

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE INGENIERÍA – MENCIÓN TRANSPORTE



**METODOLOGÍA PARA CUANTIFICAR ACCESIBILIDAD Y CONVENIENCIA DE
UN SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO DE PASAJEROS: APLICACIÓN
AL CASO DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA**

Autor: Ing. Claudio Falavigna

Director: Prof. MSc. Ing. Marcelo Herz

CIUDAD DE CÓRDOBA - ARGENTINA

NOVIEMBRE 2009

Agradecimientos

Quisiera agradecer a la Universidad Nacional de Córdoba y en particular al Centro de Estudios del Transporte (CETTRAN) y al Instituto Superior de Ingeniería de Transporte (ISIT) que me han brindado la posibilidad de iniciarme profesional y académicamente en la ingeniería de transporte. A la Secretaría de Ciencia y Técnica (SeCyT) por la beca de estudio sin la cual esto no hubiera sido posible.

A Marcelo Herz y a Jorge Galarraga por la oportunidad, confianza y la intensa motivación ofrecida durante todo el curso.

A mis colegas del CETTRAN, en particular a Mirta Rautenberg por el apoyo y comprensión.

Al Programa de Ingeniería de Transporte de la UFRJ, en particular al profesor Carlos David Nassi por la orientación y ayuda durante mi estadía en Brasil y al profesor Licinio Da Silva Portugal por su predisposición para formar parte del tribunal evaluador.

A mis compañeros, en especial a Alicia Riera con quien compartí mucho esfuerzo y tiempo a lo largo de todo el curso.

A mis padres, Ana María y Gustavo por inculcarme ese “...estudie, que para eso hay...”, siempre con apoyo incondicional e incentivo.

A vos, Ma. Virginia por entenderme a cada instante, por toda esa fuerza y amor que hacen del tiempo vida.

Resumen

Uno de los principales problemas urbanos que presentan las grandes ciudades es el constante incremento de las tasas de motorización y la disminución del porcentaje de viajes realizados en medios masivos. Esta situación es particularmente notoria en los países en desarrollo donde existe una mayor proporción de usuarios cautivos. El presente trabajo desarrolla una metodología que permite cuantificar accesibilidad y conveniencia en líneas de ómnibus considerando las expectativas de calidad de los posibles segmentos de usuarios y las características de uso de suelo de los sectores atendidos. El objeto es obtener indicadores relativos que permitan comparar y seleccionar servicios de ómnibus, cuantificando la calidad de servicio y la sustentabilidad de cada línea, en la etapa de planificación previa a la implementación de los mismos.

Los datos para el desarrollo de la metodología fueron obtenidos a partir de encuestas a usuarios de servicios ómnibus de la Ciudad de Córdoba.

Abstract

One of the main urban problems that have large cities is the steady increase in motorization rates and decreased the percentage of trips in mass transit. This is particularly noticeable in developing countries where higher proportions of captive users are. This research develops a methodology to quantify accessibility and convenience of bus lines taking into consideration the quality expectations of the potential segments and land use characteristics of the sectors covered. The object is to get indicators for comparing and selecting bus services, quantifying service quality and sustainability of each line in the planning stage prior to implementing them.

The data for developing the methodology were obtained from user surveys of bus services in the City of Cordoba.

