



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ASIGNACIÓN ÓPTIMA DE UPGRADES DE CATEGORÍA PARA DOS LÍNEAS
AÉREAS PRODUCTO DE SU FUSIÓN**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

PIER PAOLO BISTOLFI FRANCIA

PROFESOR GUÍA:

LUIS ABURTO LAFOURCADE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

VÍCTOR BUCAREY LÓPEZ

MAURICIO ACUÑA VALDÉS

SANTIAGO DE CHILE

2016

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA
OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil
Industrial
POR: Pier Paolo Bistolfi Francia
FECHA: 27/08/2016
PROFESOR GUÍA: Luis Aburto Lafourcade

ASIGNACIÓN ÓPTIMA DE UPGRADES DE CATEGORÍA EN LOS PROGRAMAS DE FIDELIZACIÓN DE DOS LÍNEAS AÉREAS, PRODUCTO DE SU FUSIÓN

Bajo el contexto de la fusión de las aerolíneas LAN y TAM, la empresa LATAM busca realizar cambios en los programas de fidelización de ambas empresas para que sea percibida como una sola, manteniendo, sin embargo, dos clubes independientes. Con esta idea en mente, se pretende que los usuarios con doble cuenta pertenecientes tanto a LANPASS como a TAM FIDELIDADE, no enfrenten conflictos de interés a la hora de elegir con qué programa registrarse para volar. Para esto, se evalúa la decisión de hacer válida para ambos programas la categoría más alta que el usuario presente en cualquiera de los dos.

Se identificaron cerca de 150.000 clientes registrados en ambos programas. De estos, 16.391 son los que poseen una diferencia entre los *tiers* de sus dos cuentas y que por lo tanto postulan a la homologación que se pretende realizar. Dadas la restricción de presupuesto existente, se busca establecer prioridades dentro de los postulantes, en base al gasto anual que se espera que tengan luego de la homologación de sus categorías.

Con el objetivo de obtener el gasto esperado de cada miembro, se desarrollaron diferentes modelos de regresión lineal, que integraron características demográficas y variables relacionadas al movimiento de categoría de los socios dentro de cada programa, obteniéndose así una proyección del gasto influenciado por el *upgrade* de categoría.

Para tomar la decisión óptima de elegir a quiénes otorgarle la homologación, se optó por un enfoque de programación lineal entera. Así, se formularon 2 modelos de optimización que integraron los gastos de los socios obtenidos del resultado de cada una de las 2 regresiones seleccionadas. Cada modelo fue realizado maximizando tanto el beneficio neto de los programas, como también el beneficio neto de la empresa (incluyendo costos adicionales), ambos en escenarios de presupuesto holgado y acotado.

El beneficio neto del modelo de optimización con los ingresos dados por la regresión de LANPASS fue el mayor, entregando un total de \$US 20.7 millones, cuando se considera invertir un presupuesto de \$US 3 millones, que es menos de la mitad del costo total de la homologación del total de los postulantes, establecido en alrededor de \$US 6,5 millones.

Como trabajos futuros, se plantea un estudio experimental sobre los miembros beneficiados, para medir el efecto real que tenga el *upgrade* de categoría sobre el gasto de ellos en cada programa, usando como grupo de control a aquellos que no lo recibieron. Se sugiere también el estudio de los efectos que origina la competencia entre programas, observando a los socios que mantuvieron sus cuentas con categorías dispares.

AGRADECIMIENTOS

Luego de este largo proceso, quisiera darle gracias a Dios y a mi familia, en particular a mi papá, a mi mamá y a mi hermano, por su constante apoyo a lo largo de mi carrera y sobre todo en los momentos difíciles, por sus consejos y por siempre darme la libertad de tomar mis propias decisiones. Sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

Agradecer también a todos mis amigos: a los de la Scuola, los de la U, y a los del *Harem*, por las risas, los momentos de relajación, de diversión y de distracción, que fueron claves para sobrevivir a lo largo de esta etapa. La gente que conocí es lo más importante que me deja la Universidad.

Agradecer en particular a los que estuvieron más cerca en lo que fue esta memoria, al Benja por los consejos constructivos y el apoyo en las presentaciones, y al Seba por el constante apoyo y optimismo mostrado durante todo el proceso de esta memoria, el cual fue fundamental en los momentos de mayor dificultad.

Mencionar por supuesto al área de proyectos de LANPASS, fueron muchos meses en los que me ayudaron a pesar de tener otras prioridades por delante, y siempre estaré agradecido por los consejos y la buena onda entregada.

Por último darle gracias a los miembros de mi comisión: a Víctor Bucarey por su buena disposición en todo momento, a Mauricio Acuña por tomar este trabajo en serio y dedicarme su tiempo siempre amablemente, y a mi profesor guía Luis Aburto por estar permanentemente dispuesto a conversar los problemas y dudas que surgieron, y por orientar el trabajo de la mejor manera posible.

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Industria aérea en Latinoamérica.....	1
1.2 Industria aérea en Chile y Brasil	1
1.3 LAN y TAM	1
1.4 Programas de fidelización	2
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	5
3.1 Objetivo general.....	5
3.2 Objetivos específicos	5
4. ALCANCES	6
5. RESULTADOS ESPERADOS	6
6. MARCO TEÓRICO	6
6.1 Conceptos clave	7
6.2 Programas de fidelización	7
6.2.1 LANPASS	8
6.2.2 TAM FIDELIDADE	8
6.3 Beneficios	8
6.4 Modelos.....	9
6.4.1 Regresión lineal	9
6.4.2 Programación lineal entera.....	12
7. METODOLOGÍA	13
7.1 Identificación de postulantes	13
7.2 Data de entrenamiento	13
7.2.1 Selección	14
7.2.2 Pre-procesamiento.....	14
7.2.3 Transformación	14
7.2.4 Descripción de variables	14
7.3 Desarrollo de modelos econométricos.....	14
7.3.1 Modelos de regresión base sin interacciones	14
7.3.2 Modelos de regresión lineal con interacciones.....	15
7.4 Desarrollo de modelos de optimización	16
7.5 Escenarios en los modelos de optimización	18
7.6 Evaluación económica de las soluciones	18
8. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE DATOS	19

8.1	Distribución clientes por programa y por categoría	19
8.2	Costos de beneficios e ingresos	21
9.	DESARROLLO	25
9.1	Identificación de postulantes	25
9.1.1	Clientes identificados y distribución	25
9.2	Data de entrenamiento	26
9.2.1	Selección	27
9.2.2	Pre-procesamiento.....	27
9.2.3	Transformación	28
9.2.4	Descripción de variables	30
9.3	Desarrollo de modelos econométricos.....	36
9.3.1	Modelos de regresión lineal sin interacciones	36
9.3.2	Modelos de regresión lineal con interacciones.....	42
9.3.3	Gastos proyectados	47
9.4	Desarrollo de modelos de optimización	48
9.4.1	Asignación óptima con resultados del modelo LANPASS sin interacción	48
9.4.2	Asignación óptima con resultados del modelo LATAM sin interacción	53
9.4.3	Asignación óptima con modelo de LATAM con interacción.....	54
9.4.4	Enfoque alternativo para discusión	56
9.5	Evaluación económica de las soluciones elegidas.....	56
9.5.1	Solución base: homologar categoría a todos	57
9.5.2	Asignación óptima según modelos elegidos	57
10.	CONCLUSIONES	58
10.1	Conclusiones del proyecto	58
10.2	Limitaciones y trabajos futuros	59
11.	BIBLIOGRAFÍA	60
12.	ANEXOS	62
12.1	Anexo A	62
12.2	Anexo B	64
12.3	Anexo C	67
12.4	Anexo D.....	74
12.5	Anexo E	75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Posicionamiento de clubes de fidelización en Chile según fortaleza y estatura de marca Fuente: BAVlab consulting.....	3
Ilustración 2: Gráfico de la proporción de los clientes de LATAM pertenecientes a cada programa	19
Ilustración 3: Distribución del porcentaje de clientes en cada categoría de LANPASS ...	19
Ilustración 4: Distribución de clientes en cada categoría de TAM FIDELIDADE.....	20
Ilustración 5: Distribución de clientes en cada una de las mejores 4 categorías de LANPASS	20
Ilustración 6: Distribución de clientes según las mejores 4 categorías de TAM FIDELIDADE	21
Ilustración 7: Costo por beneficio en cada categoría de LANPASS.....	22
Ilustración 8: Costo por beneficio en cada categoría de TAM FIDELIDADE.....	22
Ilustración 9: Costo total por socio según cada categoría LANPASS	23
Ilustración 10: Costo total por socio según cada categoría de TAM FIDELIDADE.....	24
Ilustración 11: Dólares Gastados el 2015 según la Edad.....	31
Ilustración 12: Normal Q-Q Plot del Gasto 2015	32
Ilustración 13: Normal Q-Q Plot del Logaritmo del Gasto 2015	32
Ilustración 14: Distribución Clientes por Género	33
Ilustración 15: Distribución de Clientes por País	34
Ilustración 16: Gasto medio construido de modelo LANPASS, según la categoría a la que ascienden miembros de TAM FIDELIDADE.....	49
Ilustración 17: Gasto medio construido de modelo LANPASS, según la categoría a la que ascienden miembros de LANPASS	49
Ilustración 24: Gasto medio construido de modelo LATAM, según la categoría a la que ascienden miembros de TAM FIDELIDADE.....	74
Ilustración 25: Gasto medio construido de modelo LATAM, según la categoría a la que ascienden miembros de LANPASS	75

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Industria aérea en Latinoamérica

El sector aéreo en Latinoamérica ha ido tomando cada vez mayor relevancia con respecto a su participación dentro de los ingresos totales de los países y dentro de la participación mundial. Las ganancias que presenta esta industria en América Latina y el Caribe se estiman en US\$27 billones hasta el año 2012, representando el 8% de la industria a nivel global, según la Asociación Latinoamericana de Transporte Aéreo (ALTA).

En los últimos años, ha presentado un crecimiento sostenido en cuanto al número de pasajeros transportados (Anexo Figura 1), llegando a un total de 179.7 millones de pasajeros el año 2014. Se espera, según la ALTA, que la industria de aviación en Latinoamérica y el Caribe crezca a una tasa que es un 30% mayor que las proyecciones globales.

1.2 Industria aérea en Chile y Brasil

Así como la industria a nivel Latinoamericano, en Chile han ocurrido cambios similares en los últimos 5 años. Según los datos entregados por la Junta Aeronáutica Civil (JAC), el número de pasajeros transportados el año 2014 ascendió al número de 17,2 Millones (Anexo Figura 2), representando un crecimiento del 4,6% en comparación del año anterior. Si bien este aumento es una cifra positiva, es la variación porcentual más baja de los últimos cinco años (Anexo Figura 3), muy por debajo del crecimiento de 17,3% y 17,4% de los años 2012 y 2011 respectivamente, resultado que podría estar asociado a la desaceleración económica ocurrida el año 2014. Según un estudio de la Oxford Economics [1], la industria de aviación contribuye a un 1,6% del PIB de Chile y sustenta alrededor de 73.000 empleos en el país.

En Brasil, al igual que Chile también se ha presentado un crecimiento sostenido, solo que a mucha mayor escala. Según datos encontrados en el Banco Mundial, en el año 2014 se transportaron un poco más de 100 Millones de pasajeros, bastante más que los transportados en Chile (Anexo Figura 4). Por último, es importante mencionar que Chile y Brasil poseen la mayor cantidad de viajes per cápita de América, por detrás de Estados Unidos (Anexo Figura 5).

1.3 LAN y TAM

LAN Airlines es una aerolínea de origen chileno, la cual presenta sociedades en diferentes países de Sudamérica, como Chile, Colombia, Argentina, Perú y Ecuador. Tiene una flota de 150 aviones y rutas hacia 67 destinos diferentes [2], siendo una de las mayores líneas aéreas de Sudamérica.

TAM por otro lado, es de origen brasileño y sus operaciones se concentran en todo el hemisferio sur. Comprende una flota de 166 aviones dirigidos a 63 destinos.

En el año 2010 las empresas LAN y TAM realizaron el anuncio de la fusión de ambas empresas, con el objetivo de la expansión de LAN al mercado brasileño, buscando así ser la línea referente de Sudamérica. Luego el 2011, firmaron los acuerdos vinculatorios

relacionados a la combinación de negocios entre las compañías, concretando así el acuerdo anunciado el año anterior.

Ambas aerolíneas pertenecen actualmente a la alianza global ONEWORLD, la cual está compuesta por quince aerolíneas comerciales, las cuales se unen buscando compartir competencias centrales y así mejorar sus operaciones para entregar un mejor servicio al cliente.

1.4 Programas de fidelización

Los programas de fidelización o de pasajero frecuente en este caso en particular, funcionan con la acumulación de puntos (kilómetros, millas, etc.) virtuales en proporción al uso y monto invertido en los servicios de la aerolínea y consumo en las tiendas asociadas. Así, los clientes pueden canjear estos puntos acumulados por pasajes gratis, descuentos, productos y diversos beneficios. Con esto se busca incentivar el uso continuo del servicio y fortalecer el vínculo de los clientes con la empresa, para conseguir su fidelidad a lo largo del tiempo.

Diversas investigaciones avalan el efecto positivo y el valor que los programas de fidelidad aportan en las empresas. Por ejemplo, el valor percibido por aquellos clientes que presentan un alto involucramiento en un programa de fidelización influencia directa e indirectamente su lealtad hacia la marca, lo que no ocurre con aquellos con bajo involucramiento [3]. Por otro lado, se ha concluido que mejoras en el programa de fidelización de una línea aérea aumenta efectivamente su demanda en rutas donde los aeropuertos de salida son dominados por la línea aérea [4], como podrían ser muchas de las rutas domésticas de LAN y TAM.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

Existen muchos antecedentes a través de la historia que respaldan la idea de que una fusión es complicada desde muchos puntos de vista, incluyendo las dificultades que enfrentan las empresas involucradas a la hora de tomar decisiones que tengan que ver con la unión de los programas de fidelización respectivos.

Un ejemplo de esto ocurrió a fines del 2015 cuando la empresa hotelera Marriot International anunció la compra de la compañía Starwood Hotels. Luego de esto, muchos usuarios importantes en los clubes de fidelidad de ambas empresas comenzaron a temer por lo que pasaría con su posición y categoría en cada programa [5] junto con los beneficios que ello conlleva, generando mucha incertidumbre y preguntas al respecto. Los planes que la compañía hotelera tiene en consideración para solucionar estas dificultades se basan en combinar las ventajas de ambos programas y concentrarse en que los beneficios que enfrentan los socios estén homologados y se vean potenciados por las nuevas capacidades combinadas de ambas compañías y no disminuidos por la adquisición de la última.

Así mismo, en Chile ocurre un proceso similar por parte de la fusión que protagonizan las empresas LAN y TAM, la cual tampoco ha estado exenta de complicaciones. Al igual que el caso descrito anteriormente, existe una gran confusión de parte de los usuarios frecuentes de qué sucederá con los programas y con sus kilómetros acumulados. La empresa resultante LATAM, ha decidido que se mantendrán los programas de pasajero frecuente por separado, pero cambiando su nombre de LANPASS

a LATAM PASS y de TAM FIDELIDADE a LATAM FIDELIDADE, junto con homologar los beneficios que cada programa ofrece para que no haya diferencias bajo este punto de vista, y los usuarios perciban un servicio entregado lo más similar posible. Sumado a esto, se decidió dejar atrás los nombres antiguos de las categorías de los dos programas, para dar paso a nuevos nombres que serán iguales en ambos. Para efectos de esta memoria los nombres de categorías se mantendrán como los originales, para evitar confusiones y ayudar a la comprensión del problema.

Tanto LAN como TAM han desarrollado un crecimiento pronunciado en sus programas de fidelización llegando a tener el primero alrededor de 11 millones de clientes distribuidos en Sudamérica, y el segundo aproximadamente 13 millones concentrados en su mayoría en Brasil, percibiendo un crecimiento de un 15% y 8% respectivamente el año 2014 con respecto al año 2013, y de un 13% y 9% respectivamente el año 2015 con respecto al 2014 [2], esperando mantener las tasas en el futuro.

Una de las características importantes de LAN es que presenta uno de los programas de fidelización con mayor fortaleza y estatura de marca en el mercado chileno. La fortaleza de marca está relacionada con la *diferenciación y relevancia* con la que la gente percibe a la empresa (reconocimiento de beneficios como únicos e importantes), mientras que la estatura está más bien relacionada con la *familiaridad y estima* que la gente tenga con ella [8]. Ambos atributos se miden según el porcentaje de la gente que declara identificar estos 4 pilares según cada marca encuestada. El resultado de este estudio se muestra en la ilustración 1 [6]:

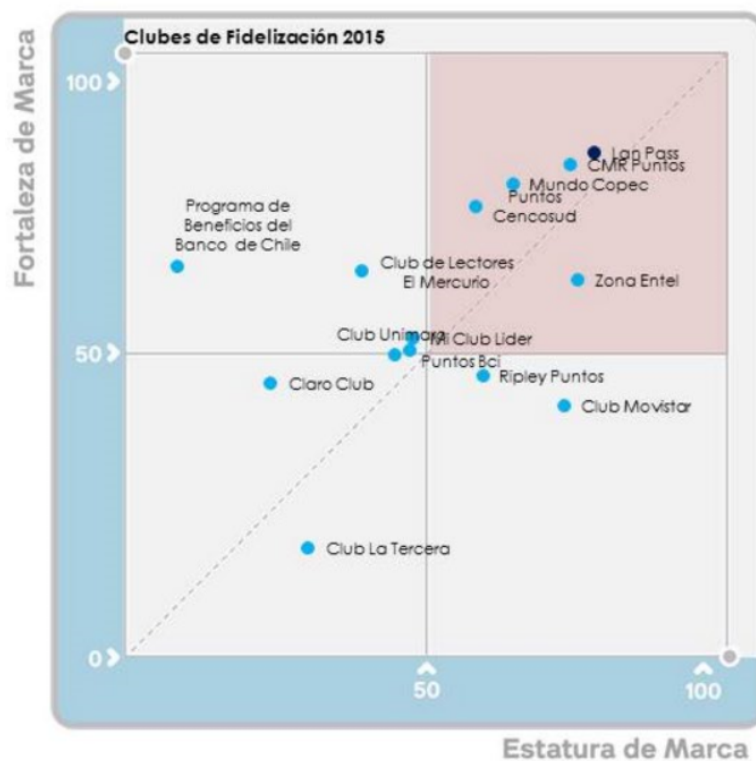


Ilustración 1: Posicionamiento de clubes de fidelización en Chile según fortaleza y estatura de marca
Fuente: BAVlab consulting

De esta manera, los cambios que tendrán origen en el programa pueden impactar de forma negativa en esta fortaleza y estatura de marca alcanzadas, por lo que la empresa debe velar por la percepción que los usuarios tengan con el cambio, y amortiguar las situaciones propias de la fusión que lleven a una confusión e inseguridad en ellos.

El presente trabajo pretende abordar una de las complejas situaciones descritas anteriormente: los miembros deberán elegir con qué cuenta acumular puntos o kilómetros para canjear a la hora de viajar.

Dado que originalmente se trataban de dos empresas diferentes, los clubes de fidelidad poseen naturalmente distintas características en términos de las ventajas que ofrecen. Si bien los beneficios más importantes se han homologado, de igual forma existen diferencias que pueden llevar a los clientes a un conflicto de intereses a la hora de elegir con qué cuenta viajar y aumentar el saldo de kilómetros o puntos según corresponda.

Existen diferencias en cuanto a los acuerdos comerciales que posee cada programa, debido a que siguen siendo independientes. Por un lado hay distintas alianzas con otras líneas aéreas, y por otro lado con los denominados *partners* no aéreos (PNA), los cuales son empresas de distintos rubros que permiten la acumulación de los clientes según el uso de sus servicios. Estas diferencias pueden generar que los clientes perciban distintas promociones y productos a la hora de querer canjear. Otro conflicto se produce dado que la disponibilidad en rutas puede cambiar dependiendo del programa al que se declare pertenecer.

Con esto en consideración, los clientes con dos cuentas tendrán un problema a la hora de decidir en cuál acumular y con cual viajar, sobre todo si poseen categorías diferentes en ambas. Podrían eventualmente querer acumular en un programa porque resulta más atractivo o más rentable, pero les podría convenir más seguir acumulando en el club en el cual tienen una mejor categoría y recibir así los beneficios de ésta a la hora de volar, o podrían querer aprovechar alguna promoción en la cual la categoría del otro programa sí le podría permitir.

En base a estas irregularidades, la compañía evalúa la decisión de homologar la categoría más alta de los clientes que tengan cuenta en ambos programas, de forma que éstos sean reconocidos de igual forma al volar decidiendo utilizar el programa que quieran. Esto implica que el cliente que era la categoría más baja en TAM FIDELIDADE y la más alta en LANPASS ahora será la más alta en ambos, accediendo a beneficios que no le correspondían originalmente en TAM FIDELIDADE y por consiguiente aumentando los costos presupuestados en la planificación.

Como es de imaginar, cada programa tiene beneficios que presentan una capacidad total (o un presupuesto límite) a distribuir entre sus miembros, es decir, tiene una restricción en el número de socios que puede acceder a cada beneficio. Es por esto que no es una decisión trivial homologar la categoría más alta de todos los socios con cuenta en ambos programas, porque podría exceder eventualmente esta capacidad o presupuesto y que los beneficios no puedan ser cobrados por todos los clientes, generando confusión en lo prometido y finalmente un descontento con la empresa.

Para hacer una comparación de lo que significan las decisiones extremas de no homologar la categoría a ningún cliente, versus entregar el *upgrade* a todos los miembros que cumplen los requisitos para optar al beneficio, se pueden analizar los costos y

beneficios que se tienen en un principio. El costo de no realizar ninguna acción en esta materia, significa establecer una competencia entre ambos programas y observar el conflicto que tendrán los clientes a la hora de tener que elegir uno de los dos programas para acumular, creando un descontento que pueda afectar su satisfacción y preferencia con la línea aérea. Sin embargo, el beneficio viene dado por el ahorro de la inversión que implica entregar el beneficio a todos.

Por otro lado, entregarle la homologación de categoría a todos los clientes que califican en esta situación, implica otorgarles beneficios de un programa a los cuales los clientes no tenían acceso anteriormente, traduciéndose en un costo extra para la empresa. El costo total de realizar esta acción significa invertir alrededor de \$US6,5 millones (detallados más adelante en el desarrollo). En cambio, el ingreso de esta decisión viene dado por el potencial gasto extra que tendrán los clientes en el programa donde su categoría se vea ascendida, según la proyección que se realizará en esta memoria.

Teniendo en cuenta las restricciones mencionadas anteriormente, si no se puede dar el *upgrade* a todos, se debe encontrar un punto medio y discriminar de alguna forma quiénes podrán acceder a este cambio de tener la misma categoría y quiénes no, tarea que no es sencilla debido a que no se sabe qué criterio utilizar para saber quién debería tener prioridad a la hora de recibir la medida. Así, esta memoria pretende establecer un modelo que nos entregue a cuántos y qué clientes está permitido entregarles el beneficio de homologación según las restricciones que posee actualmente la empresa.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Definir la cantidad óptima de personas a los cuales entregarle un *upgrade* de categoría en los sistemas de fidelización de LAN y TAM, y determinar quiénes de ellos son los que debieran recibirlos.

3.2 Objetivos específicos

- Reconstruir el valor de los clientes identificados con cuenta en ambos programas que tendrían por recibir el *upgrade*.
- Maximizar el beneficio neto percibido por la empresa por entregar *upgrades* de categoría a los miembros de cada programa, teniendo en cuenta principalmente las restricciones de presupuesto que los beneficios entregados significan.
- Identificar a todos los clientes que deben recibir esta homologación, presentando la evaluación económica respectiva que cada solución implicaría.

4. ALCANCES

El trabajo de esta memoria se enmarca específicamente en la situación de fusión de las aerolíneas LAN y TAM, por lo que queda excluido el análisis de un problema similar aplicable en otras empresas.

Este proyecto se desarrolla bajo el marco de la homologación de categorías que la empresa evalúa implementar, producto del conflicto en las diferencias de las categorías de los clientes en ambos programas de fidelidad de la empresa. De esta manera queda fuera de estudio cualquier otra decisión que la empresa quisiera realizar con estos clientes en cuestión.

Solamente se tendrán en cuenta los clientes que deben subir de categoría entre programas, dejando fuera cualquier movimiento de ascenso o baja de categoría que se produzca de forma natural en los programas de fidelidad, y que no pertenezca al problema presentado en esta memoria.

Únicamente se realizará la tarea de identificación de los clientes que deban recibir el *upgrade* de categoría, quedando como responsabilidad de la empresa realizar el proceso de actualización en su respectivo sistema de datos.

Por último, la evaluación del beneficio neto resultante comprenderá el resultado financiero de asignar los *upgrades* de categoría, dejando de lado cualquier otro factor que pudiera extender el análisis económico de este resultado.

5. RESULTADOS ESPERADOS

La presente memoria pretende entregar tres resultados importantes, asociado cada uno a los objetivos específicos definidos previamente.

El primero, implica encontrar un modelo de regresión que explique en qué medida cada una de las variables seleccionadas aporta al gasto anual de cada cliente en la compañía, para poder reconstruir este valor según sus características y el *upgrade* de categoría que se le otorgará.

En segundo lugar se espera encontrar mediante el modelo de optimización, a los clientes candidatos a la homologación que efectivamente lo recibirán, cumpliendo con las restricciones de presupuesto asignadas.

En tercer y último lugar, se espera dar a la empresa el listado de los clientes seleccionados, junto con una evaluación económica de lo que significa la operación. La expectativa es que el beneficio neto sea positivo en cualquier caso.

6. MARCO TEÓRICO

Para el proyecto, es relevante entender cómo funciona cada programa de fidelidad en la actualidad. Se debe tener en consideración las diferencias en la forma de acumular puntos y contadores, las diferentes metas para subir de categoría y los beneficios asociados a éstas, para entender cómo funciona el sistema de costos e ingresos que perciben los programas de pasajero frecuentes de la compañía.

6.1 Conceptos clave

Oneworld (OW): Alianza global de líneas aéreas, en la que participan LAN y TAM actualmente. Originalmente TAM estaba asociada a la alianza Star Alliance.

FFP: Frequent Flyer program o programa de pasajero frecuente. Sistema de fidelidad relativo a una línea aérea.

Kilómetros: Se habla de kilómetros como la unidad de acumulación en el FFP de LAN, LANPASS.

Puntos: Se habla de puntos como la unidad de acumulación en el FFP de TAM, TAM Fidelidade.

Segmentos: Un viaje puede estar compuesto por varios segmentos, correspondientes a cada uno de los vuelos que el pasajero toma camino a su destino final. Si el viaje tiene una escala, entonces son dos segmentos.

Saldo: El saldo es el total de kilómetros/puntos que el cliente acumula en su cuenta. La acumulación viene dada principalmente por los pasajes comprados y por todos los demás medios posibles que las alianzas permitan reunir, como las compras con las tarjetas de Santander, la carga de bencina en COPEC, entre otros. Es importante tener en cuenta que el saldo sólo sirve para canjear premios o beneficios y no para subir de categoría.

