



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL INDUSTRIAL

“ANÁLISIS DE GESTIÓN, PARA LA REDUCCIÓN DE LA
EVASIÓN DE PAGO DE PASAJES EN EL TRANSANTIAGO,
CASO EMPRESA: STP SANTIAGO S.A.”

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

SEBASTIÁN ANTONIO VALENZUELA RAMÍREZ

PROFESOR GUÍA:
ALEJANDRO MUÑOZ ROJAS.

PROFESOR CO-GUÍA:
NICOLAS JADUE MAJLUF

MIEMBRO DE LA COMISIÓN:
XIMENA SCHULTZ SORIANO

SANTIAGO DE CHILE
2014

ANÁLISIS DE GESTIÓN, PARA LA REDUCCIÓN DE LA EVASIÓN
DE PAGO DE PASAJES EN EL TRANSANTIAGO.

Desde los inicios de Transantiago han existido una serie de problemas por deficiencias a nivel de implementación como de gestión, lo que ha generado críticas de la población, que se ha mostrado insatisfecha con el nuevo sistema. Destacándose este último tiempo el tema de la evasión de pasajes, ya que ha llegado aproximadamente al 20% a nivel global, viéndose más perjudicada la empresa operadora STP Santiago S.A., la cual tiene el valor más alto, cercano al 30%.

La justificación del trabajo se respalda en tres pilares. El primero es la misión y visión que tienen Transantiago en la mejora continua de calidad de servicio, siendo eficiente y sustentable económicamente, para poder transportar a las personas de la Ciudad de Santiago. Segundo, con las críticas de los usuarios que exigen un mejor servicio y sienten injusticia con respecto a gente que evade, ya que al final, son ellos mismos los que eventualmente asumirán un alza de tarifa del pasaje. Y tercero, es la participación activa en el tema evasión que tuvieron que asumir las empresas operadoras, con la generación de los nuevos contratos el 2012. Por lo anterior, en este trabajo se desarrolla una investigación de los factores que afectan más a la evasión, generando un sistema de gestión, sobre la variable más importante, y recomendaciones de las variables secundarias, para mitigar la evasión y en lo posible, convertir ésta, en transacciones al sistema.

En el estudio se hace la diferencia entre evasores habituales y ocasionales. Los primeros son los que van a evadir siempre, por motivos como que no tienen dinero y encuentran el pasaje muy caro o están en contra del sistema. Y los evasores ocasionales, los cuales solo aprovechan la circunstancia y evaden por razones como no tener cargada la tarjeta bip! o estar demasiado lleno el bus y subirse por las puertas traseras sin validar el pasaje. Este trabajo se enfoca en el segundo segmento, el cual corresponde cerca del 64% del total de evasiones.

Se descubre que los factores más importantes y gestionables por la empresa operadora corresponde a mejorar la operación y realizar fiscalización. El factor más importante para el usuario, es la ampliación de la red de carga para la tarjeta bip! También se determina la variable a estudiar en profundidad como el factor de fiscalización, ya que al aplicar una mejora sobre éste, se espera que la evasión se reduzca y se traspase a transacciones en un 40%, en comparación con el 30% y 20% de ampliar red de carga y mejorar operación respectivamente. Por lo cual, se propone para el tema de fiscalización, un modelo de optimización dinámico que haga que los fiscalizadores controlen los paraderos y los tramos horarios con mayor evasión, generando un ruteo de estos fiscalizadores donde sea conveniente económicamente para la empresa. Esta solución, para el caso del operador STP (6% del sistema), arroja que se pueden controlar 212 mil evasores potenciales, se aumentaría 85 mil transacciones y generaría 33 millones mensuales más en ingresos. También, esta solución es casi un 15% más eficiente que fiscalizar de forma estática el paradero toda la jornada laboral.

Analizando la posible migración de paradero que presenten los evasores al enfrentarse a un paradero fiscalizado, se estudia a través de un análisis conjunto, la valoración de los atributos más importantes de la elección de paraderos de los usuarios. Generando una función de utilidad de migración para estudiar las posibles consecuencias de la solución propuesta.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores que me han guiado en mi educación y en mi trabajo.

A mi familia que me ha apoyado en los momentos difíciles y ha estado conmigo siempre.

A mis amigos que confiaron siempre en mí.

A Diego por guiarme en el trabajo.

A Pamela por su apoyo y compañía

TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción	1
1.1.	Contexto General.....	1
1.2.	Antecedentes del sistema de transporte público de Santiago.....	2
1.2.1.	Implementación y sus problemas.....	2
1.2.2.	La ciudad, Transantiago y la evasión.....	3
1.2.3.	Problemas financieros y evasión.....	6
1.2.4.	Cambio de contratos.....	8
1.3.	Planteamiento del problema y justificación.	10
1.4.	Objetivo General.....	14
1.5.	Objetivos Específicos	14
2.	Marco Conceptual.....	15
2.1.	Conceptos Básicos:.....	15
2.1.	Conceptos Técnicos:	17
3.	Metodología.....	18
3.1.	Plan de trabajo.....	19
3.2.	Alcances.....	19
3.3.	Resultados Esperados	19
4.	Evasión y factores importantes que la afectan.....	20
4.1.	Medición de la evasión.....	20
4.2.	Evasión y nuevos contratos.....	20
4.3.	Identificando los factores.....	22
4.3.1.	Estudio de Evasores	22
4.1.2.	Evaluación de los expertos de los factores.....	29
5.	Validación de las hipótesis de los factores que afectan la evasión.....	33
5.1.	Factor 1: Calidad de la operación a través de los indicadores ICF-ICR.....	33

5.2.	Factor 2: Fiscalización.....	36
5.3.	Factor 3: Red de carga o puntos de carga.....	37
6.	Gestión del Factor Principal:	40
6.1.	Modelo de localización de fiscalizadores	40
6.1.1.	Metodología:.....	40
6.1.2	Modelación Propuesta.....	41
6.2.	Modelo elección de paradero:	50
6.2.1.	Estudio Elección de paraderos (Encuesta N°1 parte 2).....	50
6.2.2	Análisis conjunto CBC.....	53
7.	Recomendaciones al sistema en tema de evasión.....	57
7.1.	Recomendaciones al sistema de cada punto.....	58
7.1.1.	Calidad de servicio y operación.....	58
7.1.2.	Expandir red de carga	59
7.1.3.	Fiscalización	61
7.1.4.	Generar conciencia.....	61
8.	Conclusiones	62
9.	Bibliografía y Citas	64
10.	Anexos	66
	Anexo1: Encuesta N°1	66
	Anexo 2: Cargos y años en el rubro, expertos elegidos.	72
	Anexo 3: Indicadores y evasión	72
	Anexo 4: Datos centros de carga bip por comuna.....	73
	Anexo 5: Resultados Preliminares del modelo	74
	Anexo 6: Imagen parte de encuesta 2.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valor pasajes a febrero 2014	5
Tabla 2: Ejemplo cobro adicional, según tramo horario punta.....	5
Tabla 3: ej. Tabla pago por pasajero transportado.	11
Tabla 4: Índice Evasión Por Operador, Primer y Segundo Trimestre 2013.....	13
Tabla 5: Pérdidas mensuales por evasión.....	13
Tabla 7: Proporción de flota de los operadores (solo buses)	23
Tabla 8: Comunas donde trabaja o estudia	25
Tabla 9: Comunas donde viven.....	26
Tabla 10: Factores que afectan la evasión.	30
Tabla 11: Evaluación de expertos de los atributos.....	30
Tabla 12: Peso de los factores de los evasores ocasionales.....	31
Tabla 13: Evaluación cuantitativa de los factores.....	32
Tabla 14: Rangos de los indicadores	33
Tabla 15: Indicador y correlación con evasión.	34
Tabla 16: Tipos de puntos de carga según servicio	37
Tabla 17: Ranking habitantes por centros de carga	38
Tabla 18: Ranking Superficie por centros de carga	39
Tabla 19: Ejemplo de confección de los arcos	48
Tabla 20: Output del modelo	48
Tabla 21: Resumen resultados.....	49
Tabla 22: Atributos del gráfico 21.....	52
Tabla 23: Importancia según categoría, por tipo de usuario	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolución tarifa 2007 a 2012	6
Gráfico 2: Evolución Evasión 2007 A 2012	7
Gráfico 3: Disminución evasión con nuevos contratos	9
Gráfico 4: Pasaje y evasión 2007-2013	21
Gráfico 5: Participación del sistema, metro y buses.....	22
Gráfico 6: Alternativa de transporte que ocupan.....	26
Gráfico 7: Cantidad de días a la semana que viajan.....	26
Gráfico 8: Opinión, por qué la gente evade.....	27
Gráfico 9: Proporción de la gente que ha evadido.....	27
Gráfico 10: Razones de la evasión.....	28
Gráfico 11: Proporción de la gente que dice que está informada de las multas	28
Gráfico 12: Proporción de cómo se considera la gente que ha evadido.....	29
Gráfico 13: Evaluación de expertos de los atributos	31
Gráfico 14: Indicadores y evasión.....	33
Gráfico 15: Multiplicación ICF*ICR.....	34
Gráfico 16: Tiempo de caminata al paradero.....	50
Gráfico 17: Cuadras de caminata al paradero.....	50
Gráfico 18: Cantidad de alternativas de buses en el paradero.....	51
Gráfico 19: Cómo encuentran la infraestructura del su paradero.....	51
Gráfico 20: Cómo encuentran la seguridad de sus paraderos.....	51
Gráfico 21: Percepción del usuario al estar en una zona paga.....	52
Gráfico 22: Percepción de importancia.....	52
Gráfico 23: Importancia de los factores de elección.....	53
Gráfico 24 : Valoración Atributos.....	55
Gráfico 25 : Importancia atributos, por tipo de usuario.....	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Esquema problema evasión.....	7
Ilustración 2: Ranking trimestral calidad de servicio.....	12
Ilustración 3: Tarjeta bip!.....	15
Ilustración 4: Validador.....	15
Ilustración 5: Colores asignados a Operadores.....	15
Ilustración 6: Fiscalizador presencial.....	16
Ilustración 7: DTPM.....	16
Ilustración 8: Notas por satisfacción servicios según operadores.....	35
Ilustración 9: Esquema inicial de arcos y caminos posibles.....	46
Ilustración 10: Esquema final de arcos y caminos posibles	46
Ilustración 11: Puntos claves para disminuir evasión.....	57
Ilustración 12: Ejemplo zonas de alta evasión y sin puntos de carga	60
Ilustración 13: Ejemplo zonas de alta evasión y sin puntos de carga	60

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO GENERAL

El actual sistema de transporte público urbano “Transantiago”, opera en la región metropolitana, específicamente en Santiago de Chile. La primera etapa de su implementación empezó a finales del 2005, la cual trataba de cambiar por completo el antiguo sistema conocido como “Las Micros Amarillas”, cambio que era necesario por el colapso vial y operativo que estaba viviendo la ciudad y el sistema.

La puesta en marcha de Transantiago (2007) generó una serie de problemas, dando a luz importantes deficiencias y errores, tanto en el diseño como en la implementación del proyecto. Esto generó una grave crisis en la Región Metropolitana a nivel político y social.

Dos de los aspectos más destacados de este nuevo sistema de transporte público son el diseño de un sistema basado en servicios alimentadores y troncales, coordinados en conjunto con el Metro de Santiago y el uso de la tarjeta inteligente (llamada Tarjeta BIP!), con el fin de establecer un sistema tarifario integrado.

Actualmente, los recorridos son desarrollados y entregados por siete distintos operadores, los cuales tienen distintas zonas asignadas, agrupadas en comunas de la ciudad y siguiendo criterios geográficos. Cada zona fue identificada con una letra y un color, los que sirven para caracterizar a los buses alimentadores (cada uno está pintado con el color correspondiente a su zona y una franja diagonal blanca en el centro). Además, cada recorrido es denominado por un código compuesto por la letra de su zona, seguida por dos cifras, en el caso de ser alimentador; mientras que de ser troncales, su identificación está compuesta solo por tres dígitos. Aunque originalmente los buses de cada zona local no podían ingresar a otra, esto se ha flexibilizado para mejorar la operación.

Las mejoras en la operación se deben, en gran medida, a que las transacciones realizadas mediante la Tarjeta BIP!, generan grandes bases de datos con información valiosa, que permite a los planificadores de transporte conocer el comportamiento de los usuarios en sus trayectos, para así mejorar la operación en beneficio de todos.

Uno de los problemas más importantes que se ha destacado este último tiempo, es el tema de la evasión de pasajes, llegando aproximadamente al 20% (2 de cada 10 viajes no se pagan). Frente a este problema se han tomado medidas como la campaña publicitaria “No meta la mano”, que trata de generar conciencia a los clientes, del daño que hacen al evadir su pasaje.

Este problema ha generado dolores de cabeza tanto al sistema de transporte como a los operadores, ya que significa una disminución del ingreso necesario para mantener funcionando el sistema.

Esta alta tasa de evasión ha llevado a un aumento de las tarifas a los usuarios del Transantiago, lo cual, de la mano con una insatisfacción de la población con el sistema de transporte público, ha dado más excusas a los evasores para no pagar su pasaje.

El trabajo, por lo tanto, consiste en desarrollar un sistema de control de gestión, que analiza los factores que puedan influir en la evasión y así poder disminuirla, en el corto a mediano plazo. El proyecto se realizará con la Empresa STP Santiago S.A., operador del Transantiago, que tiene asignado el color amarillo y la letra “F”, donde la tasa de evasión es crítica (la más alta a junio del 2013), llegando a 29,6% (Fuente: Transantiago y DTPM).

1.2. ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE SANTIAGO.

1.2.1. IMPLEMENTACIÓN Y SUS PROBLEMAS.

La primera etapa de implementación del Transantiago comenzó a operar el 22 de octubre de 2005, la cual debía ser completada el 10 de febrero de 2007, fecha en que debía realizarse la transición definitiva al nuevo sistema.

Esta primera etapa, comenzó cuando diez empresas concesionarias tomaron el control del sistema de transporte e introdujeron los buses nuevos, que circularían en las calles de Santiago junto a las “antiguas micros amarillas” de mejor estado. Pero la cantidad de buses circulando no fue la necesaria para realizar el cambio. Este déficit de máquinas, sumado a la reducción de la velocidad máxima permitida de los buses (hasta 60km/h), generó importantes retrasos en los viajes de los usuarios y malestar generalizado, debido a que los buses viajaban a máxima capacidad. Otro problema se originó por problemas de implementación debido a la ausencia de recorridos en algunas zonas de la periferia de la capital, generando largas caminatas de los usuarios.

Aunque al pasar los meses el sistema empezó a mejorar, aún demostraba deficiencia en la flota total que operaba (cerca a 5.000 buses), ya que estaba un 15% bajo la estimada para funcionar eficientemente.

Transantiago, en general, logró manejar el incremento de pasajeros por máquina, pero Metro duplicó su demanda diaria llegando a superar los 2,4 millones de pasajeros al día y llegó a tener una densidad de seis personas por metro cuadrado, alcanzando los niveles del congestionado Metros internacionales como el de Tokio. Debido a esto, el sistema empezó a tomar fuertes medidas para compensar el mal funcionamiento y poder responder a la demanda, por ejemplo:

- Uno de los hechos más importantes y que ha ayudado a las constantes mejoras, comenzó a principios del 2007, cuando se dio inicio a la entrega de la Tarjeta BIP! en diversos locales habilitados. La idea era iniciar un programa de pago tarifario integrado, que hiciera más rápida la transacción y que recopilara datos importantes para la operación.

- Como una forma de aliviar la gran demanda que sufría Metro, se crearon los "buses clones", que tratan de simular los recorridos de Metro, desplazándose por la superficie y siguiendo el recorrido de una línea en particular, deteniéndose sólo en las paradas equivalentes a las estaciones de Metro que les corresponden.
- Junto a lo anterior, se introdujeron buses expresos para conectar los lugares de la periferia al centro, circulando a mayor velocidad por las autopistas urbanas.
- Para integrar el sistema de transporte se introdujo también a los taxis colectivos.
- Se realizó una mayor fiscalización a las frecuencias, se ampliaron los rangos de los servicios nocturnos, se implementaron las vías exclusivas para el desplazamiento de la locomoción colectiva, Metro extendió el horario de servicio hasta más allá de las 23:00 horas y también aumentó la flota de coches.
- Se inauguraron las estaciones intermodales Gabriela Mistral y Vespucio Norte, y el número de buses nuevos aumentó.
- El 2012 se realizó un cambio de contrato con los operadores de Transantiago que los incentiva a mejorar la calidad de servicio considerando frecuencia y regularidad del sistema e instando a los conductores a detenerse en los paraderos, para transportar los usuarios (punto que se verá con mayor detalle más adelante).

Finalmente, hay que rescatar el error que se cometió y sacar una lección de la mala implementación y operación que tuvo Transantiago. La estrategia que se realizó es conocida como "Bing Bang" [1] y consiste en que la implementación ocurre de forma rápida y de una sola vez, teniendo como principal objetivo reducir el tiempo de transición del sistema anterior. Esta forma de actuar (la cual, según expertos, hay que evitar), no permite controlar de manera eficiente la visibilidad de los resultados.

1.2.2. LA CIUDAD, TRANSANTIAGO Y LA EVASIÓN.

Transantiago basa su funcionamiento en una estructura de servicios alimentadores y troncales. Los servicios troncales son los encargados de recorrer las principales avenidas del país; en cambio los alimentadores cumplen la función de transportar pasajeros dentro de una zona que está definida por una o más comunas geográficamente cercanas entre sí. Para ello se ha dividido Santiago en zonas, cada una con un servicio alimentador manejado por una empresa operadora, que utiliza los buses para transportar a los pasajeros.

En Santiago de Chile viven cerca de 6,68 millones de habitantes [2], en un área de 641 km². La forma de la ciudad es circular y existen dos horarios de mucha demanda, llamados también "horarios punta"; uno en la mañana, entre las 6:30 y las 8:30 horas; y otro en la tarde, entre las

17:30 y las 20:30 horas. La gran mayoría de los viajes en el horario punta de mañana, ocurren desde la periferia hacia el sector céntrico de la ciudad, mientras que en el horario punta de la tarde es de forma inversa. Transantiago cubre 34 comunas de la Región Metropolitana (cerca de 680 km²).

Para el año 2013, en un día laboral común, ocurren en promedio aproximadamente 5,6 millones de transacciones válidas en el sistema (3,3 millones en buses y 2,3 millones en Metro), esto sin considerar a la gente que evade (en su mayoría en sistema de buses) que, con una tasa del 20%, equivalen a 825.000 viajes.

Con respecto a los buses, para satisfacer esta demanda de viajes en transporte público, el sistema cuenta con cerca de 6.000 máquinas que realizan alrededor de 370 recorridos, tanto en servicios troncales como alimentadores. Con respecto a la infraestructura, existen más de 11.250 paraderos de buses y más de 200 km. de vialidad de uso preferencial para buses (Informe de gestión 2013 DTPM).

Existen además cerca de 130 estaciones de parada de buses conocidas como Zonas Pagas, que se implementan en puntos de alta demanda en horarios punta, donde la validación ocurre en una zona de la parada con la ayuda de fiscalizadores, con validadores y no arriba del bus. Esto con el fin de permitir una disminución de tiempo de subida de los usuarios y de tiempo de recorridos, además, ésta es una buena medida para combatir la evasión por la presencia de fiscalizadores y la disminución de la aglomeración de la gente.

El sistema de pago es realizado mediante la Tarjeta BIP!. Esta tarjeta funciona como tarjeta de prepago y a medida que se va utilizando en los servicios integrados de Transantiago (buses troncales, alimentadores y Metro) se va descontando la tarifa correspondiente.

Entonces, el validador se encuentra en los accesos al metro, siempre dentro de los buses (en una o más puertas), y también, en los horarios punta y en ciertos paraderos, en las zonas pagas. Como se trata de un sistema integrado de pago, permite realizar combinaciones entre los distintos servicios que admiten pago mediante Tarjeta BIP!, accediendo a un beneficio de gratuidad, el cual consiste en que al pagar el viaje el pasajero puede viajar durante 2 horas (120 minutos), desde el inicio de la primera etapa del viaje o primer bip! (en la dirección y sin repetición de recorridos), con un máximo de 2 transbordos y solo uno de ellos puede ser utilizado en Metro o el mismo servicio de bus, en los cuales se puede llegar a cobrar una tarifa reducida entre 20 a 80 pesos adicionales por transbordo, según el tramo horario en que se utilice el sistema [3].

Tabla 1: Valor pasajes a febrero 2014

Tarifas		Ver todas las Tarifas			
		Baja	Valle	Punta	Estud.
		\$600	\$600	\$600	\$200
  		\$600	\$600	\$600	\$200
		\$570	\$620	\$680	\$200
 		\$600	\$620	\$680	\$200

FUENTE: TRANSANTIAGO

Tabla 2: Ejemplo cobro adicional, según tramo horario punta

Hora Punta 07:00 - 08:59 hrs. 18:00 - 19:59 hrs.		+		+		\$680
	\$680		\$0		\$0	
		+		+		
	\$600		\$80		\$0	\$600
	+		+			
	\$600		\$0		\$0	

FUENTE: TRANSANTIAGO

Con respecto a los tipos de tarifas, existen la normal, la de adulto mayor y la de estudiante. Este último tipo de tarifas considera el uso de una tarjeta especial llamada TNE que es de uso personal, ya que en ella se guardan datos que individualizan al cliente y le permite acceder a una tarifa rebajada, que corresponde aproximadamente al 35% de la tarifa normal. En esta modalidad no existen descuentos en transbordos asociados al uso de Metro en ningún horario. En cambio, en las tarifas de adulto mayor rige el precio rebajado de estudiantes, pero solo en los horarios fuera de punta y con un máximo de dos viajes al día. Además, este beneficio solo aplica al servicio entregado por Metro y condicionado al uso de boletos, no de tarjetas. Estos boletos se adquieren directamente en las estaciones de Metro. Los requisitos para acceder a esta tarifa son tener 65 años cumplidos o más, en el caso de los hombres, y 60 años cumplidos o más, en el caso de las mujeres, y percibir una pensión previsional, asistencial o una jubilación.

También existe el “Viaje de Emergencia” que permite al usuario viajar aunque no tenga el saldo suficiente en la tarjeta y, al realizar la siguiente carga, se descuenta la cuota de transporte utilizada. Este beneficio funciona solo en buses de Transantiago (no incluye a Metro), de lunes a sábado entre las 21:00 y las 09:00 horas del día siguiente y domingos y festivos entre las 14:00 y las 09:00 horas del día siguiente.

Aunque la validación a través de la Tarjeta BIP! ha traído mejoras considerables ya mencionadas, como acelerar el tiempo de transacción, no distraer al chofer en la conducción de la máquina, entregando mayor seguridad a los usuarios, y recolectar datos importantes del flujo de pasajeros

mediante transacción de la Tarjeta BIP! y validadores, para mejorar programas de operación según nuevos requerimientos de la ciudadanía; también la nueva forma de pago ha traído problemas al sistema en cuanto al aumento de la evasión de pasaje. Esto, además de generar una pérdida económica gigantesca para el sistema, también genera una pérdida en la información de transacciones realizadas, lo que implica no observar todos los viajes realizados por el usuario.

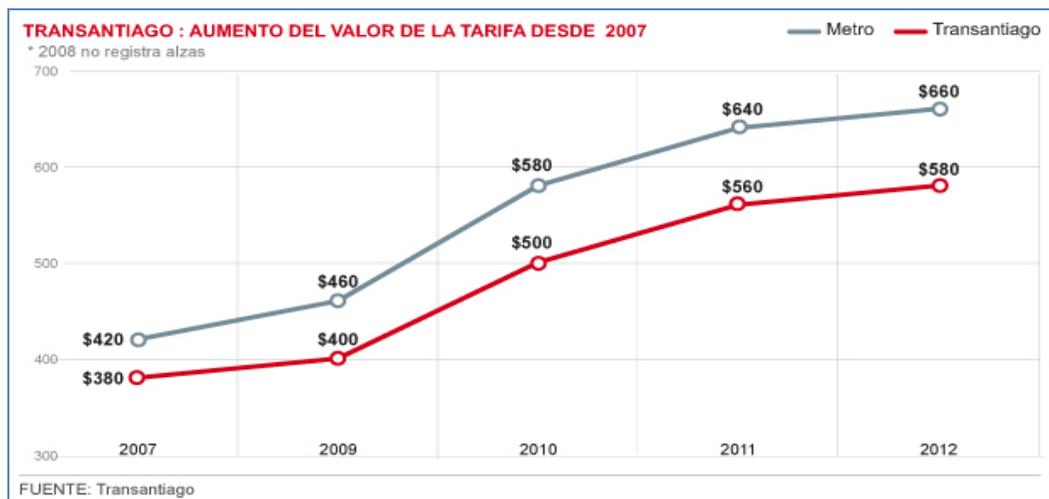
1.2.3. PROBLEMAS FINANCIEROS Y EVASIÓN.

