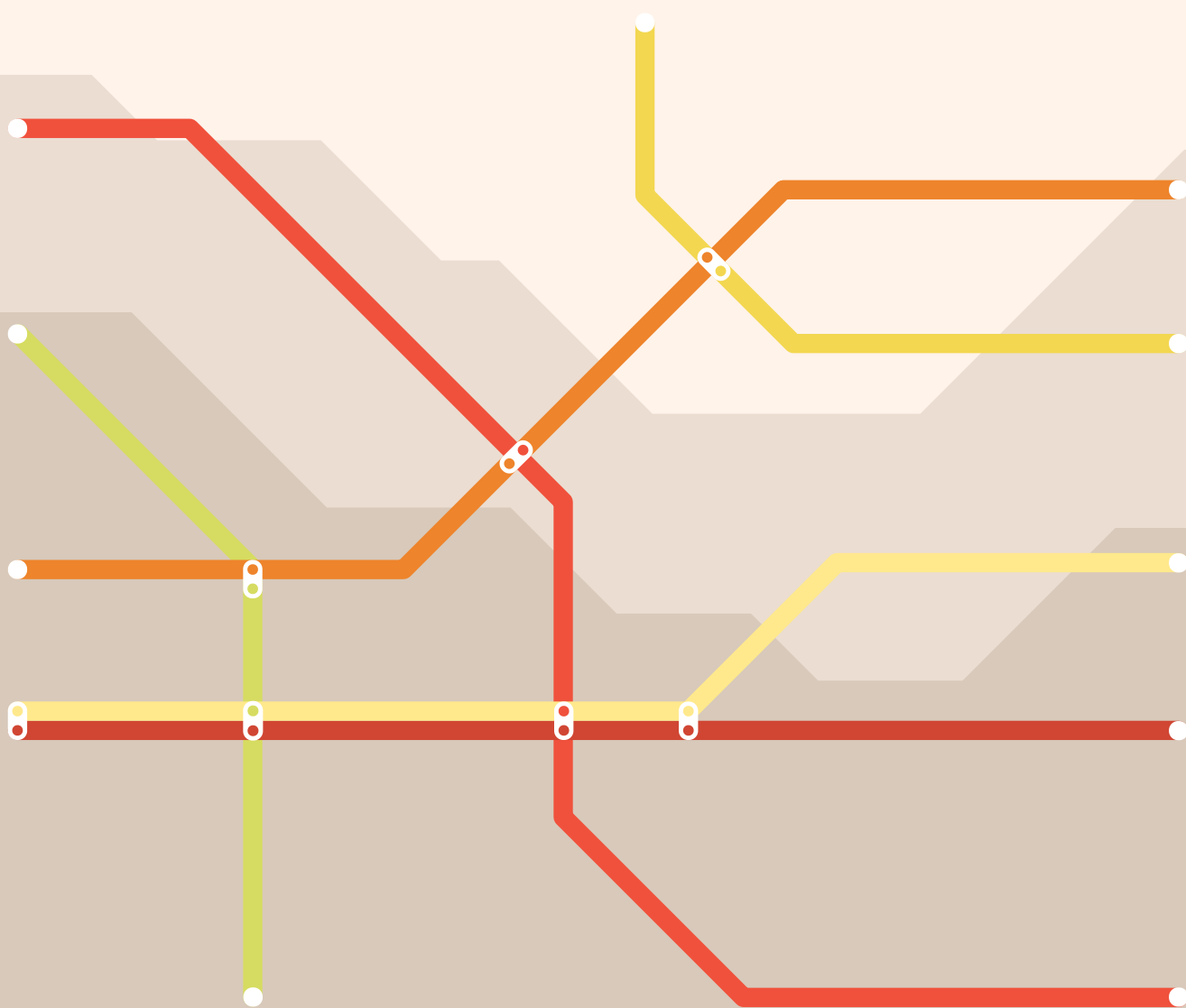


# Líneas A y B del Metro de Medellín

Juan Alberti  
Oscar Beltrán  
Rodrigo Juárez  
Andrés Pereyra

---

Luces y sombras de un megaproyecto transformador





# Líneas A y B del Metro de Medellín

Juan Alberti  
Oscar Beltrán  
Rodrigo Juárez  
Andrés Pereyra

Luces y sombras de un megaproyecto transformador

---

**Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo**

Líneas A y B del Metro de Medellín: luces y sombras de un megaproyecto transformador / Juan Alberti, Oscar Beltrán, Rodrigo Juárez, Andrés Pereyra. p. cm. — (Monografía del BID ; 1004)

1. Urban transportation-Colombia. 2. Local transit-Colombia.  
3. Transportation and state-Colombia. 4. Infrastructure (Economics)-Colombia. 5. Economic development projects-Colombia. I. Alberti, Juan. II. Beltrán, Oscar. III. Juárez, Rodrigo. IV. Pereyra, Andrés. V. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. VI. Serie.

IDB-MG-1004

Códigos JEL: I14, L91, P24

Palabras clave: metro, transporte público, Colombia, Medellín

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NCND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



SERIE

# Estudios de Caso de Metros en América Latina y el Caribe

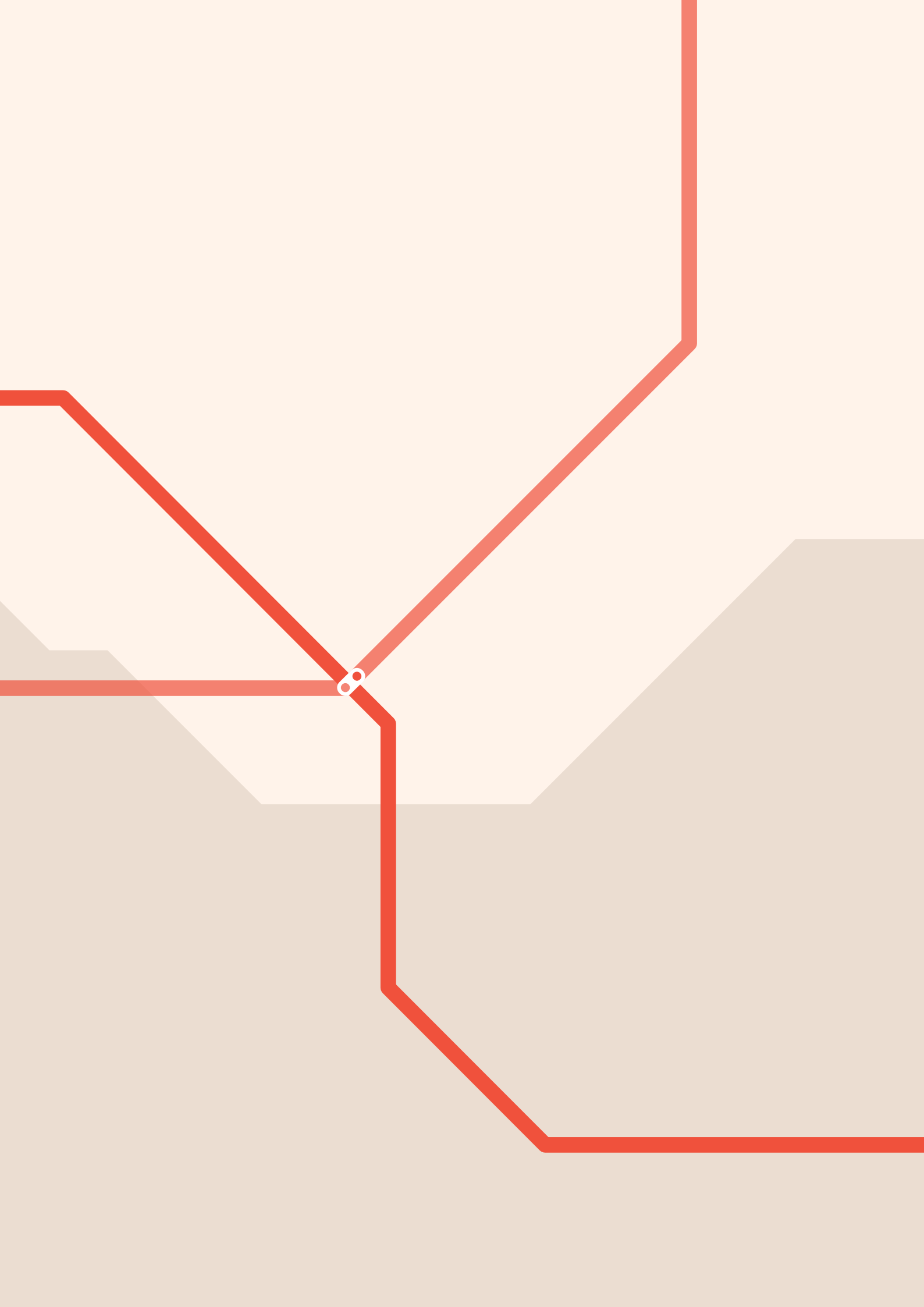
El crecimiento de la población que vive en entornos urbanos ha generado un aumento en la demanda de movilidad y accesibilidad en América Latina y el Caribe. A partir de dicho aumento, la congestión urbana y la necesidad de proveer soluciones de transporte público masivo de manera segura, confiable, sostenible y accesible han llevado a muchas ciudades a desarrollar e implementar sistemas de metro y ferrocarriles urbanos de manera continua. A medida que la región incrementa su experiencia en el desarrollo de este tipo de sistemas, se presentan nuevas oportunidades de generación y divulgación de conocimiento, lecciones aprendidas y buenas prácticas que son específicas de este contexto.

La serie Estudios de Caso de Metros en América Latina y el Caribe es resultado de un esfuerzo de investigación sobre megaproyectos en general, y sobre metros en particular, desarrollado en los últimos años en esta zona. El objetivo ha sido documentar las buenas prácticas y lecciones aprendidas, con base en fuentes secundarias y entrevistas con agentes especializados, los que han participado de diversas formas y en diferentes etapas del desarrollo de cada proyecto: directivos del sector público y privado; académicos, y consultores privados. Es el deseo de los autores que esta serie se transforme en un insumo valioso para aquellos tomadores de decisión que deseen embarcarse en el desafío de la planificación y ejecución de esta clase de megaproyecto de transporte.



# Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>2. Etapas del proyecto</b> .....	5
2.1. Planificación y evaluación del proyecto.....	5
2.2. Diseño preliminar.....	8
2.3. Estructuración contractual y financiera.....	11
2.4. Diseño detallado.....	16
2.5. Construcción .....	19
2.6. Operación y mantenimiento .....	23
<b>3. Resultados</b> .....	31
<b>4. Discusión</b> .....	35
<b>5. Reflexión final</b> .....	41





# 1. Introducción

El Metro de Medellín es el resultado de un largo proceso de planificación llevado a cabo en la ciudad de Medellín –ubicada en el Valle de Aburrá, en el departamento de Antioquia, en Colombia–. La selección del trazado para el desarrollo de un sistema de transporte masivo comenzó a darse en 1950, no obstante, fue recién en 1977 que surgió un proyecto concreto para la construcción de un tren metropolitano, en el Plan Metropolitano de Medellín. Es como parte de este proceso que fue creada la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá (ETMVA) en 1979, encargada de contratar estudios para el desarrollo de un proyecto que fue aprobado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) de 1982, con garantía de la nación. La apertura de la licitación se realizó a inicios de 1983, y a finales del mismo año se adjudicó.

El contrato se firmó a mediados de 1984 y comenzó a ejecutarse en 1985. Sin embargo, cuatro años después, en 1989, por problemas técnicos, económicos y financieros asociados a la obra, el proyecto se suspendió por tres años y, luego de un largo período de negociaciones entre los distintos organismos involucrados del Estado y el consorcio constructor, se retomó en 1992. Finalmente, el metro comenzó a operar en tres etapas, la primera, a finales de 1995 y las restantes dos, en 1996. En la actualidad, las líneas A y B del Metro de Medellín operan como parte del Sistema Integrado de Transporte Masivo del Valle de Aburrá (SITVA), compuesto por una red integrada de metro, cables, tranvía, buses eléctricos y BRT.

A continuación, se exponen, a grandes rasgos, los resultados de un trabajo exploratorio que ha procurado identificar buenas prácticas y lecciones aprendidas (con un enfoque descriptivo) en el desarrollo de este megaproyecto. El objetivo ha sido estudiar de qué manera impactan las decisiones tomadas en las distintas etapas del proyecto, así como en los resultados obtenidos.

