

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.789
4 de septiembre de 1989

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Reunión de expertos ad hoc sobre calidad del
transporte colectivo urbano en América Latina
y el Caribe

La Habana, Cuba, 18 al 22 de septiembre de 1989

EVALUACION DE PISTAS EXCLUSIVAS PARA BUSES EN LIMA */

*/ Este trabajo ha sido preparado por el consultor de la División de Transporte y Comunicaciones de la CEPAL, señor Augusto Dall'Orto. Las opiniones expresadas en este documento son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Este documento no ha sido sometido a revisión editorial.

89-09-1345

I N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
A. OBJETIVOS.....	4
B. ANTECEDENTES EN LIMA.....	4
1. La estructura urbana y el transporte público....	5
2. Pistas exclusivas para buses en Lima.....	6
C. LOS FUNDAMENTOS Y CRITERIOS TECNICOS PARA LA APLICACION DE PISTAS EXCLUSIVAS Y SEGREGADAS.....	8
1. Capacidad operativa de las pistas exclusivas para buses.....	8
2. Experiencias en ciudades brasileras.....	9
3. Capacidad económica de los transportes.....	9
4. Los beneficios de los proyectos de pistas exclusivas.....	11
5. La seguridad y la comodidad de los usuarios.....	12
6. Aspectos ambientales urbanos.....	12
7. Los recursos económicos.....	13
D. EVALUACION "ANTES Y DESPUES" DE LOS PROYECTOS DE LIMA.....	14
1. El Paseo de la República.....	14
2. Pistas exclusivas en la Av. Brasil.....	14
3. Resultados.....	15
4. Pistas exclusivas en la Av. Tomás Marsano.....	18
5. Resultados del proyecto.....	19
6. Pistas exclusivas en la Av. Alfonso Ugarte.....	21
7. Pistas exclusivas en la Av. Grau.....	22
E. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
Anexos	27

RESUMEN

El trabajo tiene por finalidad evaluar preliminarmente los resultados operativos de las pistas exclusivas para el transporte público, de las Avenidas Brasil y Marsano, a la luz de criterios técnicos, económicos y urbanísticos y consecuentemente proporcionar criterios prácticos que ayuden a tomar decisiones en el estudio preliminar de proyectos alternativos que favorezcan al transporte público, en situaciones similares a las de Lima.

La Av. Brasil

Para la implantación en la Av. Brasil del uso como pistas exclusivas para el transporte público, en los cuatro carriles de la calzada central, se ejecutaron obras de: paraderos de buses, cambio de la vieja semaforización en las 16 intersecciones que cruzan la vía, el tráfico peatonal fue canalizado mediante una barrera liviana para cruzar sólo por esas 16 intersecciones y se repararon los pavimentos.

Las velocidades promedio incluyendo parada, en la hora punta según fuente oficial eran: 15 Kph. del transporte público y 40 Kph. de los automóviles. "Después" del proyecto, la velocidad del transporte público subió a 19 Kph. y la de los autos bajó a 25 Kph. Los transportes públicos economizaron 4 minutos y los autos perdieron 11 minutos.

Valorizados los beneficios y las pérdidas, la nueva situación significaría una pérdida de 190 dólares por hora punta. Estas pérdidas no consideran los costos de la inversión, ni la ingeniería del proyecto, ni las mayores congestiones que está sufriendo el tráfico que cruza la avenida.

La Av. Marsano

En los primeros dos kilómetros de la Av. Marsano que tiene una longitud de 5 km, se ha construido una calzada adicional central de dos carriles (un carril por dirección), para el transporte público.

La obra incluyó la construcción de paraderos para el transporte público, la semaforización de las dos únicas intersecciones que cruzan el tramo, la construcción de una barrera liviana para canalizar el tráfico peatonal por tres senderos adicionales a las dos intersecciones vehiculares semaforizadas, señalización y reparación de pavimentos.

Puesta en operación las pistas exclusivas, las velocidades "antes" dadas por el estudio oficial previamente realizado y "después" obtenidas de una medición preliminar de campo, muestran los siguientes resultados:

Velocidades hora punta	antes kph	después kph
Transporte público	27	20
Autos	50	26

Puede apreciarse un deterioro de la situación original, que estaría originando pérdidas en vez de beneficios por costos operativos y tiempos de viaje. En esta ocasión no se han evaluado las probables pérdidas.

El anillo vial interno

La estructura vial del centro de Lima tiene prevista la habilitación de un anillo que lo circunvala y que está conformado por el lado Oeste por la Av. A. Ugarte; y por los lados Sur - Este por la Av. Grau. El anillo se completa por el lado Norte, con el proyectado Malecón del Río Rimac (Ver Plano No. 2). La implantación de carriles sólo-bus se viene ejecutando en la Av. A. Ugarte, y se ha ejecutado con simples medidas de control del tráfico en la Av. Grau.

La Av. Alfonso Ugarte

La solución de pistas exclusivas que se viene construyendo en la Av. Alfonso Ugarte (1.2 km), que es una arteria sumamente importante de la red vial de la ciudad, tiene la virtud de plantearse para resolver un problema muy antiguo y permanente de congestión del tráfico durante largos periodos del día.

Si bien las obras recién terminarán en Octubre del presente año, los resultados podrían augurarse favorables, en la medida en que se logre una buena programación y control del tráfico.

La Av. Grau

En la avenida Grau (1.0 Km), la implantación del uso exclusivo por el transporte público de la calzada central, (4 carriles), ha comprimido el tráfico privado hacia las dos calzadas laterales de 2 carriles cada una, cuya capacidad no es suficiente para hacer frente a la demanda. La medida, tomada con apresuramiento, no contempló la ampliación de las calzadas laterales, pese a contar la avenida con amplitud suficiente para ello.

La implantación de esas pistas exclusivas, fue realizada en Junio del presente año y la Municipalidad no ha divulgado cifras estadísticas aún sobre el proyecto.

Conclusión

Los resultados encontrados alertan respecto a la necesidad de estudiar previamente con el mayor detenimiento posible las situaciones que podrían estar justificando una solución de vías exclusivas. Consecuentemente el informe presenta diversos criterios prácticos: técnicos, económicos y urbanísticos, que ayudarían en la adopción de decisiones, en las etapas de selección preliminar entre proyectos alternativos, a ser considerados para mejorar el transporte público en casos similares a los de Lima.

Se establece que la condición mas justificada para implantar soluciones de pistas exclusivas para buses, es la presencia de situaciones significativas de congestiones del tráfico, que estén deteriorando la operación del transporte público durante largas horas del día.

Se fundamenta que no es suficiente justificativo para implantar pistas exclusivas de buses, la presencia de corredores viales con gran amplitud de sección transversal y con capacidad en exceso a la demanda.

Finalmente se fundamenta la necesidad de que los planificadores viales cuiden de no deteriorar el paisaje urbano, y de ser posible consideren medidas para mejorarlo especialmente cuando los proyectos, desde el punto de vista de la ingeniería vial, podrían significar por sí solos un mayor deterioro ambiental.

A. OBJETIVOS

Este trabajo esta basado en las experiencias de la ciudad de Lima, en la implantación de pistas exclusivas para el transporte público de pasajeros, convencional en buses y otros vehículos menores; y tiene por objetivo principal, realizar una evaluación de resultados preliminares, de la operación de las Avenidas Brasil y Marsano, comparando los índices mas significativos de velocidad y tiempo de viaje en las situaciones "antes" y "después" de su puesta en operación.

Otros objetivos del trabajo son el hacer un recuento de los criterios técnicos como: capacidad y costo, que fundamentan la implantación de estas soluciones; así como de aquellos aspectos urbanísticos, que hay que tener en consideración para diseñar apropiadamente la vialidad de una metrópoli y que en cierta forma constituyen limitaciones que el planificador vial debe tener presente.

De esta manera se espera proporcionar criterios prácticos que ayuden a tomar decisiones preliminares, en el estudio de alternativas de solución vial al transporte público, en situaciones similares a las de Lima.

B. ANTECEDENTES EN LIMA

La ciudad de Lima está ubicada a orillas del mar sobre una terraza constituida por un terreno aluvional conglomerado, de buena resistencia, permeable y de topografía plana con ligera pendiente descendente del 1.5% en promedio hacia el mar.

Como en la mayoría de las ciudades capitales del mundo, durante los últimos cincuenta años, el alto índice de crecimiento de su población, llevó a la ciudad, de 600 000 habitantes en 1940 a 6 500 000 hab. en 1989. Las cifras incluyen también la población del puerto del Callao, con la que se conforma el área metropolitana Lima - Callao, que es un solo conglomerado urbano. La ciudad se extiende principalmente en desarrollos de baja y media densidad, ocupando aproximadamente unas 40 000 hectáreas.

El ingreso anual per cápita en el área metropolitana se estima en aproximadamente 750 dólares; y el índice de motorización de la población es de 22 habitantes por automóvil. La ciudad cuenta con una flota de unos 9 000 vehículos de transporte público masivo de los cuales 3,000 son omnibuses. Se viene construyendo el Tren Metropolitano Eléctrico (METRO), sobre 20 km, de una ruta Norte - Sur, que tendrá 35 km de largo.

Resultados preliminares de una reciente encuesta de transporte, realizada por la Municipalidad de Lima, en Noviembre de 1988 arroja un índice promedio para toda la población de 0.84 viajes motorizados percápita por día con un total de 5'080,000 viajes diarios, de los cuales 800 000 (15.7%), se realizan en transporte privado y 4 280 000 (84.3%) se realiza en transporte público.

La distribución de viajes según el motivo es como sigue:

Viajes domicilio - trabajo y viceversa:	50.6%
Viajes domicilio - escuela y viceversa:	29.3%
Viajes domicilio - otros y viceversa:	14.6%
Viajes no referidos al domicilio:	5.5%

En 1972, el anterior estudio de transporte del área metropolitana arrojaba un índice de 1.4 viajes per cápita al día, con una distribución de 72% de viajes en transporte público y 28% en transporte privado. De confirmarse las cifras del nuevo estudio de 1988, se estaría presentando una fuerte reducción de viajes diarios en transporte privado en el periodo 72 - 88, de 0.37 a 0.13 viajes/hab. y del transporte público de 1.00 a 0.70 viajes/hab; situación atribuible con bastante seguridad a la etapa de aguda crisis económica que vive el país.

También los resultados preliminares, muestran un incremento significativo en la duración promedio de los viajes en transporte público, de 35 minutos en 1972 a 53 minutos en 1988, entre los puntos de origen y de destino incluyendo los trayectos a pie. Ello pareciera consecuencia de dos factores principalmente: la mayor distancia entre la residencia de los usuarios y sus centros de atracción de viajes, especialmente en el caso de los nuevos asentamientos de menores ingresos; y el mayor tiempo de espera del transporte público, probablemente en razón del número, bastante reducido, de vehículos de transporte público y de su baja capacidad promedio por unidad.

1. La estructura urbana y el transporte público

La ciudad, tiene básicamente un esquema vial radial (Ver plano 1), con amplias avenidas, muchas de las cuales sobrepasan los 50 y también los 70 mts. de amplitud de sección transversal. Sólo el área central de la vieja ciudad colonial, a orillas del río Rimac, tiene calles estrechas, pero está rodeada de un anillo (aún incompleto) de avenidas, amplias que siguen el antiguo trazo de las murallas defensivas construidas en 1760 y demolidas en 1875.

También el centro ha sido remodelado en un proceso muy lento durante las últimas décadas y es atravesado por dos avenidas amplias en dirección Norte - Sur y por otras dos avenidas en dirección Este - Oeste que han mejorado la accesibilidad interna al centro, pero constituyeron obras que merecieron la crítica de los historiadores y conservacionistas.

La red vial urbana cuenta además con un anillo en toda su área intermedia y con una vía marginal que sigue el litoral del Océano Pacífico, que se complementan en la distribución de los viajes urbanos de relativa larga distancia, de carácter transversal a las rutas radiales.

Adicionalmente el sistema vial comprende diversas rutas del sistema de carreteras nacionales que se superpone a la red urbana previamente descrita. La vialidad nacional se interconecta mediante un by-pass o vía de evitamiento o de circunvalación de la ciudad; aunque en realidad se ubica estrechamente

tangente al centro de la ciudad, uniéndolo los sectores, Norte, Sur y Oeste de las carreteras nacionales.