Contadores: Los contadores son los criterios que se tienen en cuenta a la hora de ver si se sube de categoría o no, y están relacionados a las metas que se deben alcanzar.

Beneficios: Son aquellos que los clientes perciben por alcanzar cierta categoría, entre más alta es la categoría, mayores son las ventajas que reciben. Se detallan más adelante.

Valor del cliente: El valor del cliente, para efectos de esta memoria, estará definido como el monto en dólares que un miembro del programa gastó en la compañía en el último año. Si bien esta definición no define de buena forma el valor de un cliente, fue un acuerdo arbitrario con la empresa para tomar de forma simple un valor base de éste.

6.2 Programas de fidelización

Como se anticipaba en el punto 2 de la descripción del proyecto, la fusión de las aerolíneas ha tenido diferentes efectos en sus programas de fidelización, cambiando ciertas reglas, cambiando sus respectivos nombres y por otro lado igualando entre ellos el nombre de sus categorías. A continuación se presentarán los programas y algunos de los cambios que han tenido, utilizando los nombres de los programas originales así como también los nombres antiguos de sus respectivas categorías, para no caer en confusiones al momento de describir cada uno.

6.2.1 LANPASS

Corresponde al FFP de LAN. En él sus miembros se distribuyen en las siguientes categorías, donde 1 es la menor, y 5 es la mayor a la que pueden calificar:

- 1) Lanpass
- 2) Premium
- 3) Premium Silver
- 4) Comodoro
- 5) Black

Cada socio al inscribirse en el programa comienza siendo la categoría base, y según su comportamiento de vuelo y uso del programa, puede ir ascendiendo a medida que cumpla con diferentes metas de los kilómetros acumulados en los contadores.

6.2.2 TAM FIDELIDADE

Es el FFP correspondiente a TAM. Sus socios también se dividen en 5 categorías, bajo el mismo ordenamiento previo serían:

- 1) Branco
- 2) Azul
- 3) Vermelho
- 4) Vermelho Plus
- 5) Black

De igual forma, los miembros del programa comienzan siendo la categoría base, y uso y conducta en el programa, pueden ir subiendo a las categorías superiores a medida que cumplan con los requisitos de puntos en los contadores acumulados.

Subir de categoría permite a los socios acceder a distintos beneficios, dependiendo de la categoría que poseen. Los beneficios están descritos a continuación.

6.3 Beneficios

Los beneficios entregados en las categorías Elite de LANPASS y TAM FIDELIDADE actualmente se encuentran homologados, es decir, se entregan los mismos beneficios en ambos programas de pasajero frecuente. Es por esto que a priori se considerarán los principales beneficios que son análogos en las dos compañías y que son los más relevantes para los consumidores de alto valor, identificados según un estudio realizado por una consultoría. Sin embargo los costos y ciertas especificaciones cambian cuando se habla de TAM, por esto la necesidad de realizar dos modelos con parámetros diferentes. Estos beneficios corresponden a:

- **Upgrade de cabina:** Es la posibilidad de postular a subir de cabina en los vuelos internacionales, usando los cupones de cortesía que cada categoría tiene a disposición, proporcionales al *Tier* al cual se pertenece.
- **Bono por Tier:** Existe una bonificación extra en la acumulación de kilómetros y puntos que dependen de cada categoría.

- **Ingreso a salones VIP:** Permite al ingreso de salones para la espera de los vuelos, en los cuales se tiene acceso a diferentes comodidades, permitiendo el ingreso de un acompañante o grupo familiar directo, según la categoría.
- **Embarque preferente:** Corresponde a la posibilidad de acceder de forma preferente al embarque del vuelo.
- **Exceso Equipaje:** Entrega la posibilidad de cargar con más equipaje del permitido, sin costos adicionales.
- **Special Services:** Recibimiento y asistencia preferente en la puerta de embarque.
- **Check-IN Preferente:** Beneficio de poder realizar el check-in en un counter preferente.

En la Tabla 1 se resumen los beneficios por categoría:

		Categorías Donde Aplica			
	Beneficio	Premium/Azul	P.Silver/Ver.	Comod./Ver.P	Black
Vuelo	Upgrade de Cabina	2	6	ilim. Y 6	ilim. y 6
	Bono de KMS	25%	100%	100%	100%
Aeropuerto	Check-in Preferente	Socio	Socio +1	Socio +1	Socio +1 + Familia
	Salones VIP	-	Socio +1	Socio +1	Socio +1 + Familia
	Embarque Preferente	-	Socio +1	Socio +1	Socio +1 + Familia
	Exceso Equipaje	-	1 de 23 kg	1 de 23 kg	1 de 23 + Familia
	Atención Special Services	-	-	-	Socio

Tabla 1: Resumen de beneficios de cada categoría
Fuente: Elaboración propia

6.4 Modelos

6.4.1 Regresión lineal

La regresión lineal es un modelo matemático que se usa para identificar la relación entre una variable dependiente explicada a través de las variables independientes que se consideren, más un error que recoja los efectos no observados por las demás variables.

El modelo puede ser expresado en forma general de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon \quad (1)$$

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \epsilon \quad (2)$$

Donde Y es la variable dependiente, X es el vector de variables independientes, ϵ es el error asociado y β el vector de coeficientes asociados a cada variable explicativa, los cuales miden en qué medida éstas influyen en la variable dependiente. El coeficiente β_0 representa el intercepto o “nivel base” de la regresión, que representa el valor que toma la variable dependiente cuando todas las demás variables tienen un valor igual a cero.

Sin entrar en profundidad, para elaborar el modelo de regresión lineal correctamente, es necesario que se cumplan los siguientes supuestos:

1. La relación entre las variables tiene que ser lineal.
2. Los errores en la medición de las variables tiene que ser independiente entre ellos.
3. $Var(\epsilon_t) = \sigma^2$: Tiene que haber Homocedasticidad, es decir, que los errores tengan una varianza constante.
4. $E(\epsilon_i) = 0$: Que los errores tengan esperanza cero.
5. Que no exista colinealidad entre las variables.

- **Estimación por mínimos cuadrados ordinarios**

Es posible encontrar los estimadores de los parámetros buscados utilizando el método de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Según éste, se debe hallar la combinación de los coeficientes $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ que minimice los errores que el modelo cometerá, en relación a la muestra de observaciones que se disponga. Este error, definido como la distancia entre las observaciones y el resultado del modelo se obtiene de la forma:

$$e = Y_i - \hat{Y}_i \quad (3)$$

Donde Y_i es el valor real de la observación de la variable dependiente e \hat{Y}_i es su valor estimado. Así, los *betas* estimados que se quieren serán:

$$\hat{\beta}_{MCO} = \arg \min_{\beta \in \mathbb{R}} \sum_i e_i^2 = [Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n)]^2 \quad (4)$$

- **Términos de Interacción**

A veces se busca estudiar efectos de variables que se refuercen mutuamente, es decir, si el efecto de una variable se vuelve mayor en la medida que se aumenta otra que esté posiblemente relacionada.

Este efecto puede ser estimado incluyendo un nuevo término en la regresión:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \beta_{n+1} X_1 X_2 + \epsilon \quad (5)$$

Donde el efecto sobre la variable dependiente Y de la interacción entre X_1 y X_2 estaría capturado por el coeficiente β_{n+1} en la ecuación (5).

- **Coefficiente de determinación (R^2)**

El coeficiente de determinación o también denominado R^2 , es el indicador más usado para evaluar la calidad de los modelos de regresión lineal, el cual explica qué proporción de la varianza de la variable dependiente es explicada por el modelo. Para definirlo primero hay que revisar ciertos conceptos.

Siguiendo con la lógica de las definiciones anteriores, si se tiene que \hat{Y}_i es el valor de la variable dependiente estimado según la regresión lineal, Y_i el valor real, e \bar{Y} es la media de la variable dependiente dada la regresión, entonces se tiene que:

$$\text{Suma Total de Cuadrados:} \quad SST = \sum(Y_i - \bar{Y})^2 \quad (6)$$

$$\text{Suma de Cuadrados de Regresión:} \quad SSR = \sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (7)$$

$$\text{Suma de Cuadrados de Errores:} \quad SSE = \sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (8)$$

Dado esto el coeficiente de determinación se define como:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (9)$$

- **Coefficiente de determinación ajustado**

Uno de los problemas de utilizar solamente el indicador R^2 para medir la calidad del modelo, es que a medida que se van agregando variables explicativas, este coeficiente solamente mejora, por lo que el desarrollador puede estar tentado a agregar continuamente atributos a la ecuación de la regresión lineal. Para evitar esto se presenta el R^2 ajustado, el cual varía según los grados de libertad del modelo y penaliza la inclusión de muchos atributos:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{SSE/(n - K - 1)}{SST/(n - 1)} = 1 - \frac{n - 1}{n - K} (1 - R^2) \quad (10)$$

Donde n son las observaciones incluidas en el modelo y K son los grados de libertad correspondientes.

6.4.2 Programación lineal entera

La programación lineal entera (PLE) es un procedimiento matemático para determinar la asignación óptima de recursos limitados, en el cual se busca optimizar (maximizar o minimizar) una función objetivo, cambiando el valor de las variables de dicha función, y que se encuentran sujetas a restricciones expresadas generalmente mediante un sistema de inecuaciones.

Para que un problema de programación lineal sea entera, tanto la función objetivo como las restricciones deben ser lineales y las variables deben ser enteras. Así, un problema de programación lineal entera se puede describir con los siguientes componentes:

Función objetivo: Es el criterio que se busca optimizar, generalmente esta función está representada por costos, ingresos, utilidades, etc.

Variables de decisión: Corresponden a los elementos que representan las decisiones que se desea definir. Pueden representar cantidades continuas, discretas o binarias, y en general corresponden a: cantidad de productos a producir, tipo de producto a producir, nivel de inventario, etc. En este caso serán variables binarias.

Restricciones: Corresponden a limitaciones del sistema que se incorpora al modelo, como por ejemplo el espacio máximo disponible, cantidad mínima de producto requerido, cantidad de horas hombre máxima, etc.

Parámetros o datos: Representan decisiones, que a diferencia de las variables de decisión, no son controlables. Por ejemplo: capacidad de producción, capacidad de transporte, cantidad de inventario inicial, etc.

Una manera general de escribir un PPLE es la siguiente:

$$\min_x c^t x \quad (11)$$

$$s. a \quad Ax = b \quad (12)$$

$$x \geq 0 \quad (13)$$

$$x \in \mathbb{Z} \quad (14)$$

Donde la ecuación (11) es la función objetivo a minimizar, x es la variable de decisión, las ecuaciones (12), (13) y (14) son las restricciones, y por último A , b y c son los parámetros del modelo.

7. METODOLOGÍA

Se presenta en la Ilustración 2, un esquema de la metodología que se usará para el presente trabajo, el cual será explicado en detalle en las siguientes secciones:

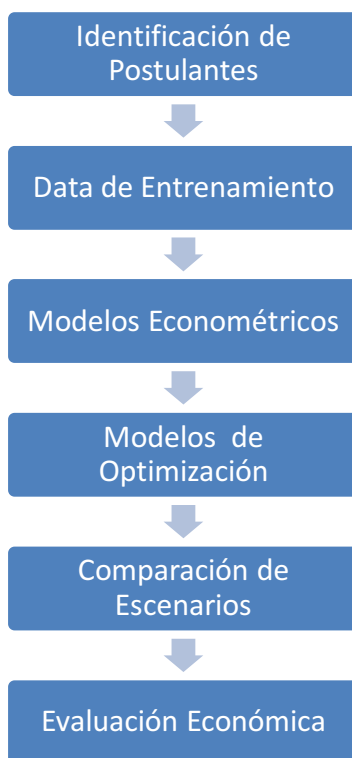


Ilustración 2: Esquema de la metodología utilizada

7.1 Identificación de postulantes

Se definirá a los “Postulantes” como a las personas que cumplen las condiciones para obtener la homologación de categoría, es decir, aquellos que estén registrados y tengan vigente una cuenta activa en ambos programas de fidelización.

Al tratarse de dos empresas independientes, las bases de datos de LAN y TAM no se encuentran consolidadas y estandarizadas, por lo que la información de los clientes que se encuentran registrados en los programas de fidelización de ambas aerolíneas se encuentra duplicada, y no se tiene conocimiento de quiénes son.

Estos clientes serán el grupo de seleccionados para la homologación de sus categorías, es decir, los que postularán a recibir el *upgrade* de categoría en el programa donde su categoría sea más baja.

7.2 Data de entrenamiento

El set de datos de entrenamiento serán los datos u observaciones que se utilizan para estimar los coeficientes buscados de los modelos de regresión. Es importante que quede claro que este conjunto de clientes es diferente al conjunto de usuarios que tiene doble cuenta y postulan a la homologación. Así los resultados de los modelos calculados con el set de entrenamiento serán utilizados en el conjunto de postulantes para reconstruir

el gasto anual de ellos. La idea es tener una cantidad de datos suficiente como para que las variables incluidas tengan una varianza aceptable.

7.2.1 Selección

La selección consiste en determinar los datos que se utilizarán para incluir en los modelos de regresión, tanto el número de registros con los que se trabajará, como las variables que se dispondrán para incluir en el desarrollo del trabajo.

7.2.2 Pre-procesamiento

En el pre-procesamiento se explican los pasos para realizar la limpieza de los datos, como por ejemplo tratar los valores faltantes, datos *outliers* o la eliminación de registros erróneos.

Para un mayor entendimiento de cómo se comportan las características y las relaciones en los datos, en esta etapa del proyecto es útil presentar una descripción de los atributos a través de las observaciones consideradas para el desarrollo econométrico. Se presentarán indicadores estadísticos básicos y también análisis de frecuencias y tendencias entre los datos.

7.2.3 Transformación

En la transformación se explican los cambios que hubo que hacer en los atributos para adaptar las variables al uso específico del modelo, como la normalización de la distribución de la variable dependiente, la creación de variables binarias, entre otros.

7.2.4 Descripción de variables

Para las variables que se considere relevante entrar en detalle, se realizará una descripción para caracterizarlas dentro del set de datos, indicando estadísticos como la media, desviación estándar, valor máximo, mínimo y algunas ilustraciones que pueda resultar interesante analizar.

7.3 Desarrollo de modelos econométricos

7.3.1 Modelos de regresión base sin interacciones

Para decidir quién recibirá un *upgrade* de categoría y quién no, primero se debe determinar una prioridad dentro de los clientes seleccionados. Esta prioridad estará dada por el valor del cliente para la empresa, y se definirá para este estudio como la cantidad de dinero gastado anualmente.

Según esto, este valor está determinado exclusivamente por la cantidad de dinero gastada, y no por otros posibles factores que puedan explicar una mayor proporción en este valor, y que a la larga indiquen que es más rentable para la compañía entregar *upgrades* a unos clientes antes que a otros.

Lo que se busca con los modelos de regresión lineal es entender cómo se explica el valor del cliente según la presencia de diferentes características, y analizar cómo cambiaría si se modifican estas variables, para finalmente reconstruir el valor de los

clientes que se encontraron presentes en ambos programas, y que son postulantes a la homologación de sus categorías.

Es importante tener claro que el modelo se correrá con los datos de muchos clientes de cada programa (set de entrenamiento), y no del grupo de postulantes. Sobre estos últimos se aplicarán los resultados que se obtengan para calcular su valor.

Para todo esto se realizará un modelo base de regresión lineal definido de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_j X_{ji} + \epsilon_i \quad (15)$$

Donde:

Y_i : Corresponde a la variable dependiente en el modelo representando el valor del cliente, definido internamente como el monto en dólares que gastó cada cliente i en el año 2015.

β_0 : Intercepto que indicará el valor base que aporta el cliente, es decir la cantidad de dinero gastada de un usuario cuando todas las demás variables toman el valor cero.

β_j : Coeficiente asociado a cada característica que explicará en cuánto aporta cada variable al valor del cliente, es decir, cuánto del monto gastado se explica en cada atributo.

X_{ij} : Cada una de las variables independientes j perteneciente al cliente i representa uno de los atributos en consideración para el modelo, que serán detalladas en el desarrollo.

ϵ_i : Es el error, que captura todos los efectos no explicados por las variables independientes escogidas para formar el modelo.

La idea es realizar tres modelos diferentes, uno para los clientes de LANPASS, otro para los clientes de TAM FIDELIDADE y uno único que incluya a los clientes de ambos programas, para ver el efecto que tiene pertenecer a cada uno. Con esto, se podrán ver cómo cambian los coeficientes asociados a cada variable explicativa en cada uno de los programas, y hacer una comparación del valor y significancia de cada uno en cada modelo.

7.3.2 Modelos de regresión lineal con interacciones

Para incluir más heterogeneidad en el gasto de los clientes y diferenciar más el valor de cada uno de los que postulan a los *upgrades*, se incluirá en cada uno de los modelos antes mencionados efectos de interacción entre cada salto y las variables de edad, género y antigüedad en el programa, para estudiar cómo varía el gasto dentro de cada salto según el cambio de estas características.

Así se tendrá un modelo con interacciones para los clientes de LANPASS, uno para los usuarios inscritos en TAM FIDELIDADE y otro único con interacciones que incluya a los clientes de ambas empresas.

De esta manera se tendrán finalmente seis modelos de regresión, con lo que se espera realizar comparaciones entre ellos y observar cómo cambian los resultados según la pertenencia a cada programa y los cambios al incluir las interacciones entre los coeficientes.

$$Y_i = \beta_0 + \sum \beta_j X_{ij} + \sum \beta_j X_{ij} X_{ik} + \epsilon_i \quad (16)$$

Donde se tienen todas las variables del modelo anterior, incluyendo esta vez a los coeficientes que acompañen a los términos de interacción entre las variables X_j y X_k del cliente i que se incluirán según se decida.

7.4 Desarrollo de modelos de optimización

Dado que existe un costo asociado a cada beneficio otorgado según la categoría a la que se pertenece, que promover a un cliente significará una mayor fidelidad y uso del programa. Debido a que existe un presupuesto para la entrega de estos beneficios, es que es imposible otorgar un ascenso de categoría a todos los clientes con cuenta doble en los dos sistemas de fidelidad de LATAM. Por esto, es natural pensar que la decisión de esta problemática debe ser realizada de manera óptima para la compañía, ya que, *a priori*, no se tiene claro a quiénes conviene entregar este *upgrade*.

En base a este razonamiento se plantea el siguiente problema de optimización lineal entero, definido como:

$$\max \sum^K X_{kij} \cdot (I_{kij} - c_{kij}) + \sum^K Y_{kji} \cdot (I_{kji} - c_{kji}) \quad (17)$$

$$s. a \quad X_{kij} = 0 \text{ si } i > j \quad (18)$$

$$Y_{kji} = 0 \text{ si } i < j \quad (19)$$

$$\sum X_{kij} \cdot c_{kij} + \sum Y_{kji} \cdot c_{kji} \leq B \quad (20)$$

$$X_{kij}, Y_{kji} \in \{0,1\} \quad (21)$$

Dónde:

Las variables de decisión de este problema serán binarias, y estarán dadas por X_{kij} que tomará el valor 1 si al cliente k se le da el paso de la categoría i de LANPASS a la categoría j de TAM FIDELIDADE, y por Y_{kji} si el cliente recibe el ascenso de su categoría j de TAM FIDELIDADE a la categoría i de LANPASS. De esta manera el conjunto K estará definido por todos los clientes que postulan a un *upgrade* de categoría, mientras que el índice i representará las categorías del club asociado a LAN y el índice j estará asociado a las categorías del sistema correspondiente en TAM.

La ecuación (17) indica la función objetivo lineal a maximizar del problema, que corresponde a la suma del beneficio neto de cada *upgrade* concedido, para cada uno de los dos sistemas. Este beneficio está dado por la resta entre dos parámetros. El primero es el ingreso incremental i_{kij} , que indica el ingreso adicional que significa el movimiento del cliente k al subir de la categoría i a la j : es decir, la resta entre el ingreso que implica que esté en la categoría nueva, menos lo que ya aportaba al estar en su categoría anterior. El segundo es el costo incremental c_{kij} , el cual de la misma manera, es el costo adicional de entregarle beneficios por la nueva categoría a la que accede.

Como la relación ingreso-costos es diferente desde el punto de vista del programa de fidelidad en comparación al que tiene la empresa globalmente, es que se realizará esta misma optimización pero considerando los costos CT_{kij} que tiene toda la compañía al transportar pasajeros. De esta forma se comparará cómo cambia la solución según lo que es óptimo para el programa (según sus costos) versus lo que es óptimo para LATAM, ya que podría pasar que el programa de fidelización debiera tomar decisiones poco óptimas en su contabilidad para velar por el beneficio neto de la empresa. Así se tiene una segunda función de optimización, dada por la ecuación (22):

$$\max \sum_{k=1}^K X_{kij} \cdot (I_{kij} - CT_{kij}) + \sum_{k=1}^K Y_{kji} \cdot (I_{kji} - CT_{kji}) \quad (22)$$

Las restricciones están dadas por las ecuaciones siguientes, donde la (18) y (19) establecen los límites en las combinaciones en los saltos de categoría que los usuarios pueden realizar. Esto explica que los clientes no pueden bajar de categoría y que los clientes con la misma categoría no subirán, o sea, que la variable será cero para todos estos casos. A modo de ejemplo, la variable X_{121} indica que el cliente número 1 pasaría de su categoría 2 de LANPASS a la categoría 1 de su cuenta de TAM FIDELIDADE. Como esto no es posible, luego $X_{121} = 0$. Así, cuando se analice la variable Y_{112} , esta dirá que el cliente 1 está pasando de su categoría 1 de TAM FIDELIDADE a la categoría 2 de LANPASS, siendo una decisión correcta y por lo tanto la variable tomaría el valor de $Y_{112} = 1$.

Luego en la ecuación (20) se define la restricción de presupuesto, ya que la suma de los costos asumidos por los beneficios que podrá usar cada cliente al tener una nueva categoría no pueden superar el presupuesto asignado para el área. Se realizará sensibilidad en cuanto al presupuesto, para estudiar cómo varía la solución para distintos valores de B . Los presupuestos que se asignarán no necesariamente son abordables por la compañía, ya que son para dejar visto los cambios en la asignación óptima dependiendo del dinero que se quiera invertir. Por último en la ecuación (21) se define como es usual, la naturaleza de las variables de decisión, que como se ha mencionado son de carácter binario.

Dada las características de este modelo, se asemeja bastante a la formulación del *Knapsack Problem* o problema de la mochila, en el cual dado un peso máximo (presupuesto) a dividir entre objetos con distintos pesos (costos) y valores (ingresos), donde los objetos seleccionados deben maximizar el valor total sin exceder el peso de la mochila. Si bien la formulación puede resultar sencilla, es un problema complejo a resolver dado que se trata de un problema *NP-completo*, lo que implica que para grandes problemas podría llevar mucho tiempo acercarse a la solución óptima.

De esta manera queda formulado el modelo de optimización lineal entero que busca definir mediante variables de decisión binarias individuales a quiénes entregarle el ascenso de categoría, teniendo en cuenta el beneficio neto que esta decisión implica, y sujeto a las restricciones de presupuesto de los beneficios que la empresa puede entregar.

7.5 Escenarios en los modelos de optimización

El parámetro que cambia en cada solución de la optimización, es el gasto proyectado del cliente según cada resultado de las regresiones anteriores, es decir, el ingreso que percibe la compañía por otorgar el *upgrade*. Así, se pretende comparar cómo cambia la solución de asignación final, según la predicción del gasto de los postulantes obtenido por los modelos econométricos que se seleccionen.

Por otro lado, se analiza cómo cambia la optimización si se incluyen los costos que asume el programa de fidelización por sí solo, versus tener en cuenta todos los costos que enfrenta la empresa como aerolínea en su totalidad. Esto debido a que, *a priori*, las rentabilidades de las categorías podrían cambiar según el punto de vista de la empresa en general, versus la del área en particular a cargo del programa.

Por último, se estudiará cómo cambian las soluciones con un análisis de sensibilidad en la restricción de presupuesto asociada al modelo.

7.6 Evaluación económica de las soluciones

En base a las soluciones obtenidas de las realizaciones del modelo de optimización, se entregará una evaluación económica indicando el beneficio neto resultante de cada operación, contemplando los diferentes escenarios de presupuestos planteados.

8. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE DATOS

8.1 Distribución clientes por programa y por categoría

Se trabajará con la información de la base de datos principal que tiene el área de clientes de LATAM, la cual cuenta con los datos de los clientes en conjunto de LANPASS y TAM FIDELIDADE, con aproximadamente 11 millones y 13 millones de registros cada una respectivamente, sumando un total de 24 millones de registros aproximadamente. La ilustración 2 muestra esta proporción, y las ilustraciones 3 y 4 la distribución por categoría

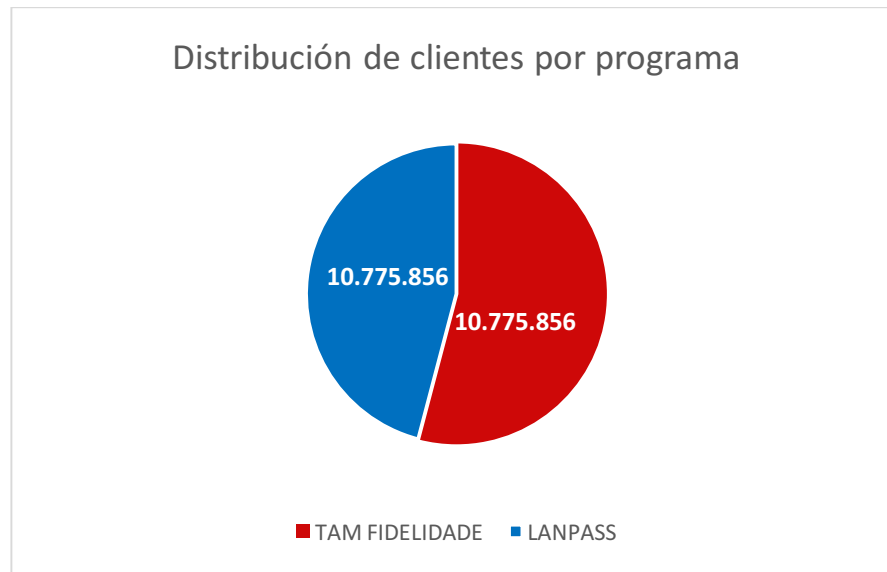


Ilustración 3: Gráfico de la proporción de los clientes de LATAM pertenecientes a cada programa
Fuente: Elaboración propia

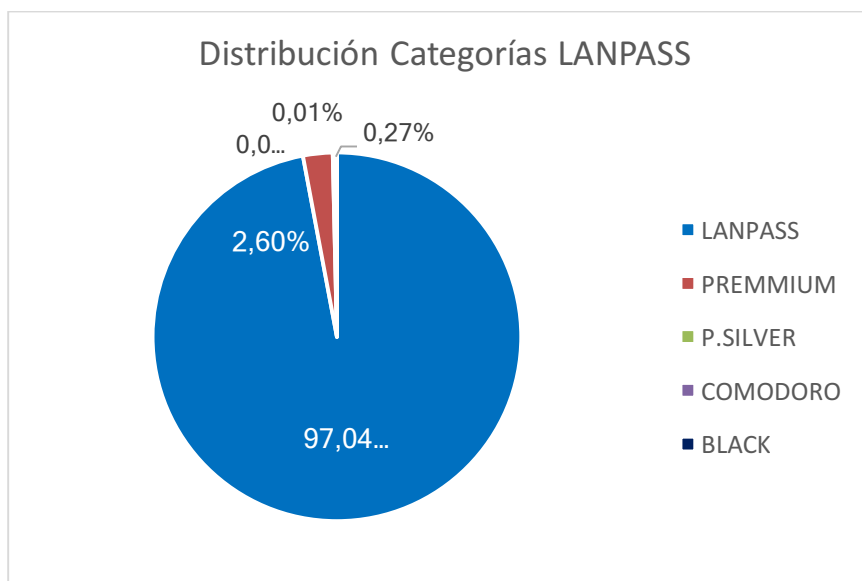
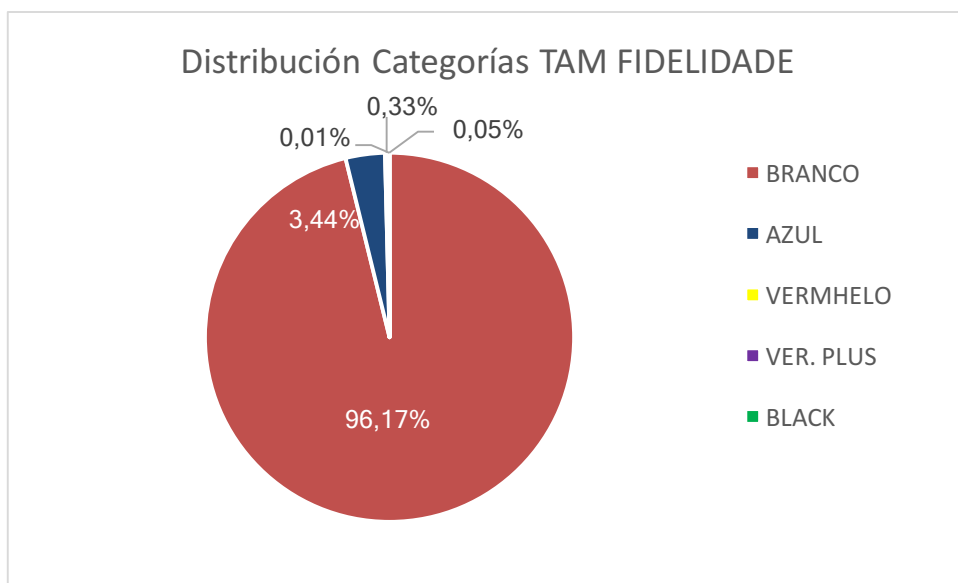


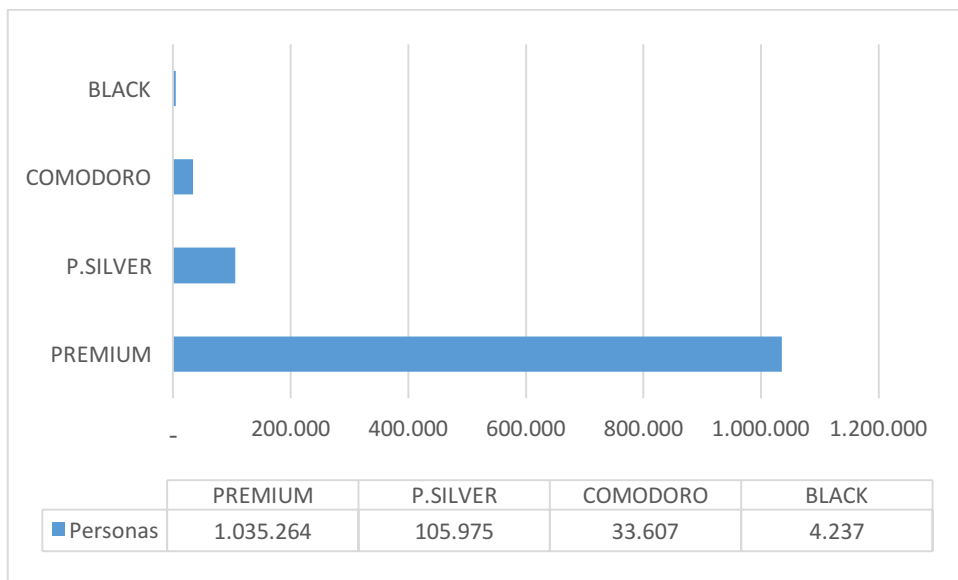
Ilustración 4: Distribución del porcentaje de clientes en cada categoría de LANPASS
Fuente: Elaboración Propia



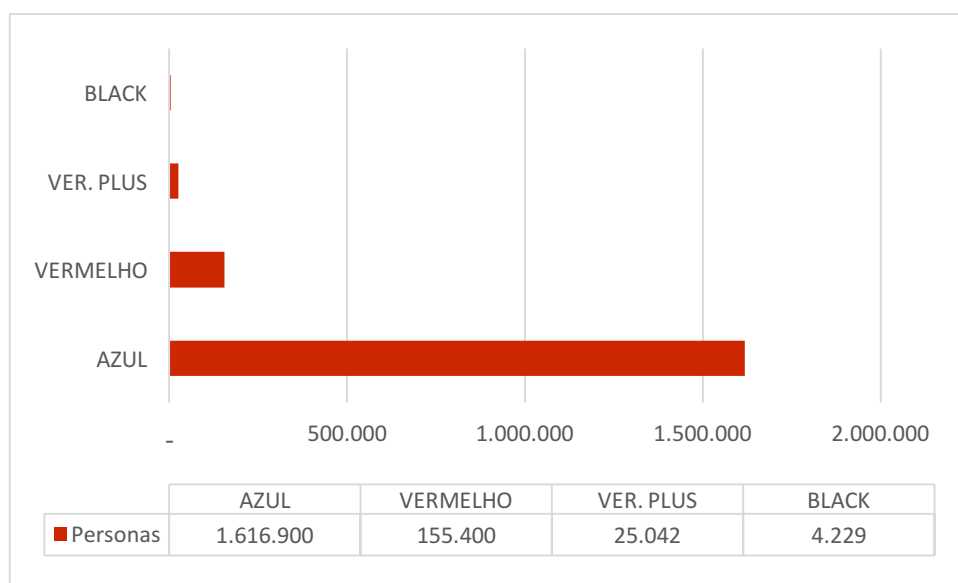
*Ilustración 5: Distribución de clientes en cada categoría de TAM FIDELIDADE
Fuente: Elaboración Propia*

Lo principal a tener en cuenta en cuanto a la distribución de los clientes en cada categoría del programa, es que ésta es muy desproporcionada, en el sentido de que la gran mayoría de los usuarios se encuentran clasificados en la categoría más baja del club de fidelización, en ambas empresas y en las aerolíneas en general. Las ilustraciones 4 y 5 muestran el porcentaje de clientes que pertenecen a la categoría más baja en cada uno de los programas.

Para entender cómo se distribuye el 4% de los socios que pertenecen a las cuatro primeras categorías de los programas de ambas empresas, se muestran las ilustraciones 6 y 7 a continuación (los valores reales de estos datos se encuentran modificados, sin embargo, las proporciones se mantienen):



*Ilustración 6: Distribución de clientes en cada una de las mejores 4 categorías de LANPASS
Fuente: Elaboración Propia*



*Ilustración 7: Distribución de clientes según las mejores 4 categorías de TAM FIDELIDADE
Fuente: Elaboración Propia*

Se destaca la enorme diferencia que existe en la categoría más básica, donde los clientes representan alrededor del 96% de los usuarios, y la más alta, donde los clientes preferentes representan el 0,01% del total de clientes aproximadamente, en ambas empresas.

8.2 Costos de beneficios e ingresos

Los valores que se muestran en esta sección de costos y beneficios se encuentran modificados, manteniendo siempre las proporciones entre ellos.

Como se dijo en el Marco Teórico, los beneficios de ambos programas de fidelización se encuentran homologados, para que haya una sincronización en lo que la empresa LATAM ofrece sin importar de cuál de los dos clubes provenga el cliente. Sin embargo, si bien el usuario percibe lo mismo, internamente los costos de entregar cada ventaja por cada socio difieren según la compañía, y son descritos en las ilustraciones 8 y 9, y las tablas 2 y 3:

Tier Beneficio	BONO TIER	CHECK IN	SALON VIP	SS	EQUIPAJE	CC PREFERENTE	UPG	TOTAL
BLACK	3.215	96	1.133	5.101	275	166	4.625	14.611
COMODORO	1.528	41	511	-	122	166	1.663	4.031
SILVER	830	20	281	-	63	166	302	1.663
PREMIUM	54	7	-	-	-	-	41	102

Tabla 2: Costo por socio de cada beneficio según categoría de LANPASS

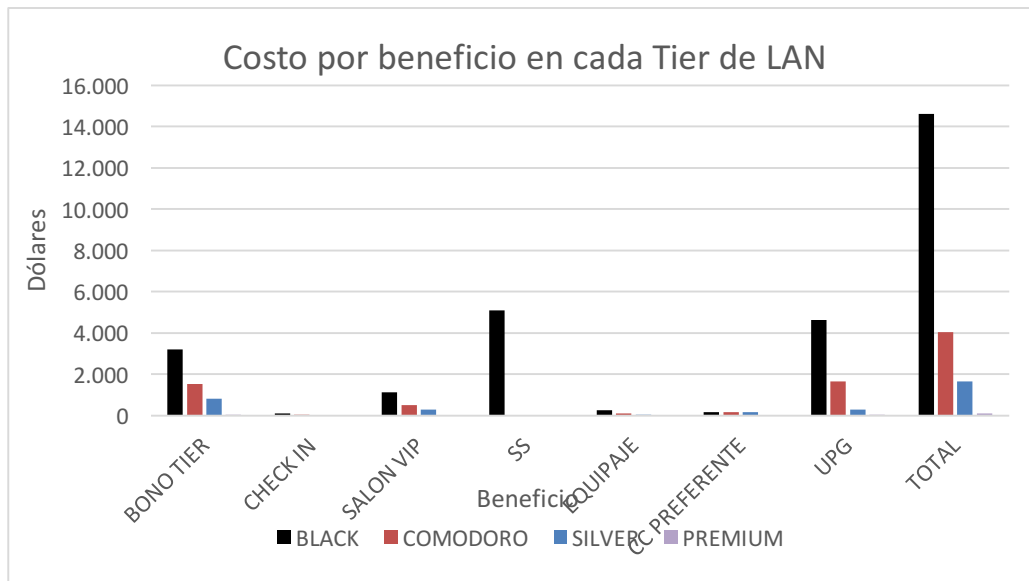


Ilustración 8: Costo por beneficio en cada categoría de LANPASS
Fuente: Elaboración Propia

Tier Beneficio	BONO TIER	CHECK IN	SALON VIP	SS	EQUIPAJE	CC PREFERENTE	UPG	TOTAL
Black	1.603	46	686	2.253	245	214	1.566	6.614
Vermelho Plus	799	19	402	-	128	135	599	2.082
Vermelho	372	14	129	-	84	67	-	667
Azul	35	5	-	-	19	-	-	58

Tabla 3: Costo por socio de cada beneficio según categoría de TAM FIDELIDADE
Fuente: Elaboración Propia

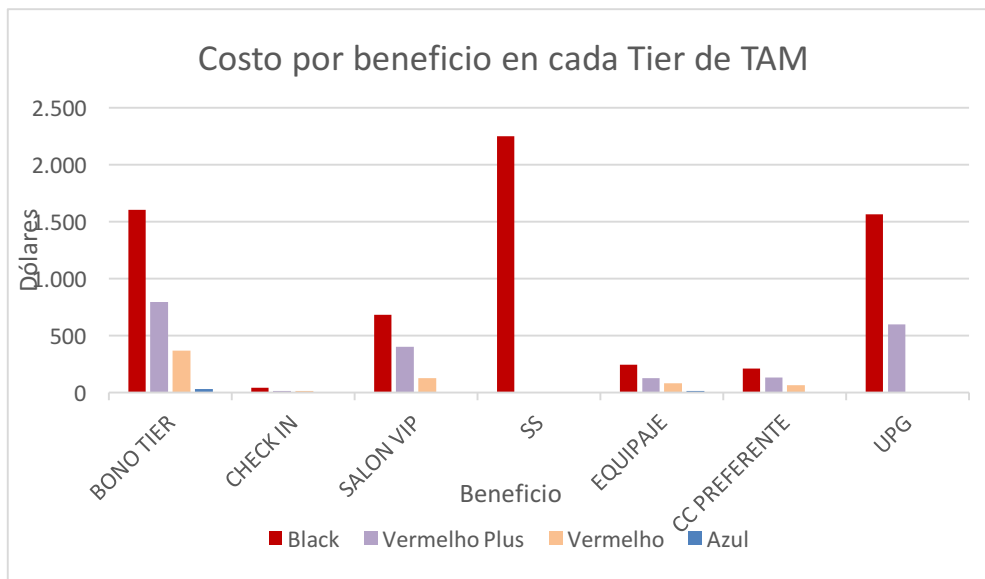


Ilustración 9: Costo por beneficio en cada categoría de TAM FIDELIDADE
Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el beneficio más caro resulta ser los *Special Services* que corresponde al personal en aeropuerto que atiende de manera personalizada a los socios de la categoría más alta, seguido lógicamente por *UPG* que son las postulaciones a subir a cabina superior en los vuelos.

Las tablas 4 y 5 resumen el gasto total que se tiene en cada categoría, según cada uno de los beneficios mencionados y para cada empresa:

Tier Beneficio	BONO TIER	CHECK IN	SALON VIP	SS	EQUIPAJE	CC PREF	UPG	TOTAL
BLACK	2,3 MM	70.262	831.584	3.742.478	201.439	121.965	3,1 MM	10,4 MM
COMODORO	10,7 MM	287.653	3.612.937	-	860.282	975.187	11,4 MM	27,9 MM
SILVER	18,8 MM	461.834	6.382.110	-	1.437.972	2.586.595	6,6 MM	36,3 MM
PREMIUM	12,6 MM	1.595.796	-	-	-	-	9,3 MM	23,6 MM

Tabla 4: Costo total de cada beneficio por categoría de LANPASS
Fuente: Elaboración Propia

Tier Beneficio	BONO TIER	CHECK IN	SALON VIP	SS	EQUIPAJE	CC PREF	UPG	TOTAL
Black	1.527.952	37.788	711.810	2.124.049	233.841	203.936	1.641.530	6,4 MM
Vermelho Plus	4.742.736	109.721	1.859.438	-	759.319	802.948	3.535.508	11,8 MM
Vermelho	13.859.290	397.859	7.122.951	-	3.143.207	2.508.088	-	27,1 MM
Azul	12.400.866	1.534.255	-	-	6.588.937	-	-	20,5 MM

Tabla 5: Costo total de cada beneficio por categoría de TAM FIDELIDADE
Fuente: Elaboración Propia

Por último, para visualizar la gran diferencia que existe entre los costos destinados a cada categoría, se presenta el monto total por persona que significa otorgar los beneficios de cada tier. Hay que tener en cuenta que los beneficios estudiados y descritos son los principales pero no todos, ya que existen otros menos relevantes pero que significan de igual manera un costo extra a tener en cuenta. Así las ilustraciones 10 y 11 resumen esta información:

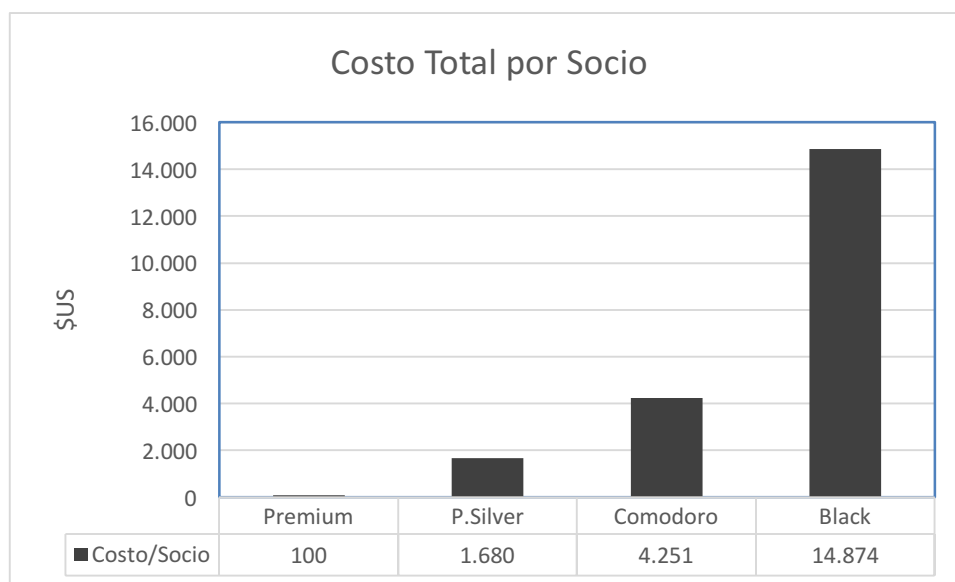
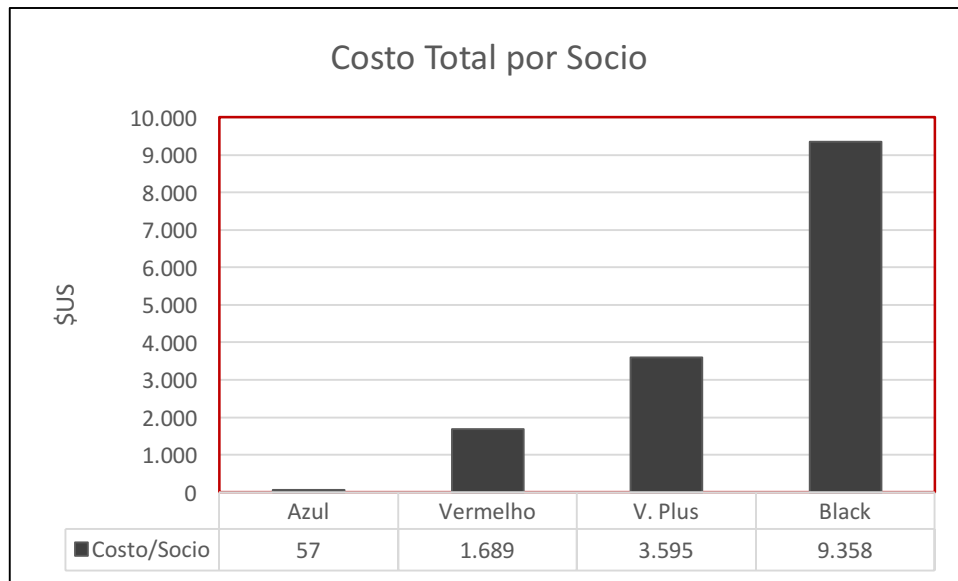


Ilustración 10: Costo total por socio según cada categoría LANPASS
Fuente: Elaboración Propia



*Ilustración 11: Costo total por socio según cada categoría de TAM FIDELIDADE
Fuente: Elaboración Propia*

Finaliza esta sección con la Tabla que presenta un resumen de lo que son los ingresos que se tienen estimados en la compañía junto con los costos presentados en las ilustraciones anteriores.

Categoría	LANPASS		TAM FIDELIDADE	
	Ingresos	Costos	Ingresos	Costos
Premium/Azul	4.602	100	4.770	57
Premium S./Vermelho	20.421	1.684	16.788	1.689
Comodoro/Vermelho P.	41.744	4.255	31.467	3.595
Black	116.469	14.874	67.637	9.358

*Tabla 6: Resumen de ingresos y costos según la empresa
Fuente: Elaboración Propia*

9. DESARROLLO

9.1 Identificación de postulantes

La identificación de los clientes que se encontraban registrados en ambas cuentas no tenía una sencilla forma de realizarse, ya que al ser dos empresas distintas, los campos de registro y el almacenamiento de datos no tenía un atributo único que se repitiera en las dos bases de datos. Dada la extensión del procedimiento para realizar esta identificación, sólo se describirá de manera superficial el trabajo llevado a cabo, sin entrar en detalles que se escapan del objetivo final de esta memoria.

Al no tener registrado el R.U.T en el sistema de inscripción de TAM FIDELIDADE, los clientes chilenos pertenecientes a LANPASS no pueden ser identificados de manera sencilla en las bases de datos de la empresa brasilera, por lo que es necesario analizar la información proveniente del nombre, apellido, género, mail y fecha de nacimiento de cada miembro.

De los atributos mencionados el más importante era la presencia del correo, ya que este es el que aporta la información más distintiva y única de una persona. Los temas a tener en cuenta acerca de esto es que se dejan fuera todos los clientes que no tienen registrado su correo en la empresa y que puede haber más de una persona con el mismo correo registrado, por lo que es importante cruzar también los otros campos para tener certeza de que se están identificando en ambos programas a la misma persona.

9.1.1 Clientes identificados y distribución

La selección se realizó principalmente a través de consultas en SQL, con la que se extrajeron los registros en los que coincidían estos campos, ya que de esta forma se tiene la mayor probabilidad de que los usuarios a los cuales se les está homologando su categoría sean efectivamente la misma persona y no se esté beneficiando a quien no corresponde. A continuación se presentan los resultados de esta selección:

Se realizó el proceso de identificación de los clientes que poseen cuenta en ambos programas, llegando a un total de 150.000 aproximadamente. Estos clientes poseen una categoría determinada tanto en el club de LAN como en el de TAM, pudiendo ser éstas iguales o diferentes. La tabla 7 resume cómo están distribuidos estos usuarios:

LAN TAM	Branco	Azul	Vermelho	Vermelho Plus	Black	Total
Lanpass	134.389	10.159	1.306	246	53	146.153
Premium	3.805	70	19	5	0	3.899
Premium Silver	501	20	8	0	0	529
Comodoro	211	16	4	3	0	234
Black	44	0	2	0	0	46
Total General	13.895	10.265	1.339	254	53	150.861

Tabla 7: Distribución de socios según la categoría que poseen en ambos programas
Fuente: Elaboración Propia

De la tabla se desprende que, como es la dinámica de la distribución de los clientes en las categorías, la mayoría posee la cuenta más básica en los dos programas (134.389). Al contrario, se observa que no existen socios con la categoría más alta en sus dos cuentas,

dado que es muy difícil que existan clientes que cumplan con los requisitos que implican tener la mejor categoría en ambos programas.

Por otro lado se ve que de los 53 clientes que son Black en TAM FIDELIDADE, todos cuentan con la menor categoría en el programa de LAN, no así al contrario, donde de los 46 miembros que son Black en LANPASS, 44 tienen la categoría más básica y 2 de ellos son Vermelho en TAM FIDELIDADE.

De estos 150.886 clientes, los que son relevantes para el propósito de la presente memoria, son aquellos que tienen una categoría diferente en ambos clubes, y que serán candidatos a la medida de homologación que evalúa la empresa. Éstos corresponden a 16.391 miembros, y es importante dividirlos en que hay clientes de LAN con mejor categoría en TAM y hay clientes de TAM con mejor categoría en LAN. La distribución de estos clientes está descrita en las tablas 8 y 9 respectivamente:


LANPASS 	Branco	Azul	Vermelho	Vermelho Plus	Black	Total
Lanpass	0	10.159	1.306	246	53	11.764
Premium	0	0	19	5	0	24
Premium Silver	0	0	0	0	0	0
Comodoro	0	0	0	0	0	0
Black	0	0	0	0	0	0
Total	0	10.159	1.325	251	53	11.788

Tabla 8: Distribución de socios que tienen categoría diferente en ambos programas, con mejor categoría en TAM
Fuente: Elaboración Propia


	Branco	Azul	Vermelho	Vermelho Plus	Black	Total
Lanpass	0	0	0	0	0	0
Premium	3.805	0	0	0	0	3.805
Premium Silver	501	20	0	0	0	521
Comodoro	211	16	4	0	0	231
Black	44	0	2	0	0	46
Total	4.561	36	6	0	0	4.603

Tabla 9: Distribución de socios que tienen categoría diferente en ambos programas, con mejor categoría en LAN
Fuente: Elaboración Propia

De estas tablas es relevante identificar que hay diferentes combinaciones en los distintos saltos de categoría que los clientes realizan, aunque nuevamente hay saltos en los cuales no hay ningún usuario en tal situación.

9.2 Data de entrenamiento

Como se explicó anteriormente, se tomaron clientes de los dos programas para formar el conjunto de datos que servirá para el desarrollo de los modelos de regresión. Los usuarios con sus respectivas variables fueron seleccionados a través de consultas en SQL a distintas bases de datos y luego consolidados en un mismo lugar, para ser trabajadas en conjunto. Esto implicó un proceso de selección, pre-procesamiento y transformación que se describe a continuación.

9.2.1 Selección

Los atributos elegidos para incluir en los modelos se seleccionaron debido a su relevancia a la hora de caracterizar a los usuarios del programa. Éstos son:

1. **País de residencia:** Correspondiente al país en el cual el cliente ha declarado estar viviendo, no necesariamente el mismo en el cual nació. Se considera el país de residencia debido a que las reglas de acumulación y de clasificación de categorías dependen de éste, y no de su nacionalidad.
2. **Género.**
3. **Programa:** En cuál de los dos programas se encuentra inscrito el socio. Hay que recordar que un socio pertenece sólo a un programa en términos de registros. Aquellos que pertenecen a ambos no se encuentran en este grupo de clientes.
4. **Fecha de nacimiento.**
5. **Categoría:** Categoría actual a la cual pertenece el cliente en su programa.
6. **Saldo:** Saldo actual de kilómetros o puntos en la cuenta del usuario.
7. **Kilómetros Holding:** cantidad de kilómetros que el cliente acumula en este contador.
8. **Kilómetros Holding y OneWorld:** cantidad de kilómetros que el cliente acumula en este contador.
9. **Segmentos:** Cantidad de segmentos que el cliente acumula en este contador.
10. **Segmentos Especiales:** Cantidad de segmentos que el cliente acumula en este contador.
11. **Fecha de Registro:** Fecha en la cual el cliente se inscribió en el programa.
12. **Categoría Inicios 2015:** Categoría que el cliente tenía a fecha del 31 de diciembre de 2014. Se usará para caracterizar la variable de salto de categoría.
13. **Categoría Fines 2015:** Categoría que el usuario tenía a fecha del 31 de diciembre de 2015. Se usará para caracterizar la variable de salto de categoría.
14. **Gasto 2015:** Cantidad de dinero en dólares gastados en la empresa durante el año 2015.

Este es el conjunto de variables que serán candidatas a incluir en los modelos, lo que no significa que serán finalmente las que los conformarán.

9.2.2 Pre-procesamiento

El pre-procesamiento fue anticipado principalmente en el paso inicial de las consultas en SQL, donde se evitó que hubiera datos faltantes en los campos elegidos, y datos posiblemente mal ingresados, como personas con una edad demasiado alta, usuarios inactivos, fechas de nacimiento ingresadas por default que se sabían erróneas, entre otras cosas. Esto generó que la cantidad de clientes extraídos se redujera considerablemente, ya que aquellos que presentan todos los datos requeridos lógicamente es una menor parte.