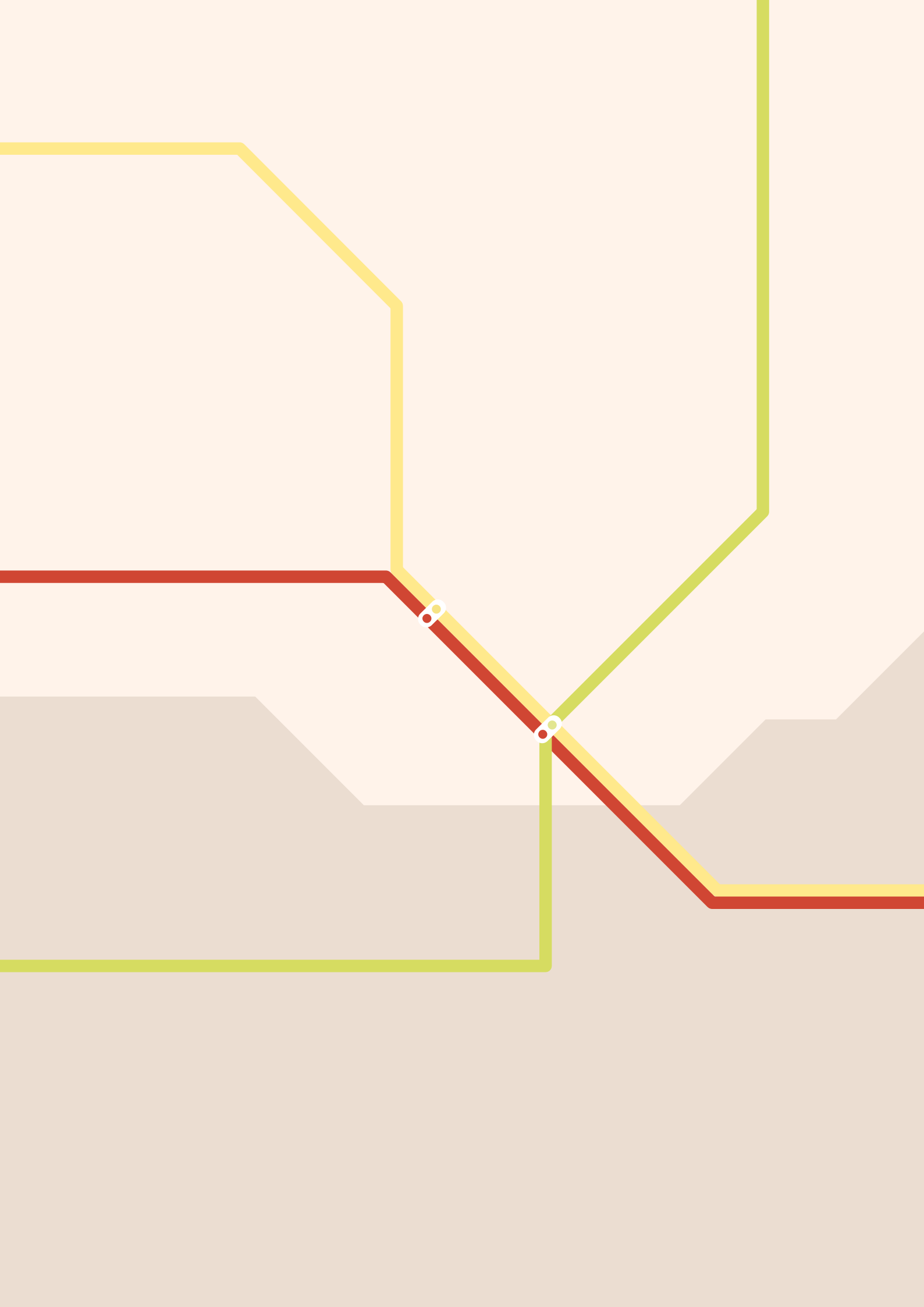
Las distintas etapas analizadas se corresponden con a) planificación del sistema; b) estudios de preinversión; c) diseño; d) estructuración contractual y financiera; e) construcción y supervisión, y f) operación y mantenimiento. Los resultados de los proyectos de metro pueden medirse en términos de producto (costo, tiempo y alcance esperados en

el proyecto), resultados (disminución de tiempos de viaje, disminución de accidentes, disminución de emisiones, etc.) e impacto (eficiencia, equidad y resultados políticos, entre otros).

Con esta base, se cuenta la historia detrás del desarrollo de las líneas A y B del Metro de Medellín. A partir de fuentes secundarias y entrevistas con agentes relacionados con el proyecto, se han seleccionado una serie de temas destacables para cada etapa. Este trabajo pretende sistematizar el conocimiento, de tal manera que este pueda ser aprovechado por los tomadores de decisión de megaproyectos similares en la región.

En términos generales, este documento aboga que las líneas A y B del Metro de Medellín han transformado orgánicamente el transporte de la ciudad. Sin embargo, para ello la sociedad debió asumir costos mayores a los esperados; algo usual en proyectos complejos. En las etapas iniciales de desarrollo, los líderes que impulsaron este megaproyecto asumieron riesgos sustantivos para viabilizarlo políticamente. La planificación se llevó a cabo con un enfoque cerrado, con casi nula participación de la sociedad, y, con el fin de avanzar rápidamente, se hicieron estudios de poca profundidad antes de la contratación. También se cometieron errores evitables, especialmente en la gestión de riesgos inicial y en la estructuración contractual –debido, principalmente, a la falta de experiencia en proyectos de esta naturaleza–. Como contrapartida, se ha producido una mejora continua de los resultados obtenidos debido a la creciente profesionalización en la gestión del capital humano y la muy destacable política de la Cultura Metro<sup>1</sup> –la cual es transversal, en la actualidad, a todas las áreas de gestión de la empresa–. A continuación, se desgranar las lecciones aprendidas y buenas prácticas recabadas en cada etapa, de modo de presentar las luces y sombras de este megaproyecto profundamente transformador.





## 2. Etapas del proyecto

### 2.1. Planificación y evaluación del proyecto

La fase de planificación y evaluación del proyecto está conformada por las etapas de planificación del sistema y los estudios de preinversión sobre el corredor. Con una mirada tecnocrática (basada en la economía y la ingeniería del transporte), la planificación se encuentra asociada a los estudios de diagnóstico sobre movilidad y uso del suelo, que permiten establecer una estrategia de acción, con un orden de prioridad de los corredores. Los estudios de preinversión sobre el corredor refieren a la identificación de distintas alternativas de tránsito rápido y su comparación en términos de costos y beneficios. Al final se selecciona la alternativa más apropiada, habiendo evaluado el proyecto en sus dimensiones económica, social y ambiental.

Al respecto, los tomadores de decisión también incluyen como criterio de acción el resultado del juego político, por fuera del proceso antes mencionado, y no está mal que así lo hagan. Un proyecto puede seguir exactamente el proceso tecnocrático descrito, pero, si no se generan los acuerdos o desacuerdos necesarios –con grupos de interés relevantes–, el proceso puede verse truncado rápidamente. Además de predecir el riesgo político y procurar controlarlo o disminuirlo, para ajustarse a las soluciones técnicas, es igualmente necesario comprometerse con cierto nivel de participación en el proceso, de forma de generar beneficios políticos y económicos de manera equilibrada, para lograr, así, evitar el bloqueo y puesta en riesgo del desarrollo del proyecto.

En el caso de Medellín, entre 1886 y 1950 la ciudad contaba con un sistema de transporte organizado, de gran influencia europea, compuesto por tranvías, trolebuses, trenes y trenes de cercanías. A pesar de contar con una extensa red, por distintos motivos esos sistemas comenzaron a despreciarse, y fueron finalmente remplazados por buses y transporte individual.

En ese contexto, a mediados del siglo XX el proyecto del Metro de Medellín fue ideado por los planificadores urbanistas extranjeros Wiener y Sert. Antes de 1950, formularon un plan en el que se visualizaba la

necesidad de contar con un sistema de vía férrea tipo metro en la ciudad. En ese entonces, Medellín tenía 350 000 habitantes, pero ya se preveía un importante crecimiento poblacional. Dentro del Valle de Aburrá –atravesado de sur a norte por el río Medellín, que separa las cordilleras– se agrupan la ciudad de Medellín y algunos otros municipios vecinos. En ese momento, se reservaron, en este valle, unas franjas de tierra de aproximadamente 60 metros a cada lado del río, destinadas a un eventual sistema de transporte. Una gran proporción de esas tierras fue utilizada por el recorrido del metro, lo que permitió que buena parte del proyecto no requiriera adquisición predial.

De esta forma, se troncalizaba el sistema de transporte, y se proyectaba que otros modos alimentarían las estaciones, para generar una integración efectiva. Aunque el modelo estaba basado en esta idea, no existió un trabajo de integración para hacerla efectiva hasta recién varios años después de la entrada en operación del metro –y aún quedan aspectos por mejorar–. Este punto se detalla en secciones posteriores. A juicio de varios de los entrevistados, esta carencia fue producto de no contar con un plan maestro que oficiase de plan rector que habilitase soluciones de transporte, con un análisis serio multicriterio, acordado entre los posibles interesados, que trascendiera los personalismos políticos.

En el país existía un gran desconocimiento respecto del funcionamiento y de las ventajas y desventajas de los sistemas de esa naturaleza. Por otra parte, había cierta presión internacional por parte de la industria, cuyas empresas promocionaban soluciones de este tipo en países en desarrollo donde el transporte era un problema creciente. Los alcaldes recibían misiones de técnicos extranjeros promocionando estas soluciones, y en Medellín la idea, efectivamente, caló hondo en los tomadores de decisión.

Así, en el año 1972 se desarrolló el primer estudio de origen-destino, en el que se estudiaron las rutas de transporte urbano. Allí se visualizó la necesidad de incorporar un sistema de mayor capacidad (dada la demanda existente). Además de ciertos errores técnicos relevantes, este estudio contenía estimaciones que se basaban en la existencia de una integración modal desde el comienzo. A partir de ese momento se habría resuelto desarrollar el proyecto por parte de los principales tomadores de decisión.

Al principio de la década de los ochenta, se realizó un estudio más profundo del proyecto (presentado al Conpes) en el que se defendía la necesidad de un sistema de transporte masivo. El propio Conpes, no obstante, desde el inicio mostró cautela sobre los resultados que ofrecían los estudios previos.

Existe cierto consenso acerca de que no se utilizó información de calidad sobre oferta y demanda de transporte en las etapas iniciales y acerca de que no se generaron modelos robustos para estudiar el comportamiento del sistema. En cuanto a la demanda, a juicio de los entrevistados, se realizaron estimaciones muy irreales respecto del número de pasajeros por día. Tampoco se hizo un esfuerzo por conceptualizar la totalidad de un sistema de transporte para la ciudad, así como no se estudió el nivel mínimo de integración y competencia razonable entre los modos, dada la estructura de incentivos de los distintos grupos de interés y de la organización de la industria.

En el mismo sentido, tampoco se hizo un análisis profundo de alternativas (que incluyera opciones con mejoras de bajo costo, alternativas de tránsito rápido no pesadas u otras factibles desde el punto de vista físico, financiero u operativo, con alguna ventaja en términos de costo, beneficio o riesgo); por ejemplo, la línea B, por su demanda, posiblemente hubiese requerido otra solución. Hay acuerdo sobre que la evaluación económica y financiera debería haber sido más profunda, y también sobre que se debería haber utilizado una metodología multicriterio. Se hizo un análisis de grupos de interés, con una metodología específica, pero este se percibe como poco profundo por algunos de los entrevistados.

Se utilizó un proceso de planificación tipo *top-down*, de forma de aprovechar el control político en el momento de planificar y dar los primeros pasos hacia la consolidación del desarrollo del proyecto. No hubo una democratización de la planificación, con la inclusión de otros actores políticos y sociales. Se desarrolló de esta forma, a juicio de los entrevistados, porque los principales tomadores de decisión necesitaban asegurarse de que el proyecto fuera irreversible, y, al coincidir con la presidencia de Belisario Betancur, se contaba con el empuje político ideal para llevar a cabo el proyecto, pero era necesario realizarlo antes de su salida, cuando se cerraría la ventana de oportunidad política.

Asimismo, hay cierto acuerdo por parte de los entrevistados sobre que la decisión política prevaleció sobre todos los otros elementos de carácter técnico, financiero y legal que se pueden promover en una estructuración tecnocrática de proyectos. Medellín, al priorizar el criterio político, terminó pagando costos altos; sin embargo, para viabilizarlo, encontró en el Gobierno nacional un socio con poder financiero y político.

Quienes definieron los pormenores del proyecto, justamente para hacerlo viable, fueron actores políticos de alto nivel y no un gestor profesional. Desde sus inicios, el Metro de Medellín comenzó a asumir un carácter regional y a ser presentado como una obra de toda Antioquia. No hubo un *project champion* con conocimiento técnico, formado para liderar un proyecto complejo como este.