La base de la estructura urbana del área metropolitana, se debe principalmente por un lado al trazado de los ferrocarriles en los ejes Norte-Sur y Este-Oeste y al trazado de los tranvías eléctricos, que unieron a principios del siglo previsoriamente con Lima, al Callao y los poblados entonces suburbanos de Miraflores, Chorrillos y Magdalena.

Pese a su buena configuración, la estructura vial, tiene deficiencias que contribuyen al grave problema de transporte de la ciudad. La vialidad no está completa; también su mantenimiento es muy deficiente y las entidades administradoras de otros servicios públicos, contribuyen en grado superlativo a su deterioro. El control del tránsito es también muy ineficiente.

Por su parte el transporte público presenta los problemas tan conocidos de equipamientos escasos, inadecuados y obsoletos; trazado caótico de rutas; y en su mayor parte, sin infraestructura de servicios para el usuario.

2. Pistas exclusivas para buses en Lima

La proporción tan importante de los viajes en transporte público y la necesidad de mejorar la eficiencia del sistema, obligaron desde la década de los sesenta a pensar en soluciones viales, que permitieran, privilegiar el transporte público convencional frente al tráfico privado, que congestiona las calles. En este contexto Lima presenta una serie de experiencias que resulta interesante evaluar, aún en forma genérica.

a) El Paseo de la República

En 1969, se proyectó la utilización, por buses, de la mediana (separadora central) de las calzadas expresas y deprimidas del Paseo de la República reservada para una línea del Metro. La obra la ejecutó el Municipio de Lima y puso en operación en 1972 con vehículos de la Empresa Municipal (A.P.T.L.). El proyecto tuvo éxito. Se trata de una ruta radial, de alta densidad, que servía 20 km hacia el Sur, de los cuales los primeros 9 kms, se realizan en la calzada "sólo-bus" expresa, es decir sin interferencias de cruces vehiculares.

b) El Bus-ducto como sistema

En 1977, la ciudad de Lima incorporó en su esquema de desarrollo Lima Año 2000, la concepción del bus-ducto, para lograr que los transportes públicos superaran la situación de congestión del tráfico en el Distrito Comercial Central de Lima (DCC). Ver plano 2.

c) La Av. Emancipación

En 1986, la Municipalidad de Lima que en 1985 por mandato constitucional había asumido la responsabilidad de la planificación y control del tráfico y del transporte, estableció la exclusividad del uso por el transporte público a lo largo de 1.2 km de la Av. Emancipación, en el corazón del Distrito Comercial Central de Lima (DCC). El transporte público ocupó así los cuatro carriles de la avenida, dos en cada dirección. El éxito de la medida, fue extraordinario. Tal fue el alivio originado en el tráfico, que los diarios recuerdan el hecho como, "el día que la ciudad quedó desierta".

Al cabo de sólo tres años en julio de 1989, y luego de diversos cambios en las rutas del transporte en el DCC, la Municipalidad, sin exponer sus estudios justificatorios modificó las rutas del transporte público, eliminando el uso de la Av. Emancipación por el transporte público, y dio el uso exclusivo de la avenida a los vehículos privados. La medida fue tomada recientemente y todavía no se conoce evaluación alguna de los resultados obtenidos.

d) El sistema de corredores de transporte masivo en Lima

Con el cofinanciamiento del Banco Mundial, a partir de 1983 la Municipalidad procedió a realizar estudios para implantar facilidades viales que privilegiarán al transporte público en los principales corredores radiales de Lima y en el anillo vial interno, de las Avs. Alfonso Ugarte y Av. Grau.

Las vías estudiadas, fueron las siguientes (Ver plano 3):

- *Corredor Radial Caquetá - Tupac Amaru: 6 km
- *Corredor Radial Carretera Panamericana: 6 km
- *Corredor Transversal Av. Universitaria: 30 km
- *Corredor Radial Av. Brasil: 5.2 km
- *Corredor Radial Av. Marsano: 5.2 km
- *Prolongación del Paseo de la República: 5.3 km
- *Av. Alfonso Ugarte (Anillo Interno): 1.2 km
- *Av. Grau (Anillo Interno): 1.5 km

El programa significó un énfasis de las soluciones hacia las rutas radiales a lo largo de desarrollos urbanos de media densidad. El programa incorporó adicionalmente a las vías radiales, el estudio de la implantación del sistema en una vía transversal y periférica, la Av. Universitaria. Esta avenida de 30 km de largo se ubica en su mayor longitud sobre áreas agrícolas.

Entre todas las vías estudiadas desde 1986, se ha construido y están en operación el proyecto de la Av. Brasil, en toda su longitud; el de la Av. Marsano, parcialmente 2 km; la Av. Grau en 1.0 km; y se viene ejecutando la obra de la Av. Alfonso Ugarte en toda su longitud 1.2 km.

Adicionalmente la Municipalidad ha venido implantando en algunas avenidas del DCC, carriles sólo-bus; pero, los esfuerzos han sido hechos con

poca convicción y estudio, y han fracasado, por lo que este informe no los ha tomado en consideración.

C. LOS FUNDAMENTOS Y CRITERIOS TECNICOS PARA LA APLICACION DE PISTAS EXCLUSIVAS Y SEGREGADAS

Para evaluar apropiadamente las experiencias de Lima, se quiere exponer el marco tecnológico que permita tener criterios de referencia de aceptación general, sin el cual la evaluación resultaría poco práctica.

Pese a ser técnico, el tema, normalmente se presenta bastante polémico pues pareciera que siempre fuera tratado con excesiva subjetividad. De otra forma no se darían tantas versiones contradictorias. En este contexto se hace necesario esquematizar algunas precisiones sobre las mejores posibilidades y límites, de las soluciones de "pistas exclusivas", para reducir el grado de subjetividad.

Los esfuerzos realizados durante los últimos 20 años en ciudades latinoamericanas, para optimizar los rendimientos de la operación de buses en pistas exclusivas de varios tipos, da la oportunidad de la evaluación permanente de las potencialidades y escenarios de su aplicación.

1. Capacidad operativa de las pistas exclusivas para buses

Décadas de continuas investigaciones y experiencias han permitido establecer los rangos en que pueden utilizarse los distintos medios de transporte público convencional según las condiciones, del tráfico, desde los niveles mínimos para pistas exclusivas adosadas a las veredas, hasta los niveles de máxima capacidad en condiciones de flujo libre.

Haciendo uso de esas experiencias, algunas precisiones se exponen a continuación, orientadas a definir los valores de esos límites, y especialmente aquellos de máxima capacidad del sistema, que los estaría llevando a ser considerados por muchos como competidores y hasta como sustitutos de los Metros, en Latinoamérica.

A partir de los años 60 los estudios de la General Motors en Estados Unidos y otros, han demostrado diversas soluciones para aumentar el uso de los transportes públicos en buses. En flujo libre (freeway), una pista de un carril o sendero, puede llevar hasta 1 450 buses/hora en flujo estable. También se demostró que operando en convoyes (platoons), el óptimo de capacidad operativa, es obtenida para grupos de seis buses convencionales con paradas de 30" cada 500 metros y que en un flujo sin semáforos se alcanzaría entre 350 y 400 buses/hora, con una velocidad entre 20 y 24 Kph. promedio.

La propia GM consideró como límite razonable práctico, la operación de 50 convoyes de seis unidades convencionales. Lo que en términos de una ocupación promedio de 80 pasajeros daría una capacidad práctica al sistema de 24 000 pasajeros/hora. Hasta la fecha no se conocen otras investigaciones prácticas por ejemplo con buses articulados o con los recientes megabuses (tres cuerpos) que pudieran dar otros límites.

La conclusión un poco simplista de suponer que el sistema, debería poder llevar hasta 40 000 pasajeros por hora, demuestra solo una excesiva expectativa de capacidad del sistema, que no se da en la operación práctica de rutas de buses, por decenas de razones urbanísticas, operativas y de demanda, que harían probablemente que los buses viajen aún en la hora punta, en gran proporción semi vacíos y con un alto costo operativo por pasajero realmente transportado.

Los resultados de esos experimentos y otras posibilidades prácticas del sistema, fueron expuestas en un excelente resumen del profesor L. A. Lindau. El propio Lindau, con su modelo SIBULA obtiene los siguientes resultados de capacidad:

- * Una pista (carril) central por dirección (sin adelantamiento), con buses ordenados en convoyes, hasta 440 buses/h.
- * Dos pistas (carriles) adyacentes a la vereda lateral derecha, con adelantamientos, hasta 280 buses/h.
- * Una pista (carril) central por dirección (sin adelantamiento), sin ordenamiento o en convoyes, de hasta tres unidades, entre 170 y 220 buses/h.

2. Experiencias en ciudades brasileiras

Otros criterios los dan las experiencias en ciudades brasileiras, normalmente bastante bien elaboradas, aunque algunas de ellas de ejecución difícil, especialmente cuando hay multiplicidad de entidades operadoras de los servicios; y que la EBTU y CET de Sao Paulo han divulgado en sus manuales técnicos.

Esas experiencias han llevado en el caso del corredor 9 de Julio/Santa Amaro, a planificar la operación por carril de 300 buses y 90 pas/bus, con una capacidad de 27 000 pas/hora.

3. Capacidad económica de los transportes

Muchos esfuerzos se han realizado para evaluar las alternativas económicas de los transportes. El esfuerzo se repite constantemente y es importante que así sea. El ingeniero necesita contar con información técnica y económica razonablemente exacta, para ir comparando soluciones desde el esquema preliminar de un proyecto; y para ello afortunadamente se cuenta con abundante información especializada, desde los primeros documentos del ITE 1/ hasta documentos bastantes recientes principalmente del Banco Mundial.

Por ejemplo, el Banco Mundial (BM), publicó su Informe 52, Urban Transit Systems en un esfuerzo por dotar a los técnicos y administradores públicos, de un compendio actualizado de lineamientos y criterios técnicos y económicos que resume en cierta forma las disyuntivas o alternativas a su alcance, desde proyectos de transporte masivo convencional, hasta en Metros.

Como el propio informe lo expone, no se trata de reemplazar la necesidad de, realizar estudios detallados de factibilidad, pero si de dar lineamientos sobre las características básicas de los diversos sistemas de transporte público, que permitan tomar las primeras decisiones, en términos principalmente de capacidad y costo, entre otros aspectos. De esta manera se abrevia el tiempo y disminuye el esfuerzo y su costo.

A raíz de ese documento, se comenta en muchas partes, que el BM habría llegado a la conclusión que en los países subdesarrollados, incluyendo Latinoamérica, no debería construirse Metros, por su alto costo de inversión inicial y porque habría alternativa con buses que eliminan definitivamente o por un período muy largo, por lo menos, esa solución.

Nada mas alejado de la verdad, porque el informe del BM, es por el contrario de criterio muy amplio. Analizando el documento con detenimiento, aparece claramente, que la intención no es arribar a conclusiones definitivas en esos aspectos.

Los análisis económicos detallados en las páginas 57 a 61 del documento, para una línea hipotética de 25 km de longitud, compara el costo de dos alternativas, para servir altas demandas de transportes: una con buses en pistas exclusivas, y otra con una solución de Metro. Se aprecia que los costos calculados de cada sistema darían las siguientes cifras:

Con buses	0.060	dólares por pas/km
Con metro	0.012	dólares por pas/km

El informe indica que en la evaluación no se han considerado los costos correspondientes a factores distintos al sistema en sí mismo, es decir aquellos del medio ambiente, tales como congestión del tráfico, y accidentes, polución y contaminaciones diversas. Tampoco en la evaluación del sistema de buses, se ha asignado costos al área que ocupa la vía.

El análisis presentado es muy objetivo, y por ello propicia la posibilidad de calcular los costos de las alternativas para otras alternativas de costos.