De la mano con los problemas de gestión y de implementación mencionados anteriormente, Transantiago ha sufrido graves problemas económicos, por el gran déficit financiero que ha mantenido el Administrador Financiero del Transantiago¹. Este déficit se debe tanto al problema estructural de la industria y el modelo de ingresos, como en el alto porcentaje de evasión, el cual no fue previsto a la magnitud que se vive hoy en día (20% -30%)

El sistema ha debido solicitar subsidios constantes al Estado para evitar un colapso del sistema y el alza en las tarifas. Y debido a lo anterior, los dos más grandes problemas que debió asumir el gobierno del ex presidente Sebastián Piñera el 2010, fueron el gran porcentaje de evasión y las alzas futuras de la tarifa. Pero el 2011, en una manifestación de interés, traspasaron el problema de la evasión a los operadores, lo cual quedó plasmado en la formación de los nuevos contratos, tema que se menciona en el siguiente capítulo.

A continuación, en los gráficos 1 y 2, se muestra la evolución histórica de la tarifa de Transantiago y de la evasión entre el año 2007 y 2012.

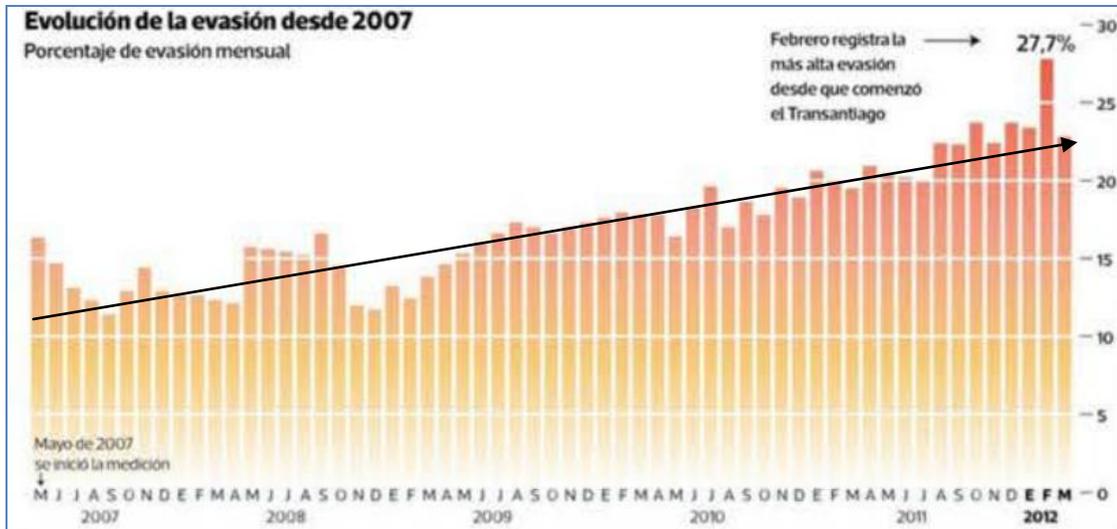
Gráfico 1: Evolución tarifa 2007 a 2012



FUENTE: TRANSANTIAGO

1_ El Administrador Financiero de Transantiago (AFT) es el ente encargado de recaudar, administrar y distribuir los ingresos entre los operadores del Transantiago además de encargarse de la comercialización y distribución la Tarjeta BIP! A contar del día 1 de Enero de 2014 Metro S.A. se hace cargo del control administrativo y logístico del AFT.

Gráfico 2: Evolución Evasión 2007 A 2012



FUENTE: TRANSANTIAGO

Estos gráficos sugieren que existe una correlación entre el aumento de la tarifa y el aumento de la evasión, que, ligado a un mal funcionamiento, llega a ser un problema y una crisis para el sistema. Esto se ve reflejado en la siguiente ilustración, donde se muestran las malas medidas, que se tomaron durante el año 2010, para contrarrestar el problema financiero.

Ilustración 1: Esquema problema evasión.



Fuente: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

En muy poco tiempo (entre marzo y julio del año 2010), la tarifa aumento un 25% (de \$400 a \$500), esto hizo que la nota de satisfacción del usuario bajara de 4.9 a 4.2 ²(en escala de 1.0 a

² Más adelante, en el capítulo 6.2, se analiza a través de un análisis conjunto la utilidad del usuario al momento de elegir paradero, donde el precio se ingresa en la función de utilidad para poder comparar cuantitativamente los diferentes atributos, demostrando que un alza de precios disminuye la utilidad del usuario.

7.0), en un trimestre, aumentando así la evasión y, por ende, reduciendo las transacciones y los ingresos.

Para dar solución a este problema, el 2012 Transantiago inició el cumplimiento de los nuevos contratos con las empresas operadoras, los cuales entregaban más responsabilidad a éstas, para que estuvieran más comprometidas con la mejora de calidad de servicio.

1.2.4. CAMBIO DE CONTRATOS.

El 2012 se hizo efectivo un nuevo contrato entre el estado y las empresas operadoras del Transantiago. Este es un punto importante por analizar, ya que generó una mejora en la calidad del servicio, como un cambio de responsabilidades, que fueron traspasadas desde el estado hacia los operadores.

El antiguo contrato establecía hacia los operadores, el pago garantizado sólo por el hecho de recorrer la ciudad, entonces los buses tenían que cumplir recorridos sin incentivos a detenerse en los paraderos y obtener pasajeros. Únicamente un 30% del pago final era por pasajero transportado. El nuevo contrato invirtió esta proporción y el 70% de la recaudación de las empresas es por las validaciones de la Tarjeta BIP! que consiga, haciéndose también cargo de la evasión. El foco es dar una mayor flexibilidad al sistema de acuerdo con las necesidades de los usuarios, generar una mayor competencia entre las empresas para mejorar sus estándares y calidad de servicio.

A partir de este cambio ocurrieron transformaciones radicales en la calidad del servicio, resumidas en los siguientes puntos [4] y [5]:

- ***“Ingresos por pasajeros transportados:*** *Ahora cerca del 70% de los ingresos que reciben las empresas son por pasajero transportado; lo que significa que ahora las concesionarias deben responder a la demanda de pasajeros, deteniéndose en las paradas y terminando con el hábito actual de circular sin tomar pasajeros.”*
- ***“Calidad de servicio como foco del transporte:*** *Las empresas tienen nuevos descuentos por conceptos de mala gestión y atención a usuarios en materias como tiempos de espera prolongados en paraderos, fallas de frecuencia y regularidad, grados de hacinamiento en buses, estado mecánico y de higiene en buses y el mal trato de los conductores hacia las personas.”*
- ***“Empresas se hacen responsables de la evasión:*** *Las empresas deben hacerse cargo de la evasión, buscando fórmulas para su control, como zonas pagas, instalando mayor número de validadores y más torniquetes en los buses, por ejemplo.”*
- ***“Fin de zonas exclusivas de concesión:*** *Las antiguas zonas del Transantiago se fusionan para responder a las reales demandas de viajes a las personas, poniendo fin a una división arbitraria que sólo obligaba a las personas a trasbordos innecesarios y largas*

caminatas Esto significa beneficios directos para los usuarios con menos trasbordos, recorridos más directos y mayores opciones de viaje.”

- **“Más atribuciones fiscalizadoras sobre los buses:** *El Ministerio de Transportes tiene mayores facultades para evaluar las condiciones de los buses en terminales y rutas, terminando con la limitante de no poder ingresar a los depósitos para fiscalizar los vehículos.”*
- **“Protección a los trabajadores:** *Las concesionarias deben entregar boletas de garantía por 10 mil UF al Ministerio de Transportes, las que son cobradas en caso de incumplimiento de sueldos y cotizaciones.”*
- **“Renovación de flota:** *Las empresas que forman parte del sistema deben cambiar y modernizar su flota, reemplazándola por nuevos buses en un plazo de dos años.”*
- **“Más facultades a la Coordinación de Transantiago para exigir mejoras rápidas y oportunas ante contingencias:** *Las empresas concesionarias estarán obligadas a respetar un protocolo con Transantiago, para responder efectivamente frente a contingencias de los servicios en la vía pública, cuyo incumplimiento significará multas. De esta forma, las empresas deben tener una mejor reacción frente a caídas de frecuencia, tiempos de espera prolongados e irregularidad de los servicios”.*

Esto ha sido un alivio al sistema, ya que ha significado una disminución considerable de los costos. También con esto ha disminuido la evasión, pero del mismo modo, disminuyeron las transacciones debido a una mayor eficiencia de la operación.

En el gráfico 3 se muestra cómo disminuye la evasión a partir de los nuevos contratos, ya que las empresas toman un papel más activo en las problemáticas antes planteadas.

Gráfico 3: Disminución evasión con nuevos contratos



FUENTE: TRANSANTIAGO

1.3. Planteamiento del problema y justificación.

Se detectaron tres puntos importantes que le entregan sentido al trabajo:

El primer punto es sobre la Misión de Transantiago [6], que es: “Satisfacer las necesidades de movilidad de las personas en la ciudad de Santiago, ofreciendo un sistema integrado de transporte público mayor, garantizando y cautelando la accesibilidad, eficiencia y calidad en el servicio, la cobertura territorial y la sustentabilidad social, urbana, ambiental y económica...”. Esta misión tiene que estar alineada con los objetivos de las empresas operadoras, a fin de cuentas, una empresa tiene que ser sustentable y eficiente para poder competir en el mercado, más aún, tienen que crear ventajas competitivas para aspirar a sobrevivir a largo plazo.

El segundo punto tiene que ver con las fuertes críticas al sistema de transporte público, las cuales ya se han nombrado en este trabajo. El sistema tiene un alto costo de financiamiento por parte del estado y si sigue aumentando el valor de los pasajes o empeora la calidad de servicio, seguirá aumentando la evasión por la disconformidad de la gente que ocupa este medio de transporte.

Finalmente, el tercer punto corresponde a la nueva responsabilidad y control de las empresas operadoras adoptaron con los nuevos contratos sobre el tema de la evasión.

Uniendo estos tres puntos, se llega al tema de sustentabilidad económica, ya que de alguna forma, el sistema tiene que ir mejorando, para que los clientes estén más satisfechos, evitar el aumento tarifario para que no aumente más la evasión y así el sistema sea sustentable económicamente, pero al mismo tiempo crear un sistema que controle y fiscalice a los usuarios en este aspecto y a los operadores en temas de calidad de servicio.

Teniendo en cuenta esto último, a continuación analizamos la fórmula de pago a los operadores del Transantiago, a quienes se les paga quincenalmente (q), para estudiar los incentivos económicos, que genera el nuevo contrato en los operadores. Asimismo incluimos el tema de las mejoras en la calidad del servicio a través de indicadores, la cantidad de transacciones y la disminución de la evasión:

$$Y_q = PPT_q * Trx_q * + PK_q * km_q * ICT_q - \text{descuento} (ICF_q, ICR_q)$$

Dónde:

Y_q = Ingresos, es lo que reciben los operadores por parte del estado.

Trx_q = N° total de transacciones que hace el servicio menos los transbordos.

Transbordos: En las transacciones no se consideran validaciones de un transbordo en la misma compañía operadora. Es decir, si se toma un bus de un operador y después se realiza un

transbordo a otro bus del mismo operador, este último pasaje no se cuenta en las transacciones y no es válido para el total. Entonces al total de transacciones se le restan las que no son válidas.

PPT_q = Pago por pasajero transportado, pago por transacción válida que es negociado por cada operador con Transantiago, a continuación en la tabla 3 se muestra el PPT a Junio 2011.

Tabla 3: ej. Tabla pago por pasajero transportado.

UN	PPT(a Junio 2011)
Alsacia	\$ 472
Subus	\$ 499
Vule	\$ 420
Express	\$ 472
Metbus	\$ 415
RedBus	\$ 377
STP	\$ 306

FUENTE: TRANSANTIAGO.

PK_Q : Pago por kilómetro.

km_q : Kilometraje.

ICT_q : índice de cumplimiento de capacidad de transporte. Este índice de cumplimiento es evaluado con respecto al plan de operación que entrega la empresa operadora y que es válido para el sistema de Transantiago. En ella se estipula cantidad de kilómetros a recorrer en distintos bloques horarios y espacio destinado según capacidad de los buses que harán el recorrido (se denomina plaza-kilómetro).

ICF_q : índice de cumplimiento de frecuencia.

ICR_q : índice de cumplimiento de regularidad.

(Estos últimos tres indicadores son generados por el Centro de Monitoreo de Buses (CMB), a través de su función de monitoreo y rastreo de información).

Entonces, se tienen tres partes de pago, la primera $PPT_Q * Trx_q$, que corresponde a un ingreso por transacción de la gente válidamente transportada, que corresponde aproximadamente al 70% del ingreso total, por el nuevo tipo de contrato. Una segunda parte del pago se calcula como $PK_Q * km_q * ICT_q$, que corresponde a plaza-kilometraje que recorren los servicios de los operadores, es decir, es una forma de pagar los kilómetros que transitan, los costos por bencina, pero restringido a un índice de cumplimiento acordado con Transantiago en cuanto a distancia recorrida y capacidad ofrecida, la cual corresponde al otro 30%. Y una tercera parte correspondiente al **descuento** (ICF_q, ICR_q) que son multas al no cumplimiento de frecuencia y regularidad mínimas³,

³ El ICF mínimo aceptado es de 90% y el ICR es de 80%

que fiscaliza Transantiago a sus operadores, para garantizar una calidad de servicio aceptable por la comunidad, la cual es relativamente baja para la empresa STP, ya que tiene muy buenos índices, como lo indica la ilustración 2, por lo que corresponde a un costo marginal en su flujo de caja.

Ilustración 2: Ranking trimestral calidad de servicio.



FUENTE: MINISTERIO DE TRANSPORTE

Analizando la ecuación, el valor correspondiente al pago por transacción es el punto donde los operadores obtienen el 70% de sus ingresos de operación. Si se revisa la tabla 2, se puede ver el problema que significa la evasión para Transantiago, donde, si se multiplica el valor de un pasaje promedio aproximado de \$400 por un 20% de evasión promedio con respecto a 3,2 millones de transacciones diarias (en un día laboral promedio, solo en el sistema de buses) se llega a pérdidas sobre los 320 millones de pesos diarios, cifra significativa, en especial para la empresa STP, la cual se lleva el índice más alto, cercano al 30% (Tabla 4), lo que hace más difícil la sustentabilidad económica de la empresa y del sistema.

Tabla 4: Índice Evasión Por Operador, Primer y Segundo Trimestre 2013

Unidad de Negocio	Operador	Índice de Evasión Enero – Marzo 2013	Índice de Evasión Abril – Junio 2013
UN 1	Alsacia S.A.	22,5%	21,5%
UN 2	Su Bus Chile S.A.	19,7%	21,8%
UN 3	Buses Vule S.A.	22,8%	18,8%
UN 4	Express S.A.	19,1%	13,9%
UN 5	Buses Metropolitana S.A.	20,0%	15,9%
UN 6	Red Bus Urbano S.A.	15,8%	19,6%
UN 7	STP Santiago S.A.	30,9%	29,6%

FUENTE: TRANSANTIAGO

Tener este índice tan alto hace visible la gravedad del problema. Más aún, si se multiplica el porcentaje de ingresos de los operadores por transacción del 70% , por la tasa de evasión de STP cercana al 30%, lo que la empresa está dejando de percibir en ingresos es una cifra cercana al 20%, o si se revisan las transacciones mensuales promedio de 5 millones, se puede deducir que la cantidad de gente que evade es alrededor de 2 millones, lo que corresponde a más de \$850 millones mensuales, que, a fin de cuentas, es dinero que paga la gente que sí paga su pasaje, por medio de alzas en las tarifas y el estado por concepto de subvenciones, para que el sistema de transporte público siga funcionando. La tabla 5 muestra las pérdidas mensuales por el tema evasión a nivel Empresa STP y nivel sistema de buses.

Tabla 5: Pérdidas mensuales por evasión

(Se asume un PPT de \$400)	STP	Sistema de buses
Evasión %	30%	20%
Transacciones mensuales	5.000.000	80.000.000
Pago mensual	\$ 2.000.000.000	\$ 32.000.000.000
No pagan (Mensual)	2.142.857	20.000.000
Perdida Mensual por evasión	\$ 850.000.000	\$ 8.000.000.000

FUENTE: PROPIA

Pero por sobre todo, esto ha sido un problema para el sistema público de transporte y para los operadores, que en conjunto han tomado medidas para reducir la tasa de evasión a través de fiscalizadores y multas a quienes cometen esta infracción, afectando especialmente a los operadores, ya que en ellos recae, con los nuevos contratos, el problema de la evasión.

Por esto, el desarrollo del presente trabajo se hace importante y se espera que, con los datos que se analicen y la propuesta por entregar, se llegue a generar un modelo de gestión que ayude a mejorar la calidad del sistema y disminuir la evasión.

La idea y esperanza del proyecto es analizar todas las variables involucradas en la evasión, con el fin de disminuirla e intentar convertirla en transacciones al sistema, de modo que aumenten las utilidades de la empresa y del sistema, para así favorecer la mejora continua en la calidad de servicio y no tener que recurrir a alzas de tarifas a los usuarios. Paralelamente, es necesario crear la conciencia social de que el servicio de transporte público es para todos.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Identificar los factores relevantes que influyen en la evasión, que puedan ser manejados por las empresas operadoras, proponiendo un plan de gestión de la más importante, con el fin de mitigar la evasión.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Identificar fuentes de información de evasión.
- ▶ Realizar un levantamiento de las hipótesis e información referente a las principales causas de la evasión.
- ▶ Validar las hipótesis sobre causas de evasión con los usuarios del servicio mediante un estudio de mercado y con entrevistas a expertos del rubro.
- ▶ Generar un plan de gestión para la variable más importante.
- ▶ Realizar recomendaciones al sistema en temas de evasión, de las variables secundarias y en temas generales.

2. MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se definen algunos de los conceptos que se ocupan en el trabajo.

2.1. CONCEPTOS BÁSICOS:

- Tarjeta BIP!: Una de las principales características del Transantiago es la incorporación de la tarjeta inteligente, tarjeta cargada con dinero por el usuario en centros de pago habilitados por Transantiago. La ilustración 3 muestra una tarjeta estándar de adulto.

Ilustración 3: Tarjeta bip!



FUENTE: TRANSANTIAGO

- Validador: Dispositivo de Transantiago que recibe y almacena las transacciones y las posiciones de los buses, por medio de un sistema GPS cada 30 segundos. La ilustración 4 muestra el dispositivo montado en buses y zonas pagas para estos efectos.

Ilustración 4: Validador



FUENTE: TRANSANTIAGO

- Recorridos: Trayectoria de los servicios.
- Operadores: Transantiago está integrado por empresas privadas que prestan servicios en distintas comunas de nuestra capital. Estas empresas se dividen actualmente en 7 Unidades de Negocio, las que están representadas en la ilustración 5.

Ilustración 5: Colores asignados a Operadores



FUENTE: TRANSANTIAGO

- **Fiscalizadores Presenciales:** Personas con uniforme, fácilmente reconocibles, que se ocupan de controlar el pago de los pasajes se efectúe.

Ilustración 6: Fiscalizador presencial.



FUENTE: TRANSANTIAGO

Existen dos tipos:

- **Fiscalizadores del DTPM:** Los cuales están autorizados a cursar multas a las personas que no pagan su pasaje, subiéndose al bus y pidiéndoles las tarjetas a los pasajeros para comprobar si la validación fue realizada. Ellos, para cumplir esta labor, están siempre acompañados de personal de carabineros para resguardar seguridad.
 - **Fiscalizadores de las empresas operadoras:** Ellos fiscalizan a las personas en el momento de subir al bus, en paraderos específicos, zonas pagas o estando siempre arriba del bus. Si el usuario evade, este fiscalizador les pide, según protocolo, que se bajen del bus. Generalmente pertenecen a una empresa subcontratada por el Operador.
- **Fiscalizadores Incógnitos:** Personas difíciles de identificar, que se ocupan de generar registros para Transantiago o para las empresas Operadoras, anotando datos como el tramo horario en la que suben los pasajeros, la parada donde abordaron el bus, el recorrido al cual se subieron y si pagan o no su pasaje.
- **DTPM:** Directorio de Transporte Público Metropolitano [7]. “Sus principales labores son articular, coordinar y hacer seguimiento de las acciones, programas y medidas tendientes a gestionar el transporte público de la ciudad de Santiago derivadas de las acciones de diversos sectores públicos y privados responsables del plan capitalino”.

Ilustración 7: DTPM



FUENTE: DTPM

- **Servicio:** código que identifica el recorrido de los buses. Cada servicio tiene asignado un código conformado por tres dígitos en el caso de troncales, o una letra seguida de dos dígitos en el caso de los buses alimentadores (letra que identifica a la zona y al operador).
- **Sentido:** Cada recorrido tiene un punto de inicio y uno de término, por lo que los buses tienen que ir y volver. Los sentidos se identifican por ida y vuelta.

2.1. CONCEPTOS TÉCNICOS:

- Indicadores (Explicados en Planteamiento del problema): Estos tratan de regular a los operadores en los nuevos contratos, castigándolos con multas o descuentos al tener un porcentaje bajo un nivel declarado como aceptable. Estos son el ICT, ICF, ICR, ICA e ICV los cuales se describen a continuación:
- ICT : índice de cumplimiento de capacidad de transporte, este índice de cumplimiento es evaluado con respecto al plan de operación que entrega la empresa operadora y que es validada por Transantiago, en ella estipula cantidad de kilómetros a recorrer en distintos bloques horarios y espacio destinado según capacidad de los buses que harán el recorrido(se denomina plaza-kilometro).
- ICF: índice de cumplimiento de frecuencia.
- ICR: índice de cumplimiento de Regularidad.
- ICA: índice de calidad al usuario.
- ICV: índice de calidad del vehículo.
- PO: Programa de Operaciones, que las empresas operadoras entregan a Transantiago y este revisa y da visto bueno para que entre en circulación a las vías de Santiago, es decir, indica la cantidad de buses que tienen que estar circulando en la calle en cada servicio, sentido, tipo día y tramo horario. Se hace trimestralmente, pero es posible que se hagan algunas modificaciones extraordinarias para mejorar operación.
- Tipo día: El PO se ajusta según la demanda, por lo cual, en la semana, existen tres tipos de días donde la demanda se comporta de manera similar: Laborales, sábados y domingos. Los días laborales son de lunes a viernes sin contar festivos, los días sábados son sólo estos y los días domingo incluyen los domingos y los festivos.
- Tramo Horario: Según tipo de día, el día se divide en bloques horarios que pueden ser de 1 a 5 horas, los cuales tienen una demanda similar a lo largo de este. En total son 29 tramos horarios enumerados. Los días laborales tienen 12 tramos horarios, los sábados 9 y los domingos 8.

3. METODOLOGÍA

Como ya se ha expuesto anteriormente, el objetivo de este trabajo es identificar y estudiar las variables o factores más importantes y fáciles de gestionar en tema de evasión, para tomar medidas en el mediano y corto plazo y así mitigar esta tasa, proponiendo un plan de gestión de la más importante y recomendaciones de las secundarias y del sistema en general. Para esto, a continuación, se explica cómo se logra cumplir cada objetivo específico en función del objetivo general.

- Para el objetivo: “Identificar fuentes de información de evasión.”
 - 1.- Consultar bibliografía del tema, como tesis, memorias e informes de Transantiago y del Ministerio de Transporte.
 - 2.- Consultar con expertos del tema, que estén involucrados en el rubro de transporte.
 - 3.- Revisar encuestas previas de evasión y de evasores para entender su comportamiento.

