

Presentador de la iniciativa/proyecto	
Nombre	Gabriel Alejandro Cruzatt Costa del Río
Empresa/Institución	Metro de Santiago
Teléfono	+569 6 7299655 / +562 2 9378862
Correo electrónico	gabriel.cruzatt@gmail.com / gacruzatt@metro.cl

Identificación de la iniciativa/proyecto	
Nombre del proyecto de ingeniería	Metodología de estudio basada en Niveles de Servicio para gestión de flujo de pasajeros en dos estaciones de Metro de Santiago
Empresa, institución o profesional(es) responsable(s) del trabajo realizado	Metro de Santiago
Empresa o institución para la cual se realizó el proyecto	Metro de Santiago

Caracterización iniciativa/proyecto	
Tipo	<input type="checkbox"/> movilidad urbana <input type="checkbox"/> logística <input type="checkbox"/> seguridad <input type="checkbox"/> diseño vial <input type="checkbox"/> información <input type="checkbox"/> tecnología <input type="checkbox"/> institucionalidad <input checked="" type="checkbox"/> otro: flujo de pasajeros
Descripción general del proyecto	<p>Mostrar metodología utilizada para mitigar problemas de densidad (niveles de servicio de J. Fruin) y circulación de usuarios en estaciones de Metro de Santiago, realizando simulaciones en software de microsimulación de pasajeros Legion Spaceworks.</p> <p>Se presentan ejemplos implementados en dos estaciones evaluadas con esta metodología, cuyas dificultades en desplazamiento y hacinamiento de usuarios, se concentran en horario Punta Mañana y Punta Tarde, respectivamente: Hospital Sótero del Río y Tobalaba.</p> <p>En ambos casos se analizaron diferentes escenarios con simulación y se llevó propuesta a una solución de reubicación y fabricación de nuevos elementos junto con cambios en la circulación de pasajeros, de los que se presentan los efectos previos y posteriores de las implementaciones.</p>
Objetivo / problema a resolver	<p>Retrasos en tiempo de viaje, condiciones inseguras de tránsito y evacuación en accesos, mesaninas, pasillos de circulación y andenes.</p> <p>Se busca de igual manera analizar los niveles de densidad de Fruin, siendo un factor importante a considerar para evaluar modificaciones en la estación, que resultarán en la inversión de nuevos elementos o equipamientos o en modificar la forma de operar la estación. Espacios de circulación amplios y sin obstáculos cercanos, permiten mejorar la calidad de viaje de los pasajeros y otorgarles mayor seguridad tanto en el día a día como frente a eventos inesperados.</p>

Forma en que resuelve el problema

- Metodología de evaluación de disminución de densidad y tiempo de viaje - cuando aplique- mediante software Legion, con resultado en propuestas de reubicación de elementos y cambios en gestiones operacionales.
- La toma de datos se realiza de manera manual y presencial. En primer lugar, se hacen mediciones de conteo de flujos de pasajeros en la estación o sector a analizar en un día laboral tipo. Estos datos luego son calibrados para obtener el flujo de usuarios en la hora más cargada del período punta a analizar (una hora cronológica) y ajustados según información interna de ingresos por torniquetes y carga (cantidad de subidas y bajadas) proveniente del tren, lo que permite tener información precisa de utilización del sector en la estación.
- Los datos de las mediciones ya calibradas, se utilizan para realizar la simulación en *Legion* como uno de los inputs para poder representar, en primer lugar, la situación base y observar los niveles de densidad que se generan (desde nivel A al F).
- La situación base, luego es modificada según los tipos de solución que se deseen probar. Generalmente, estas pueden considerar: ubicación de nuevos elementos, reubicación de elementos existentes, generación de nuevas rutas de circulación, creación de nuevas formas de gestión de flujos (contenciones, segregación mediante rutas unidireccionales, etc.).
- Finalmente, se escoge la alternativa de solución para mitigar la problemática, considerando en las propuestas criterios de decisión tales como:
 - Factibilidad física/estructural.
 - Facilidad o duración de la implementación.
 - Disminución en el nivel de densidad de pasajeros.
 - Impacto en tiempo de viaje.
 - Costo de implementación y mantención.
 - Impacto en la operación de Metro y si ésta es sostenible en el tiempo.
- Respecto a los usuarios representados en la simulación, estos poseen un perfil de comportamiento (Entity Profile) recomendado por el fabricante del software (Legion Ltd.) según los siguientes perfiles por defecto:
 - Asian
 - Chinese

