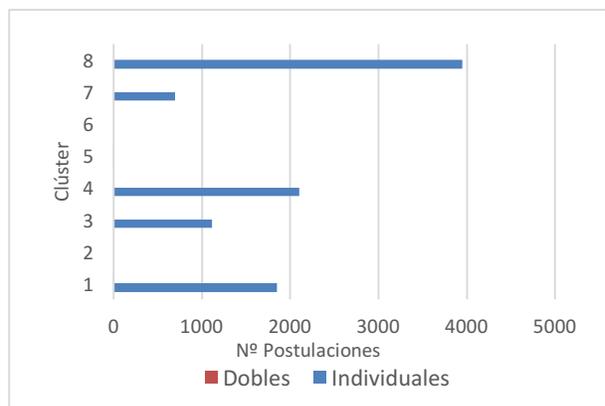
Tabla 58: Resultados actividades y clúster, 20% más imputaciones toques subestimación modelo cruzado

Actividad	Segmento	Nº colegios	Alumnos tocados	Conversión	Postulaciones
Charla	7	1	28	27,23%	8
Visitas	7	1	30	22,22%	7
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>58</b>	<b>25,86%</b>	<b>15</b>
PSU	1	427	52.097	3,55%	1.853
	3	425	47.951	2,31%	1.112
	4	472	50.982	4,13%	2.104
	5	1	65	3,37%	2
	6	1	52	2,27%	1
	7	130	3.646	18,58%	678
	8	360	63.362	6,22%	3.947
<b>Total</b>		<b>1.816</b>	<b>218.155</b>	<b>4,44%</b>	<b>9.697</b>
PSU y PSU	1	1	148	4,06%	6
	5	1	98	3,65%	4
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>246</b>	<b>4,06%</b>	<b>10</b>

Fuente: Elaboración propia.

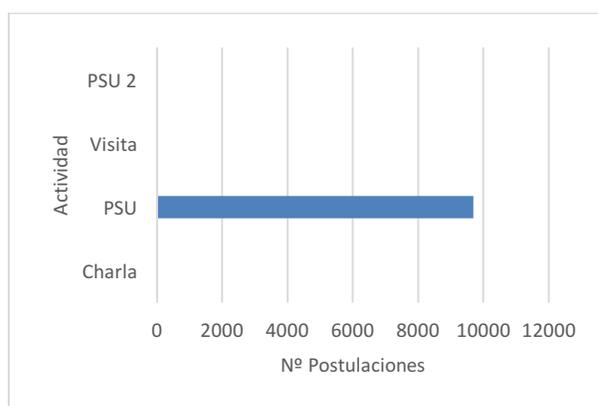
La cantidad de actividades realizadas por charlas y visitas es mínima en comparación con los ensayos PSU, básicamente los ensayos PSU son los encargados de generar los toques de este escenario en el modelo. Dicha actividad alcanza a 99,8% del total de alumnos tocados por las actividades. El clúster que más toques genera es el 8, seguido del 1, 4 y 3, aunque, como se puede observar en el *gráfico 34* dentro de estos 3 segmentos el que más postulaciones genera es el 4 debido a que tiene una conversión más alta respecto a los otros. Por lo que las postulaciones se explican principalmente por los segmentos 1, 3, 4 y 8.

*Gráfico 34: Postulaciones por clúster, modelo cruzado 20% más imputaciones toques, subestimación modelo cruzado*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Gráfico 35: Postulaciones por actividad, modelo cruzado 20% más imputaciones toques, subestimación modelo cruzado*



*Fuente: Elaboración propia.*

Del *gráfico 36* se desprende que las postulaciones generadas son aquellas provenientes de ensayos PSU y en total suman 9.722 postulantes, un número que supera por 2.376 alumnos a la cantidad de postulados en el año 2016.

- **20 % más en la imputación de la conversión por actividades**

Tal como se hizo con el escenario anterior, ahora se modifican las imputaciones en la conversión que tiene cada actividad para cada colegio. En este caso se aumenta en un 20 % la conversión que tiene cada actividad imputada.

*Tabla 59: Cantidad de actividades, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado*

Actividad	Cantidad
Charla	4
PSU	2.091
Visita	1
PSU y PSU	4
<b>Total</b>	<b>2.100</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Se deben realizar 2.100 actividades, divididas en ensayos PSU, charlas y visita, de esta manera el modelo entrega que postulan 10.292 alumnos a la universidad de estudio. El efecto que tienen las actividades en cada clúster se encuentra en la *tabla 60*.

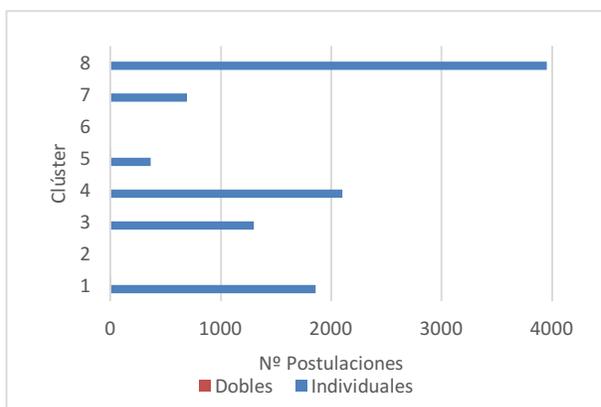
*Tabla 60: Resultados actividades y clúster, 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado*

Actividad	Segmento	Nº colegios	Alumnos tocados modelo	Conversión modelo	Postulaciones
Charla	7	4	137	25,47%	33
Visitas	7	1	25	26,66%	7
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>162</b>	<b>25,92%</b>	<b>40</b>
PSU	1	427	43.553	4,26%	1.859
	3	498	46.765	2,78%	1.301
	4	472	42.485	4,95%	2.104
	5	207	13.034	2,80%	365
	7	127	2.926	22,30%	653
	8	360	52.921	7,47%	3.956
<b>Total</b>		<b>2.091</b>	<b>201.684</b>	<b>5,07%</b>	<b>10.238</b>
PSU y PSU	1	1	123	4,87%	6
	5	3	204	3,92%	8
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>327</b>	<b>4,28%</b>	<b>14</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

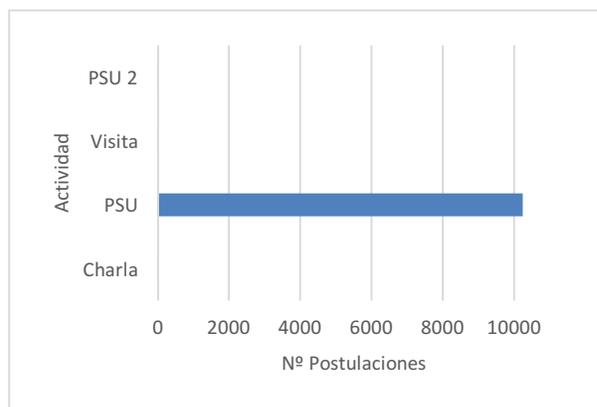
Los resultados siguen el comportamiento habitual, los ensayos PSU son los protagonistas de las actividades de difusión y el clúster 8 es aquél que genera más cantidad de toques a los alumnos. Las actividades charlas y visitas son aquellas que tienen una alta conversión en los colegios pertenecientes al segmento 7, al igual que los colegios de ese segmento que se les realiza ensayos PSU. La cantidad de postulaciones se debe principalmente al segmento 8, 4 y 1, como se puede ver en el *gráfico 36*. Las postulaciones son generadas en un 99% por los ensayos PSU (*gráfico 37*).

