

1982

República de Colombia

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION

PROYECTO TREN METROPOLITANO DE MEDELLIN

Documento DNP-1.886-UINF
Bogotá 12 de abril de 1982

Circulación:
Miembros del Consejo Nacional
de Política Económica y Social

República de Colombia

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION

PROYECTO TREN METROPOLITANO DE MEDELLIN

Documento DNP-1.886-UINF
Bogotá 12 de abril de 1982

Circulación:
Miembros del Consejo Nacional
de Política Económica y Social

I. INTRODUCCION

Las ciudades de Bogotá y Medellín, han terminado los estudios de factibilidad para construir sistemas de transporte masivo rápido tipo metro. Asimismo, otras ciudades empiezan a elaborar los términos de referencia de estudios de factibilidad para sistemas semejantes (Cali y Barranquilla).

En el presente documento, después de una breve introducción sobre las principales características de esta clase de soluciones, se hace una síntesis de los resultados obtenidos en el estudio de factibilidad para el Metro de Medellín y se presentan algunas observaciones del Departamento Nacional de Planeación sobre dicho estudio . Debido a la magnitud e importancia de esta clase de proyectos y a las consecuencias que de ellos se derivan para futuras soluciones en otras ciudades, se ha considerado conveniente hacer esta primera presentación de los proyectos ante el CONPES.

II. CONSIDERACIONES GENERALES

El transporte público colectivo, además de ser la única alternativa accesible para la mayoría de los habitantes urbanos del país, satisface la demanda de movilización con menores costos y aprovecha más eficientemente el espacio real disponible y la energía por pasajero movilizado. La política gubernamental en lo que concierne al transporte urbano se orienta, por consiguiente, a incentivar el transporte público de pasajeros con prioridad sobre el transporte privado.

Dentro de la categoría de transporte urbano colectivo existen, sin embargo, diversas modalidades que difieren en el nivel de servicio que pueden ofrecer a los usuarios, así como en su costo y en la eficiencia con que utilizan los recursos. Tales sistemas incluyen, desde alternativas convencionales como las de buses, taxis, sistemas electrificados de trollebuses y tranvías, y utilización de vías con derechos exclusivos, hasta las más sofisticadas como las de trenes ligeros o premetros, ferrocarriles metropolitanos o metros, monorrieles y sistemas que combinan parcial o totalmente las anteriores.

En el caso de los sistemas propuestos para Bogotá y Medellín, en los que se requiere una elevada tecnología, se pueden considerar cuatro aspectos principales :

1. Las características de la infraestructura y del equipo en soluciones tipo Metro, les permite una mayor capacidad de orientar el desarrollo urbano, aunque les sustraen toda flexibilidad para cambios y reajustes posteriores en su localización. Así, como consecuencia del proyecto, sus zonas de influencia se hacen más accesibles, aumentan su valor en el mercado y se convierten en centros de desarrollo comercial y residencial en los que el suministro de servicios públicos se hace menos costoso.

2. La magnitud de los costos de inversión en esta clase de proyectos requiere para su justificación la existencia de altas tasas de movilidad motorizada 1/ y una elevada densidad de población y de actividad económica en el área.

1/ Número de viajes motorizados al día por habitante.

3. Los costos de operación y los financieros determinan tarifas de equilibrio no siempre compatibles con el nivel de ingresos de los usuarios potenciales en nuestro medio .

4. Al analizar la conveniencia de implantar este tipo de sistemas no es posible cuantificar algunos de los beneficios y de los costos que se les pueden atribuir, especialmente en lo que se refiere a generación de empleos, impacto ambiental y otras externalidades .

Por las razones anteriores es necesario que las decisiones que se adopten sobre esta clase de sistemas de transporte sean precedidas de un cuidadoso análisis que tenga en cuenta, además de los aspectos técnicos, la evaluación económica de los proyectos y su viabilidad financiera.

Como indicador de la factibilidad económica se utiliza la tasa interna de retorno. Dicha tasa se compara con una rentabilidad del 12% comunmente aceptada en Colombia como parámetro de decisión en la evaluación social de proyectos. Ahora bien, análisis realizados en 1969 por Arnold Harberger indican que la tasa de rendimiento global del capital en Colombia (incluyendo sectores público y privado) oscila entre el 8 y el 10%. El rendimiento global del sector privado estaba entre el 10 y 10.5%. Estudios más recientes, que aplican la misma metodología para 1979 indican que la tasa de rendimiento global ha subido al 13.4% ; la del sector privado, al 15.3% y la del público al 2.4 %.