- Para el objetivo: “Realizar un levantamiento de las hipótesis e información referente a las principales causas de la evasión”.
 - 1.- Identificar a los 7 ejecutivos y expertos de la empresa, más relevantes en el tema de evasión.
 - 2.- Realizar una reunión para realizar una lluvia de ideas.
 - 3.- Solicitar que evalúen personalmente con puntaje todas las ideas, con respecto a las más importantes o valiosas y a las más gestionables.
 - 4.- Seleccionar las 3 hipótesis con mayor puntaje de alta importancia para el usuario y con mayor posibilidad de gestión por parte de la empresa.
 - 5.- Revisar encuestas previas y realizar encuestas propias sobre evasión.

- Para el objetivo: “Validar las hipótesis sobre causas de evasión con los usuarios del servicio mediante un estudio de mercado”.
 - 1.- Analizar datos relevantes del mercado.
 - 2.- Consultar bibliografía.
 - 2.- Generar conclusiones respecto a lo estudiado y lo encontrado.

- Para el objetivo: “Generar un plan de gestión para una de las variables más importante”.
 1. Planteamiento de posible solución.
 2. Validar técnicamente solución elegida.
 3. Generar plan de gestión de la variable.
 4. Calcular costos e ingresos de la solución escogida.

- Para el objetivo: “Realizar recomendaciones al sistema en temas de evasión de las variables secundarias y en temas generales”
 1. Plantear recomendaciones generales para cada una de las variables secundarias.
 - 2.- Elegir las recomendaciones más gestionables.
 - 3.- Presentar una recomendación de un plan integral que disminuya la evasión.

3.1. PLAN DE TRABAJO

A partir de la metodología propuesta, pueden derivarse un conjunto de actividades concretas que deben realizarse para cumplir con los objetivos propuestos. En este punto, los hitos más importantes del proyecto son:

- ✓ Análisis del entorno externo e interno de la industria: leer bibliografía como memorias anteriores, noticias y reportes de la empresa, hablar con expertos y con usuarios.
- ✓ Rescatar datos importantes para el desarrollo del trabajo: a través del punto anterior rescatar variables críticas del proyecto para nuevo estudio y profundización del tema en cuestión, a través de investigación de bibliografía o reuniones con expertos.
- ✓ Estudiar variables que argumentan la evasión de los usuarios: Estudiar el porqué de la evasión de los clientes, a través de encuestas y entrevistas o focus group de distintos agentes involucrados (clientes, trabajadores ejecutivos, choferes, personal de Transantiago o DTP, etc.).
- ✓ Generar reporte de puntos críticos y variables relevantes de estudio: Con los tres puntos anteriores, generar propuestas de mejora y recomendaciones a posible plan de acción en conjunto a expertos del rubro.
- ✓ Analizar datos entregados por la empresa entregando datos relevantes y nuevos descubrimientos: Estudiar datos entregados por la empresa a través de estadística básica para primera aproximación y generar un contexto más amplio del problema.
- ✓ Generar propuestas de mejora para la empresa en tema de evasión: Generar propuesta final que contenga un resumen de todos los puntos anteriores, la cual sería la propuesta a entregar.

3.2. ALCANCES

La empresa desea aminorar la tasa de evasión. Por tal motivo, el presente informe analiza las variables más importantes que den fundamentos a la evasión de los usuarios, que puedan ser manejadas por las empresas operadoras. También se presenta un plan de gestión para atacar una de esas variables.

Teniendo en cuenta lo anterior, los alcances de este trabajo son:

- Entregar una lista con las variables que más influyen en el tema de evasión.
- Presentar un plan detallado para gestionar la variable más importante y más gestionable para la empresa.
- Proponer recomendaciones generales para gestionar las variables secundarias.

3.3. RESULTADOS ESPERADOS

Conjuntamente con el objetivo de este trabajo, lo que se espera principalmente es que el indicador de la evasión en la empresa STP disminuya. Identificando y analizando todas las variables relevantes que puedan afectar al tema, diseñar un plan de gestión del proyecto con ideas a desarrollar para disminuir la tasa de evasión, haciendo todo lo posible para que esta disminución se traduzca en un aumento real en transacciones del usuario.

4. EVASIÓN Y FACTORES IMPORTANTES QUE LA EFECTAN.

4.1. MEDICIÓN DE LA EVASIÓN.

Antes de profundizar más en el tema, es necesario definir cómo se mide actualmente la evasión, para tener claro los datos que se estudian en este trabajo.

La evasión se define como el porcentaje de personas que no pagan su pasaje al subir al bus, con respecto al total de pasajeros en el bus. Es decir, como los que suben al bus y no validan, dividido la suma de los que suben y no validan más los que validan. Esto en formula es lo siguiente:

$$Evasión = \frac{\textit{Suben No validan}}{\textit{Total personas que suben}} = \frac{\textit{Suben No validan}}{(\textit{Suben No validan} + \textit{Suben validan})}$$

Este indicador se mide generalmente de dos formas distintas:

La primera es con fiscalizadores incognitos, que miden la evasión dentro de los buses, indicando paradero de subida y si valida o no. Segundo a través de fiscalizadores del ministerio, los cuales detienen un bus y revisan si los usuarios pagaron o no su pasaje, analizando si sus tarjetas bip! tienen validación reciente.

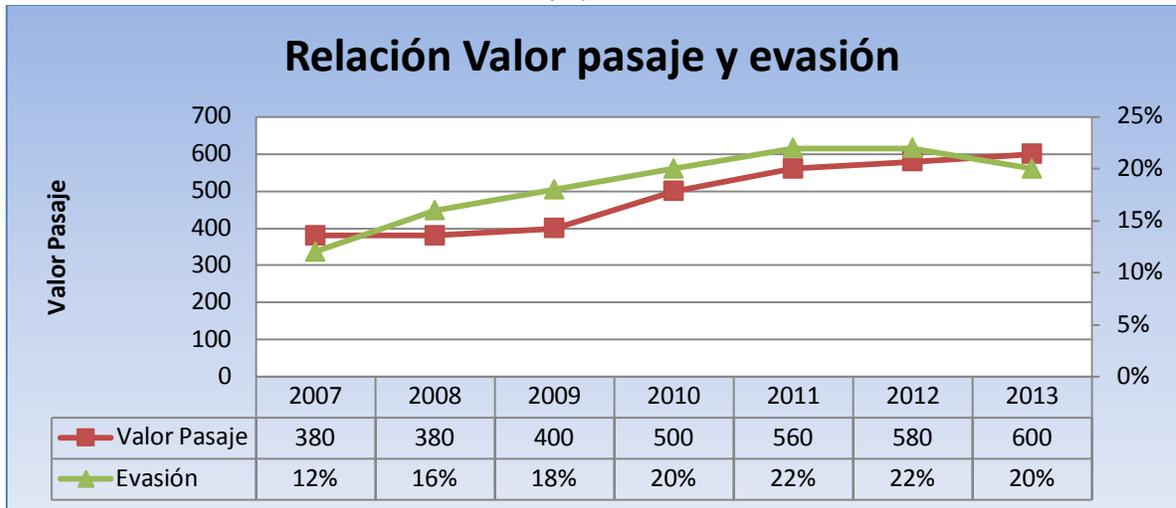
4.2. EVASIÓN Y NUEVOS CONTRATOS

También se hace necesario entender el efecto en la evasión con la implementación de los nuevos contratos, por motivos de mejor operación y traspaso de responsabilidad de la evasión a las empresas operadoras.

El problema actual que afecta a Transantiago y en especial a las empresas operadoras (por los cambios del nuevo contrato), es la alta evasión por parte de los usuarios, quienes buscan alternativas para no pagar su pasaje. Esto va desde subir a los buses por las puertas traseras, pasar por debajo o por arriba de los torniquetes instalados en las máquinas, hasta caminar varias cuadras hasta llegar a un paradero sin fiscalizar.

Uno de los factores que ya vimos, es la relación del aumento de la evasión con el aumento del valor del pasaje (este último ha sido incrementado en más del 50% desde su implementación en 2007), que tienen una correlación alta de 0,84 y sube a 0,89 si no contamos el último año donde hubo una baja de la evasión por el aumento de control de las empresas operadoras.

Gráfico 4: Pasaje y evasión 2007-2013



Esto tiene mucho sentido, ya que mientras más caro sea el pasaje, hay más probabilidad de que la gente no tenga el dinero necesario para pagarlo y evada.

Por otro lado, ocurrió algo anómalo con los datos desde el inicio del nuevo contrato, ya que la evasión disminuyó. Esto podría deberse por dos motivos: Primero, una mayor fiscalización de parte de las empresas operadoras. Y segundo, podría existir una relación entre nivel de evasión y calidad de servicio, la cual ha mejorado sustancialmente por los incentivos económicos que tienen las empresas operadoras para mejorar indicadores de frecuencia y regularidad (ICF e ICR).

La mejora del indicador de evasión, está directamente relacionada con la implementación de los nuevos contratos de operación implementados progresivamente durante 2012, que otorgaron a las empresas operadoras un rol activo en el control de la evasión. De hecho, sólo durante el año pasado y tras la puesta en marcha de los nuevos contratos en junio de 2012 ingresaron más de 1.400 inspectores financiados por las empresas, para hacerse cargo de controlar la evasión y de este modo, resguardar a aquellos usuarios que sí pagan su pasaje y multar a los que no.

A esto se han sumado medidas como la instalación de torniquetes y zonas pagas, que han conseguido una clara reducción de los índices de evasión.

El plan integral en sus primeros meses, incrementó la fiscalización en paraderos a 160 mil pasajeros al día en horas punta y aumentó a 30 mil las personas fiscalizadas al mes a bordo de los buses.

Desde su puesta en marcha se han multado a más de 7 mil evasores, y se han cursado en promedio hasta 17 veces más partes que antes de los nuevos contratos.

Sin duda, que disminuya la evasión al aumentar la fiscalización es normal, ya que si vemos la evasión como un delito, como plantean Clark y Becker [12] y [13], en “La prevención situacional del delito”, donde los delincuentes actúan según las oportunidades que te da el medio ambiente, por lo cual un aumento de control en una zona, se ve reflejada una baja de los hechos delictuales.

4.3. IDENTIFICANDO LOS FACTORES

En esta parte del trabajo se trata de identificar las variables que más afectan a los usuarios en tema de evasión y las más posibles de gestionar por parte de las empresas operadoras, para posterior validación de ellas.

Para identificar estas variables o factores, se acude a dos fuentes de información: Primero a la información consultada sobre temas de evasión, como discusiones, foros y encuestas, donde los usuarios han expuesto su opinión. Y segundo, se acude a un panel de expertos, personas que llevan un tiempo aceptable en el rubro del transporte, como para tener una visión global del asunto.

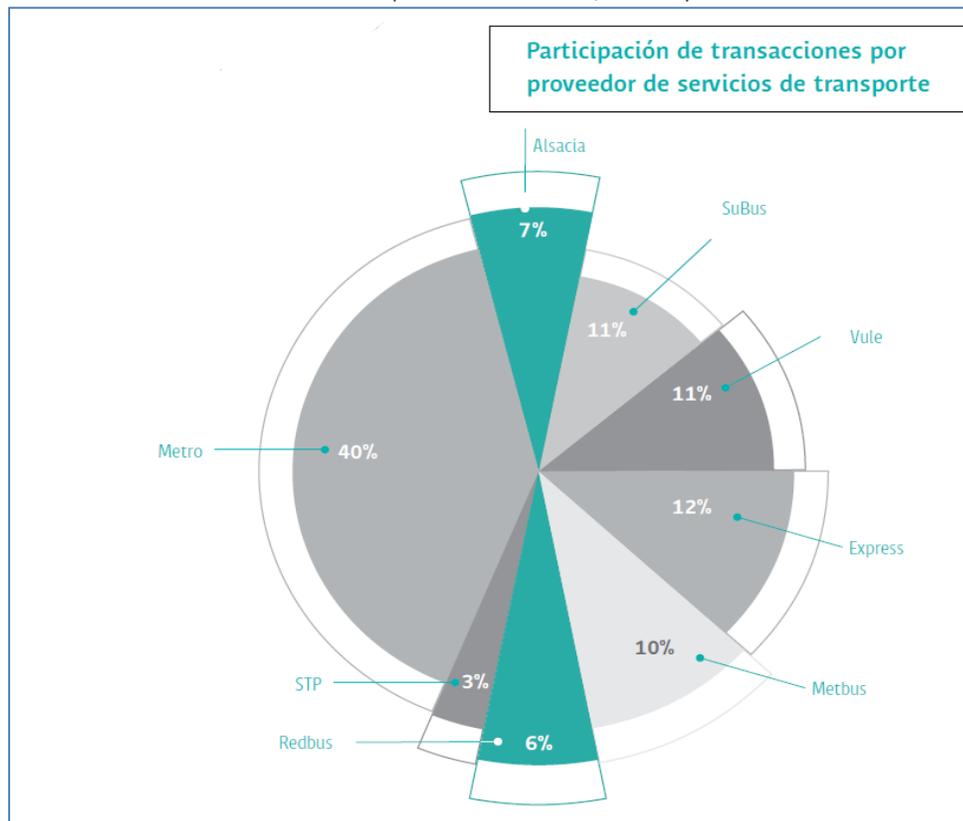
4.3.1. ESTUDIO DE EVASORES

El objetivo de esta sección es identificar y definir a los evasores, entendiendo su comportamiento, las causas o factores principales de la evasión, para poder tomar mejores medidas para el control de la evasión.

4.3.1.1. ESTUDIOS PREVIOS.

Los operadores de Alsacia y Express controlan aproximadamente el 30% del sistema de transporte público (como lo dice el gráfico 4 y tabla 8), operando sólo buses. Las pérdidas diarias que llegan a tener estas empresas llegan a más de 140 millones de pesos, valor equivalente a uno de los nuevos buses adquiridos el 2014, (los cuales tienen puertas a ambos lados).

Gráfico 5: Participación del sistema, metro y buses.



FUENTE: DTPM

Tabla 6: Proporción de flota de los operadores (solo buses)

Empresa	Flota Base	Corresponde a la Flota Base Contratada, vigente desde el 28 de Febrero de 2014
	[Bus]	Proporción Flota
Inversiones Alsacia S.A. (U1)	685	11,27%
Subus Chile S.A. (U2)	1219	20,06%
Buses Vule S.A. (U3)	1147	18,88%
Express de Santiago Uno S.A. (U4)	1187	19,54%
Buses Metropolitana S.A. (U5)	875	14,40%
RedBus Urbano S.A. (U6)	589	9,69%
STP Santiago S.A. (U7)	374	6,16%
Total	6.076	100%

FUENTE: PROPIA

Con los nuevos contratos, donde las transacciones tienen mayor peso, los operadores se vieron forzados a tomar medidas para controlar la evasión. Por esto es que estas dos empresas contrataron los servicios de ALTO Evasión, para implementar un plan de tolerancia cero y que se centró en una fiscalización exhaustiva en los pasajeros, multándolos en caso de evasión según la Ley 18.287.

De un estudio que realizó esta empresa, donde la muestra consta de un total de 7.564 personas multadas entre los meses de junio y octubre de 2013, se mostrarán a continuación algunos resultados que ha mostrado el diario Emol y otros diarios del medio local [8], [9], [10] y [11]:

- *“Del total de personas infraccionadas, el 58,4% corresponde a jóvenes que tienen entre 20 y 29 años de edad, le siguen las personas entre 30 y 39 (26%), los que tienen entre 40 y 49 (9,2%), los de entre 50 y 59 (3,5%); los menores de 19 años (2,2%); y la tercera edad (0,5% los mayores de 60 y menores de 69 años, y 0,1% los mayores de 70)”. Según explica Juan Cristóbal Palacios, gerente de ALTO Evasión, este fenómeno se debe a que los jóvenes "son gente que de alguna u otra manera no tiene recursos propios, y si es que tiene o le dan plata para la movilización, muchas veces prefieren ocuparlo en otra cosa".*
- *“En cuanto al sexo de los infractores, el estudio refleja que el 75,3% del total de los multados por evasión son hombres, mientras que el 24,7% restante son mujeres”.*
- *“En lo que corresponde a los horarios punta, Palacios explica que el 40% de la evasión se produce en ese tramo, es decir, entre las 6:30 y 9:30 horas, y entre las 17:30 y 20:30 horas”.*
- *"La ciudad en la mañana se mueve de la periferia hacia el centro y en la tarde desde el centro hacia afuera, y de esa manera, nosotros también nos dimos cuenta de que se estaban ejecutando planes de fiscalización en paraderos fijos mañana y tarde. Eso no tiene ningún sentido porque el movimiento de la gente es distinto, y eso lo modificamos, tomamos la configuración de fiscalizaciones y la cambiamos en un 45%".*
- *“Al hacer la división de la evasión por grupos socioeconómicos, llama la atención que ésta se presenta transversalmente en cada uno de ellos. De esta forma, es el grupo C3 el que presenta la mayor tasa, con 38,1%. Le siguen los grupos D y E (37,3%), C2 (27%) y*

ABCI (22,6%). Es decir, en este último grupo, una de cada cinco personas evade el pago de su pasaje”.

Este último dato es clave, ya que nos señala que aunque existe una relación entre el poder de no pago y la evasión, esta no es tan categórica y dice que un alto porcentaje de la evasión, no tiene tanto que ver con un problema de grupo socioeconómico, sino que tiene que ver con algo cultural, con que la gente no le toma el peso a ser preocupado y pagar su pasaje, en beneficio de la sociedad.

Es por eso que, en el fondo, hay que crear conciencia en la población, o sea, la gente tiene que entender que esto no es un problema de que yo dejo de pagar, sino que es un problema que afecta al transporte público de mi ciudad y por lo tanto a toda la gente.

Otro estudio desarrollado por DICTUC aplicado en 3.720 paraderos del sistema y con una base de 1,3 millones de pasajeros transportados, para las firmas operadoras de recorridos Alsacia y Express muestran los siguientes resultados:

- *“El 28,2% de los pasajeros (389 mil personas) evaden el pago de su pasaje. Así, una de cada cuatro personas lo hace diariamente, mientras que uno de cada tres lo hace solo en las horas punta”.*
- *“Unas 90 mil personas eluden cada día entre las 14:00 y las 17:30 horas. Se trata de personas, generalmente jóvenes, que eliminaron de su presupuesto el transporte público y abordan los buses cerca de las construcciones y centros de estudio”.*
- *“Uno de cada tres pasajeros de Transantiago que no pagan su pasaje, lo hace habitualmente y está acostumbrado a ello”.*
- *Entre ellos, explica Juan Cristóbal Palacios, gerente de Alto Transportes, “detectamos que los evasores ocasionales representan alrededor del 18% de la masa que en general no paga su pasaje en el bus, mientras que el 10% restante obedece a las características de personas que se acostumbraron a no pagar el bus. Esa cifra sería de alrededor de 140 mil personas a diario”.*
- *Respecto del perfil de estos usuarios, Palacios precisó que “el evasor de costumbre es aquel que decidió borrar de su presupuesto mensual el pago del transporte público y prefiere utilizar su dinero en cualquier otro consumo”. Afirmó que se trata de personas de entre 15 y 24 años, que no cuentan con recursos propios, “y que deciden no usar su tarjeta Bip! al comprobar que no hay riesgos”.*
- *“Asimismo, el estudio (efectuado a 2.400 recorridos completos) detectó que el lapso de menor pago se da entre las 14:00 y las 17:30 horas, con un promedio de 90 mil evasiones”.*

Estos datos preliminares nos muestran un acercamiento al comportamiento de los evasores. Pero lo más importante es que el 64% de las evasiones corresponden a ocasionales y el 36% restantes

son evasores duros o habituales. Este dato va a servir para realizar algunos cálculos de valoración de los factores en los siguientes capítulos.

A continuación se mostrará una encuesta realizada en febrero 2014, con el fin de entender a la gente en el tema de evasión y descubrir los factores o atributos más importantes al momento de elegir paradero.

4.3.1.2. ESTUDIO PROPIO DE EVASIÓN (ENCUESTA N°1 PARTE 1).

Se realiza una encuesta con el fin de capturar lo que piensan los usuarios en temas de evasión, de uso del sistema de buses y en particular capturar los atributos más importantes que el usuario tiene al momento de elegir paradero (Encuesta en anexo N°1).

Se pudo capturar 172 respuestas válidamente emitidas, de las cuales 15 respondieron que no usaban buses del transporte público y 157 respondieron que sí. Estas últimas son las que se muestran en el reporte a continuación.

Teniendo en cuenta las 157 respuestas, se tiene un intervalo de confianza del 95% y un error del 7,8%. Lo que se consideró suficiente para capturar atributos importantes en el tema de evasión. A continuación se mostrará la primera parte de la encuesta.

A. USUARIOS:

Respondieron 99 hombres y 58 mujeres. 122 son estudiantes y 35 son adultos que ocupan tarjeta normal sin beneficios.

Generalmente respondieron personas que estudian o trabajan en el centro, pero si vemos el lugar donde viven, se distribuye de mejor manera.

Tabla 7: Comunas donde trabaja o estudia

Comunas Trabaja o Estudia	Cantidad
Independencia	14
Ñuñoa	14
Providencia	12
Puente Alto	15
Santiago Centro	81
Otras	21
Total general	157

Tabla 8: Comunas donde viven

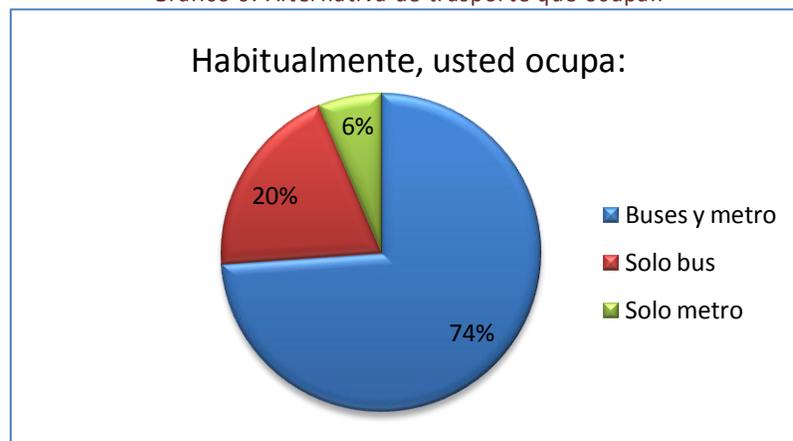
Comunas donde Viven	Cantidad
La Cisterna	8
La Florida	14
La Reina	9
Las Condes	6
Maipú	14
Ñuñoa	11
Puente Alto	10
San Miguel	6
Santiago Centro	21
Otras	58
Total general	157

Las tablas N°8 y N°9 hacen relación con el movimiento de las personas en Santiago, que lo hacen de la periferia hacia el centro en la mañana y del centro hacia afuera en la tarde.

B. COMPORTAMIENTO DEL USUARIO:

Generalmente ocupan Metro y buses en las siguientes proporciones:

Gráfico 6: Alternativa de transporte que ocupan



Y tienen un comportamiento de la siguiente forma:

Gráfico 7: Cantidad de días a la semana que viajan.