*Gráfico 36: Postulaciones por clúster, modelo cruzado 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Gráfico 37: Postulaciones por actividad, modelo cruzado 20% más imputaciones conversión, subestimación modelo cruzado*



*Fuente: Elaboración propia.*

En la presente situación se generan 2.946 más de postulaciones que en el año 2016 lo que significa un mayor beneficio económico para la universidad en estudio.

- **Comparación subestimación**

Es necesario comparar los 3 escenarios distintos para un caso de subestimación, se realiza un contraste para desprender principales diferencias y el impacto que genera el modelo en los distintos escenarios. La cantidad de actividades en cada escenario se presenta en la *tabla 61*.

*Tabla 61: Comparación actividades subestimación, modelo cruzado*

Actividad	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Charla	4	1	4
PSU	2.091	1.816	2.091
Visita	1	1	1
PSU y PSU	4	2	4
<b>Total</b>	<b>2.100</b>	<b>1.820</b>	<b>2.100</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Se realizan 280 actividades menos en las imputaciones por toques, respecto al resto de los escenarios, afectando principalmente la ejecución de ensayos PSU. Los escenarios normal e imputación por conversión se mantienen idéntico en cuanto a la actividad y la cantidad de toques que se hacen.

*Tabla 62: Comparación colegios, alumnos tocados y postulaciones, subestimación modelo cruzado*

	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Nº de colegios	2.100	1.820	2.100
Alumnos tocados	202.173	218.459	202.173
Postulaciones	9.512	9.721	10.292

*Fuente: Elaboración propia.*

De la *tabla 62* se desprende que la cantidad de colegios tocados para el escenario normal y de conversión es la misma, al igual que en la cantidad de alumnos tocados. Dentro de esto se desligan las principales diferencias de estos 2 escenarios con el escenario de las imputaciones en toques.

La cantidad de colegios tocados guarda relación con la cantidad de alumnos que se tocan, dado que el escenario en donde se aumentan las imputaciones en toques es el único que cambia respecto a estos. Al aumentar el número de alumnos tocados la cantidad de colegios a los cuales hacer actividades disminuye, debido a que con cada actividad ahora se alcanza a más alumnos, lo que implica gastar más presupuesto variable por actividad realizada impidiendo la realización de más actividades en otros colegios.

La cantidad de postulaciones cambia para todos los escenarios siendo la mayor cantidad en el de conversión, puesto que al aumentar el efecto directo que tiene una actividad sobre los alumnos, se incrementa inmediatamente la posibilidad de que postule, por lo que hay más postulaciones en este caso.

En busca de medir el impacto económico que generan estas postulaciones a la universidad, se debe saber la cantidad de matrículas que se espera por las postulaciones. Para ello es necesario ponerse en 5 casos, 2 pesimistas, 1 neutro y 2 optimistas. En donde el neutro corresponde a la conversión que se tiene de los alumnos que postulan y que finalmente se matriculan de acuerdo al año 2016. Las matrículas de los distintos casos para los 3 escenarios se ven en la *tabla 63*.

*Tabla 63: Comparación matrículas, subestimación modelo cruzado*

<b>Matrículas</b>			
<b>Porcentaje de alumnos que matriculan</b>	<b>Normal</b>	<b>20% más en toques</b>	<b>20% más en conversión</b>
Pesimista (25,12%)	2.389	2.442	2.585
Semi - pesimista (28,26%)	2.688	2.747	2.909
Neutro (31,40%)	2.987	3.052	3.232
Semi – optimista (34,54%)	3.285	3.358	3.555
Optimista (37,68%)	3.584	3.663	3.878

*Fuente: Elaboración propia.*

La cantidad de matrículas más bajas se encuentran en el escenario normal con 2.389, en el caso pesimista. Cifra que es superior al número de matrículas del año 2016, 2.306. Por lo que al situarse en cualquier escenario se tiene un número más alto de matriculados respecto al año 2016. Lo que implica un beneficio en rentabilidad, el cual se puede ver en la *tabla 64*.

*Tabla 64: Comparación rentabilidad, subestimación modelo cruzado*

<b>Rentabilidad</b>			
<b>Porcentaje de alumnos que matriculan</b>	<b>Normal</b>	<b>20% más en toques</b>	<b>20% más en conversión</b>
Pesimista (25,12%)	\$6.330.016.306	\$6.470.447.811	\$6.849.347.908
Semi - pesimista (28,26%)	\$7.122.261.964	\$7.278.591.375	\$7.707.834.841
Neutro (31,40%)	\$7.914.507.621	\$8.086.734.938	\$8.563.672.123
Semi – optimista (34,54%)	\$8.704.103.628	\$8.897.528.153	\$9.419.509.405
Optimista (37,68%)	\$9.496.349.285	\$9.705.671.716	\$10.275.346.688

*Fuente: Elaboración propia.*

La mínima rentabilidad que puede tener en estos escenarios y casos es de \$6.330 MM y el máximo es de \$10.275 MM. Es un beneficio para la universidad de estudio estar en cualquiera de las situaciones presentadas. Para comparar cuánto más gana la universidad respecto al año 2016, se presenta el porcentaje de aumento en la *tabla 65*.

Tabla 65: Comparación aumento porcentual, subestimación modelo cruzado

Porcentaje de alumnos que matriculan	Aumento porcentual		
	Normal	20% más en toques	20% más en conversión
Pesimista (25,12%)	-7%	6%	12%
Semi - pesimista (28,26%)	5%	19%	26%
Neutro (31,40%)	17%	32%	40%
Semi – optimista (34,54%)	28%	46%	54%
Optimista (37,68%)	40%	59%	68%

Fuente: Elaboración propia.

El beneficio que trae tener un número superior de matrículas se ve reflejado en el aumento porcentual que esto representa en cuanto a la rentabilidad. Para la universidad en estudio, con el resultado de este modelo y situada en alguno de los presentes casos se observa que es económicamente favorable, excepto si se encuentra en el escenario normal para el caso pesimista. Puede variar de -7% como mínimo, en el escenario normal, hasta tener 68 puntos porcentuales en el escenario en que se aumentan las imputaciones en conversión.

## 10. CONCLUSIONES

El trabajo de memoria se desarrolla en el contexto de la educación superior chilena, con foco en una universidad adscrita al Sistema Único de Admisión, cuyos datos son proporcionados por la empresa Penta Analytics.

Se presenta el objetivo general de “crear un motor de recomendaciones para el proceso de difusión física mediante el perfilamiento de colegios y la asignación óptima de actividades en busca de ayudar a quién, qué y cuándo hacer dicha acción para impactar en las postulaciones efectivas”. De esta manera, la universidad en estudio puede aumentar la cantidad de postulaciones, lo que se traduce en matrículas y un posterior beneficio económico.

