

# TRANSANTIAGO, LA EVOLUCION DE LOS PRIMEROS AÑOS

Juan Edgardo Goldenberg Ibañez, Pontificia Universidad Católica de Chile, [jegolden@puc.cl](mailto:jegolden@puc.cl),  
Juan Enrique Coeymans Avaria, Pontificia Universidad Católica de Chile, [jec@ing.puc.cl](mailto:jec@ing.puc.cl)  
Carlos Melo Riquelme, Universidad Diego Portales, [carlos.melo@udp.cl](mailto:carlos.melo@udp.cl)

## RESUMEN

El desastroso comienzo del Transantiago, obligó a las autoridades del Ministerio de Transporte, a tomar diferentes medidas en los primeros años de funcionamiento. Junto a lo anterior se decidió recolectar información de un Panel de viajes representativos en transporte público, así como de tiempos en paraderos y Zonas pagas.

Este trabajo presenta una síntesis de un extenso estudio estadístico realizado con la enorme base de datos disponible para ver si hubo mejoramientos en términos de tiempos de viaje y tiempos de espera principalmente, con las medidas adoptadas por el Ministerio de Transportes. Los resultados muestran que hubo algunas medidas exitosas, y que otras no tuvieron ninguna influencia estadísticamente significativa sobre los tiempos de viaje y los tiempos de espera del transporte público.

*Palabras claves: transporte público, Transantiago, operación de sistemas de transporte.*

## ABSTRACT

The disastrous start of the Transantiago Integrated Public Transport System, pushed the Secretary of State of Transport authorities to take different decisions to ameliorate the services. Together a great and permanent data were collected during the first years, measuring travel times and stops waiting times over a Panel of public transport trips chosen to represent the trips and buses stops in Santiago.

This paper presents a synthesis of a big statistical study done with the enormous data available, in order to estimate if the measures taken had some impacts over those indicators of quality of service such as Journey times and waiting times. The results showed that there were some measures that were successful and that others did not have any effect over the system.

*Keywords: public transport, Transantiago, transport systems operation*

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1 Objetivos**

Los objetivos de este trabajo son analizar como repercutieron en los indicadores de desempeño (tiempos de viaje y tiempos de espera) las medidas más relevantes que se han tomado para corregir los primeros problemas del Transantiago

### **1.2 Alcances**

Solo se consideraron los índices de desempeño tiempo de viaje (TV) y tiempo de espera (TE), dentro de un panel de recorridos y paraderos, sobre los cuales se realizaron mediciones permanentes a lo largo de los años 2007 (a partir de Junio), 2008 y 2009. En el presente trabajo solo se mostrará los resultados más relevantes del período punta mañana.

Se estudiaron solamente los hechos y medidas más importantes, y no se tomaron en consideración otros factores relevantes del Transantiago como las implicancias económicas.

### **1.3 Contenido**

El presente trabajo consta aparte de la presente Introducción de otros cuatro puntos: el Telón de Fondo, la Metodología y Procesamiento de la Información, los Resultados y finalmente las Conclusiones y Recomendaciones.

## **2. TELON DE FONDO**

El Transantiago fue un nuevo sistema de transporte público que se deseaba moderno, eficiente, integrado y con alto nivel de servicio para los usuarios (Fernandez y Muñoz, 2007). Desgraciadamente su implementación se realizó cuando estaba apenas esbozada la obra gruesa del proyecto, no se había realizado la mayoría de las inversiones en infraestructura programadas, no se había hecho el afinamiento del diseño vial a las condiciones de las calles, no había un sistema de información a los usuarios intensivo y personalizado, no estaba operando el sistema de información y control, y debido a que se dejó participar a empresas dummies, su comienzo fue desastroso con una flota de buses y trenes de Metro absolutamente insuficiente para servir humanamente la demanda (Coeymans y Herrera,2010).