Dentro del rango de 40 a 120 millones de dólares por km de la inversión estimada para la construcción de Metros, se puede calcular el costo que resultaría para Metros como el de Santiago y como el que se viene construyendo en Lima, con inversiones posiblemente de las menores, cercanas a los 40 millones de dólares por kilómetro. En estos casos, para demandas cercanas al millón de pasajeros/día, el costo del transporte por Metro sería de 0.06 dólares por pas-km. Incluso aplicando el análisis de sensibilidad por mayor inversión y menos utilización de los servicios, en ambos casos, de buses y de Metros, el costo sería similar 0.11 dólares. Esta semejanza de costos resulta bastante real, e incluso podría desfavorecer injustamente al Metro. En Santiago, las tarifas del Metro cubren los costos del sistema y resultan ser mas bajas que en el caso de los buses y los micros, en una proporción de 5 a 7.

Si en el mismo estudio del BM se efectúa un ajuste en el costo asignado en la depreciación de los buses, que el informe calcula con una vida útil de

15 años (sin costo adicional por overhaul) y se adiciona la correspondiente reconstrucción del motor, se alcanzaría un costo en el sistema de buses de 0.07 dólares por pas-km.

Estas variaciones y realidades, muestran que en el análisis expuesto por el BM, los costos de transporte, en soluciones con buses y con Metros, son semejantes cuando las inversiones en la construcción del Metro alcanzan aproximadamente el rango de los 40 a 60 millones de dólares por kilómetro.

La evaluación permite llegar a esos resultados aún sin considerar los costos colaterales del transporte en bus, tales como los de congestión vehicular generada, al tráfico en general, y el deterioro de la seguridad vial y del ambiente. En ciudades como Santiago, estos problemas resultan de gravedad dramática; como podría también ser en Bogotá, Lima o Sao Paulo; y también sin considerar los costos del derecho de vía o franja vial utilizada para la solución con buses. De considerarse esos costos, la ventaja del Metro sería evidente para esos rangos de inversión.

Naturalmente que el informe estaría mostrando que para mayores inversiones en el Metro, por arriba de los 60 millones de dólares por km, tal es el caso por ejemplo de Sao Paulo, la evaluación de los factores colaterales de congestión y otros resulta elemento definitorio para adoptar decisiones mejor fundamentadas, pues éstas dependen en gran parte de situaciones específicas propicias de cada ciudad y de su sistema de transporte.

En conclusión, del informe del Banco, podría inferirse que la "capacidad económica" de los sistemas de busductos, estaría en el rango de los 20 000 a 25 000 pasajeros por hora, es decir unos 500 000 pasajeros por día, para lo cual estarían aún compitiendo en costos operativos con los Metros; aunque los Metros podrían ya tener ventajas por beneficios colaterales. A partir de allí, para los Metros que tuvieran costos hasta 60 millones de dólares de construcción, habría bastante certeza de sus ventajas; y para aquellos con mayor necesidad de inversión habría que hacer estudios detallados de los beneficios colaterales diversos, que generan a la ciudad.

4. Los beneficios de los proyectos de pistas exclusivas

Las pistas exclusivas se fundamentan principalmente en la necesidad de mejorar los niveles de eficiencia operativa del transporte público, en beneficio de la mayoría de la población que hace uso del transporte público convencional en buses y similares.

La bondad de un proyecto, debe medirse técnicamente en términos económicos, cuyos principales indicativos son: aumento de la velocidad al liberarse el transporte público de la congestión; consecuente disminución del tiempo de viaje de los usuarios y disminución de costos en la operación de los vehículos, al aumentar la velocidad comercial de su operación. Debe tenerse presente también, que al aumentarse la velocidad del transporte público, desde niveles muy bajos de congestión del tráfico, se obtiene también el beneficio indirecto, de disminuir el grado de la contaminación que provocan los vehículos.

Estos objetivos condicionan la localización de los proyectos a zonas y vías urbanas en donde el tráfico tenga velocidades verdaderamente críticas, con promedios muy bajos, propios de áreas muy congestionadas en el DCC. En los casos de corredores radiales, alejados del DCC, estas condiciones de congestión y de velocidad muy bajas, ocurren cuando se trata de vías relativamente estrechas en relación a las demandas existentes del tráfico mixto, cuyo alto volumen satura la capacidad vial; y cuando naturalmente no existe ruta alternativa por la que pueda derivarse el tráfico. De haberla, no se presentaría la situación de saturación, salvo que ambas vías lo estuvieran.

Entre los beneficios de economías de tiempo y de costos mencionados, cabe también hacer una reflexión práctica adicional. Conocido es el cuestionamiento que fundamentalmente se hace a la valorización del tiempo de los usuarios del transporte en países con altos niveles de desempleo y de subempleo. En el caso de los proyectos sólo-bus, el cuestionamiento podría aún ser más valedero, cuando se trata de economías de sólo escasos minutos por viaje, que resultan en la práctica de muy poca utilidad alternativa.

Por el contrario, las economías operativas por el aumento de la velocidad de los vehículos sí constituye un beneficio indiscutible y tangible; y de máxima trascendencia adicional cuando permite disminuir los niveles de contaminación ambiental.

5. La seguridad y la comodidad de los usuarios

Todo proyecto que implica un mejor nivel operativo del tráfico y del transporte, debe tener también por objetivo un aumento de la seguridad y la comodidad de los usuarios.

Sin embargo, es difícil asignar los beneficios por estos conceptos a la ejecución de una obra de pistas exclusivas, pues posiblemente similares resultados de mejora podrían obtener para el tráfico y el usuario, ejecutando obras específicas convencionales sin necesidad de habilitar las pistas exclusivas.

6. Aspectos ambientales urbanos

La implementación de pistas exclusivas, por lo general significan un daño visual al paisaje urbano, en comparación con las tradicionales características de las avenidas paisajistas que son materia de orgullo de muchas ciudades en el mundo.

Sólo la necesidad de superar situaciones de graves congestiones en el tránsito parece tener suficientes argumentos valederos para la adopción de soluciones que deterioren las grandes avenidas.

Los aspectos ambientales en las grandes ciudades, en especial, merecen principalísima atención por parte de las autoridades y del público en general. Afortunadamente la gravedad de los problemas de contaminación y deterioro del medio ambiente están hoy recibiendo mayor comprensión cada día.

En consecuencia, todos los proyectos viales deben analizarse considerando la necesidad de proteger y preservar, pero también mejorar, el medio ambiente.

Las vías públicas concentran la contaminación del tráfico, pero adoptando soluciones correctamente bien estudiadas podría alcanzarse la disminución de la contaminación por un lado, pero por otro, se tiene también que evitar la pérdida y aún lograr mejores y mayores equipamientos de jardines y arborizaciones que oxigenen el ambiente; y mayor seguridad y perspectivas ambientales que recreen la vista y no que la perjudiquen.

Resulta así imprescindible que los ingenieros de transporte, comprendan que una mejor aplicación de su tecnología debe resultar, además de cubrir adecuadamente la demanda del tráfico proyectado, en un mejor aprovechamiento de las áreas públicas, para otros servicios comunales, diferentes a "pistas"; y que un mejor afinamiento de los estudios puede hacer igualmente eficiente la solución técnica vial, pero con otros beneficios colaterales para la comunidad.

7. Los recursos económicos

La economía como factor condicionante de los proyectos debe ser analizada en todas sus implicancias y posibilidades, con gran amplitud de criterio por el ingeniero.

Cuando el problema de las grandes ciudades latinoamericanas se trata con simpleza, y sin mayor esfuerzo se opta por las alternativas de menor inversión, se podría estar llegando a conclusiones muy erradas y de graves consecuencias, que comprometerán el presente, pero también el futuro por muchos años, y con ello, originando una larga secuencia de pérdidas económicas.

Es cierto que para el caso latinoamericano, la situación de "caja" es crítica y que amerita evaluar alternativas viables, de menor inversión inicial, aunque signifiquen un alto costo permanente del sistema.

Pero no es menos cierto que este tipo de soluciones sólo podría aceptarse cuando se trata de proyectos de poca trascendencia, es decir coyunturales y de poca significación para el conjunto.

En el caso de proyectos permanentes, desde el punto de vista económico, lo correcto es buscar las soluciones financieras que permitan a la comunidad implementar las mejores soluciones de largo plazo. Este criterio se fundamenta en las premisas que en ciudades grandes, la comunidad cuenta con recursos económicos significativos; y que las soluciones permanentes son las más económicas. El problema reside entonces en buscar fórmulas tributario-financieras para que la comunidad local, derive hacia esas soluciones, las eventuales pérdidas que tendría, por no adoptar precisamente la solución permanente.

D. EVALUACION "ANTES Y DESPUES" DE LOS PROYECTOS DE LIMA

A continuación se muestra los resultados de una evaluación preliminar de los proyectos implantados en Lima, bajo la óptica de los criterios técnicos expuestos previamente, más explicables en cada caso.

1. El Paseo de la República

El primer proyecto ejecutado en Lima fue el bus-ducto del Paseo de la República.

La vía expresa fue construida con 70 mts. de ancho y se requirieron muy pocas expropiaciones. El proyecto siguió la ruta de la línea del tranvía eléctrico que corría previamente por la superficie.

El proyecto de la Vía Expresa, incluyó una reserva para el Metro, que hoy es utilizada por la calzada exclusiva para buses, con dos carriles de circulación, uno por dirección.

Las vías expresas de tres carriles cada una llevan durante la hora punta cerca de 6 600 automóviles en la dirección de mayor flujo. Su uso está restringido exclusivamente también para autos desde su inauguración.

La calzada de buses cubre una demanda de hora punta de algo más de 6 000 pasajeros por dirección, con 52 buses durante ese periodo, y una velocidad promedio incluyendo paradas de 35 kph. La capacidad podría fácilmente triplicarse hasta 18 000 pasa/h. con aproximadamente 300 buses por dirección si se ordenaran con convoyes. Entonces probablemente bajaría la velocidad a 25 kph. Estas posibilidades dependen de la disponibilidad de nuevos buses, y de ir desarrollando una demanda cuyos límites superiores a la fecha no se conocen. En cualquier caso la solución sólo-bus resultó acertada porque significó la utilización de una facilidad existente, que requirió relativamente moderadas inversiones complementarias para su aprovechamiento.

2. Pistas exclusivas en la Av. Brasil (Planos 4 y 5)

La Av. Brasil es una arteria radial, de 45 mts. de ancho y tres calzadas vehiculares, de las cuales la central tiene cuatro carriles de circulación. La avenida sirve un área de nivel económico medio y de desarrollo muy consolidado, de densidad igualmente media cuya población (Distritos de: Jesús María, Breña, Pueblo Libre, Magdalena y San Miguel) ha crecido sólo un 9% en total durante el periodo censal 1972 - 1981.

Las tres calzadas eran originalmente utilizadas por el tráfico mixto, incluyendo el transporte público. La capacidad de la avenida fue siempre muy amplia con respecto a la demanda de tráfico. Los estudios oficiales 2/ previos, mostraron que en las horas puntas, sólo había tres intersecciones con niveles cercanos a la saturación, el resto de la vía se mantenía durante la hora punta con capacidad muy superior a la demanda.

La implantación de pistas exclusivas ha destinado la calzada central, para su uso exclusivo por el transporte público (dos carriles en cada dirección).

El proyecto se complementa con la construcción de paraderos para el transporte público, localizados en las 16 esquinas en las que se permite que el tráfico vehicular transversal cruce la avenida. Estas intersecciones fueron semaforizadas para el control de vehículos y de peatones. Adicionalmente se diseñaron barreras, bastante simples con troncos de árboles, para canalizar todo el tráfico peatonal transversal, por las intersecciones vehiculares.

La implantación del sistema fue precedido por una amplia campaña educativa y la operación inicial de la pista exclusiva, fue apoyada por unos 200 policías durante algunas semanas.

3. Resultados

Luego de algunos meses de implantado el sistema, se observa que el nivel de ocupación de las calzadas destinadas al transporte público con una demanda media de hora punta de solo 120 unidades por dirección, resulta en una sub ocupación de la calzada. Por el contrario algunas de las intersecciones de las calzadas de tráfico mixto (dos carriles por dirección) se congestionan durante las horas punta, no obstante que la demanda vehicular alcanza sólo el 25% de la demanda potencial de la calzada en condición de flujo libre; lo que estaría denotando problemas en el diseño o en el control de las intersecciones con los flujos de cruce.