Para avanzar, se hizo un cambio institucional, creando una empresa que concentrara sus esfuerzos en la planificación y ejecución. El 31 de mayo de 1979 se crea la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá (ETMVA). Esta pertenece al departamento de Antioquia y a la ciudad de Medellín en partes iguales. La junta directiva fue nombrada por estas entidades territoriales y la Presidencia de la República de Colombia de forma conjunta, sin que esta última fuese accionista de la empresa, lo que refleja una sólida estructura de gobernanza de la ETMVA.

## 2.2. Diseño preliminar

Una vez realizada la evaluación y adoptada la decisión de desarrollar un proyecto de metro en el corredor deseado, se procede al diseño preliminar. En este momento, las capacidades instaladas para su diseño se vuelven especialmente relevantes como forma de evitar tomar riesgos innecesarios. Es útil generar una estrategia de gestión de proyecto y una institucionalidad que responda al desafío de ejecución deseado.

En esta etapa se estudian el impacto social y el ambiental, y se incluyen medidas de mitigación, a la vez que se desarrollan estudios geotécnicos y de sitio, planes de adquisición de suelo y estudios de impacto en las redes de servicios públicos. Se implementan sistemas para control presupuestal, de cronograma y de personal, así como también se estudia la estructuración contractual y financiera, y se resuelve sobre ella.



En el caso del Metro de Medellín, se hizo un diseño preliminar, o *fase 1*, a partir del cual se propuso el contrato. En ese momento, no hubo una gestión de riesgos formal; lo que se habría desarrollado, según lo informado en las entrevistas, es una *checklist*, que habría sido parcialmente utilizada. Las diferentes dimensiones de riesgo se monitoreaban con distinto nivel de detalle, según fuera requerido al momento. Había cierta preocupación por monitorear, por ejemplo, el riesgo de tipo de cambio (ya que el contrato se encontraba compuesto por una gran variedad de divisas: pesos colombianos, marcos alemanes, dólares estadounidenses y pesetas españolas), pero los riesgos técnicos eran delegados a las interventorías. Esto fue cambiando paulatinamente y, conforme se fue acumulando experiencia en este tipo de proyectos, se ha logrado que, en el presente, dentro de la ETMVA exista un área importante de gestión de riesgos desarrollada y muy profesional. Se construyen matrices de riesgo con alto nivel de detalle, que se monitorean y alimentan de manera constante a lo largo de los distintos proyectos que implementa la empresa.

Así, en esta etapa, y para las líneas A y B, no se analizaron los riesgos en términos de recursos necesarios para enfrentarlos, no se desarrolló un entrenamiento para los que debían gestionarlos, ni se realizó un proceso de control documental detallado, ni un control de procesos y gestión de cambio, tampoco se establecieron medidas ordenadas de monitoreo y retroalimentación o produjeron informes de gestión. De fondo, el riesgo que fue priorizado fue el potencial riesgo político de que se frenara el proyecto en caso de que no se hubiese avanzado en los contratos antes del cambio de gobierno. Adelantar el proceso implicó asumir una batería de riesgos, así como una debilidad en la gestión de estos. En la misma línea, además, el grupo de interés político fue el priorizado por sobre los demás.

Al momento de desarrollar el metro, la gran falla identificada, al menos por cierta parte de los entrevistados, se relaciona con la gobernanza, que era débil. El desarrollador, como empresa nueva, puesto que carecía de experiencia en este tipo de proyectos, contaba con información limitada y un nivel de especialización en las etapas iniciales que resultaba escaso. Lo deseable hubiese sido, por supuesto, que hubiera menores asimetrías de información con respecto a sus potenciales contrapartes. Al respecto, algunos entrevistados sugieren que existía una ausencia de normas, por lo que se fallaba en la generación de los correctos incentivos y, en

ocasiones, se favorecía intereses particulares. A las carencias que en ese momento presentaba la empresa se las pretendió subsanar mediante la contratación de consultores de apoyo.

En este marco, de todas formas, se procuró establecer un cronograma de planificación, dadas las dificultades que se avizoraban en la gobernanza por la falta de experiencia. Eso permitió alcanzar un nivel mínimo de gestión, el necesario para que las actividades se desarrollaran con cierto grado de eficiencia. Al comienzo se creó un cronograma de metas con un perfil más político que técnico. Luego, se utilizó un programa llamado Patrón de Trabajo, que fungía como programa de control en conjunto con el contratista respecto a una ruta crítica. Sobre esto se profundiza más adelante.

En cuanto al impacto, se realizó un profundo estudio de impacto ambiental y social –un documento de 16 tomos que incluía diversos apartados–, de forma de propiciar la obtención de la licencia ambiental. Además, la propia magnitud del proyecto requería un estudio robusto.

De todas formas, con respecto al impacto social se presentaron importantes dificultades. En la época en que se desarrollan los estudios, Colombia aún no era un Estado social de derecho, configuración que adopta a partir de la Constitución de 1991. La propiedad privada era estricta en el país, en cambio, en el presente, se puede declarar la utilidad pública de un inmueble y se puede expropiar. En aquel momento era necesario generar un acuerdo con los propietarios y, en las ocasiones en que esto no se conseguía, la adquisición de predios se realizaba de forma agresiva, según los entrevistados. Estos hechos provocaron diversos problemas sociales y cierto rechazo generalizado hacia el sistema, precisamente porque se adquiría la tierra sin políticas de protección a moradores ni compensación alguna. En esta etapa, pues, el sistema tenía fuertes detractores.

Como política de respuesta a ese rechazo inicial, se ideó lo que hoy en día se denomina *Cultura Metro*. A partir de 1988, se creó una importante campaña publicitaria que continúa en el presente y ha tenido muy buenos resultados. La Cultura Metro busca *enamorar* al público desde el ámbito social del proyecto y, posteriormente, desde lo constructivo. En la actualidad, los usuarios cuidan el metro como si fuera de su propiedad, lo cual se refleja, por ejemplo, en los bajos niveles de actos de vandalismo.

Esta cultura incluso ha trascendido a los usuarios como grupos de interés. Se ha transformado la manera en que el metro se relaciona con los actores políticos, sociales, ONG, comunidades organizadas, propietarios, comerciantes, entre otros. Es un modo de relacionamiento positivo. Sobre esto se profundiza más adelante.

En cuanto al impacto en las redes de servicio, el proyecto se enfrentó a un enorme desafío. Las entidades que administraban los sistemas de servicio contaban con planos y especificaciones de las redes que estaban desactualizados. Las redes tenían otra configuración y diferente distribución, además de que la referenciación geográfica era mala. Lo anterior, sumado a la falta de tiempo –y de su consecuente profundidad en el desarrollo de los estudios iniciales– generó importantes dificultades.

## 2.3. Estructuración contractual y financiera

La etapa de estructuración contractual y financiera consiste en el análisis de las distintas opciones de fondeo y obtención de financiamiento, así como el desarrollo del proceso de selección con base en la opción contractual definida, selección de la mejor propuesta y adjudicación de los contratos.

Mientras el financiamiento provee los recursos monetarios necesarios al comienzo del proyecto, al convertir flujos de capital futuros al presente con un interés, el fondeo refiere a los ingresos de corto, mediano y largo plazo que sustentan dicho financiamiento. El primero puede ser provisto por el sector privado, pero el segundo siempre es responsabilidad del sector público.

Por otra parte, el desarrollo de obras y adquisición de servicios implica, al menos, tres definiciones: el modelo de entrega o adquisición (asignación al sector público o privado de las tareas de diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento); el método de pago o retribución (precio fijo, precio reembolsable o precio máximo garantizado), y el proceso de selección (licitación pública, selección directa o propuesta no solicitada).

En el caso del Metro de Medellín, se optó por un modelo de entrega *llave en mano*. El contratista se responsabilizaba por los diseños de ingeniería, la construcción de obra civil, el suministro y nacionalización de material rodante y equipos electromecánicos, y la capacitación del personal. Por definición, este tipo de contratos aumenta la velocidad de la adquisición y desarrollo de cada fase, pero implica, a su vez, cierta pérdida de control sobre la implementación por parte de la agencia ejecutora. Se hizo en 1983 con financiamiento público, con garantía soberana, a través de una licitación pública internacional, y el método de retribución se aplicó a través de precios unitarios y globales firmes, y por cantidades de obra. El contrato fue adjudicado al consorcio *Metromed* (conocido como el consorcio *hispano-alemán*), integrado por tres empresas alemanas y tres españolas.

Paralelamente, se optó por que el contratista presentara la opción de financiamiento del proyecto, a pesar de ser un contrato *llave en mano* (y no suele ser parte de los requerimientos habituales). Las ofertas de construcción y las de financiamiento fueron presentadas de forma separada. El contratista presentó, entonces, el consorcio financiero, y las obligaciones se firmaron aparte, con garantía soberana. La nación puso a disposición una garantía a los contratos de préstamo gestionados por la ETMVA. De manera simultánea, a través del Ministerio de Hacienda y debido al contexto de crisis fiscal, se negociaron unas contragarantías, que alcanzaron el 50 % de las obligaciones y fueron otorgadas por el departamento de Antioquia y el municipio de Medellín. Así se cerró el esquema de garantías, aunque las contragarantías no especificaban las fuentes de recursos a las que se asociaban.

Se seleccionó, entonces, una opción de financiamiento integrada por un sindicato de bancos españoles y alemanes, presentados por el consorcio del contrato de construcción. De aquí surge buena parte de los malentendidos posteriores. La estructuración antes mencionada dio lugar a distintas interpretaciones acerca de la responsabilidad sobre el financiamiento. Y, en un escenario de retrasos y sobrecostos, como se detallará más adelante, el desarrollador no tenía soluciones financieras previstas. A juicio de los entrevistados, esto provocó que el financiamiento fuera una obligación y no un resultado.

Mientras el organismo contratante entendía que el financiamiento era responsabilidad del contratista, el contratista entendía que era responsabilidad del organismo contratante. A pesar de que se llamaba

*llave en mano*, a juicio del organismo contratante, había posibilidad de interpretar que se trataba de un contrato tipo Diseño, Construcción y Financiamiento (DBF, por su sigla en inglés). En dicho modelo, quien contrata no paga en la medida en que avanza la construcción, sino que el pago se efectúa al completarse la obra. En este caso, al respecto del período de gracia para el pago del capital, se estableció que fuera del mismo plazo acordado inicialmente con el contratista para iniciar la operación del sistema, es decir, cuatro años y medio. En el fondo, se basaba en la visión de que el proyecto del metro era autosuficiente. No obstante, como ya hemos mencionado, las ofertas de construcción y financiamiento fueron presentadas de forma separada, lo que, en el contrato de construcción, implicaba una distribución de tareas típica de un contrato llave en mano (en que el contratista fuera recibiendo los fondos en la medida en que avanzaba con las obras).

Existe cierto consenso acerca de que la decisión de estructuración contractual y financiera se resolvió con un criterio predominantemente político. La estructuración habría priorizado el criterio de velocidad, considerando especialmente que la firma del contrato se llevara a cabo antes del cambio de administración, en detrimento de la seguridad en el precio y de la minimización de potenciales controversias al momento de la ejecución.

Considerando una adjudicación con base en diseños preliminares, el modelo de entrega (llave en mano) y el de retribución (por precios unitarios y por cantidades de obra), en conjunto, se podían avizorar retrasos y sobrecostos. En este marco, el contrato de financiamiento era relativamente inflexible, especialmente en los casos en que dichos cambios no contemplaran compras a los países de origen de los bancos. Para complejizar la situación, el esquema de financiamiento no había considerado los gastos financieros, los impuestos de nacionalización ni los reajustes de precios, entre otras ausencias. A esto, se sumaron, además, sucesos macroeconómicos adversos –como la devaluación del peso colombiano– y condiciones políticas desfavorables –como el aumento de impuestos a las importaciones o ciertas demoras en el otorgamiento de licencias de importación–.

Como consecuencia de lo anterior, se presentó un desfase entre las condiciones del contrato de construcción y las condiciones del contrato de financiamiento. A finales de 1989, el consorcio decidió detener

la construcción por falta de recursos, considerando las trabas para la importación de material y maquinaria impuestas por el Gobierno nacional, y los sobrecostos por el cambio de trazado, que se detallan más adelante. El Metro de Medellín declaró la caducidad del contrato en 1991 y, así, apuntaló el conflicto. Apareció el temor de que el proyecto se transformara en un ejemplo internacional de elefante blanco, con efectos sociales, políticos y económicos negativos.

