

SOLUCIÓN PARA EL AUMENTO DE
LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE
“OPERACIÓN EXPRESA DE LÍNEA 4”

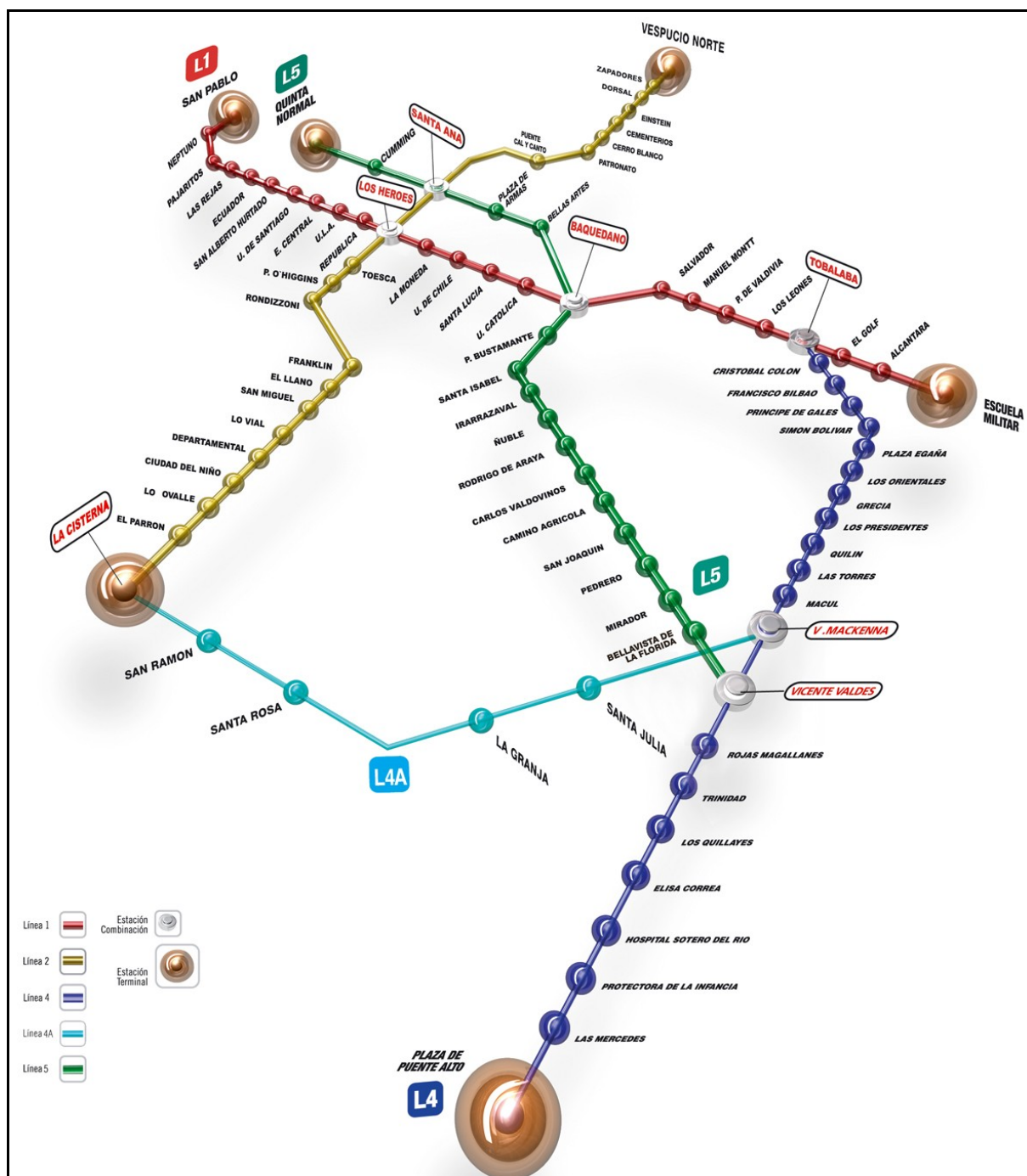


METRO DE SANTIAGO

Índice

1	Problema enfrentado.....	3
1.1	Desmejora en la Calidad del Servicio de la Red	4
1.1.1	Aumentos en la Afluencia con Transantiago.....	4
1.1.2	Altas densidades en los trenes durante la punta mañana	4
1.2	¿Cómo reaccionar oportunamente?	5
2	Complejidades para implementar la solución.....	6
2.1	Diseño de una solución para Línea 4.....	6
2.1.1	Concepto utilizado.....	6
2.1.2	Condiciones para poder aplicar un esquema operativo con saltos de estación	7
2.1.3	Diseño de la operación con saltos de estación.....	8
2.2	Cambio en la cultura interna de operación y resistencia al cambio.....	10
2.3	Puesta en servicio sin marcha blanca operacional (big-bang).....	10
2.3.1	Complejidad de pruebas y Capacitación de personal de operación.....	10
2.4	Implementación del Plan Comunicacional.....	11
3	Restricciones a las que se estaba sujeta la Solución.....	13
3.1	Restricciones de lógica de operación.....	13
3.2	Restricciones impuestas al Diseño	13
4	Beneficios que se esperaba obtener	15
5	Impactos que se esperaba mitigar	16
6	Resultados Obtenidos a la Fecha	17