Las calles y avenidas que cruzan en las intersecciones semaforizadas, presentan también fuertes congestionamientos vehiculares en las horas punta. Una medición realizada para este estudio muestra en la hora punta de la Av. Bolívar, transversal a la Av. Brasil una demanda de 2 000 vehículos, con un valor de 2 168 vehículos equivalentes a autos privados (v.e.a.p) sobre una calzada de tres carriles, con colas de 300 mts. de largo.

Los estudios previos no presentan análisis del tráfico transversal, por lo que no puede hacerse comparaciones estadísticas con la situación previa; pero a simple vista se puede inferir que la situación ha empeorado ostensiblemente. Una de las causas probables de este deterioro de situación se puede atribuir a las deficientes características de las canalizaciones y haberse mantenido un número insuficiente de carriles, para el tráfico transversal.

Respecto al tráfico sobre la Av. Brasil la comparación de las velocidades "antes" y "después" del proyecto, alertan también sobre los dudosos beneficios obtenidos del proyecto.

La información 3/ analizada muestran que las velocidades originales del tráfico eran de 40 kph para el tráfico privado y de 15 kph para el transporte público. Este último dato pareciera algo erróneo, pues la velocidad promedio del transporte público en Lima sobre corredores similares de poco tráfico como es el caso, se ubica en el rango de los 25 - 30 kph; lo que estaría más

acorde con la velocidad del transporte privado señalada previamente para la propia Av. Brasil. Comparativamente se puede mencionar que en otro corredor vial, la Av. Arequipa, en condiciones de congestión, el transporte público alcanza los 20 kph de velocidad promedio (Ver Anexo 3).

La fuente de información consultada indica que las velocidades del transporte público subieron a 19 Kph. y la de los autos bajaron a 25 Kph.

Igualmente la información utilizada en este caso, indica que los transportes públicos ganaron en promedio, con el proyecto cuatro minutos (4') de tiempo por viaje; y que los vehículos privados perdieron once minutos (11') en promedio. Este último valor pareciera demasiado elevado. Pero en todo caso, respetando la fuente se han utilizado esos valores para hacer un análisis básico de eventuales beneficios (véase cuadro 2), por economías en tiempo de viaje y en costos operativos vehiculares, utilizando índices de costos en dólares bastante razonables.

Con la información recabada se han calculado las economías (pérdidas) por tiempo de pasajeros en una hora punta por dirección como sigue:

Costo del transporte público (1.00 dólar por pas-hora)

$$= \frac{5,200 \times 4'}{60'} \times 1.00 \text{ US\$} = 347 \text{ US\$/hora punta}$$

Costo del transporte privado (2.00 dólar por pas-hora)

$$= \frac{1400 \times 11'}{60'} \times 2.00 \text{ dólar} = (-513) \text{ dólar/h.punta}$$

Las economías (pérdidas) por costos operativos en una hora punta se han calculado como sigue:

Costo del transporte público (0.75 dólar por veh/km)

$$= \frac{120 \times 8'}{60'} \times 0.75 \text{ dólar} = 12 \text{ dólar/hora punta}$$

Costo del transporte privado (0.25 dólar por veh/km)

$$= \frac{900 \times 11'}{60'} \times 0.25 \text{ dólar} = (-41) \text{ dólar/hora punta}$$

Resultado (Pérdida) =(-190) dólar/hora punta

Los resultados muestran una probable pérdida de (-190) dólares en la hora punta.

Si no se consideraran los costos del tiempo de pasajeros, por ser cuestionable su valorización en economías como la peruana, los resultados darían prácticamente beneficios nulos.

Cuadro 2

BENEFICIOS DEL PROYECTO

TRANSPORTE	FUENTE		TIEMPO EN		FUENTE: MEDICIONES DEL AUTOR		
	Revista: INFORTEC		MINUTOS		EN HORA PUNTA X DIREC. MAYOR		
	TIEMPO DE RECORRIDO		Economía	Prom. Economía	Vol. una direc.	Pasajeros x	
	Antes	Después	(pérdida)	(pérdida)	hora punta	una direc.	
Público	Mañana	19'	16'	3'	4'	120	5 200
	Tarde	22'	17'	5'			
Privado, taxis y camiones	Mañana	8'	22'	(14')	(11')	900	1 400
	Tarde	8'	16'	(8')			

Los resultados muestran resultados negativos aún sin considerar el costo de la inversión, y los mayores costos operativos y de tiempo que tienen los vehículos que cruzan el corredor.

a) El tráfico de peatones

El proyecto intentó canalizar el tráfico de peatones en cruces localizados coincidentemente con los paraderos. La medida resultó sumamente rígida. Los peatones terminaron por imponer su criterio del menor esfuerzo y abrieron por su propia cuenta las barreras cada 100 mts., es decir cada esquina a lo largo de la avenida. A la luz de los resultados podría decirse que la racionalidad del peatón fue más contundente y las autoridades parecen haber aceptado los hechos.

b) El control del tránsito

Las soluciones dadas en los aspectos de ingeniería de tráfico, son bastante discutibles en su concepción. El diseño del conjunto, desde la ubicación de los postes y su número, se encuentra reñido con las normas más

conocidas internacionalmente; también hay exceso de equipamiento y deterioro del medio ambiente por ese exceso y localización de los equipos.

La localización de los equipos incluso impedirá o dificultará resolver a corto plazo, la necesaria ampliación de la capacidad de las vías transversales que cruzan la Av. Brasil, y que ahora estén congestionadas a la hora punta, pese a que tienen amplitud para haber sido diseñadas con más capacidad. Este problema está originando también que se saturen las calzadas laterales de la Av. Brasil, lo que ha inducido a que el tráfico se derive hacia arterias paralelas, localizadas a 100 y 200 metros de la Av. Brasil.

c) Los paraderos el transporte

Con alguna que otra omisión, finalmente resuelta, se implantaron paraderos bastante cómodos y que operan bastante bien para el tráfico existente.

d) Paisajismo

La avenida aún luce muy árida, pero tiene espacios para tener árboles que le den buena perspectiva. Este aspecto no será mayor problema si se seleccionan y cuidan adecuadamente el crecimiento de los árboles, evitando en lo posible también el deterioro de los pavimentos.

e) Comentarios

Los resultados estarían mostrando que no siempre que exista una arteria radial amplia y con demanda de viajes en transporte público superior a la demanda en transporte privado, es posible obtener éxito con la solución de pistas exclusivas que privilegian al transporte público. Hay otros factores que tomar en cuenta.

Es evidente que los índices actuales de velocidad del tráfico en la Av. Brasil aún son susceptibles de mejorar aplicando sistemas operativos más eficientes en los equipamientos de control de las intersecciones. Pero también fluye de los resultados, que similares o mejores posibilidades de lograrse beneficios para el tráfico público y privado a lo largo de esta avenida, se tendría, aplicando soluciones convencionales de administración y equipamiento vial del tráfico y del transporte.

4. Pistas exclusivas en la Av. Tomás Marsano (Planos 4 y 6)

La Av. Tomás Marsano de 5 km de longitud y su prolongación, la Av. Pachacutec de 10 km, constituye un eje arterial, de carácter radial, pero que no llega al centro de la ciudad, sino que tributa a otras arterias radiales y transversales de la red vial de Lima. Su tráfico se distribuye sobre numerosos pares de orígenes y destinos, pudiéndose decir que no sirve a flujos predominantes.

El área de influencia de la Av. Marsano es de densidad media; y desde el punto de vista económico, el sector Norte (2 km) sirve demandas de clase media y media alta; que utilizan preferentemente el automóvil privado como

transporte, mientras en su sector Sur y su prolongación por la Av. Pachacutec, el tráfico usuario se origina en sectores urbanos muy extensos y de economía mas deprimida, que en su gran mayoría utilizan los transportes públicos masivos.

La avenida es muy amplia; su sección transversal tiene 60 mts. de ancho. Originalmente contaba con cuatro calzadas vehiculares, de dos carriles de tráfico cada una. Solo las calzadas centrales se usaban para el tráfico de paso y las laterales para el servicio local de las propiedades adyacentes.

La implantación de pistas exclusivas para buses en el área central de la avenida, se logró mediante la remodelación total de las dos calzadas centrales previamente existentes y la construcción en su reemplazo de tres nuevas calzadas. La avenida quedó así conformada por cinco calzadas de dos carriles cada calzada.

Las calzadas laterales, mantienen su uso para el servicio local, la siguientes calzadas en ambos lados han sido destinadas al tráfico privado de paso, y la nueva calzada central para el tráfico exclusivo del transporte público, con un carril en cada dirección.

En una primera etapa la implantación de las pistas exclusivas tiene 2 km de longitud, en el lado Norte de la avenida. En este tramo la avenida tiene dos intersecciones para el cruce transversal de vehículos y peatones. Adicionalmente se han diseñados tres cruces para peatones, controlados por semáforos.

La implantación del sistema incluyó la construcción de 5 puntos de paraderos de buses y la construcción de una barrera de troncos ligeros para canalizar el cruce de peatones, sólo por los senderos señalizados.

En las dos intersecciones para el cruce de vehículos se permite el volteo a la izquierda de buses y del tráfico privado.

5. Resultados del proyecto

a) Situación "antes"

Según el estudio oficial previo, "antes" del proyecto las calzadas centrales de la avenida, soportaban una demanda de hora punta en su tramo más cargado, cerca de la Av. Angamos, de 1,500 vehículos equivalentes a autos privados (v.e.a.p.). Ver cuadro 3.

Cuadro 3

Dirección	N O R T E		S U R	
	Veh.	v.e.a.p. 8 - 9 am.	Veh.	v.e.a.p. 5 - 6 pm.
Autos	1 250	1 210	1 210	1 210
Camiones	14	64	12	48
Micros y Buses	80	240	90	270
		1 514		1 528

La capacidad de la calzada con flujo hacia el Norte, en la intersección de la Av. Angamos (extremo Norte) con 4 carriles de circulación, al 40% del tiempo verde alcanzada 3 600 v.e.a.p. (2 000 x 4 x 0.4) y su relación volumen capacidad era 0.42, bastante lejana a la saturación.

La capacidad de la calzada con flujo hacia el Sur, tenía tres carriles en su intersección crítica con la Av. Villarán y su capacidad controlada por policías en la hora punta era de 1 800 v.e.a.p. (2 000 x 3 x 0.3) que originaba una saturación de 0.85 de su capacidad.

Las velocidades censadas en el estudio previo dieron los siguientes valores para la hora punta.

	Mañana	Tarde	Promedio
Transportes Públicos	30 Kph.	24 Kph.	27 Kph.
Autos	52 Kph.	48 Kph.	50 Kph.

b) Situación "después"

Luego de implantado el proyecto, se ha observado que en las horas punta, de la mañana y la tarde, en días laborables del mes de junio del presente año, con tiempos de semáforos en tres fases, y diseños poco fluidos, se presentan fuertes congestiones del tráfico.

Las velocidades medidas fueron las siguientes en promedio para los dos km del trayecto:

Transporte público	20 Kph.
Automóviles	26 Kph.

c) Comparación de resultados del proyecto

Al evaluar el proyecto en su eficiencia respecto a los beneficios que pudieran haberse obtenidos en economías de tiempo y de costos operativos,

fluye que, por el contrario, se han producido pérdidas provenientes de la disminución de los promedios de velocidad de los transportes públicos de 27 Kph. "antes" a 20 Kph., "después; y en el caso de los automóviles, de 50 Kph. "antes" a 26 Kph. "después".

Las pérdidas de tiempo y consiguientemente en el costo operativo, son evidentes y no requieren mayor evaluación en esta oportunidad.

Apreciándose por las cifras de ocupación de las calzadas, que existe un exceso de capacidad, es muy probable que las pérdidas de velocidad se deban a una mala programación del control del tráfico.

d) Evaluación de otros aspectos

Al observar la operación de la vía, se puede además apreciar otros aspectos tratados en forma no muy convencional; y contribuye a deteriorar el medio ambiente, además de ser un gasto innecesario.

La semaforización de cruces peatonales, resulta poco efectiva y su localización muy discutible. Estos cruces peatonales han sido localizados en algunos casos, tan cerca de las intersecciones con avenidas, que desconciertan al público en general, al encontrarse doble semaforización con escasos 30 mts. de separación. Además la destrucción de las barreras, por el tráfico vehicular o peatonal es permanente.