Empero, este importante análisis no se hace tan frecuentemente como es aconsejable en una sana práctica económica. El Departamento Nacional de Planeación considera valioso, pues, incorporar en este informe dicho tratamiento al caso de los metros de Bogotá y de Medellín. Una vez definida la conveniencia económica, será necesario entrar a analizar el plan financiero de los proyectos.

III. ANTECEDENTES SOBRE EL ESTUDIO DE TRANSPORTE MASIVO DE MEDALLIN

La Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá ETMVA, fué creada por las autoridades de Antioquia y Medellín en el año de 1978, con el objeto de promover y contruir un sistema de transporte en el Valle de Aburrá.

Como primera actividad de carácter técnico se conformó un grupo de expertos colombianos con asesores Ingleses, 1/ el cual adelantó la ejecución del estudio de factibilidad técnica y económica del sistema. Este informe fué entregado en septiembre de 1979 2/ y posteriormente actualizado en 1981.

El gobierno nacional, a través del Departamento Nacional de Planeación, solicitó la colaboración de las Naciones Unidas para evaluar el informe de la ETMVA y para el efecto se contó con la asesoría de una misión Francesa y de expertos colombianos. Ambos grupos, trabajando independientemente, presentaron informes 3/ en octubre de 1981 cuyas observaciones se refieren principalmente a los aspectos económicos y técnicos del proyecto.

-
- 1/ Mott Hay and Anderson International Ltd.
2/ Tren Metropolitano. Selección del sistema y su factibilidad técnica y económica ETMVA 1979.
3/ Michel Bigey y Antoine Hunel. Revisión de estudios del Metro del Valle de Aburrá. Septiembre de 1981.

Gustavo Esguerra y Alvaro Pachón. Informe evaluador del proyecto Tren Metropolitano de Medellín, 1981.

Las conclusiones del análisis hecho por cada grupo sobre la factibilidad económica difieren mucho entre sí y presentan resultados que se apartan significativamente de los del estudio original. Por esta razón el Departamento Nacional de Planeación procuró conciliar dichas conclusiones.

En el presente informe se recogen algunos de los comentarios formulados por la Misión y los consultores sobre los aspectos técnicos del proyecto y los análisis que el Departamento Nacional de Planeación ha efectuado sobre la evaluación económica del estudio de la ETMVA.

IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

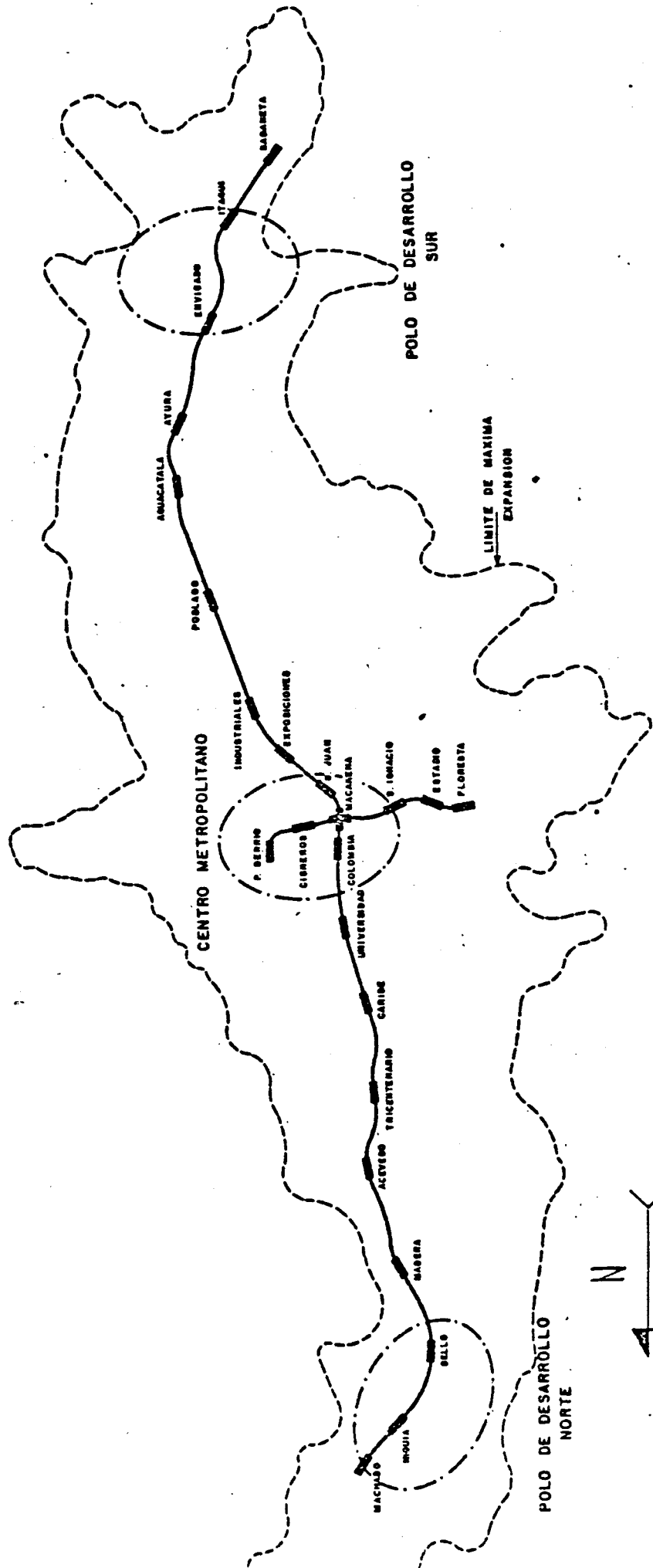
a. Diseño

El proyecto del Tren Metropolitano de Medellín consta de dos líneas principales, una longitudinal a lo largo del río Medellín entre las localidades de Machado y Sabaneta con una longitud de 26 kms y una transversal de 3.6 kms de longitud entre el parque de Berrio y la floresta, tal como se indica en el Mapa No. 1.

La línea longitudinal, diseñada para un tren de superficie, aprovecha una franja de terreno de 18 metros reservada por el municipio en la década de los sesenta. La línea transversal tiene un túnel de un kilómetro aproximadamente.

METRO MEDELLIN

Primera Etapa



La selección de la tecnología del tren metropolitano (transporte pesado) se hizo con base en una evaluación de sistemas en la que se consideraron, además, las siguientes alternativas: bus diesel, bus eléctrico y transporte rápido liviano (tranvía estilo pre-metro). Dicha evaluación confronta las distintas alternativas con su capacidad para satisfacer una lista de criterios de interés nacional (electrificación, reducción de importaciones, experiencia de otros países, etc) y de interés metropolitano (satisfacción de demanda, flexibilidad, velocidad, operabilidad, etc)

b. Costo del proyecto

De acuerdo con lo estimado por la ETMVA el costo del proyecto asciende a \$24.100 millones a precios de marzo de 1981. El costo de la primera etapa, que según el estudio se efectuaría entre 1981 y 1986, asciende a \$20.100 millones. Una discriminación de estos costos se presenta en el Cuadro No. 1

Además del valor de las obras y de los equipos, el estudio incluye también el cálculo del costo de operación del metro durante la vida útil del proyecto. Al respecto se estima como valor de la energía eléctrica la tarifa de las Empresas Públicas de Medellín vigente en 1981.

CUADRO No. 1
COSTO DEL METRO DE MEDELLIN

Millones de Pesos

RUBROS	Inversión 1/
I. Período 1981 - 1986	
Equipo electromecánico	5.500
Material rodante	4.000
Obras Civiles	8.700
Servicios profesionales	1.400
Tierras	1.200
Sub-total	20.800
II. Período 1986 - 2.014	3.300
III. TOTAL	24.100

1/ Precios de marzo de 1981

Fuente: Metro de Medellín . ETMVA . Síntesis del proyecto del Metro .
Noviembre de 1981.

c. Beneficios del proyecto

El primer documento de la ETMVA 1/ considera como beneficios los siguientes: ahorro en la inversión y operación de buses, en mantenimiento de vías, en número de accidentes, ahorro en tiempo de viaje para usuarios y no usuarios del tren. Estos beneficios, como es lógico dependen de la demanda del proyecto.

La actualización del estudio original incluye además de los anteriores beneficios, los atribuibles al aumento en el precio de la tierra en el área de influencia del proyecto 2/.

El análisis de demanda de la ETMVA utiliza el informe RUMVA 3/ 1972 realizado por el INTRA con base en una encuesta al 4.5% de los hogares de Medellín. Los resultados de este estudio fueron proyectados a 1983, considerando los aumentos de población por densificación y las variaciones registradas en actividades como empleo, comercio y educación. Determinada la demanda para 1983, se hicieron proyecciones suponiendo un crecimiento uniforme de todos los viajes de la línea con los siguientes porcentajes anuales:

1983- 1988	6%
1989 - 1993	4%
1994 - 2000	2%

-
- 1/ Tren Metropolitano. Selección del sistema y su factibilidad técnica y económica ETMVA. Septiembre de 1979.
- 2/ Metro de Medellín. Evaluación socioeconómica y financiera - Actualización. Medellín, marzo de 1981.
- 3/ Estudio de rutas urbanas en Medellín y el Valle de Aburrá, INTRA 1972.

