

“Modelo de la línea H de subterráneos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires con extensiones proyectadas”

“Model subway line H of the Autonomous City of Buenos Aires with projected extensions”

- Lic. Edgard Hernán Maimbil – Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Tutor Tesis de Grado – Ingeniería Informática. edmaimbil@uade.edu.ar, tinymaimbil@gmail.com.
- Ing. Nahuel Hernán S. Romera – Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Co Tutor Tesis de Grado – Ingeniería Informática. nahuel.romera@gmail.com (Co Autor).
- Ing. López Ezequiel – Docente investigador UADE (Universidad Argentina de la Empresa) – Co Tutor Tesis de Grado – Ingeniería Informática ezeilopez@gmail.com (Co Autor).
- Analista. Hernán Claudio Hernaez – Alumno de Ingeniería Industrial – Facultad de Ingeniería – UADE - hhernaez@hotmail.com
- Analista. Nicolás Roberto Majtan – Alumno de Ingeniería Informática – Facultad de Ingeniería – UADE – nicolasmajtan@hotmail.com

RESUMEN

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C.A.B.A.), Capital Federal de la República Argentina, existe una población de más de 2,5 millones de habitantes (aproximadamente 2.891.082 habitantes según el censo 2010) además de la población que vive en el Conurbano Bonaerense, de más de 12.8 millones de habitantes, posee uno de los más completos sistemas de transporte públicos de pasajeros urbanos e interurbanos que incluyen desde Red de Ferrocarriles (Belgrano Norte, Belgrano Sur, Mitre, Roca, Sarmiento y San Martín), Servicio de Premetro, Líneas de colectivos (micros urbanos e interurbanos) y la Red de Subterráneos de la C.A.B.A.

Esta última, conformada por 6 Línea (A-B-C-D-E y H) interconectadas entre sí, las cuales permiten conexiones entre ellos, cuenta con una traza total de 60.000 metros, prestando el servicio de transporte desde las 5 AM a las 10.45 PM de 4 vagones de pasajeros cada uno, con una capacidad de carga máxima estimada de entre 190/200 usuarios por vagón, y 77 estaciones de doble vías de circulación que constituye los puntos de ascenso-descenso de pasajeros, transportando en promedio 1.573.972 pasajeros por día.

La Línea H, una vez finalizada la construcción de sus futuras estaciones, será la segunda línea de subterráneo que interconecte todas las otras líneas de entre las restantes Líneas de la Red de Subterráneos. Actualmente posee cuatro estaciones simples y tres estaciones de combinación siendo abordada diariamente por más de 23.853 usuarios en promedio.

Actualmente se están construyendo 6 estaciones más hacia el norte, que permitirá la combinación con la línea D y C, y 2 estaciones más hacia el sur, lo que le permitirá combinar con la Red Ferroviaria tanto en el norte como en el sur.

El servicio de Subterráneos de la CABA, es el medio de traslado de mayor preferencia de los usuarios del transporte público en la ciudad dada la ventajosa relación costo-tiempo y multiplicidad de conexiones origen-destino, pero se ve afectado por el crecimiento de la densidad poblacional de la CABA tanto como un marcado aumento anual de ingreso-salida de residentes no permanentes, soportando una demanda creciente del orden del 4 % interanual.

El presente trabajo consiste en la construcción de un modelo computacional que refleje el comportamiento del servicio de la línea H de subterráneos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires incorporando las extensiones previstas en su traza actual con el fin de analizar los efectos que generara la incorporación de las nuevas estaciones.

El modelo computacional con capacidad de simulación, permitirá ensayar diferentes políticas de decisión operativa tendientes a evitar congestión del servicio en horarios picos y evitar el desbordamiento del sistema en las estaciones de combinación con otras Líneas de la Red de Subterráneos de la C.A.B.A., con el fin de elevar la calidad del mismo en términos de la cantidad de usuarios transportados, reducción del tiempo de espera en andenes, sin saturación de la capacidad de transporte evitando desbordamiento del sistema en horarios “pico”, ensayando decisiones de bajo costo estructural y alto apalancamiento operativo. Además

nos permitirá analizar los resultados de las estrategias de gestión operativa en la línea D y C tendientes a evitar el desbordamiento de la red en horarios de máxima demanda y optimizar la utilización de los recursos en el resto de las franjas horarias.

Palabras Clave: Dinámica de Sistemas – Realimentación – Función de densidad horaria – **Calidad de servicio** – Complejidad dinámica - Comportamiento.

ABSTRACT

In the Autonomous City of Buenos Aires (CABA), Federal Capital of Argentina, there is a population of over 2.5 million (approximately 2,891,082 inhabitants according to the 2010 census) in addition to the population living in the Suburbs Buenos Aires, more than 12.8 million inhabitants, has one of the most comprehensive public transport system of urban and intercity passenger ranging from Railways (Belgrano Norte, Belgrano Sur, Mitre, Roca, Sarmiento and San Martin), Premerter Service, bus lines (city and intercity buses) and the underground subway of CABA.

The last one, composed of 6 Line (A-B-C-D-E and H) interconnected with each other, which allows connections between them, has a total of 60,000 meters trace, with shuttle service from 5 AM to 10.45 PM of 4 coaches each, with an estimated maximum load capacity of between 190/200 users per car and 77 double stations constituting passageways points lift-down passenger 1,573,972 transporting passengers on average per day.

The H line, after building their future stations, will be the second subway line that interconnects all other remaining lines between the lines of the Underground Network. Currently have four stations and three stations simple combination being addressed daily by more than 23,853 users on average.

Currently 6 stations are being built farther to the north, allowing the line combined with D and C, and 2 stations further south, allowing you to combine with the rail networks in both the north and south.

Underground subway of CABA it's the most preferred way by users of public transport in the city because of the advantageous cost-time and multiple source-destination connections, but is affected by the growth of density CABA population as a marked increase both annual income-output non-permanent residents, supporting a growing demand of around 4 % annually.

This work consists of the construction of a computational model that reflects the behavior of the H line service of underground City of Buenos Aires incorporating extensions under its current traces in order to analyze the effects that generated the incorporation of new stations.