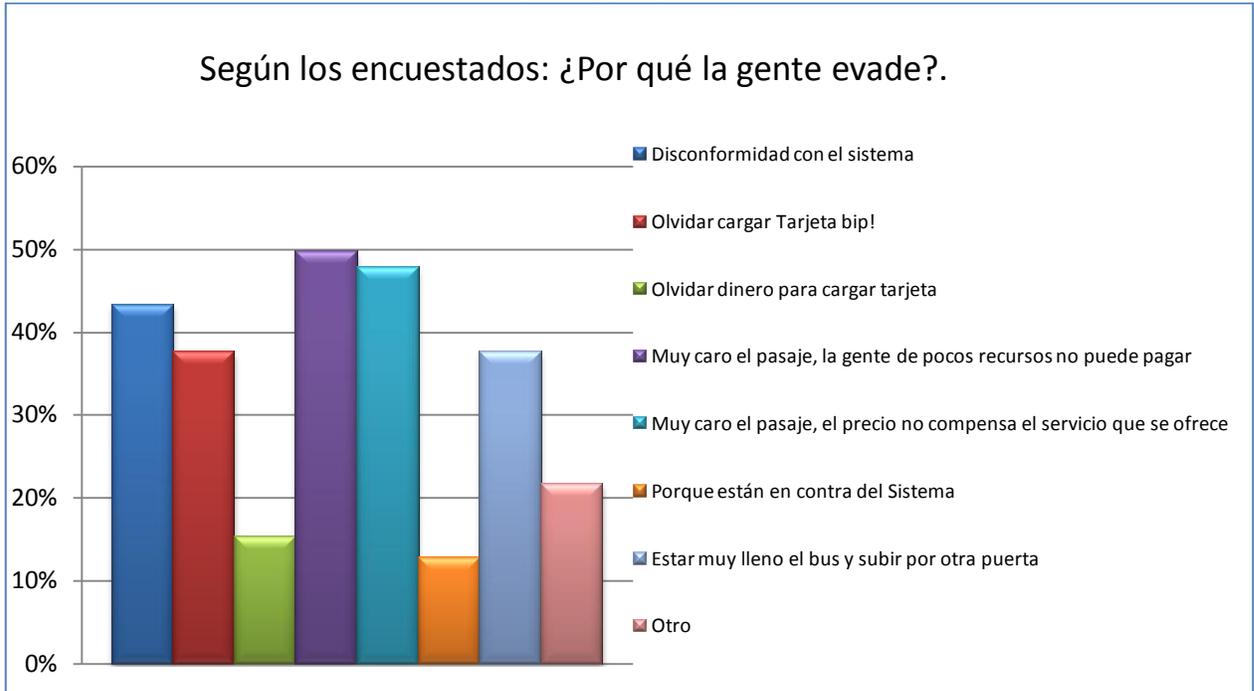
El 74% de la gente ocupa metro y buses para transportarse, también un 74% ocupa el Transantiago cuatro o más veces a la semana.

C. EVASIÓN:

En esta parte, se trata de saber lo que piensa la gente sobre la evasión y entender los motivos de ésta.

En la siguiente pregunta podían marcar hasta 3 alternativas.

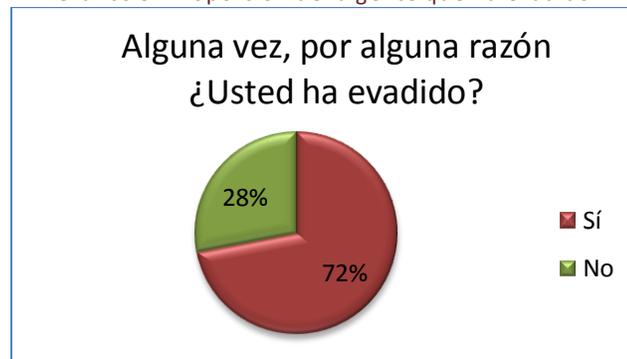
Gráfico 8: Opinión, por qué la gente evade.



Los primeros lugares se los lleva: “el pasaje es muy caro”, ya sea porque la gente de pocos recursos no puede pagar o porque el precio no compensa el servicio. 36 personas comparten ambas alternativas con lo cual, el 75% de la gente cree que la gente evade por ser muy caro el pasaje. En segundo lugar está la disconformidad con el sistema, o estar en contra del sistema, que representa el 52%, del total. Después de eso, está la alternativa de olvidar cargar la tarjeta bip! y porque estaba muy lleno el bus y se tuvieron que subir por una puerta trasera, con el 38% cada uno.

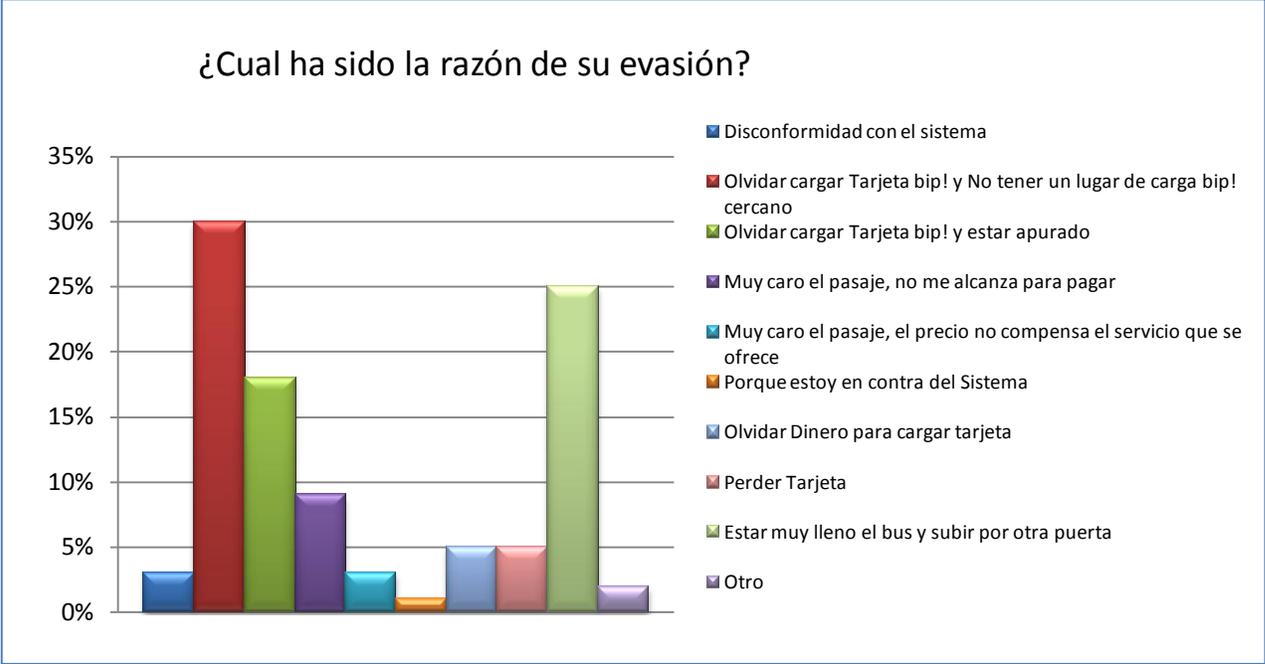
Al preguntarle a la gente, si es que alguna vez han evadido, la respuesta es que lo han hecho 113 personas correspondientes al 72%.

Gráfico 9: Proporción de la gente que ha evadido.



Y cambia la razón de la evasión si comparamos las respuestas de la pregunta anterior. Ahora el primer lugar en respuestas “olvidar cargar tarjeta bip, no tener lugar de carga cercano u olvidar dinero”, es decir, no tener dinero en la tarjeta bip! con más del 40%. En segundo lugar por estar lleno el bus y tener que subirse por otras puertas con el 25%. Mucho más abajo están las otras respuestas.

Gráfico 10: Razones de la evasión.

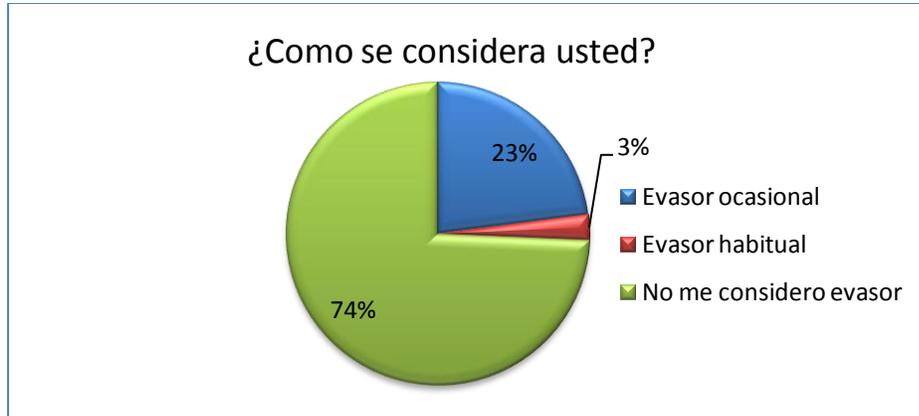


Por último, de los que han evadido, el 11% no está informado de las multas que conllevan evadir el pasaje.

Gráfico 11: Proporción de la gente que dice que está informada de las multas



Gráfico 12: Proporción de cómo se considera la gente que ha evadido.



Al ver estos tres estudios, podríamos comprender la separación que existe entre tipo de evasor. Por un lado está el evasor duro o habitual, el cual va a evadir siempre, por razones como estar en contra del sistema o porque encuentran muy caro el pasaje y no pueden pagarlo o creen que el servicio no lo merece. Y por otro lado están los evasores ocasionales los cuales evaden esporádicamente según las posibilidades, por razones como no tener cargada la tarjeta bip! al momento de subir al bus o estar muy lleno este y subirse por otra puerta y no validar.

La propuesta de valor de este trabajo se enfocará a disminuir la evasión de estos segundos, los cuales son más fáciles de tratar.

También es importante destacar, que aunque hay una tendencia de mayor evasión en personas de menos recursos, igual existe una alta tasa en todo nivel de estrato socioeconómico.

4.1.2. EVALUACIÓN DE LOS EXPERTOS DE LOS FACTORES.

Primero se eligen 7 expertos que lleven más de 2 años en el rubro, se eligen personas que también ocupen o hayan ocupado el sistema de transporte de buses, para que tengan una visión aún más amplia del problema y personas de áreas diferentes de la empresa, para aumentar la variedad de opiniones. Cargos y años en el rubro de Transporte en el anexo 2.

A estos se les entrega un resumen de la información obtenida anteriormente en el punto 4.1.1 con el propósito de que tengan una visión más amplia del problema. Y más tarde, a través de una reunión, se definen las variables a estudiar, mediante una lluvia de ideas y posterior discusión. Las variables definidas fueron las que se mencionan en la tabla 10

Tabla 9: Factores que afectan la evasión.

Nº Asignado	<u>Factores que afectan la evasión:</u>
1	Mala Operación a través de malos indicadores de frecuencia de servicio ICF , afectando el descontento de la gente con el sistema.
2	Mala Operación a través de malos indicadores de regularidad de servicio ICR , afectando el descontento de la gente con el sistema.
3	El bus está muy lleno, y la gente no puede subir por la puerta donde está el validador (la gente se sube por las puertas traseras del bus por estar muy lleno, no subiéndose por donde está el validador).
4	Mala Operación a través de malos indicadores de calidad de servicio ICA-ICV , afectando el descontento de la gente con el sistema.
5	No tener cargada la tarjeta bip! al momento de subir al bus. (La gente tiene la intención de pagar pero se le olvido cargarla).
6	No tener cargada la tarjeta bip! al momento de subir al bus. (La gente tiene la intención de pagar pero no existe centro de carga bip! cercano, por lo que pide al operador del bus que lo acerque al metro o al punto más cercano).
7	Fiscalización por parte de las empresas operadoras y de Transantiago.
8	Un alza o aumento de los precios de los pasajes.

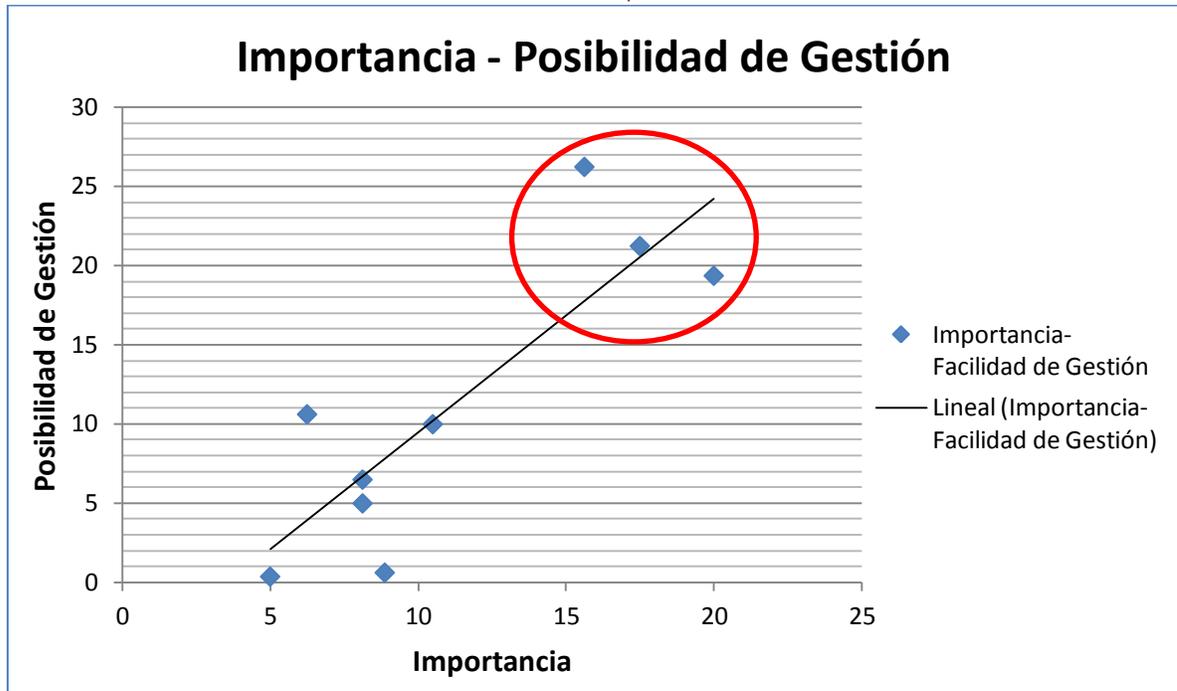
Posteriormente se realiza una evaluación personal de cada uno de ellos sobre los factores en dos diferentes dimensiones: Importancia del factor y Posibilidad de gestión del factor.

Se les pide que califiquen estas dos dimensiones repartiendo 100 puntos en todos los atributos, pensando en todos los evasores, sin hacer diferencia entre los habituales y los ocasionales. Los resultados fueron los siguientes (tabla 11 y gráfico 13):

Tabla 10: Evaluación de expertos de los atributos

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	Otros	Total
Importancia	17,5	20,0	10,5	6,3	8,1	8,1	15,6	8,9	5,0	100
Facilidad de Gestión	21,3	19,4	10,0	10,6	5,0	6,5	26,3	0,6	0,4	100

Gráfico 13: Evaluación de expertos de los atributos



El resultado de esta evaluación, definen los factores que se van a estudiar y validar a través de datos. Primero los factores de operación a través de calidad de los indicadores de frecuencia y regularidad (ICF-ICR). Segundo el factor de fiscalización. Y tercero se quiere agregar el factor de red de carga de la tarjeta bip!, ya que es un factor importante de evasión de los evasores habituales.

De las encuestas realizadas se obtienen el resumen de datos que se muestra en la tabla N° 12 que se muestra a continuación, y que muestra el peso de los factores de evasión que afectan a los evasores ocasionales.

Tabla 11: Peso de los factores de los evasores ocasionales.

1	Olvidar cargar tarjeta BIP!	49,0%
2	Estar muy lleno el bus y no poder validar	31,4%
3	Perder o andar sin la tarjeta BIP!	11,5%
4	Olvidar Dinero para cargar tarjeta	3,9%
5	Otro	4,2%
Total		100,0%

Ahora se evalúan los tres factores a estudiar de forma cuantitativa, llevándolos a potencial dinero que se puede recuperar, traspasando esta evasión a transacciones efectivas. En la tabla 13 se muestran los resultados.

Tabla 12: Evaluación cuantitativa de los factores

Factores Evasión	Evasores Ocasionales	Disminución de la evasión sobre EO	Transformación en transacciones sobre EO	Baja de evasión y traspaso transacciones		
				%	Cantidad	Millones de \$
Mejorar operación a través de indicadores de calidad de servicio e ICT	64%	31,4%	100,0%	20,1%	430.815	172,3
Fiscalizar	64%	68,6%	90,0%	39,5%	846.552	338,6
Aumentar y mejorar red de carga	64%	49,0%	100,0%	31,3%	671.354	268,5

De la tabla 13 se tiene la primera columna donde están los tres factores por estudiar, en la segunda columna se tiene el porcentaje de disminución de la evasión, que es solo sobre los evasores ocasionales (64%), ya que éstos son sobre los cuales se va a trabajar. La tercera columna indica la disminución potencial esperada de la evasión al aplicar una solución sobre el factor, valores que se sacaron de las encuestas realizadas sobre los factores considerados, como se indica en la tabla 12, considerando el peso de fiscalizar como el total, menos el peso de estar muy lleno el bus y no poder validar, ya que sería difícil hacer pagar al usuario si no se dispone de un espacio aceptable para que se pueda subir al bus (a lo más, los fiscalizadores ordenarían la disposición de la gente dentro del bus).

La cuarta columna, indica la transformación de la evasión a transacciones al aplicar una solución total sobre el factor. En este punto se espera que al aplicar una mejora en la red de carga y optimizar la operación, todos o la gran mayoría de los evasores ocasionales, que evaden por estas razones, pagarán su pasaje. El dato del factor de fiscalizar es una estimación por experiencia en la empresa, ya que al fiscalizar se espera que a largo plazo, mas del 90% de los EO adquieran la costumbre de pagar siempre su pasaje, en estos paraderos controlados por fiscalizadores. Por último, la columna final indica la multiplicación de las tres columnas anteriores, es decir, la disminución potencial de la evasión y aumento de las transacciones potenciales, que se espera obtener al aplicar cada uno de los factores, en porcentaje, en cantidad de transacciones y en dinero en millones de pesos.

Este valor potencial, sería lo máximo que podría disminuir la evasión, traspasando ésta a transacciones al aplicar una solución total sobre el factor respectivo. Aplicar una solución que absorba el 100% de este potencial valor es complicado para los tres factores, por lo que sólo se toma en cuenta este valor potencial para definir el más importante.

En conclusión, se tiene que al aplicar una solución sobre el factor correspondiente, de cada 10 evasores se tendrá un aumento de transacciones de 2 al mejorar la operación, un aumento de 3 al mejorar la red de carga y un aumento de 4, al fiscalizar eficientemente.

Con esto, finalmente se define "La Fiscalización" como la variable para estudiar en profundidad y generar un modelo de gestión y las otras dos como variables secundarias, sobre las cuales solo se realizan recomendaciones en el tema de la evasión.

Esta fiscalización se enfoca en la que puede realizar la empresa operadora, asignando fiscalizadores en paraderos de los servicios y recorridos de la empresa.

5. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA EVASIÓN

En este capítulo se indagan los tres factores seleccionados, para validar realmente la importancia de éstos.

5.1. FACTOR 1: CALIDAD DE LA OPERACIÓN A TRAVÉS DE LOS INDICADORES ICF-ICR.

Los indicadores de frecuencia (ICF) y regularidad (ICR), son indicadores que monitorea Transantiago para regular y fiscalizar el cumplimiento de las empresas operadoras según contratos y programas de operaciones de cada servicio. Por esto, es una forma preliminar de medir la calidad, que se le ofrece al usuario.

Señalando esto, la intuición dice que una mejor calidad de servicio o indicadores podría hacer disminuir la evasión, ya que los clientes estarían más satisfechos con el servicio.

Gráfico 14: Indicadores y evasión.

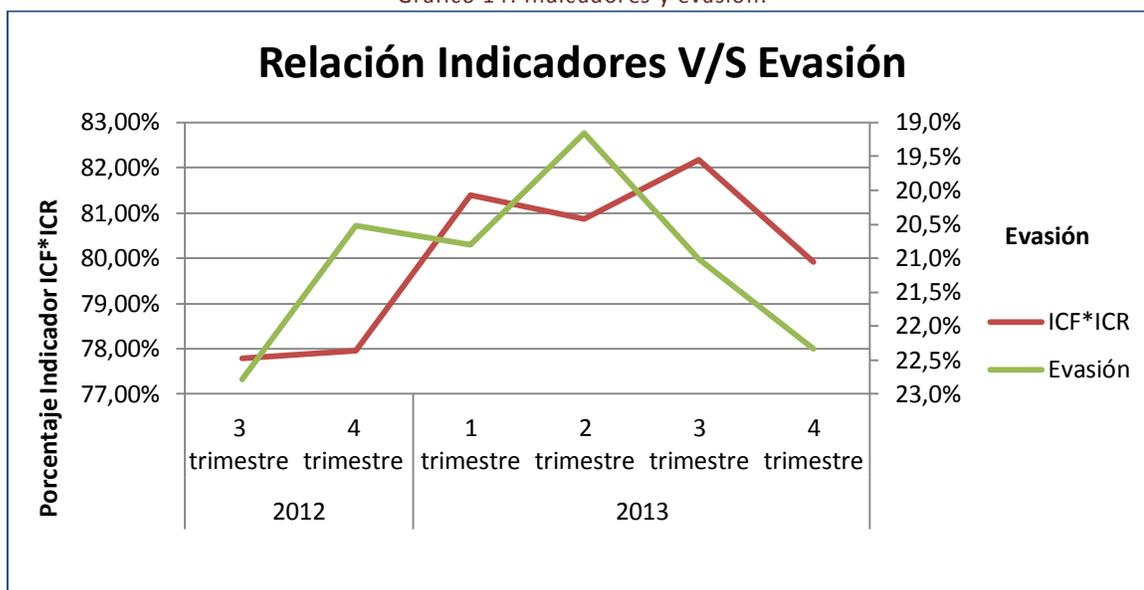


Tabla 13: Rangos de los indicadores

Calificación del Servicio	Rango de cumplimiento ICF	Rango de cumplimiento ICR
Bueno	ICF \geq 90%	ICR \geq 80%
Deficiente	80% \leq ICF < 90%	70% \leq ICR < 80%
Crítico	ICF < 80%	ICR < 70%

En el siguiente gráfico y la siguiente tabla se muestra una multiplicación de los índices ICF e ICR de los dos últimos trimestres del 2012 (desde que empezó a regir los nuevos contratos) y de los cuatro trimestres del 2013 de todas las unidades y del sistema en general. En la última columna de la tabla se muestra la correlación de este indicador con respecto a la evasión.

Gráfico 15: Multiplicación ICF*ICR

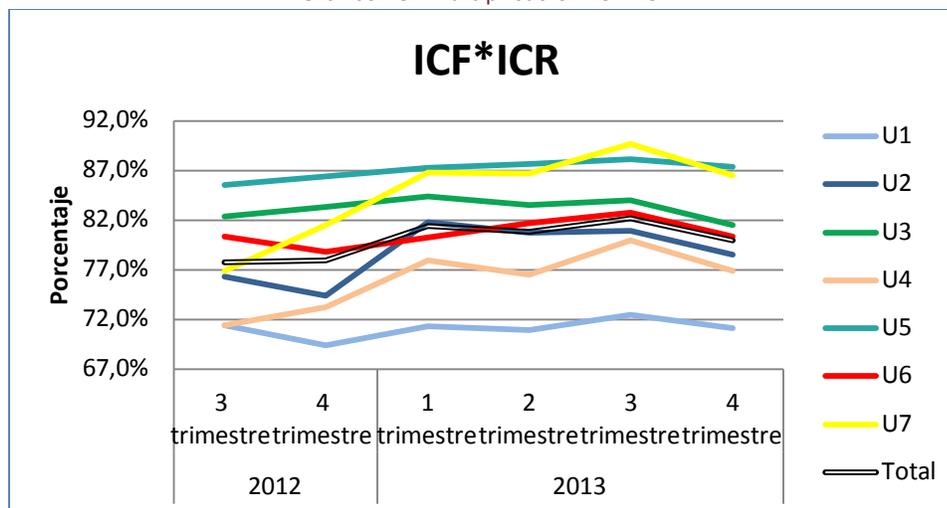


Tabla 14: Indicador y correlación con evasión.

ICF*ICR	2012		2013				coeficiente correlación
	3 trimestre	4 trimestre	1 trimestre	2 trimestre	3 trimestre	4 trimestre	
U1	71,4%	69,4%	71,3%	71,0%	72,5%	71,1%	0,65
U2	76,4%	74,4%	81,8%	80,8%	80,9%	78,5%	0,50
U3	82,3%	83,4%	84,4%	83,5%	84,0%	81,5%	-0,34
U4	71,4%	73,2%	78,0%	76,5%	80,0%	76,9%	-0,44
U5	85,6%	86,4%	87,3%	87,7%	88,2%	87,4%	-0,80
U6	80,4%	78,8%	80,2%	81,7%	82,8%	80,4%	-0,02
U7	76,9%	81,5%	86,8%	86,7%	89,7%	86,5%	0,49
Total	77,78%	77,96%	81,39%	80,86%	82,18%	79,93%	-0,38

La intuición que se trata de explicar, es que un aumento de la calidad de servicio debería hacer caer la evasión, y al revés, una disminución de la calidad de servicio debería aumentar la evasión. Por lo cual esta intuición se muestra con una correlación negativa.