Capítulo 1 Introducción	1
1.1 Interpretación del problema.	1
1.2 Objetivos.	2
1.3 Estructura del trabajo.	3
Capítulo 2 Marco Teórico: Evaluación de Desempeño en Transporte Público 5	
2.1. Servicios de transporte público urbano de pasajeros	5
2.1.1. Características.	5
2.1.2. Actores de los Sistemas de Transporte Público Urbano	6
2.1.3. Interrelaciones entre actores del sistema	8
2.2. Conceptos de Diseño de Trazado de Servicios de Ómnibus.	11
2.3. Modelos de desempeño de sistemas de transporte.	15
2.3.1. Manheim (1979).	15
2.3.2. Fielding (1978)	18
2.4. Evaluación de desempeño en transportes.	19
2.4.1. Breve reseña de la evolución del concepto de desempeño.	19
2.4.2. Conceptos de eficiencia, eficacia y desempeño.	20
2.4.3. Conceptos de atributo, indicador y medida.	22
2.4.4. Indicadores y Medidas de Eficiencia.	23
2.5. Evaluación de desempeño en servicios de transporte con un enfoque de mercado.	26
2.5.1. Concepto de Segmento de Mercado.	26
2.5.2. Conceptos de percepción, calidad y satisfacción.	27
2.6. Aplicaciones de índices de calidad para control	31
2.6.1. Empresa Municipal Transporte Urbano (EMTU) de San Pablo.	32
2.6.2. Casos de Argentina.	33
2.7. Metodologías para evaluar Accesibilidad y Conveniencia	40
2.7.1. Conceptos de Accesibilidad y Conveniencia.	40
2.7.2. Metodología del Transit Capacity and Quality Service Manual (TRB, 2003).	42
2.7.3. Metodología Local Index of Transit Availability (LITA)(Rood, 1998).	48
2.7.4. Metodología para evaluar desempeño de servicios de transporte con un enfoque desde el punto de vista del usuario. Santana Filho (1984)	50
2.7.5. Metodología para evaluar desempeño de sistemas de transporte con enfoque centrado en la eficacia utilizando técnica de Lógica Difusa. Souza (2001)	54
2.8. Influencia de la Percepción de los usuarios.	55

2.8.1. Caso del Tiempo de Espera Percibido vs Tiempo de Espera Real.	55
2.9. Discusión.	61
<i>Capítulo 3 Marco contextual del Transporte público de Córdoba</i>	65
3.1 Contexto urbano de la Ciudad de Córdoba	65
3.2 Caracterización de la Oferta de Transporte Público	69
3.2.1 Red de Servicios.	69
3.2.2 Datos estadísticos del sistema	70
3.2.3 Frecuencias de servicio	72
3.2.4 Velocidad comercial	72
3.2.5 Servicios de transporte público diferencial urbano	72
3.3 Caracterización de la demanda	73
3.3.1 Antecedentes de encuestas Origen -Destino	73
3.3.2 Evolución de la movilidad urbana de Córdoba	74
3.3.3 Variables socioeconómicas de la demanda.	76
3.3.4 Variables espaciales de la demanda	82
3.4 Discusión.	85
<i>Capítulo 4 Desarrollo de la Metodología</i>	86
4.1. Consideraciones iniciales.	86
4.2. Selección de indicadores	86
4.3. Zonificación por segmentos de mercado	90
4.4. Encuestas a usuarios.	94
4.5. Análisis de resultados de las encuestas	107
4.5.1. Resultados generales.	108
4.5.1. Ponderación.	114
4.6. Formulación del Indicador de Accesibilidad y Conveniencia (IAC).	121
4.6.1. Escalas de niveles de servicio (NSi).	123
4.6.2. Coeficientes de ponderación (Pgi)	132
4.7. Diagrama de flujo de la metodología.	133
<i>Capítulo 5 Aplicación a casos de la ciudad de Córdoba</i>	138
5.1. Consideraciones iniciales.	138
5.2. Ejemplos de aplicación basados en líneas actualmente en servicio	138
5.3. Análisis de resultados	155
5.4. Análisis de sensibilidad a partir de modificaciones en los ejemplos.	158

<i>Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones</i>	<i>166</i>
6.1 Consideraciones iniciales.	166
6.2 Conclusiones referidas al Indicador de Accesibilidad y Conveniencia (IAC).	166
6.3 Conclusiones referidas a las características del sistema de transporte público de Córdoba.	168
6.4 Recomendaciones.	169
<i>Referencias</i>	<i>171</i>
<i>Anexos</i>	<i>177</i>