Finalmente, no se aprecia ningún esfuerzo por dotar al ambiente urbano de mejores equipamientos paisajistas.

e) Comentarios

El sistema de pistas exclusivas, resulta discutible en su implantación en esta arteria de la ciudad. Los resultados no pueden justificar la inversión realizada, y resulta improbable que en el futuro, la demanda del transporte público aumente, porque el segundo tramo del proyecto, de tres km de longitud hacia el Sur, coincide con el trazado del tren eléctrico, que viene construyéndose, obra que posiblemente contribuirá a disminuir el tráfico sobre la pista sólo-bus construida en la primera etapa.

6. Pistas exclusivas en la Av. Alfonso Ugarte

Uno de los proyectos más interesantes de pistas exclusivas para buses en Lima, está en proceso de implantación en la Av. A. Ugarte.

La Av. A. Ugarte es una arteria de 1.2 km de longitud, que forma parte del Anillo Interior Vial, de la ciudad (Ver planos Ns. 1, 2 y 3); y que une dos rotondas de carácter monumental, la Plaza 2 de Mayo y la Plaza Bolognesi.

El Sector Oeste y Sur de este anillo, es decir, las Avenidas A. Ugarte y Grau, constituyeron hasta 1970, el eslabón que integraba las carreteras nacionales, en el área metropolitana y soportaba un tráfico mixto urbano y regional. Al construirse en ese año la carretera de evitamento, el tráfico regional de paso dejó de usar esta avenida.

Por su función de "distribuidor" de tráficos, esta avenida tiene un tráfico bastante recargado y constante durante numerosas horas del día y la noche.

La avenida tiene 50 mts. de sección transversal en la que se ubican cuatro calzadas vehiculares, de dos carriles de circulación cada una.

Las calzadas fueron usadas indistintamente por todo tipo de tráfico y las rutas de transporte público utilizaban también todas las calzadas, aunque preferentemente la calzada de la derecha. En principio podría decirse que las calzadas centrales se usaban más para el tráfico de paso y para el tráfico que volteaba a la izquierda.

Considerando los dos extremos de la avenida, se tenía siete intersecciones controladas con semáforos, sin sincronismo alguno.

Los informes previos de la velocidad de tráfico en la hora punta indican que antes de empezar las obras la velocidad general de tráfico era 10 Kph., en promedio. El proyecto espera subir el promedio de la velocidad del transporte público a 20 Kph., y para este efecto, se destinarán las dos calzadas centrales exclusivamente para el tráfico de transporte público.

Complementariamente la remodelación de la avenida incluye, el incremento de la capacidad de las calzadas laterales, aumentando el número de carriles, de dos a tres, en cada una de estas calzadas. También se instalará un nuevo sistema de semaforización sincronizada. La obra está prevista para terminar en el mes de octubre.

Si bien no es posible hacer evaluaciones de la situación "antes" por no contarse con información publicada, sí pueden expresarse comentarios respecto a las expectativas del proyecto desde el punto de vista conceptual. En primer lugar se estaría dando soluciones de mayor capacidad para el tráfico, al construirse dos carriles adicionales. En estas circunstancias existe mucha probabilidad que el proyecto traerá beneficios por menor congestión del tráfico; pero siempre y cuando se maneje bien el sistema de control de tráfico, tanto a lo largo de la avenida, cuanto del tráfico que cruza.

La mayor fluidez del tráfico, por aumento de velocidad permitirá reducir la contaminación ambiental. Finalmente si se equipa bien el proyecto, con paraderos y se reconstruyen las veredas, jardines, bancas, etc. podría estar recuperándose la agradable ambientación urbana, que se perdió hace ya varias décadas, en esa importante avenida.

7. Pistas exclusivas en la Av. Grau

La Avenida Grau, forma parte del sector Sur - Este del Anillo Vial Interno de la ciudad. Su amplia sección transversal de cuatro calzadas, tiene también dos amplias reservas de terreno, descuidado, que viene siendo ocupado progresivamente por el comercio informal.

El tráfico de transporte público, es muy alto, especialmente desde que

la Municipalidad ha prohibido el cruce del transporte en el DCC, en la dirección Este - Oeste y viceversa.

En la Av. Grau se ha destinado las calzadas centrales para su uso exclusivo por el transporte público, y las calzadas laterales para el tráfico privado mixto. No se han ejecutado inversiones en habilitar paraderos, o en modificar señales.

Una apreciación preliminar de los resultados operativos permite detectar que la medida era necesaria para favorecer el transporte público. Pero también se aprecia que la capacidad de las calzadas laterales no es suficiente para la demanda existente y que el tráfico privado se viene perjudicando fuertemente.

La Municipalidad no ha publicado sus estudios, pero es evidente que no se han hecho esfuerzos para obtener mejores resultados.

A simple vista se aprecia la necesidad de ampliar las calzadas laterales; y de programar y sincronizar mejor el control del tránsito en forma inmediata.

E. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evaluación realizada de los corredores viales con pistas exclusivas para buses implementados en la Av. Brasil y en la Av. Marsano, en Lima, permite llegar a las siguientes conclusiones básicas:

1. La ciudad de Lima tiene una importante demanda de transporte público, cuyas condiciones de operación es necesario mejorar.
2. El uso de "pistas exclusivas" para buses es tipo de solución que, bien aplicada permite que el transporte público mejore sus velocidades operativas, disminuyendo el tiempo de viaje de los usuarios y los costos operativos de los vehículos. Colateralmente permite disminuir los índices de contaminación ambiental al disminuir el consumo de combustión de los motores.
3. El uso de "pistas exclusivas", si no se tiene mucho cuidado en el diseño, puede contribuir a maltratar el medio ambiente, en comparación con los diseños tradicionales de las alamedas.
4. El uso de "pistas exclusivas" encuentra sus principales justificativos económicos el aumento de la velocidad del transporte público al superar situaciones de congestión vehicular en arterias de los distritos comerciales centrales (DCC); pero también encuentra justificación cuando el proyecto se localiza sobre arterias externas al DCC, que tienen altos niveles de congestión especialmente núcleos urbanos con alta densidad de actividades económicas; y cuando no hay posibilidades de derivar el tráfico hacia otras arterias o de ampliar los "cuellos de botella".

Las mejoras, por habilitar paraderos, semaforizar intersecciones, reparar pavimentos y mejorar la seguridad vial, que significan beneficios para la comunidad, no pueden contabilizarse necesariamente como beneficios de

un proyecto de pistas exclusivas en Lima, en razón que (con o sin pistas exclusivas), son obras que se requieren realizar necesariamente.

5. No todas las arterias principales de una ciudad, tienen el sistema de transportes públicos con problemas que justifiquen la implantación del sistema de pistas exclusivas para buses.

La posibilidad de destinar fácilmente, pistas al uso exclusivo del transporte público, en razón principalmente de la amplitud de la arteria, no es justificación suficiente.

6. Cuando es posible encontrar arterias con capacidad potencial mayor que la necesaria, para cubrir las necesidades del tráfico actual y proyectado a un plazo necesario, es importante aprovechar los espacios excedentes diseñando elementos urbanísticos que mejoren la calidad del medio ambiente y la perspectiva urbana. También, en los casos en que se justifica la implantación de "pistas exclusivas", el diseño debe proveer soluciones ambientales que contrarresten el deterioro que podría causar la solución vial.

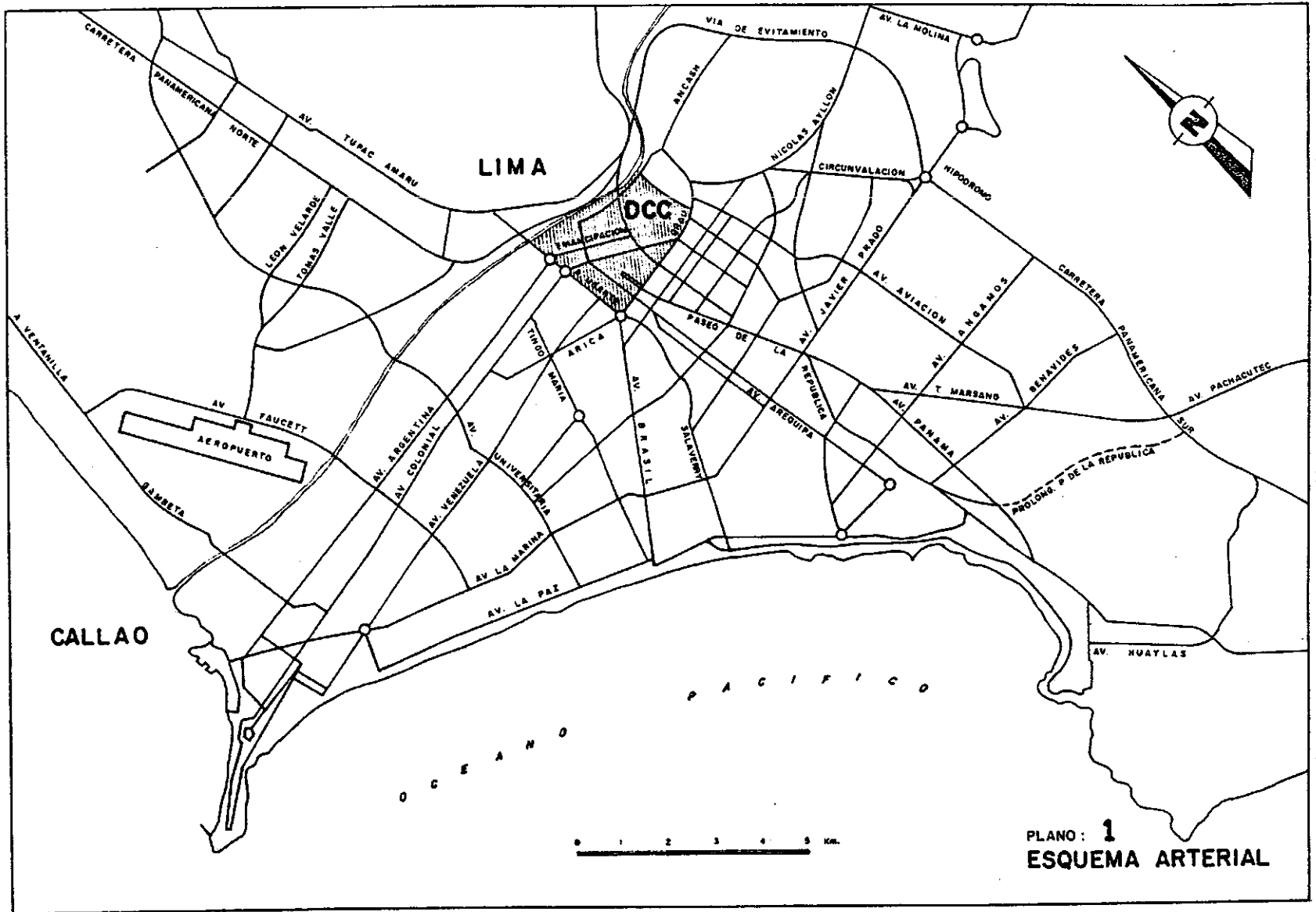
7. En la evaluación de las pistas exclusivas de las Avenidas Brasil y Marsano, los resultados preliminares con alguna mejora en el caso de los micros de la Av. Brasil, muestran una disminución de las velocidades operativas del tráfico, en su conjunto, que estaría llevando a pérdidas económicas.