El proyecto se frenó por más de tres años. La estructuración contractual y financiera seleccionada, dado el limitado grado de avance del diseño al momento de contratar, ha suscitado gran cantidad de críticas. Lo cierto es que no puede descartarse que los tomadores de decisión hayan vislumbrado potenciales problemas pero hayan resuelto avanzar de todos modos, para, de esta forma, viabilizar el proyecto políticamente.

Evidentemente, este caso no muestra que el modelo de entrega llave en mano sea indeseable de forma general. Por el contrario, este modelo presenta algunas ventajas (rescatadas en las entrevistas) y su uso tiene respaldo en la actualidad, ya que se evidencian un mejor ajuste de la parte financiera y el fortalecimiento técnico por parte de la empresa a lo largo de los años. Se valora su flexibilidad, siempre que se cuente con capacidades técnicas y legales para atender los desafíos que presenta. Sobre las ventajas a nivel técnico, por ejemplo, con el modelo llave en mano se puede simplificar el proceso al trasladar al contratista la gestión de los diferentes contratos que pueden surgir de un proyecto complejo como este, facilitando, además, la integración de interfaces en las distintas etapas y los diferentes sistemas del proyecto.

En términos generales, es recomendable que se desarrollen mecanismos contractuales que incentiven la colaboración entre las partes en proyectos de este tipo, de manera que se promueva la pronta solución de problemas de diversa naturaleza que se presenten. Con la estructuración contractual y financiera seleccionada en este caso, dado el contexto político y técnico, se abrió un espacio a potenciales malentendidos. Se generaron vacíos y se amplió la interposición de intereses de las partes. Los reclamos comenzaron antes de la puesta en pausa del proyecto y continuaron por más de veinte años.

Los conflictos de interés son inevitables, pero pueden agravarse o minimizarse, dependiendo de las decisiones sobre la estructuración

contractual, y del diseño de cláusulas de control, coordinación y adaptación. Deben considerarse, especialmente, distintos mecanismos de solución de controversias, para propiciar una colaboración más eficiente. Además, las capacidades de las partes y la legislación deben apuntar en la misma dirección y procurar evitar el abuso de alguno de los involucrados. Un manejo profesional de lo anterior promueve una cultura organizacional, de ambas partes, basada en la colaboración. Esto resulta ventajoso, porque los equipos se concentran en fortalecer las cuestiones técnicas de fondo y no en generar equipos de abogados para lidiar con los enfrentamientos.

Para atender la crisis financiera y elaborar una nueva estructuración a partir de la cual se concluyera el proyecto, se llevaron a cabo una serie de negociaciones, incluyendo la firma de un acuerdo entre partes que se llamó Protocolo de Madrid. Allí se acordó la prórroga de los créditos existentes y la concesión de nuevos créditos, a la vez que se prorrogaban las garantías existentes de la nación y se generaban nuevos avales. Al respecto, el caso ilustra la evidente importancia de tener respaldo político, institucional y técnico para hacer frente a posibles renegociaciones; especialmente, porque en esa etapa pueden aparecer mayores asimetrías de información, dado que el contratista suele contar con más datos que el contratante.

En este caso, se valoró, por parte de los entrevistados, el empuje político local –ejercido por el gobernador del departamento y el alcalde de la ciudad– para lograr dar los pasos necesarios. Las empresas presionaron para atender sus propios intereses, incluso, con el apoyo político de sus países de origen. Además, se valoró el esquema de defensa de la empresa que surgió de todo el proceso, desde los puntos de vista legal, técnico y financiero. La estrategia de la empresa consistió en hacer una contrademanda al consorcio, y reclamar por el fallo al no asegurar el financiamiento del proyecto y por la demora de algunas de sus gestiones. Esto provocó que se buscaran diferentes medios de conciliación y resolución de controversias, desde la intervención de amigables componedores hasta la actuación de tribunales de arbitraje internacional. El conflicto terminó por resolverse veintiún años después, incluyendo, por ejemplo, la denuncia de la ETMVA a las empresas ante la Organización Mundial del Comercio (OMC), debido a que estas no producían repuestos para el mantenimiento de los sistemas. Esto provocó la caducidad del contratista en Colombia. El juicio se resolvería,

finalmente, por medio de un acuerdo cero-cero (eliminando los reclamos entre las partes), a partir del cual las partes prefirieron cerrar esta etapa, luego de décadas de desgaste.

En el momento de renegociar el contrato, antes de la reanudación de la construcción, fue necesario crear un marco legal, al interior de Colombia, que pudiera atender la problemática que se había generado. Para ello se promulgó la ley de Metros (ley 86 de 1989), en la que se estipulaban tanto el otorgamiento del aval por parte de la nación como los recursos que debía proveer la región. Así fue que se crearon la sobretasa a la gasolina (un impuesto nacional de uso local) y algunas contribuciones por valorización a diferentes jurisdicciones municipales. Debido a ciertas discusiones sobre la interpretación de dicha ley, posteriormente se firmó el Protocolo de Medellín, a partir del cual la ETMVA se comprometió a renegociar con el contratista y a asegurar los fondos regionales por la valorización mencionada.

A juicio de algunos entrevistados, el caso del Metro de Medellín ofreció la oportunidad para que la nación apoyara a otras ciudades en desarrollos de transporte urbano. A pesar del alto costo económico y político que surgió de hacer la renegociación en medio de la crisis financiera del proyecto, a juicio de los entrevistados, este sería un efecto colateral positivo del proceso, que permite tomar decisiones mucho más informadas para proyectos similares en el presente.

## 2.4. Diseño detallado

El diseño detallado implica la integración de varios componentes, lo que agrega complejidad al proceso. Se realizan estimaciones de costo, tiempo y recursos necesarios para la implementación, se conducen estudios de integración del proyecto con otros modos, a nivel de detalle, y se gestionan títulos de propiedad y planes de relocalización de los servicios afectados.

Respecto de la tecnología utilizada, se toman decisiones sobre infraestructura y obra civil (alineación horizontal, vertical de túnel o viaducto, vías, estaciones y terminales, etc.), material rodante (cantidad de vagones por tren, ancho de vagones, tipo de conexión entre vagones, distribución de puertas, etc.) y sistemas electromecánicos (sistema



de control, control de tráfico y señalización, control de electrificación, telecomunicaciones, recolección y control de tickets, etc.).

Como se explicó en el apartado anterior, el contrato fue establecido a partir de diseños preliminares, tipo fase 1. Es decir, el nivel de detalle al que se arribó, por parte del desarrollador, fue bajo. Se utilizaron lineamientos, con poca especificidad y pobre estructuración.

No se contaba con planos y las cantidades fueron estimadas con indicadores; además, el trazado no estaba definido con exactitud, sino tan solo a grandes rasgos. Más aún, el proyecto inicial se había ideado como subterráneo, y así fue contratado, sin embargo, posteriormente, al momento del diseño definitivo, se realizó un cambio en el alcance, derivando en un proyecto a nivel y en viaducto. En este escenario el contratista debía realizar los estudios de ingeniería de detalle.

El contrato llave en mano fue firmado en julio de 1984 y en mayo de 1985 se solicita al contratista la modificación del trazado inicial, para lo cual se llega a un acuerdo entre las partes sobre la necesidad de una ampliación del plazo de ejecución. Entonces se determina que el proyecto debía pasar por el centro de la ciudad, en lugar de por el costado, resultando en un corredor distinto al que había sido planificado décadas anteriores.

El nuevo diseño tuvo varias implicaciones, dentro de las que se incluyeron la necesidad de elaborar nuevos estudios o variación en el esquema del suministro eléctrico, entre otros. Los cambios solicitados produjeron modificaciones en las cantidades de obras, y en precios unitarios. Además, comenzó a evidenciarse un desbalance en la utilización de los recursos de los préstamos.

Como proyecto definitivo, el metro consistió en dos líneas, llamadas A y B. La primera, de 23,2 km y la segunda, de 5,6 km. La línea A corre de sur a norte; una parte se desarrolla en un viaducto elevado, en el centro de la ciudad, y otra, a nivel. La línea B va de oeste a este y tiene intersección con la línea A en la estación San Antonio, ubicada en el centro de la ciudad, siendo la estación más transitada de todo el sistema. El sistema contaría con 42 trenes de tres vagones cada uno; se estimaba que cada tren podía llevar hasta 2400 pasajeros. Los coches se diseñaron con cuatro puertas a cada lado y fueron equipados con los elementos usuales de seguridad.

En cuanto al diseño definitivo, en este proceso no se utilizaron algunas metodologías que suelen aplicarse en el presente. Por ejemplo, no se consideraron el análisis de valor, costos de ciclo de vida, revisiones por pares, revisiones de viabilidad de construcción, revisiones de viabilidad de operación ni procesos de ingeniería de valor, entre otros. Si bien hubo un estudio físico espacial, este contó con un nivel de profundidad escaso. Se estandarizaron las estaciones y se consideraron fuentes locales para la compra de agregados, ya que Colombia tenía buenos materiales. Cemento, arena, agregados fueron colombianos, de fuentes no más lejanas a 20 km. Los trenes funcionarían con una catenaria de 1500 V, y la fuente de la energía provendría de tres subestaciones eléctricas públicas.

Respecto de las cantidades de obra, por la complejidad del suelo se hicieron previsiones razonables, aunque con un sobrerreforzamiento de la estructura. Esto se debió a una falta de criterio al momento de asumir razonablemente los riesgos. Sin embargo, a juicio de los entrevistados, esto provocó efectos positivos a largo plazo, ya que hoy en día existe una disminución sustancial en los costos de mantenimiento.

También se consideró un diseño específico para atender las distintas necesidades locales analizadas. Por ejemplo, se diseñaron trenes exclusivamente para el proyecto de Medellín, lo que, a la postre, parece una decisión discutible. En lugar de comprar trenes de línea, se hicieron diseños específicos, lo que aumentó considerablemente los costos –el material rodante resultó cinco veces más caro que lo que se conseguía en el mercado–. La decisión posiblemente haya sido tomada porque se contrataron diseñadores del Reino Unido y en Londres se trabaja de esa forma, adaptando los trenes a los túneles existentes, es decir, requiriendo de un diseño específico. En el caso de Medellín, se trataba de metro de superficie y elevados, por lo que no había tal necesidad.

Lo anterior, además, provocaba una mayor complejidad en la adquisición de repuestos; algunos entrevistados sugieren que habría sido más razonable definir las necesidades y comprar suministros de línea. Como contraparte positiva, esta situación promovió el desarrollo de la industria local, necesario para suplir las necesidades que se generaban por el proyecto; este punto se detalla más adelante. Sobre los sistemas de señalización, si bien se consideró que debía ser avanzado, en las especificaciones se mencionaba que debía contar con más de diez años

de probado, lo que resultaba complicado en ese momento, en que las experiencias de metro en la región eran escasas, e incluso limitadas a nivel internacional.

Con relación a la definición de la integración de los componentes, el hecho de haber utilizado diseños fase 1 en la contratación implicó la falta de definición de muchos puntos relevantes. Algunos diseños subcontratados por el contratista, a diferentes especialistas, tenían especificaciones que no contemplaban las interfaces de diseño. A modo de ejemplo, no se hicieron correctas gestiones de interfaz en el caso de obra civil y catenaria. No estaba diseñado ni definido quién debía realizar los diseños de los pernos de anclaje para fijar la catenaria. Un ejemplo más, entre otros, fue la falta de sistemas de puesta a tierra de las subestaciones de energía. Errores como estos suelen generar sobrecostos y retrasos, y el caso de Medellín no es la excepción.

## 2.5. Construcción

Durante la etapa de construcción, supervisión y preoperación se considera la supervisión del desarrollo de los contratos de construcción, sistemas electromecánicos y material rodante. Asimismo, se procura probar que el sistema se ajuste a las disposiciones de diseño y transferir los activos a operadores cuando corresponda.

En el caso estudiado, pueden considerarse tres etapas: entre 1985 y 1989 se desarrolló la primera parte de la infraestructura; entre 1989 y 1992 se suspendieron las obras, y entre 1992 y 1995 se culminó el proceso de construcción, con el desarrollo de la infraestructura restante y de la superestructura.

En el período inicial, 1985-1989, en que hubo importantes cambios de diseño, se comenzaron a desarrollar las obras en paralelo, y se pactaron seis prórrogas entre las partes, lo que representó 33 meses adicionales, respecto al plazo de ejecución inicialmente pactado. El último cambio acordado en 1989 trasladaba el final de las obras al final del año 1992. Hasta 1990, con el proyecto frenado, el contratista había ejecutado el 51 % de las obras civiles y el 58 % del material rodante y fijo.

Con el cambio de trazado al centro de la ciudad (una zona urbana consolidada) se complejizó la dinámica de construcción. Para abordar esta nueva complejidad, y disminuir las asimetrías de información, la ETMVA contrató a una empresa interventora extranjera, de origen suizo.