Índice de Tablas

Tabla 1. Indicadores de Desempeño	25
Tabla 2. Pesos relativos. Metodología de control CNRT.	37
Tabla 3. Valores de Ponderación. Metodología CNRT.	39
Tabla 4. Nivel de Servicio variable Intervalo. TCQSM	44
Tabla 5. Nivel de Servicio. Variable Horas de servicio/día. TCQSM	45
Tabla 6. Nivel de Servicio. Variable Área Cobertura. TCQSM.	46
Tabla 7. Nivel de Servicio. Variable Pas/m2. TCQSM	46
Tabla 8. Nivel de Servicio. Variable Coeficiente Variación Intervalos. TCQSM	47
Tabla 9. Nivel de Servicio. Variable TViaje Bus-Auto. TCQSM	48
Tabla 10. Atributos. Santana Filho 1984	51
Tabla 11. Preguntas utilizadas en entrevista. Santana Filho, 1984	53
Tabla 12. Atributos de un Sistema Transporte por Ómnibus. Souza, 2001	54
Tabla 13. Datos de operación del Transporte Público de Pasajeros de la ciudad de Córdoba.	71
Tabla 14. Resumen de Tasas de Movilidad obtenidas en las distintas EOD.	75
Tabla 15. Resumen de Viajes por Modo para cada EOD.	75
Tabla 16. Velocidades de operación promedio y longitud de recorrido. Isocronas 20 y 35 minutos.	84
Tabla 17: Asignación de Valores Cualitativos en función de los Indicadores socioeconómicos.	91
Tabla 18. Segmentos de Mercado por rangos socioeconómicos.	91
Tabla 19. Definición de los Segmentos de Mercados	93
Tabla 20 Variables a relevar.	96
Tabla 21. Segmentación de las personas encuestadas.	97
Tabla 22 Escala de Likert para relevar calificaciones cualitativas.	98
Tabla 23. Escala de Orden (Ranking) para relevar valoraciones de importancia.	98
Tabla 24. Encuesta a usuarios de servicios de ómnibus.	101
Tabla 25. Distribución Modal, según disposición de vehículo en el hogar. EOD2000	102
Tabla 26. Proporción de viajes en transporte público según disposición de automóvil en el hogar.	103
Tabla 27. Estimación del tamaño muestral.	104
Tabla 28. Media y Desviación estándar: Cuadras Caminadas.	110
Tabla 29. Cuadras Caminadas según Nivel Socioeconómico.	111
Tabla 30. Media y Desviación estándar: Tiempo de Espera Percibido.	112
Tabla 31. Posición de Viaje declarada, según Longitud (Tiempo) del Viaje realizado.	114
Tabla 32. Síntesis de resultados por línea.	124
Tabla 33. Síntesis de resultados en líneas combinadas.	124
Tabla 34. Tasa de Pasajeros/Asiento según distancia al Área Central.	130
Tabla 35. Calificación media según cantidad de cuadras caminadas.	131