The computational model capable of simulation will test different operating policy decisions aimed at avoiding congestion and service at peak times to avoid the overflow of the system in combination with other stations Lines Underground Network of CABA, to raising its quality in terms of the number of users transported, reducing waiting time at platforms, without saturation of the transport capacity of the system avoiding overflow time "peak", making low-cost testing and high operating leverage structural . In addition we will analyze the results of operational management strategies in line D and C designed to prevent the overflow of the network at times of peak demand and optimize the use of resources in the remaining slots

Keywords: System Dynamics - Feedback - Time Density Function - **Quality of service** - Dynamic Complexity - Behavior.

1. LA RED DE SUBTERRÁNEOS CABA

Actualmente, la infraestructura de la Red de Subterráneos de la C.A.B.A. es la siguiente:

- 6 Líneas de doble vía de circulación, interconectadas entre sí, con una extensión total de 60 Km
- 77 estaciones de doble andén, con 12 estaciones de cabecera y 7 estaciones de combinación.
- 108 formaciones de 6 vagones cada una que prestan el servicio de transporte diario desde las 5 AM a las 10.45 PM

En el año 2010, la empresa METROVÍAS SA, prestataria del servicio, estimó el número de usuarios discriminados por Líneas en los valores que se ilustran el la Figura 1:



Figura 1: Total de Pasajeros por Líneas

Quienes se trasladan entre diversos puntos origen-destino por variados motivos, indicados en la Figura 2: Comportamiento de los Usuarios.

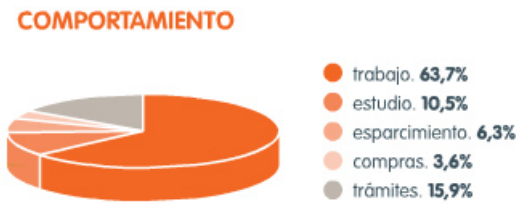


Figura 2: Comportamiento de los Usuarios

Para quienes la ventajosa relación costo-tiempo hace de este servicio el sistema de transporte de su preferencia, con el agregado de la amplia cobertura geográfica de la red de subterráneos, como se aprecia en la Figura 3:



Figura 3: Cobertura Geográfica de la Red de Subterráneos (Octubre 2008)

2. LINEA H DE SUBTERRÁNEOS

La primera etapa de la línea H fue inaugurada el 19 de abril de 2001, siendo sus obras realizadas por la empresa constructora DYCASA. Su recorrido era de más de cinco kilómetros entre la Av. Corrientes y la calle Uspallata, las cuales incluían las siguientes estaciones: Corrientes, Once, Venezuela, Humberto I, Inclán, Caseros y Parque Patricios, conectando así las A, B y E, aunque el servicio entre las estaciones Once y Caseros no fue habilitado al público sino hasta el 18 de octubre de 2007.

El 5 de julio de 2006 se comenzó la construcción de la sub-etapa "C1" que incluye la estación Corrientes, donde se realizó la conexión con la estación Pueyrredón de línea B, en esta etapa también se construyó el túnel hasta la calle San Luis. Este tramo fue inaugurado el lunes 6 de diciembre de 2010. Mientras la etapa "A2", que incluye la expansión hacia el sur y la construcción de las estaciones Parque Patricios y Hospitales, comenzó el 21 de noviembre de 2005, esta etapa tuvo un avance de obras mucho más lento, debido a problemas geológicos y restricciones presupuestarias.

La estación Parque Patricios se inauguró el martes 4 de octubre de 2011, mientras que la apertura de Hospitales se prevé estar inaugurada para el tercer trimestre de 2012.

En 2012 también se comenzaron las obras de los tramos A1 (estación Sáenz, cola de maniobras, cochera y túnel hasta Hospitales) y A0 (estación Nueva Pompeya, y túnel hasta Sáenz) al sur; y las obras del tramo C2 (desde la estación Corrientes hasta Plaza Francia) al norte. Estas obras están a cargo de las empresas DYCASA-TECHINT según la adjudicación llevada a cabo el 16 de septiembre de 2011 y su plazo de ejecución es de 43 meses, siendo SBASE la encargada de realizar la Dirección de Obra respectiva.

Una vez concluida las estaciones, el mapa se las mismas, se vera aproximadamente como se aprecia en la Figura 4



Figura 4: Mapa de red de subtes con la línea H terminada y las extensiones de la línea B y E

Se calculan que por las nuevas estaciones estos serán los caudales aproximados:

Pasajeros por estación Línea H		
Estación	Cantidad Gente	
Retiro	15900	NORTE
9 de Julio	5200	
Plaza Francia	10000	
Las Heras	12000	
Santa Fe	38000	
Córdoba	16000	
Corrientes	29000	
Once	8039	
Venezuela	1806	
Humberto I	5611	
Inclán	2295	
Caseros	4072	
Parque Patricios	4000	SUR
Hospitales	3000	
Sáenz	25500	
Nueva Pompeya	12500	
Total	192923	

Figura 5: Línea H – Usuarios diarios en las actuales y futuras

La capacidad de carga de cada vagón se estima aproximadamente entre 160 pasajeros, en base a esto, la capacidad máxima de una formación conformada por 4 vagones es de 640 pasajeros aproximadamente.

A continuación se detalla la extensión entre cada una de las estaciones:

