

Costos Comparativos para el Metro de Bogotá

Jorge Acevedo

Introducción

FEDESARROLLO y el Instituto SER de Investigación han venido trabajando en el último año, desarrollando criterios, datos y elementos de juicio que permitan efectuar un debate serio sobre el proyecto del metro para Bogotá. Parte de sus resultados han sido publicados y ampliamente difundidos.

En el mes de octubre se anunció oficialmente la entrega, en numerosos volúmenes, del estudio de factibilidad del metro, contratado por la Administración Distrital con un consorcio franco—hispano—colombiano. Hasta el momento, tales volúmenes no han sido dados al examen público para su crítica y debate. Sin embargo, el autor de esta ponencia tuvo acceso a un resumen de 208 páginas, con suficiente información para plantear una primera crítica y un conjunto sustancial de interrogantes. El presente documento recoge y describe esos trabajos.

El Trabajo del Grupo FEDESARROLLO - SER

Los trabajos realizados corresponden al esfuerzo de un grupo interinstitucional de profesionales durante un lapso aproximado de un año. Este grupo se asesoró, en cada tema específico, de reconocidos expertos en el área, y recolectó los datos más actualizados disponibles a nivel mundial.

Las labores realizadas se pueden clasificar en la siguiente forma¹ :

- Selección de alternativas de rutas de metro. Se escogieron corredores atractivos desde el punto de vista de demanda existente y desarrollo urbano deseable. Se decidió sobre sus alineamientos verticales siguiendo el criterio de **costo mínimo de construcción**.

¹ Ver Miguel Urrutia, Jorge Acevedo y Juan Buitrago, *Estimativo de Costos para cinco alternativas de Metro para Bogotá*. FEDESARROLLO, 1981.

- Determinación de costos de construcción. Basado en datos internacionales recientes, se realizó un esfuerzo notable para ajustarlos a las condiciones locales, y se utilizaron para estimar en detalle los costos de cada alternativa de trazado.
- Determinación de costos de operación. Basados igualmente en datos internacionales, se hizo un esfuerzo por separar tales costos entre materiales y repuestos importados, materiales locales, mano de obra y energía. Luego se hicieron ajustes a cada rubro para tener en cuenta las condiciones locales, y se obtuvieron estimativos de costos para una red dada. De allí se dedujo un costo promedio de operación por vehículo—kilómetro.
- Estudio de demanda. Se utilizó la única información existente, las encuestas de hogares de Fase II (1972) y EH21 (1978) para determinar las tasas de generación de viajes. Con la asesoría de muy reconocidos expertos sobre el actual proceso de desarrollo urbano en Bogotá, se determinó el crecimiento y la distribución de la población y el empleo para los años 1990 y 2000. Con estos datos, se utilizó el modelo de transporte de Fase II, un modelo de gravedad basado en tiempos de viaje. El modelo permite estimar el total de pasajeros que preferirían utilizar el metro durante la hora pico. Por extrapolación, esos estimativos se convierten a flujos de pasajeros anuales.
- El modelo permite igualmente estimar los ahorros por costos de operación de vehículos, y los ahorros por tiempo de viaje de los usuarios. Estos dos ítems cuantificados en pesos, constituyen el componente más importante de los beneficios económicos atribuibles al metro.
- Los datos de costos y pasajeros permiten la determinación de costos por pasajero. Los datos de beneficios permiten adicionalmente, la evaluación de la factibilidad económica del proyecto.

En un artículo del último número de **Coyuntura Económica**, el grupo de estudio publicó parte de sus resultados². Entre ellos se destacan por ser de fundamental importancia para esta ponencia, los siguientes:

- Los costos de construcción promedio, por kilómetro de vía, dependiendo de su alineamiento vertical, en moneda de abril de 1981, son los siguientes:

Alineamiento	Costo por kilómetro (US\$ millones)
En superficie	25.6
Elevado	41.0
Trinchera cubierta	74.6
Túnel profundo	99.9

² *Coyuntura Económica*, Vol. XI, No. 3, 1981.