Tabla 36. Cuadras caminadas estimadas según nivel socioeconómico de los usuarios.	132
Tabla 37. Promedios de valoraciones de importancia relativa según segmentos de mercado.	132
Tabla 38. Coeficientes de Ponderación por segmento de mercado (Pgi).	133
Tabla 39. Ecuaciones de la metodología propuesta.	135
Tabla 40. Características operativas de los servicios N1 y N5.	142
Tabla 41. Características operativas de los servicios C y C4.	143
Tabla 42. Características operativas de los servicios N4 y A6.	143
Tabla 43. Características operativas de los servicios A4 y A6.	144
Tabla 44. Valores de Niveles de Servicio. Líneas N1 y N5.	149
Tabla 45. Valores de Niveles de Servicio. Líneas C y C4.	149
Tabla 46. Valores de Niveles de Servicio. Líneas N4 y A6.	150
Tabla 47. Valores de Niveles de Servicio. Líneas A4 y A6.	150
Tabla 47. Factores de ponderación y IAC_{GU} para cada segmento. Líneas N1 y N5.	151
Tabla 48. Factores de ponderación y IAC_{GU} para cada segmento. Líneas C y C4.	151
Tabla 49. Factores de ponderación y cálculo del IAC_{GU} para cada segmento. Líneas N4 y A6.	151
Tabla 50. Factores de ponderación y IAC_{GU} para cada segmento. Líneas A6 y A4.	151
Tabla 51. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea N1.	152
Tabla 52. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea N5.	152
Tabla 53. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea C.	153
Tabla 54. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea C4.	153
Tabla 55. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea N4.	154
Tabla 56. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea A6.	154
Tabla 57. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea A4.	155
Tabla 58. Valores de IPK y IAC_{CORR}	157
Tabla 59. Estadísticos descriptivos de la Regresión.	158
Tablas 60 - 63. Resumen de resultados para calcular el IAC para Líneas N1 y N5. Tramo 2.	160
Tabla 64. Valores de IAC_{CORR} para variaciones del Intervalo. Línea N5	162
Tabla 65. Valores de IAC_{CORR} para variaciones del Tiempo de Viaje. Línea N5	162
Tabla 66. Valores de IAC_{CORR} para variaciones de la Densidad Media de Población. Línea A6	164
Tabla 67. Valores de IAC_{CORR} para variaciones de la Longitud de Recorrido en zonas poco densas (50[hab/hect]). Línea A6.	164
Tabla 68. Valores de IAC_{CORR} para variaciones de la Longitud de Recorrido en zonas de alta densidad (80[hab/hect]). Línea A6.	165

Índice de Figuras

Figura 1. Interrelaciones existentes entre los diferentes actores del sistema.	11
Figura 2. Esquema conceptual. Desempeño de sistemas de transporte. Maheim, 1979.	17
Figura 3. Esquema Conceptual de Desempeño. Fielding, 1983.	19
Figura 4. Esquema de Calidad de Servicio en sistemas de transporte público	28
Figura 5. Diagramas Satisfacción – Importancia.	30
Figura 6. Esquema conceptual sobre percepción en tiempos de espera y caminata.	56
Figura 7. Tiempo de Espera Medio vs Intervalo programado en servicios con horarios.	57
Figura 8. Variación del Tiempo de Espera Real en función del valor del coeficiente CV	58
Figura 9. Modelos de Percepción de Daskalakis-Stathopoulos (2008)	60
Figura 10. Diagrama conceptual.	64
Figura 11. Variación Porcentual de la Densidad por Barrios (Censos 1991 y 2001)	69
Figura 12. Red de servicios de Transporte Público de Pasajeros.	71
Figura 13 y 14 Zonas de Transporte EOD Córdoba.	74
Figura 15. Distribución ingreso. Curva Lorenz para Argentina.	77
Figura 16. Distribución de frecuencias. Indicador: [Vehículos patentados entre 1995-2004/Hogar]	78
Figura 17. Distribución por barrios. Indicador: [Vehículos patentados entre 1995-2004/Hogar]	79
Figura 18. Distribución de frecuencias. Indicador: [Porcentaje de Hogares con NBI]	80
Figura 19. Distribución por barrios. Indicador: [Porcentaje de Hogares con NBI]	81
Figura 20. Distribución de frecuencias. Indicador: [Densidad de Habitantes por Barrio]	81
Figura 21. Distribución por barrios. Indicador: [Densidad de Habitantes por Barrio]	82
Figura 22. Isocronas para el servicio de transporte urbano.	84
Figura 23. Zonificación propuesta y barrios identificados por Segmentos de Mercado.	92
Figura 24. Zonas de Transporte asociadas a un Segmento de Mercado	93
Figura 25. Distribución de usuarios según segmentos socioeconómicos.	108
Figura 26. Distribución de usuarios según frecuencia de uso del servicio.	109
Figura 27. Disponibilidad de servicios.	109
Figura 28. Histograma de Frecuencias. Cuadras Caminadas en Barrio.	110
Figura 29. Histograma de Frecuencias. Cuadras Caminadas en Área Central.	111
Figura 30. Histograma de Frecuencias. Tiempo de Espera Percibido.	112
Figura 31. Posición de viaje.	113
Figura 32. Importancia relativa de las variables.	115
Figura 33. Importancia relativa de las variables relacionadas con la operación del servicio.	115
Figura 34. Diagrama Insatisfacción-Importancia.	116
Figura 35. Diagrama Insatisfacción-Importancia. Casos con distinto Tiempo de Espera.	117
Figura 36. Diagrama Insatisfacción-Importancia. Casos con distinta cantidad de Cuadras Caminadas.	118