La tabla 10 resume la cantidad de registros obtenidos que componen la data de entrenamiento, separados por el programa al que pertenecen y con el porcentaje que representan del total de datos disponibles por programa:

Datos Utilizados		
Programa	Cantidad	% Programa
LANPASS	1.489.582	14%
TAM FID	385.254	3%
Total	1.874.836	8%

Tabla 10: Cantidad de registros por programa en la data de entrenamiento
Fuente: Elaboración Propia

Se cuenta con un 14% del programa nacional, un 3% del club de TAM y un 8% del total de clientes actual de LATAM. Es claro ver que la cantidad de usuarios de TAM FIDELIDADE que cumplían con todas las variables definidas es bastante menor que la de LANPASS, dado que la calidad de la data que se tiene a disposición del programa de pasajero frecuente de la línea aérea brasilera es mucho peor. Esto significará un gran problema para el desarrollo del modelo que involucra solo a estos clientes, y se verá más adelante.

9.2.3 Transformación

Las tablas siguientes resumen los cambios que se tuvo que hacer a las variables extraídas para que fueran compatibles con el modelo.

Variable Final	Variable Inicial	Descripción
Edad	Fecha de Nacimiento	Se generó una variable numérica con la edad del cliente
Antigüedad	Fecha Registro	Se creó una variable numérica con los años de antigüedad en el programa
Logaritmo Gasto 2015	Gasto 2015	Se tomó logaritmo natural de las cantidades correspondientes al gasto anual de los usuarios
Categoría Inicial	Categoría Inicios 2015	Se numeró de 1 al 5 cada categoría, donde 1 es la menor y 5 la mayor
Categoría Final	Categoría Fines 2015	Se numeró de 1 al 5 cada categoría, donde 1 es la menor y 5 la mayor
Categoría	Categoría	Se numeró de 1 al 5 cada categoría, donde 1 es la menor y 5 la mayor

Tabla 11: Transformación de Variables
Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se crearon variables binarias para identificar el programa y género:

Variable Final	Variable Inicial	Descripción
Genero binaria	Género	Toma el valor 1 si es Hombre, 0 si es Mujer
Programa binaria	Programa	Toma el valor 1 si pertenece a LANPASS, 0 si pertenece a TAM FID.

Tabla 12: Creación de Variables Binarias
Fuente: Elaboración Propia

Para el país de residencia, se crearon 8 variables binarias considerando que ésta es la clasificación que hace la compañía para definir las reglas de acumulación y clasificación según el país donde reside el usuario:

Variable Final	Variable inicial	Descripción
Chile	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a Chile, 0 si no
Brasil	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a Brasil, 0 si no
Argentina-Uruguay	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a Argentina o Uruguay, 0 si no
Perú	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a Perú, 0 si no
Colombia	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a Colombia, 0 si no
Ecuador	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a Ecuador, 0 si no
U.S.A	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a U.S.A, 0 si no
Otro	País de Residencia	Toma el valor 1 si pertenece a Otro país, 0 si no

*Tabla 13: Variables Binarias de País de Residencia
Fuente: Elaboración Propia*

Luego se hizo una variable binaria para caracterizar la categoría actual de cada cliente:

Variable Final	Variable inicial	Descripción
Categoría 1	Categoría	Toma el valor 1 si el cliente pertenece a la categoría 1 (LANPASS/Branco), 0 si no
Categoría 2	Categoría	Toma el valor 1 si el cliente pertenece a la categoría 2 (Premium/Azul), 0 si no
Categoría 3	Categoría	Toma el valor 1 si el cliente pertenece a la categoría 3 (PremiumSilver/Vermelho), 0 si no
Categoría 4	Categoría	Toma el valor 1 si el cliente pertenece a la categoría 4 (Comodoro/Vermelho Plus), 0 si no
Categoría 5	Categoría	Toma el valor 1 si el cliente pertenece a la categoría 5 (Black/Black), 0 si no

*Tabla 14: Variables Binarias de la Categoría Actual
Fuente: Elaboración Propia*

Por último se crearon las variables binarias que definirán los saltos de categoría que dieron los clientes pertenecientes a este grupo de estudio el año 2015:

Variable Final	Variable inicial	Descripción
Salto de X a Y	Categoría Inicial y Categoría Final	Toma el valor 1 si el usuario comenzó el 2015 con la categoría X y terminó el año con la categoría Y, 0 si no

*Tabla 15: Variables Binarias de Salto de Categoría
Fuente: Elaboración Propia*

Las variables de salto de categoría corresponden a las 25 combinaciones de movimientos de categoría que se podrían tener eventualmente en el programa. Se espera lógicamente que se tengan menos observaciones de usuarios que hayan tenido “saltos grandes” y más en aquellos con “saltos menores”.

De esta forma, se tienen un total de 48 variables que pertenecerán al modelo sin interacciones. Recordar que estas variables son las que se tienen a disposición *a priori* para realizar el modelo, pero que no necesariamente se incluirán todas finalmente.

9.2.4 Descripción de variables

A continuación se presenta una descripción de las variables que se consideran que son necesarias analizar en mayor profundidad, y son útiles para comprender mejor el desarrollo del proyecto. Las observaciones usadas para la información mostrada a continuación

Variables numéricas

En la Tabla 16, se describen las variables del gasto, edad y antigüedad en el programa, presentado el promedio, la desviación estándar, el valor máximo y el mínimo presente en la selección de datos:

Variable	Promedio	Dev. Est.	Max	Min
Gasto 2015 [\$US]	2.070	7.161,3	830,240	0
Edad [Años]	43,7	15,2	103	4
Antigüedad [Años]	8,7	5,5	23	0

Tabla 16: Descripción Variables Numéricas
Fuente: Elaboración Propia

Se percibe una media de 2,070 dólares anuales y una desviación estándar de 7,161. Esto se explica debido a que la gran mayoría de usuarios tiene un perfil asociado a categorías bajas y vuelos esporádicos, mientras que el gasto de los voladores frecuentes puede llegar a dispararse, produciendo una gran varianza en la data.

Gasto y edad

El gasto realizado durante el año 2015 será la variable dependiente de los modelos econométricos a desarrollar, y corresponde a la cantidad de dinero (en dólares) que los usuarios que conforman la data de entrenamiento gastaron en la empresa durante el año mencionado.

Es útil observar cómo se distribuye el gasto de los clientes según su edad, como muestra la ilustración 12:

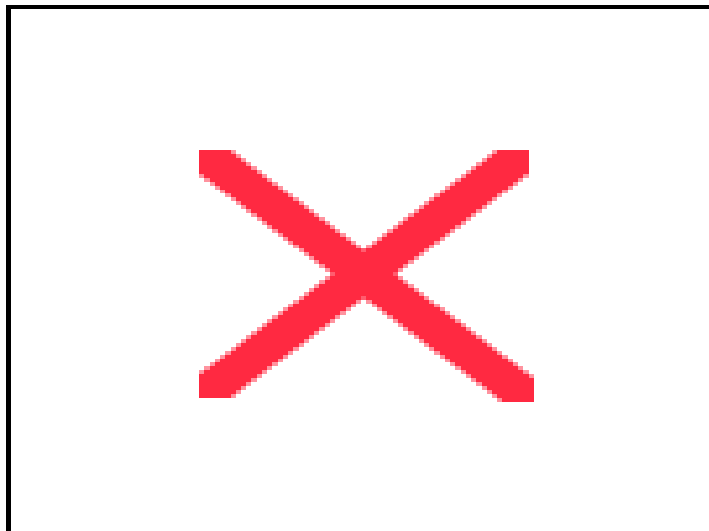
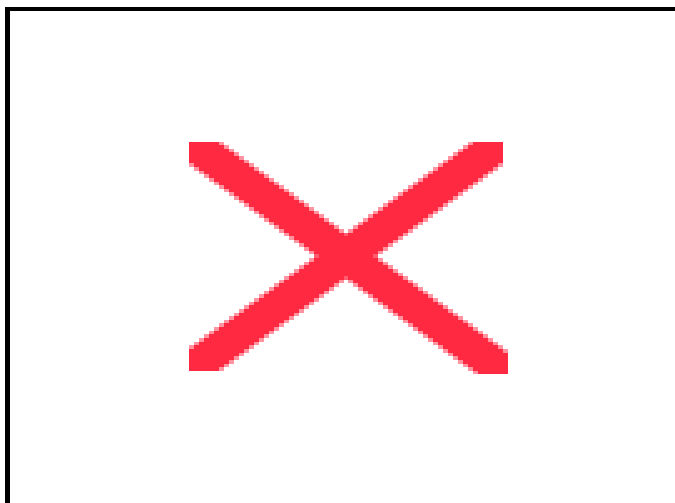


Ilustración 12: Dólares Gastados el 2015 según la Edad
Fuente: Elaboración Propia

Se observa que a medida que las observaciones se acercan a los clientes en el tramo entre 40 y 60 años, la cantidad de dinero gastado en la empresa aumenta, disminuyendo paulatinamente conforme aumenta la edad. También se puede ver que el grueso de los registros se posiciona en cantidades anuales de dinero bajas, como el promedio de 2.070 dólares lo indica.

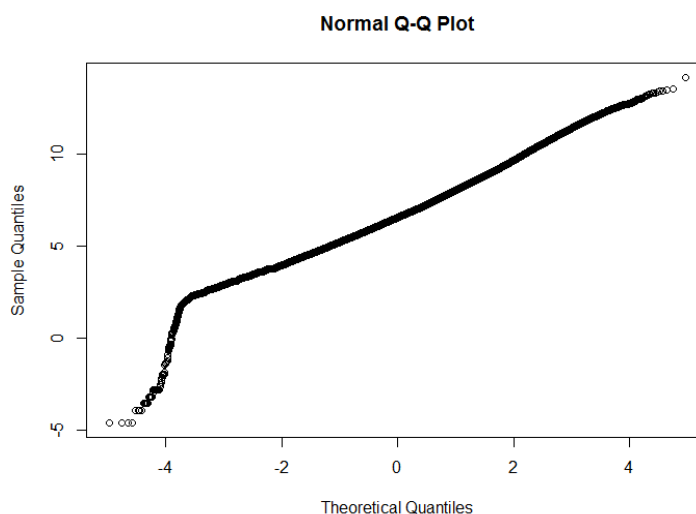
Dado que la Edad no presenta una relación lineal con la variable dependiente, es que se modelará agregando la variable de Edad² a la regresión con el fin de capturar este efecto. Si no se hiciera, el gasto cambiaría positiva o negativamente conforme aumenta la edad, y en la ilustración 11 se observa que no es de ninguna de las dos formas.

Volviendo al análisis de la variable dependiente, lo que se prefiere para los modelos de regresión lineal es que las observaciones tengan una distribución normal, por lo que se realizó un gráfico cuantil-cuantil (Q-Q Plot). Este tiene la utilidad de observar cuan cerca está la distribución de cierta data en comparación a una distribución ideal, en este caso la normal. En la ilustración 13 se observa el resultado:



*Ilustración 13: Normal Q-Q Plot del Gasto 2015
Fuente: Elaboración Propia*

Lo que se esperaría es una línea diagonal que indique que la data estudiada tenga la misma distribución que la ideal comparada. Como este no es el caso, lo que se hace usualmente es tomar logaritmo natural de la variable en cuestión [7]. Así, la ilustración 14 muestra el mismo gráfico pero esta vez con la variable dependiente transformada:



*Ilustración 14: Normal Q-Q Plot del Logaritmo del Gasto 2015
Fuente: Elaboración Propia*

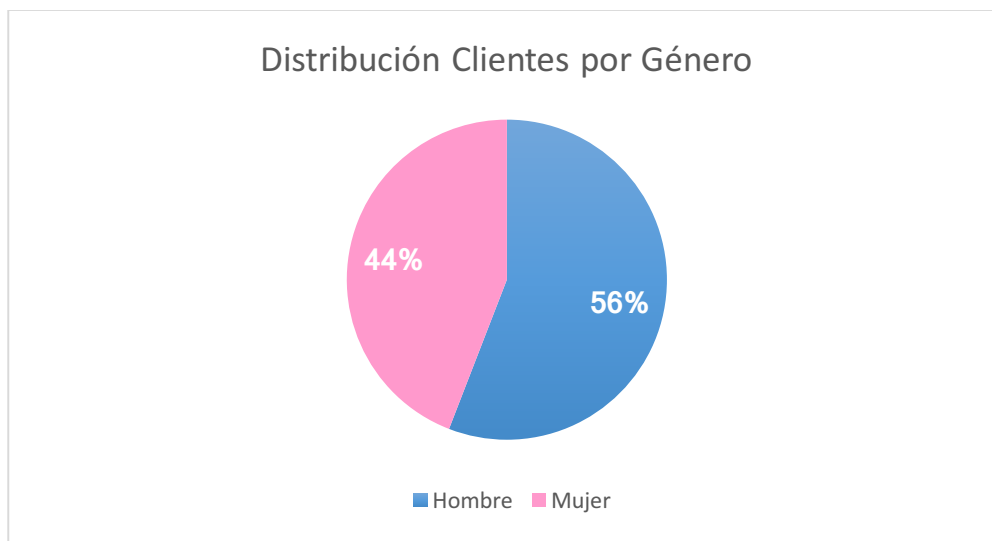
Para la correcta transformación, hubo que tratar los registros que presentaban un gasto de cero dólares para no indefinir la función, reemplazándolos por un gasto de un dólar. Es importante mencionar que al tomar logaritmo natural a la variable independiente, la interpretación de los coeficientes del modelo cambia radicalmente. Para dar un ejemplo, se define un modelo de regresión simple:

$$Y = 0,05 \cdot X_1 \quad (23)$$

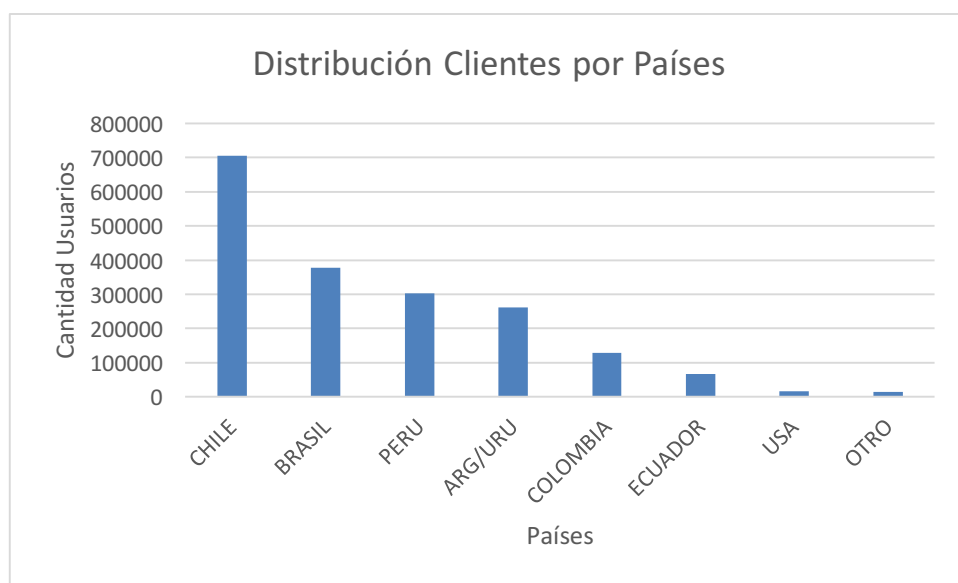
En su estado normal, la variación de una unidad en la variable X_1 , implica una variación de 0,05 unidades en la variable dependiente. Luego de la transformación, la diferencia es que la variación de una unidad en la variables independiente, cambiará en un 5% la variable explicada [7]. Según lo anterior se realizarán las interpretaciones de los coeficientes en el análisis de los resultados del modelo.

Variables nominales

Las variables nominales son solamente el género y el país de residencia, distribuidos como se presenta a continuación en las ilustraciones 15 y 16 respectivamente:



*Ilustración 15: Distribución Clientes por Género
Fuente: Elaboración Propia*



*Ilustración 16: Distribución de Clientes por País
Fuente: Elaboración Propia*

Se observa que la mayoría de los clientes son chilenos, ya que es la nacionalidad que predomina en el programa de LANPASS y los cuales forman la mayoría del set de entrenamiento. Por otro lado, Brasil es el segundo país con más presencia, debido a que cerca del 90% de los registros de TAM son personas con residencia en Brasil. Esta distribución es la que se encuentra disponible a la fecha y podría variar conforme se vaya actualizando la información proveniente de los socios de TAM, aumentando la proporción de los residentes en Brasil.

Saltos de categoría

La variable más relevante en el estudio de este proyecto es el cambio de categoría que tuvieron los clientes del conjunto de entrenamiento entre el comienzo y fin del año 2015, con el objetivo de obtener un coeficiente que explique en qué medida cambia el gasto según cada salto de categoría. Son en total 25 coeficientes que se considera incluir a priori, correspondientes a las combinaciones de cambios de categoría que se pueden eventualmente realizar.

Existe un supuesto fuerte al plantear que el coeficiente de cada salto puede ser aplicado en la construcción del gasto de los clientes que postulan al *upgrade*, ya que se estaría asumiendo que el cliente se comportará en el programa con la menor categoría, de la forma que se comporta en el programa con la mayor, como si hubiera subido normalmente a esa categoría.

Para que se tenga noción de la distribución de los usuarios en cada salto de categoría, se presenta la Tabla 17 a continuación:

Salto	Observaciones
De 1 a 1	1.270.544
De 1 a 2	169.719
De 1 a 3	3.692
De 1 a 4	453
De 1 a 5	14
De 2 a 1	147.964
De 2 a 2	188.264
De 2 a 3	24.255
De 2 a 4	789
De 2 a 5	41
De 3 a 1	655
De 3 a 2	26.888
De 3 a 3	24.945
De 3 a 4	5.952
De 3 a 5	151
De 4 a 1	47
De 4 a 2	182
De 4 a 3	2.832
De 4 a 4	5.382
De 4 a 5	769
De 5 a 1	3
De 5 a 2	0
De 5 a 3	14
De 5 a 4	503
De 5 a 5	778

*Tabla 17: Distribución de las Observaciones en Cada Salto
Fuente: Elaboración Propia*

Se observa lo que se esperaba en un comienzo: que en los saltos de más de una categoría existen menos observaciones, de la misma manera que en las categorías más altas. Al contrario, en los saltos de una categoría hay más registros, al igual que en las categorías más bajas.

Hay que tener en cuenta que la baja cantidad de observaciones de alguno de los saltos podría eventualmente afectar en la significancia de sus respectivos coeficientes, situación que se evaluará a la hora de obtener los resultados de las regresiones lineales.

Por último es importante aclarar que solamente se necesitan los coeficientes de los saltos hacia arriba (usuarios que subieron de categoría), ya que en el conjunto Postulantes solo se tiene usuarios a los que se le puede aumentar la categoría. Sin embargo, en el modelo de regresión se optó por involucrar todas las combinaciones de movimientos para tener una mayor cantidad de datos a disposición y tener capturado el efecto de clientes

que bajaron de categoría ese año, para tener formulado un modelo más completo y que refleje de mejor manera los saltos de interés.

9.3 Desarrollo de modelos econométricos

Los modelos de regresión descritos a continuación, fueron desarrollados a través del método de mínimos cuadrados ordinarios, con un nivel de confianza establecido en un 95%. Se presentarán los resultados de la estimación de los coeficientes asociados a las variables, su desviación estándar, el valor del estadístico *t-student*, y el *p-valor* asociado a la significancia de la variable. Recordar que siempre se quiere que esta probabilidad sea la más pequeña posible, para poder rechazar con certeza la hipótesis de que la variable no tiene un efecto relevante en el modelo.

Debido a que los clientes de distintos programas podrían eventualmente presentar comportamientos y preferencias distintas, se plantea desarrollar un modelo de regresión para los usuarios pertenecientes a LANPASS, otro para los clientes de TAM FIDELIDADE, y por último un único modelo robusto que contenga los miembros de ambos programas que se llamará en adelante “modelo LATAM”.

9.3.1 Modelos de regresión lineal sin interacciones

Modelo LANPASS

Como se indicaba en la introducción de esta sección, para el desarrollo de este modelo se escogieron solo clientes pertenecientes a LANPASS, siendo éstos un total de 1.489.582 miembros.

Para la decisión de qué atributos incluir en los modelos, se utilizó la metodología de *forward selection*, la cual plantea comenzar el modelo sin variables e ir testeando el impacto de la inclusión de cada uno de los regresores sobre algún criterio de evaluación de calidad del modelo, hasta que las variables agregadas ya no tengan impacto en él.

De esta manera, se incluyeron en el modelo las variables de Género, Edad, Antigüedad, las variables binarias de País de Residencia y los Saltos de Categoría. Como se anticipaba en la descripción de variables, se agregó también el atributo auxiliar Edad², para capturar el efecto de no-linealidad de la Edad en el gasto.

Si bien las variables de los contadores (Kilómetros Holding, Kilómetros Holding y OW, Segmentos y Segmentos Especiales) mejoraban el R^2 del modelo, se dejaron fuera intencionalmente ya que están demasiado relacionadas con la variable dependiente, y haciendo inconsistente el análisis de otras variables importantes para este proyecto como los saltos de categoría. Lo mismo sucedió con la variable de Categoría actual.

Con los atributos seleccionados, se presentan los resultados de la realización del modelo de LANPASS se muestran a continuación en la tabla 18. Para efectos de resumir los resultados y facilitar la lectura, solo se omitirán los coeficientes no significativos y por otro lado se mostrarán los resultados de las variables de saltos asociados a bajas de categoría. Para analizar la significancia de todas las variables incluidas en modelo, se pueden encontrar los resultados en el Anexo B, donde se destacan aquellas que no resultaron significativas.

Modelo LANPASS sin Interacción				
Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,98	1,10E-02	521,47	<2E-16
Salto de Categoría 3 a 5	3,84	1,30E-01	28,62	<2E-16
Salto de Categoría 4 a 5	3,75	5,90E-02	63,72	<2E-16
Salto de Categoría 1 a 5	3,65	3,00E-01	12,24	<2E-16
Salto de Categoría 2 a 5	3,47	1,80E-01	19,67	<2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	2,82	2,70E-02	105,09	<2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	2,80	4,40E-02	63,34	<2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	2,24	1,50E-02	153,72	<2E-16
Salto de Categoría 1 a 4	2,14	5,20E-02	41,45	<2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2,06	1,90E-02	110,38	<2E-16
Salto de Categoría 1 a 2	0,96	4,60E-03	208,75	<2E-16
CHILE	0,60	1,00E-02	58,18	<2E-16
U.S.A	0,22	1,40E-02	16,11	<2E-16
GENERO	0,14	1,80E-03	77,65	<2E-16
ANTIGUEDAD	0,04	2,00E-04	200,59	<2E-16
EDAD	0,01	2,30E-04	23,04	<2E-16
EDAD ²	-7,80E-05	2,20E-06	-34,7	<2E-16
ARGENTINA/URUGUAY	-0,05	1,00E-02	-4,98	3,1E-06
ECUADOR	-0,62	1,10E-02	-56,13	<2E-16
PERÚ	-0,62	1,00E-02	-60,06	<2E-16
COLOMBIA	-1,21	1,10E-02	-113,64	<2E-16

Tabla 18: Coeficientes Significativos modelo LANPASS sin Interacción
Fuente: Elaboración Propia

En primer lugar es importante mencionar que los “niveles base” que se definieron para los atributos asociados a variables binarias (y por lo tanto que no se incluyeron en la regresión) fueron: el atributo Otros para el País de residencia y el salto de categoría de la “1 a la 1” para los movimientos. El intercepto es el que capturaré estos valores cuando las demás variables independientes tomen el valor cero (asumiendo que tener cero años es posible por supuesto). Así, tomando como ejemplo el intercepto mostrado en la Tabla 17, el cliente que tenga todas las características de los niveles base tendrá un gasto esperado de 394 dólares (Aplicando la operación inversa del logaritmo natural para convertir el número del coeficiente a la unidad original de la variable dependiente). Esto será de la misma manera para todos los modelos, cuando aplique.

En cuanto a la significancia de los atributos, la única variable que resultó ser no significativa en este modelo fue la asociada al País de Residencia Brasil, lo que también puede ser lógico debido a la poca presencia de brasileños en LANPASS.

Para recordar la interpretación de los coeficientes, que el estimador de la Antigüedad sea de 0,039 quiere decir que por cada año adicional del cliente en el programa, su gasto aumenta en un 3,9%. Así mismo sucede con el género donde ser hombre aporta en un 14% adicional al gasto.

Siguiendo con el análisis de la Edad, se observa que el término simple es positivo y que el término cuadrático es negativo y mucho menor. Esto significa que conforme pasan

los años el gasto va aumentando positivamente, hasta que a cierto punto el término cuadrático vuelve negativo la suma de ambos y se va haciendo cada vez más negativo. Este cambio de signo ocurre a la edad de 69 años, con un *peak* en el valor cerca de los 40.

Al fijarse en al país de residencia, se observa que el mayor coeficiente corresponde a pertenecer a Chile, algo esperable debido a la predominancia de los chilenos en el programa.

Por último, viendo el valor de los coeficientes de los saltos de categoría, se destaca que son los valores más altos del modelo. Se aprecia que entre mayor es el salto, mayor es el aporte al gasto, que es lo que se esperaba de estos resultados. Se muestran en verde los tres mayores valores, correspondientes al paso de la categoría “3 a la 5” (aumento de un 384%), seguido por el salto de la “4 a la 5” (aumento de un 375%) y luego por el movimiento de la “1 a la 5” (aumento de un 365%). Es importante destacar que, al tener un *p-valor* cercano a cero, las variables son significativas con toda seguridad, a pesar de la preocupación que se tenía acerca de las pocas observaciones disponibles de estas variables. Esto mismo puede verse reflejado en que los saltos mayores presentan una desviación estándar más alta, aunque no muy relevante.

Se presenta al final de cada modelo una tabla que resumen la cantidad de variables usadas, el número de las que resultaron significativas, y el resultado de los principales indicadores usados para evaluar modelos de regresión. La tabla 19 muestra la información correspondiente al modelo recién presentado:

Modelo LANPASS sin interacción			
N° Variables	N° Significativas	R^2	R^2 ajustado
34	33	0,42	0,41

Tabla 19: Variables e indicadores del modelo LANPASS sin interacción

Con respecto a los indicadores de calidad, se obtiene un $R^2 = 0,42$ y un $R^2 = 0,41$ lo que indica que el modelo tiene una baja precisión o que existe una varianza considerable que no logra ser explicada con las variables disponibles. En cuanto a esta evaluación, se es consciente de que se está privilegiando la utilidad de ciertas variables para la lógica del negocio en vez de obtener el modelo con el mejor rendimiento.

Modelo TAM FIDELIDADE

Para el desarrollo de este modelo, se enfrentaron bastantes dificultades a la hora de extraer las variables propuestas. Producto de la reciente fusión, la información disponible de los miembros del programa de pasajero frecuente de TAM aún no se encuentra del todo estandarizada, ya que los datos de interés estaban siendo integrados a los sistemas en paralelo al desarrollo de este proyecto, dificultando su correcta obtención.