Se desarrollan 5 objetivos específicos que en su conjunto permiten crear el motor de recomendaciones y cumplir con con el objetivo general. No obstante, el trabajo previo implica conocer, entender y realizar un tratamiento de datos de la universidad, para que exista un trabajo prolijo.

En primer lugar fue necesario realizar un perfilamiento y caracterización de los colegios en segmentos, y para ello se utilizan 2 métodos no supervisados: Fuzz c - means y K-means. El grado de pertenencia entregado por el primer método no era un valor que permitiera determinar la participación de algunos colegios en segmentos. En cambio, el otro método asigna inmediatamente un colegio al conglomerado correspondiente. En definitiva, se escoge K-means para la realización de clustering, obtenido 8 segmentos diferenciados principalmente por el grupo socioeconómico, dependencia y rendimiento en la PSU:

- Clúster 1 “**subvencionados – municipales regular**”: colegios que presentan un GSE medio bajo, compuesto por colegios particulares subvencionados y municipales, los que presentan un promedio PSU regular.
- Clúster 2 “**subvencionados – municipales malo regular**”: colegios que presentan un GSE medio bajo, de dependencia particulares subvencionados y municipales, los que presentan un promedio PSU malo - regular.
- Clúster 3 “**subvencionados mal rendimiento**”: presentan un GSE medio bajo, son particulares subvencionados, los que presentan un promedio PSU malo.
- Clúster 4 “**pagados – subvencionados**”: este segmento tienen un GSE medio, formado por particulares pagados y subvencionados, los que tienen un promedio PSU regular.
- Clúster 5 “**subvencionados irrelevantes**”: tienen un GSE medio bajo, constituido por particulares subvencionados, los que tienen un promedio PSU malo.
- Clúster 6 “**sin interés**”: presentan un GSE medio alto, constituido por particulares pagados y subvencionados. Tienen un promedio PSU bueno.
- Clúster 7 “**prioridad**”: GSE medio, formado por particulares pagados y subvencionados. Tienen un promedio PSU regular.
- Clúster 8 “**interesados**”: colegios con GSE medio bajo, de dependencia particulares subvencionados y que tienen un promedio PSU malo.

Se cumple el primer objetivo específico, logrando un perfilamiento y caracterización de colegios en 8 segmentos. Ahora bien, esto se realiza para medir el impacto que tienen las actividades en cada uno de estos conglomerados, lo que lleva al desarrollo de la segunda etapa y por consiguiente del segundo objetivo específico.

Los principales resultados que guardan relación con el impacto de las actividades en los 8 segmentos se pueden desprender en 4 ejes:

- Cantidad de actividades: el mayor número de actividades se realiza en el clúster 3, con un total de 123 seguidos de los segmentos 6, 7 y 8. El conglomerado que menos actividades se le realiza fue el 1. Feria y charla son las actividades que más veces se hacen, en contraste de foro y taller que son la minoría.
- Alumnos tocados: las actividades que más alumnos tocan son las ferias, ensayos PSU y charlas, lo que guarda una directa relación con la cantidad de actividades que se realizan. No obstante, la mayor cantidad de alumnos que se tocan provienen de los conglomerados 4 y 8.
- Conversión: el clúster que más alumnos postulan una vez que son tocados es el 7 con 17% conversión aproximadamente. Generalmente todas las actividades tenían cerca de un 2,4% de conversión.
- Postulaciones: al sumar las postulaciones que generan las actividades, se tiene que el mayor número proviene de aquellas realizadas en el primer semestre por sobre el segundo.

Dado que se tiene el impacto que genera cada actividad en los colegios de cada segmento, se procede a realizar las imputaciones de acuerdo a la cantidad de toques y la conversión que generaría en los colegios que no se les ha realizado actividad. Cumpliendo con lo requerido para el segundo objetivo específico.

El procedimiento anterior es realizado para poder ejecutar los 2 modelos de optimización y cumplir con el desarrollo de los objetivos específicos 3 y 4, que tienen como finalidad hacer un modelo de optimización individual con temporalidad y otro con actividades cruzadas sin temporalidad.

- **Modelo de optimización actividades individuales con temporalidad:** tiene como resultado la realización de 1.946 actividades en total. Estas son charla, ensayos PSU y feria; en donde la mayor cantidad de las actividades a realizar corresponde a ensayos. Estas acciones generan 9.512 postulaciones a la universidad y los segmentos más relevantes para este modelo son el 4 y 8 ya que generan más del 50% de las postulaciones. Económicamente esto se traduce en beneficio para la universidad. Al situarse en 2 casos pesimistas, 1 neutro y 2 optimistas en todos los escenarios existe un beneficio sobre la rentabilidad en comparación con la obtenida por el año 2016. El aumento porcentual generado por este modelo varía desde 4% en el caso pesimista, 30% en el caso neutro y un 55% en el caso optimista.
- **Modelo de optimización actividades cruzadas:** genera un total de 8.579 postulaciones divididas en ensayos PSU, charla, visitas y ensayos PSU dobles, sumando un total de 2.100 actividades. Al igual que el modelo inicial el clúster 4 y 8 son los más relevantes a la hora de generar postulaciones. En términos económicos este modelo comienza a ser rentable a partir del caso semi - pesimista en adelante, ya que en el pesimista estaría en desventaja respecto al año 2016.

Como se ha mencionado, se trabaja con datos imputados lo que implica que el resultado no es 100% preciso. Entonces es necesario hacer un análisis de sobreestimación y subestimación para cada modelo, respecto a los alumnos tocados y a la conversión que generan las actividades. En consecuencia, con el análisis, se cubre el último objetivo específico, que es evaluar el desempeño respecto a análisis de sensibilidad.

- **Sobreestimación modelo individual:** para los 3 escenarios la mayor cantidad de actividades corresponde a ensayos PSU, sin embargo en el caso que varía las imputaciones en toques la cantidad total de actividades a realizar supera los otros escenarios. No obstante en lo que respecta a la cantidad de alumnos tocados, el escenario de toques tiene el menor número. Por otro lado, la mayor cantidad de postulaciones y por ende de matrículas las tiene el escenario normal, seguido de la variación en toques y finalmente la variación en conversión. Para finalizar, al comparar con respecto al año 2016 se tiene que la rentabilidad del modelo en el escenario normal siempre es superior, en las imputaciones por toques es mayor a

partir del caso semi pesimista y el de las imputaciones en conversión es superior desde el caso neutro. Tomando los 3 escenarios la rentabilidad puede variar desde un -17% hasta 55%.