Figura 37. Diagrama Insatisfacción-Importancia. Resultados pertenecientes Corredores A y E.	118
Figura 38. Variación de Calificación e Importancia respecto a la longitud de caminata.	120
Figura 39. Variación de Calificación e Importancia respecto al tiempo de espera.	120
Figura 40. Variación de Calificación e Importancia respecto al tiempo de viaje.	120
Figura 41. Variación de Calificación e Importancia respecto a la comodidad.	120
Figura 42. Valoración de Importancia según grupos de usuarios con distinto nivel socioeconómico.	121
Figura 43. Relación entre Tiempo de Espera Real estimado y Tiempo Espera Percibido.	125
Figura 44. Relación entre tiempo de espera percibido y tiempo de espera real.	126
Figura 45. Modelo propuesto para estimar el Tiempo de Espera Percibido medio.	126
Figura 46. Escala de nivel de servicio. Variable: Tiempo de espera percibido.	127
Figura 47. Escala de nivel de servicio. Variable: Tiempo de viaje.	128
Figura 48. Escala de nivel de servicio. Variable: Comodidad.	129
Figura 49. Escala de nivel de servicio. Variable: Cuadras caminadas.	131
Figura 50. Coeficientes de Ponderación por segmento de mercado agrupados por longitud de viaje.	133
Figura 51. Diagrama de Flujos. Indicador Accesibilidad y Conveniencia.	137
Figura 52. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios N1 y N5	139
Figura 53. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios C y C4.	140
Figura 54. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios N4 y A6.	141
Figura 55. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios A4 y A6.	141
Figura 56. Área de influencia, segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos N1-N5.	145
Figura 57. Área de influencia, segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos C-C4.	146
Figura 58. Área de influencia, segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos A6-A4.	147
Figura 59. Área de influencia, segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos A6-N4.	148
Figura 60. Relación entre IPK y IACCORR	157
Figura 61. Trazado, área de influencia y Subzonas. Caso N1 y N5. Tramo 2.	159
Figura 62. Sensibilidad del IAC respecto del Tiempo de Viaje y Tiempo entre servicios.	163

1.1 Interpretación del problema.

El traslado de bienes y personas es una necesidad derivada de otras actividades humanas. En las grandes ciudades los problemas de transporte traen como consecuencias demoras, accidentes y contaminación ambiental que no sólo implican una disminución en la calidad de vida, sino que tienen un alto costo para la sociedad, sobre todo en países de Latinoamérica (*Thompson, 2002*).

Argentina no es ajena a estos fenómenos y además debe considerarse la recuperación económica que tiene nuestro país en la actualidad, que en la Ciudad de Córdoba, desde el punto de vista del transporte, se refleja en un aumento del volumen de demanda de viajes, debido al crecimiento de las actividades productivas y del parque automotor (*DNRPA, 2006*). Por otro lado los datos oficiales de la Municipalidad de Córdoba (*2006*) muestran que el sistema de transporte masivo tiene menor cantidad de pasajeros que en la década pasada, lo que se traduce en una disminución de ingresos que deriva en una reducción de la calidad del servicio, así se vuelve menos atractivo para los potenciales usuarios que prefieren optar por otros modos de transporte y se genera un “círculo vicioso” donde el sistema no es sustentable y depende de los subsidios que recibe. Esto demuestra que es necesario que en la toma de decisiones a nivel ejecutivo se incluya un proceso de planificación del transporte que sea racional y continuo buscando un desarrollo urbano sustentable.