Luego de cambiar al ministro de Transporte que lo puso en marcha, el nuevo Ministro realizó una serie de acciones para mejorar la operación, y junto con ello, encargó al DICTUC S.A. la realización de mediciones permanentes de tiempos de viaje y de tiempos de espera en paraderos a partir del mes de Junio del 2007. Estas mediciones se efectuaron sobre un panel de recorridos y paraderos seleccionados por el Ministerio de Transporte por su variedad para representar diferentes tipos y situaciones en el Gran Santiago. Esa inmensa información recogida es la que se ha procesado para ver si las medidas adoptadas por el gobierno, produjeron o no resultados positivos sobre el sistema.

Este trabajo no se concentra en todos los aspectos que podrían compararse, sino solo en aquellos que directamente se buscaban con las medidas tomadas por el Ministerio de Transporte, como son los tiempos medios de viaje y los tiempos de espera. El trabajo de Beltran y Palma (2012) abarca otros aspectos y se extiende en explicar cómo se calculan los índices de regularidad, frecuencia y plazas kilómetros pero no relaciona su implementación con los cambios en los tiempos de viaje y espera. Es interesante en el trabajo de Beltran y Palma (2012) es que el aumento de flota se realizó fundamentalmente antes de que se comenzara a implementar la mayoría de las medidas que se analizaron en este trabajo. El trabajo de Gschwender et alia (2012) no trata los temas que se abordan en esta investigación.

### **3. METODOLOGÍA Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION**

#### **3.1 Tiempos de Viaje**

Los tiempos de viaje se midieron sobre 30 pares Origen –Destino seleccionados por el gobierno que se consideraban representativos desde la perspectiva de la distribución de las distancias. Se realizaban tres mediciones por par semanalmente. El cálculo del tiempo promedio de viaje se hacía utilizando pesos relativos para replicar la distribución de distancias en la ciudad.

#### **3.2 Tiempos de Espera**

Se midió sobre 18 paraderos y 26 zonas pagas. Las mediciones se hacían aleatoriamente a los pasajeros que llegaban a un paradero y se ponderaban por la afluencia total del lugar.

La Metodología consistía además en dividir cada período en intervalos de 5 minutos y calcular la espera promedio del intervalo. Se ponderaba por la afluencia (que se medía simultáneamente) y se calculaba además la espera máxima de los intervalos.

#### **3.3 Hechos considerados**

Los hechos más relevantes considerados en el período fueron : La Renegociación de los contratos en Julio del 2007, el Índice de cumplimiento de frecuencias (ICF) y el Índice de cumplimiento de Regularidades (ICR) de Agosto del 2008, es decir la frecuencia en las salidas y regularidades en el recorrido. Se consideró también el Índice de Cumplimiento de Plazas-kilómetros (ICPKM) y el descuento por incumplimiento (DSC) de Agosto y Septiembre del 2009. (Goldenberg, 2008).

#### **3.4 Test Estadísticos considerados**

Se usó el test de Student , y el test de Student para muestras pareadas. (Walpon, 98; Rice, 95).

#### **3.5 Varianza considerada**

Se consideró prudente y razonable en vez de emplear la varianza de las mediciones, el estimar la varianza con respecto a la tendencia lineal que presentaban las mediciones, para entender más razonablemente las consecuencias de las decisiones tomadas. (Miher y Frend,2004; Devore,

2008) En la Figura 1 que se adjunta al final de este trabajo se muestra las fórmulas empleadas y un ejemplo de resultados obtenidos con las diferentes varianzas.

### 3.6 Años considerados

De la información recogida solo se consideraron los tres primeros años de mediciones intensivas, porque a partir del tercer año, se redujo sensiblemente la frecuencia y cantidad de mediciones, de manera que la información no es homogénea. Por lo demás las medidas tomadas por la autoridad lo fueron en esos tres años.

Figura 1: Resultados Diferentes Varianzas



Fuente: Elaboración propia

## 4. RESULTADOS

Los resultados se presentan solamente para los períodos punta mañana y tarde, aunque se midió y procesó para cinco períodos diferentes.