Red de METRO



Problema enfrentado

1.1 Desmejora en la Calidad del Servicio de la Red

1.1.1 Aumentos en la Afluencia con Transantiago

Con el inicio de Transantiago los flujos de pasajeros en la Red de Metro se incrementaron fuertemente. Mientras el promedio de afluencia en un día laboral de diciembre de 2006 era de 1.312.339, en marzo de 2007 este valor se incrementó en un 54%, llegando a valores superiores a los 2 millones pax/día. En particular en el horario de punta mañana (7:15 a 8:15 horas) las afluencias crecieron por Línea de acuerdo a la siguiente tabla¹:

	Afluencia promedio PAM		
	Dic-06	Mar-07	Var
L1	52.677	63.069	20%
L2	26.264	37.586	43%
L4A	6.079	12.021	98%
L4	33.446	50.489	51%
L5	16.713	22.313	34%

Fuente: Metro de Santiago

1.1.2 Altas densidades² en los trenes durante la punta mañana

El aumento en las afluencias impactó directamente en el aumento de demanda en los tramos más cargados de las diferentes Líneas de la Red. A pesar de que Metro tenía capacidad de oferta de transporte en todas sus Líneas, la demanda fue superior, y esto provocó que las densidades de pasajeros registradas durante los horarios punta superaran los 6 pasajeros por metro cuadrado (densidad de diseño).

La siguiente tabla muestra una comparación los resultados promedio registrados durante el horario de punta mañana previo y posterior a Transantiago.

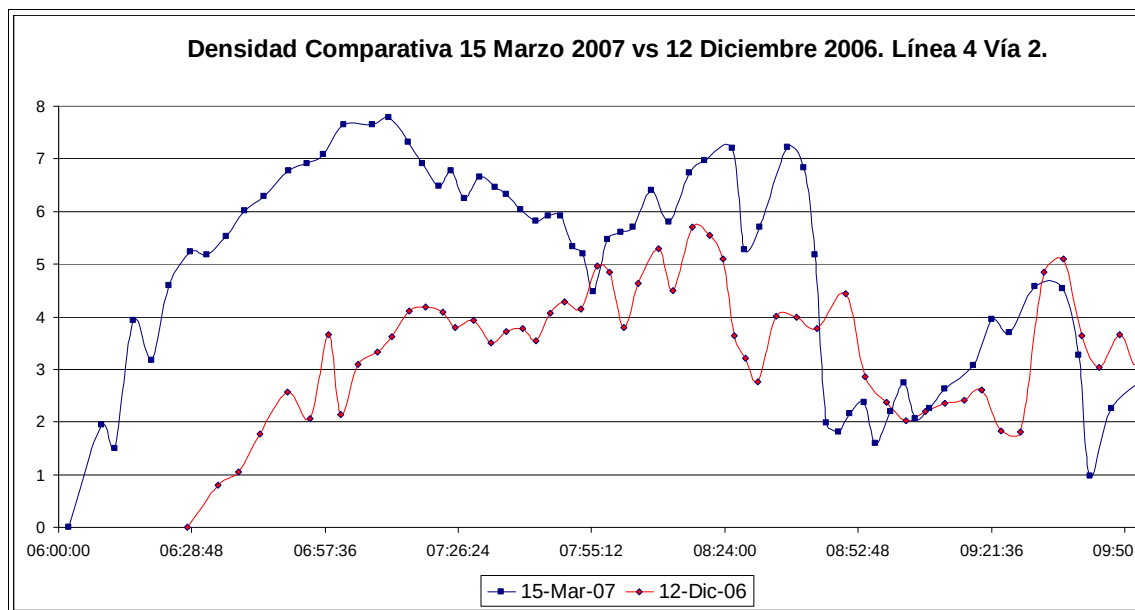
	DENSIDAD [pax/m2]		
	Dic-06	Mar-07	Var
L1	5,28	6,37	21%
L2	5,06	6,27	24%
L5	4,13	5,75	39%
L4	4,33	5,98	38%

Fuente: Metro de Santiago

¹ Las comparaciones en el presente documento se realizarán entre los valores presentados en diciembre de 2006 y marzo de 2007, ya que el primer valor es representativo de lo sucedido en año pasado y el segundo del impacto de Transantiago sobre el Metro.

² La densidad de pasajeros se mide en pasajeros por metro cuadrado en los espacios disponibles para estar de pie en el tren, no incluye a los pasajeros sentados. Es un índice utilizado para medir la calidad de servicio, y el estándar utilizado es mantener el indicador bajo los 6 pasajeros por metro cuadrado.

En el caso particular de Línea 4, podemos observar un gráfico comparativo de densidades, tren a tren -en el tramo de carga máxima ubicado entre las estaciones Rojas Magallanes y Vicente Valdés en dirección a Tobalaba- durante la Punta Mañana.



De este gráfico se puede observar claramente la mayor utilización de los trenes, en muchos casos por sobre los 6 [pax/m²], resultado explicado por las mayores afluencias de pasajeros.