	<ul style="list-style-type: none"> ○ North American ○ Southern European ○ UK <ul style="list-style-type: none"> • Luego de realizada su consultoría con Metro (2014), Legion Ltd. recomendó representar a los usuarios de Metro de Santiago con el perfil de “Southern European” (velocidad promedio de caminata 1,3 m/s, entidades de tamaño “medio”), dadas las características similares a usuarios de Santiago, según lo consultado. En la actualidad se continúa utilizando este perfil, con la intención de buscar un perfil preciso para los usuarios de Santiago en cuanto a velocidad de caminata, distanciamiento entre entidades y dimensiones promedio por entidad. • Una vez aprobada internamente la solución que ha sido consensuada con las áreas involucradas, se procede a analizar con un piloto – si aplica y es factible de realizar - o en su defecto, iniciar planes de comunicación, fabricación e Ingeniería de detalle para coordinar fechas de puesta en marcha. Finalmente, se ejecuta la implementación y posteriormente se realiza un análisis de la efectividad de la medida.
Dimensiones abordadas	<p>(x) dimensión física / ingeniería () dimensión económica / financiera (x) dimensión social / participativa</p> <p>Considera la reubicación de elementos según la necesidad de la estación para operar con menores niveles de densidad, generando nuevos desplazamientos que mejoren la experiencia de viaje de los pasajeros y las condiciones de seguridad y evacuación.</p> <p>Cabe mencionar que, por lo general, se busca en primera instancia idear soluciones de bajo costo y alto impacto que permitan mitigar los problemas presentados. En otros casos, hay soluciones que implicarían necesariamente cambios estructurales de las estaciones, los que requieren de mayores ciclos de aprobación y validación, dado el impacto que significan en cuanto a la operación y costos asociados.</p>

Etapa de estudio o implementación	
Etapa en que se encuentra	() idea () factibilidad/diseño () perfil () construcción () prefactibilidad (x) operación
Fecha de inicio	31/08/2016
Hito de inicio	Aprobación de estudio y comienzo de licitación
Fecha de término	16/02/2017
Hito de término	Término de obras y puesta en marcha de las medidas

Por qué estima que este proyecto debe ser presentado en el Congreso	
Principales resultados y aportes a la práctica de la profesión	La metodología permite comparar un caso base con diferentes propuestas de solución, mediante comparación de niveles de servicio de Fruin obtenidos con el software Legion. Una operación con niveles de servicio manejables (hasta nivel D) permite otorgar mayor seguridad en la operación cotidiana y frente a contingencias, mejorar la experiencia de viaje y en ocasiones, reducir tiempos de traslado en estaciones de Metro.
Elementos de innovación	En los ejemplos que se mostrarán no se consideran elementos de innovación. Sin embargo, las propuestas consideran nuevas circulaciones o rutas por parte de los pasajeros y cambios en la operación normal de una estación.
Discusión metodológica	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de herramientas de microsimulación para evaluar nuevos desplazamientos dentro de la estación, que reduzcan la densidad y mejoren la experiencia de viaje de los pasajeros. • La manera en que se comunican los futuros cambios a los pasajeros. • La creación de soluciones simples que puedan tener un impacto importante en una situación particular, la que puede ser replicada en otras estaciones con características similares.
Otros comentarios	<p>Estas intervenciones consideraron campañas comunicacionales e instalación de nuevos elementos, - como barreras fijas y desmontables - y señalética asociada.</p> <p>Para realizar los cambios en la estación, es necesaria la coordinación y aprobación de diferentes áreas de Metro. Por lo general, se deben sociabilizar las propuestas a áreas tales como: Operaciones, Experiencia de Clientes, Marketing y Comunicaciones, Ingeniería Estructural, Negocios, Mantenimiento, entre otras. Además, se deben realizar licitaciones o compras directas con empresas contratistas que puedan prestar algún servicio - como fabricación de elementos físicos o señaléticas - en los plazos que se requiera.</p>