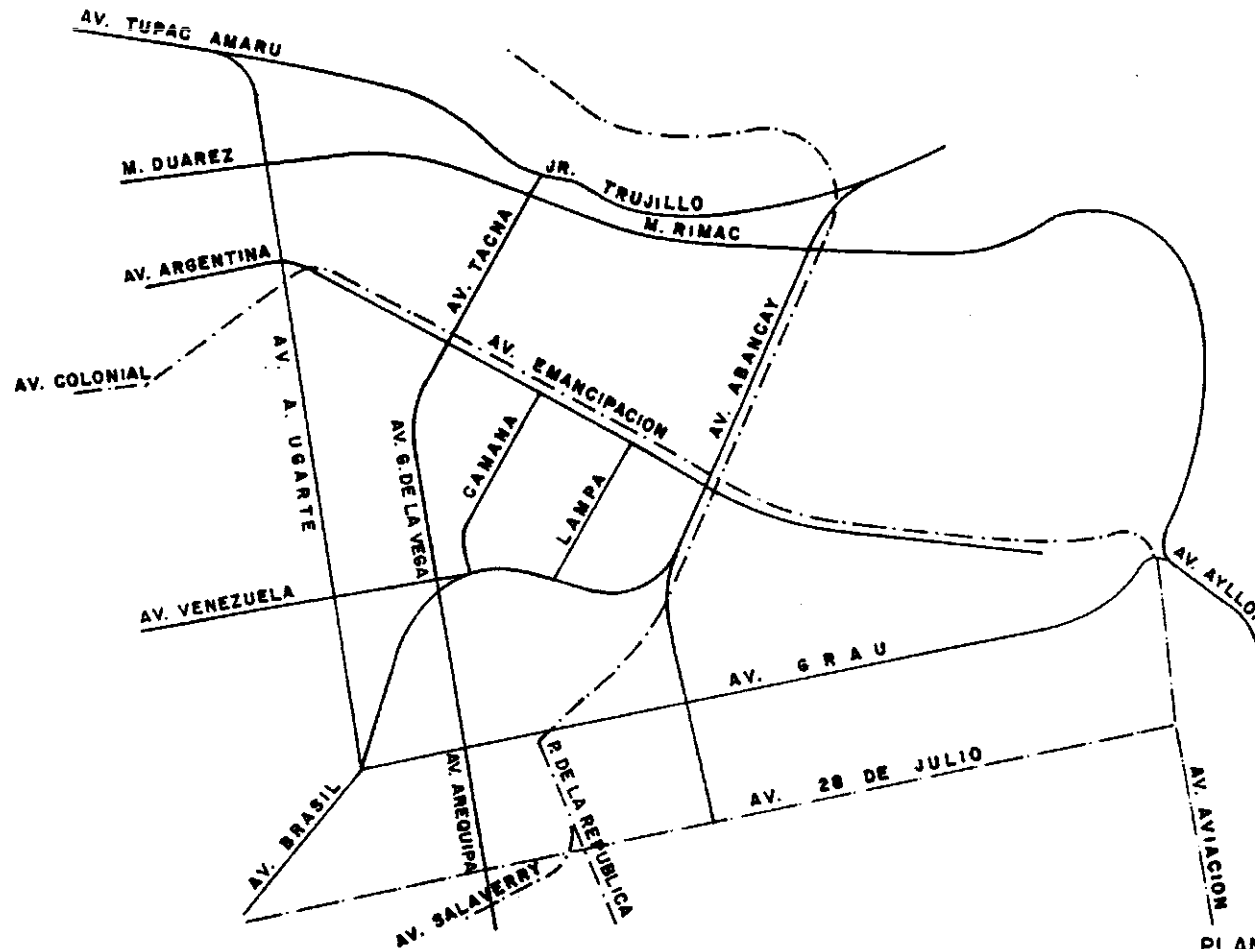
8. En el caso del proyecto de pistas exclusivas, de la Av. A. Ugarte, si bien aún están ejecutándose las obras, se debe esperar buenos resultados, porque el proyecto está ampliando la capacidad vial y creando mayores posibilidades para superar una situación de congestionamiento crónico del tráfico.

Notas

- 1/ Instituto de Ingenieros de Transporte de los Estados Unidos.
- 2/ INVERMET, Entidad municipal a cargo del programa.
- 3/ Revista INFORTEC (Organo oficial de INVERMET) Año 1 No. 2.

A N E X O I





CLAVE:

- BUS-DUCTOS
- - - METRO

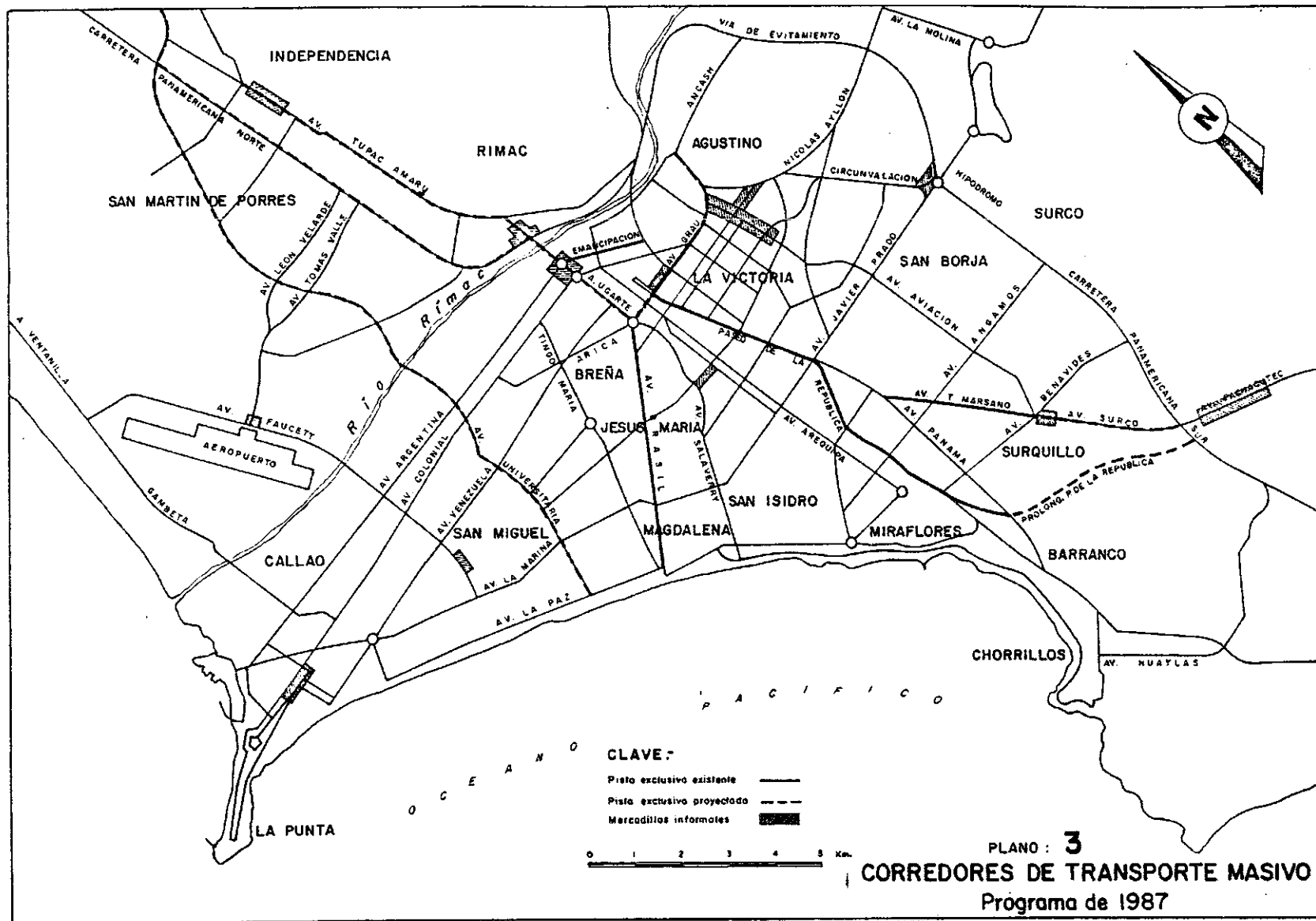
FUENTE:

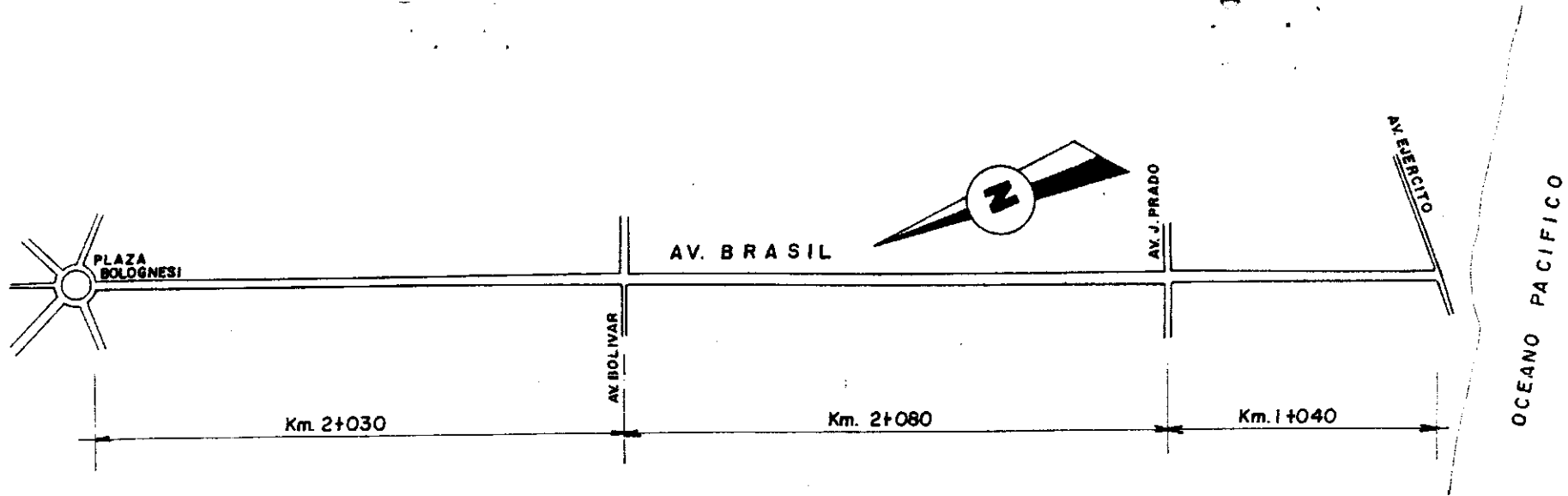
Revista Universidad de Medellin
Marzo 1978