Vale la pena anotar que tanto en el estudio original como en la actualización se considera un incremento anual del precio del combustible en términos constantes del 4%.

Por último el estudio señala beneficios no cuantificables como son la reducción en la contaminación ambiental y la generación de empleos directos e indirectos (2.000 empleos directos).

d. Evaluación económica

El indicador utilizado para determinar la conveniencia económica de la inversión en el proyecto fué el de la tasa interna de retorno, TIR.

En el estudio original (1979), además de la rentabilidad económica del proyecto total, se estimó la correspondiente a cada una de las líneas integrantes del mismo debido a que la línea transversal (línea B), al tener un sector subterráneo, presenta un costo significativamente superior al de la línea longitudinal (línea A). Considerando beneficios y costos para un período de 35 años a partir de la iniciación de las obras ^{1/} el estudio llegó a concluir que la TIR del proyecto total era del 13.6%, tal como se indica en el Cuadro No. 2.

Como criterio para decidir si el proyecto era conveniente, se optó inicialmente por aceptar una tasa mínima de rendimiento del capital del 7%. En estas circunstancias la conclusión de la evaluación

^{1/} Suponiendo una vida útil para el material rodante de 30 años.

económica fué la de que el sistema escogido se justifica ampliamente en su versión completa: Líneas A y B.

Posteriormente en la actualización del análisis económico hecha por la ETMVA en 1981 se consideró el proyecto en forma integral (Línea A y B) y como resultado se obtuvo una tasa interna de retorno del 22%, significativamente superior a la original. Esta diferencia se debe, principalmente, a la consideración de la valorización de terrenos como un beneficio adicional del proyecto. Este resultado fué sometido por la Empresa a un análisis de sensibilidad, tal como se indica en el Cuadro No. 3. Puede observarse que al excluir el beneficio por concepto de valorización, la rentabilidad se reduce al 11%.

CUADRO No. 2

EVALUACION ECONOMICA DEL TREN METROPOLITANO
ESTUDIO ORIGINAL 1979

Escenario	Tasa Interna de Retorno
I. Se construye la línea A, paralela al río	16.4%
II. Se construye la Linea B, transversal al río	7.2%
III. Se construye todo el sistema (las dos líneas A y B)	13.6%

FUENTE: Tren Metropolitano. Selección del sistema y su factibilidad técnica y económica. ETMVA septiembre 1979

CUADRO No. 3

EVALUACION ECONOMICA DEL TREN METROPOLITANO
ACTUALIZACION MARZO 1981

Escenarios	Tasa Interna de Retorno
I. Actualización ETMVA	22 %
II. Sensibilidades	
a. El costo de operación aumenta 50%	21 %
b. Los costos de inversión y operación aumentan 25%	15 %
c. Se excluyen los beneficios en uso del suelo	11 %
d. Se excluye el incremento del 4% anual en la gasolina	20 %

FUENTE: Tren Metropolitano. ETMVA. Evaluación socio económica y financiera. Actualización . Marzo de 1981

V. OBSERVACIONES DEL DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION

a. Diseño

Los análisis realizados por los consultores contratados por el Departamento Nacional de Planeación para evaluar el estudio, indican que el diseño en forma de cruz de las líneas, podría tener problemas operativos que se presentarían en la estación terminal del parque de Berrío. Dichos consultores sugieren la construcción de una sola línea que atraviese de sur a norte la ciudad, pasando por el centro y suprimiendo, en una primera etapa, algunas de las estaciones extremas.

En cuanto se refiere a la selección de la alternativa tecnológica, el estudio partió de criterios similares a los del proyecto de Bogotá.

b. Costo del proyecto

Analizada la información presentada por la ETMVA, el Departamento Nacional de Planeación considera que los costos de la obra civil, adquisición de tierras, equipos electromecánicos y servicios profesionales por valor de \$16.800 millones ^{1/}son aceptables. Sin embargo, el desequilibrio probable a que se hará mención más adelante, entre los flujos de pasajeros de los dos sentidos de la línea en la hora pico, permite establecer que los costos de inversión y operación del material rodante calculados por la ETMVA

^{1/} A precios de marzo de 1981

podrían estar subvalorados ya que la empresa considera flujos equilibrados.