Tramo	Progresiva		Longitud
	Desde	Hasta	
Origen de progresiva - Est. N. Pompeya	0 m	417 m	417 m
Est. Nueva Pompeya	417 m	527 m	110 m
Est. Nueva Pompeya - Est. Sáenz	527 m	982,40 m	455,40 m
Est. Sáenz	982,40 m	1.092,40 m	110,00 m
Est. Sáenz - Est. Hospitales	1.092,40 m	1.893,50 m	801,10 m
Est. Hospitales	1.893,50 m	2.008,50 m	115,00 m
Est. Hospitales - Est. P. Patricios	2.008,50 m	2.702,60 m	694,10 m
Est. Parque Patricios	2.702,60 m	2.812,70 m	110,00 m
Est. Parque Patricios - Est. Inclán	2.812,70 m	3.779,00 m	966,30 m
Est. Inclán	3.779,00 m	3.881,50 m	103,00 m
Est. Inclán - Est. Humberto I	3.881,50 m	4.599,77 m	718,30 m
Est. Humberto I	4.599,77 m	4.709,77 m	110,00 m
Est. Humberto I - Est. Venezuela	4.709,77 m	5.506,63 m	796,86 m
Est. Venezuela	5.506,63 m	5.616,63 m	110,00 m
Nueva prog. 0,00 - Est. Pza. Once	0,00 m	46,71 m	46,71 m
Est. Pza. Once	46,71 m	196,71 m	150,00 m
Est. Pza. Once - Est. Corrientes	196,71 m	639,78 m	443,07 m
Est. Corrientes	639,78 m	749,78 m	110,00 m
Est. Corrientes - Est. Córdoba	749,78 m	1.180,81 m	431,03 m
Est. Córdoba	1.180,81 m	1.290,81 m	110,00 m
Est. Córdoba - Est. Santa Fe	1.290,81 m	1.726,46 m	435,65 m
Est. Santa Fe	1.726,46 m	1.836,46 m	110,00 m
Est. Santa Fe - Est. Las Heras	1.836,46 m	2.540,72 m	704,26 m
Est. Las Heras	2.540,72 m	2.654,72 m	114,00 m
Est. Las Heras - Est. Plaza Francia	2.654,72 m	3.122,18 m	467,46 m
Est. Plaza Francia	3.122,18 m	3.236,18 m	114,00 m

Figura 6: Línea H – Extensión (en mts.) entre las estaciones

3. MODELADO CONCEPTUAL

En las **estaciones simples** (estaciones sin combinación con otra línea) de la línea H, se definen los respectivos flujos de usuarios a partir de una función de “densidad horaria” para quienes ascienden y descienden de la formación. Para ello nos vimos favorecidos de obtener información acerca de la previsión de gente que tomara las futuras estaciones (Ver Figura 5).

El ingreso de usuarios a las estaciones es considerado un flujo continuo pero el ascenso / descenso de las formaciones y la salida de los usuarios de las estaciones son flujos intermitentes.

De las frecuencias de salidas en las estaciones cabeceras, el tiempo de traslado entre estaciones y los tiempos de parada en cada estación, depende la llegada/partida de las distintas formaciones.

¹ Los datos de las actuales estaciones fueron tomados en 2010 y actualizados al 2012 a una tasa anual del 4 %

En las **estaciones de cabecera**, donde se inician los recorridos en cada sentido, se cuenta con un andén de ascenso donde los usuarios abordan el servicio conforme se encuentre disponible la formación a iniciar el recorrido, y otro de descenso donde los usuarios descienden de la formación que finaliza su recorrido y abandonan el sistema.

En las **estaciones con combinación** entre líneas, se contemplan los flujos de usuarios que ingresan y ascienden a las formaciones, los usuarios que descienden de las formaciones y abandonan la estación, tanto como los pasajeros que abordan las formaciones procedentes de otras líneas concurrente a la estación.

Los ascensos de pasajeros a las formaciones se producen en dependencia del momento de arribo y detención de una formación en el andén, tanto como de la disponibilidad de espacio condicionado por la capacidad de la formación, los pasajeros en tránsito y los usuarios que descienden en la estación, todo esto es implementados por medio de funciones condicionales provistas por la plataforma de software.

Los descensos de usuarios por estación se parametrizaran a partir de una relación porcentual de pasajeros existentes en la formación, y se implementan por medio de un flujo dependiente del instante de arribo de la formación a la estación.

Los instantes de partidas de las formaciones en las estaciones de cabecera, se definen a partir de una función no lineal que incorpora la especificación de la frecuencia horaria de prestación del servicio para diferentes intervalos de tiempo correspondiente y los arribos y partidas de las formaciones en las estaciones son modeladas por medio de una función que incorpora un tren de pulsos configurado a partir de la frecuencia del servicio, el tiempo de traslado desde la estación anterior a la actual y el tiempo de parada de la formación en andén de la estación.

A continuación, se mostrara una versión resumida de nuestro modelo conceptual:

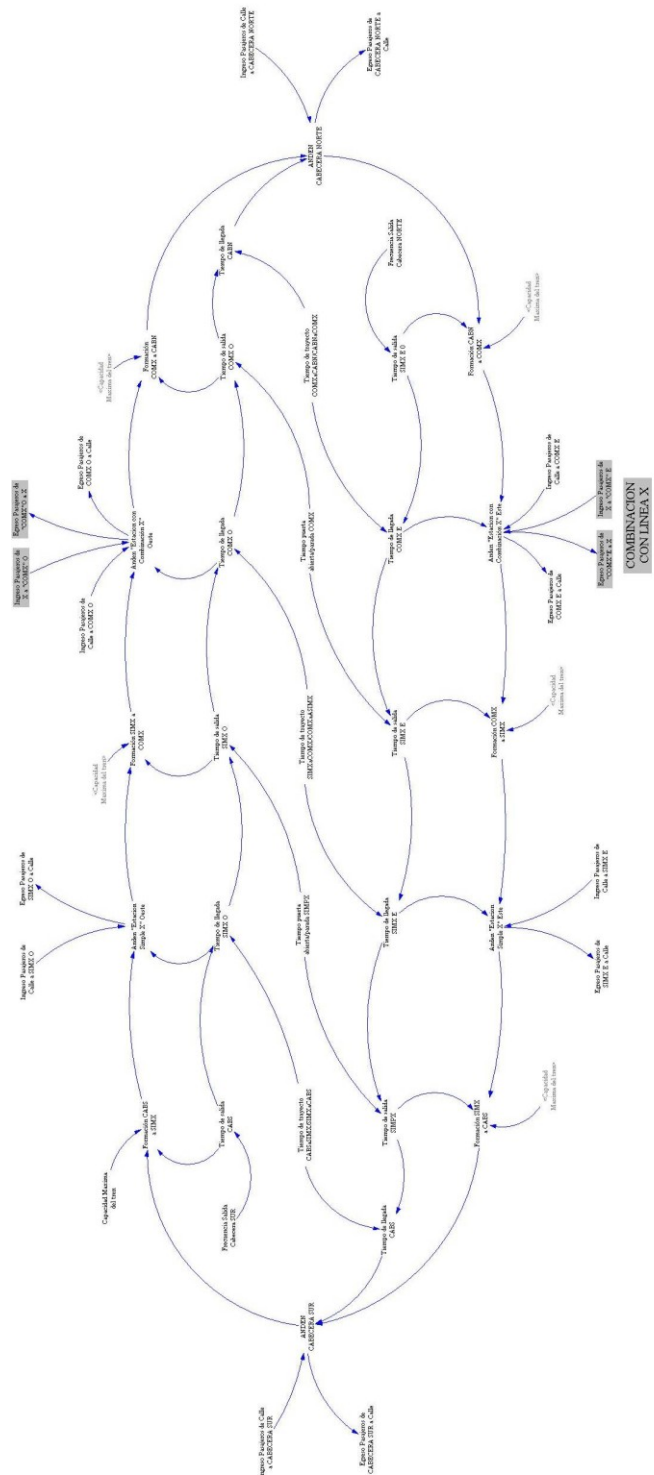


Figura 7: Línea H – Modelo Dinámico Genérico

4. MODELOS COMPUTACIONALES

4.1. Modelo Forrester de la Línea H

En base a los modelos de Forrester ya existentes de las actuales línea C y línea H, se desarrolló un nuevo modelo de la línea H contemplando las futuras estaciones, en el mismo, se diseñó cada sentido de circulación de las formaciones como un subsistema por separado, tomando los andenes como variables de nivel al igual que las formaciones entre estaciones, para ser luego integradas a partir de los vínculos horarios definidos por la función de frecuencia de prestación del servicio, con los tiempos de traslado entre estaciones y tiempos de paradas en andenes, como se muestra en la Figura 8 para el sentido Nueva Pompeya a Retiro.

Esto nos permitirá analizar el comportamiento de la línea H, teniendo en cuenta el flujo de usuarios en andenes condicionados por el estado de carga de las formaciones en servicio, a su vez, también nos permitirá analizar el flujo de pasajeros, el estado de congestión de la línea y el impacto en el resto de la red, mas específicamente, en la línea C.

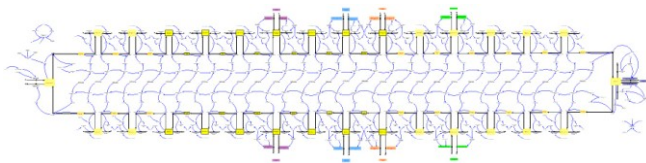


Figura 8: Línea H – Subsistema desde Nueva Pompeya a Retiro

Debido a que el modelo es demasiado grande, se anexará en las siguientes figuras para mostrar alguna de las partes más importantes del modelo:

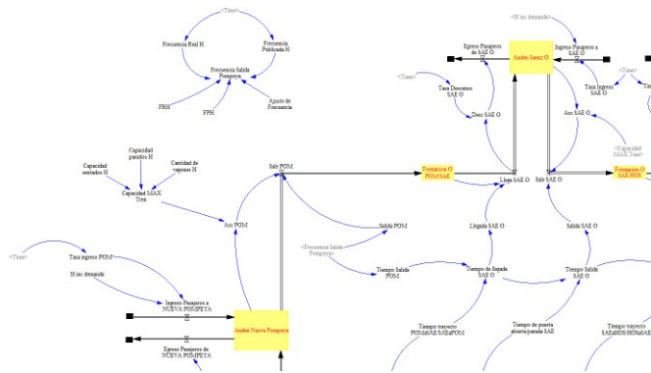


Figura 8.1: Línea H – Estación terminal Nueva Pompeya

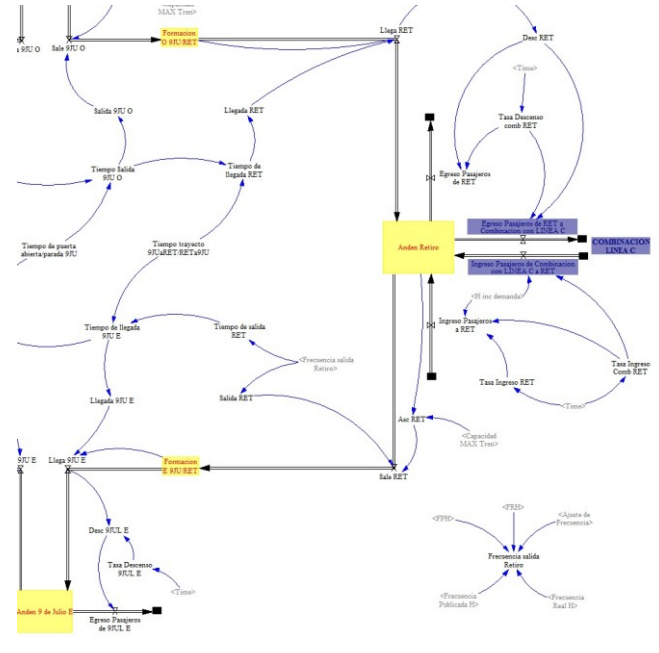


Figura 8.2: Línea H – Estación terminal Retiro

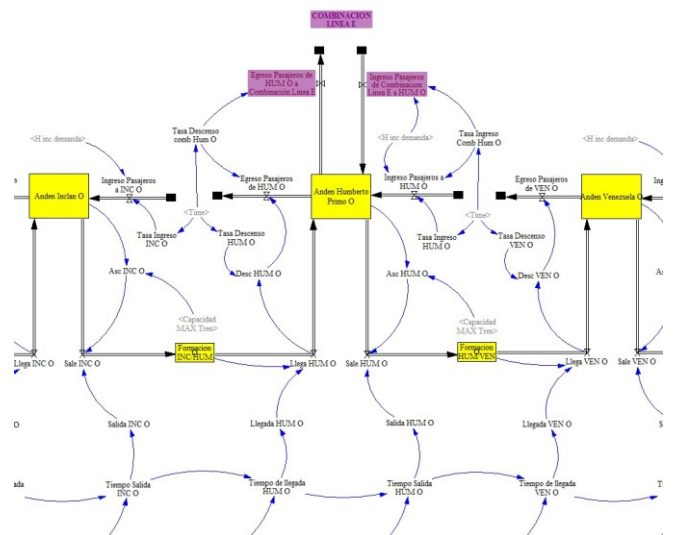


Figura 8.3: Línea H – Estación Humberto Primo, combinación línea E

En este modelo se pueden apreciar algunos de las variables críticas del modelo como son:

- Frecuencia
- Capacidad de pasajeros por tren
- Cantidad de vagones por formación
- Tiempos entre estaciones
- Flujos de pasajeros entre estaciones, en andenes, en formaciones, etc

5. ANALISIS DE CASOS

5.1 Caso Base, Proyección a Futuro de la línea H

El fin de nuestro modelo, es el de simular el comportamiento de la línea H una vez finalizada la construcción de todas las estaciones proyectadas, esto es, el recorrido completo que incluye las 16 estaciones cuyas cabeceras serán: Nueva Pompeya en la zona sur a orillas del riachuelo, y la estación Retiro en la zona norte. Nuestro caso base consiste entonces en simular “hoy” el comportamiento de la futura línea H, para lograr esto fue necesario:

- Mantener la misma frecuencia que presenta actualmente la línea H que es de 390 segundos (6 minutos 30 segundos) en todas las franjas Horarias de los días hábiles de la semana, cabe aclarar, que esto solo sería posible incrementando la cantidad de formaciones en servicio, en tal caso, el tiempo de recorrido actual de cabecera sur a cabecera norte (estación Parque Patricios a estación Corrientes), es de aproximadamente 11 minutos con 6 formaciones en servicio(4 vagones por formación) , si queremos mantener la misma frecuencia de 390 segundos en el recorrido completo estimado en 25 minutos aproximadamente, se debería pasar de 6 formaciones a 10 formaciones en servicio.
- Realizar un relevamiento de las zonas donde se situaran las futuras estaciones, que junto a la información macro aportada por Metrovías S.A. (SBASE) y a los datos suministrados por el modelo previo del estudio de la línea H (funcionamiento actual) realizado por otro alumno, nos permitieron hacer un análisis teniendo en cuenta la tasa de crecimiento anual del 4%, y así estimar las tasas de descenso y ascenso en los diferentes rangos horarios con las cuales alimentamos nuestro modelo.

Los resultados arrojados por caso base, una vez simulados en el modelo, demostraron que manteniendo la misma frecuencia con la misma cantidad de vagones, no es posible mantener un correcto funcionamiento del servicio. Como puede apreciarse, las figuras 9 y 10, están conformadas por gráficos que representan las demandas diarias del servicio en todas las estaciones, (la figura 9 en

sentido Nueva Pompeya –Retiro y la figura 10 en sentido Retiro-Nueva Pompeya.) los gráficos dejan en evidencia que son varias las estaciones que se saturan en las horas pico. En la figura 9, presentan saturación las estaciones Sáenz Hospitales, Parque Patricios, Caseros y Venezuela, lo mismo sucede en la figura 10 con las estaciones Santa Fe y Corrientes en sentido opuesto.

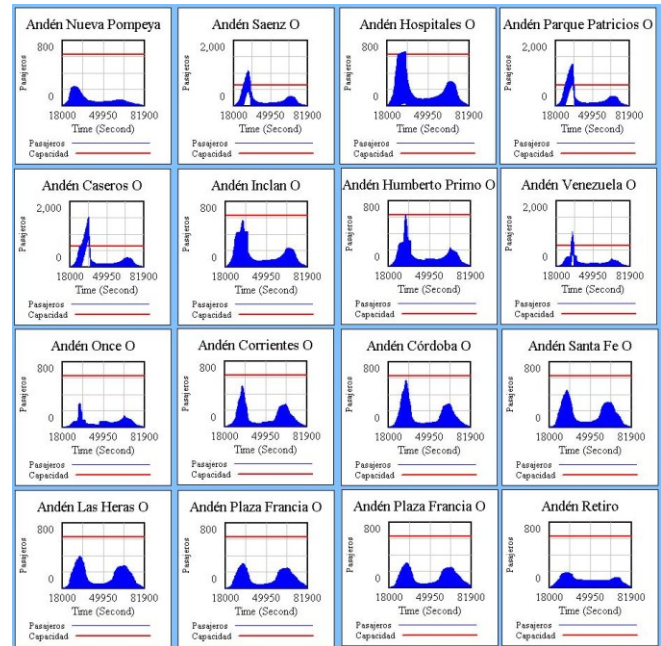


Figura 9: Línea H -Simulación – Saturación Andenes Oeste. Sentido Nueva Pompeya – Retiro.

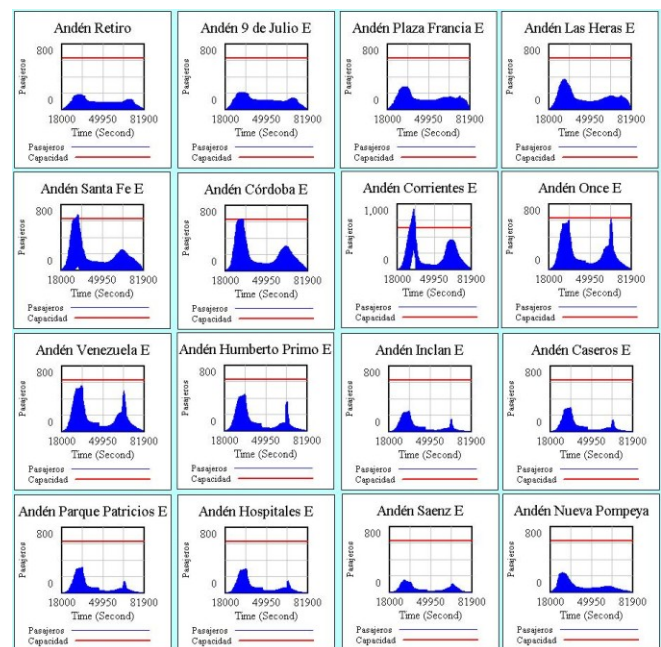


Figura 10: Línea H -Simulación – Saturación Andenes Este. Sentido Retiro–Nueva Pompeya

Para una mayor comprensión, en la figura 11, se puede observar con más detalle a modo de ejemplo lo que sucede en una estación saturada, en este caso, la estación Sáenz oeste sentido Nueva Pompeya-Retiro. En el gráfico presente en la figura, el eje de abscisa representa la duración del servicio en segundos, esto es, desde las 5am (18000 segundos) hasta las 11:45pm (81900 segundos), el eje de ordenadas la cantidad de pasajeros presentes en el andén y la franja roja horizontal la capacidad máxima de la formación, que en este caso, es de 157 personas por vagón, teniendo en cuenta que son 4 vagones, entonces, 628 pasajeros será aproximadamente de capacidad máxima.