- **Subestimación modelo individual:** en todos los escenarios la actividad ensayo PSU es la predominante, aunque en las imputaciones por toques la cantidad total de actividades a realizar es inferior que en los otros escenarios. Sin embargo es el escenario con mayor cantidad de alumnos tocados. En lo que respecta a la cantidad de matrículas, el escenario de imputaciones presenta más, seguido del de variación en toques y finalmente el escenario normal. Debido a que en todos los escenarios se tiene un número mayor de matrículas en comparación con el año 2016, siempre le va a generar beneficios. En el peor de los casos tiene un beneficio del 4% y en el mejor de ellos un 87% más que la rentabilidad adquirida el año 2016.
- **Sobreestimación modelo cruzado:** al igual que en el caso anterior de sobreestimación el ensayo PSU es la actividad predilecta y el escenario de variación en toques presenta un mayor número de actividades en comparación a los otros. El escenario normal presenta más postulaciones, seguido del de variaciones en toques y finalmente el de conversión. Al comparar con el año 2016, para el escenario normal, a partir del caso semi pesimista se tiene una mejor rentabilidad, a partir del caso neutro para el escenario por toque y desde el escenario semi optimista recién el escenario por conversión se encontraría en una mejor situación.
- **Subestimación modelo cruzado:** la cantidad de actividades a realizar en los escenarios normal y variación en conversión es idéntica y mayor que el escenario restante, en donde predomina la actividad ensayo PSU. Las menores postulaciones generadas se encuentran en el escenario normal, luego en el de variación por toques y finalmente la mayor cantidad está en el de variación por conversión. En cuanto a la rentabilidad respecto al año 2016, en los escenarios por imputaciones siempre se encontrará en un beneficio económico, en cambio en el escenario normal, solo a partir del casi semi pesimista. La rentabilidad puede variar desde -7% hasta un 68%.

En términos generales se deberían realizar en su mayoría ensayos PSU, con énfasis en colegios pertenecientes al clúster 1, 3, 4 y 8 ya que son los que más postulaciones generan. Finalmente, el modelo individual con temporalidad, trae beneficios económicos en todos los casos y escenarios que se sitúe. En cambio, para el modelo de actividades cruzadas, en más del 50% trae beneficios, pero no en todos como en el caso del modelo individual.

De esta manera se cumplen todos los objetivos específicos y el objetivo general planteados en el presente trabajo, que llevan a obtener los resultados esperados. Se entregan las herramientas necesarias para que la universidad en estudio pueda ejecutar

las actividades a los colegios que se les debe hacer y en el semestre oportuno para poder maximizar sus postulaciones.

## **11. RECOMENDACIONES**

El trabajo de memoria realizado fue sobre una universidad privada perteneciente al Sistema Único de Admisión. Los análisis y conclusiones obtenidas de los modelos generan un valor económico para la universidad a través del impacto en el aumento de postulaciones. Frente a ello nacen recomendaciones a tomar en cuenta:

- Actividades de difusión física individuales: dentro del portafolio de acciones a tener en cuenta, resulta más eficiente realizar un mayor número de ensayos PSU que sobre las otras actividades. Debido al bajo costo que tiene la realización de ensayos PSU por alumno, es más probable que se puedan tocar más colegios y alumnos, por lo que la posibilidad de aumentar la cantidad de postulaciones incrementa. Mantener actividades de taller, ferias, visitas y charlas, pero en menor medida y sólo dirigidas a colegios específicos que presenten alta conversión. Se debe eliminar por completo la realización de test, foro panel y stand.
- Actividades de difusión física cruzadas: respecto a las actividades cruzadas, no generan un mayor beneficio respecto a las individuales por lo que no es relevante ejercer 2 actividades sobre el mismo colegio. Independiente de esto, en caso de que se hagan, es recomendable seguir el mix de actividades expuestas en el presente trabajo, en donde la más relevante es hacer 2 ensayos PSU al mismo colegio.
- Segmentos y temporalidad: los segmentos a los que se les debe hacer actividades de difusión física son el 1, 3, 4, 5, 7 y 8 ya que son los que generan más postulaciones. Con respecto a la temporalidad, los clúster 4, 5 y 8 deben ser tocados el primer semestre, en cambio los clúster 1, 3 y 7 deben ser tocados en el segundo semestre. En caso de que se deba hacer preferencia en cuanto a los segmentos que se abordarán por actividades, el orden de los que genera más postulaciones a menos es el siguiente: 8, 4, 3, 1, 7 y 5.
- Abordar el diseño de nuevas actividades a partir del desempeño histórico de las acciones, tomando en consideración aquellas que generan un mayor impacto en los alumnos.

## **12. TRABAJO FUTURO**

Existen diversos trabajos que se pueden realizar para complementar el desarrollo de esta memoria y entregar un óptimo resultado para la universidad en estudio:

- Llevar a cabo un análisis de sensibilidad de parámetros para ver que tan robusta es la solución ante cambios en presupuesto, efectividad de actividades y tasas de postulaciones y matrículas.
- Realizar un estudio de la conversión a matrícula respecto a las postulaciones, más en concreto, estimar la tasa de conversión conforme a la evolución que se tiene en la cantidad de postulaciones a la universidad.
- Efectuar el modelo de actividades cruzadas incluyendo temporalidad, especificando el semestre en que conviene realizar dichas actividades. Además de combinar ambos modelos, el de actividades individuales y cruzadas con temporalidad. De esta manera se tiene el efecto óptimo de las actividades.
- Llevar a cabo las actividades que se deben realizar de acuerdo a los resultados arrojados por el presente trabajo y medir el impacto de estas. Se puede hacer con un experimento en donde se puede tener unos colegios como grupo tratamiento y otro control (dentro del mismo segmento), para ver el contraste de dichas actividades.
- Hacer un modelo minucioso que permita tener el impacto de las imputaciones a colegios que no han sido tocados por actividades de difusión física.
- Ver como afecta la eliminación de colegios particulares subvencionados (año 2017 en adelante) en como se conformarían los nuevos segmentos de colegios y el impacto que generan las actividades de difusión física.
- Incluir el efecto que tienen las campañas de difusión de medios digitales en los alumnos para generar más postulaciones.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Penta Analytics, “Nosotros” [En línea]. Disponible: <http://www.analytics.cl/nosotros/>[Fecha Consulta: 1 de Junio]
- [2] Penta Analytics, “Servicios” [En línea]. Disponible: <http://www.analytics.cl/retail-analytics/#> [Fecha Consulta: 1 de Junio]
- [3] Consejo Nacional De Educación, “Conceptos Básicos” [En línea]. Disponible: [http://www.cned.cl/public/secciones/SeccionEducacionSuperior/conceptos\\_basicos.aspx](http://www.cned.cl/public/secciones/SeccionEducacionSuperior/conceptos_basicos.aspx) [Fecha Consulta: 1 de Junio]
- [4] Mi Futuro, “Base de Datos de Matriculados” [En línea]. Disponible: <http://www.mifuturo.cl/index.php/bases-de-datos/matriculados> [Fecha Consulta: 1 de Junio]
- [5] Mi Futuro, “Universidades” [En línea]. Disponible: <http://www.mifuturo.cl/index.php/donde-y-que-estudiar/universidades> [Fecha Consulta: 1 de Junio]
- [6] DEMRE, “El Proceso de Admisión” [En línea]. Disponible: <http://www.psu.demre.cl/proceso-admision> [Fecha Consulta: 1 de Julio]
- [7] Mineduc, “Estadísticas Educación 2016” [En línea]. Disponible: [https://centroestudios.mineduc.cl/wpcontent/uploads/sites/100/2017/07/Anuario\\_2016.pdf](https://centroestudios.mineduc.cl/wpcontent/uploads/sites/100/2017/07/Anuario_2016.pdf) [Fecha Consulta: 1 de Julio]
- [8] Riquelme, J., Ruíz, R. y Gilbert, K. (2006). “Minería de Datos: Conceptos y Tendencias”. Inteligencia Artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, vol 10, no 29, p.11-18.
- [9] Pérez, S., Puldón, J. y Espín, R. (2012).” Modelo clustering para el análisis en la ejecución de procesos de negocio”. Revista Investigación Operacional, vol 33, no 3, p. 210-221.
- [10] Garre, M., Cuadrado, J., Sicilia, M., Rodríguez, D. y Rejas, R. (2007). “Comparación de diferentes algoritmos de clustering en la estimación de coste en el desarrollo de software”. REICIS: Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, vol 3, no 1, p. 7-19.
- [11] Bezdek, J., Ehrlich, R. y Full, W. (1984). “FCM: The Fuzzy C-means clustering algorithm”. Computers and Geoscience, vol 10, no 2-3, p.191-203.
- [12] Xu, R. y Wunsch, D. (2005). “Survey of Clustering Algorithms”. Transactions on Neural Networks, vol 16, no 3, p. 645-678.
- [13] Fayyad, U., Piatetsky, G. y Smith, P. (1996). “Knowledge Discovery and Data Mining: Towards a Unifying Framework”. American Association for Artificial Intelligence, vol 17, no 3, p. 37-54.
- [14] Meza, L. (2016) “Estimación de ocupación de carreras universitarias para una universidad privada adscrita al sistema único de admisión.” Memoria, Universidad de Chile.
- [15] Núñez, C. (2013) “Modelo de competitividad para una universidad privada al interior del DEMRE.” Memoria, Universidad de Chile.
- [16] Espinace, B. (2014) “Desarrollo de un plan de difusión para una universidad privada perteneciente al sistema único de admisión.” Memoria, Universidad de Chile.