Estos costos incluyen la construcción de vía, pasos vehiculares y peatonales, estaciones, patios, talleres, edificios y material rodante.

- Los costos de operación del metro, en promedio, serían de US\$2.41 por vehículo—kilómetro (vehículo quiere decir vagón).
- Con tales costos, suponiendo una demanda sobreestimada (constante e igual, desde el principio, a la estimada para el año 2000), sin tener en cuenta los costos de adquisición de zonas y los costos por interrupción de tráfico, y con una tasa de descuento social del 12% anual, se obtuvo un costo medio total por pasajero entre \$27 y \$34.

Los resultados profusamente difundidos del estudio contratado por la Administración Distrital afirman que el costo total por pasajero sería de \$7.10. La próxima sección intenta explorar las razones que explican estas diferencias.

Divergencias entre los Estudios

El Estudio del metro recomienda una red prioritaria de 23.6 kilómetros, que tendrá un costo de construcción de US\$797.9 millones (en moneda de enero de 1981), y transportaría 374.1 millones de pasajeros anuales a partir de 1976. La forma como clasifica los costos de construcción, de acuerdo con los supuestos de vida útil, es la siguiente:

Rubro	Costo (US\$ millones)	Vida útil años
Obra civil	401.0	50
Material rodante	226.0	25
Equipo pesado	100.3	12
Equipo ligero	70.6	8
Total	797.9	

Fuente: p. 28 del Informe.

La primera declaración sorprendente del informe es que en su derivación de costos por pasajero no se tiene en cuenta el costo de oportunidad del capital, allí llamado costo financiero. En efecto, supone una amortización lineal simple durante la vida útil de cada ítem, y el resultado lo divide por el total de pasajeros anuales. El resultado se observa a continuación:

Rubro	Amortización lineal simple anual (US\$ millones)	Costo por pasajero (\$) ¹
Obra civil	8.02	1.07
Material rodante	9.04	1.21
Equipo pesado	8.36	1.12
Equipo ligero	8.83	1.16
Operación	1274.6 ²	3.42
Total	2987.1 ²	7.98

¹ Se utiliza la tasa de cambio del informe de \$ 50 por US dólar.

² Millones de pesos

Nótese que aparece una pequeña diferencia con respecto a los \$7.10 que se reportan en otras partes del informe.

No parece necesario presentar la argumentación para demostrar que, en cualquier evaluación económica, debe darse al capital un costo, y que éste debe corresponder a la tasa de descuento social. Cualquier consulta a un texto elemental de evaluación de proyectos muestra las razones obvias para hacerlo. Si se aceptan las cifras de costos y demanda sin ninguna crítica, y simplemente se utiliza una tasa de descuento social del 12% anual, se obtienen los siguientes resultados:

Rubro	Amortización anual al 12% (US\$ millones)	Costo por Pasajero (\$) ¹
Obra Civil	48.29	6.45
Material Rodante	28.82	3.85
Equipo Pesado	16.19	2.16
Equipo Ligero	14.21	1.90
Operación	1274.6 ²	3.41
Total	6650.1 ²	17.77

¹ Tasa de descuento: US\$1 = \$50

² Millones de pesos.

En otras palabras, aceptando sin ninguna crítica las cifras de costos y los estimativos de demanda del mencionado estudio, y utilizando una forma correcta de análisis, se obtienen costos medios por pasajero del orden de \$ 18.