Adicionalmente es preciso señalar que el costo de la energía eléctrica considerado por la ETMVA debería reflejar su valor real y tener un crecimiento anual en términos reales 1/.

c. Beneficios del proyecto

El Departamento Nacional de Planeación considera que los beneficios calculados por la ETMVA 2/ por concepto de reducción de accidentes y ahorro en mantenimiento de vías, son adecuados. En cuanto se refiere a los otros beneficios es necesario formular las siguientes observaciones :

1. Beneficio en uso del suelo (Valorización).

A este respecto vale la pena anotar que, según la teoría común de evaluación social de proyectos, no se deben incluir beneficios por concepto de valorización cuando se contabilizan simultáneamente ahorros en tiempo de viaje de los usuarios puesto que esto último es lo que fundamenta la valorización de la tierra y de tenerse en cuenta se caería en una doble contabilidad.

2. Beneficios por ahorro en tiempo de viaje, inversión y operación de buses.

Para estos tres beneficios un factor crítico es la estimación de la

1/ En el Estudio Nacional de Energía se considera razonable un crecimiento del 1.5%.
2/ Se refiere al Estudio de Actualización ETMVA, marzo de 1981

demanda. En el caso de Medellín se pueden hacer las siguientes anotaciones :

En primer lugar, la metodología de cálculo utilizada no es la generalmente empleada en estudios de transporte urbano, en la cual es práctica usual considerar modelos de generación y distribución de viajes con base en encuestas recientes de origen y destino 1/ y modelos de repartición entre los diferentes medios de transporte que consideren tarifas, tiempo de viaje, esperas, ingreso, parque de vehículos privados, etc. Por esta razón, las proyecciones de la ETMVA no ofrecen la confiabilidad necesaria. Este punto fué confirmado en la revisión efectuada por los consultores colombianos que evaluaron el estudio 2/ al comparar el número de viajes por día por kilómetro de la línea y el porcentaje del total de viajes que utilizaría el metro, con los datos de otras ciudades. Estas comparaciones sugieren una sobreestimación de la demanda. En segundo lugar, la calculada por la ETMVA presenta para la hora pico de diseño flujos equilibrados de viajes en los dos sentidos, lo cual no corresponde a lo comunmente registrado en otras ciudades. Cabe manifestar que esta observación es también formulada tanto por los consultores colombianos como por

1/ Este factor es más importante en nuestro medio por el acelerado cambio que puede experimentar el ordenamiento urbano en el breve plazo de una década

2/ Esguerra G., Pachón A., Informe evaluador del proyecto Tren Metropolitano de Medellín. Septiembre de 1981

la misión Francesa 1/ 2/. Este hecho se traduce en la necesidad de contar con una mayor cantidad de qui po rodante y consecuentemente en mayores costos de inversión y operación del sistema,

De otra parte, con respecto a los ahorros en inversión y operación de buses, a juicio del Departamento Nacional de Planeación, solamente se pueden considerar como beneficios atribuibles al proyecto los que no sería necesario agregar para el servicio como consecuencia de la construcción del tren 3/. El estudio de la ETMVA supone que, debido al rápido deterioro del servicio en buses, esta reposición del parque es imputable al proyecto, lo que conlleva a un mayor ahorro en el número de buses que el que realmente se lograra. El ahorro en costo de operación de buses debe calcularse con base en los datos del INTRA y no de los transportadores privados 4/. Tampoco se deben incluir, como lo hace la actualización de la ETMVA a marzo de 1981 el valor de los impuestos como parte de los costos de operación que se ahorran con el metro 5/.

-
- 1/ Esguerra G., Pachón A., Informe evaluador del proyecto Tren Metropolitano de Medellín. Septiembre de 1981
 - 2/ Bige M. Hunel A. Revisión de Estudios del Metro del Valle de Aburrá, Septiembre de 1981.
 - 3/ Consecuentemente a los beneficios calculados se les deben descontar los costos de inversión y operación del parque de buses que servirá las rutas alimentadoras.
 - 4/ Los costos utilizados por ETMVA reflejan los presentados por los transportadores para la negociación del subsidio.
 - 5/ En el estudio original los impuestos no fueron considerados.

Finalmente, el crecimiento anual en términos reales del 4 % utilizado para el precio de los combustibles, parece ser elevado según las tendencias actuales 1/.

d. Evaluación económica.