Esto afectó en que las observaciones disponibles para el desarrollo de este modelo sean de un total de 385.254 clientes que cumplieron con tener todos los requisitos exigidos. Es natural intuir que dado esto, las observaciones disponibles para los saltos más grandes serán aún menores, dificultando más la confianza en los resultados extraídos de este modelo.

La elección de las variables a incluir en la regresión se llevó a cabo de manera análoga a la descrita para el modelo de LANPASS, por lo que las variables independientes

que componen este modelo serán las mismas. La única excepción se da en que se reemplazan las variables binarias asociadas al País de Residencia, por una única variables *dummie* que indica con un 1 si el cliente reside en Brasil y con un 0 si el clientes reside en otro país. Esto se decidió debido a que cerca del 95% de las observaciones que componen el conjunto de socios de TAM FIDELIDADE tienen declarada su residencia en Brasil, por lo que los demás países presentaban información insuficiente individualmente como para dedicar una variable en particular a cada uno.

Al igual que en el caso anterior se presentan en la tabla 20 los resultados de las variables que resultaron ser significativas y de los saltos que resultan de interés. Revisar el Anexo B para ver en detalle el resultado total de los coeficientes obtenidos del modelo:

Modelo TAM FIDELIDADE sin Interacción				
Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,377	4,60E-02	112,475	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 5	5,282	1,10E+00	4,849	1,20E-06
Salto de Categoría 2 a 5	4,004	5,50E-01	7,334	2,2E-13
Salto de Categoría 3 a 5	3,965	1,20E-01	31,788	< 2E-16
Salto de Categoría 4 a 5	3,812	6,80E-02	55,819	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	3,249	8,90E-02	36,5	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	3,181	4,70E-02	67,624	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 4	3,173	2,50E-01	12,829	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2,746	7,20E-02	38,196	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	2,306	4,50E-02	51,536	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 2	1,205	4,40E-02	27,276	< 2E-16
GENERO	0,166	3,70E-03	45,219	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,018	4,00E-04	46,734	< 2E-16
EDAD	0,001	1,30E-04	5,755	8,70E-09
BRASIL	-0,038	1,20E-02	-3,137	0,0017

Tabla 20: Coeficientes Significativos modelo TAM FIDELIDADE sin Interacción
Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la significancia de variables, se observa que todas las variables mostradas en la tabla son significativas con seguridad. El término Edad² resultó no significativa, lo que implica que por cada año adicional que tiene el socio, su gasto aumente en un 1% linealmente, lo que no es un resultado realista según se vio anteriormente en la descripción de la variable. Por otro lado, aunque no tenga directa relación con los coeficientes de saltos de interés, en el Anexo B se puede ver que otros saltos también fueron no significativos.

Con respecto al país de residencia, se puede ver que pertenecer a Brasil en este modelo sí es significativo (recordar que se creó una única *dummie* para este país en particular). A pesar de esto el coeficiente indica tener un valor negativo, contrario a lo que *a priori* se podría haber esperado, pero no necesariamente es un resultado errado.

Analizando ahora las variables de salto, siguen lo esperado en cuanto al orden de magnitud que debiera seguir cada uno. Al mirar los coeficientes mayores destacados en verde, si bien coinciden ser los mismos que en el modelo de LANPASS, llama la atención

la gran diferencia que existe entre ellos. Esto se explica debido a que, como se puede ver en el Anexo C, para el salto de la categoría “1 a la 5” se tiene solo una observación, y para el salto de la categoría “2 a la 5” se tienen 4 registros. A pesar de que las variables indican ser significativas, es inevitable poner en duda la validez del valor obtenido debido a la poca varianza que poseen las variables en cuanto a las observaciones.

La tabla 21 a continuación, muestra la cantidad de variables que resultaron significativas y los indicadores obtenidos:

Modelo TAM FIDELIDADE sin interacción			
N° Variables	N° Significativas	R ²	R ² ajustado
28	21	0,22	0,22

Tabla 21: Variables e indicadores del modelo TAM FIDELIDADE sin interacción

Los indicadores de rendimiento del modelo ratifican que los resultados entregados por la regresión no son confiables, obteniendo un $R^2 = 0,22$ y un R^2 ajustado del mismo valor.

El análisis de los resultados anteriores deja en evidencia las consecuencias que tuvo la calidad de la información disponible de los clientes del programa de TAM, aspecto de gran importancia poder crear un modelo econométrico con una cantidad de datos que entreguen una varianza suficiente para su correcto desarrollo.

Modelo LATAM

En este modelo se incluyeron todos los datos a disposición, tanto los miembros de LANPASS como los de TAM FIDELIDADE, sumando un total de 1.874.836 registros.

Para que los modelos sean comparables se incluyeron las mismas variables que en el caso del modelo LANPASS, salvo que para este modelo se incluyó la variable binaria Programa para capturar el efecto que tiene pertenecer a cada uno de los programas de pasajero frecuente, donde 1 significa pertenecer a LANPASS y 0 en caso contrario.

Así, la tabla 22 muestra los resultados obtenidos de este modelo. Siguiendo con el mismo formato, se presentan los coeficientes significativos y los saltos de interés:

Modelo LATAM sin Interacción				
Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,47	1,20E-02	441,81	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 5	3,757	2,90E-01	13,01	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 5	3,696	8,80E-02	42,02	< 2E-16
Salto de Categoría 4 a 5	3,569	3,90E-02	91,41	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 5	3,507	1,70E-01	20,78	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	2,836	3,90E-02	73,67	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	2,788	1,40E-02	195,3	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 4	2,175	5,10E-02	42,84	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2,101	1,80E-02	117,94	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	1,99	7,50E-03	266,47	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 2	0,889	3,50E-03	252,76	< 2E-16
PROGAMA	0,683	1,30E-02	54,6	< 2E-16

CHILE	0,583	1,00E-02	58,24	< 2E-16
U.S.A	0,204	1,20E-02	16,31	< 2E-16
GENERO	0,143	1,60E-03	88,71	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,036	1,80E-04	202,15	< 2E-16
EDAD	0,002	5,70E-05	-29,92	< 2E-16
EDAD ²	-6,30E-07	7,00E-08	-9,06	< 2E-16
BRASIL	-0,019	1,20E-02	-1,59	0,11
ARGENTINA/URUGUAY	-0,069	1,00E-02	-6,78	1,3E-11
ECUADOR	-0,625	1,10E-02	-57,95	< 2E-16
PERÚ	-0,631	1,00E-02	-62,34	< 2E-16
COLOMBIA	-1,226	1,00E-02	-117,83	< 2E-16

Tabla 22: Coeficientes Significativos modelo LATAM sin Interacción
Fuente: Elaboración Propia

En este modelo único resultaron ser significativas todas las variables incluidas. A diferencia del modelo de LANPASS, esta vez la variable asociada al País de Residencia Brasil sí resultó ser significativa, dada la inclusión de muchos usuarios que declaran vivir en ese país. El signo de todas formas es negativo como lo obtenido en el modelo de TAM FIDELIDADE y el país que aporta mayor influencia al gasto final sigue siendo Chile.

Por otro lado los términos de Edad y Edad² vuelven a funcionar de buena manera para el correcto modelamiento de la influencia de la edad en el gasto anual.

En cuanto a la nueva variable asociada al programa de fidelidad al que se pertenece, es significativa e indica que pertenecer a LANPASS aporta un 68% al valor de la variable dependiente, siguiendo la lógica asociada a lo estimado por la compañía en donde los miembros de LANPASS generan un ingreso mayor que los del otro programa.

El valor asociado a los saltos de categoría se regularizó, y en verde se identifican los más altos que nuevamente son los mismos que en el resultado del modelo hecho con los clientes de LANPASS, pero esta vez con un orden diferente. Los valores en este caso están más relacionados al salto, siendo el mayo el movimiento de la “1 a la 5”, luego de la “3 a la 5” y en tercer lugar de la categoría “4 a la 5”. La interpretación en términos de la proporción que afecta a la variable dependiente es análoga a cómo se ha realizado.

En cuanto a la evaluación de rendimiento, este modelo tiene los indicadores usuales muy similares al primer modelo, con un $R^2 = 0,41$ y un R^2 ajustado del mismo valor. La tabla 23 resume la información del número de variables utilizadas, su significancia e indicadores analizados:

Modelo LATAM sin interacción			
N° Variables	N° Significativas	R^2	R^2 ajustado
35	35	0,41	0,41

Tabla 23: Variables e indicadores del modelo TAM FIDELIDADE sin interacción

Se puede observar que este modelo único presenta resultados aceptables e incluye información de ambos programas, siendo así un modelo más completo y aplicable a todos los clientes postulantes a la homologación.

9.3.2 Modelos de regresión lineal con interacciones

Con el objetivo de establecer una heterogeneidad en los clientes pertenecientes a un mismo salto y así poder diferenciarlos más en su valor, se busca capturar la interacción que tenga un determinado movimiento de categoría junto con las variables demográficas básicas: la edad, género y antigüedad.

Para esto, se tuvo que crear nuevas variables de interacción multiplicando las variables de saltos con los atributos mencionados, generando las variables que describe a continuación la tabla 24:

Variable Final	Descripción	Total Variables
Interacción Saltos y Género	Multiplicación entre cada salto y la variable de Género	25
Interacción Saltos y Edad	Multiplicación entre cada salto y la variable de Edad	25
Interacción Saltos y Antigüedad	Multiplicación entre cada salto y la variable de Antigüedad	25

Tabla 24: Creación de Variables de Interacción
Fuente: Elaboración Propia

Estas 75 variables fueron añadidas a aquellas disponibles para construir los modelos iniciales, sumando un total de 123 variables para evaluar en los modelos. Se espera que al ser un gran número de variables muchas de ellas puedan resultar no significativas en los resultados finales. Vale mencionar que para todos los modelos se definió como nivel base la interacción de cada variable con el Salto de categoría de la “1 a la 1”.

Modelo LANPASS

Para este modelo se utilizaron los mismos registros que para el modelo sin términos de interacción presentado en la sección anterior. La tabla 25 resume los coeficientes principales para el análisis y comparación con el modelo inicial. En el Anexo C se puede encontrar el resumen de la significancia de la totalidad de las variables.

Modelo LANPASS con Interacción				
Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,994	1,20E-02	519,64	< 2E-16
Salto de Categoría 4 a 5	4,204	1,60E-01	25,86	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 5	3,837	1,30E-01	28,61	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	2,611	6,30E-02	41,23	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	2,575	9,80E-02	26,4	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 4	2,059	2,00E-01	10,25	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	1,792	1,70E-01	10,36	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	1,777	4,70E-02	37,54	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 2	0,677	3,50E-02	19,16	< 2E-16
CHILE	0,594	1,00E-02	58	< 2E-16
U.S.A	0,221	1,40E-02	15,98	< 2E-16
GENERO	0,125	1,90E-03	65,97	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,041	2,20E-04	188,02	< 2E-16
EDAD	0,004	2,30E-04	17,99	< 2E-16

EDAD ²	-6,70E-05	2,30E-06	-28,78	< 2E-16
ARGENTINA/URUGUAY	-0,052	1,00E-02	-5,04	4,60E-07
ECUADOR	-0,616	1,10E-02	-56,12	< 2E-16
PERÚ	-0,621	1,00E-02	-60,09	< 2E-16
COLOMBIA	-1,202	1,10E-02	-113,1	< 2E-16

Tabla 25: Coeficientes principales. Modelo LANPASS con interacción
Fuente: Elaboración Básica

En las variables demográficas se observan resultados bastante similares al modelo de LANPASS sin interacciones: La antigüedad, edad y género tienen un comportamiento lógico en cuanto a los signos de los coeficientes y presentan valores ligeramente mayores. La variable Brasil vuelve a ser no significativa por lo que no es mostrada en los resultados.

Analizando los coeficientes de los movimientos, es importante notar que el salto de la categoría “1 a la 5” fue no significativo, al igual que el de la categoría “2 a la 5”. Esto es un problema de gran relevancia ya que pertenecen a los coeficientes que se busca utilizar para la reconstrucción del gasto de los clientes postulantes a recibir este *upgrade*. Si bien en estos saltos se encuentran pocos postulantes, éstos son de gran relevancia ya que pertenecen a la mejor categoría en uno de los dos programas. Se destaca de todas maneras los tres coeficientes mayores relacionados a los saltos entre categorías más altas.

En la tabla 26 se muestran los resultados de los coeficientes de interacción entre la Antigüedad en el programa y los movimientos de categoría. De la misma forma que se han mostrado los resultados hasta ahora, se presentan solamente los coeficientes que son significativos y que influyen en los saltos de utilidad:

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 3	0,020	3,2E-03	6,40	1,5E-10
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 4	0,062	8,6E-03	7,21	5,8E-13
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 3	0,011	2,5E-03	4,20	2,7E-05
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 4	0,015	4,0E-03	3,62	3,0E-04
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 5	-0,027	8,7E-03	-3,07	2,1E-03

Tabla 26: Coeficientes interacción de Antigüedad y Saltos. Modelo LANPASS
Fuente: Elaboración Propia

La interpretación de los términos de interacción indica que por cada año de Antigüedad, la variable de salto respectiva aumentará su efecto en el gasto en la medida del coeficiente que tenga asociado. De esta manera, si se toma como ejemplo el coeficiente mayor estacado en verde, se tendrá que por cada año de Antigüedad, el coeficiente del salto “1 a 4” aumentará su valor en 0,062 unidades, impactando finalmente en un 6,2% adicional en el gasto proyectado en los miembros que tienen ese movimiento de categoría.

Las tabla 27 y 28 hacen referencia a lo que se obtuvo analizando la interacción entre los movimientos de categoría con la Edad y el Género respectivamente:

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
Interacción Edad y Salto de 1 a 2	0,012	1,5E-03	8,26	< 2E-16
Interacción Edad y Salto de 1 a 4	-0,009	4,4E-03	-2,15	3,2E-02
Interacción Edad y Salto de 2 a 3	0,016	7,1E-03	2,23	2,6E-02
Interacción Edad y Salto de 2 a 5	0,209	2,8E-02	7,45	9,1E-14

Tabla 27: Coeficientes interacción de Edad y Saltos. Modelo LANPASS
Fuente: Elaboración Propia

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
Interacción Género y Salto de 1 a 2	0,129	9,8E-03	13,21	< 2E-16
Interacción Género y Salto de 1 a 3	0,142	4,4E-02	3,23	1,2E-03
Interacción Género y Salto de 2 a 3	0,186	3,6E-02	5,09	3,7E-07
Interacción Género y Salto de 2 a 4	0,276	1,1E-01	2,53	1,1E-02
Interacción Género y Salto de 2 a 5	-1,430	6,2E-01	-2,32	2,0E-02

Tabla 28: Coeficientes interacción de Género y Saltos. Modelo LANPASS
Fuente: Elaboración Propia

Como era de esperar en los modelos de interacción, no fueron muchas las variables que resultaron significativas. Sin embargo, hay que destacar que se tienen efectos relevantes para los saltos menores donde se concentra la mayor cantidad de gente. Así, se capturaron los efectos de interacción en saltos como el la “1 a la 2” o de la “2 a la 3” que podrían influenciar en diferenciar de mejor forma los gastos proyectados de los miembros de postulantes dentro de estos saltos, definiendo de forma más clara una mayor o menor rentabilidad a la hora de realizar la optimización final.

En la tabla 29 se presenta la cantidad de variables utilizadas, el número de aquellas que resultaron significativas y los indicadores que se han usado anteriormente:

Modelo LANPASS con interacción			
N° Variables	N° Significativas	R^2	R^2 ajustado
122	67	0,45	0,43

Tabla 29: Variables e indicadores del modelo LANPASS con interacción

Los indicadores muestran que la calidad del modelo mejoró ligeramente con un valor de $R^2 = 0,45$, lo que resulta lógico ya que al agregar variables los modelos de regresión mejoran. Lo curioso es que el R^2 ajustado tiene un valor de 0,43 penalizando levemente la inclusión de muchas variables. Esto podría ser explicado por el gran número de observaciones que se manejan en comparación a los grados de libertad del modelo.

Modelo TAM FIDELIDADE

Para el modelo de TAM FIDELIDADE con interacciones se utilizaron las observaciones disponibles de los clientes del programa brasileiro, integrando en esta oportunidad las variables que diferencian a este modelo de su versión simple.

Como era de esperar, si para el modelo básico se obtuvieron resultados bastante precarios, los estimadores de los coeficientes asociados a los términos de interacción fueron aún peores. Dado que el 90% de las interacciones resultaron no ser significativas,

se omite el análisis en detalle de esta regresión, ya que no entregó resultados confiables y por lo tanto no aporta mayor valor al objetivo de este proyecto. De todas maneras, el detalle del valor y significancia de los atributos de puede ver en el Anexo C.

Modelo LATAM

Para el modelo único se volvió a usar la totalidad de los registros a disposición, incluyendo esta vez la variable binaria asociada al Programa, como se hizo en el modelo básico. En el Anexo 6 se encuentra el detalle de la tabla completa y las respectivas significancias, con lo que la tabla 30 resume los coeficientes principales que fueron significativos y causan un efecto relevante en la variable dependiente:

Modelo LATAM con Interacción				
Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,383	5,70E-03	947,21	< 2E-16
Salto de Categoría 4 a 5	3,723	5,50E-02	68,12	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 5	3,142	9,40E-02	44,23	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	2,847	2,20E-02	128,6	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	2,615	8,90E-02	29,51	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	2,077	1,60E-02	128,29	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	1,996	3,60E-02	54,72	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 2	0,734	1,00E-02	70,11	< 2E-16
PROGRAMA	0,624	1,00E-02	62,14	< 2E-16
CHILE	0,591	9,30E-03	63,64	< 2E-16
U.S.A	0,211	1,10E-02	18,6	< 2E-16
GENERO	0,125	1,90E-03	65,44	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,038	1,90E-04	206,34	< 2E-16
EDAD	0,004	2,00E-04	22,04	< 2E-16
EDAD2	-6,54E-05	2,00E-06	-31,96	< 2E-16
ARGENTINA/URUGUAY	-0,059	9,40E-03	-6,26	3,8E-10
ECUADOR	-0,621	1,00E-02	-61,48	< 2E-16
PERÚ	-0,626	9,40E-03	-66,64	< 2E-16
COLOMBIA	-1,215	9,70E-03	-125,11	< 2E-16

Tabla 30: Coeficientes principales. Modelo LATAM con interacción
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados son similares a los indicados en los coeficientes del modelo LATAM sin interacciones por lo que no se analizarán en detalle. Al igual que en el modelo de LANPASS nuevamente se obtuvieron saltos no significativos, esta vez el Salto de la “1 a la 4”, de la “1 a la 5” y de la “3 a la 5”. Como se ha dicho con anterioridad esto supone un inconveniente para el objetivo del proyecto.

En la tabla 31 se muestran los resultados de los coeficientes asociados a los términos de interacción entre los saltos de categoría y la Antigüedad del cliente para el modelo LATAM:

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 3	0,0003	1,1E-04	2,57	1,0E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 4	0,0012	4,8E-04	2,43	1,5E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 3	-0,0005	1,9E-05	-24,81	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 4	-0,0002	3,2E-05	-7,68	1,6E-14
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 5	-0,0006	2,0E-04	-2,81	5,0E-03
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 5	-0,0005	9,2E-05	-5,71	1,2E-08

*Tabla 31: Coeficientes interacción de Antigüedad y Saltos. Modelo LATAM
Fuente: Elaboración Propia*

Llama la atención en este caso que los coeficientes si bien son significativos, lo son en menor medida, ya que si se observa la última columna se ve que están más cerca del nivel de confianza (0,05). También se muestran varios de signo negativo asociados a las categorías más altas, que indica que entre más años lleve la persona en el programa el efecto del salto de categoría en el gasto será menor, lo que no hace mucho sentido.

De igual manera, las tablas 32 y 33 hacen referencia a los coeficientes de la interacción con la Edad y el Género respectivamente:

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
Interacción Edad y Salto de 1 a 2	0,004	2,3E-04	18,40	< 2E-16
Interacción Edad y Salto de 2 a 5	0,212	2,8E-02	7,63	2,4E-14
Interacción Edad y Salto de 4 a 3	0,031	1,1E-02	2,76	5,8E-03

*Tabla 32: Coeficientes interacción de Edad y Saltos. Modelo LATAM
Fuente: Elaboración Propia*

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
Interacción Género y Salto de 1 a 2	0,084	5,7E-03	14,68	< 2E-16
Interacción Género y Salto de 1 a 3	0,103	4,1E-02	2,50	1,2E-02
Interacción Género y Salto de 2 a 3	0,079	1,6E-02	4,96	7,1E-07
Interacción Género y Salto de 2 a 4	0,229	9,8E-02	2,33	2,0E-02
Interacción Género y Salto de 2 a 5	1,430	6,2E-01	-2,32	2,0E-02

*Tabla 33: Coeficientes interacción de Género y Saltos. Modelo LATAM
Fuente: Elaboración Propia*

En este caso se presentan resultados relativamente similares a los ya vistos, por lo que no vale la pena detenerse en analizarlos con más profundidad. Solo destacar nuevamente que en general los coeficientes de interacción tienen una mayor probabilidad de ser no significantes, debido a que el valor asociado a esta característica se encuentra más cercano al 0.05 entregado por el nivel de confianza.

Al igual que en los modelos anteriores, se presenta en la tabla 34 el resumen de la información del número de variables e indicadores utilizados:

Modelo LATAM con interacciones			
N° Variables	N° Significativas	R^2	R^2 ajustado
123	71	0,4	0,4

Tabla 34: Variables e indicadores del modelo LATAM con interacciones

El rendimiento del modelo se encuentra dentro del rango de los demás modelos con valores de R^2 y R^2 ajustado = 0,4, por lo que no presenta mejoras relevantes como para que lo hagan destacar sobre el resto.

9.3.3 Gastos proyectados

El objetivo de estos modelos es construir una proyección del gasto que tendrán los Postulantes una vez recibido el *upgrade*, según los coeficientes estimados asociados a cada atributo. Se presenta en la Tabla 35 a continuación, una descripción de cómo queda distribuido este gasto según cada uno de los modelos utilizados. No se presentarán gastos formados con los coeficientes del modelo de TAM FIDELIDADE, debido a los precarios resultados que se obtuvieron.

	Media [\$US]	Mediana [\$US]	Std. Dev [\$US]	Max [\$US]	Min [\$US]
Modelo LANPASS	2.210	1.528	2.399	54.644	313
Modelo LATAM	1.753	980	2.732	77.893	364
Modelo LANPASS con Interacciones	2.051	1.576	1.549	40.656	312
Modelo LATAM con Interacciones	1.742	1.438	1.235	22.022	176

Tabla 35: Descripción del gasto de los postulantes por modelo
Fuente: Elaboración Propia

Al calcular el gasto proyectado de todos los postulantes con los resultados obtenidos en el modelo LANPASS, se está asumiendo que los clientes del programa de TAM tienen el mismo comportamiento que los de LAN, lo que es un supuesto a tener en cuenta.

Como era de esperar, las medias de los modelos con los resultados de los clientes de LANPASS son más altas, debido a que se está aplicando a todos los postulantes el comportamiento relacionado a los usuarios el programa de fidelidad de LAN, quienes presentan características asociadas a un gasto mayor de dinero anual. Al igual que en la descripción de los datos de gasto presentados en la tabla 16, las medias de los gastos proyectados se aproximan a la media de \$US 2.070 de los datos reales, por lo que se puede confiar en que lo obtenido no son resultados ilógicos.

Sin embargo, los modelos con interacciones presentan deficiencias en cuanto a la significancia de las variables de mayor utilidad, por lo que dificulta la correcta realización de las proyecciones de gasto. Si bien el objetivo de ellos era dar mayor heterogeneidad a los integrantes que pertenecieran a un mismo salto, la inclusión de muchas variables resultó perjudicial para la real utilidad del modelo, complejizando innecesariamente su desarrollo. Por estas razones es que se descarta su aplicación en la formulación de los modelos de optimización, en los que se realizará una comparación utilizando los gastos construidos en base a los resultados de los modelos de LANPASS y LATAM sin interacción.

9.4 Desarrollo de modelos de optimización

Según los resultados presentados de los modelos econométricos desarrollados, se realizará una comparación de cómo cambia la solución del modelo de optimización, según se utilice como ingresos para la empresa el gasto proyectado con los resultados de los modelos de LANPASS y LATAM sin interacciones. Para comprender mejor los resultados obtenidos, se ajuntará un análisis de las rentabilidades que se obtienen en cada salto, según cada solución.

Para cada caso se realizará un análisis de sensibilidad para el presupuesto a disposición, con el fin de ver cómo cambia la solución óptima según la restricción de dinero. Se tomarán los casos de presupuestos de \$US 1 millón y \$US 0,5 millones.

Por otro lado, se estudiará cómo varían los resultados de la homologación si se tienen en cuenta solo los costos que enfrenta el área a cargo de los programas, a si se tienen en cuenta los costos totales que enfrenta la compañía en promedio para cada cliente. Este costo total está dado por la suma de los costos del programa más los costos de tráfico, que incluye todos los montos asociados a transportar a cada pasajero en cada vuelo según cada categoría. Para esta situación, dado que los costos son mayores, se tendrán restricciones de \$US 3 millones y \$US 1.5 millones.

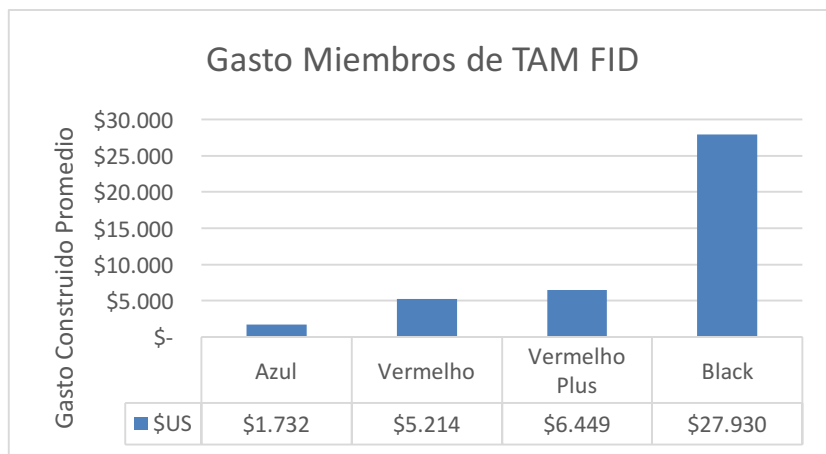
El análisis de sensibilidad en los presupuestos tiene como finalidad ilustrar cómo se comporta la optimización de asignación dependiendo de la cantidad de dinero que se disponga, sin ser necesariamente presupuestos factibles a invertir en el proyecto. Sin embargo, son montos que tienen sentido en los escenarios mencionados.

En resumen, se estudian 4 variaciones en la solución de la optimización: con los dos ingresos definidos por cada modelo, y con los dos tipos de costos. El resultado detallado de la asignación para cada escenario se puede revisar en el Anexo E, donde se muestra cuánta gente de la que postulaba, recibe efectivamente el *upgrade*.