1.2 ¿Cómo reaccionar oportunamente?

Frente a estos aumentos de demanda, Metro inicia un plan de medidas operativas para poder disminuir las densidades observadas, y así recuperar los niveles de calidad de servicio entregados previo a Transantiago.

Dentro de las principales disposiciones se encuentra la incorporación de trenes a la Red Neumática³, estrategias de bucles (retorno anticipado de trenes por la vía menos cargada para aumentar la oferta por la otra vía) e inyección de trenes vacíos en estaciones de alta demanda como Los Héroes de Línea 1.

En lo que respecta a la Red de Acero no estaba contemplado la incorporación de nuevos trenes, y cualquier decisión de compra de trenes tendría un desfase temporal de al menos 2 años. Por otra parte estrategias como los bucles, no se podían utilizar debido a que la demanda de la Línea 4 tiene dos puntos de carga máxima, uno en el tramo Sur, en estación Rojas Magallanes y otro en el tramo Norte en Francisco Bilbao, ambos en diferentes horarios, el primero entre 7:15 y 8:15 y el segundo entre las 8:00 y las 9:00 horas. Además Línea 4A se encuentra funcionando en condiciones estables con 8 unidades (Línea 4 funciona con 52) por lo que el traspaso de trenes de esta Línea a Línea 4 no era factible.

Lo anterior obligaba a buscar otro tipo de soluciones de corto plazo para poder reaccionar frente a los aumentos de las densidades en Línea 4.

³ Línea 1, Línea 2 y Línea 5.

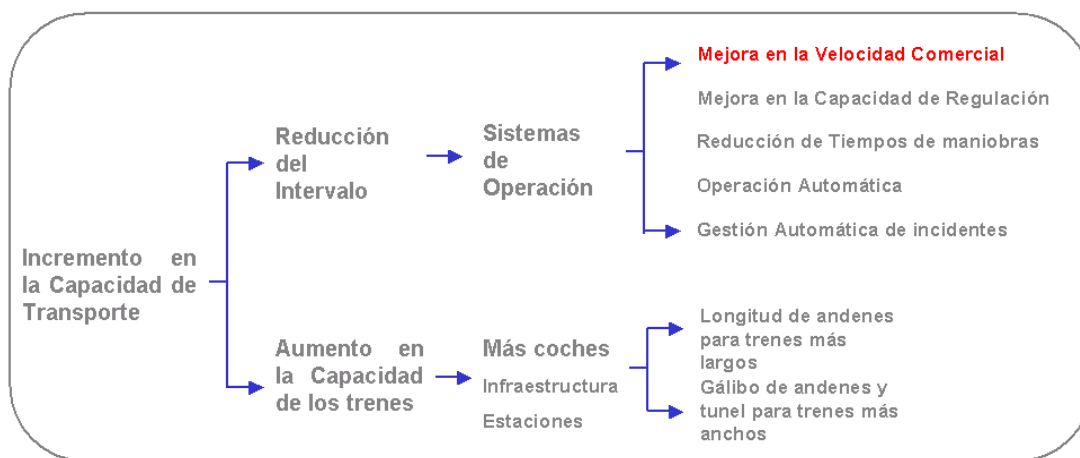
2 Complejidades para implementar la solución

2.1 Diseño de una solución para Línea 4

2.1.1 Concepto utilizado

Para aumentar la capacidad de transporte de una Red de Metro se pueden tomar 2 caminos, uno es la reducción del intervalo por la incorporación de nuevos sistemas y mejoras en las velocidades, y otro es vía la incorporación de más coches. A continuación podemos ver una figura que resume los caminos a seguir para el aumento en la oferta.

Cómo aumentar la oferta de transporte



Fuente: Metro de Santiago

Por las razones explicadas anteriormente no era factible tomar el camino 2, o sea aumentar la capacidad de transporte vía aumento del número de trenes. Por lo anterior no quedaba otra opción -de corto plazo- que reducir el intervalo a partir de una mejora en la velocidad comercial; ya que un cambio de sistemas de operación, en el caso particular de Línea 4 no tendría el impacto que necesitábamos, y además, por ser una Línea nueva, tiene sistemas de operación de alto desempeño –y que por cierto aún no están depreciados-.

Para lograr el objetivo de la mejora en la velocidad comercial, la primera disposición tomada fue la gestión de flujos, la cual buscaba reducir los tiempos de estacionamiento. Esta medida fue aplicada con éxito pero su aporte en el resultado final ya estaba agotado, se necesitaban más medidas y más efectivas aún.