### 4.1 Tiempos de Viaje

Los resultados para los diferentes períodos se presentan a continuación:

#### a) Tiempos de Viaje Punta Mañana

En la Figura 2 en Anexo se muestra los tiempos de viaje promedio del Panel de viajes a lo largo de los tres años de medición tomados en cuenta.

Del procesamiento estadístico detallado de esa información y de la observación visual puede inferirse que la renegociación de los contratos contribuyó a una mejora en los tiempos promedio de viaje y en la varianza.

Los ICF (Índice de Cumplimiento de Frecuencias), ICR (Índice de Cumplimiento de regularidades), ICPKH (Índice de Cumplimiento de Plazas-Kilómetros) y DSC (Descuento por Incumplimientos) mejoraron las variabilidades pero no los promedios.

## b) Tiempos de Viaje Punta Tarde

Los tiempos de viaje en punta tarde se presentan en Anexos en la Figura 3

Como se puede fácilmente visualizar ha habido un mejoramiento general, pero más pequeño porcentualmente que en el caso de punta mañana. Esto puede deberse al fenómeno de disminución de los flujos de saturación en hora fuera de punta y punta tarde, que fuera reportado por Bartel et alia (199).

Al hacer un análisis estadístico detallado ( Goldenberg, 2011) se desprende que en forma estadísticamente significativa, la renegociación de los contratos contribuyó a una mejoría de los tiempos promedios de viaje y a la varianza respectiva. En el caso de los índices de cumplimiento de frecuencia y regularidad existió también una disminución significativa en los tiempos promedio de viaje, pero en los Índices de cumplimiento de plazas-kilómetros y descuento por incumplimiento no se perciben mejoras. Esto puede deberse a que el aumento de la congestión en la calles, hizo que los rendimientos de las medidas fueran decreciendo y al comparar los indicadores no se aprecian modificaciones significativas. Las últimas medidas por lo tanto, es racional que no presenten mejoras.

## 4.2 Tiempos de Espera

En la Figura 4 en Anexos se muestra la variación a lo largo de los tres años de los tiempos promedio de espera tanto en Paraderos como en zonas Pagas.

De la Figura y del análisis estadístico detallado (Goldenberg, 2010) se dedujo que disminuyeron los tiempos promedio de espera, especialmente para los períodos punta mañana y punta tarde, aunque no fue significativo este último para el caso de Paraderos. Así mismo, disminuyeron las demoras máximas en todos los períodos salvo el caso fuera punta (9:30-12:30).

Los tiempos de espera del fuera de punta y período nocturno se mantuvieron relativamente constantes. La diferencia de comportamiento de Paraderos y Zona paga se hace válida solamente en períodos punta.

El ICF y el ICR en el caso de los paraderos disminuyeron para todos los casos aunque no significativamente para el período punta tarde. Esto último posiblemente por el problema de mayor congestión ya mencionado en el punto 4.1 b). La mejora más relevante fue que tanto para paraderos como para zonas pagas disminuyeron las desviaciones estándar máximas para todos los períodos: todas menores a los 5 minutos. Así mismo se nota poca diferencia entre las desviaciones estándar de los distintos períodos.

En el caso de los Índices ICPKH y DSC: aumentaron levemente las esperas de los períodos punta. Aunque la situación a grandes rasgos «empeora», los niveles de servicios ofrecidos son muy buenos: cerca de 3 minutos de tiempo de espera promedio y una desviación estándar de 3 minutos también. Además, todas las desviaciones estándar máximas están bajo los 5 minutos.

Como comentarios generales puede decirse que la renovación de contratos RC produce mejoras en los promedios, especialmente para los períodos críticos.

La implementación de los Índices ICF-ICR produjo una mejoría en las regularidades ofrecidas.

La introducción de los Índices CPKH-DSC: no fue relevante porque los niveles de servicios ofrecidos ya eran buenos.

#### **4.3 Resultados Generales**

Los tiempos de viaje y los y tiempos de espera en Paraderos y Zonas pagas han experimentado una disminución a lo largo de estos años. El mejor momento resultó ser el segundo semestre 2008.

La Renegociación de los Contratos contribuyó a una mejoría tanto en los tiempos promedio de viaje como en la varianza.