Sin embargo, no es posible aceptar sin ninguna crítica las cifras de costos y los estimativos de demanda del estudio. En primer lugar, veamos los costos de construcción. En la sección anterior se presentaron los resultados medios obtenidos en el análisis de costos de FEDESARROLLO – SER, basados en la experiencia mundial. De acuerdo con esas cifras y con las características de la red prioritaria propuesta en el estudio criticado, se obtiene el siguiente estimativo de costos de construcción:

Alineamiento	Longitud (Kms.)	US\$millones por kilómetro	Subtotal US\$millones
En superficie	7.6	25.6	194.56
Trincheras cubiertas	13.0	76.4	993.2
Túnel profundo	3.0	99.9	299.7
Total	23.6	63.03	1487.46

El costo total obtenido de US\$1487.46 o su equivalente de \$74.373 millones (usando la tasa de \$50 por dólar; nótese una pequeña inexactitud: los estimativos del estudio mencionado son en moneda de enero de 1981; los de FEDESARROLLO – SER, en moneda de abril de 1981. Para los efectos de estos comentarios, se ignorará esa pequeña diferencia). Este estimativo, o su equivalente de US\$ 63 millones por kilómetro de red prioritaria, es un 86% más alto que el desarrollado en el estudio.

Hay aquí, entonces, una primera discrepancia de fondo que no parece deberse a los estimativos de costos de material rodante (los de FEDESARROLLO – SER, de US\$814000/vagón, son solo un 20% más altos que los del estudio en mención), sino principalmente a la obra civil.

Por supuesto, es necesaria una información mucho más detallada sobre el anteproyecto para poder criticar sus costos. Y es clarísimo que la ingeniería colombiana es la llamada, por derecho propio, a conceputar sobre la bondad de tales estimativos.

Mientras se ofrece tal oportunidad a los ingenieros colombianos, el grupo FEDESARROLLO – SER simplemente puede llamar la atención a los colegas acerca de esta gran divergencia en estimativos.

En cuanto a costos de operación, es posible reclasificar rubros para hacer una comparación de lo estimado por FEDESARROLLO – SER y lo estimado por el estudio del metro. A continuación se muestran los dos estimativos, en US\$ por vehículo - kilómetro:

	FEDESARROLLO –SER	Estudio Metro
Gastos generales, administración, personal de operación y mantenimiento	0.301	0.462
Partes y materiales	1.738	0.231
Energía	0.374	0.190
Total, costos de operación	2.413	0.883

Como se ve, existe una enorme diferencia entre los estimativos, siendo el del grupo FEDESARROLLO – SER un 173.3% más elevado. Se observa igualmente que el fondo de la discrepancia está en el rubro de partes y materiales.

El grupo FEDESARROLLO – SER encontró problemas grandes en la derivación de este rubro, debido a que las contabilidades de las empresas de metro suelen agrupar costos por capítulos (administración, operaciones, mantenimiento, etc.), y en cada capítulo agrupan los costos por materiales y equipo y los costos por personal. Es posible, por lo tanto, que sus estimativos sean suscep-

tibles de ajustes de alguna magnitud. Pero, con estas consideraciones, cabe criticar al estudio del metro:

- En primer lugar, su estimativo se derivó en la forma siguiente (se cita textualmente):

“Para los gastos anuales de materiales aplicados al mantenimiento del material rodante, se ha retenido un ratio (sic) de 1.3% del valor de adquisición del parque de material rodante”.

“Los gastos anuales de materiales de mantenimiento de las instalaciones fijas y de la obra civil se han estimado en 0.3% del costo de la obra civil más un 1.3% del costo de adquisición de los equipos”.

Preguntamos si un estudio del costo del que se critica, en un aspecto tan fundamental como el que se comenta, puede salir del paso con un análisis tan elemental; y, aún si ello es aceptable, júzguese si las proporciones utilizadas son razonables. Por ejemplo, un vagón recorre al año 92600 kilómetros. Es razonable suponer que requerirá, en promedio durante su vida útil, apenas un 1.3% de su costo de adquisición en repuestos y materiales anuales? Nuevamente, hay aquí campo fértil para que la ingeniería colombiana se pronuncie sobre estas cifras.