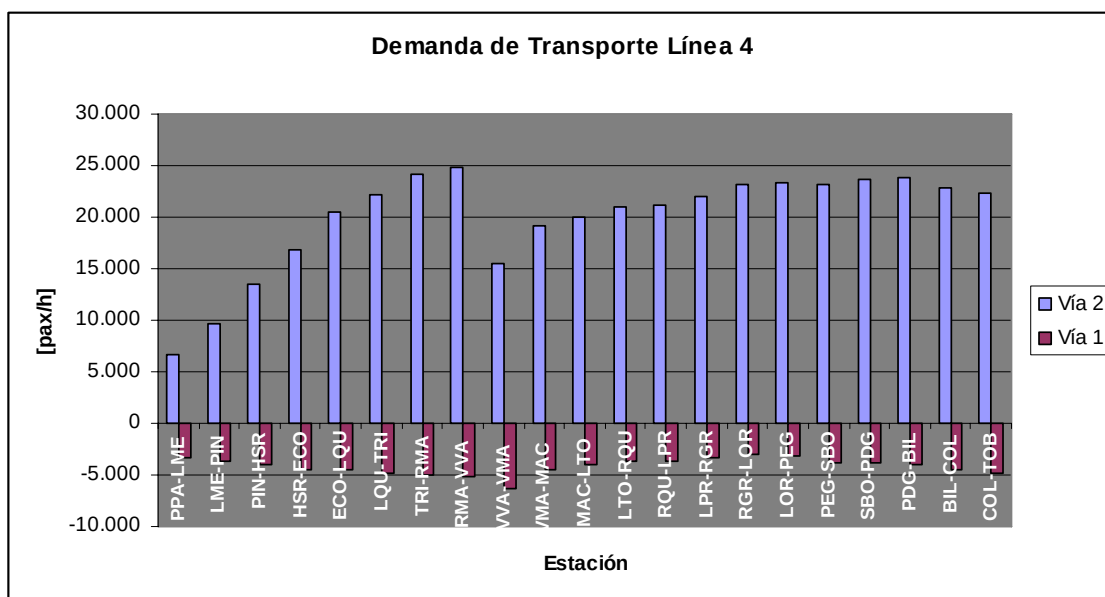
Otra forma para aumentar la velocidad comercial es reducir el número de estaciones en que el tren se detiene, pero Metro no puede dejar una estación sin servicio. En este punto es donde surge la idea de implementar una solución que permita realizar saltos de estación, pero que no implique dejar una estación sin servicio. Lo anterior dice relación con reducir la oferta en algunas estaciones para aumentarla en otras (traslado de oferta).

2.1.2 Condiciones para poder aplicar un esquema operativo con saltos de estación

Lo primero es que si se desea realizar saltos de estaciones y además no dejar ninguna estación sin servicio, algunos trenes deben saltarlas y otros no -todo esto sin alcanzarse-. Debido que Metro no tiene vías paralelas para realizar adelantamientos (ver 3.1) el espaciamiento entre los trenes debe ser -según los cálculos de marchas- superior a 140 [s] de intervalo .

Lo segundo es que la demanda de pasajeros debe permitir realizar esta reducción de oferta por tramos, para poder incrementar la oferta en otros.

A continuación se muestra un gráfico de las demandas por ambas vías⁴ de Línea 4:



Fuente: Metro de Santiago

El gráfico anterior muestra el desequilibrio entre las demandas entre una vía y la otra. Mientras por la vía 2 la demanda máxima alcanza los 25.000 [pax/h], en la vía 1 no supera los 6.000 [pax/h]; este valor es el que permite realizar una reducción de la oferta en algunas estaciones (saltándolas con algunos trenes) y de esta manera acelerar el viaje por vía 1.

⁴ Vía 1: de Tobalaba hacia Puente Alto; Vía 2: de Puente Alto hacia Tobalaba.

El salto de estación permite obtener una menor duración de la vuelta y con ello reducir el intervalo entre trenes:

$$I = \frac{Dv}{N_T}$$

I : Intervalo de operación⁵

Dv : Duración de la vuelta

N_T : Número de Trenes

2.1.3 Diseño de la operación con saltos de estación

Del proceso de análisis previo, se concluye que la opción para incrementar la oferta de transporte en Línea 4 (en el tramo de mayor demanda por vía 2) es realizar una operación con saltos de estación⁶ por la vía 1. Es importante recalcar que la operación por vía 2 se mantiene de acuerdo a lo actual, o sea, todos los trenes se detienen en todas las estaciones.

La primera tarea a realizar fue una encuesta origen destino de la vía 1, para determinar cuáles estaciones tienen mayores flujos de subidas y bajadas. Esto permitiría hacer un Ranking, y así determinar qué estaciones se podían saltar sin mayores inconvenientes con los flujos de pasajeros.

El salto de estación provocaría que ciertos usuarios debieran pasarse de la estación de destino ya que el tren la saltaría, y retornar por la otra vía realizando un cambio de andén. El diseño consideró minimizar este tipo de viajes mediante la definición adecuada de estaciones en que todos los trenes se detendrían⁷.

Con esta información y algunas restricciones al diseño impuestas -que analizaremos más adelante 3.2- se procede a construir una marcha de tiempos de viajes y detenciones nueva (Marcha Tipo), la cual debía entregarnos la información detallada del perfil de circulación que debía seguir cada tren en el caso de que saltara una estación⁸.

Dicha marcha nos permitió determinar el ahorro teórico de tiempo que generaba cada salto de estación. Cada vez que un tren saltaba una estación, reducía el tiempo total de viaje por la vía en aproximadamente 47 [s].

Finalmente se llega a un esquema de operación con dos rutas por la vía 1 y con 6 Estaciones Comunes, donde las partidas del terminal Tobalaba intercalan entre un tren de una ruta y un tren de la otra⁹.