Considerando que la ETMVA era una empresa relativamente pequeña, la interventora funcionó como una organización espejo. Cada uno de los ingenieros de la ETMVA tenía a su cargo o bajo su responsabilidad a algunos ingenieros de las interventoras, con quienes existía una comunicación permanente. El resultado fue una disminución parcial de las asimetrías, procurando que esta etapa oficiara como componente del proceso de capacitación. Al respecto, hay cierto acuerdo acerca de que una gerencia de proyecto hubiese resultado una buena estrategia. A nivel local, se contaba con conocimiento y experiencia en el desarrollo de infraestructura, pero, en un proyecto de esta naturaleza, elementos críticos, como los suministros, tenían igual o más importancia que el desarrollo de la obra misma.

El proceso de construcción mostró varias complicaciones y desafíos, de distinta naturaleza y con consecuencias diferentes. Por ejemplo, la estratigrafía, composición geológica, del Valle de Aburrá implicó que se encontraran distintos tipos de suelo. Esto resultó en que algunas cimentaciones no pudieran desarrollarse por cimentación directa, requiriendo cimentaciones profundas o pilotes, de aproximadamente un metro de diámetro y una profundidad que podía oscilar entre 15, 18 y 20 metros de profundidad. Para lograr el ritmo de excavación requerido, considerando el volumen de pilotes que había que fabricar, se presentó la necesidad de contratar a un conjunto de personas especializadas en el oficio, en lugar de utilizar la maquinaria pesada que, inicialmente, había propuesto el contratista. Aunque este tema pueda parecer relativamente insignificante, impactó en el rendimiento de la construcción en las zonas donde se desarrolló el viaducto.

Otro desafío mencionado por los entrevistados se refiere a los acuerdos y la gestión desarrollados con otros organismos públicos. Por ejemplo, se debió trabajar en conjunto con la Secretaría de Transporte de la ciudad y de los municipios vecinos para establecer metodologías de relocalización temporal del tráfico vehicular. Asimismo, se destacó la dificultad que provocó la relocalización de las redes de servicios que existían y que atravesaban el centro de la ciudad. Se establecieron mesas de trabajo permanentes

con ingenieros que trabajaban en las empresas de los servicios públicos afectados. Había mesas para atender los temas relacionados con las redes de agua, las líneas de gas, el cableado telefónico, el alcantarillado y las redes eléctricas. En esas mesas, la ETMVA mostraba los diseños que presentaba el contratista para las distintas relocalizaciones y, desde allí, se procuraba agilizar el proceso de aprobación por parte de los distintos agentes implicados.

En este período, un problema especialmente relevante consistió en ciertos retrasos sustantivos en la concesión de licencias de importación de material y equipo por el hoy desaparecido Instituto Colombiano de Comercio Exterior (Incomex). Dicho organismo y la ETMVA tuvieron entonces diferentes interpretaciones sobre las leyes de protección a la industria nacional. Como consecuencia, hubo retrasos en el avance de las obras y en la utilización de los créditos.

Paralelamente, también fue relevante la política impositiva del Gobierno respecto de los impuestos a las importaciones. En 1986, luego de la firma de los contratos, se pasó de un 9,5 % a un 29,8 % del valor CIF. Hubo cambios de composición y se agregó el IVA, lo que provocó un sobre costo sustantivo para el contratista.

Otro desafío mencionado en las entrevistas fue el concerniente a la adquisición predial. Este tema sería referenciado por el contratista cuando argumentara acerca de la responsabilidad de la ETMVA en los retrasos en los que se incurrió durante el desarrollo de las obras. La falta de recursos resultó en la suspensión de la compra de terrenos.

En el marco de todos estos desafíos, durante el proceso de desarrollo de la obra, la ETMVA y el contratista utilizaron lo que se denominó Programa Patrón de Trabajo, que era el programa de control elaborado y presentado por el consorcio. Al momento de declarar la caducidad del contrato, la ETMVA estipuló que este programa se había presentado de forma inadecuada e incompleta; mientras el consorcio explicaba que se había elaborado conforme a las exigencias pactadas inicialmente.

Afortunadamente, respecto de los resultados constructivos finalmente obtenidos, existe consenso entre los entrevistados acerca de que el consorcio supo generar buenas soluciones en los distintos estadios del proyecto. Se destacó que el consorcio habría mostrado pericia en la

calidad de las construcciones desarrolladas y que los conflictos que se presentaron no tuvieron relación alguna con este aspecto. Como ejemplo, se mencionó la distribución estratégica de los patios de prefabricados, a partir de los cuales se planificaron y construyeron las vigas de los viaductos. También se mencionó el transporte de las vigas, de 8 m de longitud, en vehículos especiales. Asimismo, se subrayó la calidad de los hormigones con los que el contratista avanzó en la construcción.

Luego del período de suspensión del contrato y de renegociación, en febrero de 1992 se firma un contrato adicional, en el que participan la ETMVA y las empresas integrantes del grupo electromecánico del consorcio hispano-alemán. El grupo de obras civiles se abstuvo, aunque también retomó las obras ese año. Mediante este contrato, se ampliaba el plazo a 36 meses –con un adelanto al contratista–, se actualizaba el Programa Patrón de Trabajo y se contemplaba la participación de amigables compondores para dirimir las diferencias.

En este período, habiendo alcanzado una propuesta financiera acorde a las necesidades del proyecto, y considerando la experiencia acumulada por la empresa en los últimos años, es particularmente destacado por los entrevistados el hecho de que se comenzó a trabajar con profundidad en lo que se llamó Cultura Metro. La ciudad tuvo un proyecto parado por más de tres años, lo que generó un deterioro sustantivo en términos urbanos y reputacionales, que debía corregirse. Esto se comenzó a revertir con apoyo del Banco Industrial Colombiano por medio de una fuerte campaña de comunicación. Asimismo, se lanzaron los reglamentos de cultura ciudadana que enseñaban cómo utilizar los vagones. La gestión para promover el apoyo al Metro de Medellín y fomentar un sentido de pertenencia de la ciudadanía hacia él fue la exitosa Cultura Metro, que hoy se extiende a todos los sectores de la empresa.

Otro punto destacado por los entrevistados fue la capacitación. Al respecto, existe acuerdo acerca de que los resultados fueron muy positivos. Implicó la participación de instructores alemanes y españoles, pero también de metros de la región, incluyendo chilenos, venezolanos y brasileños. Hubo viajes de distintos funcionarios al exterior, con el objetivo de mejorar su formación, en algunos casos por tres meses. A juicio de los entrevistados, la capacitación estuvo bien organizada por parte del contratista, con una estructura de cursos completa, con diferentes módulos de calidad. Además, la ETMVA firmó un acuerdo con una

universidad local para hacer un seguimiento de la capacitación y evaluar su calidad, considerando la documentación y el registro de conocimiento de todo ese proceso. Esto se complementó con consultorías externas, en las que también se buscó apoyo para los requerimientos de personal. Se definían los perfiles y, luego, se buscaban ofertas de formación pertinentes en bachilleratos técnicos y en universidades. Se hizo un proceso de selección de personal muy profesional, con el aporte de un nuevo convenio con otra universidad, con profesionales en psicología que acompañaron el proceso con evaluaciones psicotécnicas.

Finalmente, el megaproyecto comenzó la fase de operación de tres etapas. En noviembre de 1995, 14 estaciones de la línea A comenzaron a operar; en febrero de 1996, lo hizo la línea B y, en septiembre del mismo año, se agregaron las cuatro estaciones restantes de la línea A.

## 2.6. Operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento consiste en planificar y brindar el servicio –con altos niveles de confiabilidad y seguridad–, así como en desarrollar actividades de mantenimiento para dar al sistema una sostenibilidad en el tiempo razonable. Se debe procurar que el sistema sea sostenible financieramente y resiliente ante eventos impredecibles, ya sean de origen natural o antrópico. Las actividades más relevantes son las de planificación del servicio, monitoreo de performance, gestión de activos, gestión del mantenimiento y gestión fiscal.

En el caso de las líneas A y B del Metro de Medellín, la operación es realizada directamente por ETMVA, y se inició por etapas, manteniendo el trabajo en la capacitación de los funcionarios. A modo de ejemplo, se desarrollaron pasantías en el metro de Caracas, en las que se formaron instructores que luego acompañarían los procesos en el centro de operaciones del nuevo Metro de Medellín. Esto tuvo que ver, asimismo, con la consolidación de la Cultura Metro, debido a que el metro de Caracas tenía buena experiencia en términos de servicio al cliente y trato al usuario, por lo que la ETMVA lo tomó como ejemplo.

Dentro del alcance del contrato con el consorcio principal también se había incluido el asesoramiento que este debía brindar en

recomendaciones para la estructura organizacional de la empresa. Inicialmente se dividieron las tareas en gerencia de operación y gerencia de mantenimiento. Algunos entrevistados sugieren que esto provocó inconvenientes al inicio, porque los problemas que surgían en una gerencia muchas veces se adjudicaban a la otra. Hay cierto acuerdo acerca de que es mejor tener una sola gerencia que trate ambas áreas de manera conjunta.

En términos generales, existe consenso en que se contó con la documentación requerida para desarrollar el trabajo de forma profesional a nivel operativo. Se recibieron una serie de procedimientos escritos, por parte del consorcio, para enfrentar dicha tarea. Concretamente, en lo que respecta al manejo del tiempo y la puntualidad se intentó emular la experiencia de las contrapartes alemanas.

Además, por iniciativa del Metro de Medellín, hubo un mandato de continuar con la formación de los usuarios. Esta estrategia de comunicación representó los cimientos a partir de los que se siguió fortaleciendo la Cultura Metro, lo que posteriormente redundó en modelos de comunicación diferenciados por grupos de interés.

Al pasar de la construcción a la operación y mantenimiento, una de las dificultades más relevantes sufridas al inicio, destacada por los entrevistados, fue el desgaste ondulatorio en los rieles, debido a la interfaz rueda-riel. Eso ocurría por el peso de los trenes, ya que resultaron más pesados de lo que habrían debido. Este fue el motivo de uno de los reclamos de la ETMVA al consorcio.

Cuando a finales de la década de los noventa se intentó concesionar la operación y mantenimiento, los tres oferentes desistieron de ofertar. Uno de los temas más relevantes argumentados fue este desgaste ondulatorio. Con el tiempo, esto se ha ido mejorando, por medio de análisis y propuestas de consultoras del exterior, compra de equipos y un nuevo perfilado.

Hay cierto acuerdo entre los entrevistados en que, además de una gerencia para el proyecto de construcción, en este caso habría sido útil la contratación de consultores externos, con experiencia en operación, que pudieran observar este tipo de desafíos antes de recibir el proyecto, ya que era un sistema nuevo para Colombia y había pocas personas con



experiencia ferroviaria en el país. Además, aunque en el desarrollo del proyecto se hicieron pruebas individuales de los componentes, deberían haberse realizado pruebas en conjunto, ya que hay acuerdo en que deben hacerse pruebas con un enfoque sistémico, a pesar de que esto demore la inauguración de la operación.

Otro desafío mencionado fue el relacionado con el apantallamiento de catenarias. El valle es una de las zonas con mayor número de descargas eléctricas del departamento de Antioquia. Así, en los primeros años hubo muchos inconvenientes, porque las descargas eléctricas superaban la capacidad de los pararrayos. Para reforzar la retención de descargas eléctricas se debió hacer un complemento importante a todo el sistema de catenarias. En los primeros años se produjeron afectaciones sustantivas. Fue necesario frenar la operación, en diversas ocasiones por más de un día, debido a que una parte de la catenaria se derrumbaba. Existe acuerdo acerca de que esto ejemplifica el tipo de problemas que se debieron enfrentar, al inicio, por falta de información sobre el impacto de las características geográficas, geológicas y atmosféricas de la región.

En cuanto al mantenimiento, respecto del inventario específicamente, hubo un manejo cuidadoso desde el comienzo, sin alcanzar un proceso de gestión de activos actual. Al inicio, la sistematización de información no se realizaba por vía electrónica, sino que consistía en archivos en papel, en planotecas. En ese momento, las computadoras se utilizaban solamente para el manejo de la contabilidad y apenas para otros procesos. No obstante, entre los entrevistados hay consenso acerca de que era un inventario relativamente completo –con información sobre trenes, catenarias, subestaciones, entre otros– y cada área tenía su plan de mantenimiento y vida útil estimada.