La Introducción de los Índice ICF e ICR produjo mejorías solamente en los promedios de los tiempos de viaje en el punta tarde.

No se percibieron mejorías significativas con los Índices ICPKH y DSC.

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Las principales conclusiones son las siguientes:

- a) Se produjo una disminución de los Tiempos de Viaje y mayor regularidad en los Tiempos de Espera en los Paraderos y Zonas Pagas.
- b) La renegociación de los Contratos contribuyó a una mejora tanto en los tiempos promedio de viaje como en la varianza. Mejoraron los tiempos de espera en todos los períodos.
- c) Los Índices de cumplimiento de Frecuencia y Regularidad produjeron mejorías de los promedios de los tiempos de viaje en la punta tarde solamente, pero se presentó una mejoría en la regularidad de los servicios.
- d) En el caso de los últimos Índices introducidos de cumplimiento de Plazas- kilómetros y descuento por Incumplimiento no se perciben mejorías, aunque para el caso de los Tiempos de Espera los niveles ofrecidos ya eran buenos. Estas medidas se tomaron cuando ya se había alcanzado una zona de rendimientos decrecientes en todo el sistema.

## 5.2 Recomendaciones

Las principales recomendaciones de trabajos futuros son las siguientes:

- a) Continuando con el trabajo realizado convendría hacer un estudio con los pocos datos de velocidades con los que se cuenta.
- b) Sería bueno recopilar información de algunas ciudades importantes del mundo y compararlas con los niveles de Santiago.
- c) Además sería interesante estudiar cómo cambian los indicadores de desempeño ante eventualidades.
- d) Sería recomendable estudiar los aspectos económicos, como la disminución de la evasión (se estiman MM US\$ 100 anuales).
- e) Podría aportarse una luz nueva el estudiar los recorridos Express.

## Agradecimientos

Agradecemos especialmente al Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, en especial a la Coordinación del Transantiago, así como a DICTUC S.A. por la autorización a emplear las bases de datos y a la Empresa Consultora Fernandez y de Cea Asociados, por su colaboración en entregar la información de eventos experimentados por el Transantiago. De igual manera se agradece a la UOCT, la SECTRA, y a las empresas concesionarias por su ayuda y colaboración.

## Referencias

Bartel G., Coeymans-Avaria J.E., y Gibson J. (1997) Reformulación del Método de Regresión Sincrónico para la determinación de parámetros de capacidad de una Intersección SemafORIZADA. **Actas VIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte**, Pontificia Universidad Católica de Chile, 10-14 Noviembre

Beltran P. y Palma C. (2012) Transantiago, su evolución operacional desde el diseño original. **XVII Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística**. Universidad de los Andes, Santiago de Chile.

Buses Vule S.A. (2011) **Buses Vule Home Page** [en línea]. Santiago, Chile. [www.busesvule.cl](http://www.busesvule.cl)

Buses Express Uno S.A. (2011) **Buses Express de Santiago Home Page** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: [www.exps1.cl](http://www.exps1.cl)

Buses Gran Santiago S.A.. (2011) **Buses Gran Santiago Home Page** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: [www.busesgransantiago.cl](http://www.busesgransantiago.cl)

Carabineros de Chile (2011). **Carabineros de Chile Home Page** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.carabineros.cl:7001/sitioweb/web/verSeccion.doc>

Coeymans J.E. y Herrera J.C. (2010) Transantiago: Causas de su Desastroso Comienzo. **XVI Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito y Transporte**. Lisboa, Portugal

Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito (2011). **Estadísticas generales** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: [http://www.conaset.cl/portal/portal/default/estadisticas\\_generales](http://www.conaset.cl/portal/portal/default/estadisticas_generales).

Devore, Jay L. (2008). **Probabilidades y Estadísticas para Ingeniería y Ciencias**. Cengage Learning Editores, 7ª Edición. Santa Fe, México

DICTUC S.A (2010) **Servicio de Elaboración de Indicadores de Desempeño del Sistema de Transporte Público de Santiago**, Informe Final Consolidado. Santiago, Chile.