⁵ La oferta de transporte es igual a la capacidad de los trenes por la frecuencia, la que a su vez queda determinada por el intervalo de operación.

⁶ Este modo de operación se denominó "Operación Expresa".

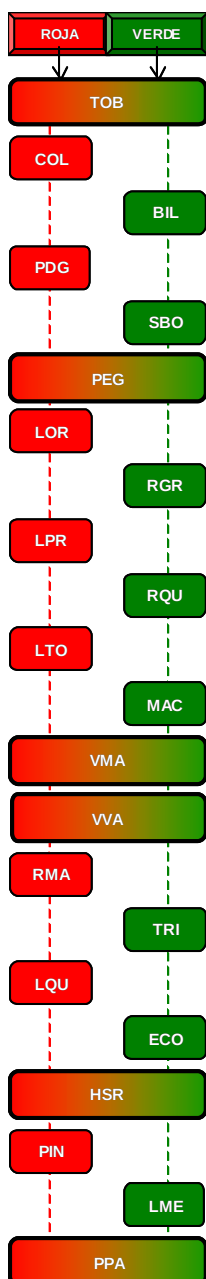
⁷ Dichas estaciones fueron denominadas "Estaciones Comunes".

⁸ El salto de la estación queda determinado en el ATO a 45 [km/h]

⁹ Ruta Roja y Ruta Verde.

Esto implicaría a los usuarios nuevos desafíos; ellos deberán saber que ruta satisface el origen y el destino de su viaje, y además saber cómo tomar un tren de dicha ruta. Lo anterior implica que existen 3 tipos de usuarios dependiendo la condición de su viaje.

Tipo Pasajero	Tipo de Viaje	Efecto	% Viajes
Origen y Destino dentro de la misma ruta	Sube en estación de origen al tipo de tren que se detiene en estación de destino	Aumenta espera, disminución tiempo de viaje	90%
Origen y Destino en diferentes rutas Con estación en común dentro del viaje	Toma el primer tren que llega en estación de origen, se baja en primera estación común y sube al siguiente tren para bajar en su estación de destino	Trasbordo adicional en misma vía	8%
Origen y Destino en diferentes rutas Sin estación en común dentro del viaje	Toma el primer tren que llega en estación de origen, se baja en la estación siguiente a su estación de destino, cambia de andén y toma tren a su destino	Cambio de andén	2%



Las estaciones comunes son:

- Tobalaba
- Plaza Egaña
- Vicuña Mackenna
- Vicente Valdés
- Hospital Sótero del Río
- Plaza de Puente Alto

Las Estaciones de la Ruta roja son:

- Colón
- Príncipe de Gales
- Los Orientales
- Los Presidentes
- Las Torres
- Rojas Magallanes
- Los Quillayes
- Protectora de la Infancia

Las Estaciones de la Ruta Verde son:

- Bilbao
- Simón Bolívar
- Rotonda Grecia
- Rotonda Quilín
- Macul
- Trinidad
- Elisa Correa
- Las Mercedes

2.2 Cambio en la cultura interna de operación y resistencia al cambio.

Metro de Santiago tiene mas de 1.200 trabajadores que participan directamente en labores de operación, tanto en las estaciones como en los trenes y el Centro de Control. Para ellos la lógica de circulación era siempre la misma, todos los trenes se detienen en todas las estaciones, por lo que un usuario para llegar a su destino solamente debía preocuparse de tomar el tren en la vía correcta. Había que romper un paradigma operacional.

El nuevo esquema operativo implicó readecuar procedimientos en el caso de las estaciones, e incrementar el número de procedimientos, en lo que respecta a la circulación de los trenes.

Actualmente Metro tiene un Manual de procedimientos Operacionales el cual indica como enfrentar las situaciones de circulación normales y anormales. Esta nueva lógica de operación tuvo que incorporar nuevas situaciones que antes no ocurrían. Por ejemplo: ¿cómo reincorporar a la circulación en Estación Tobalaba un tren retornado hacia el norte, anticipadamente en la estación Hospital Sótero del Río?, o sea, un cambio anticipado –no en el terminal- de la vía 1 a la vía 2. Lo primero a señalar, es que bajo este nuevo esquema, este tren pertenece a una ruta en particular y cuando llegue al Terminal Tobalaba debe salir de acuerdo a esa ruta. Pero dado que su retorno se anticipó vienen por vía 2 dos trenes seguidos de la misma ruta. Esto se solucionó estacionando el tren en la cola de maniobras de Tobalaba y reincorporándolo en la posición que le correspondía.

Para poder prever la nueva condición y anticiparse lo máximo posible se realizó un proceso de capacitación del personal. Dicha capacitación se adaptó a los distintos tipos de cargos; el personal del Centro de Control se capacitó en todos los procedimientos operacionales nuevos, de tal forma de dar las instrucciones correspondientes a las personas de terreno; los conductores tuvieron que conocer en detalle las nuevas rutas, los nuevos mensajes a pasajeros y los procedimientos a aplicar en caso de evacuaciones de trenes. Por otra parte el personal de estaciones se debió capacitar por tipo de estación ya que esto implicaría la recomendación a realizar a los usuarios que aborden el tren en dicha estación.