## 14. ANEXOS

### 14.1 Universidades adscritas al Sistema Único de Admisión

Tabla 66: : Universidades adscritas al Sistema Único de Admisión

Universidades del CRUCH	Universidades del CRUCH	Universidades privadas adscritas al Sistema
Universidad de Chile	Universidad de la Serena	Universidad Diego Portales
Pontificia Universidad Católica de Chile	Universidad de Playa Ancha	Universidad Mayor
Universidad de Concepción	Universidad de Atacama	Universidad Finis Terrae
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Universidad del Bío Bío	Universidad Andrés Bello
Universidad Técnica Federico Santa María	Universidad de la Frontera	Universidad Adolfo Ibáñez
Universidad de Santiago de Chile	Universidad de los Lagos	Universidad de los Andes
Universidad Austral de Chile	Universidad de Magallanes	Universidad del Desarrollo
Universidad Católica del Norte	Universidad de Talca	Universidad Alberto Hurtado
Universidad de Valparaíso	Universidad Católica del Maule	Universidad Católica Silva Henríquez
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación	Universidad Católica de la Santísima Concepción	Universidad Autónoma de Chile
Universidad Tecnológica Metropolitana	Universidad Católica de Temuco	Universidad San Sebastián
Universidad de Tarapacá	Universidad de O'Higgins	Universidad Central
Universidad Arturo Prat	Universidad de Aysén	-
Universidad de Antofagasta	-	-

Fuente: Elaboración propia. Datos: DEMRE.

### 14.2 Datos universidad en estudio

Tabla 67: Carreras, matrículas, aranceles y vacantes de sedes en Santiago

Santiago				
Carrera	Campus	Matrícula	Arancel	Vacantes
Administración en ecoturismo	República	\$438.694	\$4.352.454	80
Arquitectura	Campus creativo	\$426.782	\$4.603.645	95
Artes visuales	Campus creativo	\$425.435	\$3.691.673	30
Bachillerato en ciencias	Casona Las Condes	\$425.435	\$3.828.911	50
Bachillerato en ciencias	República	\$425.435	\$3.828.911	250
Bachillerato en humanidades	República	\$425.435	\$3.774.017	80
Biología	República	\$419.863	\$3.852.961	25
Biología marina	República	\$429.647	\$4.144.014	40
Bioquímica	República	\$423.902	\$4.057.923	45
Contador auditor	Los Leones	\$353.153	\$2.811.095	120

<b>Santiago</b>				
<b>Carrera</b>	<b>Campus</b>	<b>Matrícula</b>	<b>Arancel</b>	<b>Vacantes</b>
Derecho	Bellavista	\$436.629	\$4.662.894	290
Diseño de juegos digitales	Campus creativo	\$415.787	\$4.525.151	60
Diseño de productos	Campus creativo	\$415.787	\$4.525.151	20
Diseño de vestuario y textil	Campus creativo	\$415.787	\$4.525.151	30
Diseño gráfico	Campus creativo	\$415.787	\$4.525.151	40
Educación física	Casona Las Condes	\$411.711	\$3.684.745	115
Educación general básica	Casona Las Condes	\$370.541	\$3.074.108	25
Educación musical	Casona Las Condes	\$384.263	\$3.142.726	50
Educación parvularia	Casona Las Condes	\$380.964	\$3.235.227	30
Enfermería	República	\$443.692	\$4.549.886	170
Fonoaudiología	Casona Las Condes	\$443.755	\$4.558.274	130
Geología	República	\$433.778	\$4.589.653	120
Ingeniería ambiental	República	\$419.785	\$4.113.893	90
Ingeniería bioinformática	República	\$445.310	\$4.335.022	15
Ingeniería civil	República	\$433.778	\$4.589.653	65
Ingeniería civil en metalurgia	República	\$433.778	\$4.589.653	65
Ingeniería civil en minas	República	\$433.778	\$4.589.653	170
Ingeniería civil industrial	Antonio varas	\$433.778	\$4.589.653	320
Ingeniería civil informática	Antonio varas	\$433.778	\$4.589.653	110
Ingeniería comercial	Bellavista	\$436.629	\$4.677.021	250
Ingeniería comercial	Casona Las Condes	\$436.629	\$4.677.021	300
Ingeniería en administración de empres	Los Leones	\$342.825	\$2.896.517	120
Ingeniería en administración hotelera	Casona Las Condes	\$380.964	\$3.810.306	40
Ingeniería en automatización y robóti	Antonio varas	\$342.825	\$2.854.539	40
Ingeniería en biotecnología	República	\$455.553	\$4.539.894	60
Ingeniería en computación e informáti	Antonio varas	\$342.825	\$2.910.510	150
Ingeniería en construcción	República	\$419.785	\$4.393.750	90
Ingeniería en turismo y hotelería	Casona Las Condes	\$349.412	\$2.924.243	80
Ingeniería física	República	\$342.825	\$3.246.338	20
Ingeniería industrial	Antonio varas	\$346.089	\$2.952.355	60
Kinesiología	Casona Las Condes	\$447.224	\$4.680.553	180
Licenciatura en astronomía	República	\$346.117	\$3.311.502	35
Licenciatura en física	República	\$342.825	\$3.246.338	25
Licenciatura en historia	República	\$429.526	\$3.699.460	40
Licenciatura en letras	República	\$429.526	\$3.699.460	40
Licenciatura en química	República	\$422.717	\$3.852.961	25
Medicina	República	\$590.582	\$7.613.420	75
Medicina veterinaria	República	\$452.065	\$4.481.268	150

Santiago				
Carrera	Campus	Matrícula	Arancel	Vacantes
Nutrición y dietética	República	\$443.692	\$4.535.760	185
Odontología	República	\$616.471	\$7.639.307	155
Pedagogía en inglés	Casona Las Condes	\$346.392	\$3.380.780	55
Periodismo	Campus creativo	\$427.181	\$4.650.750	70
Psicología	Casona Las Condes	\$448.556	\$4.847.734	175
Psicopedagogía	Casona Las Condes	\$380.964	\$3.276.794	70
Química y farmacia	República	\$441.560	\$4.525.901	145
Sociología	República	\$353.963	\$3.528.258	60
Tecnología médica	República	\$443.692	\$4.613.454	180
Terapia ocupacional	Casona Las Condes	\$443.755	\$4.579.403	130
Trabajo social	República	\$382.594	\$3.241.612	60

Fuente: Elaboración propia. Datos: Universidad en estudio.