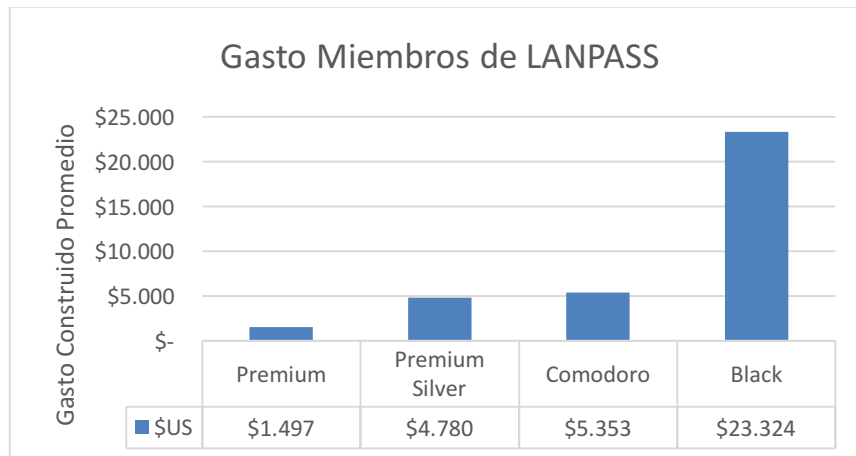
9.4.1 Asignación óptima con resultados del modelo LANPASS sin interacción

El primer análisis de optimización, está dado por incluir en la función objetivo del modelo el gasto de los Postulantes reconstruido a través de los coeficientes obtenidos por el modelo de LANPASS sin interacciones, el cual será el ingreso que la compañía observa por cada uno.

Para tener una idea, se presenta en las ilustraciones 17 y 18 una descripción del gasto proyectado de los postulantes de cada programa según la categoría a la que ascienden:



*Ilustración 17: Gasto medio construido con modelo LANPASS, según la categoría a la que ascienden miembros de TAM FIELIDADE
Fuente: Elaboración Propia*



*Ilustración 18: Gasto medio construido con modelo LANPASS, según la categoría a la que ascienden miembros de LANPASS
Fuente: Elaboración Propia*

En las ilustraciones se observa que el gasto promedio en cada categoría se asemeja al gasto que la compañía estima, el cual puede ser revisado en la Tabla 6 de la sección (8) Análisis Descriptivo de Datos.

Para comprender los resultados de la optimización, hay que destacar que los gastos proyectados de cada usuario no se encuentran definidos únicamente por el salto de categoría al que postulan. Es decir, puede que haya clientes de un salto bajo, pero que dada la combinación de atributos que lo caracterizan, hagan que su gasto esperado sea mayor al de un socio postulando a un salto mayor.

Con esto en mente, se puede comenzar a analizar cómo se comporta la optimización con un presupuesto holgado de \$US 1 millón. Se presentan en las Tablas 36 y 37, el porcentaje de beneficiarios según cada salto de categoría y según cada programa. Recordar que los saltos que no aparecen son porque no había miembros postulando a ese movimiento.

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3.805/3.805	100%
Salto de 1 a 3	304/501	61%
Salto de 1 a 4	25/211	12%
Salto de 1 a 5	20/44	45%
Salto de 2 a 3	20/20	100%
Salto de 2 a 4	15/16	94%
Salto de 3 a 4	4/4	100%
Salto de 3 a 5	2/2	100%
Total	4.195/4.603	91%

Tabla 36: Porcentaje de postulantes de TAM FID que reciben upgrade según Salto. \$US 1 MM
Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	10.159/10.159	100%
Salto de 1 a 3	897/1.306	69%
Salto de 1 a 4	2/246	1%
Salto de 1 a 5	0/53	0%
Salto de 2 a 3	18/19	95%
Salto de 2 a 4	5/5	100%
Total	11.081/11.788	94%

Tabla 37: Porcentaje de postulantes de LANPASS que reciben upgrade según Salto. \$US 1 MM
Fuente: Elaboración Propia

Con este modelo se observa que se da prioridad a los miembros del salto más pequeño al asignar 3.805 y 10.159 ascensos. Junto con ellos, se ve que también lo reciben aquellos que postulan a la categoría más alta, pero que no comienzan de la más básica. Así, se observa que quienes no lo reciben, son aquellos miembros que poseen la categoría más baja en un programa y que postulan a una categoría mayor a la sucesiva que es la segunda. Se observa también que se privilegia a los clientes registrados en LANPASS, con un total de 11.788 asignaciones, versus los 4.603 beneficiados del programa de TAM FIDELIDADE.

La Tabla 38 y 39 muestran cómo son las rentabilidades promedio de cada salto tomando en cuenta los costos asociados únicamente a los beneficios del programa. La rentabilidad de cada individuo de cada salto está dada por la fórmula:

$$R_{FFP} = \frac{\text{Ingresos}_{FFP} - \text{Costos}_{FFP}}{\text{Costos}_{FFP}} \quad (23)$$

TAM FIDELIDADE	
Salto	Rentabilidad Media FFP
Salto de 1 al 2	110,7
Salto de 3 al 4	24,6
Salto de 3 al 5	15,9
Salto de 2 al 3	14,3
Salto de 2 al 4	10,6
Salto de 1 al 3	10,3
Salto de 1 al 5	9,9
Salto de 1 al 4	5,1

Tabla 38: Rentabilidad media en cada salto de los postulantes de TAM FIDELIDADE, costos FFP, modelo LANPASS
Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	
Salto	Rentabilidad Media FFP
Salto de 1 al 2	54,5
Salto de 2 al 3	14,7
Salto de 2 al 4	12,2
Salto de 1 al 3	9,4
Salto de 1 al 5	4,8
Salto de 1 al 4	3,5

Tabla 39: Rentabilidad media en cada salto de los postulantes de LANPASS, costos FFP, modelo LANPASS
Fuente: Elaboración Propia

Se observa que las mayores rentabilidades en ambos casos se dan por lejos en el salto “de 1 al 2”, debido a que si bien los ingresos que se estiman (gasto proyectado de cada cliente según los resultados del modelo LANPASS) no son altos, los costos que se consideran en este salto son tan bajos, que el resultado de la ecuación (23) termina siendo el mayor. Si se consideran únicamente los costos asociados a los beneficios del programa, el resultado óptimo indica que se les debe dar prioridad a los clientes que postulan a saltos menores.

En las Tablas 40 y 41, se ven los resultados de las asignaciones con un monto de \$US 0,5 Millones, donde se diferencia de mejor manera quiénes tienen mayor prioridad al disponer de un menor presupuesto:

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3.805/3.805	100%
Salto de 1 a 3	122/501	24%
Salto de 1 a 4	2/211	1%
Salto de 1 a 5	12/44	27%
Salto de 2 a 3	12/20	60%
Salto de 2 a 4	6/16	38%
Salto de 3 a 4	4/4	100%
Salto de 3 a 5	2/2	100%
Total	3.965/4.603	86%

Tabla 40: Porcentaje de postulantes de TAM FID que reciben upgrade según Salto. \$US 0,5 MM
Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	10.159	100%
Salto de 1 a 3	113/1.306	9%
Salto de 1 a 4	0/246	0%
Salto de 1 a 5	0/53	0%
Salto de 2 a 3	13/19	68%
Salto de 2 a 4	4/5	80%
Total	10.289/11.788	87%

Tabla 41: Porcentaje de postulantes de LANPASS que reciben upgrade según Salto. \$US 0,5 MM
Fuente: Elaboración Propia

Pero como la lógica del negocio indica que las mayores rentabilidades se deberían encontrar en las categorías más altas, se propuso la idea de incluir los costos totales que la empresa invierte en los pasajeros, para así estar maximizando el beneficio neto de la empresa y no del área a cargo de los programas de fidelidad.

Este costo total que es agregado al modelo, representa el costo promedio de tráfico por pasajero, es decir, cuánto invierte la empresa no sólo por los beneficios de su categoría (caso anterior), si no por todo lo relacionado al vuelo. Este costo no puede ser detallado en este informe debido a la sensibilidad de la información, pero la Tabla 42 resume qué % es de los costos del programa que se han considerado hasta ahora.

LANPASS	Costo de tráfico	TAM FID	Costo de tráfico
Black	28%	Black	45%
Comodoro	96%	Vermelho P.	114%
Premium S.	169%	Vermelho	150%
Premium S.	652%	Azul	1.032%

Tabla 42: Costo de tráfico. En % sobre los costos de tráfico que enfrenta el programa por categoría
Fuente: Elaboración Propia

De esta forma se ve que el costo enfrentado por transportar a los pasajeros en sus viajes es mucho mayor para aquellos de las categorías más bajas, comparado con lo que se gasta en sus beneficios. Si bien éste no representa la totalidad de los costos asociados a

cada persona, entrega una mejor aproximación si se quiere maximizar el beneficio neto de la compañía, y no del área en particular.

Con esta nueva función objetivo que incluye los costos del programa y de tráfico, se volvió a calcular la asignación óptima de este modelo. La Tabla 43 muestra los resultados para las cuentas de socios en TAM FIDELIDADE, volviendo al presupuesto holgado de \$US3 Millones:

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3.501	3.805	92%
Salto de 1 a 3	78	501	16%
Salto de 1 a 4	3	211	1%
Salto de 1 a 5	33	44	75%
Salto de 2 a 3	11	20	55%
Salto de 2 a 4	10	16	63%
Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	2	2	100%
Total	3.642	4.603	89%

Tabla 43: Porcentaje de postulantes de TAM FID que reciben upgrade según Salto. \$US 1 MM
Fuente: Elaboración Propia

De los resultados se puede ver que, si bien los miembros dentro del salto de categoría de la “1 a la 2” siguen recibiendo muchos *upgrades*, se repartieron más de 300 para otros socios en saltos de categoría mayores. De esta manera se comprueba que los clientes asociados a categorías más altas sí se vuelven más rentables al optimizar el beneficio neto desde el punto de vista global de la empresa. Hay que recordar de todas formas que los gastos son proyecciones determinadas por la combinación de más variables que solo el Salto, por lo que la rentabilidad está determinada a nivel individual.

Se adjunta en las Tablas 44 y 45 cómo cambiaron las rentabilidades promedio en cada salto habiendo incluido los costos de tráfico a cada pasajero, siguiendo la fórmula:

$$R_T = \frac{\text{Ingresos}_T - \text{Costos}_T}{\text{Costos}_T} \quad (24)$$

TAM FIDELIDADE	
Salto	Rentabilidad Media LATAM
Salto del 3 al 4	14,4
Salto del 3 al 5	13,3
Salto del 1 al 2	8,0
Salto del 1 al 5	6,6
Salto del 2 al 3	5,5
Salto del 2 al 4	4,9
Salto del 1 al 3	3,2
Salto del 1 al 4	1,9

Tabla 44: Rentabilidad media en cada salto de los postulantes de TAM FIDELIDADE, costos totales, modelo LANPASS

Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	
Salto	Rentabilidad Media LATAM
Salto del 2 al 4	6,4
Salto del 1 al 2	6,2
Salto del 2 al 3	5,6
Salto del 1 al 5	3,5
Salto del 1 al 3	2,9
Salto del 1 al 4	1,3

Tabla 45: Rentabilidad media en cada salto de los postulantes de LANPASS, costos totales, modelo LANPASS

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se observa que al incluir los costos totales que enfrenta la empresa, las rentabilidades de los saltos cambian, tomando un orden más lógico que en una primera instancia. De todas maneras se observa que el menor salto tiene una gran rentabilidad. Esto puede darse debido a que, además del costo de tráfico incluido, puede que existan otros costos que no se tuvieron en cuenta debido a lo complejo que resulta obtener esta información en detalle. De todas formas, esta aproximación resulta más acertada que la de un comienzo.

El detalle de la asignación a demás usuarios y la realizada con el presupuesto acotado de \$US1,5 Millones se puede revisar en el Anexo E.

9.4.2 Asignación óptima con resultados del modelo LATAM sin interacción

A continuación se presentan las soluciones obtenidas del modelo de optimización integrando los ingresos dados por los gastos proyectados según lo obtenido de los modelos de LATAM, con y sin interacciones. Al igual que en el caso anterior, para tener una idea sobre la descripción de los gastos medios construidos de cada categoría según este modelo, puede ser encontrada en el Anexo D.

Debido a que los resultados del modelo de optimización en este caso siguen la misma lógica que lo descrito en la sección anterior (la prioridad de asignaciones de *upgrades* cambia según los costos que se tengan en cuenta) no se volverá a repetir el análisis. Como los resultados más adecuados son aquellos que buscan maximizar el beneficio de la empresa, las diferencias que aporta la realización del modelo con los ingresos del modelo de LATAM serán mostradas teniendo en cuenta esa función objetivo. Los detalles de la asignación óptima hecha según este modelo se encuentran también en el Anexo E.

El principal contraste que se obtiene por desarrollar el modelo cambiando los ingresos proyectados, es la prioridad que se les asigna a las cuentas a homologar de TAM FIDELIDADE. En las Tablas 46 y 47 se observa la diferencia en la entrega del *upgrade* según cada programa, teniendo en cuenta los costos totales, y para un presupuesto acotado de \$US 3 Millones:

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3.432/3.805	90%
Salto de 1 a 3	243/501	49%
Salto de 1 a 4	45/211	21%
Salto de 1 a 5	44/44	100%
Salto de 2 a 3	7/20	35%
Salto de 2 a 4	12/16	75%
Salto de 3 a 4	4/4	100%
Salto de 3 a 5	2/2	100%
Total	3.789	82%

Tabla 46: Postulantes de TAM FID que reciben upgrade según Salto. \$US 3 MM costos totales
Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	7370/10.159	73%
Salto de 1 a 3	124/1.306	9%
Salto de 1 a 4	3/246	1%
Salto de 1 a 5	6/53	11%
Salto de 2 a 3	11/19	58%
Salto de 2 a 4	4/5	80%
Total	7.518	64%

Tabla 47: Postulantes de LANPASS que reciben upgrade según Salto. \$US 3 MM con costos totales
Fuente: Elaboración Propia

De esta manera, se aprecia que la prioridad que tienen los del club de fidelidad brasilero es mayor, recibiendo en porcentaje de asignaciones más alto en comparación a los de LANPASS. Nuevamente se adjunta el análisis de rentabilidades promedio en cada salto, ordenadas de mayor a menor en las Tablas 48 y 49:

TAM FIDELIDADE	
Salto	Rentabilidad Media LATAM
Salto del 1 al 5	8,9
Salto del 3 al 4	7,8
Salto del 1 al 2	7,8
Salto del 3 al 5	6,4
Salto del 1 al 3	3,5
Salto del 2 al 3	2,9
Salto del 2 al 4	2,8
Salto del 1 al 4	2,1

Tabla 48: Rentabilidad media en cada salto de los postulantes de TAM FIDELIDADE, costos totales, modelo LATAM

Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	
Salto	Rentabilidad Media LATAM
Salto del 2 al 4	6,3
Salto del 2 al 3	4,1
Salto del 1 al 2	3,7
Salto del 1 al 5	2,5
Salto del 1 al 3	1,8
Salto del 1 al 4	0,7

Tabla 49: Rentabilidad media en cada salto de los postulantes de LANPASS, costos totales, modelo LATAM

Fuente: Elaboración Propia

Aquí nuevamente se observa que las rentabilidades presentan un orden con sentido, ubicando al salto “del 1 al 5” como el más rentable para los miembros de TAM FIDELIDADE. De esta manera las prioridades para recibir la homologación siguen una lógica más clara al considerar los costos totales.

Para hacer una última comparación la Tabla 50 muestra que también en el caso inicial, es decir, con los costos solo del programa y un presupuesto holgado de \$US 1 Millón, el programa de los socios postulantes de también recibe una cantidad mayor de upgrades:

	% Beneficiados	
	Modelo LAN	Modelo LATAM
TAM FIDELIDADE	91%	95%
LANPASS	94%	91%

Tabla 50: % de beneficiados según los gastos de cada modelo, en el escenario con los costos del programa. Presupuesto \$US 1 Millón

Fuente: Elaboración Propia

Esto se debe a que el modelo econométrico LATAM incluye los registros de los socios de TAM, lo que resulta en un gasto proyectado más alto, y que aumenta así su rentabilidad en la asignación.

9.4.3 Asignación óptima con modelo de LATAM con interacción

A pesar de que el modelo con interacciones haya entregado algunos resultados que no fueron significativos, de todas maneras se examinará cómo se comporta la solución utilizando esta alternativa.

Siguiendo con el último modelo de optimización presentado, es decir: el con los gastos obtenidos del modelo econométrico de LATAM, considerando los costos totales en

la función de maximización, y teniendo un presupuesto holgado, se estudiará cómo cambia esta solución cuando se consideran interacciones en el modelo.

Para ilustrar el efecto, se presentan en las Tablas 51 y 52, los resultados de la asignación al proyectar los gastos con los resultados del modelo de LATAM con interacción, presentados en la sección 9.3.2:

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3.523/3.805	93%
Salto de 1 a 3	208/501	42%
Salto de 1 a 4	24/211	11%
Salto de 1 a 5	44/44	100%
Salto de 2 a 3	8/20	40%
Salto de 2 a 4	11/16	69%
Salto de 3 a 4	4/4	100%
Salto de 3 a 5	2/2	100%
Total	3.824/4.603	83%

Tabla 51: Postulantes de TAM FID que reciben upgrade según Salto. \$US 3 MM con costos totales
Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	7.865/10.159	77%
Salto de 1 a 3	114/1.306	9%
Salto de 1 a 4	2/246	1%
Salto de 1 a 5	10/53	19%
Salto de 2 a 3	10/19	53%
Salto de 2 a 4	5/5	100%
Total	7.035/11.788	60%

Tabla 52: Postulantes de LANPASS que reciben upgrade según Salto. \$US 3 MM con costos totales
Fuente: Elaboración Propia

La principal diferencia que se observa, es un ligero aumento en el porcentaje de beneficiados del salto menor del “de 1 a 2”. Esto se explica debido a que los coeficientes de interacción asociados a este salto son todos positivos, por lo que incluirlos en el cálculo de su gasto esperado solo provoca un aumento en el mismo, incrementando la rentabilidad de ciertos clientes de este grupo.

Por otro lado si bien los resultados muestran variaciones en el número de los beneficiados, lo interesante de las interacciones es que modifican la composición del grupo de clientes de cada salto que reciben la homologación. Por ejemplo, de los 3.432 beneficiados del salto “de 1 a 2” en el programa de TAM según el modelo LATAM sin interacciones (Tabla 46), el 67% era de género masculino. En cambio, al tener en cuenta las interacciones con el género, de los 3.523 beneficiados (Tabla 51), el 78% son hombres. Así, dado que la interacción es positiva, existe un número mayor de hombres que reciben la homologación.

De manera similar, si se analiza el salto del “1 al 3” en los beneficiados del programa de TAM en los resultados utilizando el modelo de LATAM sin interacciones, se obtiene que de los 243 beneficiados (Tabla 46) el promedio de antigüedad es de 6.3 años, mientras que usando el modelo LATAM con interacciones, de los 208 clientes (Tabla 51), el promedio de antigüedad es de 7.8 años. Esto se debe a que, si bien es un número menor de miembros que recibieron el *upgrade*, la interacción positiva del salto “1 al 3” hace que la media en la antigüedad del grupo aumente.

9.4.4 Enfoque alternativo para discusión

Las soluciones presentadas en esta memoria utilizan en la función objetivo en los modelos de optimización, el ingreso esperado (gasto de los clientes) según la suma de lo que aportan distintas variables que los caracterizan, junto a lo que se espera que gasten una vez recibido el *upgrade* de categoría. Este gasto resultante es el que define la prioridad que tendrán a la hora de la entrega de la homologación.

Otro enfoque, consiste en asumir que la fracción del gasto esperado de los clientes dado por las variables demográficas ocurrirá de todas maneras entregado o no el *upgrade*, por lo que no debiera influir en el cálculo de la proyección del gasto. Es decir, tener en cuenta solamente la fracción que aportará el salto independientemente de las características que tenga la persona.

De esta manera, siguiendo con el último caso desarrollado en la sección 9.4.3, los resultados dados por tener en cuenta solo el aporte del salto al gasto final están dados por las Tablas 53 y 54 a continuación:

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	841/3.805	22%
Salto de 1 a 3	184/501	37%
Salto de 1 a 4	204/211	96%
Salto de 1 a 5	44/44	100%
Salto de 2 a 3	20/20	100%
Salto de 2 a 4	16/16	100%
Salto de 3 a 4	4/4	100%
Salto de 3 a 5	2/2	100%
Total	3.824/4.603	83%

Tabla 53: Postulantes de TAM FID que reciben upgrade según Salto. \$US 3 MM con costos totales.
Fuente: Elaboración Propia

LANPASS	Beneficiados	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	2.893/10.159	28%
Salto de 1 a 3	432/1.306	66%
Salto de 1 a 4	246/246	100%
Salto de 1 a 5	53/53	100%
Salto de 2 a 3	19/19	100%
Salto de 2 a 4	5/5	100%
Total	7.035/11.788	60%

Tabla 54: Postulantes de LANPASS que reciben upgrade según Salto. \$US 3 MM con costos totales
Fuente: Elaboración Propia

Con este enfoque se tienen los resultados esperados al considerar solamente el aporte del salto al gasto esperado. De esta manera no se producen las “traslapos” dados en los análisis anteriores, en los cuales los coeficientes asociados a las demás variables juegan un rol importante dentro de la proyección de los gastos individuales.

9.5 Evaluación económica de las soluciones elegidas

Dados los resultados de los modelos econométricos y de optimización, se evaluarán económicamente los resultados de las soluciones más atractivas para el negocio. Esto es, la asignación óptima dada por las soluciones asociadas a los ingresos dados por los modelos de LANPASS y LATAM sin interacciones, teniendo en cuenta los costos totales que maximizan el beneficio de la empresa. La evaluación consiste en comparar los ingresos obtenidos para cada presupuesto, según la suma de los gastos proyectados de todos los postulantes que recibieron la homologación.

9.5.1 Solución base: homologar categoría a todos

La Tabla 55 resume los costos e ingresos que significa omitir restricciones de presupuesto, para tener una idea de cuánto es el costo total de entregar el *upgrade* de categoría a todos los clientes que se encuentran registrados en ambos programas y poseen categorías diferentes, según los ingresos construidos por ambos:

	Modelo LAN	Modelo LATAM
Beneficiados	16.391	16.391
Ingresos	36.231.978	28.728.410
Costo Total	6.524.513	6.524.513
Beneficio Neto	29.707.465	22.203.897

Tabla 55: Evaluación económica de entregar *upgrade* a todos los clientes
Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se obtiene un costo de aproximadamente \$US 6 millones, considerando los costos totales de maximizar el beneficio de la empresa. También se observa que el modelo que proyecta gastos más altos, como se vio en el desarrollo, es el modelo con los ingresos construidos por el modelo de LANPASS.

9.5.2 Asignación óptima según modelos elegidos

Para concluir, la Tabla 56 muestra un resumen de la cantidad de postulantes beneficiados, y el ingreso/costo que significa homologar sus categorías. Es importante repetir que esta evaluación toma en cuenta el modelo de optimización que maximiza los beneficios de la empresa, considerando los costos totales y los ingresos proyectados por los modelos de LANPASS y LATAM sin interacciones, en los escenarios de presupuesto planteados:

	Modelo LANPASS		Modelo LATAM	
	\$US 3MM	\$US 1.5MM	\$US 3MM	\$US 1.5MM
Beneficiados	13.508	6.938	11.610	5.446
Ingresos [\$US]	23.786.034	13.836.103	19.457.760	12.921.020
Costo Total [\$US]	2.999.952	1.499.958	2.999.912	1.499.993
Beneficio Neto [\$US]	20.786.081	12.336.145	16.457.848	11.421.027

Tabla 56: Evaluación económica de los modelos seleccionados
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver, el beneficio neto de la optimización que integra los ingresos provenientes del modelo de LANPASS es el mayor, lo que se esperaba dado que los gastos construidos eran en promedio más altos. No obstante, a medida que baja el presupuesto, esta diferencia en el beneficio neto se acerca más, por lo que podría eventualmente igualarse considerando un presupuesto menor. Hay que recordar que el modelo de LANPASS si bien entrega un beneficio neto mayor, actúa bajo el supuesto de que todos los miembros de ambos programas tienen el mismo comportamiento, concluido según el estudio de los socios del programa asociado a LAN.

10. CONCLUSIONES

10.1 Conclusiones del proyecto

Este proyecto tenía como objetivo principal encontrar la forma óptima de homologar las categorías de los clientes registrados en los programas de fidelización de las aerolíneas de LAN y TAM, luego de su fusión. Esto, para evitar la disconformidad de los clientes al verse obligados a elegir una de sus dos cuentas para la acumulación.

Para esto, se identificaron los miembros que tenían cuenta activa en los dos programas de pasajero frecuente, obteniendo un total de 150.861 miembros. De éstos se seleccionó a aquellos que tenían categorías diferentes, y por lo tanto, postulantes a recibir el *upgrade* en una de sus dos cuentas. De ellos, 11.788 tenían mejor categoría en TAM FIDELIDADE y 4.603 tenían mejor cuenta en LANPASS.

Para decidir a quienes entregarle el ascenso, se plantearon diferentes modelos econométricos con el objetivo de calcular el gasto esperado que estos postulantes tendrían al recibir la homologación. Se formuló un modelo de regresión con registros de los clientes de LANPASS, otro con los socios de TAM FIDELIDADE y otro las observaciones de ambos, llamado LATAM. Para cada uno de estos modelos se integraron interacciones para agregar una mayor heterogeneidad en los postulantes.

En este sentido, esta memoria también entrega avances en el estudio de la relación del cliente con el programa de pasajero frecuente. Dados los modelos econométricos formulados, se muestran resultados de cómo influyen en el gasto diferentes variables propias de los clientes de LATAM, información que resulta de gran utilidad a la hora entender el comportamiento de los socios de cada programa. Así, se proporciona una manera más precisa de calcular la cifra del gasto a nivel individual de los miembros con respecto a la que el programa tenía estimada.

Los modelos de TAM FIDELIDADE presentaron resultados poco fiables debido a la baja cantidad de registros utilizados y la mala calidad de la data en general. Por otro lado, los modelos de LANPASS y LATAM mostraron tener mejores resultados y coherentes con la lógica del negocio. Sin embargo, las versiones de estos modelos que incluían interacciones entregaron coeficientes no significativos relevantes para el proyecto, sumado a que la mayoría de los coeficientes asociados a los términos de interacción presentaban una probabilidad cercana a ser irrelevantes, aportando a la desconfianza de los resultados. Por estas razones se decidió construir el gasto esperado según los modelos de LANPASS y LATAM sin interacciones.

Luego se desarrollaron los modelos de optimización con los ingresos proyectados de estos dos modelos, definiendo funciones de maximización para los beneficios netos del área a cargo de los programas de fidelidad, y para la utilidad de la empresa según los costos que enfrenta cada una. Estas 4 funciones objetivo, se optimizaron en los escenarios de presupuestos de \$US 1 millón y \$US 0,5 millones para los costos del FFP, y montos de \$US3 millones y \$US 1,5 millones al considerar los costos totales.