2.3 Puesta en servicio sin marcha blanca operacional (big-bang)

2.3.1 Complejidad de pruebas y Capacitación de personal de operación.

Realizar una marcha blanca con pasajeros de tal forma de poder visualizar cualquier problema operacional o de diseño, no era factible ya que esto provocaría una gran confusión en los usuarios y posibles reclamos posteriores. Lo anterior obligó a realizar pruebas operacionales y de sistemas durante las noches, sin pasajeros, pero con la totalidad de los trenes circulando; esto nos permitiría verificar que los sistemas dieran las órdenes de saltos correspondientes al diseño, que los trenes circularan en los tiempos calculados y que la oferta de diseño efectivamente se podría cumplir.

Algunos problemas que se enfrentaron eran averías en los sistemas, que dado el nuevo diseño operacional, impactaban de otra manera en la circulación. Por ejemplo una avería llamada falsa ocupación -la cual implica una pérdida de información momentánea por parte del ATS (ver en 3.1)- impedía el comando adecuado de los saltos por parte del sistema de control. En el caso de una operación tradicional esta avería no impactaba en la circulación normal.

Otro tema complejo de resolver era la llegada de los conductores a las pruebas tanto a los terminales como a otros lugares de la línea. En esos horarios de trabajo la llegada es compleja y había que realizar un gran despliegue de radio taxis y además considerar conductores adicionales de tal forma de prever el retraso de la llegada de alguno de ellos. Cualquier ausencia implicaba un fracaso de la prueba.

2.4 Implementación del Plan Comunicacional

El desafío más importante del plan de comunicaciones de la operación expresa era transmitir el cambio en la lógica de uso, que pasa del concepto de una línea, a la de una ruta.

El cómo trasmitirlo se determinó a partir de un proceso de consulta a expertos y consulta a usuarios. La consulta a los usuarios permitió diseñar un plan de acuerdo a los puntos que ellos valoraban más, dentro de un esquema comunicacional de este tipo.

Se diseñó una campaña previa a la puesta en servicio, de inducción al usuario, y se determinó que durante el primer mes de operación se contaría con personal entrenado para guiar a los usuarios dentro de este nuevo esquema operativo.

Se implementó señalética especial en las estaciones y en los trenes. A continuación se muestran una serie de imágenes correspondientes a parte de esta campaña:

Imágenes exterior de trenes



Interior de trenes



Estaciones



Información entregada a usuarios

Metro Expreso Línea 4
Una nueva forma de viajar en las mañanas



▶ Metro ha implementado exclusivamente en Línea 4, un servicio de trenes Expreso, sólo desde estación Tobalaba hacia Puente Alto, (sector sur de la ciudad), los que funcionarán sólo en horario punta AM (de 6:00 a 9:00 hrs.)

▶ El objetivo de implementar este servicio de METRO EXPRESO, es aumentar la disponibilidad de trenes en esta línea.

▶ Estos trenes se detendrán intercaladamente en las estaciones de la Línea 4 (desde Tobalaba a Puente Alto) y en cada estación en común.

▶ Habrá dos opciones de METRO EXPRESO, según las dos rutas que hay desde Tobalaba hacia Puente Alto:
METRO EXPRESO RUTA VERDE y METRO EXPRESO RUTA ROJA

▶ Para mayor información:

- Consulta a los orientadores Expreso que te recomendarán sobre la mejor opción para llegar a tu destino, disponible en hora punta entre las 6:00 s a 9:00 AM.
- Visita www.metro.santiago.cl
- Llama a Call Center de Metro 600 422 3330

METRO DE SANTIAGO
Mi Metro. Tu Metro

Plano de paradas Metro Expreso Ruta Verde y Ruta Roja
Entre las 6:00 y 9:00 AM desde Tobalaba a Puente Alto, sólo en Línea 4.

Señalización Metro Expreso



Estación	Ruta Verde	Ruta Roja
Tobalaba	●	●
Cristóbal Colón	●	●
Francisco Bilbao	●	●
Príncipe de Gales	●	●
Simón Bolívar	●	●
Plaza Egaña	●	●
Los Orientales	●	●
Grecia	●	●
Los Presidentes	●	●
Quilín	●	●
Las Torres	●	●
Macul	●	●
Vicuña Mackenna	●	●
Vicente Valdés	●	●
Rojas Magallanes	●	●
Trinidad	●	●
Los Quillayes	●	●
Elisa Correa	●	●
Hospital Sótero del Río	●	●
Protectora de la Infancia	●	●
Las Mercedes	●	●
Plaza de Puente Alto	●	●

Estaciones con detención común

Metro en acción

METRO DE SANTIAGO
Mi Metro. Tu Metro

3 Restricciones a las que se estaba sujeta la Solución

3.1 Restricciones de lógica de operación

Los sistemas de control tradicionales no tienen incorporadas funciones capaces de realizar automáticamente una operación como la planteada.