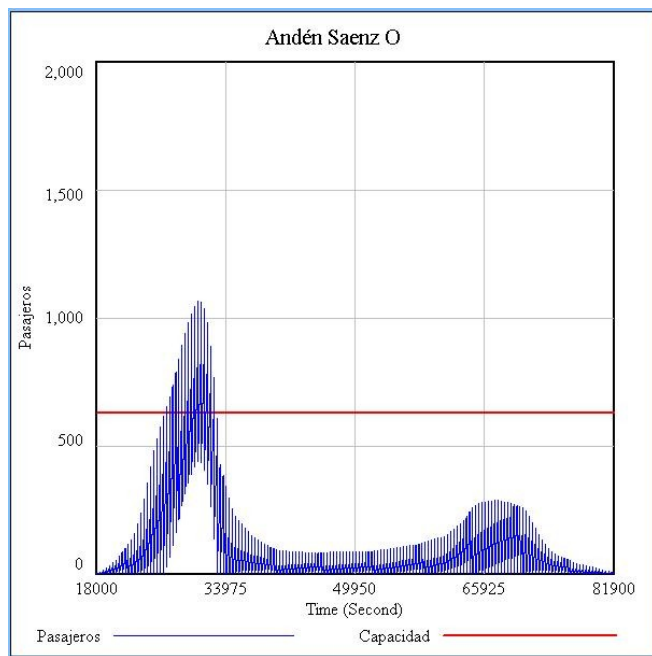


Figura 11: Línea H -Simulación – Saturación Andén Sáenz Oeste. Sentido Nueva Pompeya – Retiro.

La figura 12, representa una ampliación de la zona de saturación de la figura 11, en ella se aprecia la saturación en el rango de hora pico, después de los 26000 segundos aproximadamente, se nota que se comienza a superar la capacidad máxima. Cada línea vertical representa cada tren llegando al andén, el triángulo comprendido entre líneas paralelas representa la cantidad de pasajeros que suben al tren cada vez que este llega, y el área blanca debajo representa la gente que no pudo subir al tren debido a que se superó la capacidad máxima del mismo y deberá esperar el siguiente tren o el subsiguiente para poder abordar.

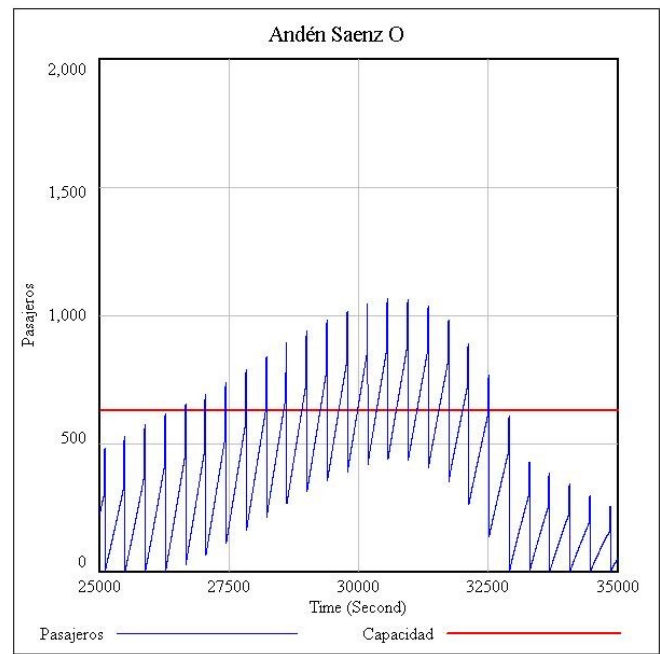


Figura 12: Línea H -Simulación – Zoom Saturación Andén Sáenz Oeste.

5.2. Solución del caso base.

El modelo nos permite simular una infinidad de opciones y así, poder ofrecer una posible solución al posible problema, obviamente estas soluciones tienen que ser viables y estar dentro de los límites de nuestro estudio. Las siguientes, son algunas de las posibles soluciones al problema.

5.2.1 Aumentar la cantidad de vagones por formación.

La actual línea H, presenta las estaciones más modernas de la red de subterráneos, estas fueron construidas con un distancia de andén capaz de aceptar formaciones de hasta un máximo de 6 vagones, sería razonable que esto se siga respetando para el planeamiento y construcción de las futuras estaciones.

Nuestro modelo está construido de manera que nos permita modificar la cantidad de vagones por formación para así aumentar la capacidad máxima. El mínimo es 4 y el máximo es de 6 vagones. Se simuló aumentar la cantidad de vagones por formación a 5, y los resultados fueron los que se ven en las figuras 13 y 14.

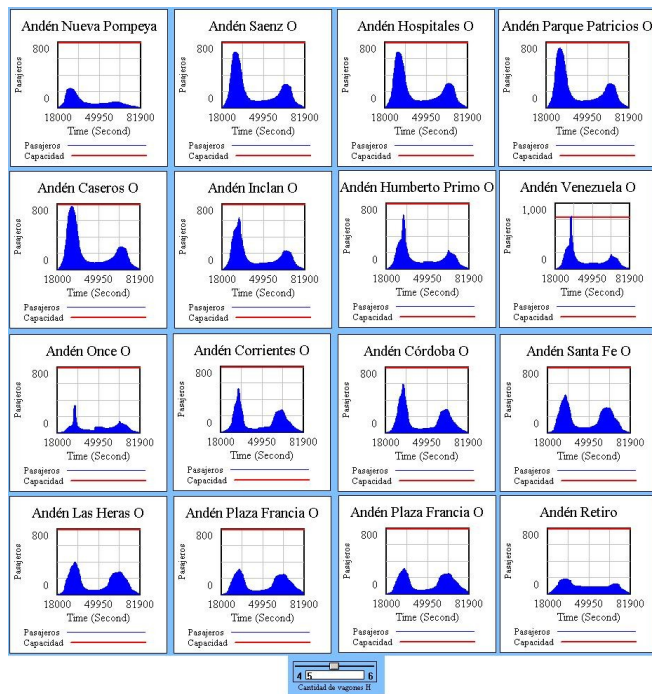


Figura 13: Línea H -Simulación incrementando la cantidad de vagones a 5. Andenes oeste.