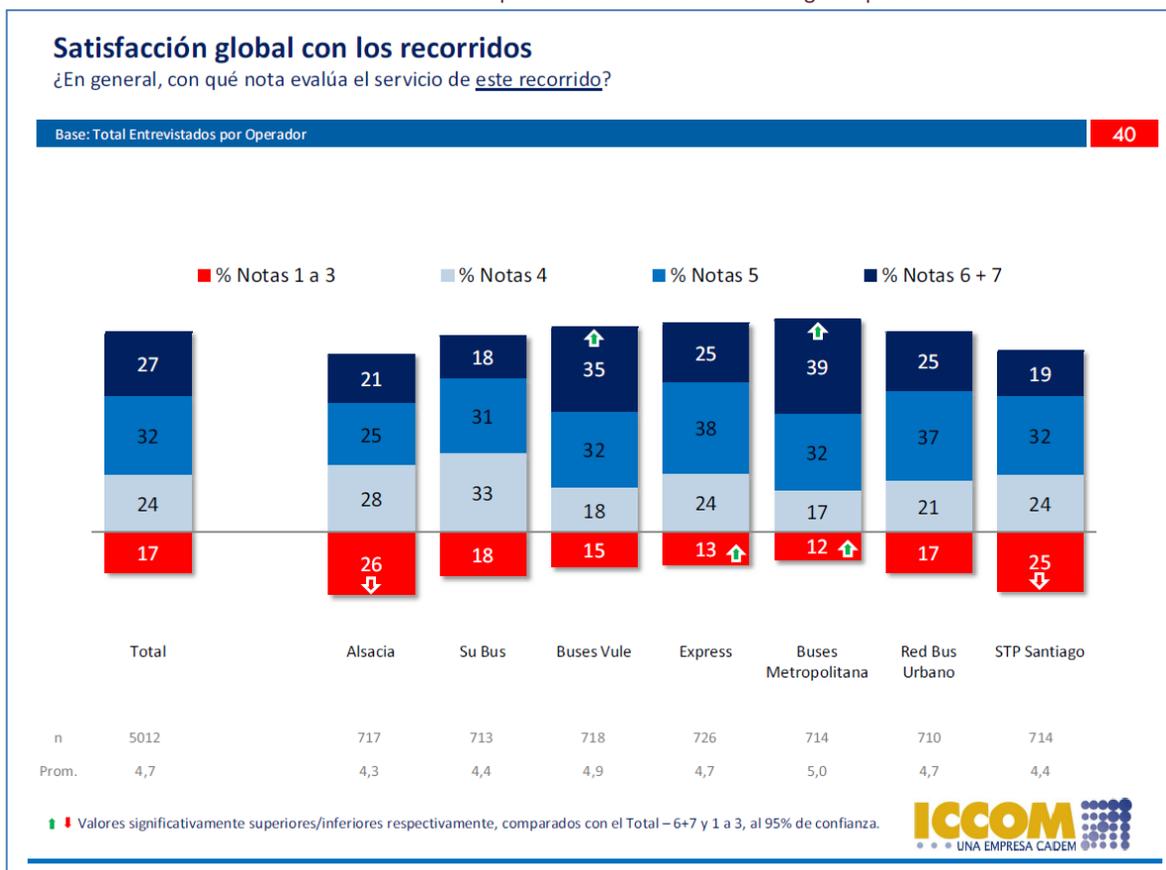
Hay que notar que esta intuición se muestra solo en las unidades 3, 4 y 5 y en la unidad 7 es casi nula la correlación y en el resto es positiva.

Hay que tener en cuenta que estos indicadores de calidad son un registro que monitorea Transantiago mediante el registro de las máquinas al pasar por puntos de control para fiscalizar a las empresas operadoras a través de multas de no cumplimiento según lo programado, y no es lo que el cliente percibe en la calle.

En este punto puede ocurrir que las empresas operadoras tengan buenos índices de ICF y de ICR pero que los buses no paren en los paraderos por diferentes motivos, por lo que la percepción para el usuario de frecuencia y regularidad es diferente.

Teniendo esto en cuenta, la siguiente ilustración muestra la satisfacción global del usuario por recorridos, según las diferentes empresas operadoras o unidades de negocio.

Ilustración 8: Notas por satisfacción servicios según operadores



Se muestra que las empresas con mejor nota (Unidades 3, 4 y 5), es decir empresas que el usuario califica mejor según su percepción de lo que pasa en los recorridos en ruta, coinciden con la intuición anteriormente planteada.

Con esto se llega a la conclusión de que la evasión tiene una correlación negativa con la calidad de servicio, pero no solo la medida a través de los indicadores de regularidad y frecuencia por Trasantiago, sino que una calidad de servicio global, que aparte de reunir atributos cuantitativos como lo son los índices de calidad de servicio, también incluye atributos cualitativos, como lo es la percepción del usuario en cuanto a una satisfactoria calidad de servicio. Por lo cual no solo se tiene que demostrar una buena calidad de servicio en el papel, sino también en la realidad, a través de buenas prácticas enfocando la calidad de servicio en el usuario.

Por ejemplo, estos indicadores no reflejan el trato del operador con el usuario, si se detienen en el paradero, calidad y limpieza del bus, entre otros. Estos indicadores existen (ICA e ICV), están empezando a ser regulados y fiscalizados por DTPM y este año están empezando a ser muy importante y a generar elevadas multa si no se cumplen correctamente, pero no existen muchos datos ni estudios al respecto, por lo cual no se indaga más en el tema, pero se deja planteado para una futura investigación.

5.2. FACTOR 2: FISCALIZACIÓN

Este tema se valida con una consulta bibliográfica (como se dijo al principio de este capítulo), de los autores Clark y Becker [12] y [13], los cuales plantean principios económicos, psicológicos y de teoría de juegos para definir el comportamiento de los delincuentes a través de funciones de utilidad.

Aunque suene un poco rudo, en Chile por ley, la persona que evade el pasaje está cometiendo un delito, por lo cual es un delincuente. En este caso, se propone la fiscalización como una medida de presión, para que los evasores ocasionales, no se aprovechen de la circunstancia de la posibilidad de no pagar, con la que se enfrentan día a día.

Es así, como Becker define una función de utilidad de los delincuentes, al cometer una infracción como:

$$U_c = p * U(Y - S) + (1 - p) * U(Y)$$

Donde:

U_c : Utilidad de cometer el delito

P: probabilidad de ser aprendido

Y: Ganancia de cometer el delito.

S: Pena por cometer el delito

Esta es, la probabilidad de ser aprendido multiplicado por la utilidad de cometer el delito descontando la pena, más, la probabilidad de no ser aprendido por la utilidad o ganancia obtenida por el delito.

Así, derivando esta función por la variable S y por la variable p obtenemos:

$$1. \frac{dU_c}{dS} = -p \frac{dU(Y-S)}{dS} < 0$$

$$2. \frac{dU_c}{dp} = U(Y - S) - U(Y) < 0$$

De 1. Tenemos una función decreciente que plantea que: Al aumentar la pena, disminuye la utilidad del delincuente, lo que implica que los delitos disminuyen.

De 2 tenemos algo similar, planteando que: Al aumentar la probabilidad de aprehensión, disminuye la utilidad del delincuente, haciendo que también disminuyan los delitos.

Es el segundo punto, el que valida este factor.

5.3. FACTOR 3: RED DE CARGA O PUNTOS DE CARGA.

Aparte de validarse por la encuesta a usuarios, ya que es el punto de mayor impacto para los evasores ocasionales, se analizan dos puntos importantes: cantidad de puntos de carga y horarios de atención.

➤ Cantidad de puntos de carga:

A la fecha existen tres tipos de puntos de carga, cada uno con distintos tipos de servicios, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 15: Tipos de puntos de carga según servicio

SERVICIOS 1 (25)	SERVICIOS 2 (50)	SERVICIOS 3 (1462)
·Venta de tarjetas	·Venta de tarjetas	·Carga de Tarjetas
·Carga de Tarjetas	·Carga de Tarjetas	·Consulta de Saldos
·Consulta de Saldos	·Consulta de Saldos	·Activación de Carga Remota
·Activación de Carga Remota	·Activación de Carga Remota	
·Reemplazo de tarjeta		
·Recuperación de saldo de tarjetas dañadas		

El número entre paréntesis de la tabla muestra la cantidad que existe actualmente de cada tipo de punto de carga, siendo en total 1537 en toda la Región Metropolitana.

Al elegir las 22 comunas más populares (mostradas en la tabla 17), tenemos que Puente Alto se encuentra número uno en el ranking habitantes por centros bip!, esto quiere decir, que Puente Alto es la comuna que presenta menos puntos de carga por habitante.

Tabla 16: Ranking habitantes por centros de carga

Nº	COMUNA	TOTAL SERVICIOS	Habitantes	Superficie	Hab/centro
1	PUENTE ALTO	85	583.471	88,2	6.864
2	PEDRO AGUIRRE CERDA	16	104.018	9,7	6.501
3	SAN BERNARDO	45	277.802	155,1	6.173
4	LA FLORIDA	73	363.903	70,8	4.985
5	EL BOSQUE	35	162.671	14,1	4.648
6	SAN MIGUEL	20	90.846	9,5	4.542
7	LA CISTERNA	18	80.910	10	4.495
8	LA GRANJA	28	121.214	10,1	4.329
9	ÑUÑO A	47	195.410	16,9	4.158
10	MACUL	27	111.436	12,9	4.127
11	SAN JOAQUÍN	23	94.255	9,7	4.098
12	SAN RAMÓN	21	85.195	6,5	4.057
13	RECOLETA	41	152.985	16,2	3.731
14	MAIPÚ	141	525.229	133,0	3.725
15	PEÑALOLÉN	65	237.862	54,2	3.659
16	CERRILLOS	25	79.164	21	3.167
17	LA PINTANA	58	182.930	30,6	3.154
18	QUILICURA	64	197.346	57,5	3.084
19	ESTACIÓN CENTRAL	43	119.292	14,1	2.774
20	SANTIAGO	115	311.415	22,4	2.708
21	LO ESPEJO	40	99.527	7,2	2.488
22	QUINTA NORMAL	42	101.737	12,4	2.422

Ahora si vemos el tema de distribución de los centros, analizando el ratio superficie (km^2) por centros, tenemos que la Comuna de Puente Alto se encuentra en el puesto número dos, sobrepasado solo por San Bernardo que tiene muchas zonas rurales.

Tabla 17: Ranking Superficie por centros de carga

Nº	COMUNA	TOTAL SERVICIOS	Habitantes	Superficie	sup/centro
1	SAN BERNARDO	45	277.802	155,1	3,45
2	PUENTE ALTO	85	583.471	88,2	1,04
3	LA FLORIDA	73	363.903	70,8	0,97
4	MAIPÚ	141	525.229	133,0	0,94
5	QUILICURA	64	197.346	57,5	0,90
6	CERRILLOS	25	79.164	21	0,84
7	PEÑALOLÉN	65	237.862	54,2	0,83
8	PEDRO AGUIRRE CERDA	16	104.018	9,7	0,61
9	LA CISTERNA	18	80.910	10	0,56
10	LA PINTANA	58	182.930	30,6	0,53
11	MACUL	27	111.436	12,9	0,48
12	SAN MIGUEL	20	90.846	9,5	0,48
13	SAN JOAQUÍN	23	94.255	9,7	0,42
14	EL BOSQUE	35	162.671	14,1	0,40
15	RECOLETA	41	152.985	16,2	0,40
16	LA GRANJA	28	121.214	10,1	0,36
17	ÑUÑO A	47	195.410	16,9	0,36
18	ESTACIÓN CENTRAL	43	119.292	14,1	0,33
19	SAN RAMÓN	21	85.195	6,5	0,31
20	QUINTA NORMAL	42	101.737	12,4	0,30
21	SANTIAGO	115	311.415	22,4	0,19
22	LO ESPEJO	40	99.527	7,2	0,18

➤ Horarios de atención:

Lo importante de este ítem es que muchos de estos puntos de carga inician su servicio desde las 08:00 AM o en horario superior, por lo cual no coincide con el horario real de salida al trabajo de las personas que viven en zonas periféricas de la ciudad. En general no existe red de carga en punta mañana, ya que la gente sale de Puente Alto desde las 6:00 AM de sus casas para ir al trabajo.

También existe poca información, ya que la gente no sabe mucho respecto de los beneficios del sistema, como lo es en este caso, el saldo de emergencia, que permite validar sin tener dinero en la tarjeta bip!, de lunes a sábado desde las 21.00 hrs. hasta las 9 de la mañana del día siguiente y días domingos y festivos desde las 14.00 hrs. hasta las 9 de la mañana del día, descontado de la próxima recarga de saldo, que se realice en la *tarjeta bip!*.

6. GESTIÓN DEL FACTOR PRINCIPAL:

Como se dijo anteriormente, se define el factor de fiscalización, ya que aparte de tener un alto puntaje en la evaluación de expertos y ser el que tiene el mayor valor potencial de ingreso, es un factor con el cual no se ha trabajado hasta ahora, en comparación con los otros dos, por lo cual se espera que el valor agregado al estudiar este factor más a fondo, sea mayor.

6.1. MODELO DE LOCALIZACIÓN DE FISCALIZADORES

En esta parte se plantea un modelo de optimización para decidir el lugar indicado y el momento indicado para poner un fiscalizador, teniendo en cuenta las restricciones reales del problema, con el fin de optimizar recursos de la empresa, reducir la evasión y aumentar transacciones.

6.1.1. METODOLOGÍA:

Crear un modelo para orientar recursos, con respecto a localización de fiscalizadores.

Este modelo de optimización pretende focalizar los recursos, asignando fiscalizadores a paraderos y horarios específicos, donde la evasión es alta. También pretende identificar la dotación óptima de fiscalizadores con los cuales se tiene que trabajar.

Modelo de Programación Lineal: Para determinar el ruteo de los fiscalizadores, según sea óptimo económicamente para la empresa.

Análisis conjunto y conceptos microeconómicos: Para describir el comportamiento y movimiento de los evasores cuando enfrentan un paradero que se fiscaliza.

Para la programación del modelo se ocuparán las siguientes herramientas computacionales:

- Microsoft Office Excel 2010: Para estudio de manejo de datos y resolver el problema de optimización el complemento solver.
- Microsoft Access 2010: Para manejo de las bases de datos y su consolidación.
- Programa OPL: Para la programación del modelo y sus restricciones

Para el desarrollo de la encuesta se ocuparon las siguientes herramientas computacionales:

- Sawtooth SSI: Para realizar preguntas de análisis conjunto.
- Google Drive Encuestas y Encuesta fácil: para desarrollo de encuestas a los usuarios.

6.1.2 MODELACIÓN PROPUESTA

En esta sección se describe el enfoque de modelación propuesto para la asignación de fiscalizadores en los días laborales, donde la principal característica es decidir cuáles serán los paraderos a fiscalizar y en qué rango horario esto debe ocurrir, realizando un ruteo de los trabajadores para cumplir dicha labor, con el fin de aumentar la cobertura de personas evasoras por fiscalizar.

Esto debe ir respaldado por un conjunto de restricciones técnicas, operativas y de consistencia del modelo, las que permiten que la toma de decisiones esté estructurada bajo ciertos patrones, logrando obtener soluciones factibles y aplicables en la realidad de la empresa.

A continuación se presenta el enfoque del problema por resolver y posteriormente se presentan la formulación del modelo planteado.

6.1.2.1 ENFOQUE DEL PROBLEMA

Como se presentó en el capítulo 4, la demanda varía de forma dinámica a lo largo del día, cambiado de lugar, servicio y sentido. Lo cual también ocurre para la evasión.

La solución actual de la empresa, es una fiscalización estática, que propone controlar en las nueve horas diarias de trabajo del fiscalizador, un solo paradero, sin posibilidad de gestionar mejor el tiempo de estas personas para lograr mejores resultados en la disminución de la evasión. Por tal motivo, se propone un modelo que defina el paradero y el momento del día a fiscalizar, logrando tener una gestión más dinámica en este tema.

Aunque la solución óptima sea que el fiscalizador se quede en un mismo paradero todo su horario laboral, el modelo entregará si esto es conveniente para ser gestionado así, por lo cual también es una solución buena para la empresa, ya que no existe gestión de este tipo, en esta materia.

La idea del modelo es resolver el problema de programación de los fiscalizadores en los paraderos, creando así un ruteo de éstos para que puedan moverse por los paraderos con mayor evasión en el momento adecuado (ya que tanto la demanda como la evasión varían de forma dinámica a lo largo del día), para así mejorar la cobertura de los evasores que serán fiscalizados. Para esto es necesario definir un modelo que sea capaz de determinar las rutas y la cantidad de fiscalizadores óptimos para el problema.

6.1.2.2 MODELO ESPACIO TIEMPO DE PARADEROS A FISCALIZAR

El modelo se estructura como una red espacio tiempo de paraderos por fiscalizar, y lo definiremos como METPF, el cual se compone de varios elementos. A continuación se muestran ciertas consideraciones y supuestos que se deben tomar en cuenta a la hora de modelar el problema descrito:

- El día de trabajo se divide en bloques, según el problema lo requiera y según la propia decisión.
- Los tiempos de inicio de la fiscalización por paradero son fijos, por lo que es necesario considerar el tiempo de viajes entre paraderos, el cual es conocido.

- El tiempo de término de la fiscalización dependerá del tiempo de viaje entre paraderos.
- La cantidad de evasión por paradero en los distintos tramos de tiempo también son conocidos.
- Todos los fiscalizadores asignados a ruta parten desde un nodo “inicio” y terminan en un nodo “fin”.

También se hace la distinción de las siguientes definiciones, que se ocuparán de ahora en adelante para describir el modelo:

- **Nodo:** un nodo corresponde a un punto en la red representado por un paradero y un bloque. Las acciones permitidas en un nodo son, la llegada, permanencia y salida del fiscalizador al nodo. La permanencia le permite al fiscalizador quedarse en el mismo paradero en el siguiente bloque.
- **Arco:** un arco representa la unión de dos nodos en la red, es decir, representa el tramo existente entre dos paraderos, de un bloque o tramo horario al siguiente. Este es un vector que considera un lugar, un tiempo definido y parámetros que definen las dos variables anteriores, por lo que de este se obtiene también el tiempo de viaje entre el paradero de nodo inicial y paradero nodo destino.

A. CONJUNTOS

A continuación, se describen los conjuntos que se ocupan en el modelo METPF:

- P : conjunto de paraderos posibles a fiscalizar, $p \in P$
- B : conjunto de bloques a fiscalizar, $b \in B$.
- N : conjunto de nodos, que es representado por un paradero (posición) y un periodo a fiscalizar (tiempo), $n \in N$.
- A_{ij} : conjunto de pares de nodos (i,j) , de inicial i hacia destino j , $(i,j) \in N$
- F : conjunto de fiscalizadores disponibles, $f \in F$.

B. PARÁMETROS

En el siguiente problema, los arcos se identifican por seis parámetros:

- Paradero inicial i .
- Paradero de destino j .
- Tiempo inicial de fiscalización.
- Tiempo de viaje entre paradero inicial y destino.
- N° Evasores capturados en paradero inicial en ese periodo E_x .

El tiempo de viaje es conocido y se puede obtener a través de la distancia entre paraderos y una velocidad promedio de viaje.

El N° de evasores capturados considera lo que es posible capturar en un bloque de fiscalización, menos lo que pierdo por el tiempo que se ocupará viajando al siguiente nodo.

$$N^{\circ} \text{ evasores capturados} = \frac{\text{Tiempos efectivos fiscalización}}{T} * N^{\circ} \text{ evasores en el bloque}$$

Donde:

$$\text{Tiempos efectivos fiscalización} = T - \text{Tiempo de viaje entre paradero inicial y destino}$$

También existen estos parámetros para la definición del problema

- T : Duración de los bloques de fiscalización.
- TT : tiempo de trabajo al día de un fiscalizador, según contrato.
- C : costo de utilizar un fiscalizador.

C. VARIABLE DE DECISIÓN

La variable de decisión utilizada en el enfoque propuesto es la siguiente:

$X_{i,j}^f$: 1 si el fiscalizador f se mueve del nodo i al nodo j , 0 si no.

Es una variable binaria que representa la elección de un arco, la cual tomaría el valor 1 si el fiscalizador f se dirige de nodo i al j , y 0 si no. Este arco representa un paradero inicial y de destino, en un bloque determinado.

D. RESTRICCIONES

Las restricciones del modelo deben representar básicamente factibilidad técnica como operativas.

Estas son las siguientes:

1._ Inicio y fin de la jornada laboral de un trabajador:

Cada fiscalizador f puede ser asignado o no a una ruta. Si es que es asignado, tiene que salir del nodo inicio, y tiene que llegar al nodo fin. Si no es asignado este no puede pasar por ninguno de estos nodos.

$$\sum_j X_{inicio,j}^f = \sum_i X_{i,fin}^f \leq 1 \quad \forall f$$

2._ Conservación de flujo:

Si el fiscalizador f llega a un nodo, tiene que salir también de él, esto para darle una continuidad a la ruta y que tenga definido desde dónde y hacia dónde se dirige en cada bloque horario. En este paso puede ocurrir que se quede en el mismo paradero fiscalizando, pero al ser otro bloque, estos pasan a ser nodos distintos.

$$\sum_{i:i \neq fin} X_{i,j}^f - \sum_{k:k \neq inicio} X_{j,k}^f = 0 \quad \forall j \text{ distinto a inicio y a fin}$$

3._ Dotación de fiscalizadores:

No sobrepasar la cantidad de fiscalizadores disponibles por parte de la empresa

$$\sum_{f,j} X_{inicio,j}^f \leq |F|$$

4._ Un solo fiscalizador por nodo:

Si un nodo ya está ocupado por un fiscalizador, no se debe asignar a otros, ya que el paradero está ocupado, así se evita cruces de rutas.

$$\sum_f X_{i,j}^f \leq 1 \quad \forall i,j$$

5._ Una sola ruta por fiscalizador:

El fiscalizador sale solo una vez del nodo inicio, esto para no permitir la formación de sub ciclos.

$$\sum_j X_{inicio,j}^f \leq 1 \quad \forall f$$

6._ No trabajar más de lo establecido:

No hacer que el fiscalizador trabaje al día más de lo establecido por contrato, considerando la cantidad de bloques y la duración de éstos. Recordar que los tiempos de bloques T tienen incluidos los tiempos de viaje.

$$\sum_{i,j} X_{i,j}^f * T \leq TT \quad \forall f$$

7._ Romper simetría de la formulación:

Ordenar el uso de los fiscalizadores de forma secuencial.

$$\sum_j X_{inicio,j}^{f+1} \leq \sum_j X_{inicio,j}^f \quad \forall f \in F$$

E. FUNCIÓN OBJETIVO:

La idea del modelo es poder controlar la mayor cantidad de evasores, siempre y cuando esto sea beneficioso económicamente para la empresa y para el sistema.