Se optó por elegir las soluciones que maximizaban el beneficio neto de la empresa desde el punto de vista global, ya que los resultados de las asignaciones tenían mayor relación con la lógica del negocio.

El beneficio neto del modelo de optimización con los ingresos dados por la regresión de LANPASS fue el mayor, entregando un total de \$US 20.7 millones, cuando se considera invertir un presupuesto de \$US 3 millones, que es menos de la mitad del costo total de la homologación del total de los postulantes, establecido en alrededor de \$US 6,5 millones. Si bien este modelo entrega un mayor beneficio, se advierte que opera bajo el supuesto de que los clientes de ambos programas tienen el mismo comportamiento, por lo que la optimización en base al modelo de LATAM resulta más robusta.

10.2 Limitaciones y trabajos futuros

La principal dificultad que se enfrentó en este proyecto, fue la de recabar información completa de los clientes para el desarrollo de los modelos econométricos. Se observaron pobres resultados para proyectar con confianza el gasto esperado de los miembros de TAM FIDELIDADE al recibir el eventual *upgrade* de categoría. Esto sugiere que a medida que la información relacionada a los socios de este programa se vaya estandarizando y completando, se podrían obtener resultados mejores para lograr tener un modelo que aporte resultados fiables.

Por otro lado, una limitación importante la produce el supuesto de asumir que un cliente que fue ascendido de la categoría más básica de un programa a la más alta del otro, tendrá un comportamiento equivalente a la categoría más alta en el programa donde no la tenía. Si bien el cliente es un volador frecuente y el esfuerzo se hace para su conformidad en la empresa en general, es delicado asumir que se verán ingresos equivalentes a lo esperado por otorgar los beneficios correspondientes a esa categoría.

Según lo anterior, se propone realizar un estudio experimental en el que participen los miembros a los que se les otorgue la homologación, considerando un grupo de control formado por los clientes que no obtuvieron el beneficio. Con esto, se podrían realizar mediciones en el gasto y comportamiento de los clientes en cada uno de los programas según su categoría y según el club de fidelidad ascendido, con el objetivo de eliminar el supuesto usado y establecer una mejor aproximación. Así mismo, estudiando el comportamiento de los clientes sin la homologación, poder sacar conclusiones de la posible “canibalización” entre ambos programas debido a la competencia producida producto de la decisión del cliente de dónde acumular, observando si efectivamente ocurren cambios en sus preferencias.

A pesar de que los modelos econométricos fueron construidos integrando las variables de interés para el planteamiento del problema, se pudo ver que la eficiencia de los modelos no fue buena, por esta razón, es de gran relevancia descubrir qué otras variables pudieran mejorar los indicadores de rendimiento de las regresiones que explican el gasto de los clientes, debido a que los indicadores muestran que buena parte de la varianza del modelo no está siendo explicada.

Finalmente, otro estudio que podría complementar lo concluido en este proyecto, es realizar un modelo que incluya información histórica y no solo transversal como en este caso, para analizar cómo evoluciona el gasto de un cliente a través de su historia en el programa, relacionándolo con los respectivos movimientos de categoría. De esta manera se tendrían más observaciones para cada salto, y los resultados estarían más respaldados por la varianza en los registros.

11. BIBLIOGRAFÍA

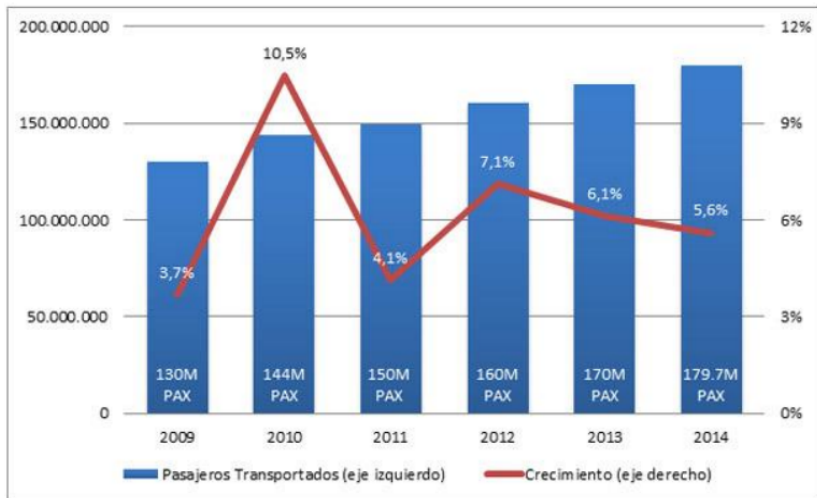
- [1] Oxford Economics (2014). Estudio beneficio del transporte aéreo en Chile. [en línea] [http://www.fedetur.org/estudios_fedetur/Estudio Beneficios del Transporte Aereo en Chile%20 Oxford Economics.pdf](http://www.fedetur.org/estudios_fedetur/Estudio_Beneficios_del_Transporte_Aereo_en_Chile%20Oxford_Economics.pdf) [consulta el 12 de Diciembre de 2015].
- [2] Felix Salmon (2015). Marriot won't pillage your SPG rewards. Here's why. [en línea] <http://fusion.net/story/234938/marriott-starwood-points-after-merger/> [consulta el 12 de Mayo de 2016].
- [3] LATAM Airlines Group (2016). Memoria Anual 2015. [en línea] <http://www.latamairlinesgroup.net/phoenix.zhtml?c=251289&p=irol-reportsannual> [consulta 07 de Mayo de 2016].
- [4] Yi. Y., & Jeon. H. (2003). Effects of loyalty programs on value perception, program loyalty and brand loyalty. *Journal of the academy of marketing science*. 31(3). 229-240.
- [5] Lederman. M. (2007). Do enhancements to loyalty programs affect demand? The impact of international frequent flyer partnerships on domestic airline demand. *The RAND Journal of Economics*. 38(4). 1134-1158.
- [6] BAVLab Y&R Consulting (2015). Fortaleza de Marca en clubes de fidelización. [en línea] <http://www.bavlab.cl/web/?p=2640> [consulta el 10 de Mayo de 2016].
- [7] Benoit. K. (2011). *Linear Regression Models with Logarithmic Transformations*. Methodology Institute. London School of Economics.
- [8] BAVLab Y&R Consulting (2015). Presentación sobre Fortaleza y Estatura de Marca. [en línea] <http://es.slideshare.net/BrandAssetConsulting/bavlab-brochure-51566346> [consulta el 05 de Diciembre de 2016]
- [9] Arias M.A. (2010). Regresión con efecto interactivo. Universidad de Sevilla. [en línea] <http://personal.us.es/avelarde/analisisdos/Interaccion%20en%20regresion.pdf> [consulta el 20 de Junio de 2016].
- [10] Hocking. R. R. (1976). A Biometrics invited paper. The analysis and selection of variables in linear regression. *Biometrics*. 1-49.

- [11] Ramos. A, Sánchez. P., Ferrer. J. M., Barquín. J., & Linares. P. (2010). Modelos matemáticos de optimización. Madrid: Universidad de Comillas.
- [12] Yu, G. (2013). Industrial applications of combinatorial optimization (Vol. 16). Springer Science & Business Media.
- [13] Gass. S. I., & Palma. J. R. S. (1969). Programación lineal: métodos y aplicaciones. Continental.
- [14] Spivey. W. A., Fisher, D. M. Pérez, C. Kanninen, M. Searle, et al. (1963). Linear programming: an introduction. Revista Forestal Centroamericana (CATIE). Jul-Dic 2002.
- [15] Bring. J. (1994). How to standardize regression coefficients. The American Statistician. 48(3). 209-213.
- [16] González. María Isabel. Cómo diagnosticar y corregir el problema de la endogeneidad (2006). [En línea] <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44640106>> [Consulta: 12 de mayo de 2016].
- [17] González. E. L. (1998). Tratamiento de la colinealidad en regresión múltiple. Psicothema. 10(2). 491-507.

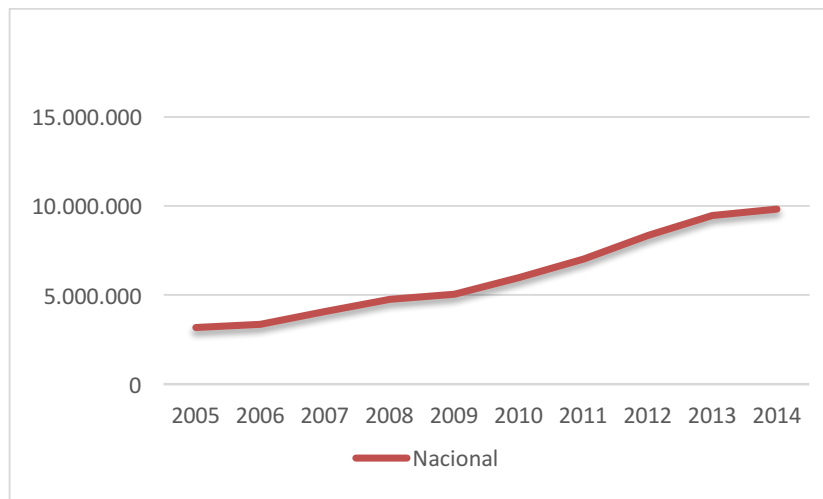
12. ANEXOS

12.1 Anexo A

Antecedentes Generales:



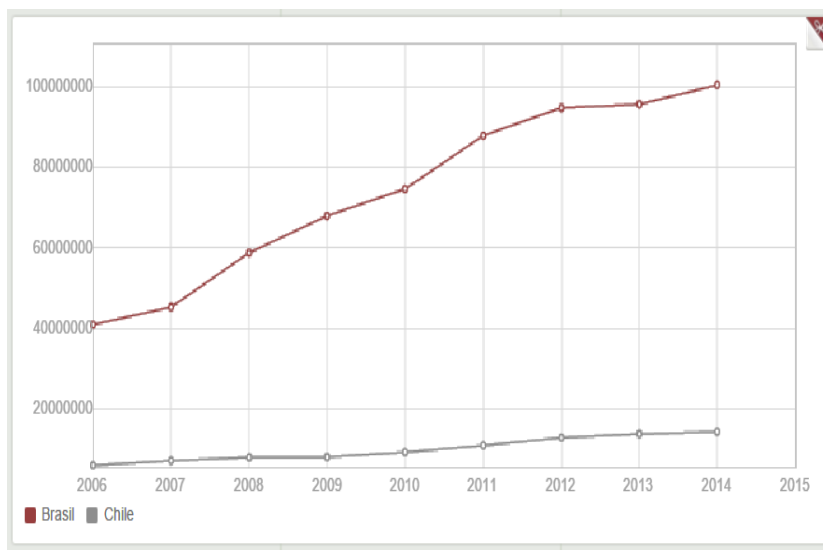
*Anexo 1: Número de Pasajeros Transportados y Crecimiento en Latinoamérica
Fuente: Asociación Latinoamericana de Transporte Aéreo (ALTA).*



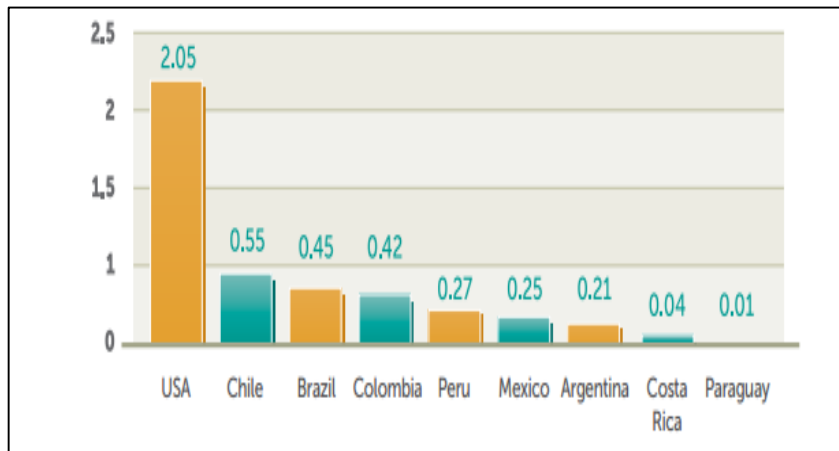
*Anexo 2: Número de Pasajeros Transportados en Chile
Fuente: JAC Chile.*



*Anexo 3: Crecimiento Tráfico Aéreo en Chile
Fuente: JAC Chile.*



*Anexo 4: Número de Pasajeros Transportados en Chile y Brasil
Fuente: Banco Mundial.*



Anexo 5: Viajes per Cápita América
Fuente: Asociación Latinoamericana de Transporte Aéreo (ALTA).

12.2 Anexo B

SIGNIFICANCIA DE COEFICIENTES: Modelos sin interacciones

1. MODELO LANPASS

Variable	Coefficiente Estimado	Std, Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,984	1,2E-02	488,512	2,00E-16
ANTIGUEDAD	0,039	2,0E-04	200,578	2,00E-16
EDAD	0,005	2,3E-04	23,055	2,00E-16
EDAD2	-7,80E-05	2,2E-06	-34,708	2,00E-16
GENERO	0,139	1,8E-03	77,657	2,00E-16
CHILE	0,589	1,1E-02	52,966	2,00E-16
BRASIL	-0,044	2,8E-02	-1,568	1,17E-01
ECUADOR	-0,623	1,2E-02	-52,776	2,00E-16
COLOMBIA	-1,214	1,1E-02	-105,77	2,00E-16
PERÚ	-0,628	1,1E-02	-55,985	2,00E-16
U.S.A	0,216	1,4E-02	14,901	2,00E-16
ARGENTINA/URUGUAY	-0,059	1,1E-02	-5,201	9,90E-06
Salto de Categoría 1 a 2	0,958	4,6E-03	208,745	2,00E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2,059	1,9E-02	110,39	2,00E-16
Salto de Categoría 1 a 4	2,137	5,2E-02	41,416	2,00E-16
Salto de Categoría 1 a 5	3,644	3,0E-01	12,241	2,00E-16
Salto de Categoría 2 a 1	0,562	8,3E-03	67,615	2,00E-16
Salto de Categoría 2 a 2	0,761	3,6E-03	212,123	2,00E-16
Salto de Categoría 2 a 3	2,236	1,5E-02	153,773	2,00E-16
Salto de Categoría 2 a 4	2,798	4,4E-02	63,344	2,00E-16
Salto de Categoría 2 a 5	3,471	1,8E-01	19,672	2,00E-16
Salto de Categoría 3 a 1	0,806	4,2E-02	19,169	2,00E-16
Salto de Categoría 3 a 2	1,447	1,5E-02	98,814	2,00E-16
Salto de Categoría 3 a 3	2,029	9,6E-03	211,94	2,00E-16

Salto de Categoría 3 a 4	2,823	2,7E-02	105,097	2,00E-16
Salto de Categoría 3 a 5	3,842	1,3E-01	28,629	2,00E-16
Salto de Categoría 4 a 1	0,722	1,6E-01	4,41	4,00E-05
Salto de Categoría 4 a 2	1,427	8,0E-02	17,926	2,00E-16
Salto de Categoría 4 a 3	2,108	2,7E-02	78,734	2,00E-16
Salto de Categoría 4 a 4	2,684	1,6E-02	168,066	2,00E-16
Salto de Categoría 4 a 5	3,746	5,9E-02	63,733	2,00E-16
Salto de Categoría 5 a 3	2,207	2,9E-01	7,694	4,30E-13
Salto de Categoría 5 a 4	3,228	8,9E-02	36,076	2,00E-16
Salto de Categoría 5 a 5	3,628	4,9E-02	73,821	2,00E-16

Anexo 6: Resultados de coeficientes del modelo LANPASS sin interacciones
Fuente: Elaboración Propia

2. MODELO TAM FIDELIDADE

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,169	4,6E-02	111,808	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,018	4,0E-04	45,827	< 2E-16
EDAD	0,001	1,4E-04	5,711	1,1E-08
EDAD2	0,000	7,7E-08	1,136	2,6E-01
GENERO	0,166	3,7E-03	45,229	< 2E-16
BRASIL	-0,037	1,2E-02	-3,11	1,9E-03
Salto de Categoría 1 a 2	1,209	4,4E-02	27,296	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2,751	7,2E-02	38,217	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 4	3,178	2,5E-01	12,849	3,2E-01
Salto de Categoría 1 a 5	5,288	1,1E+00	4,854	1,2E-01
Salto de Categoría 2 a 1	0,423	4,4E-02	9,556	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 2	1,514	4,4E-02	34,138	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	2,311	4,5E-02	51,48	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	3,254	8,9E-02	36,525	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 5	4,009	5,5E-01	7,343	2,1E-13
Salto de Categoría 3 a 1	1,586	6,3E-01	2,518	1,2E-02
Salto de Categoría 3 a 2	1,488	4,5E-02	33,202	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 3	2,637	4,5E-02	58,222	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	3,186	4,7E-02	67,531	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 5	3,969	1,2E-01	31,812	< 2E-16
Salto de Categoría 4 a 1	0,702	5,5E-01	1,285	2,0E-01
Salto de Categoría 4 a 2	NA	NA	NA	NA
Salto de Categoría 4 a 3	2,237	5,4E-02	41,35	< 2E-16
Salto de Categoría 4 a 4	3,458	5,9E-02	59,119	< 2E-16
Salto de Categoría 4 a 5	3,817	6,8E-02	55,812	< 2E-16
Salto de Categoría 5 a 3	NA	NA	NA	NA
Salto de Categoría 5 a 4	2,774	7,2E-02	38,261	< 2E-16
Salto de Categoría 5 a 5	3,980	7,7E-02	51,803	< 2E-16

Anexo 7: Resultados de coeficientes del modelo TAM FIDELIDADE sin interacciones
Fuente: Elaboración Propia

3. MODELO LATAM

Variable	Coefficiente Estimado	Std. Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5.917	9.3E-03	635.95	2.00E-16
ANTIGUEDAD	0.036	1.8E-04	202.92	2.00E-16
EDAD	0.002	5.7E-05	-29.91	2.00E-16
EDAD2	-6.30E-07	7.0E-08	-9.05	2.00E-16
PROGRAMA	0.683	1.3E-02	54.60	2.00E-16
GENERO	0.145	1.6E-03	90.13	2.00E-16
CHILE	0.822	9.0E-03	91.09	2.00E-16
BRASIL	-0.436	9.2E-03	-47.44	2.00E-16
ECUADOR	-0.389	9.9E-03	-39.36	2.00E-16
COLOMBIA	-0.990	9.5E-03	-104.52	2.00E-16
PERÚ	-0.395	9.2E-03	-43.13	2.00E-16
U.S.A	0.318	1.2E-02	25.82	2.00E-16
ARGENTINA/URUGUAY	0.167	9.2E-03	18.14	2.00E-16
Salto de Categoría 1 a 2	0.859	3.5E-03	247.13	2.00E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2.100	1.8E-02	117.77	2.00E-16
Salto de Categoría 1 a 4	2.193	5.1E-02	43.15	2.00E-16
Salto de Categoría 1 a 5	3.792	2.9E-01	13.12	2.00E-16
Salto de Categoría 2 a 1	0.072	4.1E-03	17.82	2.00E-16
Salto de Categoría 2 a 2	0.911	3.1E-03	293.00	2.00E-16
Salto de Categoría 2 a 3	1.959	7.5E-03	262.80	2.00E-16
Salto de Categoría 2 a 4	2.826	3.9E-02	73.35	2.00E-16
Salto de Categoría 2 a 5	3.515	1.7E-01	20.82	2.00E-16
Salto de Categoría 3 a 1	0.833	4.2E-02	19.70	2.00E-16
Salto de Categoría 3 a 2	1.123	7.2E-03	156.68	2.00E-16
Salto de Categoría 3 a 3	2.113	7.2E-03	295.45	2.00E-16
Salto de Categoría 3 a 4	2.758	1.4E-02	193.19	2.00E-16
Salto de Categoría 3 a 5	3.675	8.8E-02	41.75	2.00E-16
Salto de Categoría 4 a 1	0.693	1.6E-01	4.39	1.20E-04
Salto de Categoría 4 a 2	1.470	8.0E-02	18.34	2.00E-16
Salto de Categoría 4 a 3	1.979	2.0E-02	96.92	2.00E-16
Salto de Categoría 4 a 4	2.763	1.5E-02	186.18	2.00E-16
Salto de Categoría 4 a 5	3.547	3.9E-02	90.78	2.00E-16
Salto de Categoría 5 a 3	2.300	2.9E-01	7.96	8.00E-14
Salto de Categoría 5 a 4	2.559	4.8E-02	52.98	2.00E-16
Salto de Categoría 5 a 5	3.603	3.9E-02	92.80	2.00E-16

*Anexo 8: Resultados de coeficientes del modelo LATAM sin interacciones
Fuente: Elaboración Propia*

12.3 Anexo C

SIGNIFICANCIA DE COEFICIENTES: MODELOS CON INTERACCIONES

1. MODELO LANPASS

Variable	Coefficiente Estimado	Std, Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	6,000	1,2E-02	486,723	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,041	2,2E-04	185,816	< 2E-16
EDAD	0,004	2,3E-04	17,885	< 2E-16
EDAD2	-6,62E-05	2,3E-06	-28,364	< 2E-16
GENERO	0,125	1,9E-03	65,243	< 2E-16
CHILE	0,587	1,1E-02	52,824	< 2E-16
BRASIL	-0,044	2,8E-02	-1,564	1,2E-01
ECUADOR	-0,622	1,2E-02	-52,683	< 2E-16
COLOMBIA	-1,208	1,1E-02	-105,20	< 2E-16
PERÚ	-0,627	1,1E-02	-55,958	< 2E-16
U.S.A	0,214	1,4E-02	14,764	< 2E-16
ARGENTINA/URUGUAY	-0,058	1,1E-02	-5,202	2,0E-07
Salto de Categoría 1 a 2	0,678	3,5E-02	19,187	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2,274	1,7E-01	13,725	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 4	2,552	4,7E-01	5,392	7,0E-08
Salto de Categoría 1 a 5	8,631	1,0E+01	0,844	4,0E-01
Salto de Categoría 2 a 1	0,512	7,4E-02	6,881	5,9E-12
Salto de Categoría 2 a 2	0,508	3,5E-02	14,708	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	1,793	1,7E-01	10,367	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	3,421	5,8E-01	5,931	3,0E-09
Salto de Categoría 2 a 5	-0,031	2,9E+00	-0,011	9,9E-01
Salto de Categoría 3 a 1	1,432	4,4E-01	3,283	1,0E-03
Salto de Categoría 3 a 2	0,779	1,7E-01	4,503	6,7E-06
Salto de Categoría 3 a 3	1,248	1,1E-01	10,939	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	3,506	4,4E-01	7,994	1,3E-15
Salto de Categoría 3 a 5	5,894	2,9E+00	2,032	4,2E-02
Salto de Categoría 4 a 1	-6,099	3,6E+00	-1,716	8,6E-02
Salto de Categoría 4 a 2	3,288	1,3E+00	2,559	1,1E-02
Salto de Categoría 4 a 3	2,366	4,1E-01	5,795	6,8E-09
Salto de Categoría 4 a 4	1,538	2,7E-01	5,748	9,1E-09
Salto de Categoría 4 a 5	4,258	1,5E+00	2,934	3,3E-03
Salto de Categoría 5 a 3	-15,170	1,0E+01	-1,507	1,3E-01
Salto de Categoría 5 a 4	3,694	2,2E+00	1,688	9,1E-02
Salto de Categoría 5 a 5	5,038	8,6E-01	5,865	4,5E-09
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 2	-0,017	8,7E-04	-19,294	< 2E-16

Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 3	0,030	3,4E-03	8,909	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 4	0,063	8,6E-03	7,357	1,9E-13
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 5	0,059	5,3E-02	1,132	2,6E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 1	0,001	1,5E-03	0,791	4,3E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 2	-0,008	6,1E-04	-13,024	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 3	0,011	2,5E-03	4,225	2,4E-05
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 4	0,013	7,1E-03	1,764	7,8E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 5	0,008	2,8E-02	0,282	7,8E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 1	0,003	7,3E-03	0,477	6,3E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 2	0,008	2,5E-03	3,107	1,9E-03
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 3	0,015	1,6E-03	9,366	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 4	0,025	4,5E-03	5,455	4,9E-08
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 5	0,012	2,5E-02	0,49	6,2E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 1	0,094	4,9E-02	1,933	5,3E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 2	0,028	1,3E-02	2,198	2,8E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 3	0,009	4,6E-03	2,057	4,0E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 4	0,019	2,6E-03	7,253	4,1E-13
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 5	-0,020	1,0E-02	-1,98	4,8E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 3	-0,079	7,3E-02	-1,075	2,8E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 4	0,033	1,6E-02	2,094	3,6E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 5	-0,003	8,2E-03	-0,373	7,1E-01
Interacción Edad y Salto de 1 a 2	0,012	1,5E-03	8,256	< 2E-16
Interacción Edad y Salto de 1 a 3	-0,013	7,0E-03	-1,839	6,6E-02
Interacción Edad y Salto de 1 a 4	-0,036	1,8E-02	-2,026	4,3E-02
Interacción Edad y Salto de 1 a 5	-0,289	4,8E-01	-0,599	5,5E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 1	0,003	3,0E-03	1,108	2,7E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 2	0,014	1,4E-03	10,04	< 2E-16
Interacción Edad y Salto de 2 a 3	0,016	7,1E-03	2,227	2,6E-02
Interacción Edad y Salto de 2 a 4	-0,025	2,4E-02	-1,019	3,1E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 5	0,209	1,0E-01	1,992	4,6E-02
Interacción Edad y Salto de 3 a 1	-0,019	1,8E-02	-1,022	3,1E-01
Interacción Edad y Salto de 3 a 2	0,028	6,9E-03	4,093	4,3E-05
Interacción Edad y Salto de 3 a 3	0,023	4,6E-03	4,893	9,9E-07
Interacción Edad y Salto de 3 a 4	-0,029	1,8E-02	-1,635	1,0E-01
Interacción Edad y Salto de 3 a 5	-0,098	1,3E-01	-0,78	4,4E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 1	0,244	1,4E-01	1,729	8,4E-02
Interacción Edad y Salto de 4 a 2	-0,059	5,1E-02	-1,16	2,5E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 3	-0,014	1,6E-02	-0,906	3,6E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 4	0,040	1,1E-02	3,725	2,0E-04
Interacción Edad y Salto de 4 a 5	-0,004	5,6E-02	-0,073	9,4E-01
Interacción Edad y Salto de 5 a 3	0,642	4,0E-01	1,597	1,1E-01
Interacción Edad y Salto de 5 a 4	-0,014	8,1E-02	-0,177	8,6E-01
Interacción Edad y Salto de 5 a 5	-0,027	3,0E-02	-0,904	3,7E-01
Interacción Género y Salto de 1 a 2	0,130	9,8E-03	13,253	< 2E-16