Tabla 68: Carreras, matrículas, aranceles y vacantes de sede en Viña del Mar

Viña del Mar				
Nombre	Campus	Matrícula	Arancel	Vacantes
Administración en ecoturismo	Viña del Mar	\$439.738	\$4.351.410	60
Arquitectura	Viña del Mar	\$426.782	\$4.603.645	60
Bachillerato en ciencias	Viña del Mar	\$425.435	\$3.828.911	150
Contador auditor	Viña del Mar	\$254.269	\$2.811.095	50
Derecho	Viña del Mar	\$437.673	\$4.661.850	170
Diseño gráfico	Viña del Mar	\$415.787	\$4.525.151	30
Educación física	Viña del Mar	\$411.711	\$3.684.745	60
Educación general básica	Viña del Mar	\$370.541	\$3.074.108	20
Educación parvularia	Viña del Mar	\$380.964	\$3.235.227	25
Enfermería	Viña del Mar	\$444.736	\$4.548.842	100
Fonoaudiología	Viña del Mar	\$391.897	\$4.495.172	60
Geología	Viña del Mar	\$259.186	\$4.589.653	60
Ingeniería civil	Viña del Mar	\$433.778	\$4.589.653	20
Ingeniería civil	Viña del Mar	\$433.778	\$4.589.653	20
Ingeniería civil en metalurgia	Viña del Mar	\$433.778	\$4.589.653	20
Ingeniería civil en metalurgia	Viña del Mar	\$433.778	\$4.589.653	20
Ingeniería civil en minas	Viña del Mar	\$433.778	\$4.589.653	65
Ingeniería civil industrial	Viña del Mar	\$433.778	\$4.589.653	80
Ingeniería civil informática	Viña del Mar	\$411.164	\$4.503.190	40
Ingeniería comercial	Viña del Mar	\$437.673	\$4.675.977	215
Ingeniería en administración de empres	Viña del Mar	\$251.871	\$2.784.575	40
Ingeniería en biotecnología	Viña del Mar	\$456.597	\$4.538.850	20
Ingeniería en computación e informáti	Viña del Mar	\$342.825	\$2.910.510	20

Viña del Mar				
Nombre	Campus	Matrícula	Arancel	Vacantes
Ingeniería en marina mercante	Viña del Mar	\$339.945	\$2.836.294	45
Ingeniería en transporte marítimo	Viña del Mar	\$339.945	\$2.836.294	20
Ingeniería en turismo y hotelería	Viña del Mar	\$251.871	\$2.924.243	30
Kinesiología	Viña del Mar	\$448.268	\$4.679.509	100
Licenciatura en historia	Viña del Mar	\$429.526	\$3.699.460	15
Medicina	Viña del Mar	\$591.626	\$7.612.376	40
Nutrición y dietética	Viña del Mar	\$444.736	\$4.534.716	80
Odontología	Viña del Mar	\$617.515	\$7.638.263	140
Pedagogía en inglés	Viña del Mar	\$346.392	\$3.380.780	40
Psicología	Viña del Mar	\$449.600	\$4.846.690	150
Psicopedagogía	Viña del Mar	\$380.964	\$3.276.794	70
Química y farmacia	Viña del Mar	\$442.604	\$4.524.857	40
Sociología	Viña del Mar	\$353.963	\$3.528.258	40
Tecnología médica	Viña del Mar	\$444.736	\$4.612.410	95
Terapia ocupacional	Viña del Mar	\$444.799	\$4.529.656	80
Trabajo social	Viña del Mar	\$382.594	\$3.241.612	60

Fuente: Elaboración propia. Datos: Universidad en estudio.

Tabla 69: Carreras, matrículas, aranceles y vacantes de sede en Concepción

Concepción				
Nombre	Campus	Matrícula	Arancel	Vacantes
Administración en ecoturismo	Concepción	\$251.918	\$2.589.566	70
Bachillerato en ciencias	Concepción	\$291.901	\$2.881.977	100
Derecho	Concepción	\$300.812	\$3.633.436	75
Educación física	Concepción	\$271.621	\$2.596.497	55
Educación parvularia	Concepción	\$242.891	\$2.320.461	0
Enfermería	Concepción	\$309.952	\$3.687.525	100
Fonoaudiología	Concepción	\$309.952	\$3.687.525	50
Geología	Concepción	\$259.186	\$3.304.550	60
Ingeniería civil	Concepción	\$311.677	\$3.663.066	30
Ingeniería civil en metalurgia	Concepción	\$311.677	\$3.663.066	30
Ingeniería civil en minas	Concepción	\$311.677	\$3.663.066	40
Ingeniería civil industrial	Concepción	\$311.677	\$3.663.066	40
Ingeniería comercial	Concepción	\$302.407	\$3.464.189	80
Ingeniería en marina mercante	Concepción	\$294.861	\$2.602.668	40
Ingeniería industrial	Concepción	\$241.070	\$2.531.626	0
Kinesiología	Concepción	\$367.021	\$4.521.609	50
Medicina	Concepción	\$593.190	\$6.499.807	38
Nutrición y dietética	Concepción	\$308.886	\$3.205.503	80

Concepción				
Nombre	Campus	Matrícula	Arancel	Vacantes
Obstetricia	Concepción	\$309.952	\$3.687.525	60
Odontología	Concepción	\$603.686	\$6.488.837	50
Pedagogía en inglés	Concepción	\$255.180	\$2.446.895	35
Psicología	Concepción	\$302.191	\$3.852.343	80
Psicopedagogía	Concepción	\$253.820	\$2.424.882	70
Química y farmacia	Concepción	\$375.000	\$3.750.000	60
Tecnología médica	Concepción	\$355.771	\$3.928.191	70
Terapia ocupacional	Concepción	\$302.751	\$3.096.395	65
Trabajo social	Concepción	\$258.848	\$2.481.480	20

Fuente: Elaboración propia. Datos: Universidad en estudio.

Tabla 70: Estado resultado, rentabilidad

Estado de resultado por función	M\$
Ingresos de actividades ordinarias	\$167.904.239
Costo de actividades ordinarias	\$141.365.433
Margen Bruto	\$26.538.806
Rentabilidad	15,8%

Fuente: Elaboración propia. Datos: Universidad en estudio.