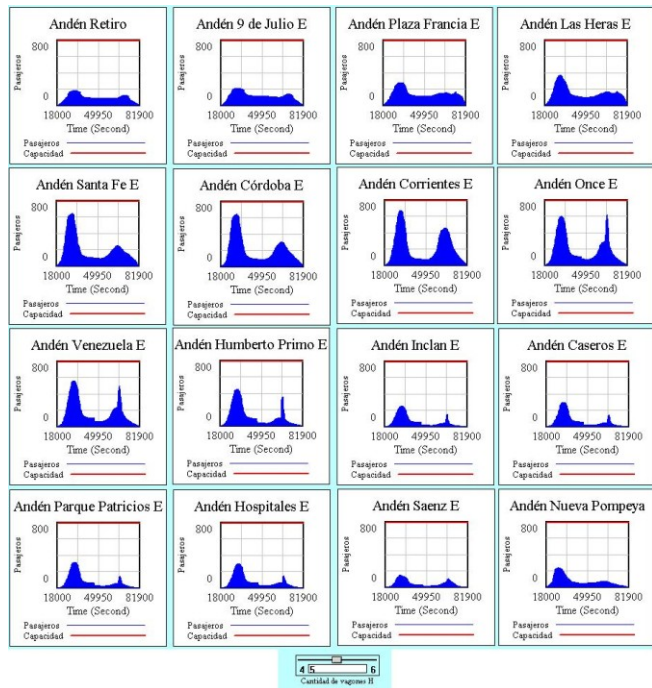


Figura 14: Línea H -Simulación incrementando la cantidad de vagones a 5. Andenes este.

Tanto en la figura 13 como en la 14, se puede apreciar que con solo agregar un vagón por formación sin incrementar la frecuencia, basta para mitigar el problema de saturación que se presentaba en algunas estaciones. La capacidad máxima ahora paso a ser de 785 pasajeros por formación

aproximadamente. Para esto es necesario incorporar 10 vagones al servicio.

5.2.2 Aumentar la frecuencia en el servicio.

En el ejemplo anterior llegamos a una solución del problema con solo incorporar un vagón por formación, lo que implicaría incorporar 10 vagones más al servicio. Pero, que sucedería si quisiéramos mantener la misma cantidad de vagones por formación, esto es 4, y en su lugar aumentar la frecuencia?. Bueno, nos permite hacer cambios en la frecuencia, probemos aumentando la frecuencia, o lo que es lo mismo, disminuyendo de 390 segundos (6 minutos 30 segundos) a una futura posible frecuencia (FPFH en el modelo) de 300 segundos (5 minutos) entre salidas en todos los rangos horarios. Para lograr esto, sería necesario incorporar 2 formaciones más al servicio, o sea 8 vagones. En las figuras 15 y 16, se pueden ver los resultados de esta simulación.

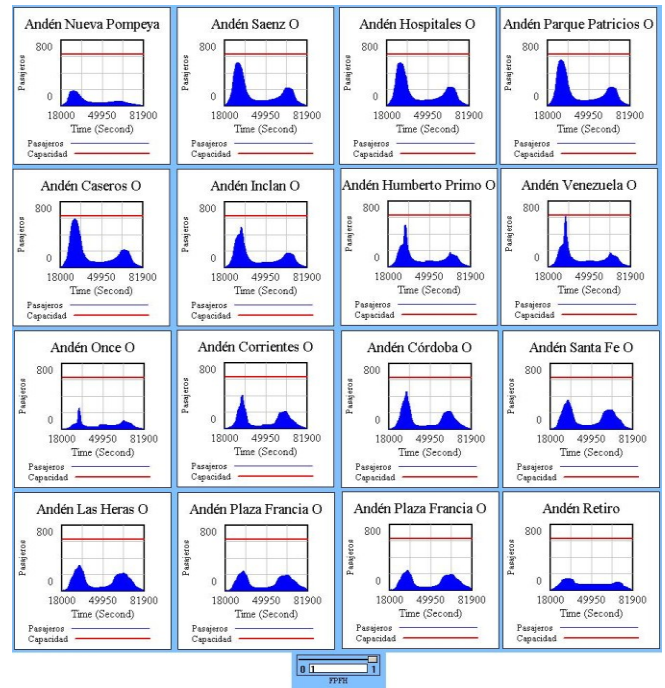


Figura 15: Línea H -Simulación aumentando la frecuencia de salida. Andenes oeste.

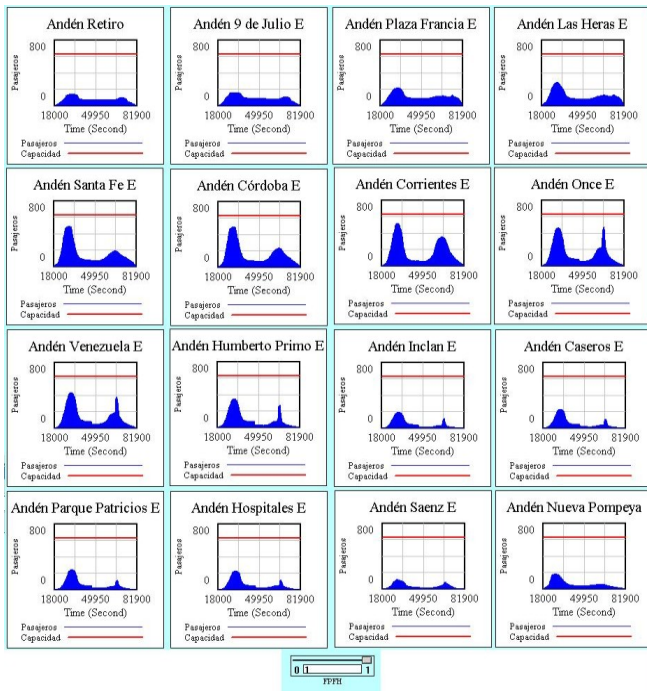


Figura 16: Línea H -Simulación aumentando la frecuencia de salida. Andenes este.