Para calcular el valor de los factores que determinan los beneficios y los costos del proyecto, se utilizaron, con excepción de la gasolina, los precios del mercado y no estimativos de su costo de oportunidad como es lo indicado en una evaluación social.

Con el objeto de medir el riesgo implícito en este proyecto, el Departamento Nacional de Planeación aplicó un análisis de sensibilidad a la tasa interna de retorno del estudio de la ETMVA 2/. Sin embargo, es conveniente anotar que, antes de efectuar este ejercicio se corrigieron los resultados contenidos en el estudio de la Empresa suprimiendo los beneficios de valorización y utilizando los costos de operación del INTRA. Los resultados de esta corrección se presentan en el Cuadro No. 4.

1/ Por ejemplo los consultores del ENE sugieren un crecimiento del 2 %.

2/ Versión de marzo de 1981

CUADRO No. 4
CORRECCION A LA TASA INTERNA DE RETORNO ETMVA

Casa	TIR
Estudio ETMVA, Marzo 1981	22.0
Estudio ETMVA corregido por el DNP	11.2

FUENTE : Cálculos DNP y estudio ETMVA

Como puede observarse la tasa interna de retorno se reduce drásticamente del 22 % al 11.2%, valor ligeramente inferior a la rentabilidad considerada como aceptable.

Las sensibilidades aplicadas por el Departamento Nacional de Planeación corresponden a posibles variaciones en el ahorro en inversión y operación de buses, costo del material rodante y crecimiento anual en el precio del combustible. Los resultados de este ejercicio se describen a continuación.

1. Sensibilidad por ahorro en inversión y operación de buses.

Para el efecto y de acuerdo con las observaciones formuladas con anterioridad se supuso que el ahorro por inversión en buses era de un

30% menor y consecuentemente el relativo a operación del equipo en un 15% aproximadamente^{1/}. En este caso el resultado obtenido indica que la tasa interna de retorno se reduce del 11.2% al 10.3%.

2. Sensibilidad por mayor costo del material rodante

Esta sensibilidad tiene por objeto medir el efecto sobre la rentabilidad del proyecto de necesidades adicionales de material en los dos sentidos de la línea. Si esta adición se traduce en un sobrecosto del 45%, 2/ entonces la tasa interna de retorno del proyecto se reduce del 11.2% al 10.1%.

3. Sensibilidad al crecimiento anual en el precio del combustible

Al respecto se planteó un incremento anual del 2% valor que se considera más ajustado a la realidad. El resultado obtenido indica que la tasa interna de Retorno se reduce del 11.2% al 10.6%.

4. Sensibilidad combinando todos los factores.

Por último se combinó simultáneamente el caso extremo de menores beneficios por buses ahorrados, crecimiento del 2% en el precio de gasolina y mayor costo del material rodante. El resultado obtenido indica que la rentabilidad se reduce del 11.2% al 8.4%.

1/ Esta reducción corresponde al cálculo del DNP sobre los buses efectivamente ahorrados por el proyecto.

2/ Valor estimado por el DNP con base en análisis de los consultores.

Los resultados del ejercicio mencionado se resumen en el Cuadro No. 5.

CUADRO No. 5
SENSIBILIDAD DE LA EVALUACION ECONOMICA

Caso	TIR
1. Estudio ETMVA corregido	11.2
2. Sensibilidad a menores ahorros por inversión y operación de buses	10.3
3. Sensibilidad a mayor costo del material rodante.	10.1
4. Sensibilidad a menor incremento en el precio del combustible	10.6
5. Sensibilidad considerando simultáneamente los factores 2,3,y 4	8.4

FUENTE Cálculos DNP

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se puede apreciar el proyecto, una vez incorporados los ajustes a los parámetros que a juicio del Departamento Nacional de Planeación no correspondían al más severo tratamiento, tiene una rentabilidad interna cercana al parámetro de medida del 12%. Subsiste el gran interrogante sobre la sensibilidad que el Tren Metropolitano pueda tener a una necesaria revisión del número de pasajeros movi- lizados y del propio diseño de la red. Por ello, el Departamento Nacional de Planeación recomienda que se profundice un poco más en estos aspectos y que, des- de luego, en el caso en que se disipen las dudas, un comité similar a la suge- rida para el proyecto de Bogotá estudie la viabilidad financiera, siguiendo los mis- mos criterios recomendados para dicho caso. Una vez el comité produzca sus re- comendaciones y queden aclaradas las dudas mencionadas, se hará una nueva presen- tación ante el CONPES.