PLANO: **2**

BUS-DUCTO EN AREA CENTRAL
Programa de 1977

Esc. 1/20,000



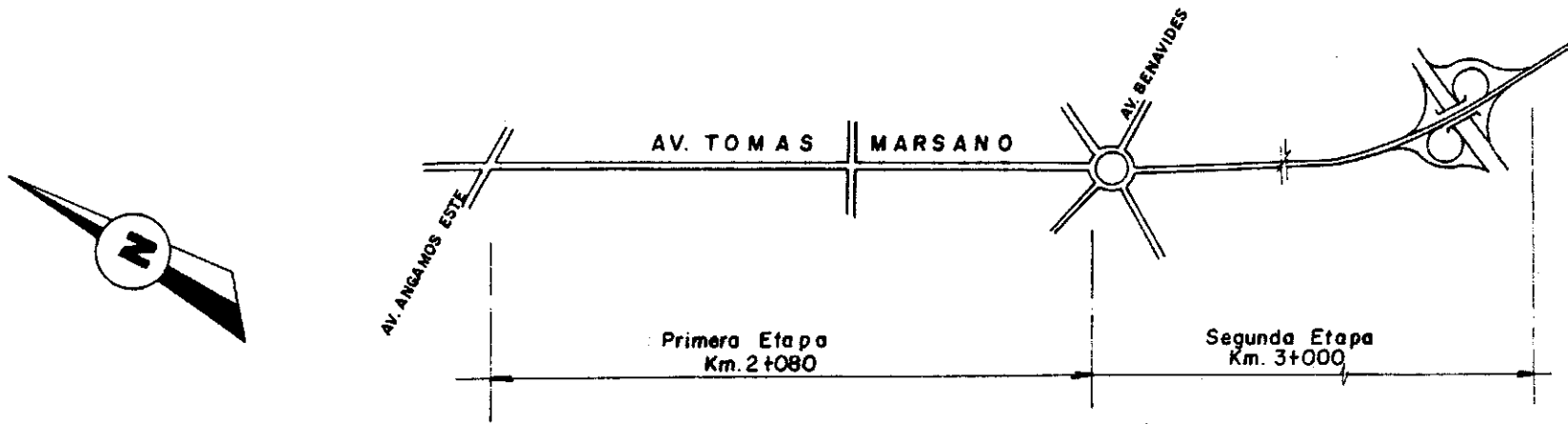


Km. 2+030

Km. 2+080

Km. 1+040

OCEANO PACIFICO



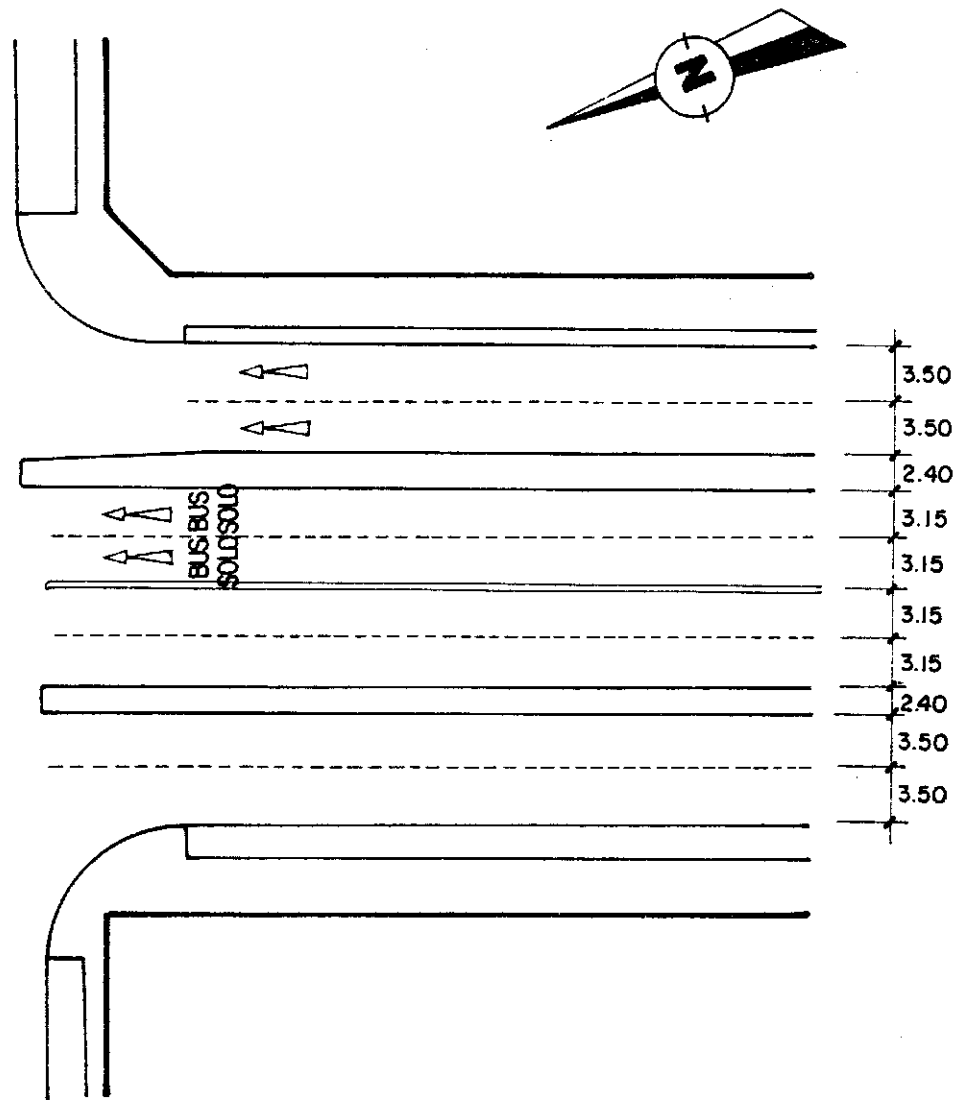
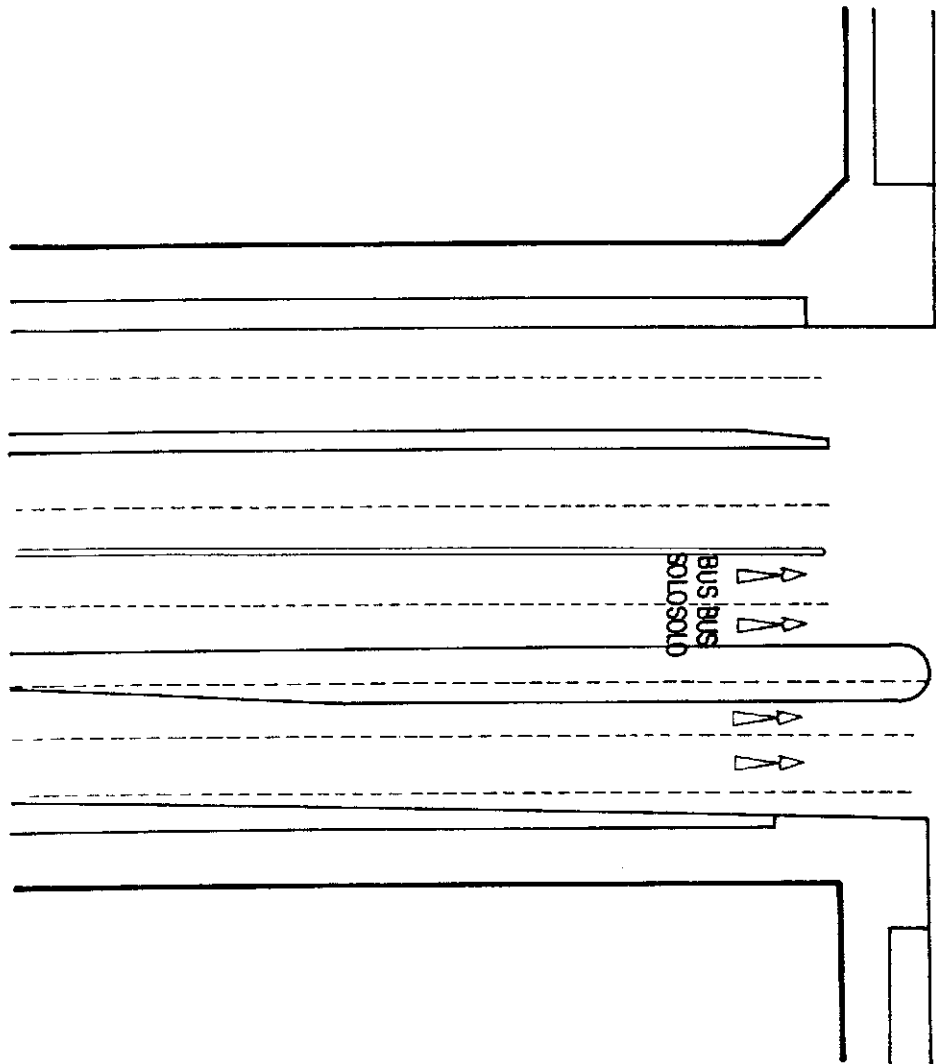
Primera Etapa
Km. 2+080

Segunda Etapa
Km. 3+000

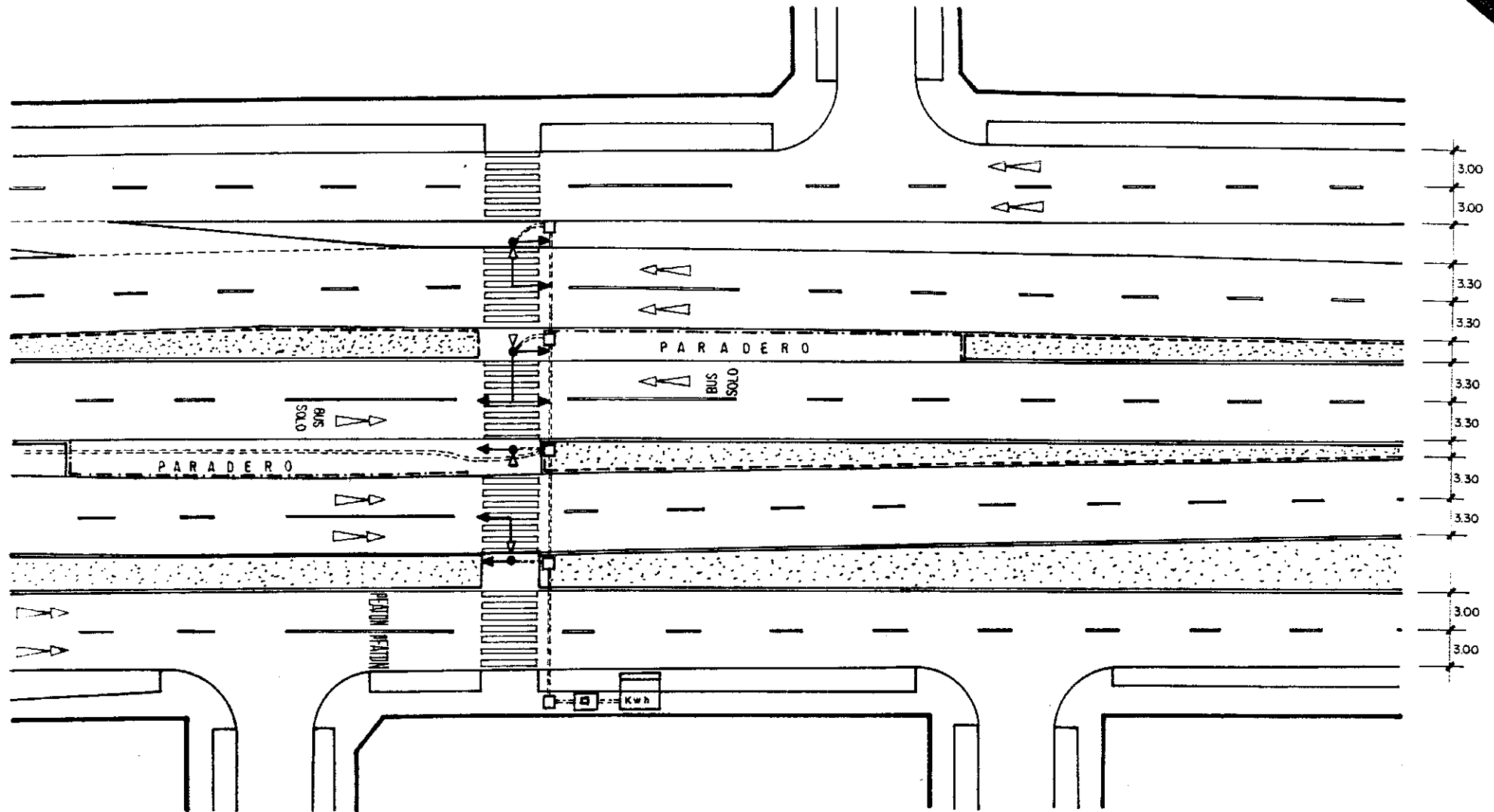
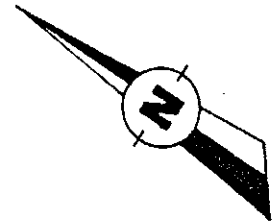
ESCALA 1:25,000

PLANO : 4

AV. BRASIL Y AV. MARSANO
Esquema General



PLANO: **5**
AV. BRASIL
 DETALLE DE PLANTA
 Esc. 1/500



PLANO : **6**
AV. TOMAS MARSANO
DETALLE DE PLANTA
Esc 1/500

ANEXO II

TABLE IV.2. Rapid Rail Transit (Example A)

1. Type of system: Rapid rail transit, double track, underground.	
2. Route length	25 km
3. Spacing of stops/stations	1 km
4. Operating hours/day	18
5. Operating days/year	350
6. Average trip	6 km
7. Journey speed	30 kph
8. Length of Peak Period	3 hrs

Demand

9. Passengers, average working day	1,000,000	
	<u>Peak</u>	<u>Off-Peak</u>
10. Average hourly boardings, both directions (peak 12% of daily)	120,000	43,000
11. Heaviest flow in one direction (i.e., on busiest section)	54,000	27,000

Vehicle Requirements

12. Hourly capacity assuming 90% loading	60,000	30,000
13. Headway seconds	120	240
14. Frequency: trains per hour	30	15
15. Capacity per train	2000	2000
16. Capacity per car	335	335
17. Cars per train	6	6
18. Cars per hour	180	90
19. Round trip (50 km) time including stopover time of 15 mins	2 hours	2 hours
20. Fleet size, assuming 90% availability		400 cars
21. Car-km day	95,000	
22. Train operating hours per day		630
23. Car-hrs per day		3780

Costs (US \$ million)

24. Total capital costs	US\$3025 m
25. Annualized capital costs	190 m
26. Annual operating costs (excluding depreciation and interest)	<u>63.4m</u>
27. Annual total costs	US\$253.4m
28. Annual passenger-km	2100 million
29. Cost per passenger-km	<u>US\$0.12</u>
30. With capital cost overrun of 30% and patronage shortfall of 30%, cost/passenger-km = <u>\$0.21</u>	

TABLE IV.1. Calculation Sheet: RRT Example (A)

(These calculations are based on the RRT system of Annex IV.(A)).