### 14.3 Costos actividades de difusión

Tabla 71: Costos actividades de difusión

Costos actividades de difusión		
Actividad	Costo fijo	Costo variable
Charla	-	\$2.797
Ensayo PSU	\$20.000	\$358
Ferías	-	\$2.797
Foro	-	\$2.797
Stand	\$218.000	\$2.629
Taller	-	\$2.797
Test	-	\$2.797
Visitas	-	\$2.797

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

### 14.4 Coordinadores de actividades de difusión

Tabla 72: Información coordinadores por actividad

Actividad	Cant. coordinadores	Max. de act por coordinadores en 1 día	Prom. días que trabajan al año	Prom. de actividades que se hacen en 1 día
Charlas	17	4	76	8
Ensayos psu	8	3	146	5

Actividad	Cant. coordinadores	Max. de act por coordinadores en 1 día	Prom. días que trabajan al año	Prom. de actividades que se hacen en 1 día
Ferias	21	2	41	5
Foro panel	8	1	4	1
Stand	17	2	34	3
Taller	13	1	6	1
Test	16	3	23	3
Visitas	16	2	7	2

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Para conocer el máximo número de actividades que se puede realizar de acuerdo a la disponibilidad que tienen los coordinadores para cada actividad, se resuelve la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ máximo de actividades} = \text{días que trabajan} * \text{máx. de actividades por coordinadores en 1 día} * N^{\circ} \text{ de actividades}$$

El resultado se muestra en la *tabla 73*.

Tabla 73: Máximo de actividades dado coordinadores

Actividad	Máx de actividades durante el año
Charlas	5.168
Ensayos psu	3.504
Ferias	1.722
Foro panel	32
Stand	1.156
Taller	78
Test	1.104
Visitas	224

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

## 14.5 Tratamiento de datos

Tabla 74: Eliminación de datos

Variables	Cantidad inicial	Cantidad final	Eliminación	Variables que presentaban inconsistencias
Colegios	2.802	2.525	278 (9,9%)	RBD, cantidad inscritos por RBD
Postulaciones	25.046	24.769	277 (1,1%)	RBD
Alumnos tocados	245.779	222.357	23.422(9,5%)	RBD
Alumnos que postulan	19.716	19.490	226 (1,1%)	Duplicidad de alumnos

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Tabla 75: Correlación inicial

	Ptje. pond.	Prom. notas	Ptje. nem	Leng. y com.	Matemáticas	Ptje. rank.	Prom. leng. y mat.	Beca	Tocados	Postulaciones	Post. tras toque	Conversión
Ptje. pond.	1,00	0,81	0,81	0,69	0,74	0,76	0,82	-0,01	0,06	0,02	0,08	0,12
Prom. notas	0,81	1,00	1,00	0,33	0,41	0,96	0,43	-0,01	0,01	-0,04	0,01	0,04
Ptje. nem	0,81	1,00	1,00	0,33	0,40	0,96	0,42	-0,01	0,01	-0,04	0,01	0,03
Leng. y com.	0,69	0,33	0,33	1,00	0,51	0,27	0,86	0,03	0,09	0,08	0,12	0,15
Matemáticas	0,74	0,41	0,40	0,51	1,00	0,32	0,88	0,02	0,13	0,11	0,17	0,18
Ptje. rank.	0,76	0,96	0,96	0,27	0,32	1,00	0,34	-0,05	-0,04	-0,10	-0,05	-0,01
Prom. leng. y mat.	0,82	0,43	0,42	0,86	0,88	0,34	1,00	0,03	0,13	0,11	0,17	0,19
Beca	0,01	-0,01	-0,01	0,03	0,02	-0,05	0,03	1,00	0,44	0,60	0,42	0,08
Tocados	0,06	0,01	0,01	0,09	0,13	-0,04	0,13	0,44	1,00	0,60	0,76	0,15
Postulaciones	0,02	-0,04	-0,04	0,08	0,11	-0,10	0,11	0,60	0,60	1,00	0,77	0,39
Post. tras toque	0,08	0,01	0,01	0,12	0,17	-0,05	0,17	0,42	0,76	0,77	1,00	0,49
Conversión	0,12	0,04	0,03	0,15	0,18	-0,01	0,19	0,08	0,15	0,39	0,49	1,00

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

Tabla 76: Correlación final

	Ptje. nem	Leng. y com.	Matemáticas	Beca	Postulaciones	Conversión
Ptje. nem	1,00	0,33	0,40	-0,01	-0,04	0,03
Leng. y com.	0,33	1,00	0,51	0,03	0,08	0,15
Matemáticas	0,40	0,51	1,00	0,02	0,11	0,18
Beca	-0,01	0,03	0,02	1,00	0,60	0,08
Postulaciones	-0,04	0,08	0,11	0,60	1,00	0,39
Conversión	0,03	0,15	0,18	0,08	0,39	1,00

Fuente: Elaboración propia. Datos: Penta Analytics.

## 14.6 Resultados segmentación, método K-Means

Tabla 77: Centros de clústers según variable

Clúster	Ptje. nem	Leng. y com.	Matemáticas	Beca	Postulaciones	Conversión
1	0,0099	0,2323	0,1782	4,7681	4,2327	0,6153
2	0,3293	0,6177	0,7848	-0,2619	-0,1112	-0,0588
3	-0,7331	-1,2017	-0,3708	-0,2940	-0,4933	-0,4230
4	1,9474	1,9684	2,0394	-0,3616	-0,4030	-0,1928
5	-0,8844	0,2105	-0,6562	-0,2510	-0,3867	-0,3357

Clúster	Ptje. nem	Leng. y com.	Matemáticas	Beca	Postulaciones	Conversión
6	0,0073	0,3146	0,3727	-0,2777	0,5360	3,0583
7	-0,1557	0,0325	0,0784	0,9597	1,2565	0,3792
8	0,7241	-0,5180	-0,6565	-0,2060	-0,4433	-0,3916

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78: Medida de cohesión de clústers (WSS)

Clúster	WSS
1	584,26
2	868,90
3	625,69
4	493,47
5	830,13
6	688,57
7	106,85
8	824,63

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 79: Medida de separación de clústers (BSS)

BSS
9159,8

Fuente: Elaboración propia.

## 14.7 Resultados segmentación

Tabla 80: Charla, semestre 1

Charla Semestre 1				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	17	567	12	0,12%
2	0	0	0	0,00%
3	8	252	8	0,08%
4	8	369	22	0,20%
5	10	308	6	0,08%
6	8	322	14	0,40%
7	25	601	84	14,80%
8	12	483	34	0,70%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81: Charla, semestre 2

Charla Semestre 2					
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.	
1	7	163	4	0,05%	
2	0	0	0	0,00%	
3	5	176	5	0,01%	
4	5	199	3	0,03%	
5	19	578	15	0,07%	
6	0	0	0	0,00%	
7	17	353	54	16,00%	
8	2	168	2	0,03%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82: Charla: semestre 1 y 2 (individual)

Charla Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	1	1	30	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	1	2	132	3	2,27%
4	0	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	3	2	44	5	11,32%
8	4	1	258	4	1,55%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83: Charla, semestre 1 y 2

Charla Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	18	8	760	16	0,10%
2	0	0	0	0	0,00%
3	9	7	560	16	0,10%
4	8	5	568	25	0,30%
5	10	19	886	21	0,10%
6	8	0	322	14	0,40%
7	28	19	998	143	15,00%
8	16	3	909	40	0,70%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84: Ensayo PSU, semestre 1