La circulación de los trenes en metro se realiza a través de tres sistemas principales:

El ATS (Automatic Train Supervisión) el cual está encargado de verificar que la circulación se realice de acuerdo a un programa de circulación teórico de los trenes y en los tiempos definidos; el ATP (Automatic Train Protección) el cual se encarga de proteger la circulación de los trenes mediante un sistema de señalización; y finalmente un ATO (Automatic Train Operation) en cual se encarga de mover los trenes de acuerdo a las ordenes que entregan los otros sistemas.

La complejidad nueva es que el ATO debía comandar, en la circulación del tren, el salto de algunas estaciones –definidas previamente en un programa de circulación de trenes– bajo la orden del ATS. Esto estaba previsto –en el diseño original del ATS– para situaciones como averías de trenes, degaraje de trenes, en general situaciones distintas de la operación comercial. Por lo anterior se debieron adaptar procesos y procedimientos para poder realizar, de la forma más automática posible, la operación planteada.

Otra restricción importante, es que no se contaba con la infraestructura con la cual otros metros del mundo realizan una operación de este tipo, como terceras vías para realizar adelantamientos o una operación automática sin conductor.

Por otra parte, dentro de la lógica de operación, se deben numerar los trenes para incorporarlos a la circulación. Dicha numeración debe cumplir con condiciones especiales, a las cuales ahora se le agregaba la complejidad de que los trenes de una ruta debían ser pares y los de la otra ruta impares. Esto obligaba a realizar salidas de cochera (en la mañana) “dobles”¹⁰, lo cuál no se hacía previamente; por lo que se diseñó una nueva lógica en la que se ocupaban las posiciones de estacionamiento de la cola de maniobras de estación Plaza de Puente Alto para poder realizar dicha operación.

3.2 Restricciones impuestas al Diseño

Cuando se planteó la solución descrita, se le impusieron algunas restricciones de tal forma de justificar el gran esfuerzo que debería realizar la organización para implementar este nuevo modo de operación.

1. La primera restricción es que se debía “ganar” mediante la operación expresa, 2 trenes más de frecuencia en la hora punta. Esto permitía ahorrar la compra de 3 nuevos trenes para la Línea 4.
2. Minimizar los viajes con retorno, dado que los usuarios que tendrían que realizar viajes de esta característica, veían incrementados sus tiempos de viaje. Cabe señalar

¹⁰ Sacar a circulación desde cocheras 2 trenes en el mismo momento, y no una salida intercalada de un tren a la vez con los trenes que ya están circulando en la Línea.

que la definición de las estaciones comunes jugó un rol importante en lograr minimizar estos viajes, los cuales durante el período de operación no superan los 1.000 pasajeros¹¹.

3. Se definió que habría detenciones en todas las estaciones de combinación, dada la complejidad de manejar los trasbordos.
4. El horario de aplicación debía ser desde el inicio de la operación hasta las 9:00 horas.

¹¹ En el período de punta mañana (hasta las 9 horas), Línea 4 transporta más de 150.000 pasajeros.

4 Beneficios que se esperaba obtener

El beneficio esperado del proyecto es aumentar la calidad del servicio de Metro mediante una mayor Oferta de Transporte. Con un mayor detalle podemos citar los siguientes beneficios:

1. **Aumento en el número de pasajeros transportados, debido al incremento en la oferta.** El resultado observado en los últimos meses nos hacía esperar que, un incremento en la oferta de transporte, sería respondido por un incremento de la demanda.
2. **Disminución de los tiempos de espera en los andenes por vía 2.** Dado el perfil de demanda de la Línea 4, los trenes llegan con poca capacidad a estaciones como Trinidad y Rojas Magallanes por la vía 2, se esperaba que esta capacidad aumentara de tal forma que los usuarios –de dichas estaciones- no tuvieran que esperar mas de un tren para poder iniciar su viaje.
3. **Disminución de tiempos de viaje por vía 1.** Dados los saltos de estación, el viaje por vía 1 tendría una velocidad mayor, la velocidad comercial¹² de diseño de la Línea es 38 [km/h] y se esperaba que este valor –por la vía 1- se incrementara a 45 [km/h].

¹² La velocidad comercial corresponde al tiempo total de viaje por la vía durante el recorrido entre terminales

5 Impactos que se esperaba mitigar

Dentro de los principales efectos de las altas densidades de pasajeros se encuentran:

1. Desmayos y problemas de salud.
2. Abusos sobre mujeres.
3. Robos.
4. Transmisión de enfermedades.
5. Malos olores.
6. Alteraciones nerviosas.
7. Accionamiento de frenos de emergencia.
8. Aumentos en los tiempos de intercambio de pasajeros y por ende un crecimiento en los tiempos de estacionamiento.

Todos estos incidentes además de impactar negativamente en la calidad del servicio, afectan la circulación normal de los trenes y por consiguiente desmejoran la oferta de transporte.

6 Resultados Obtenidos a la Fecha

La operación expresa de Línea 4 comienza el día 20 de agosto de 2007.

Los resultados de la operación expresa están de acuerdo al diseño planteado, y se destaca principalmente el aumento en la frecuencia de trenes, el cual previo a la operación expresa -entre las 7 y 9 de la mañana- era de 34,5 trenes y posterior es de 38 trenes.