Interacción Género y Salto de 1 a 3	0,145	4,4E-02	3,295	9,9E-04
Interacción Género y Salto de 1 a 4	0,181	1,3E-01	1,426	1,5E-01
Interacción Género y Salto de 1 a 5	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 2 a 1	0,015	1,8E-02	0,848	4,0E-01
Interacción Género y Salto de 2 a 2	0,121	7,6E-03	15,975	< 2E-16
Interacción Género y Salto de 2 a 3	0,186	3,6E-02	5,098	3,4E-07
Interacción Género y Salto de 2 a 4	0,305	1,1E-01	2,769	5,6E-03
Interacción Género y Salto de 2 a 5	-1,433	6,6E-01	-2,166	3,0E-02
Interacción Género y Salto de 3 a 1	-0,344	9,7E-02	-3,542	4,0E-04
Interacción Género y Salto de 3 a 2	-0,001	3,6E-02	-0,029	9,8E-01
Interacción Género y Salto de 3 a 3	0,180	2,5E-02	7,182	6,9E-13
Interacción Género y Salto de 3 a 4	0,005	7,7E-02	0,066	9,5E-01
Interacción Género y Salto de 3 a 5	0,611	6,5E-01	0,934	3,5E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 1	-0,420	4,7E-01	-0,886	3,8E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 2	-0,443	2,4E-01	-1,835	6,6E-02
Interacción Género y Salto de 4 a 3	0,118	7,4E-02	1,599	1,1E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 4	0,117	4,8E-02	2,434	1,5E-02
Interacción Género y Salto de 4 a 5	0,200	2,3E-01	0,876	3,8E-01
Interacción Género y Salto de 5 a 3	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 5 a 4	-0,277	3,9E-01	-0,708	4,8E-01
Interacción Género y Salto de 5 a 5	-0,225	2,5E-01	-0,918	3,6E-01

Anexo 9: Resultados de coeficientes del modelo LANPASS con interacciones

Fuente: Elaboración Propia

2. MODELO TAM FIDELIDADE

Variable	Coefficiente Estimado	Std, Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	4,408	2,9E-01	15,42	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,030	1,5E-03	20,657	< 2E-16
EDAD	0,021	1,0E-02	2,002	4,5E-02
EDAD2	-0,0001	9,0E-05	-1,326	1,8E-01
GENERO	0,091	8,9E-02	1,022	3,1E-01
BRASIL	-0,033	1,2E-02	-2,775	5,5E-03
Salto de Categoría 1 a 2	1,742	2,9E-01	6,077	1,2E-09
Salto de Categoría 1 a 3	3,132	6,5E-01	4,807	1,5E-06
Salto de Categoría 1 a 4	3,360	5,1E+00	0,655	5,1E-01
Salto de Categoría 1 a 5	5,537	1,1E+00	5,074	3,9E-07
Salto de Categoría 2 a 1	1,102	2,9E-01	3,845	1,2E-04
Salto de Categoría 2 a 2	1,966	2,9E-01	6,832	8,4E-12
Salto de Categoría 2 a 3	2,889	3,0E-01	9,761	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	3,865	7,2E-01	5,358	8,4E-08
Salto de Categoría 2 a 5	-25,470	7,3E+01	-0,351	7,3E-01
Salto de Categoría 3 a 1	14,740	4,1E+00	3,578	3,5E-04
Salto de Categoría 3 a 2	1,849	3,0E-01	6,234	4,6E-10

Salto de Categoría 3 a 3	3,270	3,1E-01	10,513	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	3,769	3,6E-01	10,565	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 5	6,616	1,9E+00	3,499	4,7E-04
Salto de Categoría 4 a 1	2,957	1,9E+00	1,533	1,3E-01
Salto de Categoría 4 a 2	NA	NA	NA	NA
Salto de Categoría 4 a 3	1,562	5,2E-01	3,003	2,7E-03
Salto de Categoría 4 a 4	3,861	6,2E-01	6,235	4,5E-10
Salto de Categoría 4 a 5	4,074	6,8E-01	6,011	1,8E-09
Salto de Categoría 5 a 3	NA	NA	NA	NA
Salto de Categoría 5 a 4	2,284	8,2E-01	2,774	5,5E-03
Salto de Categoría 5 a 5	3,388	1,2E+00	2,888	3,9E-03
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 2	-3,8E-04	3,2E-05	12,177	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 3	-3,2E-04	2,6E-04	-1,228	2,2E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 4	-1,8E-05	1,1E-03	-0,016	9,9E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 5	NA	NA	NA	NA
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 1	-1,1E-04	3,0E-05	-3,56	3,7E-04
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 2	-2,5E-04	3,2E-05	-7,923	2,3E-15
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 3	-3,9E-04	4,6E-05	-8,571	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 4	-3,2E-04	3,3E-04	-0,964	3,3E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 5	-0,041	6,7E-02	-0,615	5,4E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 1	0,005	3,6E-03	1,323	1,9E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 2	-1,1E-04	4,4E-05	-2,596	9,4E-03
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 3	-3,6E-04	5,1E-05	-7,107	1,2E-12
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 4	-3,0E-04	6,7E-05	-4,424	9,7E-06
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 5	-7,1E-04	5,4E-04	-1,327	1,8E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 1	0,002	7,7E-03	0,276	7,8E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 2	NA	NA	NA	NA
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 3	-2,8E-04	8,9E-05	-3,183	1,5E-03
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 4	-3,2E-04	1,9E-04	-1,697	9,0E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 5	-4,0E-04	2,4E-04	-1,674	9,4E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 3	NA	NA	NA	NA
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 4	-3,1E-04	1,8E-04	-1,766	7,7E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 5	-2,7E-04	2,8E-04	-0,964	3,4E-01
Interacción Edad y Salto de 1 a 2	-0,011	1,0E-02	-1,038	3,0E-01
Interacción Edad y Salto de 1 a 3	4,6E-04	2,9E-02	0,016	9,9E-01
Interacción Edad y Salto de 1 a 4	-0,025	2,6E-01	-0,095	9,2E-01
Interacción Edad y Salto de 1 a 5	NA	NA	NA	NA
Interacción Edad y Salto de 2 a 1	-0,020	1,0E-02	-1,899	5,8E-02
Interacción Edad y Salto de 2 a 2	-0,011	1,0E-02	-1,037	3,0E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 3	-0,013	1,1E-02	-1,248	2,1E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 4	-0,011	2,5E-02	-0,42	6,7E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 5	1,679	3,5E+00	0,476	6,3E-01
Interacción Edad y Salto de 3 a 1	-0,298	1,1E-01	-2,735	6,2E-03
Interacción Edad y Salto de 3 a 2	-0,006	1,1E-02	-0,59	5,6E-01

Interacción Edad y Salto de 3 a 3	-0,013	1,1E-02	-1,185	2,4E-01
Interacción Edad y Salto de 3 a 4	-0,012	1,3E-02	-0,936	3,5E-01
Interacción Edad y Salto de 3 a 5	-0,087	7,0E-02	-1,246	2,1E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 1	-0,076	6,0E-02	-1,277	2,0E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 2	NA	NA	NA	NA
Interacción Edad y Salto de 4 a 3	0,051	1,9E-02	2,597	9,4E-03
Interacción Edad y Salto de 4 a 4	-0,006	2,3E-02	-0,269	7,9E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 5	0,003	2,4E-02	0,121	9,0E-01
Interacción Edad y Salto de 5 a 3	NA	NA	NA	NA
Interacción Edad y Salto de 5 a 4	0,018	3,0E-02	0,618	5,4E-01
Interacción Edad y Salto de 5 a 5	0,033	4,5E-02	0,745	4,6E-01
Interacción Género y Salto de 1 a 2	0,097	8,9E-02	1,085	2,8E-01
Interacción Género y Salto de 1 a 3	-0,051	1,5E-01	-0,338	7,4E-01
Interacción Género y Salto de 1 a 4	0,002	6,0E-01	0,003	1,0E+00
Interacción Género y Salto de 1 a 5	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 2 a 1	0,075	8,9E-02	0,835	4,0E-01
Interacción Género y Salto de 2 a 2	0,095	8,9E-02	1,061	2,9E-01
Interacción Género y Salto de 2 a 3	0,068	9,1E-02	0,744	4,6E-01
Interacción Género y Salto de 2 a 4	0,131	2,4E-01	0,537	5,9E-01
Interacción Género y Salto de 2 a 5	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 3 a 1	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 3 a 2	-0,102	9,1E-02	-1,121	2,6E-01
Interacción Género y Salto de 3 a 3	0,016	9,2E-02	0,172	8,6E-01
Interacción Género y Salto de 3 a 4	0,022	9,9E-02	0,219	8,3E-01
Interacción Género y Salto de 3 a 5	0,280	3,3E-01	0,86	3,9E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 1	1,833	1,7E+00	1,107	2,7E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 2	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 4 a 3	-0,346	1,2E-01	-2,941	3,3E-03
Interacción Género y Salto de 4 a 4	0,040	1,4E-01	0,288	7,7E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 5	-0,070	1,8E-01	-0,381	7,0E-01
Interacción Género y Salto de 5 a 3	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 5 a 4	0,237	1,9E-01	1,255	2,1E-01
Interacción Género y Salto de 5 a 5	0,002	2,3E-01	0,007	9,9E-01

Anexo 10: Resultados de coeficientes del modelo TAM FIDELIDADE con interacciones

Fuente: Elaboración Propia

3. MODELO DE LATAM CON INTERACCIONES

Variable	Coefficiente Estimado	Std, Error	t value	Pr(> t)
INTERCEPTO	5,378	1,4E-02	392,29	< 2E-16
ANTIGUEDAD	0,038	1,9E-04	201,74	< 2E-16
EDAD	0,005	2,3E-04	20,01	< 2E-16
EDAD2	-6,82E-05	2,3E-06	-29,15	< 2E-16
PROGRAMA	0,623	1,3E-02	48,07	< 2E-16
GENERO	0,125	1,9E-03	65,24	< 2E-16
CHILE	0,591	1,0E-02	59,14	< 2E-16
BRASIL	0,001	1,2E-02	0,07	9,4E-01
ECUADOR	-0,621	1,1E-02	-57,68	< 2E-16
COLOMBIA	-1,215	1,0E-02	116,92	< 2E-16
PERÚ	-0,626	1,0E-02	-61,97	< 2E-16
U,S,A	0,212	1,2E-02	16,97	< 2E-16
ARGENTINA/URUGUAY	-0,058	1,0E-02	-5,76	8,2E-09
Salto de Categoría 1 a 2	0,727	2,0E-02	36,65	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 3	2,249	1,6E-01	14,18	< 2E-16
Salto de Categoría 1 a 4	2,362	4,6E-01	5,11	3,2E-07
Salto de Categoría 1 a 5	3,487	1,0E+01	0,93	3,5E-01
Salto de Categoría 2 a 1	0,024	1,3E-02	1,80	7,2E-02
Salto de Categoría 2 a 2	0,896	2,4E-02	37,38	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 3	1,884	6,8E-02	27,85	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 4	3,319	3,8E-01	8,75	< 2E-16
Salto de Categoría 2 a 5	3,047	2,8E+00	20,02	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 1	1,533	4,4E-01	3,52	4,3E-04
Salto de Categoría 3 a 2	0,721	7,0E-02	10,32	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 3	1,783	8,2E-02	21,86	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 4	3,003	1,9E-01	16,18	< 2E-16
Salto de Categoría 3 a 5	4,302	1,4E+00	4,08	4,5E-01
Salto de Categoría 4 a 1	-3,245	2,9E+00	-1,12	2,6E-01
Salto de Categoría 4 a 2	3,280	1,3E+00	2,54	1,1E-02
Salto de Categoría 4 a 3	1,378	2,9E-01	4,68	2,8E-06
Salto de Categoría 4 a 4	1,705	2,4E-01	7,18	6,8E-13
Salto de Categoría 4 a 5	3,658	5,3E-01	6,96	3,3E-12
Salto de Categoría 5 a 3	-15,490	1,0E+01	-1,53	1,3E-01
Salto de Categoría 5 a 4	1,178	7,0E-01	1,69	9,1E-02
Salto de Categoría 5 a 5	3,834	6,5E-01	5,86	4,7E-09
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 2	-4,5E-04	1,1E-05	-40,98	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 3	3,6E-04	1,1E-04	3,17	1,5E-03
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 4	1,2E-03	4,8E-04	2,48	1,3E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 1 a 5	0,006	6,3E-03	0,99	3,2E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 1	-5,8E-04	1,1E-05	-50,78	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 2	2,9E-04	9,9E-06	29,58	< 2E-16

Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 3	-5,8E-04	2,2E-05	-26,67	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 4	-1,1E-04	1,3E-04	-0,83	4,1E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 2 a 5	-1,0E-04	6,2E-04	-0,17	8,7E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 1	-0,002	9,2E-04	-2,15	3,2E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 2	-5,0E-04	2,0E-05	-24,94	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 3	3,9E-06	1,8E-05	0,22	8,3E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 4	-2,7E-04	3,6E-05	-7,55	4,4E-14
Interacción Antigüedad y Salto de 3 a 5	-5,6E-04	2,4E-04	-2,33	2,0E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 1	-0,004	2,9E-03	-1,28	2,0E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 2	0,030	1,3E-02	2,38	1,7E-02
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 3	-4,8E-04	4,6E-05	-10,39	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 4	2,6E-04	5,1E-05	5,17	2,4E-07
Interacción Antigüedad y Salto de 4 a 5	-5,5E-04	9,8E-05	-5,60	2,1E-08
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 3	-0,077	7,3E-02	-1,05	3,0E-01
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 4	-0,001	1,0E-04	-8,57	< 2E-16
Interacción Antigüedad y Salto de 5 a 5	-2,0E-04	9,2E-05	-2,19	2,8E-02
Interacción Edad y Salto de 1 a 2	0,005	8,0E-04	5,62	1,9E-08
Interacción Edad y Salto de 1 a 3	-0,003	6,7E-03	-0,50	6,2E-01
Interacción Edad y Salto de 1 a 4	-0,014	1,7E-02	-0,83	4,1E-01
Interacción Edad y Salto de 1 a 5	-0,329	4,8E-01	-0,68	5,0E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 1	0,002	3,5E-04	4,72	2,3E-06
Interacción Edad y Salto de 2 a 2	-0,001	9,5E-04	-1,12	2,6E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 3	0,003	2,7E-03	1,29	2,0E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 4	-0,018	1,4E-02	-1,25	2,1E-01
Interacción Edad y Salto de 2 a 5	0,210	1,0E-01	2,03	4,2E-02
Interacción Edad y Salto de 3 a 1	-0,021	1,8E-02	-1,13	2,6E-01
Interacción Edad y Salto de 3 a 2	0,017	2,7E-03	6,54	6,4E-11
Interacción Edad y Salto de 3 a 3	0,010	3,1E-03	3,24	1,2E-03
Interacción Edad y Salto de 3 a 4	-0,008	7,1E-03	-1,06	2,9E-01
Interacción Edad y Salto de 3 a 5	-0,087	5,5E-02	-1,59	1,1E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 1	0,162	1,2E-01	1,37	1,7E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 2	-0,059	5,1E-02	-1,16	2,5E-01
Interacción Edad y Salto de 4 a 3	0,031	1,1E-02	2,74	6,2E-03
Interacción Edad y Salto de 4 a 4	0,040	9,3E-03	4,33	1,5E-05
Interacción Edad y Salto de 4 a 5	-1,9E-04	1,8E-02	-0,01	9,9E-01
Interacción Edad y Salto de 5 a 3	0,654	4,0E-01	1,62	1,1E-01
Interacción Edad y Salto de 5 a 4	0,049	2,5E-02	1,94	5,2E-02
Interacción Edad y Salto de 5 a 5	0,003	2,3E-02	0,11	9,1E-01
Interacción Género y Salto de 1 a 2	0,084	5,7E-03	14,58	< 2E-16
Interacción Género y Salto de 1 a 3	0,104	4,1E-02	2,52	1,2E-02
Interacción Género y Salto de 1 a 4	0,166	1,2E-01	1,33	1,8E-01
Interacción Género y Salto de 1 a 5	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 2 a 1	0,072	6,0E-03	11,98	< 2E-16
Interacción Género y Salto de 2 a 2	0,059	5,7E-03	10,35	< 2E-16

Interacción Género y Salto de 2 a 3	0,074	1,6E-02	4,61	4,1E-06
Interacción Género y Salto de 2 a 4	0,254	9,9E-02	2,57	1,0E-02
Interacción Género y Salto de 2 a 5	-1,425	6,6E-01	-2,15	3,2E-02
Interacción Género y Salto de 3 a 1	-0,333	9,7E-02	-3,42	6,2E-04
Interacción Género y Salto de 3 a 2	-0,089	1,5E-02	-5,90	3,8E-09
Interacción Género y Salto de 3 a 3	0,057	1,7E-02	3,28	1,0E-03
Interacción Género y Salto de 3 a 4	-0,011	3,8E-02	-0,28	7,8E-01
Interacción Género y Salto de 3 a 5	0,275	2,7E-01	1,01	3,1E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 1	-0,494	4,3E-01	-1,14	2,6E-01
Interacción Género y Salto de 4 a 2	-0,444	2,4E-01	-1,83	6,7E-02
Interacción Género y Salto de 4 a 3	-0,112	5,3E-02	-2,11	3,5E-02
Interacción Género y Salto de 4 a 4	0,099	4,4E-02	2,25	2,5E-02
Interacción Género y Salto de 4 a 5	0,015	1,3E-01	0,12	9,1E-01
Interacción Género y Salto de 5 a 3	NA	NA	NA	NA
Interacción Género y Salto de 5 a 4	0,212	1,5E-01	1,40	1,6E-01
Interacción Género y Salto de 5 a 5	-0,069	1,6E-01	-0,43	6,7E-01

Anexo 11: Resultados de coeficientes del modelo LATAM con interacciones
Fuente: Elaboración Propia

12.4 Anexo D

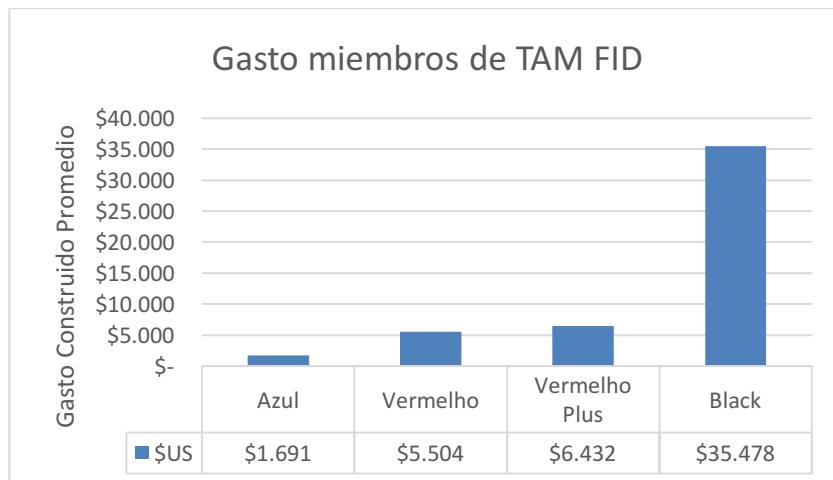
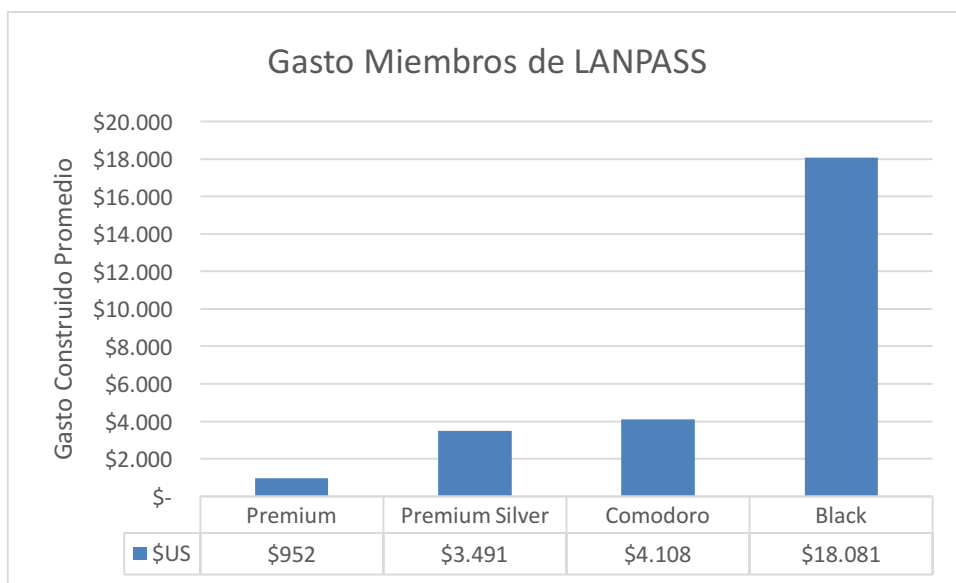


Ilustración 19: Gasto medio construido de modelo LATAM, según la categoría a la que ascienden miembros de TAM FIDELIDADE
Fuente: Elaboración Propia



*Ilustración 20: Gasto medio construido de modelo LATAM, según la categoría a la que ascienden miembros de LANPASS
Fuente: Elaboración Propia*

12.5 Anexo E

RESULTADO DE ASIGNACIÓN DE UPGRADES

1. OPTIMIZACIÓN CON MODELO LANPASS

2.

2.1 COSTOS DE PROGRAMA

- **Presupuesto \$US 1 Millón**

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3805	3805	100%
Salto de 1 a 3	304	501	61%
Salto de 1 a 4	25	211	12%
Salto de 1 a 5	20	44	45%
Salto de 2 a 3	20	20	100%
Salto de 2 a 4	15	16	94%
Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	2	2	100%
Subtotal	4195	4603	91%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	10157	10159	100%
Salto de 1 a 3	897	1306	69%
Salto de 1 a 4	2	246	1%
Salto de 1 a 5	0	53	0%

Salto de 2 a 3	18	19	95%
Salto de 2 a 4	5	5	100%
Subtotal	11079	11788	94%
Total	15274	16391	93%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia

- **Presupuesto \$US 0.5 Millones**

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3805	3805	100%
Salto de 1 a 3	122	501	24%
Salto de 1 a 4	2	211	1%
Salto de 1 a 5	12	44	27%
Salto de 2 a 3	12	20	60%
Salto de 2 a 4	6	16	38%
Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	2	2	100%
Subtotal	3965	4603	86%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	10157	10159	100%
Salto de 1 a 3	113	1306	9%
Salto de 1 a 4	0	246	0%
Salto de 1 a 5	0	53	0%
Salto de 2 a 3	13	19	68%
Salto de 2 a 4	4	5	80%
Subtotal	10287	11788	87%
Total	14252	16391	87%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia

2.2 COSTOS TOTALES

- **Presupuesto \$US 3 Millones**

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3501	3805	92%
Salto de 1 a 3	78	501	16%
Salto de 1 a 4	3	211	1%
Salto de 1 a 5	33	44	75%
Salto de 2 a 3	11	20	55%
Salto de 2 a 4	10	16	63%

Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	2	2	100%
Subtotal	3840	4603	83%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	9616	10159	95%
Salto de 1 a 3	35	1306	3%
Salto de 1 a 4	1	246	0%
Salto de 1 a 5	3	53	6%
Salto de 2 a 3	8	19	42%
Salto de 2 a 4	5	5	100%
Subtotal	9668	11788	82%
Total	13508	16391	82%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia

- **Presupuesto \$US 1.5 Millones**

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	2446	3805	64%
Salto de 1 a 3	20	501	4%
Salto de 1 a 4	1	211	0%
Salto de 1 a 5	17	44	39%
Salto de 2 a 3	6	20	30%
Salto de 2 a 4	0	16	0%
Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	2	2	100%
Subtotal	2496	4603	54%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	4417	10159	43%
Salto de 1 a 3	16	1306	1%
Salto de 1 a 4	0	246	0%
Salto de 1 a 5	0	53	0%
Salto de 2 a 3	6	19	32%
Salto de 2 a 4	3	5	60%
Subtotal	4442	11788	38%
Total	6938	16391	42%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia

3. OPTIMIZACIÓN CON MODELO LATAM

3.1 COSTOS DE PROGAMA

- Presupuesto \$US 1 Millón

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3805	3805	100%
Salto de 1 a 3	455	501	91%
Salto de 1 a 4	52	211	25%
Salto de 1 a 5	43	44	98%
Salto de 2 a 3	11	20	55%
Salto de 2 a 4	10	16	63%
Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	1	2	50%
Subtotal	4381	4603	95%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	10157	10159	100%
Salto de 1 a 3	557	1306	43%
Salto de 1 a 4	5	246	2%
Salto de 1 a 5	3	53	6%
Salto de 2 a 3	13	19	68%
Salto de 2 a 4	4	5	80%
Subtotal	11079	11788	94%
Total	15460	16391	94%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia

- Presupuesto \$0.5 Millones

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3805	3805	100%
Salto de 1 a 3	139	501	28%
Salto de 1 a 4	14	211	7%
Salto de 1 a 5	17	44	39%
Salto de 2 a 3	2	20	10%
Salto de 2 a 4	0	16	0%
Salto de 3 a 4	3	4	75%
Salto de 3 a 5	0	2	0%
Subtotal	3980	4603	86%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	10156	10159	100%
Salto de 1 a 3	73	1306	6%
Salto de 1 a 4	1	246	0%

Salto de 1 a 5	1	53	2%
Salto de 2 a 3	6	19	32%
Salto de 2 a 4	3	5	60%
Subtotal	11079	11788	94%
Total	15059	16391	92%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia

3.2 COSTOS TOTALES

- **Presupuesto \$US 3 Millones**

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3432	3805	90%
Salto de 1 a 3	243	501	49%
Salto de 1 a 4	45	211	21%
Salto de 1 a 5	44	44	100%
Salto de 2 a 3	7	20	35%
Salto de 2 a 4	12	16	75%
Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	2	2	100%
Subtotal	3789	4603	82%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	7370	10159	73%
Salto de 1 a 3	124	1306	9%
Salto de 1 a 4	3	246	1%
Salto de 1 a 5	6	53	11%
Salto de 2 a 3	11	19	58%
Salto de 2 a 4	4	5	80%
Subtotal	7518	11788	64%
Total	11307	16391	69%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia

- **Presupuesto \$US 1.5 Millones**

TAM FIDELIDADE	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	3452	3805	91%
Salto de 1 a 3	122	501	24%
Salto de 1 a 4	33	211	16%
Salto de 1 a 5	41	44	93%
Salto de 2 a 3	2	20	10%
Salto de 2 a 4	1	16	6%
Salto de 3 a 4	4	4	100%
Salto de 3 a 5	2	2	100%

Subtotal	3657	4603	79%
LANPASS	Beneficiados	Postulantes	% Beneficiados
Salto de 1 a 2	1711	10159	17%
Salto de 1 a 3	63	1306	5%
Salto de 1 a 4	3	246	1%
Salto de 1 a 5	3	53	6%
Salto de 2 a 3	6	19	32%
Salto de 2 a 4	3	5	60%
Subtotal	1789	11788	15%
Total	5446	16391	33%

Tabla: Resultados asignación óptima. Modelo LANPASS según los costos del programa, con presupuesto \$US 1 millón

Fuente: Elaboración Propia