Por otra parte, la priorización de la rehabilitación se desarrollaba a partir de dicho plan de mantenimiento. Se realizaban las inspecciones correspondientes y se gestionaban las intervenciones. El criterio que parecería haberse priorizado es el estado del activo, analizando caso a caso y estudiando posibles recambios. Inicialmente había una dependencia tecnológica fuerte hacia consorcio, y todos los recambios, repuestos y consumibles eran importados de sus países de origen: Alemania y España. Con el correr de los años eso ha cambiado, a partir de un buen trabajo de desarrollo local de proveedores; en el presente, muchas de las piezas de recambio son de origen colombiano. Esto se menciona como parte de la

Cultura Metro, del relacionamiento positivo de la empresa con su entorno. Al inicio de la fase de operación, la dependencia tecnológica mencionada fue un problema sustantivo. Como el Metro de Medellín era relativamente pequeño, los elementos de recambio necesarios eran también relativamente pocos. Eso provocaba dificultades en la negociación con los proveedores, pues se debía esperar a tener pedidos grandes para poder avanzar –llegando por momentos, incluso, a que los trenes se detuvieran por falta de repuestos–. Esas dificultades ya no existen, pero el proceso para llegar al estado actual fue arduo.

A las dificultades de escala hay que agregar que, debido a los reclamos del consorcio a la ETMVA, una de las empresas bloqueó la venta directa de repuestos al Metro de Medellín. Considerando el modelo tipo caja negra de algunos de los implementos, especialmente los softwares referidos al sistema de señalización, los primeros años de la operación implicaron un aprendizaje paulatino con base en el cambio de los elementos, sin modificar la tecnología de base. Además, se trabajó en investigación y desarrollo para, gradualmente, disminuir la dependencia.

Sobre la estrategia, la empresa trabajó con un modelo de mantenimiento preventivo desde el inicio, que redundaba en el plan de mantenimiento anual. El trabajo correctivo se hacía con base en la garantía con el consorcio. El consorcio hacía los cambios necesarios y de esa forma la propia ETMVA fue ganando experiencia. A partir de ese proceso, hay sistemas que se han reorganizado en el tiempo y han mejorado, como el sistema de puertas, las cuales inicialmente eran de grandes dimensiones y se lograron ajustar a medidas más estandarizadas. Esta clase de acciones han promovido una mayor estabilidad del sistema.

En cuanto al trabajo para garantizar la resiliencia del sistema, se han desarrollado regularmente análisis de indicadores. Se consideran especialmente aquellos referidos al tiempo perdido por frecuencia de falla y por tipo de falla, lo que ha brindado la información necesaria para mejorar en distintas áreas, especialmente en la de ingeniería.

Con relación al seguimiento de la calidad del servicio, se diseñó un índice con base en un *benchmarking* que era utilizado en París y en Caracas. En el presente, ese indicador se sigue utilizando para medir la calidad del servicio y está basado en una función exponencial inversa, que considera vueltas canceladas (número de recorridos que no llegan a completarse)

y minutos de atrasos (el atraso de un vehículo que hay al llegar a la estación o en salir de una estación determinada de acuerdo con sus recorridos planificados). Se ha sostenido buena parte de los indicadores de mantenimiento, de forma de tener acceso a una historia de avance. Evidentemente, algunos indicadores han debido evolucionar considerando los ingresos de otros modos de transporte a cargo de la ETMVA.

En cuanto a los resultados en términos de movimiento de pasajeros, las distintas fases de inicio de operación condicionaron diferentes etapas de crecimiento de la afluencia. No obstante, esta no alcanzó las expectativas que se habían generado, básicamente, porque no servía a buena parte de la ciudad, ya que las estaciones estaban lejos de las áreas que más utilizaban los usuarios.

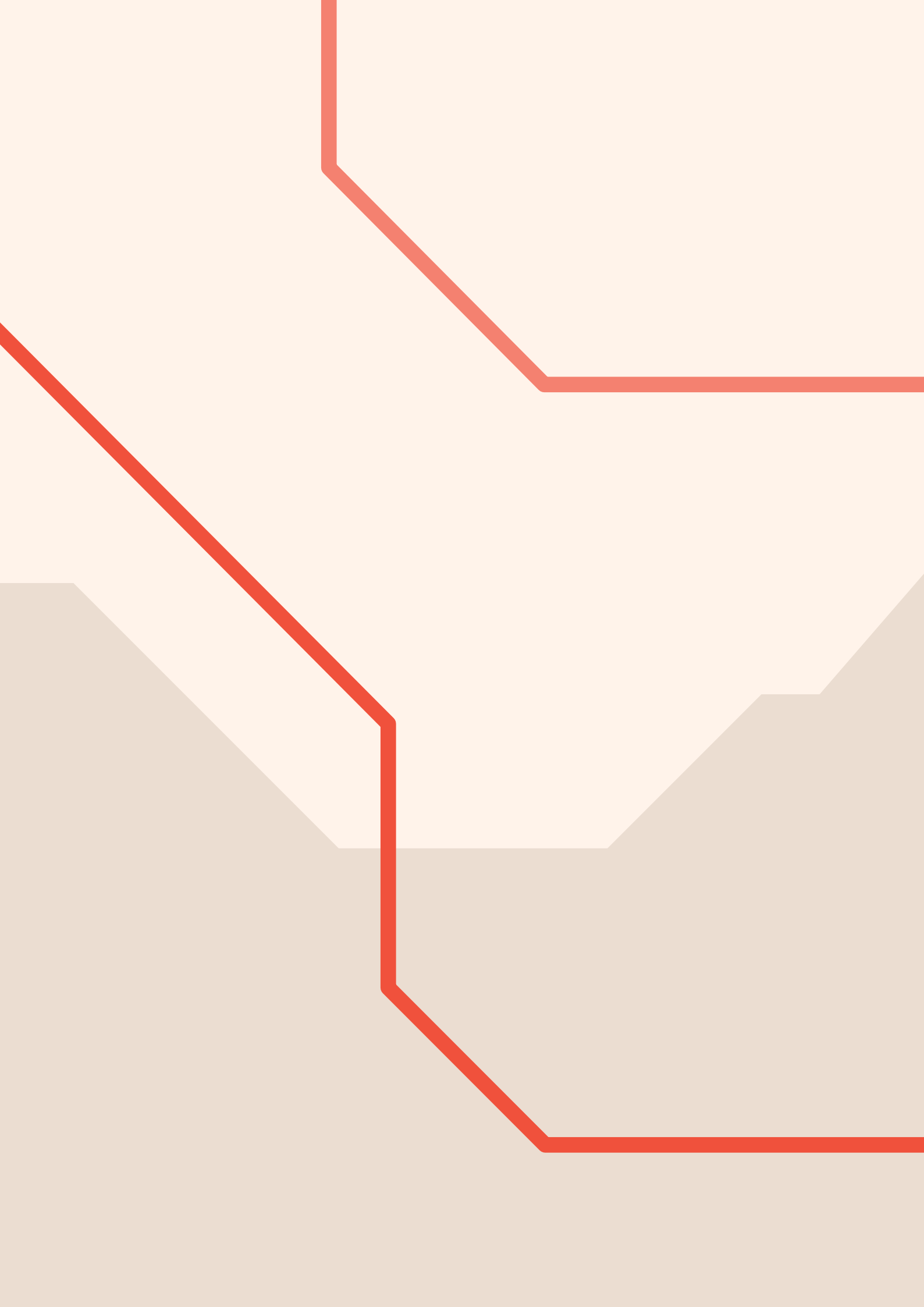
Existe acuerdo en que las expectativas eran demasiado altas, pero, también, en que buena parte del problema surgió de la falta de reestructuración del sistema de transporte público colectivo. Las estaciones del metro no tenían conexión con los barrios más relevantes y existía entonces un sistema que suplía las necesidades de la población, con una serie de operadores con los que no se habían desarrollado las negociaciones necesarias.

La integración con otros medios de transporte empieza a ocurrir recién cinco años después del comienzo de la operación del metro. Hasta entonces, no resultó viable políticamente un acuerdo para dicha integración, a la que se oponían los operadores tradicionales de transporte. En este contexto, los tomadores de decisión asumieron el costo de una ocupación baja del metro durante los primeros años.

Una vez que comenzó a ocurrir una mayor integración del sistema, la demanda aumentó. Por ello, a partir de los años 2002-2003 se estudió la posibilidad de adquirir una mayor cantidad de material rodante, y hoy en día se cuenta con el doble. En la línea A, actualmente se trabaja con trenes de seis vagones (para 2000 pasajeros). Al inicio se trabajaba con intervalos de cinco minutos y ahora los intervalos son de tres minutos. Asimismo, en el presente se cuenta con rutas integradas, con base en acuerdos comerciales en los que se reparte la tarifa entre los operadores de transporte; aunque no aplica para la totalidad de servicios de buses que existen en toda el área de influencia del proyecto, por lo cual la coincidencia de trayectos en algunas rutas aún persiste.

Desde el año 2001, paralelamente, la empresa decidió comenzar a desarrollar sistemas complementarios. Así, se profundizó el objetivo de que las líneas A y B se transformaran en rutas troncales. En el presente, el sistema que gestiona ETMVA está conformado por las dos líneas de metro, un tranvía, seis líneas de cable y dos líneas BRT, que, en conjunto, forman el SITVA. Todo está integrado por medio del esquema unificado de pago, con las mismas tarifas y mismos esquemas operativos.





## 3. Resultados

El éxito o fracaso de los proyectos de metro pueden medirse en términos de producto (costo, tiempo y alcance esperados en el proyecto), resultados (disminución de tiempos de viaje, disminución de accidentes, disminución de emisiones, etc.) e impacto (eficiencia, equidad y resultados políticos, entre otros).

En términos de producto, el Metro de Medellín sufrió sobrecostos, retrasos y cambios de alcance. Al momento de contratar el proyecto, se esperaba que tuviera un costo de USD 656 millones y un tiempo de construcción de 54 meses. El costo final del proyecto fue aproximadamente de USD 2400 millones y comprendió un período de ejecución de 143 meses, incluyendo 40 meses de puesta en pausa del proyecto. De acuerdo con lo mencionado, se produjeron sustantivos cambios de alcance con respecto al diseño originalmente contratado.

En cuanto a los resultados obtenidos, los primeros estudios que dieron origen al desarrollo del metro arrojaron un movimiento estimado de 780 000 pasajeros diarios para 1995. No obstante, en los primeros años se movieron entre 150 000 y 310 000 pasajeros por día. Estos resultados han cambiado drásticamente y, en la actualidad, el sistema que gestiona la ETMVA, incluyendo los otros modos además del metro, mueve aproximadamente un millón de pasajeros por día. Esto representa el 40 % del transporte público de pasajeros de Medellín, con las líneas de metro como ejes estructurantes. Este alcance se ha logrado en las últimas décadas, debido a la inversión en nuevos modos y a una mayor visión en cuanto a la integración de los múltiples sistemas, aunque resta aún continuar dicho proceso con el transporte público colectivo, operado por empresas del sector privado.

En cuanto al perfil del usuario, en 1998 el usuario típico era de clase trabajadora y de entre 18 y 50 años. En porcentaje, mientras el 69 % realizaba dos viajes diarios, el 12 % realizaba cuatro, otro 12 % realizaba uno, el 5 % realizaba tres viajes y el porcentaje restante hacía más de cuatro. En este sentido, buena parte del desafío que ha debido enfrentar la ETMVA, y la ciudad en general, es el crecimiento de la población, la cual asciende de 2,1 millones de personas en 1990 a 4 millones, estimados, en

2020. El foco principal de la política ha sido promover el uso del SITVA, lo que se ha logrado razonablemente. La ciudad ahora debe gestionar ese éxito, que ha redundado en la congestión del sistema en horas pico e, incluso, ha disminuido los índices de satisfacción. Eso sucede tanto para la parte del sistema que gestiona la ETMVA como para la que gestiona el transporte colectivo público operado por el sector privado. Mientras en 2014 el índice de satisfacción en el uso del metro alcanzaba 92 %, en el presente dicho índice se ubica en 85 %. No obstante, de acuerdo con lo mencionado, sigue siendo el que brinda mayor satisfacción entre la población, ya que el transporte colectivo privado se encuentra en 62 %.

Por otra parte, el impacto ambiental no era un tema prioritario al resolver la ejecución del metro a finales de la década de los setenta. Sin embargo, por las características geográficas de la zona, al tratarse de un valle, fue un tema relevante que se profundizaría en el tiempo, y hoy es el tema principal para buena parte de la población. Al respecto, el metro, como transporte masivo eléctrico, sirvió para sustituir el transporte a combustión y promovió un ambiente más saludable para la población. Asimismo, debe considerarse que ha sustituido un tipo de transporte especialmente sonoro, que generaba niveles de ruido por encima de los niveles máximos aceptados, especialmente en el centro de la ciudad. Por último, también es relevante mencionar que Medellín, desde el comienzo, desarrolló un plan de plantación de 20 000 árboles a lo largo del eje troncal del metro.