Fernández, J. E. y Muñoz, J.. (Enero, 2007). Privatisation and Deregulation of Urban Bus Services: An Analysis of Fare Evolution Mechanisms. **Journal of Transport Economics and Policy, Volume 41, Part 1**, pp. 25-49, London School of Economics. Londres, Inglaterra.

Goldenberg, J.E. (2011) **Transantiago y su Evolución: Logros y Fracasos**. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil de Industrias con Diploma de Especialización en Ingeniería de Transporte. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Inversiones Alsacia S.A.(2011) **Inversiones Alsacia Home Page** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: [www.alsacia.cl](http://www.alsacia.cl)

Gschwender A. , Ibarra R. , Munizaga M. y Palma C.y Zúñiga M. (2012) Monitoring Transantiago through enriched Low-Profile obtained from GPS and Smart cards data. **XVII Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística. Universidad de los Andes, Santiago de Chile**

Miher, Irwin y Freund, John E. (2004). **Probabilidades y Estadísticas para Ingenieros**. Editorial Reverteé S.A. Barcelona, España.

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (2007) **Renegociación de contratos entre el Ministerio y las distintas Unidades de Negocio . Modificación de Contrato de Concesión de uso de vías de la ciudad de Santiago para la prestación de servicios urbanos de transporte público remunerado de pasajeros mediante buses**. Santiago de Chile.

RedBus Urbano S.A. (2011) **Buses RedBus Home Page** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: [www.redbus.cl](http://www.redbus.cl)

Rice, John A. (1995). **Mathematical Statistics and Data Analysis**. Duxbury Press, Segunda Edición. California, Estados Unidos.

Secretaría de Planificación de Transporte (2011). **Planes Maestros de la Secretaría de Planificación de Transporte** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en:



[http://www.sectra.gob.cl/Planes\\_Maestros\\_de\\_Transporte\\_Urbano/ciudad/Gran\\_Santiago/indicadores\\_movilidad.html](http://www.sectra.gob.cl/Planes_Maestros_de_Transporte_Urbano/ciudad/Gran_Santiago/indicadores_movilidad.html)

STP Santiago S.A. (2011). **STP Santiago Home Page**, [en línea]. Santiago de Chile. Disponible en: [www.stpsantiago.cl](http://www.stpsantiago.cl)

SuBus S.A. (2011) **SuBus Home Page** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: [www.subuschile.cl](http://www.subuschile.cl)

Transantiago S.A. (2011). **Transantiago Informa** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: [www.transantiagoinforma.cl/descripcion.do](http://www.transantiagoinforma.cl/descripcion.do)

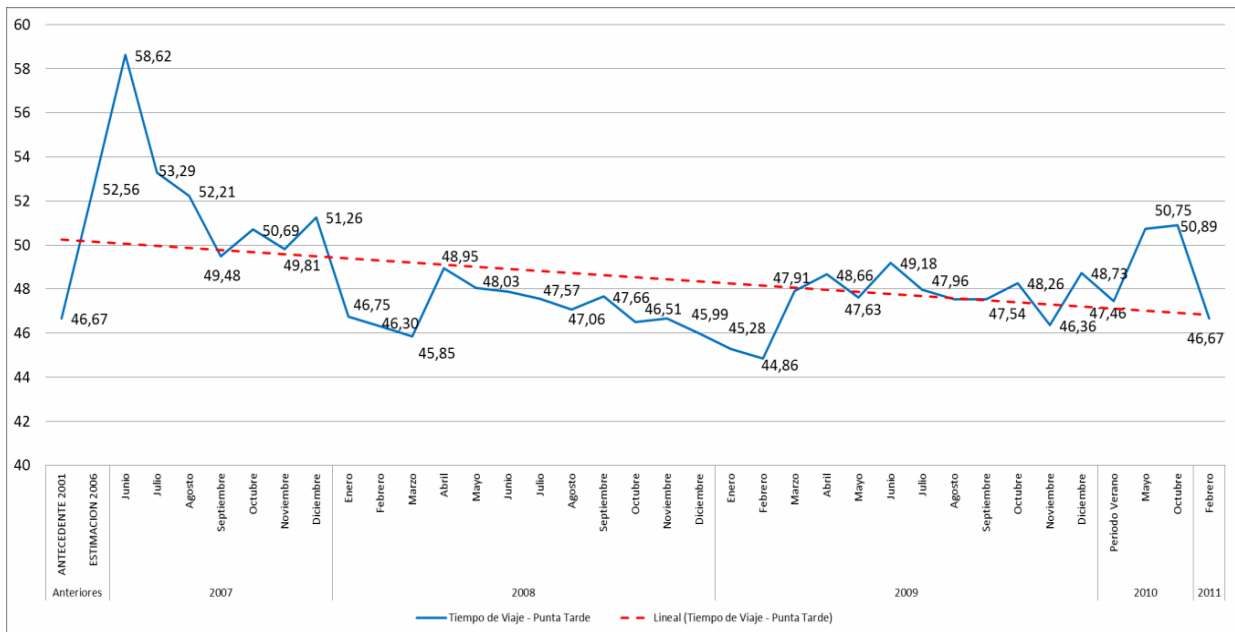
Unidad Operativa de Control del Tránsito (2011). **Informaciones** [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.uoct.cl/uoct/inicio.ns.jsp>