Por esto, la función objetivo será la ganancia de capturar a los evasores, los cuales corresponden a un 40% (tabla 13) de los evasores potenciales controlados, menos el costo de sueldos de los fiscalizadores asignados.

$$MAX \left(\sum_j (E_j * 0,4 * PPT * X_{i,j}^f) - \sum_j (C * X_{i,j}^f) \right)$$

F. RESUMEN DEL MODELO METPF:

$$\text{MAX} \left(\sum_j (E_j * 0,4 * PPT * X_{i,j}^f) - \sum_j (C * X_{i,j}^f) \right)$$

S.A.

$$1.- \sum_j X_{inicio,j}^f = \sum_i X_{i,fin}^f \leq 1 \quad \forall f$$

$$2.- \sum_{i:i \neq fin} X_{i,j}^f - \sum_{k:k \neq inicio} X_{j,k}^f = 0 \quad \forall j \text{ distinto a inicio y a fin}$$

$$3.- \sum_{f,j} X_{inicio,j}^f \leq |F|$$

$$4.- \sum_f X_{i,j}^f \leq 1 \quad \forall i, j$$

$$5.- \sum_j X_{inicio,j}^f \leq 1 \quad \forall f$$

$$6.- \sum_{i,j} X_{i,j}^f * T \leq TT \quad \forall f$$

$$7.- \sum_j X_{inicio,j}^{f+1} \leq \sum_j X_{inicio,j}^f \quad \forall f \in F$$

Donde:

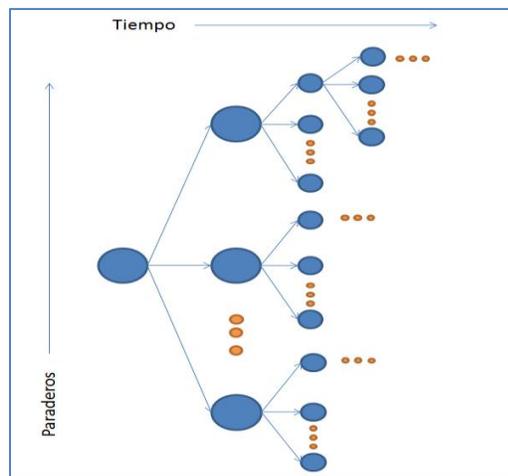
$$X_{i,j}^f = \begin{cases} 1: & \text{si el fiscalizador } f \text{ se mueve del nodo } i \text{ al nodo } j \\ 0: & \sim \end{cases}$$

G. TAMAÑO DE LA INSTANCIA

Una de las dificultades de trabajar con este tipo de modelos, es la complejidad de las instancias debido a la gran cantidad de combinaciones posibles dada la gran cantidad de nodos del problema.

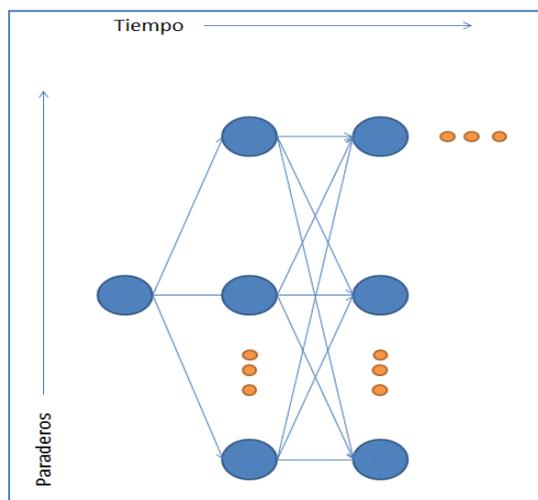
Considerando P paraderos distintos y T periodos a fiscalizar, la cantidad de arcos del problema es $2P + P^2 + P^3 + \dots + P^{|B|-1}$ y la cantidad de caminos posibles es de $P^{|B|}$ ($|B|$ es la cantidad total de bloques). Esto ya que el tiempo de viaje entre un paradero y otro, es distinto para cada combinación, lo que haría que cada tiempo inicial sea distinto, es decir, si se fiscaliza un tiempo dado por \bar{T} el tiempo en el que se empezará a fiscalizar el segundo paradero será $\bar{T} + T_{ij}$, donde T_{ij} es el tiempo de viaje del nodo i al nodo j . Esta estructura de la red se muestra en la ilustración 9.

Ilustración 9: Esquema inicial de arcos y caminos posibles



Ahora si dejamos el tiempo de fiscalización como variable, y dejamos fijos los tiempos de inicio de fiscalización, tendremos nodos iguales al viajar del nodo i al j . Esto se muestra en la ilustración 10, que muestra la estructura final de la red:

Ilustración 10: Esquema final de arcos y caminos posibles



Lo que haría que la cantidad de arcos del problema se reduzca a $2P + (|B| - 1)P^2$, lo que conllevaría a una reducción de la cantidad de variables considerablemente.

Este análisis previo nos da a entender la dificultad del problema, por lo que se tiene que elegir la cantidad de posibles paraderos a fiscalizar P y la cantidad de intervalos de tiempo T , con mucho cuidado, para poder encontrar la solución óptima.

Por ejemplo si consideramos 100 posibles paraderos por fiscalizar e intervalos de 2 horas al día, considerando que un empleado trabaja nueve horas al día de lunes a viernes, tenemos cinco instancias en el día, lo que nos daría $2 * 100 + 4 * 100^2 + 100^5 = 10.000.000.000$ posibles soluciones, lo que hace difícil encontrar una solución factible, por lo cual hay que disminuir estos intervalos.

H. PRUEBA

Como se dijo en la sección anterior, para realizar la prueba es necesario reducir el número de paraderos, de nodos y elegir correctamente la cantidad de tramos. Por esto, se realiza un levantamiento de información para realizar dicha tarea.

Se realizan tres planteamientos para disminuir dicha cantidad. El primero dice relación con sacar los paraderos que se encuentren en zonas de alto riesgo social, la segunda con no poner paraderos que en algunos tramos donde ya se encuentran fiscalizados por ser zona paga y la tercera, con eliminar los paraderos por tramos horarios, que no son atractivos económicamente en tema de evasión.

Se estudian 1131 paraderos, que son los ocupados por la empresa aproximadamente.

Por el tipo de zona donde se trabaja, se descartan algunos paraderos “riesgosos” para no exponer a los fiscalizadores a ser agredidos por personas de la cercanía. Estos paraderos denominados riesgosos (257, los cuales se identifican a través de un levantamiento de la información), son paraderos ubicados en zonas conflictivas, generalmente poblaciones o lugares con alto nivel de delincuencia. Por el conocimiento de expertos y por experiencias previa de la empresa, es difícil trabajar en estos sectores, por constantes enfrentamientos de las personas con los fiscalizadores, por lo que se eliminan de los posibles paraderos por fiscalizar, aunque sean beneficiosos en términos económicos, por seguridad de los trabajadores de la empresa.

Segundo, se eliminan algunos tramos en los cuales los paraderos funcionan como zona paga, ya que estos ya están siendo fiscalizados (a futuro se piensa incorporar estos al modelo).

De los paraderos que quedan, se eligen los 30 paraderos más atractivos para cada periodo por fiscalizar, y se elige como tiempo a fiscalizar igual a tres horas en cada paradero, lo que nos da en total $2 * 30 + 2 * 30^2 = 1860$ arcos y $30^3 = 27.000$ posibles soluciones.

Para facilitar el desarrollo del modelo, se hace la prueba solo para turno mañana con tres tramos, de 6:00-9:00, de 9:00 a 12:00 y de 12:00 a 15:00, cumpliendo las nueve horas de los trabajadores. Se realiza el supuesto que el sueldo bruto de un fiscalizador es de 390 mil y se sigue ocupando un supuesto de que el PPT es de \$400.

La generación de los arcos se hace a través de programación de macros de Excel y la programación del modelo a través de OPL.

Así los arcos quedan como se muestra en la tabla 19, donde la última columna muestra la evasión del tramo descontado el tiempo de viaje entre paraderos si así es el caso

Tabla 18: Ejemplo de confección de los arcos

Parada inicio	Parada destino	Tiempo Inicio	Tiempo de Viaje	# Evasión p1	periodo	Evasión real p1
inicio	L-34-2-OP-60	6:00:00	0:00:00	0	0	0
inicio	L-34-70-OP-25	6:00:00	0:00:00	0	0	0
inicio	T-34-269-NS-20	6:00:00	0:00:00	0	0	0
inicio	T-34-217-PO-25	6:00:00	0:00:00	0	0	0
inicio	L-34-2-OP-40	6:00:00	0:00:00	0	0	0
E-34-270-NS-70	E-34-270-NS-70	9:00:00	0:00:00	12056	1	12056
E-34-270-NS-70	T-34-270-NS-10	9:00:00	0:11:13	12056	1	11805
E-34-270-NS-70	E-34-294-PO-5	9:00:00	0:00:36	12056	1	12042
E-34-270-NS-70	I-33-134-SN-67	9:00:00	0:36:52	12056	1	11233
E-34-270-NS-70	T-34-270-SN-45	9:00:00	0:11:03	12056	1	11809

I. RESULTADOS.

Al modelar el problema y correr el programa, los resultados fueron los siguientes:

El output que arroja el modelo es el que se muestra en la tabla 20, que tiene paradero de inicio y paradero fin, el periodo, el tiempo de viaje si es que cambia de paradero, evasión real controlada y aumento de transacciones que es el 40% de la columna anterior (Resultado obtenido en 4.1.2.).

El total de los resultados preliminares se encuentra en anexo 5.

Tabla 19: Output del modelo

Parada inicio	Parada destino	Periodo	Tiempo de Viaje	Evasión real controlada	Aumento de transacciones	Fiscalizador
inicio	E-34-270-NS-70	0	0:00:00	0	0	1
E-34-270-NS-70	E-34-270-NS-70	1	0:00:00	12056	4822	1
E-34-270-NS-70	T-34-270-NS-75	2	0:00:46	6361	2544	1
T-34-270-NS-75	fin	3	0:00:00	1510	604	1
inicio	T-34-270-SN-10	0	0:00:00	0	0	2
T-34-270-SN-10	T-34-270-SN-10	1	0:00:00	7452	2981	2
T-34-270-SN-10	T-34-270-SN-10	2	0:00:00	5182	2073	2
T-34-270-SN-10	fin	3	0:00:00	5438	2175	2

Se define como diez las rutas óptimas a fiscalizar y ocurren dos movimientos de ruta, es decir, ocho fiscalizadores se quedan siempre en el mismo paradero y dos van cambiando de paradero.

El resultado muestra que se podrían controlar más de 128 mil evasiones y se espera que más de 51 mil pasen a transacciones reales, generando utilidades sobre los 20 millones, como se muestra en la tabla 21.

Al ampliar la fiscalización a todos los tramos horarios, es decir, de 6:00 a 21:00 se espera que los resultados aumenten en un 66% aproximadamente (ya que se realiza la prueba sobre tres tramos de tres horas, pero faltan dos más), llegando a 212 mil evasores controlados, 85 mil aumento en transacciones y 33 millones mensuales más de ingresos.

La comparación con respecto a una situación normal donde se fiscaliza un solo paradero, sin moverse, es el aumento es de un 15% sobre el control de la evasión, y esto se da más bien por la gestión que se hace al fiscalizar los paraderos de zonas pagas, en los tramos que no se realiza dicha labor.

Si bien, el resultado obtenido es más beneficioso que fiscalizar los paraderos estáticamente (solo mejoró un 15%), esto podría mejorar al poner más tramos horarios, o también serviría más en servicios y zonas donde el movimiento no es tan marcado como en las comunas periféricas (en la mañana la gente se mueve hacia el centro y en la tarde hacia la periferia), como lugares y zonas más céntricas, donde la demanda no es tan variable a lo largo del día.

Tabla 20: Resumen resultados

Nº	Evasión	Aumento de transacciones	Ingresos	Cambio de paradero
Fiscalizador 1	19.927	7.971	\$ 3.188.320	Si
Fiscalizador 2	18.072	7.229	\$ 2.891.520	No
Fiscalizador 3	17.639	7.056	\$ 2.822.240	No
Fiscalizador 4	17.405	6.962	\$ 2.784.800	No
Fiscalizador 5	14.370	5.748	\$ 2.299.200	No
Fiscalizador 6	14.167	5.667	\$ 2.266.720	No
Fiscalizador 7	7.465	2.986	\$ 1.194.400	No
Fiscalizador 8	6.962	2.785	\$ 1.113.920	Si
Fiscalizador 9	6.549	2.620	\$ 1.047.840	No
Fiscalizador 10	6.099	2.440	\$ 975.840	No
Total	128.655	51.462	\$ 20.584.800	2

6.2. MODELO ELECCIÓN DE PARADERO:

Con el fin de darle un valor agregado al modelo, se desea estudiar los factores o atributos que hacen a las personas elegir el paradero donde toman el bus.

Los objetivos de este estudio son:

- Valorar los atributos de las personas al elegir paradero, para definir su comportamiento al enfrentarse a una parada fiscalizada.
- Saber cuánto están dispuestos a caminar los evasores al momento de enfrentarse a un paradero fiscalizado.
- Poder estudiar a los usuarios en sus preferencias para darles una mejor calidad de servicio.
- Definir una función de utilidad de los usuarios y los evasores según diferentes atributos.

6.2.1. ESTUDIO ELECCIÓN DE PARADEROS (ENCUESTA N°1 PARTE 2)

En esta parte se desea capturar los atributos más importantes que el usuario tiene al momento de elegir paradero, para poder generar las preguntas de la encuesta 2, donde se realizará un análisis conjunto, con el fin de definir u valorar las preferencias del usuario o en particular, del evasor.

Realizando una recopilación de motivos intuitivos, más la ayuda de personas expertas en el tema, se pudo establecer los atributos más importantes para integrarlos a la encuesta.

Gráfico 16: Tiempo de caminata al paradero

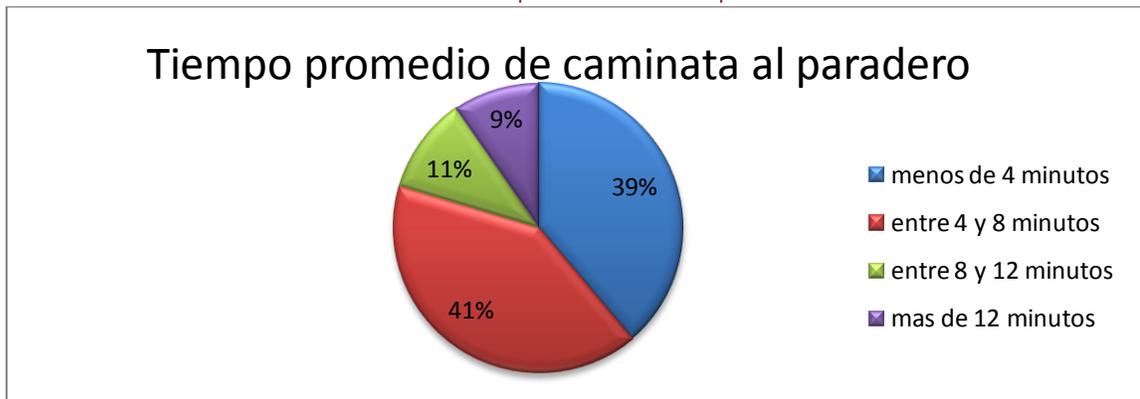
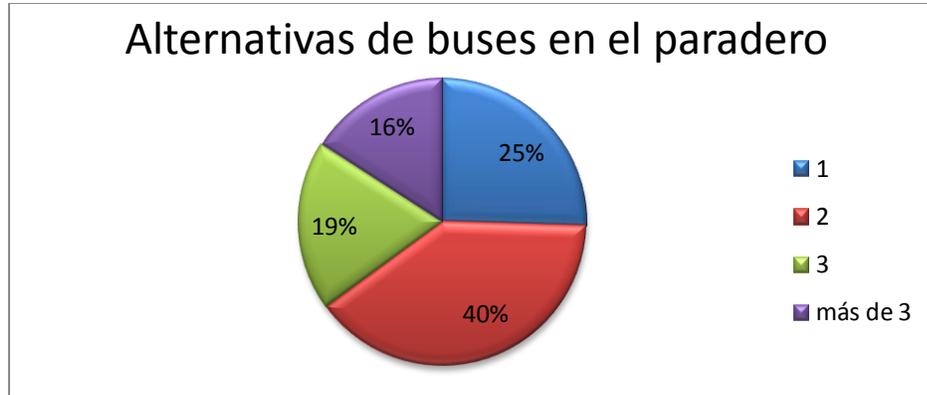


Gráfico 17: Cuadras de caminata al paradero



Gráfico 18: Cantidad de alternativas de buses en el paradero



En esta parte se evalúa la opinión que tienen los usuarios de Transantiago, en conceptos de calidad de servicio.

Al preguntar como encuentran los siguientes atributos de su paradero, la respuesta es la siguiente:

Gráfico 19: Cómo encuentran la infraestructura de su paradero

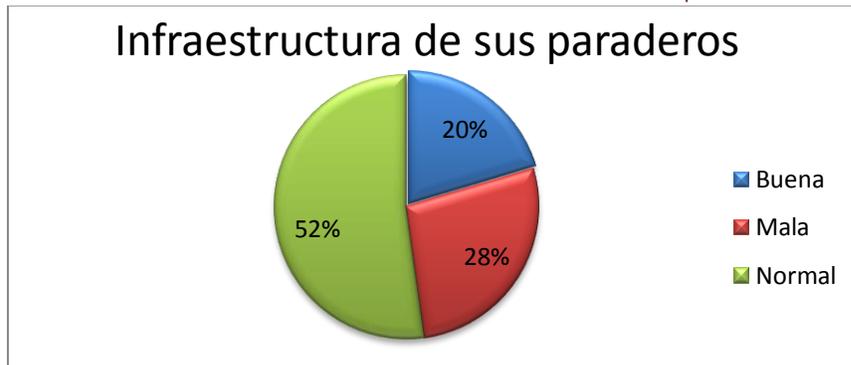


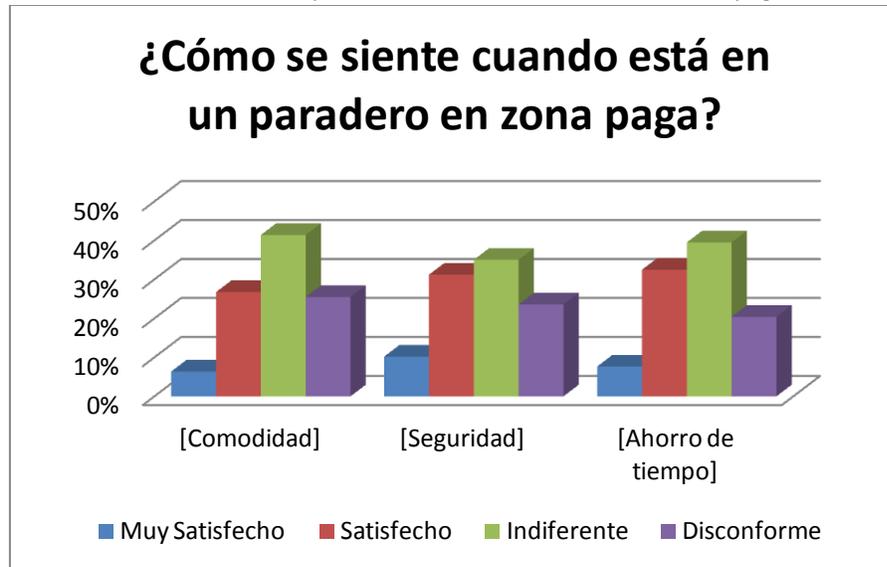
Gráfico 20: Cómo encuentran la seguridad de sus paraderos.



Lo destacado de esta parte es que un 30% encuentra que la seguridad y la infraestructura como mala.

A continuación se muestra un gráfico con respecto a atributos como comodidad, seguridad y ahorro de tiempo al estar en un paradero que sea zona paga.

Gráfico 21: Percepción del usuario al estar en una zona paga



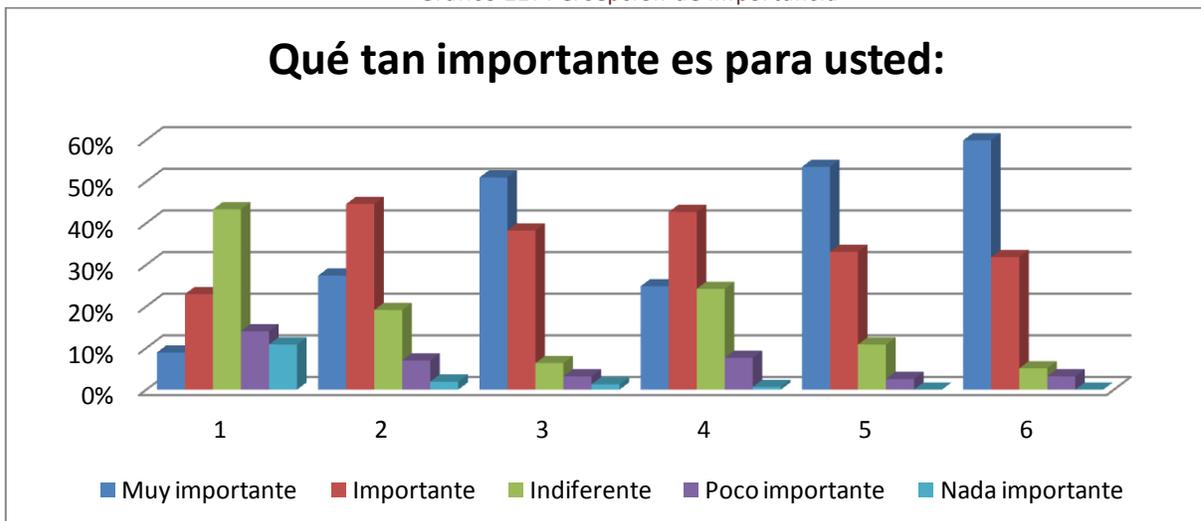
Donde la mayor parte de la gente se muestra indiferente de estar en un paradero de zona paga. Pero parece ser un factor positivo más que negativo.

En cuanto a la importancia que tiene el usuario al momento de elegir paradero tenemos lo siguiente:

Tabla 21: Atributos del gráfico 21

1	2	3	4	5	6
[Que el paradero esté en una zona paga]	[Caminar poco al paradero]	[Tener muchas alternativas de servicio en el paradero]	[Una buena infraestructura del paradero]	[Alta seguridad del paradero]	[Precios bajos de pasajes]

Gráfico 22: Percepción de importancia



Lo más importante, es tener más de una alternativa de servicios, alta seguridad y caminar poco al paradero en ese orden (La pregunta del precio se hizo como distractor para la pregunta siguiente). Y donde la gente está más indiferente es que el paradero sea fiscalizado en zona paga.

En la siguiente pregunta, podían responder más de una alternativa. Cuando hacemos la pregunta: ¿En qué se fija usted para elegir paradero de bus?, las respuestas cambian un poco.

Gráfico 23: Importancia de los factores de elección



Se repite que lo menos importante es que el paradero esté en zona paga. Respecto a las condiciones de infraestructura, la gente lo considera relativamente importante, pero este no es el factor que considera el usuario para elegir paradero. Se mantienen las tres preferencias, del porqué de la elección del paradero, pero ahora cambia el orden de éstas: el 78% de la gente elige el paradero por cercanía, el 66% lo elige por cantidad de alternativas y el 43% por seguridad (acordarse de que podían elegir más de una alternativa, por eso suma más del 100%), lo cual muestra que existe una diferencia de lo que el usuario plantea como importante y lo que lo lleva finalmente a su elección.

6.2.2 ANÁLISIS CONJUNTO CBC

De la encuesta anterior se escogen los tres atributos más importantes al momento de elegir paradero, que son el tiempo de caminata al paradero, alternativas de servicios en el paradero y seguridad. A estos tres se les agrega un atributo de precio para poder comparar cuantitativamente los atributos.

Así, con el programa Sawtooth, se construye el conjunto de preguntas para el análisis de elección CBC, para la encuesta por realizar, para después publicarla a través de página web (muestra de la encuesta en anexo 6). Esta encuesta consta de múltiples alternativas, cada una de ellas con un paquete de diferentes valores o categorías de los atributos.

El atributo de tiempo de caminata al paradero consta de tres categorías:

- Menos de 4 minutos.
- Entre 4 y 8 minutos
- Más de 8 minutos

El atributo de alternativas en el paradero consta de tres categorías:

- Una alternativa
- Dos alternativas
- Tres alternativas

El atributo de seguridad del paradero consta de tres categorías:

- Menor seguridad
- Mayor seguridad

El atributo de precio consta de tres categorías:

- Precio bajo
- Precio normal
- Precio alto

Para este último se realizó una diferencia según si el encuestado paga tarifa normal o estudiante, siendo un precio de \$100, \$200 y \$300 para tarifa estudiante, y \$400, \$600 y \$800 para tarifa normal respectivamente.

Para tener un error menor al 5%, la cantidad de preguntas para el análisis conjunto se define en 12. Además se realizan preguntas como si han evadido alguna vez y la razón, para poder segmentar a los encuestados.

De un total de 354 respuestas ingresadas, se realiza una limpieza de datos, eliminando los que no contestaron toda la encuesta y los que se demoraron menos de 4 minutos en responderla, quedando con 180 respuestas válidamente emitidas.