Más aún, al comienzo de la operación, el metro era uno de los lugares más seguros de la ciudad. La policía del metro se componía de cadetes militares que servían su tiempo requerido en los trenes. Al respecto, en la actualidad, el 82 % considera que es el sistema de transporte más seguro.

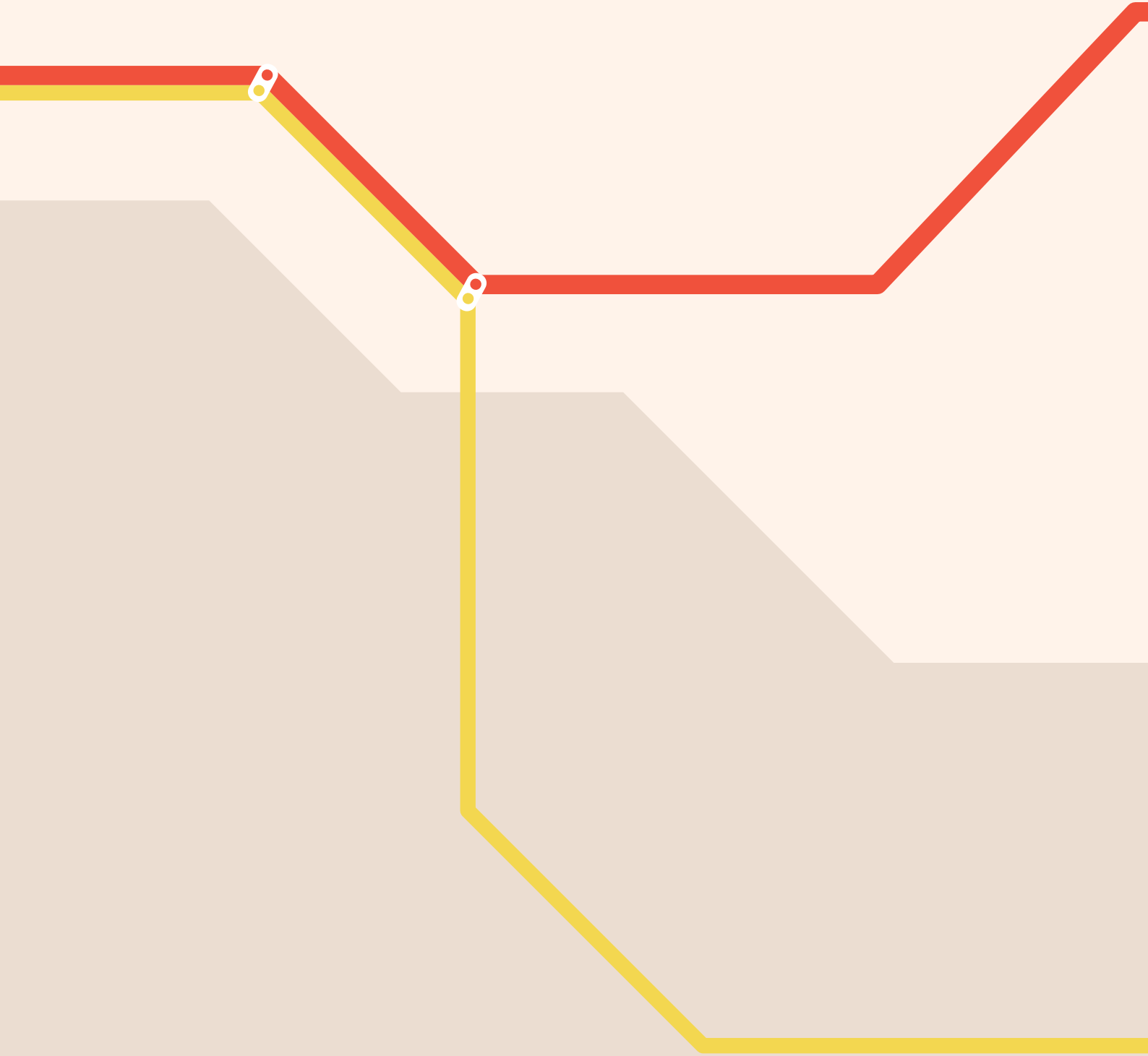
Paralelamente, desde el comienzo se desarrolló la Cultura Metro, para promover la apropiación del sistema por parte de los ciudadanos. A lo largo del trazado se crearon espacios públicos seguros con guardia brindada por la policía del metro, como vías para caminar, parques o canchas de fútbol y básquetbol. De la misma forma, en las 25 estaciones se promovió, desde el principio, el arte local.

En cuanto al impacto económico del proyecto, dado que no se cumplieron los supuestos de demanda –al haber sido sobrestimada– y dado que se gastó más del doble de lo previsto en el desarrollo de las



dos primeras líneas, se puede concluir que no se logró la TIR estimada inicialmente. Los beneficios que se incluían en los cálculos iniciales eran: ahorro en tiempos de viaje, ahorro de inversión en buses, ahorro en costos de operación de buses, beneficios en usos del suelo, ahorro en accidentes y ahorro en mantenimientos de vías, entre otros.

En términos de equidad e inclusión social, Medellín ha promovido la idea del urbanismo social a través de su sistema de transporte en general, al integrar el metro con otros seis modos de transporte. Ha sido especialmente relevante el acceso a través del metrocable, para comunidades de estratos sociales más bajos. Eso ha servido para proyectar, asimismo, nuevos sistemas dinámicos en el centro de las comunas, que son las zonas más vulnerables de la ciudad. Todo esto ha propiciado un crecimiento más equitativo y proporcionado, un sistema que, en conjunto, permite a la población encontrarse comunicada con todas las áreas de la ciudad de Medellín.



## 4. Discusión

En primer lugar, de la etapa de planificación se puede extraer que la falta de un plan maestro rector del sector de transporte fue una falencia para avanzar hacia el proyecto. El acuerdo o desacuerdo explícito de algunos jugadores, especialmente los asociados al transporte tradicional, resulta muy relevante al inicio para lograr que las proyecciones se ajusten a la realidad. En esta etapa, las proyecciones asumieron que habría acuerdo inicial para la construcción de un sistema integrado y, por ello, la decisión inicial se basó en información fundada en una simple expresión de deseo. Este paso inicial explica, por problemas de estimación, la diferencia entre lo esperado y lo obtenido por el proyecto en términos de viajes efectivos desarrollados, sustitución de modos, disminución de tiempos de viaje o en términos de eficiencia general.

Asimismo, es especialmente importante que un proyecto de esta naturaleza priorice el conocimiento y las habilidades técnicas. En caso de no poderlos adquirir por parte de los políticos y funcionarios a cargo, sería deseable que se obtenga mediante la contratación de actores técnicamente capaces. Aunque el caso de Medellín pueda mostrar un comportamiento estratégico de los políticos de alto nivel, en este sentido, también es sensato suponer que habrían existido espacios de mejora al respecto. Eso habría evitado la desinformación, especialmente aquella que puede surgir de grupos de presión que siguen fines corporativos. Cuando se comienza a desarrollar un megaproyecto de esta naturaleza, es deseable que se disminuyan las asimetrías de información, que probablemente provoquen un sesgo optimista o un manejo estratégico indeseable. También por ello, al menos en parte, se explican las diferencias en términos de costos y cronograma de ejecución.

Así, se resolvió avanzar con información incompleta, optimista y, sobre todo, muchas veces incorrecta. Esto tiene una explicación asociada con el juego político. Sin embargo, una vez que esto sucede, es usual que el costo político de cancelar el proyecto sea demasiado grande para los tomadores de decisión, lo que oficia como un seguro de ejecución del propio proyecto. Resulta, pues, fundamental, desde el inicio, que se sensibilicen las proyecciones de demanda y de oferta. Es sustantivo evitar sesgos optimistas cuando los tomadores de decisión dan los

primeros pasos. Asimismo, seguramente esto haya contribuido al surgimiento tanto de los sobrecostos y retrasos como de las diferencias entre la demanda proyectada y la efectivamente obtenida.

A pesar de algunas luces amarillas que igualmente surgieron durante la etapa de planificación, en el caso del Metro de Medellín se procedió con el desarrollo del diseño preliminar del proyecto, sin contemplar seriamente otras alternativas. El empuje político fue fundamental para ello, como hemos visto en secciones anteriores. Una de las principales falencias de esta etapa fue la falta de una herramienta profesional de evaluación y seguimiento de riesgos. Esto se asocia a la gobernanza, que fue débil desde el inicio; la empresa no tenía el capital humano para enfrentar un desafío de esta naturaleza, en que las contrapartes suelen presentar especialistas de alto nivel. Aunque esto se intentó solucionar con la contratación de consultores de apoyo, no fue suficiente para un megaproyecto de esta magnitud y con los retos que demandaba su ejecución.

En la etapa de diseño preliminar también se desarrolló un estudio de impacto ambiental y social. Este estudio, a diferencia del resto de los análisis desarrollados en ese momento, fue suficientemente profundo, como consecuencia de la obligación que en esos términos exigía la legislación, ya que era necesario obtener la licencia ambiental (debido a la magnitud del proyecto). Por el contrario, el trabajo desarrollado en conjunto con las redes de servicio fue insuficiente en esta etapa, lo que redundaría en complicaciones posteriores. Lo haría, nuevamente, en términos de sobrecostos y retrasos.

Posteriormente, en la etapa de estructuración contractual y financiera, se tomaron algunas decisiones especialmente significativas, tomando en cuenta el grado de impacto que tuvieron en los sobrecostos y retrasos incurridos por la obra. En particular, la decisión de que el financiamiento del proyecto fuera presentado por el contratista, de forma separada, fue clave en los resultados obtenidos. El consorcio pudo interpretar que una vez seleccionado y contratado el financiamiento este no era más su responsabilidad. Así, cuando los problemas financieros comenzaron a aparecer, este se deslindó del problema, siendo la empresa la encargada de lidiar con las contrapartes bancarias acerca de cualquier tema relacionado con refinanciamientos, extensiones de períodos de repago o solicitudes adicionales de recursos. En el contexto estudiado, esto implicó que debieran frenarse las obras por tiempo indeterminado.

También debe subrayarse que la conjunción del modelo de entrega y método de pago fue poco razonable, considerando que se trataba de un proyecto con estudios de base preliminares y limitado análisis de riesgos. Apenas se adjudicó el contrato, se hicieron cambios sustantivos con respecto a los diseños iniciales, y la estructuración mencionada avalaba el surgimiento de sobrecostos, por lo que podía incentivar al consorcio a generarlos. Además, un error sustantivo fue que el esquema de financiamiento no había considerado los gastos financieros, impuestos de nacionalización y reajustes de precios. Esto también influyó en los retrasos y sobrecostos, es decir, en los resultados a nivel de producto.

Con respecto al diseño de detalle, debe considerarse que se procuró apostar a diseños personalizados y específicos para proyecto, y no a modelos ya existentes en el mercado, para atender a algunas particularidades del contexto. Esto, como se mencionó en las secciones anteriores, se debió al desconocimiento de la empresa, lo cual implicó un costo mayor que el esperado, especialmente en el caso del material rodante. Además, ocasionó dificultades para la gestión de las compras de repuestos, posteriormente. Otro punto relevante de esta etapa fue el de la definición de la integración de componentes, en que, en ocasiones, el trabajo del contratista, al tercerizar el diseño, no incluía especificaciones sobre las interfaces de diseño. Lógicamente, esto también generó sobrecostos y retrasos posteriores.

En la etapa de construcción, consecuentemente, se evidenciaron las asimetrías de información existentes debido a la debilidad de la gobernanza, especialmente en los primeros años. Eso fue cambiando de forma paulatina, pero al comienzo habría sido parte central del problema. Asimismo, muchos de los desafíos encontrados en esta etapa se debieron a la falta de análisis y gestión por parte de la ETMVA, antes de la adjudicación del contrato. Un componente fundamental de estos problemas se debió, al menos en parte, a haberlo adjudicado con estudios tipo fase 1. Pueden mencionarse, como ejemplo, el análisis del sitio y del suelo donde se desarrollaría la obra, la necesidad de trabajar en conjunto con otros organismos del Estado o el análisis legal al respecto de las licencias de importación, entre otros. Todo ello impactó especialmente en sobrecostos y retrasos.