Como se pudo comprobar observando las figuras 15 y 16, con la incorporación de 2 formaciones más al servicio fue posible disminuir el tiempo entre llegadas y esto también resultó en un resultado favorable para la solución del problema de saturación de servicio, pues se observa en las figuras que ahora tampoco se percibe el problema en cuestión, y esta vez se solucionó con 2 vagones menos que en el caso anterior.

5.3 Caso Disminución en la Demanda.

El modelo está construido de manera que contempla crecimientos en la demanda así como también posibles disminuciones.

En lo que va del corriente año 2012, en el cual comenzamos con nuestro estudio, sucedieron varios acontecimientos políticos en la ciudad de Buenos Aires, en los cuales no entraremos en detalle, pero si es necesario aclarar que a raíz de estos, se produjo un incremento en el costo del pasaje de subte. Este incremento fue de más del 120%. El pasaje pasó de un valor de 1,10 \$ a costar 2,50\$, obviamente, este incremento trajo una disminución en la demanda que se estima en un 20%. A raíz de esta situación nos planteamos lo siguiente. Teniendo en cuenta la tasa anual de crecimiento de 4% y esta disminución del 20%, ¿que sucedería con el modelo con esta disminución resultante de la demanda del 16%? Esto es posible de ver modificando una de las variables de modelo, esta es, “el incremento de la demanda” (H inc de la demanda). En las figuras 17 y 18 se ve el impacto de esta disminución del 16% en la demanda del

servicio. El modelo se evaluó en las mismas condiciones que el caso base.

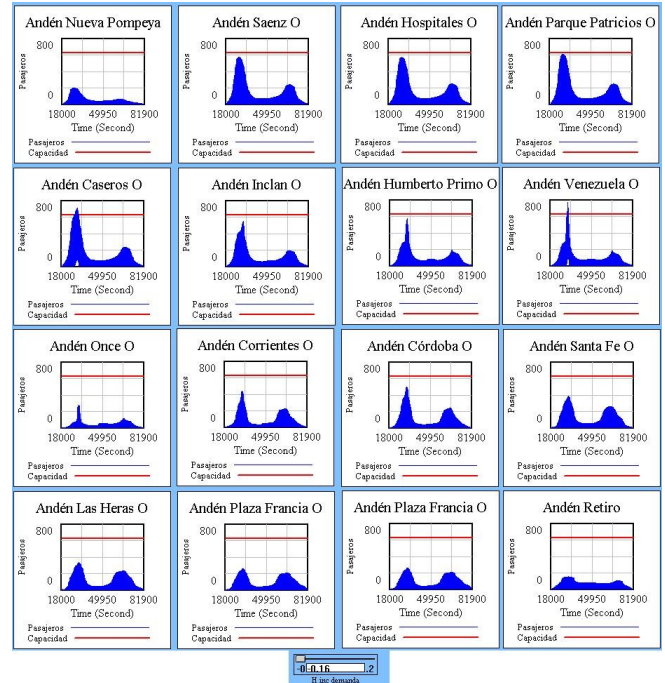


Figura 17: Línea H -Simulación Impacto en la disminución de la demanda. Andenes oeste.

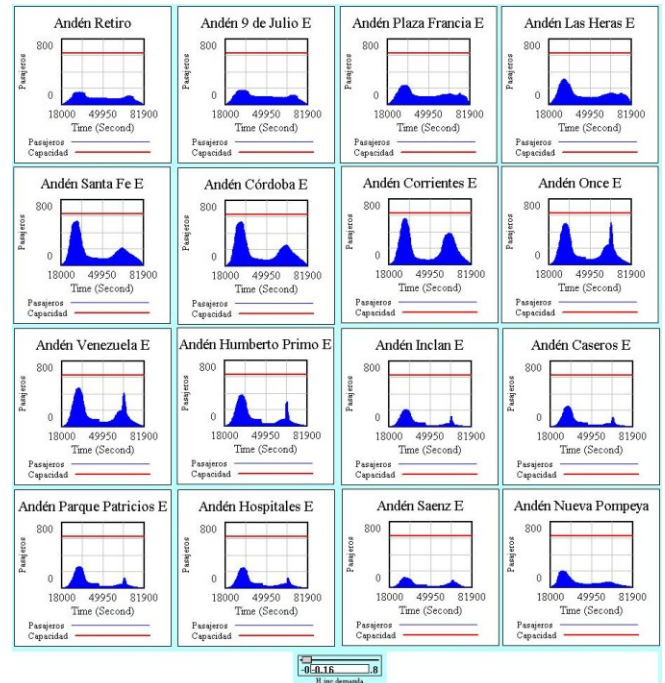


Figura 18: Línea H -Simulación Impacto en la disminución de la demanda. Andenes este.

Como se aprecia en las imágenes, la disminución en la demanda, tuvo un fuerte impacto, pero algunas estaciones

siguen presentando el problema de saturación, como es el caso en la figura 17 de las estaciones Caseros y Venezuela. Una posible solución a este problema, sería cualquiera de las detalladas anteriormente en los puntos 5.2.1 y 5.2.2, siendo la segunda, la mas adecuada a nuestro criterio.

6. CONCLUSIONES

La metodología estudiada en Dinámica de Sistema nos permite abordar el análisis de sistemas complejos con relativa sencillez, con el valor agregado de poder ensayar una infinidad de escenarios que podrían llevar mucho tiempo de ver en practica en el mundo real, permitiéndonos así antepoernos a futuros problemas y poder hallarles respuestas optimas con mínimos esfuerzos.

Fieles a los postulados de la DS como disciplina, bajo ningún aspecto se espera que los resultados del modelo reflejen 100% la realidad. El mínimo error cometido en las decisiones tomadas podría hacer que no solo no ayude a solucionar problemas, sino que los empeore a un nivel que no imaginábamos. Hemos abordado el tema de referencia con criterio OPERATIVO, a los efectos de identificar las variables críticas que condicionan el desempeño observado, con el fin de implementar políticas de gestión eficientes evidenciando sus impactos.



www.dinamica-de-sistemas.com

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



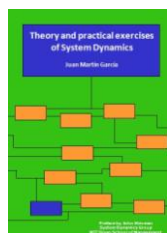
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)