Los indicadores que permiten cuantificar los distintos aspectos de un sistema son una herramienta fundamental del proceso de planificación y toma de decisiones. El Manual de Capacidad y Calidad de Transporte Público (*TRB, 2003*) define el concepto de Nivel de Servicio aplicado al transporte masivo como una escala que permite calificar la calidad de servicio que percibe el usuario. Es importante comprender que este concepto refleja el punto de vista del usuario, es decir si un atributo logra el máximo nivel de servicio significa que tiene las condiciones óptimas de calidad para el usuario pero no necesariamente refleja las condiciones óptimas para la empresa proveedora del servicio. Este nuevo punto de vista de los indicadores busca entender como el usuario toma su decisión a la hora de elegir entre los distintos modos de viaje, y supone que un sistema de transporte masivo busca captar la mayor cantidad de usuarios posibles. Así propone dos tipos de mediciones, que son:

Accesibilidad: Conjunto de factores que miden la facilidad, con la que cuentan los potenciales usuarios, para acceder al transporte urbano.

Conveniencia y confort: Conjunto de factores que miden aspectos que percibe el usuario al momento de elegir el modo de viaje.

La pérdida de participación del transporte masivo y su consecuente falta de sustentabilidad se relacionan directamente con la pérdida de accesibilidad y conveniencia del servicio (*Stradling et al., 2005*), ya que el potencial usuario solo podrá considerar al transporte urbano como opción de viaje cuando esté accesible y sea conveniente.

Ahora bien, debemos tener en cuenta que el estado del arte de los niveles de servicio del transporte en ómnibus según lo plantean las metodologías de los manuales Norteamericanos (*TRB, 2003 y TRB, 2000*) ayudan al dimensionamiento de corredores y paradas para evitar congestión (*Galarraga et al, 2005*), pero tal y como están planteados no son aplicables en nuestro medio para maximizar la “capacidad de atracción¹” del servicio en términos de accesibilidad y conveniencia.

Además debe considerarse que las tasas de movilidad y el porcentaje de viajes en automóviles en Norteamérica son notablemente mayores que las acusadas en ciudades argentinas, lo que evidencia que las posibilidades de movilidad de los usuarios son distintas ya que al no tener acceso al automóvil las opciones son ómnibus, caminar, bicicleta o moto y entonces la elección será distinta.

Otro aspecto importante de destacar es que en países en desarrollo existen innumerables ciudades donde las técnicas de planificación y diseño de sistemas de transporte son del tipo “no formales”, es decir, debido a la escasez de recursos humanos, técnicos, económicos y a la falta de información fiable no se utilizan técnicas operativamente complejas o avanzadas, sino que se recurre a la experiencia y “sentido común” del personal a cargo.

Considerando todo lo anterior es posible interpretar que al diseño de las líneas de ómnibus en nuestras ciudades le falten medidas cuantitativas, para la toma de decisiones a nivel ejecutivo, que maximicen la elegibilidad de las alternativas con mayor utilidad para la percepción de los usuarios locales. Esto es conocer el grado de intercambio que existe entre los distintos atributos de un servicio de transporte masivo.

1.2 Objetivos.

En función de lo expuesto el problema que este trabajo se plantea es como cuantificar factores de accesibilidad y conveniencia en función del grado de satisfacción de calidad de los usuarios locales, a los

¹ Traducción del concepto en inglés “Atractiveness”

finde de seleccionar aquellas alternativas que les resulten más atractivas y por ende capten mayor volumen de usuarios.