- En segundo lugar, debe darse crédito a la experiencia mundial, reportada en numerosas evaluaciones, en donde se observan unos costos de operación elevados, no compensados por tarifas igualmente elevadas, lo que implica que la mayoría de los sistemas de metro opera a pérdida sin incluir los costos de amortización e intereses. Al mismo tiempo, no existe, que el autor conozca, ninguna evaluación independiente realizada por grupos distintos de fabricantes de equipos o consultores de metro, que muestre costos de operación reales y confiables que no sean muy superiores a los estimados en el estudio del metro de Bogotá.

Finalmente, deben mirarse con ojos igualmente críticos los estimativos de demanda de pasajeros, y esa crítica debe realizarse en tres etapas: los datos de generación de viajes, la metodología del modelo, y los resultados mismos.

En primer lugar, solo existe una forma de estimar la generación de viajes con rigor y representación estadística: mediante encuestas de hogares. El grupo de estudio del metro no realizó una encuesta de hogares, y por tanto tuvo que basarse en las únicas existentes y utilizadas en el análisis de FEDesarrollo-SER: Fase II (1972) y EH-21 (1978). El procedimiento, en forma extremadamente simplificada, consiste en seleccionar una muestra representativa de hogares, y encuestar a cada uno de ellos para determinar su tamaño, sus características socioeconómicas y el número de viajes diarios. De allí se puede derivar un estimativo de viajes diarios por persona (v/p) que luego se expande, de acuerdo con las características de la muestra, para estimar el correspondiente a la ciudad entera.

El grupo FEDESARROLLO–SER reportó ampliamente sus considerandos y análisis en el artículo citado de Coyuntura Económica, y estimó 1.19 v/p como cifra realista para Bogotá durante el lapso 1985–2000.

El estudio del metro recogió datos de encuestas a viajeros. De aquí no pudo (porque no es ello posible) deducir viajes diarios por persona, ya que encuestó solo a una parte de los viajeros de Bogotá, cuya proporción del total era desconocida en forma directa. Por lo tanto, dicho estudio tuvo que basarse en las mismas encuestas de hogares usadas por FEDESARROLLO–SER.

Cómo, entonces, se explica que haya utilizado cifras de 1.5 v/p para 1980, 1.6 v/p para 1985 y 1.92 v/p para el año 2000? Estas cifras no se justifican ni se explican en los informes que tenemos, y ciertamente requieren una completa documentación.

Por supuesto, una manera de estimar bajos costos por pasajero es estimando muchos pasajeros. Lo que debe probarse es que el número de pasajeros, dentro de las limitaciones del análisis, ha sido obtenido con datos correctos.

En cuanto a la metodología, cabe señalar que los pocos párrafos dedicados a ella en el resumen que se comenta indican que se utilizó un modelo de distribución basado en distancias medias entre zonas.

Si efectivamente es así, cabrían interrogantes de fondo acerca de sus resultados: realmente, el efecto de un metro no es acortar distancias (antes, las alarga para los viajes que requieren trasbordos), sino reducir tiempos de viaje por su mayor velocidad. La teoría actualmente utilizada en estos modelos utiliza el concepto de “costo generalizado” (una combinación de tarifas y tiempos de viaje) para las “impedancias” de los modelos de distribución, no las distancias.

Adicionalmente, parece que el modelo simula únicamente los viajes en transporte público. De ser ello correcto, tampoco se ve claro cómo pudieron los consultores estimar los ahorros, en costos de operación y en tiempos de viaje, resultantes en la red de vías (carros y buses actuales) por la construcción del metro. Tales efectos, de acuerdo con el informe, son una parte sustancial de los beneficios económicos que estima el estudio, como se observa a continuación (distribución de los beneficios para 1987):

Rubro	% de los Beneficios en 1987
Red de superficie	
– Gastos de explotación	43.2
– Parque	10.0
– Depósitos	6.9
– Inversión en vías para buses	4.5
Subtotal	64.6

Continuación	% de los beneficios en 1987
Rubro	
Ahorro de tiempo	
– Usuarios de transporte colectivo	19.0
– Descongestión	4.7
Subtotal	23.7
Uso del vehículo particular	2.8
– Inversión en parqueaderos	3.0
– Mantenimiento red vial y parqueaderos	3.8
– Accidentes	2.1
Total	100.0

Parecería, del cuadro anterior, que cerca del 80%, de los beneficios fueron estimados en forma independiente de los resultados del modelo de distribución. Lo que no se reporta es con base en qué suposiciones se estimaron esos muy cuantiosos beneficios.