Lines 1 to 6, 8, 9, 11: Based on typical characteristics of various existing systems

Line 7 Journey speed assumed to be 30 Kph

- 10 Daily boardings: system as a whole - passenger trips
 Total = 1,000,000 (assumed)
 (peak) 3 hrs x 120,000 = 360,000 (assumed)
 (off peak) 15 hrs x 42,666 = 640,000 (balance)
- 11 Heaviest flow: assumption based on survey of typical systems;
 usually occurs over the busiest downtown section of the system.
- 12 $34,000 \times \frac{100}{90} = 60,000$
- 14 $\frac{60}{170} \times 60 = 30$; $\frac{60}{240} \times 60 = 15$
- 15 Hourly capacity (60,000) \div frequency (30) = train capacity (2,000)
- 16 Car capacity assumption based on surveys (rounded for convenience)
- 17 Cars per train (6) = train capacity (2000) \div car capacity (335)
- 18 Cars per hr (180) = number of trains per hr (30) x cars per train (6)
- 19 Round trip time = 30 km \div 30 Kph = 1.67 hrs + 15 mins (.25) stop-over
 = approx 2 hrs
- 20 Fleet size, based on vehicles required to meet heaviest flow (180 cars/hr)
 assumed to be sustained for at least as long as the round trip time (2.00 hrs),
 i.e., 180 x 2.00 = 360.
 To provide for maintenance and repairs, assume availability of 90%, then fleet
 size required 400 cars.
- 21 Car-kilometers per day
 (peak) 180 cars per hour for 3 hours = 540 x 50 km each = 27,000
 (off peak) 90 cars per hour for 15 hours = 1,350 x 50 km each = 67,500
 94,500
- 22 Train operating hours per day
 (peak) 30 trains per hr for 3 hrs = 90 train trips/day
 (off peak) 15 trains per hr for 15 hrs = 225 train trips/day
 Total = 315
 at 2.00 hrs per trip; 315 x 2.00 = 630 hrs
- 23 Car operating hours per day 630 x 6 = 3780

Line:24 Total capital costs (US\$million)

<u>Element</u>	<u>Unit Cost</u>	<u>Cost</u>	<u>Life</u>	<u>Annual Cost</u>
Tunnel (25 km)	80 km	2,000	100	120.00
Track (25 km)	1.5/km	37.5	30	2.70
Signals (25km)	3.0/km	75	25	5.90
Power (25 km)	1.5/km	37.5	30	2.70
Station/stops (25)	15.0 ea	375	100	22.50
Yards (2)	25.0 ea	50	40	3.30
Workshops (1)	50 ea	50	40	3.30
Rolling stock (400)	1.0 ea	400	30	<u>29.25</u>
Total		<u>US\$3,025m</u>		<u>190</u>

- 25 Annualized capital cost; 6% interest and loan repayment over lifetime of
 element. Last column line 24 above: US\$190 m
- 26 Annual operating costs: (unit costs from Annex IV. Table 1 (US\$))
 Daily distance cost: car-km x 1.20 = 95,000 x 1.20 = 114,000
 Daily time cost: car-hour x 12.50 = 3,780 x 12.50 = 47,250
 Daily route cost: route km x 800 = 25 x 800 = 20,000
 181,250 per day
 x 350 = 63.4 million p.a.
- 27 Total annual cost 190 + 63.4 = 253.4 m
- 28 Annual passenger km 1,000,000 x 6 km x 350 days = 2,100 million
- 29 Cost per passenger-kilometer 253.4 m \div 2100 m = 0.12
- 30 Annual capital cost 190 x 1.3 = 247 plus operating cost 63.4 = 310.4 = 0.21
 Annual passenger-km 2100 x 0.7 1470

TABLE IV. 6. Busway Transit (Example C)

1. Type of system: exclusive busways: double lanes, 75% of route grade-separated, priority at intersections		
2. Route length	25 km	
3. Spacing of stops/stations	500 m	
4. Operating hours/day	18	
5. Operating days/year	350	
6. Average trip	6 km	
7. Journey speed	18 kph	
8. Length of Peak Period	3 hrs	
<u>Demand</u>		
9. Passengers, average working day		500,000
	<u>Peak</u>	<u>Off-Peak</u>
10. Average hourly boardings, both directions (peak 12% of daily)	60,000	21,000
11. Heaviest flow in one direction (i.e., on busiest section)	24,000	12,000
<u>Vehicle Requirements</u>		
12. Hourly capacity assuming 90% loading	27,000	13,000
13. Headway seconds	16	32
14. Frequency: buses per hour	225	113
15. Capacity per train	—	—
16. Capacity per bus	120	120
17. Cars per train	—	—
18. Buses per hour	225	113
19. Round trip (50 km) time including stopover time of 15 mins	3 hours	3 hours
20. Fleet size, assuming 85% availability		800
21. Bus-km per day	118,500	
22. Train operating hours per day	—	
23. Bus-hrs per day	7,110	
<u>Costs (US \$ million)</u>		
24. Total capital costs	US\$187.5 m	
25. Annualized capital costs		15.37 m
26. Annual operating costs (excluding depreciation and interest)		<u>44.5 m</u>
27. Annual total costs		US\$60.00 m
28. Annual passenger-km		1050 million
29. Cost per passenger-km		<u>US\$0.06</u>
30. With capital cost overrun of 30% and patronage shortfall of 30%, cost/passenger-km = <u>\$0.09</u>		

TABLE IV. 7. Calculation Sheet: Busway Example (C)

(These calculations are based on the Busway in Annex IV.(C)).

Lines 1 to 6, 8, 9, 13: Based on typical characteristics of various existing systems

Line 7 Journey speeds from Annex II. Table 5 lower end of range

- 10 Daily boardings: system as a whole - passenger trips
 Total = 500,000 (assumed)
 (peak) 3 hrs x 60,000 = 180,000 (assumed)
 (off peak) 15 hrs x 21,333 = 320,000 (balance)
- 11 Heaviest flow: assumption based on survey of typical systems; usually occurs over the busiest downtown section of the system.
- 12 $24,000 \times \frac{100}{90} = 27,000$
- 14 $\frac{60}{16} \times 60 = 225$; $\frac{60}{32} \times 60 = 113$
- 15 (not applicable)
- 16 Bus capacity assumption based on surveys (rounded for convenience), i.e.
 $27,000 \div 225 = 120$
- 17 (not applicable)
- 19 Round trip time = 50 km \div 18 Kph = 2.77 hrs + 15 mins (.25) stop-over
 = approx 3 hrs
- 20 Fleet size, based on vehicles required to meet heaviest flow (225 buses/hr) assumed to be sustained for at least as long as the round trip time (3.00 hrs), i.e., 225 x 3.00 = 675.

 To provide for maintenance and repairs, assume availability of 85%, then fleet size required approximately 800 cars.
- 21 Bus-kilometers per day
 (peak) 225 buses per hour for 3 hours = 675 x 50 km each = 33,750
 (off peak) 113 buses per hour for 15 hours = 1,695 x 50 km each = 84,750
 118,500
- 22 (not applicable)
- 23 Bus operating hours per day
 (peak) 225 buses per hr for 3 hrs = 675 round trips/day
 (off peak) 113 buses per hr for 15 hrs = 1,695 round trips/day
 Total = 2,370
 at 3.00 hrs per trip: 2,370 x 3.00 = 7,110 hrs
- 24 Total capital costs (US\$million)

Element	Unit Cost	Cost	Life	Annual Cost
Segregated roadway (25 km)	3.0 km	75	40	5.0
Stops (50)	0.05 ea	2.5	40	0.16
Yards (2)	5.0 ea	10	40	0.66
Workshops (1)	20 ea	20	40	1.32
Buses (800)	0.1 ea	80	15	8.24
Total		US\$187.5m		15.37

Line:25 Annualized capital cost; 6% interest and loan repayment over lifetime of element. Last column line 24 above: 15.37 m

- 26 Annual operating costs: (unit costs from Annex IV. Table 1 (US\$))
 Daily distance cost: car-km x 0.35 = 118,500 x 0.35 = 41,500
 Daily time cost: car-hour x 12.00 = 7,087 x 12.00 = 85,000
 Daily route cost: route km x 20 = 25 x 20 = 500
 127,000 p day
 x 350 = 44.5 million p.a.
- 27 Total annual cost 15.37 m + 44.5 m = 60 m
- 28 Annual passenger km 500,000 x 6 km x 350 days = 1050 million
- 29 Cost per passenger-kilometer $60 \text{ m} \div 1050 \text{ million} = 0.06$
- 30 Annual capital cost 15.37 x 1.3 = 20.0 plus operating cost 44.5 = 64.5
 Annual passenger-km 1050 x 0.7 = 735
 $\frac{64.5}{735} = 0.09$

A N E X O III

El caso de la Av. Arequipa

Para fines de analizar los proyectos ejecutados de pistas exclusivas en las Avs. Brasil y Marsano, desde diversos ángulos, se presenta el caso de una de las pocas avenidas, todavía atractivas de Lima, la Av. Arequipa, que similarmente a los otros casos, constituye una vía arterial radial, en este caso de 6 kms. de longitud.

La Av. Arequipa fue construida en 1930, con un clásico perfil paisajista, que afortunadamente aún mantiene y se localiza en el corredor Lima - Miraflores de mayor densidad de desarrollo urbano de toda el área metropolitana.

La avenida de 35 mts. entre frentes de propiedades, tiene dos calzadas vehiculares de 5.70 mts. de ancho cada una y un jardín central arborizado de 12 mts. de ancho prácticamente cada 100 mts., todas las calles que acceden a ella, 14 de los 50 cruces, están mal semaforizados o controlados por policías. Los paraderos de buses del transporte público se ubican en las esquinas cada 300 mts. y los servicios de pequeños camiones pasan en cualquier parte.

Esta avenida, a pesar de todo su valor urbano, está bastante descuidada, incluso tiene los pavimentos y veredas sumamente deteriorados, que introducen inseguridad al tráfico y disminuyen la capacidad de las calzadas vehiculares.

Aún y pese a esas circunstancias, la avenida es utilizada con unademanda mixta alta, casi todas las horas del día, de manera que la hora punta apenas representa el 7.2% del IMD.

En la hora y dirección más cargada lleva 1,415 vehículos de los cuales 40 son buses y 200 camionetas pequeñas de transporte público. En conjunto movilizan en esa hora 4,000 pasajeros/hora, el 70% en transporte público.

Las velocidades promedio de los vehículos es de 17.6 kph para los buses, 20.1 kph para las camionetas y de 23.3 para los automóviles; que resultan bastante similares a las de la Av. Brasil recién implantada con pistas exclusivas y otros equipamientos.

Durante la hora punta, sensiblemente se presentan condiciones operativas de saturación vial; pero que podrían ser fácilmente mejoradas si se adoptaran medidas de organización y manejo eficiente del tráfico.

El reemplazo de los vehículos de transporte pequeños por buses, incrementaría en gran proporción los índices de oferta del transporte actual y aún podría pensarse en otras medidas adicionales para disminuir el tráfico privado en beneficio del transporte público con rendimientos aún mayores.

Lo importante de este ejemplo, es que se muestra la posibilidad que tiene el ingeniero de transportes de incrementar la eficiencia y capacidad del transporte público, sin necesidad de dañar el ambiente urbano.