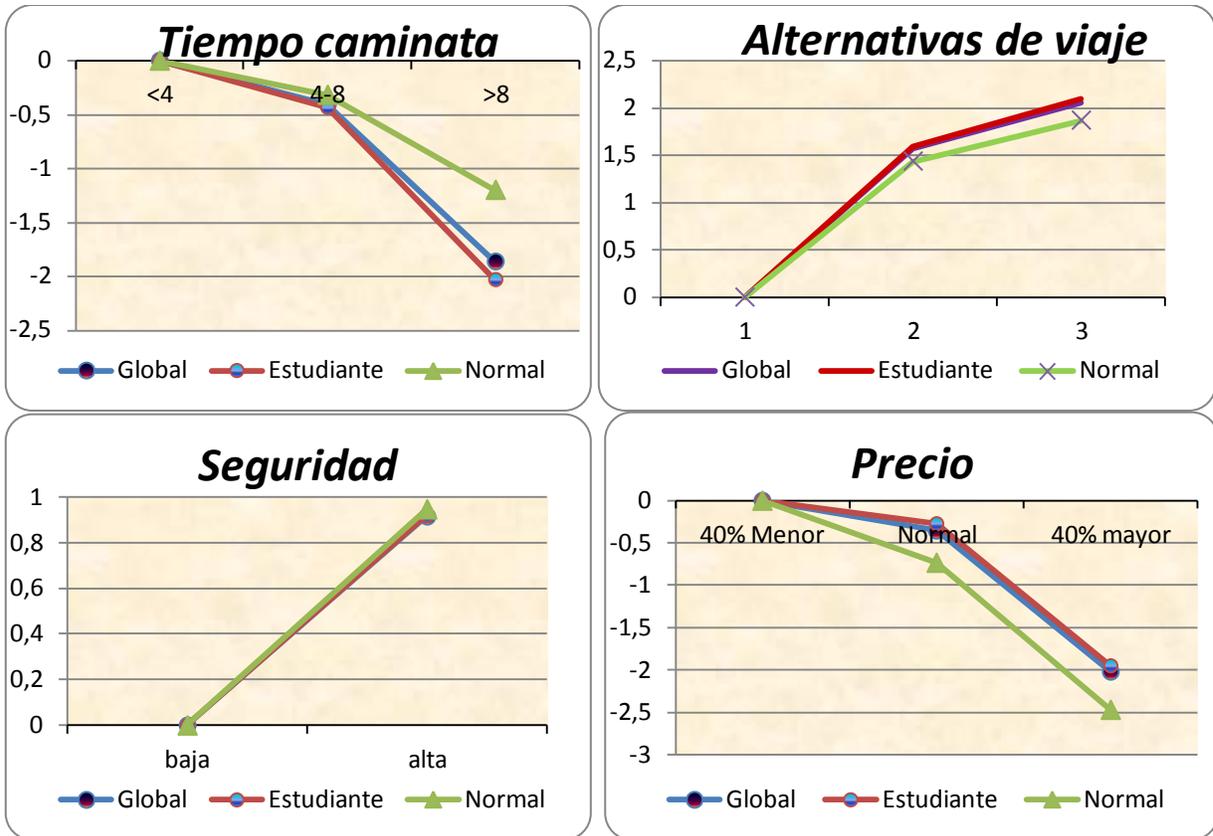
Del total de encuestas válidas, 145 pagan tarifa estudiante y 35 pagan tarifa normal. 115 han evadido alguna vez y 65 no lo han hecho nunca. Finalmente de los 115 que han evadido alguna vez, se definen evasores duros a 25 por las razones que pusieron de su evasión y 90 evasores ocasionales, por las razones que pusieron de su evasión.

Dejando la primera categoría de cada atributo como valor base igual a cero, los resultados son los siguientes:

Como es obvio, a mayor tiempo de caminata y mayor el precio, la utilidad del usuario más negativa y al contrario, a mayor cantidad de alternativas y mayor seguridad, la utilidad es más positiva.

Lo interesante es que en los atributos de precio y tiempo de caminata, de pasar de la segunda a la tercera categoría entrega una utilidad negativa mayor, que de pasar de la primera a la segunda. En el caso de alternativas de viaje, de pasar de una a dos, entrega harta utilidad, pero no tanto como pasar de dos a tres.

Gráfico 24 : Valoración Atributos

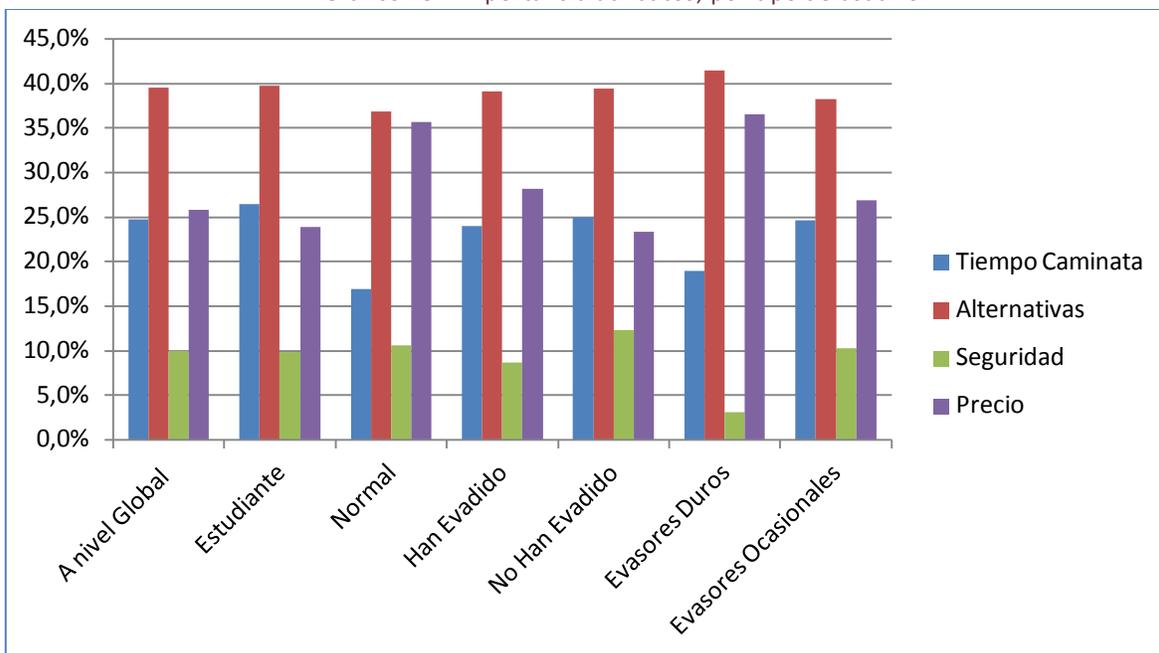


Analizando ahora la tabla 20 y el gráfico 25, tenemos que el atributo más importante es la cantidad de alternativas, segundo el precio, tercero el tiempo de caminata y por último la seguridad. Esto se explica ya que al usuario le interesa mucho bajar la incertidumbre del tiempo de espera en el paradero, entonces, teniendo más alternativas de viaje, es más probable que espere menos en el paradero, es decir, es más sensible al tiempo variable de la espera en el paradero, que al tiempo casi fijo de caminata al mismo.

Tabla 22: Importancia según categoría, por tipo de usuario.

Atributo	Importancia						
	A nivel Global	Estudiante	Normal	Han Evadido	No Han Evadido	Evasores Duros	Evasores Ocasionales
4-8 minutos	4,4%	4,7%	3,5%	4,6%	4,4%	0,6%	5,7%
> 8 minutos	20,3%	21,8%	13,4%	19,3%	20,5%	18,3%	19,0%
2 alternativas	17,2%	17,2%	16,0%	16,6%	17,5%	18,7%	15,9%
3 alternativas	22,4%	22,6%	20,9%	22,5%	21,9%	22,7%	22,3%
Mayor seguridad	10,0%	9,9%	10,6%	8,7%	12,3%	3,1%	10,3%
Precio Normal	3,9%	2,9%	8,2%	4,6%	3,5%	10,8%	3,4%
Precio Alto	22,0%	20,9%	27,5%	23,6%	19,9%	25,7%	23,5%

Gráfico 25 : Importancia atributos, por tipo de usuario.



Se destaca que para los evasores duros, el precio constituye un factor de mayor peso que el resto y que no les importa mucho la seguridad.

Para el estudio se vuelve importante el resultado de los evasores ocasionales, a quienes les importa un 38% las alternativas, un 24,7% el tiempo de caminata, un 27,3% el precio y un 10% la seguridad.

Estos datos se vuelven importantes ya que al momento de fiscalizar un paradero habrá que observar el comportamiento de evasión de los paraderos cercanos, por la migración que puede ocurrir.

A priori, es más conveniente analizar los paraderos cercanos al paradero fiscalizado, con mayores alternativas y que no estén a más de cinco minutos de caminata. O en más detalle, analizando la utilidad conjunta de estos dos atributos, manteniendo la seguridad fija, el usuario está dispuesto a caminar hasta seis minutos por un paradero de una alternativa, hasta ocho minutos para llegar a un paradero con dos alternativas y más de nueve por un paradero de más de tres alternativas, esto si la utilidad de moverse es mayor a quedarse en el mismo paradero y pagar.

También es importante destacar que la utilidad de la cantidad de alternativas está sobre la utilidad del precio, lo que indica que al usuario le interesa más bajar la incertidumbre del tiempo de espera en el paradero, a que le suban el precio, es decir, un porcentaje importante de los usuarios objetivos, están dispuestos a pagar un poco más para tener una mejor calidad de servicio, mejorando la regularidad y la frecuencia de los buses.

7. RECOMENDACIONES AL SISTEMA EN TEMA DE EVASIÓN

El objetivo de este capítulo final, es generar recomendaciones al sistema de transporte, junto al modelo, y que pueda implementarse en el corto plazo, con el fin de disminuir la tasa de evasión y aumentar transacciones.

Algunas de las actividades claves son:

- ▶ Indicar actividades paralelas a fiscalización.
- ▶ Generar propuestas de mejora para la empresa en el tema de evasión.

Puntos claves del proyecto, los cuales deben trabajarse en conjunto:

- Mejorar calidad: Aumentar la calidad del servicio pensando en el usuario y no en los indicadores. Mejor trato y respeto a los usuarios.
- Expandir red de carga: Que los usuarios tengan la disponibilidad de cargar sus tarjetas en cualquier lugar y en todo horario
- Generar conciencia: Educar e informar
- Fiscalización disuasiva: Fiscalizar la evasión, pero en conjunto con los dos puntos anteriores.

Ilustración 11: Puntos claves para disminuir evasión.



7.1. RECOMENDACIONES AL SISTEMA DE CADA PUNTO.

7.1.1. CALIDAD DE SERVICIO Y OPERACIÓN.

La calidad es el punto central en el que se ha enfocado el sistema a partir de los nuevos contratos, ya que Transantiago y DTPM han tomado un rol más activo y fiscalizador hacia las empresas operadoras en el cumplimiento de dicho contrato, así las empresas se han visto en la obligación de mejorar este tema para poder seguir operando. Además existen mayores incentivos económicos para realizar el trabajo de forma correcta.

Al mejorar la calidad de servicio a través de todos sus indicadores (ICT, ICF, ICR, ICA, ICV), los operadores se exponen a menos descuentos y multas sobre sus ingresos, lo cual genera mayores utilidades a las empresas y mayor estabilidad económica para sus trabajadores, ya que según contrato, si estos indicadores funcionan de manera ineficiente, podrían quitarles servicios, ser expulsados de la concesión, no renovar contrato por el periodo siguiente, etc.

En un comienzo el sistema tenía otros incentivos, lo que hacía que los operadores tuvieran malas prácticas para aumentar ingresos, por ejemplo, no detenerse en las paradas. No existía exigencia hacia las empresas operadoras, ya que si vemos los indicadores de antes de los contratos, éstos eran deficientes casi todos bajo el 80%. Ahora se incentivan las buenas prácticas.

Lo que hay que empezar a cambiar, es el enfoque de lo que se hace. Dar a entender a todos los trabajadores, que es un servicio de transporte de “PERSONAS”, por lo cual entregar un buen servicio es lo fundamental. Esto es, tener los buses en buen estado, buen trato entre funcionarios y hacia el usuario, tener buena regularidad y frecuencia para disminuir el tiempo de espera de los usuarios en los paraderos y así cambiar de a poco la mala imagen que tiene el sistema de transporte público.

Esto será difícil de cambiar, ya que requiere modificar temas estructurales de fondo, pero se puede trabajar de a poco para generar una mejora continua del sistema.

Algunas recomendaciones son:

- Realizar capacitaciones a despachadores y jefes de servicio para generar mejor regularidad y frecuencia.
- Realizar capacitaciones a conductores, que se enfoque en las buenas prácticas en el uso del bus y hacia el usuario.
- Cambiar incentivos de bonos de la empresa para mejorar servicio, ejemplo, al operador del bus darle bonos por transacciones, incentivando a que se detenga en todas las paradas, a los jefes de servicio por los indicadores de sus servicios asignados, etc.
- Finalmente, la labor del DTPM es fundamental, ya que ellos son los que fiscalizan el tema de la buena calidad de servicio, así que, si ellos realizan un control exhaustivo hacia las empresas operadoras, esto permitiría mayor competencia en la industria en temas de calidad de servicio, ya que los operadores estarían obligados a cumplir con estas exigencias para poder seguir en la industria.

7.1.2. EXPANDIR RED DE CARGA

Uno de los temas principales de este punto, es darle la facilidad al usuario a acceder a lugares para cargar la tarjeta bip!, en horarios y en cercanía a sus puntos de viaje.

Mucha gente desconoce el saldo de emergencia, de 21.00 hrs. a 9.00 hrs. y cuando no tiene cargada la tarjeta bip!, no valida y solicita al operador del bus que la acerque a un punto de carga cercano, generalmente metro.

También existe mucha gente que se queda sin carga fuera de este horario del saldo de emergencia.

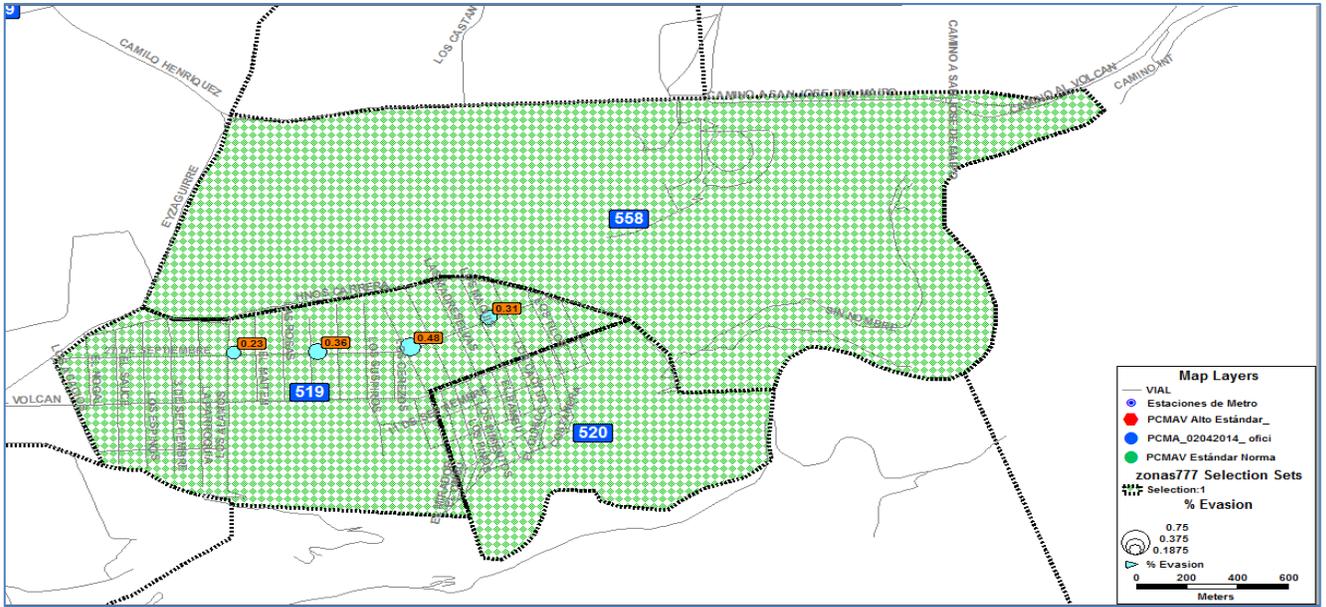
En este punto se proponen las siguientes medidas de mejora:

- Expandir horario saldo de emergencia a todo el día, ya que la gente que se queda sin saldo fuera del horario del saldo de emergencia, generalmente no tiene lugar de carga cercano. Esto se puede ver por el registro que entregan los validadores cuando una persona intenta validar pero no tiene saldo y el validador prende una luz roja. Este registro se puede estudiar para tener mejores datos para tomar decisiones.
- Aplicar nuevas tecnologías para el sistema de carga de la tarjeta. Una forma que se está aplicando este año, es la carga a través de internet, pero esto resulta ineficiente ya que para concretar dicha carga es necesario pasar tarjeta por tótem bip! (ubicados en centros de carga de alto estándar o en metro). Esto no ayuda en el problema de que la gente no pueda validar por no tener saldo, ya que igual se tendrá que dirigir a un centro de carga. En este punto se sugiere aplicar nuevas tecnologías para hacerlo más eficiente y práctico.
- A través de programa Transcad, se puede hacer un mapeo de los lugares de carga (ya que tienen coordenadas), con zonas de alta evasión o con alto registro del punto anterior (registro de luz roja en validador), y realizar gestión para ubicar centros de carga o puntos bip! en la cercanía.

Por ejemplo, de la ilustración 10 (mapa separado por zonas identificadas por número), donde se utiliza dicho programa, se pueden identificar fácilmente zonas donde existe alta evasión (evasión en cuadro amarillo, al lado de los círculos que identifican los paraderos), y no existen puntos de carga cercanos.

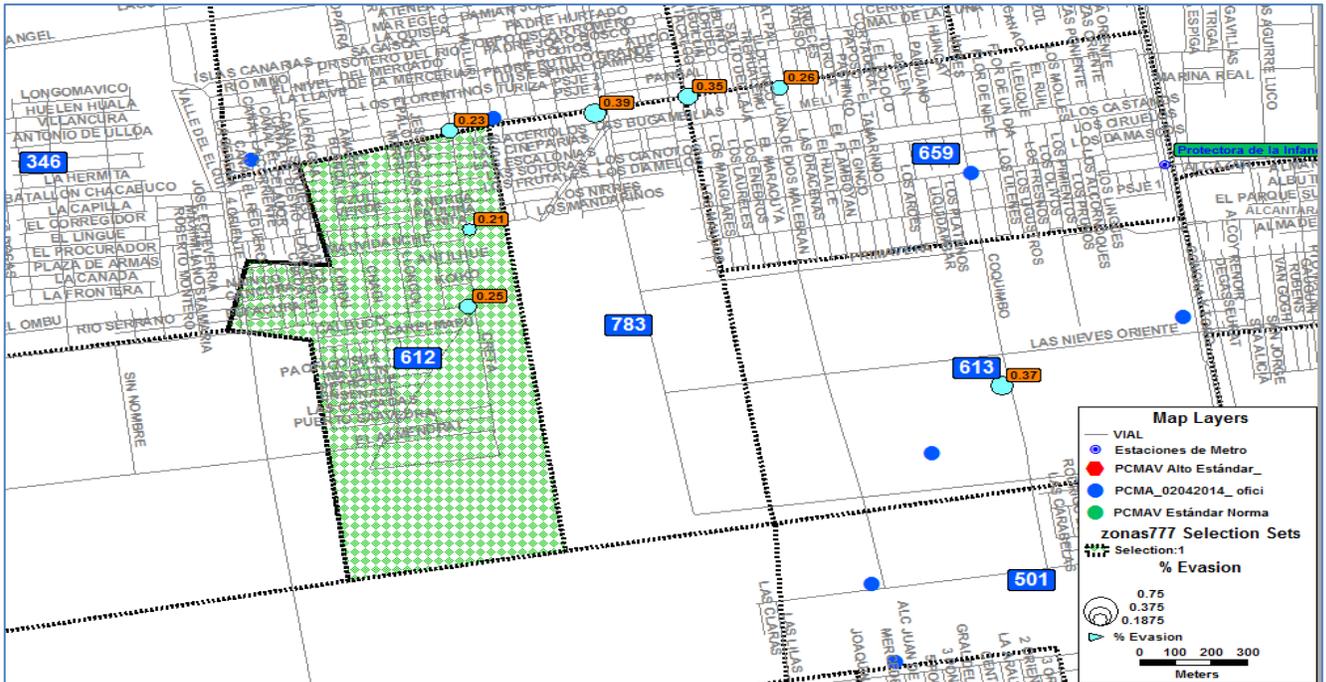
Aquí en la ilustración se identifican las zonas 558, 519, 520 donde existe una evasión promedio de 34%, alrededor de 10.000 evasiones y donde no tiene lugares de carga cercano. Esto sirve para identificar por ejemplo nuevas y futuras zonas residenciales que carecen de puntos de carga.

Ilustración 12: Ejemplo zonas de alta evasión y sin puntos de carga



Otro ejemplo es la ilustración 11, que tiene puntos de carga, menos en la zona 612.

Ilustración 13: Ejemplo zonas de alta evasión y sin puntos de carga



7.1.3. FISCALIZACIÓN

Este punto se toca en profundidad en el capítulo 6, pero, es importante decir que el resultado de este factor puede ser aún más beneficioso si se trabaja en conjunto con los dos puntos anteriores. Cuando se obtiene el dato de que 4 de cada 10 evasiones serian transformadas en transacciones con una solución sobre el factor fiscalización, se está descontando a las personas que no pueden validar por estar muy lleno el bus, por lo cual una solución sobre la mejora de la operación, podría aumentar este indicador a 6 de cada 10.

También se vuelve importante ofrecer al usuario todas las alternativas y facilidades posibles para poder cargar tarjeta y de un viaje digno, para tener la justificación de fiscalizar, ya que sería contraproducente exigirle al usuario que pague su pasaje si no se entrega un buen servicio.

7.1.4. GENERAR CONCIENCIA

Si se quiere ver resultados reales en tema de evasión, se requerirá de un trabajo arduo y de largo plazo, ya que es necesario generar conciencia en la gente e informar oportunamente de las mejoras de los servicios y de la operación, de las facilidades de carga, para finalmente generar conciencia real de que si no se paga un servicio éste no se puede financiar y mejorar, más aún cuando es un servicio comunitario donde las repercusiones son para la sociedad en su totalidad.

8. CONCLUSIONES

La utilización de la tarjeta bip! trajo cosas positivas como una mejor operación y un mayor control por los datos que genera por la tecnología incorporada y por otra parte una disminución sustancial de la delincuencia arriba de los buses, no solo porque la gente ya no necesita portar efectivo para pagar pasajes, sino además por la eliminación del efectivo por parte de los choferes. Pero también trajo consigo aspectos negativos, como el aumento de la evasión, ya que dejó de existir el control del pago por parte del operador del bus y su eventual ayudante.

La evasión es uno de los temas principales que tiene que mejorar el sistema y las empresas operadoras, más ahora con los nuevos contratos. Actualmente las empresas tienen los incentivos para trabajar dicho problema.

La evasión se encuentra afectada por una multiplicidad de factores, como una mala operación, no tener un buen acceso a lugares de carga de la tarjeta bip! y una deficiente fiscalización hacia los usuarios, los cuales se han acostumbrado a evadir el pasaje. Además, se definen el mejoramiento de la operación y la fiscalización, como los factores más gestionables por las empresas operadoras.

Un análisis cuantitativo muestra que al aplicar una solución total sobre la operación, el 20% de la evasión pasaría a transacciones, el 30% al mejorar red de carga y un 40% al fiscalizar aproximadamente.

La mejora en la operación no pasa solo por subir los indicadores ICF e ICR, sino por una mejora integral de la calidad. En este punto se vuelve tan importante, por ejemplo, que el chofer se detenga efectivamente en todas las paradas si tiene la capacidad y el trato Operador usuario, tanto como la regularidad y frecuencia de los buses.