Finalmente, los resultados obtenidos muestran las siguientes cifras para 1986:

- Número de pasajeros diarios: 1.247.000
- Distancia efectiva de la red: 21.2 kms.

De aquí resulta una cifra de 58820 pasajeros diarios por kilómetro. Veamos cómo se compara este estimativo con cifras de otras partes del mundo:

Ciudad	Pasajeros diarios / km.
Londres	5800
New York	10890
Buenos Aires	20950
México	30000
Moscú	32180
Tokyo	32180

Fuente:

Travel Characteristics in Cities of Developing and Developed Countries. World Bank Staff Working, paper No. 230, March 1976.

En otras palabras, los consultores estiman que en el primer año de labores del metro de Bogotá, éste transportará una carga de casi el doble de los pasajeros de los metros más utilizados y congestionados del mundo.

Todas estas razones hacen pensar que los estimativos de demanda del estudio están sobreestimados.

Para ilustrar a los lectores sobre los efectos combinados de estas críticas, a continuación se utilizarán los estimativos de FEDESARROLLO – SER para la red prioritaria propuesta:

Costo de construcción: US\$ 1487.5 millones.

Costo de operación: US\$ 2.41/veh-km = US\$69.6 millones/año.

Demanda (la máxima obtenida en los análisis de FEDESARROLLO – SER): 47500 pasajeros diarios por kilómetro en el año 2000. Se supondrá igual para la red prioritaria en 1986. Ello implica 302.1 millones de pasajeros por año.

Tasa de descuento social: 12% anual.

Vida útil equivalente: 25 años (la ponderada de acuerdo con los datos del estudio de los consultores es un poco menor).

Con estos datos se obtendría el siguiente estimativo de costos totales por pasajero para la red prioritaria:

	US\$ millones	\$ (miles de millones)
Costos anuales de construcción (depreciación e intereses)	189.7	9.49
Costos anuales de operación	69.6	3.48
Total costos anuales	259.3	12.97

Dividiendo estos costos totales por el número de pasajeros anuales se obtiene:

Costo total por pasajero: US\$ 0.858 o \$ 42.90

La razón por la cual se obtienen estos \$ 43, superiores al rango de \$ 27 a \$ 34 del informe previo, es que los costos de construcción de la línea prioritaria son superiores a los de las líneas estudiadas por FEDESARROLLO – SER, debido a que éstas tienen una gran proporción de su longitud en superficie, en tanto que la línea prioritaria tiene una gran proporción subterránea.

Como se observa, las objeciones y críticas aquí presentadas implican que el estimativo inicial de costos de los consultores, de \$ 7 por pasajero, se multiplica por 6.

La Evaluación Económica del Proyecto

La sección anterior pudo extenderse en algún detalle a criticar una serie de estimativos básicos del estudio, gracias a que el resumen del informe de los con-

sultores ofrece información con documentación suficiente para hacerlo. Infortunadamente no sucede lo mismo con la evaluación económica.

El informe apenas enumera los rubros de beneficios económicos, y los presenta, como se mostró anteriormente, en forma de proporciones de los beneficios totales. No se detalló cómo se estimaron, ni bajo qué suposiciones, ni con qué metodología, ni siquiera cuál es su valor.

Sin embargo, es obvio que las críticas de la sección anterior tienden a elevar enormemente los costos del proyecto, y posiblemente a reducir sus beneficios. Aún si no existieran críticas a la metodología utilizada, los simples efectos de lo ya discutido tenderían indudablemente a reducir, quizás a anular su factibilidad económica (téngase en cuenta que la relación beneficio/costo que se reporta es de 1.16. En qué se convierte ante una multiplicación de costos?). Así, las críticas expuestas tienden a demostrar la no factibilidad económica del metro, y en esa forma deben entenderse y discutirse.