Ensayo PSU Semestre 1					
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.	
1	12	678	5	0,03%	
2	0	0	0	0,00%	
3	14	617	9	0,03%	
4	13	504	18	0,10%	
5	11	643	13	0,04%	
6	0	0	0	0,00%	
7	2	21	4	19,00%	
8	6	424	20	0,23%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85: Ensayo PSU, semestre 2

Ensayo PSU Semestre 2					
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.	
1	7	272	10	0,05%	
2	0	0	0	0,00%	
3	11	770	9	0,04%	
4	14	482	12	0,10%	
5	2	39	0	0,00%	
6	2	86	1	0,02%	
7	3	50	10	18,00%	
8	1	82	6	0,10%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 86: Ensayo PSU, semestre 1 y 2 (individual)

Ensayo PSU Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	8	6	458	9	2,34%
2	0	0	0	0	0,00%
3	2	2	60	1	1,66%
4	5	6	472	7	1,49%
5	4	4	122	4	3,07%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87: Ensayo PSU, semestre 1 y 2

Ensayo PSU Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	20	13	1.408	24	0,10%
2	0	0	0	0	0,00%
3	16	13	1.447	19	0,08%
4	18	20	1.458	37	0,20%
5	15	6	804	17	0,06%
6	0	2	86	1	0,02%
7	2	3	71	14	18,40%
8	6	1	506	26	0,03%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 88: Feria, semestre 1

Feria Semestre 1				
Clústers	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	11	750	10	0,04%
2	4	386	38	5,50%
3	13	742	17	0,07%
4	39	2.775	80	0,50%
5	7	498	6	0,02%
6	11	880	8	0,20%
7	18	1.052	130	12,20%
8	27	3.179	139	1,60%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 89: Feria, semestre 2

Feria Semestre 2				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	11	666	14	0,06%
2	3	722	33	2,60%
3	13	698	12	0,06%
4	23	1.510	34	2,70%
5	13	498	10	0,06%
6	8	736	6	0,08%
7	10	434	51	11,90%
8	18	1.616	82	1,40%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90: Feria, semestre 1 y 2 (individual)

Feria Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	2	2	438	5	2,16%
2	2	3	491	23	4,55%
3	1	1	145	2	1,37%
4	4	4	502	11	2,11%
5	2	2	212	5	2,33%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	11	10	2231	80	4,08%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 91: Feria, semestre 1 y 2

Feria Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	13	13	1.854	29	0,10%
2	6	6	1.599	94	5,50%
3	14	14	1.585	31	0,01%
4	43	27	4.787	125	0,70%
5	9	15	1.208	21	0,10%
6	11	8	1.616	14	0,20%
7	18	10	1.486	181	12,10%
8	38	28	7.026	301	2,50%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92: Foro, semestre 1

Foro Semestre 1					
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.	
1	0	0	0	0,00%	
2	0	0	0	0,00%	
3	0	0	0	0,00%	
4	1	18	1	0,03%	
5	0	0	0	0,00%	
6	0	0	0	0,00%	
7	1	12	2	16,60%	
8	0	0	0	0,00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 93: Foro, semestre 2

Foro Semestre 2					
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.	
1	0	0	0	0,00%	
2	0	0	0	0,00%	
3	0	0	0	0,00%	
4	0	0	0	0,00%	
5	0	0	0	0,00%	
6	0	0	0	0,00%	
7	0	0	0	0,00%	
8	0	0	0	0,00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94: Foro, semestre 1 y 2 (individual)

Foro Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0	0,00%
4	0	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95: Foro, semestre 1 y 2

Foro Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0	0,00%
4	1	0	18	1	0,03%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	1	0	12	2	16,60%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 96: Stand, semestre 1

Stand Semestre 1				
Clústers	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	7	426	5	0,01%
2	1	23	0	0,00%
3	13	578	15	0,07%
4	4	155	8	0,10%
5	10	461	6	0,04%
6	3	104	4	0,09%
7	4	154	28	17,50%
8	10	436	30	1,10%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97: Stand, semestre 2

Stand Semestre 2				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	2	62	2	0,01%
2	0	0	0	0,00%
3	14	584	12	0,07%
4	10	333	12	0,20%
5	14	584	9	0,04%
6	3	40	3	0,20%
7	7	133	24	18,30%
8	6	244	15	0,70%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 98: Stand, semestre 1 y 2 (individual)

Stand Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	1	1	110	2	1,81%
4	3	2	271	4	3,05%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	2	1	120	6	5,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99: Stand, semestre 1 y 2

Stand Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	7	2	488	7	0,01%
2	1	0	12	0	0,00%
3	14	15	1.272	29	0,10%
4	7	12	759	24	0,30%
5	10	14	1.045	15	0,08%
6	3	3	144	7	0,30%
7	4	7	287	52	18,00%
8	12	7	800	51	1,70%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 100: Taller, semestre 1

Taller Semestre 1				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0,00%
4	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 101: Taller, semestre 2

Taller Semestre 2				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0,00%
4	1	47	4	0,05%
5	0	0	0	0,00%
6	1	21	1	0,05%
7	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 102: Taller, semestre 1 y 2 (individual)

Taller Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0	0,00%
4	0	0	0	0	0,05%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 103: Taller, semestre 1 y 2

Taller Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0	0,00%
4	0	1	47	4	0,05%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	1	21	1	0,05%
7	0	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 104: Test, semestre 1

Test Semestre 1				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0,00%
4	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 105: Test, semestre 2

Test Semestre 2					
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.	
1	0	0	0	0,00%	
2	0	0	0	0,00%	
3	0	0	0	0,00%	
4	0	0	0	0,00%	
5	0	0	0	0,00%	
6	0	0	0	0,00%	
7	0	0	0	0,00%	
8	6	152	10	0,10%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 106: Test, semestre 1 y 2 (individual)

Test Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0	0,00%
4	0	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 107: Test, semestre 1 y 2

Test Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0	0,00%
4	0	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	0	6	152	10	0,10%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 108: Visita, semestre 1

Visita Semestre 1				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0,00%
3	1	6	0	1,80%
4	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0,00%
6	1	0	0	0,00%
7	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 109: Visita, semestre 2

Visita Semestre 2				
Clúster	Cantidad	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0,00%
3	0	0	0	0,00%
4	1	12	0	0,00%
5	1	13	0	0,00%
6	0	0	0	0,00%
7	3	75	9	22,20%
8	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 110: Visita, semestre 1 y 2 (individual)

Visita Semestre 1 y 2 (individual)					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	1	0	0	0	0,00%
4	0	0	0	0	0,00%
5	0	0	0	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	0	0	0	0,00%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 111: Visita, semestre 1 y 2

Visita Semestre 1 y 2					
Clúster	Cantidad Semestre 1	Cantidad Semestre 2	Total alumnos tocados	Total alumnos postulan tras toque	Conversión prom.
1	0	0	0	0	0,00%
2	0	0	0	0	0,00%
3	1	0	6	0	0,00%
4	0	1	12	0	0,00%
5	0	1	13	0	0,00%
6	0	0	0	0	0,00%
7	0	3	75	9	22,20%
8	0	0	0	0	0,00%

Fuente: Elaboración propia.