Walpone, Ronald E. y Myers, Raymond H. (1999). **Probabilidades y Estadísticas para Ingenieros**. Prentice-Hall Hispanoamérica S.A, 6ª Edición. México

## ANEXOS

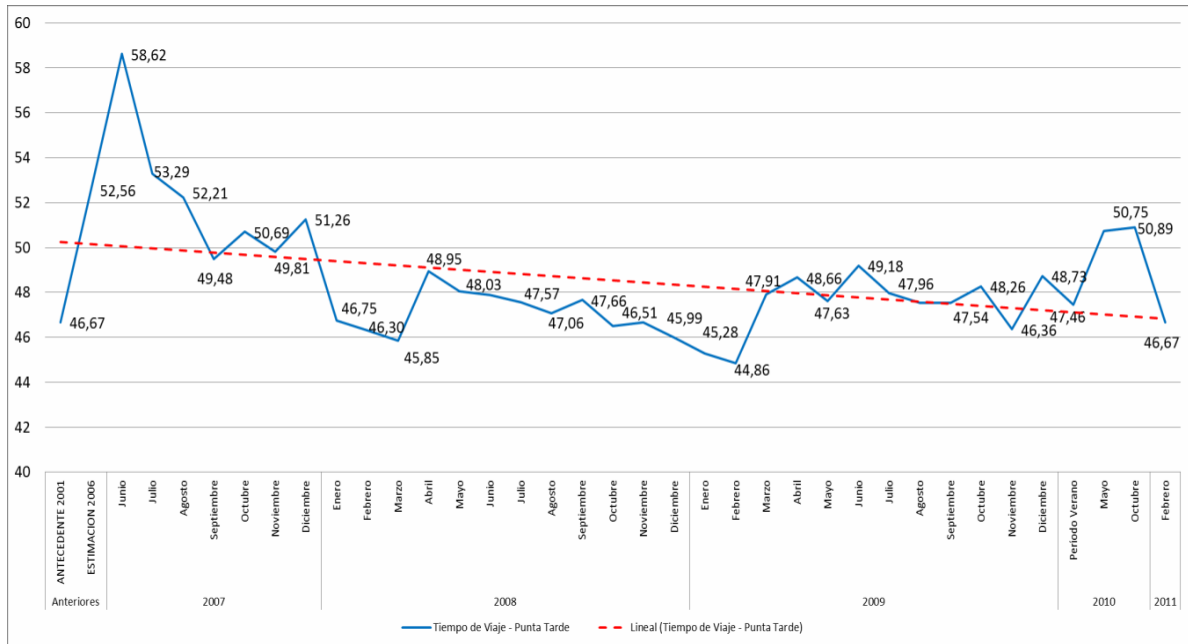
### Figuras

Figura 2. Tiempos promedio de Viaje en Punta AM a lo largo de los tres años