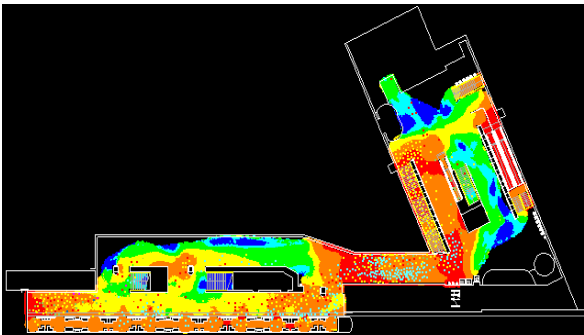
Antecedentes adicionales adjuntos



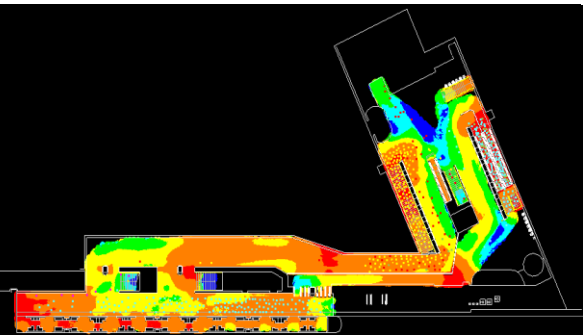
Simulación Hospital Sótero del Río, horario Punta mañana –
Situación Base
Fuente: Elaboración Propia



Simulación Hospital Sótero del Río, horario Punta mañana –
Situación con propuestas
Fuente: Elaboración Propia



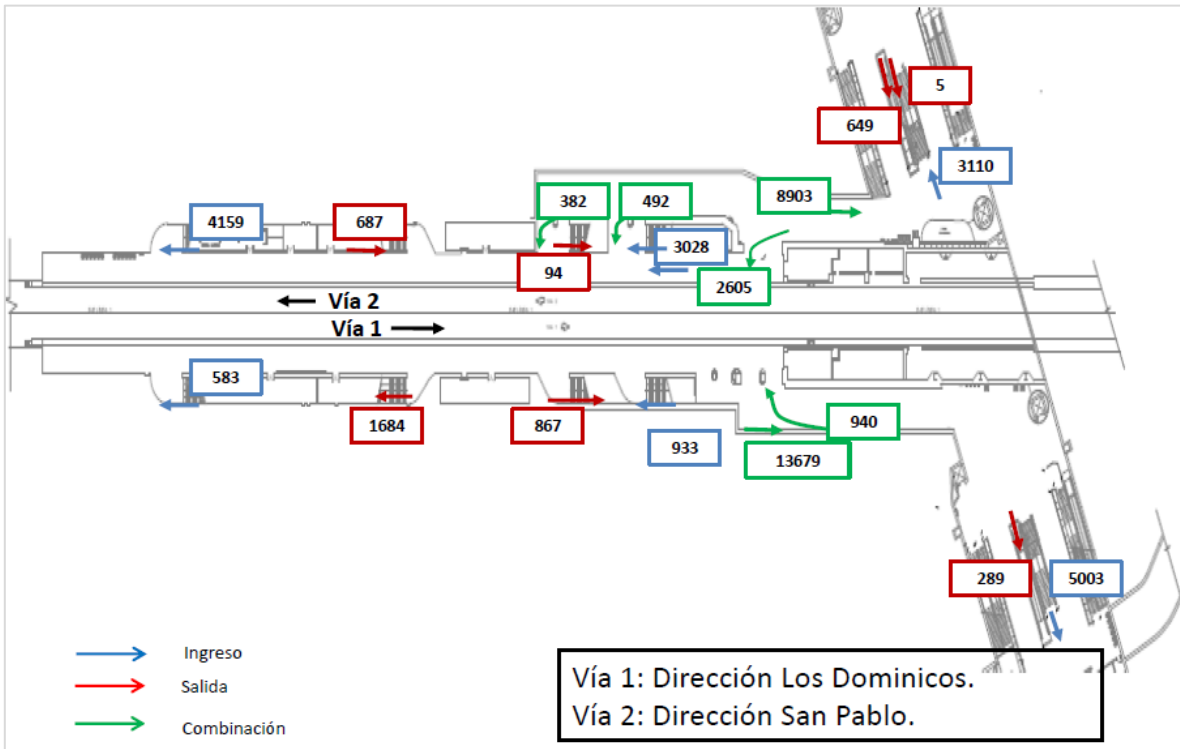
Simulación Tobalaba, horario Punta tarde – Situación Base



Simulación Tobalaba, horario Punta tarde – Situación con
propuestas



Niveles de Servicio (LoS) de Fruin



Diagramación flujos en la hora más cargada de período punta PM (18:00 a 19:00 hrs.) en pasillo combinación, dirección San Pablo, estación Tobalaba L1.