Cabe, sin embargo, una última crítica al informe. Un proyecto de esta naturaleza no solo debe buscar estimar costos y beneficios, sino que debe también analizar cómo ellos (costos y beneficios) se distribuyen entre la población. Así la política tarifaria, la decisión sobre cobro de impuestos de valorización en los alrededores de las estaciones, las alternativas de financiación de la construcción del metro, y el análisis de las condiciones socioeconómicas de quienes pagan y de quienes reciben beneficios, son aspectos fundamentales de una evaluación económica. Infortunadamente, el estudio del metro, al menos en el resumen que aquí se comenta, no menciona ni siquiera el tema de los aspectos redistributivos del proyecto.

Conclusiones

El equipo de estudio FEDESARROLLO — SER ha venido trabajando durante un año, con el propósito de prestar su máxima colaboración a la Administración y a la ciudadanía, para que el debate sobre el metro sea lo más ilustrado posible; creemos que ésta es la condición básica para que la decisión que finalmente se tome sea la mejor para la ciudad y el país.

El grupo de trabajo decidió adelantar estudios independientes al de los consultores, animado por comentarios como los del doctor Ian Thompson, funcionario de la CEPAL, que a continuación se citan textualmente ³:

“La experiencia ha señalado que se habría estado más cerca de lo correcto si se hubiesen multiplicado por dos las estimaciones de costos de los especialistas, aunque a veces hasta un factor de cuatro habría sido más acertado. Una vez iniciadas las obras de construcción de un metro, ellas tienen que continuar independientemente de lo que cueste, ya que sería políticamente inaceptable la al-

³ CEPAL, *Algunos aspectos de la justificación socioeconómica de los Ferrocarriles Metropolitanos en América del Sur*. Mayo de 1981.

ternativa de dejar una gran parte del eje principal de la ciudad en ruinas y tener que recibir los trenes y otros equipos que no podrían ser aprovechados". Más adelante afirma: "...los análisis someros realizados sobre los estudios hechos en América del Sur sobre la factibilidad de construcción de sistemas de metro... (indican que)... sus conclusiones han sido demasiado optimistas. Las autoridades competentes de aquellos países que están estudiando la construcción de metros harían bien en proceder con cautela y aprender la experiencia de otras ciudades de la región...". En otro aparte cita una preocupante declaración del señor Edgar Koester, director del metro de Santiago de Chile: "...si hoy día estuviéramos ante la alternativa de iniciar el metro y se comparara esa decisión con otras obras, creo que el resultado no sería favorable al metro..."⁴

Los resultados obtenidos en el trabajo independiente del grupo FEDESARROLLO – SER hacen eco a las advertencias aquí transcritas, y confirman la importancia, crucial en estos momentos, de un debate técnico a fondo sobre los resultados del estudio. No es un debate político con la Administración, sino un debate técnico con los consultores. Los estimativos de costos y pasajeros no han sido determinados por la Administración, sino por un grupo de consultores contratados al efecto. El grupo FEDESARROLLO – SER, y muchos otros profesionales independientes, encuentran que esos estimativos pueden tener errores graves. Creemos que la Administración y la ciudadanía tienen el derecho y el deber de exigir que sus consultores expliquen a satisfacción y a fondo cada una de las cifras que se critican, y que se llegue a un acuerdo técnico sobre su valor definitivo. El propósito del esfuerzo de FEDESARROLLO – SER es ofrecer a la Administración y a la ciudadanía su concurso para que esa controversia sea posible y fructífera.

El mejor servicio que puede recibir la sociedad es tener a su disposición los datos correctos en el momento de tomar la decisión del metro de Bogotá.

⁴ *La Tercera de la Hora*. Santiago de Chile, edición del 28 de septiembre de 1980.