Otro resultado relevante es el aumento en la afluencia de pasajeros que se registró con el inicio de la operación expresa, el cuál en el período de 7 a 9 de la mañana creció en aproximadamente 4.000 pasajeros. Lo anterior indica que el aumento de oferta de Metro no permitió bajar las densidades, si no que capturó demanda pasiva que no ingresaba a Metro por falta de oferta.

La reducción en los tiempos de viaje por la vía 1 también fue un resultado relevante, ya que hoy un pasajero que toma un tren en estación Tobalaba y se baja en Plaza de Puente Alto, ve su tiempo de viaje reducido en 5 minutos aproximadamente.

A continuación se presenta un cuadro resumen con las principales variables a considerar para evaluar el impacto de la operación expresa¹³ en Línea 4.

	Previo OpEx	Posterior OpEx
Operacional		
Oferta 7:15 - 8:15	31.270	32.818
Oferta 7:00 - 9:00	54.855	60.420
Tiempo Viaje Tob. - P. Alto	37:15 min	32:15 min
Servicio		
Afluencia 7:15 - 8:15	53.500	55.400
Afluencia 7:00 - 9:00	94.300	98.300
Densidad 7:15 - 8:15	5,4	5,5

Fuente: Metro de Santiago

Como se puede observar en la tabla, los beneficios planteados en el diseño original de la operación expresa se han cumplido en gran medida, y esto ha beneficiado a los usuarios de esta Línea que provienen de las comunas de Puente Alto, La Florida, Peñalolen, Macul, Ñuñoa y La Reina.

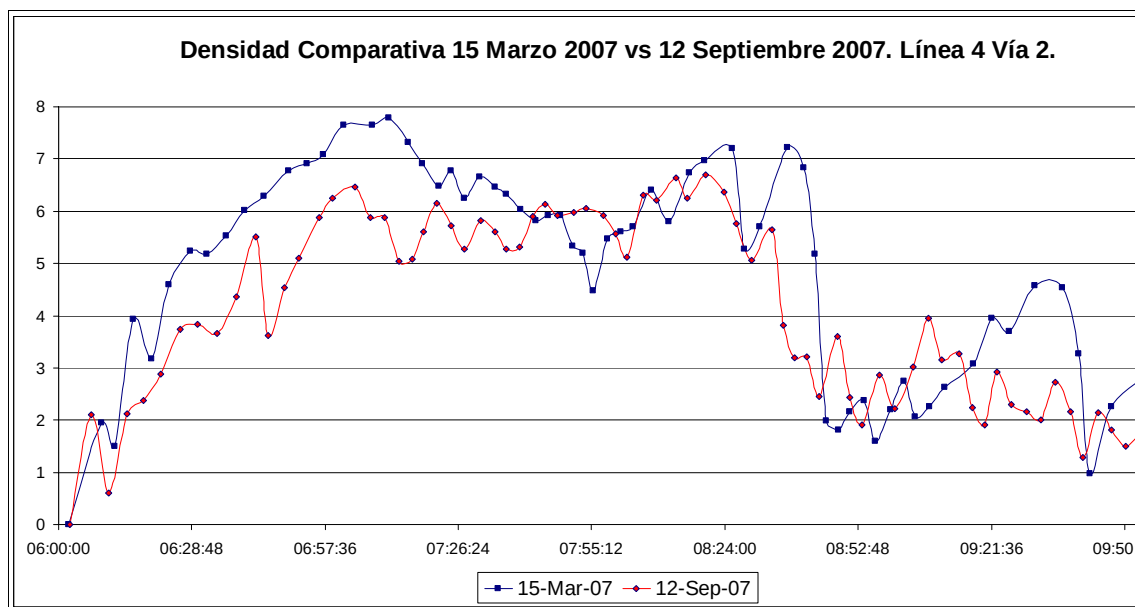
La oferta entregada por esta frecuencia adicional de trenes, es equivalente a un número considerable de buses operando en la superficie, e ahí un gran valor de la medida, la cual no requirió inversión en Material Rodante por parte de la empresa. Los beneficios de esta medida se podrían cuantificar en cuanto a reducción de contaminación ambiental, de tiempos de viaje en las calles, menor número de autos circulando, etc.

Es importante señalar que este nuevo modo de operación requirió un proceso de adaptación tanto interna como de los usuarios, lo que influye en los resultados y la percepción del servicio. Por ejemplo durante las primeras semanas la oferta estaba levemente por debajo de lo programado y los tiempos de viaje no se habían reducido

¹³ Se define como previo a la operación expresa las 3 semanas previas al 20 de agosto, día en que se comenzó a aplicar la medida. Este informe fue elaborado con datos hasta el día 28 de septiembre.

todo lo esperado. Durante las últimas semanas la oferta se ha estabilizado en los valores programados y la reducción de tiempos de viaje por vía 1 se ha incrementado considerablemente. Lo anterior se explica por la familiarización de los usuarios con las rutas de viaje, y la práctica que van adquiriendo los operadores del sistema.

Por último se muestra un gráfico que muestra cómo evolucionó la densidad desde comienzos de Transantiago hasta ahora con la operación expresa implementada.



Fuente: Metro de Santiago