Para los usuarios, el tema más relevante en tema de evasión es no tener un buen acceso a puntos de carga de la tarjeta bip! Una de las recomendaciones más importantes en este punto, es extender el pase de emergencia a todo el día, ya que la gente generalmente carga en metro, por lo cual toma un bus sin pagar para llegar al punto de carga. Esto especialmente para comunas periféricas como Puente Alto.

Para realizar el sistema de gestión, se define el factor de fiscalización, el cual pueden realizar las empresas operadoras para supervisar la validación. En este punto, el modelo planteado permite realizar un ruteo dinámico de los fiscalizadores, ubicándolos en el lugar y momento donde pueden supervisar a la mayor cantidad de evasores y así generar mayores transacciones a la empresa.

Al realizar la prueba, el modelo arroja que la cantidad óptima de paraderos a fiscalizar son 12, generando 10 rutas distintas.

El modelo arroja que se pueden controlar 212 mil evasores potenciales, se aumentaría 85 mil transacciones y 33 millones mensuales más en ingresos (Con el supuesto de un PPT de \$400).

Este, al compararlo con una situación normal de fiscalización estática, sobre los 10 paraderos con mayor evasión al día, tenemos un aumento de un 15% en la cantidad de evasores fiscalizados y por ende un 15% en el aumento de las transacciones.

El resultado de la modelación propuesta podría mejorar al aplicarse en zonas donde el movimiento de la demanda no es tan marcado como en las zonas periféricas, es decir, en zonas más céntricas.

Al analizar los posibles movimientos que presenten los evasores a paraderos cercanos, al enfrentarse a paraderos fiscalizados, tenemos que el factor que más valora el usuario es la cantidad de alternativas de servicios para llegar a su destino, esto para disminuir la incertidumbre en el tiempo de espera en el paradero.

Para el trabajo se vuelve importante el resultado de los evasores ocasionales, a quienes les importa un 38% las alternativas, un 24,7% el tiempo de caminata, un 27,3% el precio y un 10% la seguridad.

Al analizar posible movimientos de los evasores al enfrentarse a paraderos fiscalizados, tenemos que al evasor ocasional, le da una utilidad similar caminar seis minutos por un paradero de una alternativa que hasta ocho minutos para llegar a un paradero con dos alternativas y caminar más de nueve por un paradero de más de tres alternativas.

La fiscalización sería más eficiente si se maneja un plan integral que incluya todos los factores planteados en el trabajo.

En temas de evasión, la fiscalización es el más importante, pero podría ser que en temas económicos el más importante es mejorar la calidad de la operación, ya que aparte de disminuir la evasión y convertirla en transacciones en un 20%, esto también disminuiría las multas por ICF e ICR, disminuiría el descuento por ICT, y le daría un respaldo a la empresa operadora para seguir en la concesión, por la buena gestión que se realiza.

9. BIBLIOGRAFÍA Y CITAS

1. Ángel Benvenuto Vera (2006); Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC; Universidad de Concepción.
2. INE, Productos estadísticos, demográficas y vitales [online]. Chile: INE 2014. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php
3. Transantiago, Tarjeta BIP y TNE [online]. Chile: Transantiago 2014. Disponible en: <http://www.transantiago.cl/es/tarjeta-bip-y-tne.html>
4. Publimetro, “Los seis cambios en el Transantiago que traen los nuevos contratos” [online]. Chile: Publimetro 2012. Disponible en: <http://www.publimetro.cl/nota/cronica/los-seis-cambios-en-el-transantiago-que-traen-los-nuevos-contratos/xIQlff!23xubPKy0/>
5. La Segunda, “Listos nuevos contratos Transantiago: Mejoras en el servicio debieran comenzar en marzo” [online]. Chile: La Segunda 2011. Disponible en: <http://www.lasegunda.com/Noticias/Nacional/2011/12/706232/Transportes-anuncia-cambios-en-el-Transantiago-Empresas-ganaran-por-pasajero-transportado-y-disminuiran-los-trasbordos>
6. Transantiago, Misión y Visión [online]. Chile transantiago.cl 2014. Disponible en: <http://www.transportepublicosantiago.cl/index.php/component/content/article/17-quienes-somos/66-mision-y-vision>
7. DTPM, Quienes Somos [online]. Chile DTPM 2014. Disponible en: <http://www.dtpm.cl/index.php/2013-04-22-15-20-06/2013-04-24-21-10-35>
8. Emol, Noticias [online], Chile: Emol 2013. Disponible en: <http://www.emol.com/noticias/nacional/2013/02/01/582087/evasion-del-transantiago-en-2012.html>
9. La Segunda, Noticias [online], Chile: La Segunda 2014. Disponible en: <http://www.lasegunda.com/Noticias/Nacional/2014/03/921740/transantiago-150-evadores-del-pasaje-fueron-a-la-carcel-por-no-pagar-las-multas>
10. Emol, Noticias [online], Chile: Emol 2013. Disponible en: <http://www.emol.com/noticias/nacional/2013/10/30/627302/perfil-del-evador-del-transantiago.html>
11. Emol, Noticias [online], Chile: Emol 2013. Disponible en: <http://www.emol.com/noticias/nacional/2013/08/27/616649/plan-tolerancia-cero-a-la-evasión-aumento-a-mas-de-190-mil-los-usuarios-fiscalizados-al-dia.html>

12. Clarke, R. V. (1980). Situational crime prevention: Theory and practice. *British Journal of Criminology*.
13. Becker, G. S. (1968). Crime and punishment: An economic approach. *Journal of Political Economy*.
14. Miranda Valenzuela, D. (2011). Técnicas de Imputación para Viajes con Información Incompleta a Partir de Datos Transaccionales de Transantiago. Disponible en <http://tesis.uchile.cl/handle/2250/104263>
15. Fischer Montt, D. (2010). Obtención de Información para la Gestión del Transantiago a Través de Datos Operacionales. Disponible en <http://tesis.uchile.cl/handle/2250/103754>
16. Ibarra Ramirez, R. (2012). Diseño e Implementación de un Software de Cálculo y Visualización de Perfiles de Carga para los Buses de Transantiago. Disponible en <http://tesis.uchile.cl/handle/2250/104379>
17. Fernández Oto, C. (2010). Diseño de un Sistema de Control de Gestión para el Programa Nacional de Fiscalización de Transportes. Disponible en <http://tesis.uchile.cl/handle/2250/103793>
18. Calificaciones de calidad trimestral, 2013, transantiago.cl
19. Contenidos de la página web, 2013, stpsantiago.cl
20. Gabriel Espejoa, Gaston L'Huillier, Richard Weber , Hot Spot Policing usando Teoría de Juegos.

ANEXO1: ENCUESTA N°1

20/3/2014

Encuesta N°1 - Google Drive

Transporte Público

Preguntas sobre buses del Transantiago

***Obligatorio**

1. ¿Ocupa buses del sistema de Transporte público? *

Marca solo un óvalo.

- Sí Pasa a la pregunta 2.
 No Pasa a "¡Muchas Gracias!".

Usuario de Transporte Público

Preguntas Personales

2. Sexo: *

Marca solo un óvalo.

- Masculino
 Femenino

3. Comuna en la que vive: *

4. Comuna en la que Trabaja/Estudia: *

5. Habitualmente para viajar en transporte público, usted ocupa: *

Marca solo un óvalo.

- Buses y metro
 Solo metro
 Solo bus

6. En un viaje, ¿Cuántas combinaciones usted realiza habitualmente? *

Marca solo un óvalo.

- 1
 2
 Más de 2

7. ¿Qué tipo de tarjeta ocupa? *

Marca solo un óvalo.

- Estudiante
 Adulto mayor
 Normal

Uso de Transporte Público

Preguntas uso de servicio

8. ¿Cuántos días a la semana viaja en Transantiago? *

Marca solo un óvalo.

- 1 a 3 días a la semana
 4 a 5 días a la semana
 6 a 7 días a la semana

9. ¿Cuánto tiempo promedio usted camina para llegar a su paradero? *

Marca solo un óvalo.

- menos de 4 minutos
 entre 4 y 8 minutos
 entre 8 y 12 minutos
 mas de 12 minutos

10. ¿Cuántas cuadras promedio usted camina para llegar a su paradero? *

Marca solo un óvalo.

- 1 a 2 cuadras
 3 a 5 cuadras
 6 a 8 cuadras
 mas de 9 cuadras

11. Los paraderos que usted ocupa ¿están fiscalizados habitualmente? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

12. Generalmente en su paradero, ¿Cuántas alternativas de buses tiene para llegar a su destino? *

Marca solo un óvalo.

- 1
 2
 3
 más de 3

Percepción Usuario

13. ¿Cómo es la infraestructura de sus paraderos? *

(Señalética, vidrios, paneles, asientos, etc)

Marca solo un óvalo.

- Buena
 Normal
 Mala

14. ¿Cómo es la seguridad del paradero? *

Marca solo un óvalo.

- Buena
 Normal
 Mala

15. ¿Cómo se siente cuando está en un paradero en zona paga? en cuanto a: *

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy Satisfecho	Satisfecho	Indiferente	Disconforme
Comodidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ahorro de tiempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. ¿Cómo considera el precio del pasaje cobrado por Transantiago? *

Marca solo un óvalo.

- Caro
 Aceptable
 Barato

17. Qué tan importante es para usted: *

Marca solo un óvalo por fila.

	Muy importante	Importante	Indiferente	Poco importante	Nada importante
Que el paradero esté en una zona paga	<input type="radio"/>				
Caminar poco al paradero	<input type="radio"/>				
Tener muchas alternativas de servicio en el paradero	<input type="radio"/>				
Una buena infraestructura del paradero	<input type="radio"/>				
Alta seguridad del paradero	<input type="radio"/>				
Precios bajos de pasajes	<input type="radio"/>				

18. En qué se fija usted para elegir paradero de bus. *

Puede elegir más de una respuesta (máximo 3)

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Que el paradero esté en zona paga
- Tener muchas alternativas de servicio en el paradero
- Condiciones infraestructura paradero
- Seguridad paradero
- Paradero mas cercano
- Otros: _____

Evasión

No pagar el pasaje.

19. **Responda las razones mas importantes según usted: ¿Por qué la gente evade? ***

Puede elegir más de una respuesta (máximo 3)

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Disconformidad con el sistema
- Olvidar cargar Tarjeta bip!
- Olvidar dinero para cargar tarjeta
- Muy caro el pasaje, la gente de pocos recursos no puede pagar
- Muy caro el pasaje, el precio no compensa el servicio que se ofrece
- Porque están en contra del Sistema
- Perder Tarjeta
- Estar muy lleno el bus y subir por otra puerta
- Otros: _____

20. **Alguna vez, por alguna razón ¿Usted ha evadido? ****Marca solo un óvalo.*

- Sí *Pasa a la pregunta 21.*
- No *Pasa a "¡Muchas Gracias!".*

Evasión21. **¿Cual ha sido la razón de su evasión? ***

Puede elegir más de una respuesta (máximo 3)

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Disconformidad con el sistema
- Olvidar cargar Tarjeta bip! y No tener un lugar de carga bip! cercano
- Olvidar cargar Tarjeta bip! y estar apurado
- Muy caro el pasaje, no me alcanza para pagar
- Muy caro el pasaje, el precio no compensa el servicio que se ofrece
- Porque estoy en contra del Sistema
- Olvidar Dinero para cargar tarjeta
- Perder Tarjeta
- Estar muy lleno el bus y subir por otra puerta
- Otros: _____

22. ¿Como se considera usted? *

Marca solo un óvalo.

- Evasor ocasional
- Evasor habitual
- No me considero evasor

23. ¿Usted está informado de las multas que se expone por evadir? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

¡Muchas Gracias!

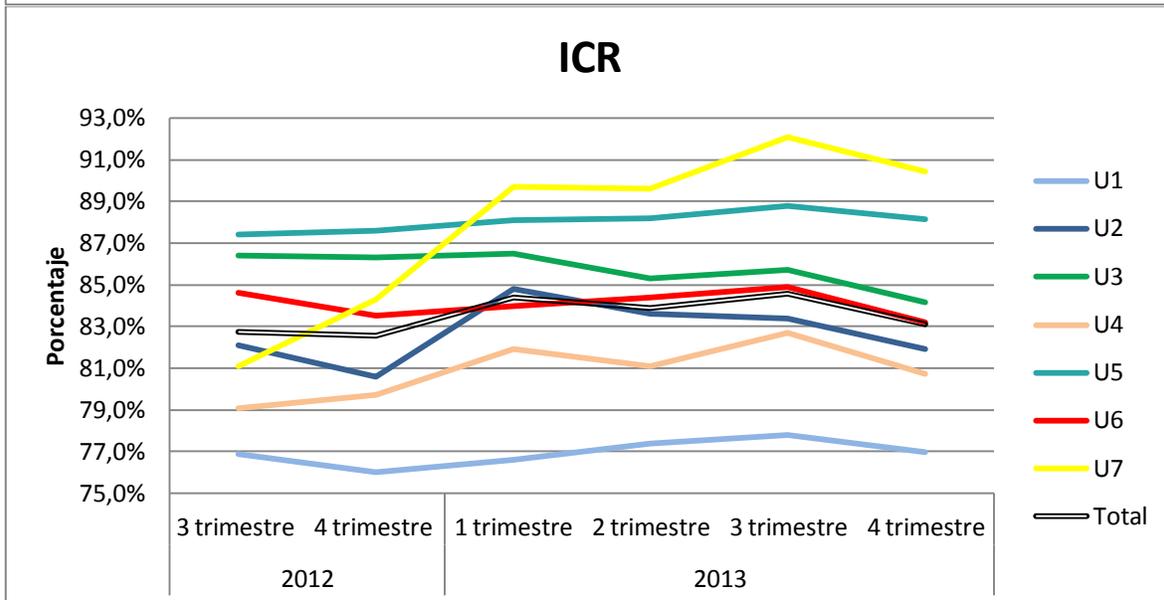
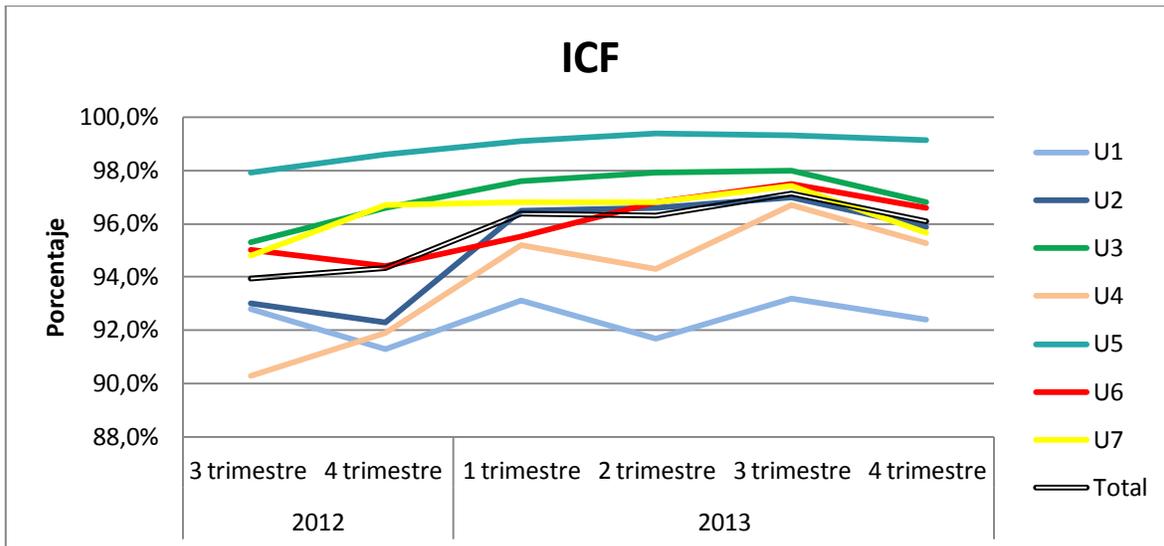
Le agradecemos su tiempo y sinceridad.

Con la tecnología de
 Google Drive

ANEXO 2: CARGOS Y AÑOS EN EL RUBRO, EXPERTOS ELEGIDOS.

Evaluación Importancia y posibilidad de gestión de los factores que afectan la evasión	
Cargo	Años en el rubro
Jefe COF	5
Gerente Terminal	30
Jefe servicio	20
Abogado Empresa	2
Sub Gerente Operaciones	3
Sub Gerente de Trafico	6
Sub Gerente de Indicadores	2

ANEXO 3: INDICADORES Y EVASIÓN



ANEXO 4: DATOS CENTROS DE CARGA BIP POR COMUNA

COMUNA	SERVICIOS 1	SERVICIOS 2	SERVICIOS 3	TOTAL SERVICIOS	Habitantes	Superficie Km ²
BUIN			3	3	78.593	214,1
CALERA DE TANGO			1	1	23.113	73,3
CERRILLOS		3	22	25	79.164	21
CERRO NAVIA		2	56	58	128.090	11,1
COLINA			1	1	113.614	971,2
CONCHALÍ	1	2	45	48	121.118	10,7
EL BOSQUE		4	31	35	162.671	14,1
ESTACIÓN CENTRAL	1		42	43	119.292	14,1
HUECHURABA	1	1	18	20	87.667	44,8
INDEPENDENCIA	1	1	36	38	73.874	7,4
LA CISTERNA			18	18	80.910	10
LA FLORIDA	1	3	69	73	363.903	70,8
LA GRANJA	1		27	28	121.214	10,1
LA PINTANA		1	57	58	182.930	30,6
LA REINA	1		24	25	91.927	23,4
LAMPA			1	1	79.421	451,9
LAS CONDES	1	3	45	49	282.972	99,4
LO BARNECHEA		1	11	12	97.230	1023,7
LO ESPEJO	1	2	37	40	99.527	7,2
LO PRADO			16	16	94.766	6,7
MACUL	1		26	27	111.436	12,9
MAIPÚ	2	4	135	141	525.229	133,0
ÑUÑO A	1	2	44	47	195.410	16,9
PEDRO AGUIRRE CERDA	1		15	16	104.018	9,7
PEÑALOLÉN		2	63	65	237.862	54,2
PROVIDENCIA	2	1	41	44	130.808	14,4
PUDAHUEL	1	2	67	70	225.509	197,4
PUENTE ALTO	1	3	81	85	583.471	88,2
QUILICURA	1	2	61	64	197.346	57,5
QUINTA NORMAL	1	2	39	42	101.737	12,4
RECOLETA	1	1	39	41	152.985	16,2
RENCA	1	2	52	55	142.136	24,2
SAN BERNARDO	1	1	43	45	277.802	155,1
SAN JOAQUÍN			23	23	94.255	9,7
SAN MIGUEL	1		19	20	90.846	9,5
SAN RAMÓN		1	20	21	85.195	6,5
SANTIAGO	1	3	111	115	311.415	22,4
VITACURA		1	12	13	84.195	28,3
TOTAL GENERAL	25	50	1451	1526	6.133.651	3.984

ANEXO 5: RESULTADOS PRELIMINARES DEL MODELO

Parada inicio	Parada destino	Periodo	Tiempo de Viaje	Evasión real controlada	Aumento de transacciones
inicio	E-34-270-NS-70	0	0:00:00	0	0
E-34-270-NS-70	E-34-270-NS-70	1	0:00:00	12056	4822
E-34-270-NS-70	T-34-270-NS-75	2	0:00:46	6361	2544
T-34-270-NS-75	fin	3	0:00:00	1510	604
inicio	T-34-270-SN-10	0	0:00:00	0	0
T-34-270-SN-10	T-34-270-SN-10	1	0:00:00	7452	2981
T-34-270-SN-10	T-34-270-SN-10	2	0:00:00	5182	2073
T-34-270-SN-10	fin	3	0:00:00	5438	2175
inicio	T-34-270-NS-10	0	0:00:00	0	0
T-34-270-NS-10	T-34-270-NS-10	1	0:00:00	8787	3515
T-34-270-NS-10	T-34-270-NS-10	2	0:00:00	4147	1659
T-34-270-NS-10	fin	3	0:00:00	4705	1882
inicio	T-34-270-SN-45	0	0:00:00	0	0
T-34-270-SN-45	T-34-270-SN-45	1	0:00:00	7816	3126
T-34-270-SN-45	T-34-270-SN-45	2	0:00:00	4251	1700
T-34-270-SN-45	fin	3	0:00:00	5338	2135
inicio	L-34-52-PO-5	0	0:00:00	0	0
L-34-52-PO-5	L-34-52-PO-5	1	0:00:00	6146	2458
L-34-52-PO-5	L-34-52-PO-5	2	0:00:00	3556	1422
L-34-52-PO-5	fin	3	0:00:00	4668	1867
inicio	E-34-294-PO-5	0	0:00:00	0	0
E-34-294-PO-5	E-34-294-PO-5	1	0:00:00	8637	3455
E-34-294-PO-5	E-34-294-PO-5	2	0:00:00	3520	1408
E-34-294-PO-5	fin	3	0:00:00	2010	804
inicio	L-34-44-PO-6	0	0:00:00	0	0
L-34-44-PO-6	L-34-44-PO-6	1	0:00:00	3111	1244
L-34-44-PO-6	L-34-44-PO-6	2	0:00:00	2337	935
L-34-44-PO-6	fin	3	0:00:00	2017	807
inicio	L-34-30-OP-65	0	0:00:00	0	0
L-34-30-OP-65	T-34-270-NS-50	1	0:03:42	1426	570
T-34-270-NS-50	T-34-270-NS-50	2	0:00:00	2727	1091
T-34-270-NS-50	fin	3	0:00:00	2809	1124
inicio	L-34-40-PO-100	0	0:00:00	0	0
L-34-40-PO-100	L-34-40-PO-100	1	0:00:00	3340	1336
L-34-40-PO-100	L-34-40-PO-100	2	0:00:00	1691	676
L-34-40-PO-100	fin	3	0:00:00	1518	607
inicio	L-34-31-OP-55	0	0:00:00	0	0
L-34-31-OP-55	L-34-31-OP-55	1	0:00:00	3193	1277
L-34-31-OP-55	L-34-31-OP-55	2	0:00:00	1397	559
L-34-31-OP-55	fin	3	0:00:00	1509	604

ANEXO 6: IMAGEN PARTE DE ENCUESTA 2

3.- Elección de Paradero (N).

Las siguientes preguntas, tienen como objetivo medir las preferencias sobre diferentes atributos en el momento de elegir paradero. Para esto se consideran 4 atributos, los cuales son el Tiempo de caminata al paradero, Alternativas de buses en el paradero, Seguridad y Valor pasaje. Cada uno de estos atributos se describe a continuación:

* Tiempo de caminata al paradero: Tiempo que se ocupará en llegar al paradero de bus caminando. Existen 3 alternativas, las cuales son menos de 4 minutos, entre 4 y 8 minutos y más de 8 minutos.

* Alternativas de buses en el paradero: corresponde a la cantidad de diferentes alternativas o servicios que pasan por el paradero al cual se dirige. Existen 3 alternativas las que corresponden a la tener una alternativa, dos alternativas o 3 alternativas.

* Seguridad: corresponde al nivel de seguridad del paradero, en este caso las 2 alternativas corresponden a mayor seguridad (paradero fiscalizado por personal de Transantiago) y menor seguridad (paradero NO fiscalizado por personal de Transantiago).

* Valor pasaje: Las alternativas son \$400, \$600 y \$800 en caso de pasaje normal.

*1. ¿Si estas fueran tus únicas opciones, cual elegirías?
Elige haciendo clic en uno de los siguientes botones:

Menos de 4 minutos de caminata al paradero	Entre 4 y 8 minutos de caminata al paradero	Entre 4 y 8 minutos de caminata al paradero	Más de 8 minutos de caminata al paradero	Si estas fueran mis únicas opciones, no elegiría ninguna.
3 alternativas de buses	2 alternativas de buses	1 alternativa de bus	1 alternativa de bus	
Menor seguridad (Paradero NO fiscalizado)	Mayor seguridad (Paradero fiscalizado)	Menor seguridad (Paradero NO fiscalizado)	Mayor seguridad (Paradero fiscalizado)	
Valor pasaje \$800	Valor pasaje \$600	Valor pasaje \$400	Valor pasaje \$400	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	