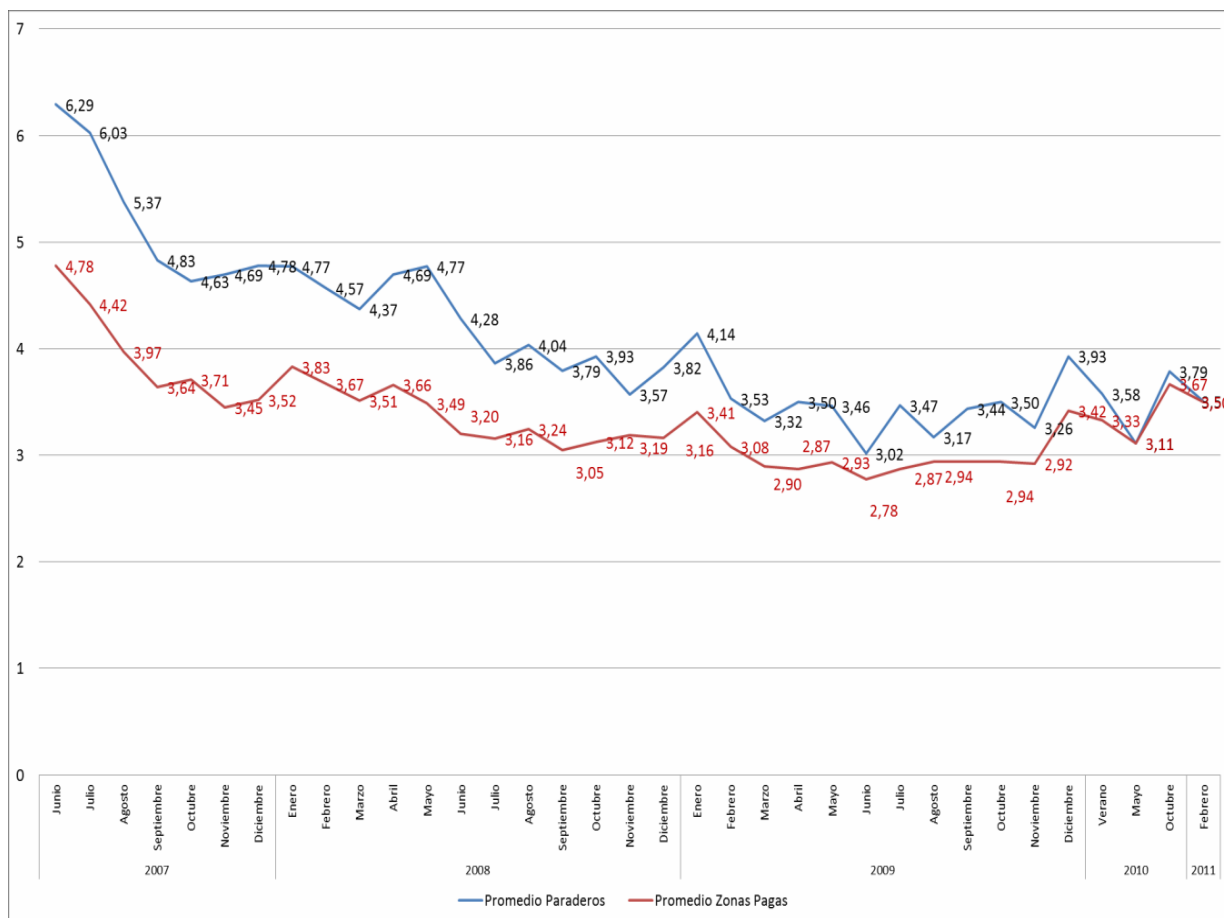
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Tiempos promedio de Viaje en Punta PM a lo largo de los tres años



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Tiempos promedio de espera en Paraderos y Zonas Pagas a lo largo de los tres años



Fuente: Elaboración propia