Debe mencionarse que en la última etapa de construcción comenzó una de las grandes buenas prácticas en el desarrollo de este megaproyecto:

la Cultura Metro. Esta nace como un esfuerzo de comunicación para que la sociedad se apropie de un proyecto que había nacido con problemas de reputación. No obstante, a partir de entonces, se comienza a utilizar este mensaje para promover un relacionamiento con todos los grupos de interés, internos y externos, de la empresa. Esta campaña organizacional se ha mantenido vigente durante la operación del proyecto y hoy es, tal vez, su principal activo intangible, al menos uno de los más importantes que tiene el Metro de Medellín. Aunque el costo de generar y mantener esta estrategia ha sido sustantivo, hay acuerdo generalizado en que los beneficios lo superan ampliamente. Esto ha traído resultados favorables en términos de apoyo y receptividad para los demás proyectos que la empresa ha implementado en los últimos años.

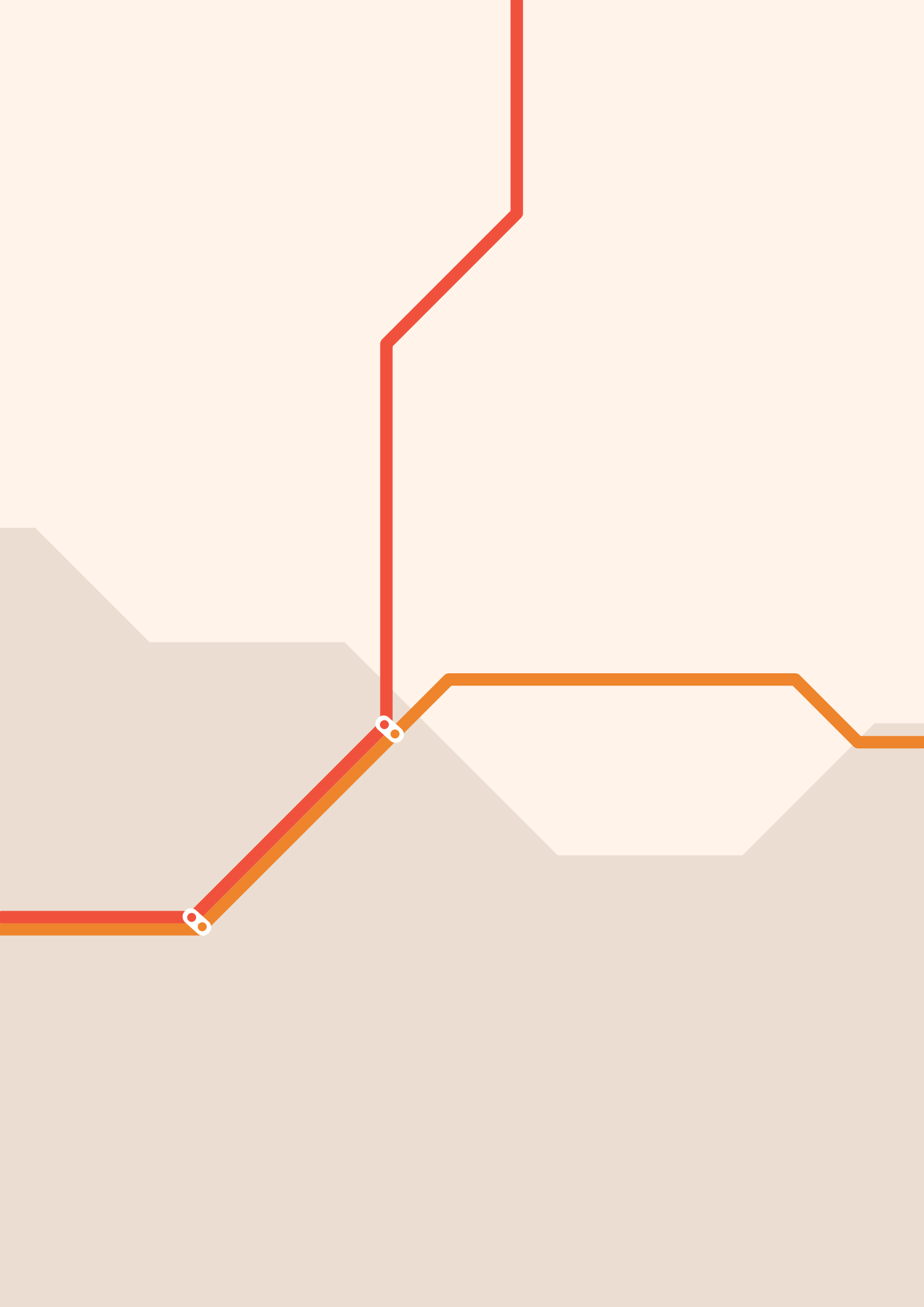
Finalmente, acerca de la última etapa de ejecución, y de la etapa de operación y mantenimiento, es relevante mencionar el esfuerzo en la capacitación de sus funcionarios que realizó la ETMVA. Esto fue clave para consolidar una gobernanza fuerte, sólida, capaz de desarrollarse y de trabajar y generar liderazgos en la empresa. Prueba de ello es que muchos de los funcionarios que se capacitaron en esa etapa hoy son mandos medios y altos. Es sensato suponer que esto ha generado compromiso, conocimiento y, sobre todo, redundado en mejores resultados e impacto del proyecto.

En la etapa de operación y mantenimiento, específicamente, debe subrayarse el desempeño del consorcio en la entrega de la documentación requerida para comenzar la operación. En ese sentido, se recibieron procedimientos escritos y detallados, que transmitían una forma de trabajar y una cultura propias de los países de origen del consorcio. Al adoptar estos métodos, se promovieron mejores resultados, en términos de calidad del servicio y, por ende, de impacto.

En cuanto al movimiento de pasajeros, las diferencias con respecto a las expectativas iniciales estuvieron basadas en la decisión de avanzar de forma relativamente pausada en la integración del sistema. Esta decisión política implicó un menor movimiento de pasajeros en los primeros años, aunque luego ha ido aumentando a medida que ha cambiado dicha estrategia de base. Esto ha impactado en la velocidad en la que se han obtenido los resultados y en el impacto del sistema de transporte de la ciudad.

También debe considerarse, en cuanto a la estrategia de mantenimiento, el manejo profesional del inventario; aunque la sistematización de información no fuese aún electrónica, se desarrollaba un plan de mantenimiento con una lógica preventiva. Este procedimiento permitió disminuir los impactos iniciales asociados a la dificultad para conseguir repuestos. A partir de la estrategia de mantenimiento implementada y de las dificultades mencionadas del contexto, se fueron desarrollando proveedores locales para atender las necesidades del metro. Este es un impacto destacable, ya que ha transformado un desafío inicial en una oportunidad de desarrollo económico.

Por otra parte, de esta etapa también debe mencionarse la importante labor en cuanto a la gestión de las reclamaciones del consorcio y los extraordinarios resultados obtenidos. Debido a los desacuerdos e imprevistos que surgieron durante el desarrollo del proyecto, el costo final pudo haber sido, al menos, USD 500 millones más caro de lo que finalmente costó, y se obtuvo un acuerdo cero-cero, con base en las contrarreclamaciones generadas y las denuncias al consorcio en organismos internacionales. No es idóneo que proyectos de esta naturaleza concluyan con grandes conflictos jurídicos, menos aún, que deban definirse acuerdos por medio de tribunales de arbitraje y mecanismos de resolución de controversias. Sin embargo, es absolutamente relevante en proyectos de esta naturaleza prepararse en este sentido desde las etapas iniciales, dadas las altas probabilidades de que se presenten discrepancias en términos de resultados. Es por esto que promover el buen relacionamiento entre las partes, con mecanismos de solución de controversias por escalones, resulta fundamental. Ello impacta directamente en los sobrecostos y retrasos, y en los resultados e impacto del proyecto.





## 5. Reflexión final

El empuje político fue fundamental para que el proyecto de las líneas A y B se desarrollara, lo que no resulta nada extraño en megaproyectos de este tipo. Fue especialmente relevante al inicio para que el proyecto ganara tracción, así como durante momentos de gran incertidumbre en la etapa de construcción. Evidentemente, el costo de desarrollarlo fue más alto del que podría haberse conseguido en caso de contar con mayor experiencia en una serie de temas específicos, así como también los beneficios iniciales fueron más bajos, por el mismo motivo. Sin embargo, hoy Medellín cuenta con las líneas de metro y, como consecuencia, con un desarrollo urbanístico y económico que hubiese sido imposible sin este megaproyecto.

El metro se ha transformado en un referente y en una imagen icónica de la ciudad, además de haberse consolidado como parte de la base de su sistema de transporte. El trabajo de alimentación, que se ha desarrollado de manera progresiva, así como sus resultados, en términos de movimiento de pasajeros y satisfacción de los usuarios, son normalmente destacados tanto dentro como fuera de Colombia. A pesar de haber tenido una planificación relativamente deficiente –desde una óptica tecnocrática–, es discutible si no es un costo que debía asumirse para viabilizar políticamente el proyecto.

No obstante, se pueden separar las estrategias y decisiones que habrían impactado en el juego político y las que no. En la etapa de planificación, si se considera el proceso extenso de 30 años a partir de 1950, es discutible si se podría haber implementado un modelo de planificación más abierto que tomara en consideración a todos los grupos de interés. La inclusión de otros jugadores bien podría haber frenado el proyecto. En la etapa de preinversión, también es discutible si se podrían haber hecho diseños fase 2, debido a que estos podrían haber demorado el proceso de contratación, no accediendo a fijar el comienzo del proyecto antes del cambio de mando político. No obstante, desde el inicio se podría haber hecho una gestión de riesgos profesional, lo que hubiese favorecido la identificación de potenciales problemas y promovido su mitigación con un mayor nivel de eficiencia.

Del mismo modo, con respecto a la estructuración contractual y financiera, se podría haber modificado sustantivamente la situación de haber tenido una gestión más profesional y de haber contado con experiencias locales que sirviesen de base y ejemplo. Otro manejo del fondeo del proyecto podría haberlo inviabilizado políticamente, si se le hubiera sacado el título de autosostenible, por ejemplo, aunque, de todos modos, el esquema de financiamiento podría haberse realizado de forma más eficiente para que no se generara la batería de problemas posteriores.

Posteriormente, una vez comenzada la ejecución de los contratos, el desafío de viabilizarlo políticamente disminuye, aunque no desaparece. En ese momento deben atenderse, normalmente, todos los desafíos técnicos que aparecen como consecuencia de las decisiones previas, a causa del entramado técnico y político. Especialmente, podría haberse comenzado a trabajar desde el inicio con mesas de trabajo con entidades públicas, comunidades y otros grupos de interés. La Cultura Metro generada por Medellín es, posiblemente, una lección para todos los sistemas de metro de la región, pero el trabajo puede surgir de forma proactiva desde el inicio del proyecto. Incluso, como la ETMVA lo hace hoy, en contacto con los demás representantes de otros modos de transporte, que, como parte del grupo de interés, trabajan en conjunto para el desarrollo de la ciudad.

Otra de las grandes lecciones que ofrece el Metro de Medellín es la adecuada gestión del capital humano. El esfuerzo que se ha realizado con respecto a la capacitación y cuidado de quienes allí trabajan ha sido una de las buenas prácticas más destacables, ya que ha permitido formar a un grupo amplio de personas que han fortalecido la gobernanza. Esto impacta en todas las etapas del proyecto, y se ha evidenciado en posteriores proyectos que ha desarrollado la empresa. La gestión profesional del Metro de Medellín, en el presente, es un hecho, y se puede ver desde la planificación hasta la operación.

El desarrollo de las líneas A y B del Metro de Medellín ha tenido, como ocurre en todo megaproyecto, luces y sombras. Es un caso del que se pueden extraer una batería de lecciones aprendidas y una serie de buenas prácticas. Lo cierto es que fue el primer paso de un sistema de transporte que hoy es vigoroso, que define a la ciudad y que continúa evolucionando. A partir de las lecciones aprendidas que de este caso se

extraen, Medellín ha construido una gobernanza sólida, blindada ante cualquier cambio político, pero que fomenta la estrecha colaboración con la fuerza del Gobierno de turno. Es posible que estas buenas prácticas y lecciones aprendidas sean una oportunidad, también, para aquellas ciudades de la región que procuran embarcarse en el desafío de construir su primera línea de metro, como es el caso actual de Bogotá, en que mucho de lo aprendido en Medellín servirá de base para sacar adelante el proyecto.

El Metro de Medellín es un claro ejemplo de un megaproyecto que demuestra que es posible aprender de los errores iniciales, corregir sobre la marcha y contar con un proyecto que, hoy en día, es funcional. Podría argumentarse que fue un error iniciar un megaproyecto de estas características sin experiencia previa, pero se demuestra que han sido precisamente esos errores los que han permitido que hoy el metro sea una realidad, además de constituir un ejemplo para proyectos similares, tanto en Colombia como en la región.