Los índices de accesibilidad y conveniencia del transporte urbano son herramientas fundamentales en el desarrollo de un proceso de toma de decisiones en el área de planificación que resulta de importancia para las autoridades municipales locales, para los entes reguladores de servicios públicos y a las propias empresas de transporte (*EMTU, 2005 y CNRT, 2001*). Se propone cuantificar accesibilidad y conveniencia porque son atributos fundamentales que el servicio debe satisfacer para incrementar su volumen de usuarios y así lograr sustentabilidad.

Objetivos generales.

Desarrollar una metodología que permita evaluar líneas de ómnibus sustentables teniendo en cuenta explícitamente las expectativas de calidad del usuario local y aplicarla al caso del sistema de transporte por ómnibus (STO) de la Ciudad de Córdoba.

Objetivos específicos.

Desarrollar indicadores para cuantificar y medir los distintos factores de accesibilidad y conveniencia de un sistema de transporte por ómnibus.

Determinar cuáles son las expectativas de calidad de los usuarios locales e interpretar como varían sus exigencias de calidad en función de la zona urbana y su nivel socioeconómico.

Definir una escala de niveles de servicio para cada atributo medido que permita relacionar los valores técnicos medidos (indicadores de accesibilidad y conveniencia) con la valoración subjetiva de calidad que perciben los usuarios.

Permitirá disponer de un procedimiento de apoyo en la toma de decisiones que puede adaptarse, no sólo a ciudades locales, sino también a regiones metropolitanas e interurbanas.

1.3 Estructura del trabajo.

Además del presente apartado este trabajo está comprendido por otros 5 capítulos.

El capítulo 2 contiene una descripción inicial de las características de los STO y sus componentes como así también una breve descripción de las técnicas utilizadas en el diseño geométrico de las líneas. Luego se tratan aspectos relacionados con la evaluación de desempeño en servicios de transporte urbano masivo tanto desde un enfoque “tradicional” como de un punto de vista de las técnicas de mercado incluyendo

conceptos de calidad y satisfacción del usuario. El capítulo continúa con un abordaje sobre los aspectos relacionados a la accesibilidad, conveniencia y percepción, finalizando con una discusión sobre los contenidos revisados.

El capítulo 3 enmarca el contexto en el que se desarrolla el trabajo. Se describen aspectos urbanos, demográficos e históricos de la ciudad de Córdoba. Luego se procede con la caracterización de la oferta de transporte masivo existente en la ciudad y la descripción de las características espaciales y socioeconómicas de la demanda. Este último punto permite definir índices socioeconómicos a escala barrial, a partir de información existente, que serán la base del proceso de zonificación descrito en el capítulo 4.

En el capítulo 4 se desarrolla la metodología de evaluación propuesta; para ello previamente se hace una zonificación de los sectores urbanos que son analizados, a los fines de definir zonas con características socioeconómicas homogéneas e identificar distintos segmentos de mercado factibles de ser servidos por los servicios de transporte urbano. El capítulo continúa con la descripción del relevamiento de campo necesario para obtener las valoraciones de los usuarios que conforman la información primaria base de la metodología. El capítulo finaliza con la formulación definitiva de la metodología propuesta.

El capítulo 5 consiste en aplicaciones de la metodología a los fines de ejemplificar y validar el procedimiento propuesto.

Finalmente el capítulo 6 resume las conclusiones y presenta recomendaciones para futuros trabajos.

Capítulo 2 Marco Teórico: Evaluación de Desempeño en Transporte Público

El presente capítulo es una revisión bibliográfica que enmarca este estudio en forma teórica. Las diversas secciones que componen el capítulo pueden ser agrupados en tres partes: una primera donde se describen las características de los servicios de transporte públicos y las técnicas de diseños de recorridos empleadas en países en desarrollo, una segunda sección se describen los modelos y conceptos utilizados en la evaluación de desempeño y en la tercera parte se describen conceptos complementarios a los fines de ampliar el enfoque desde la perspectiva del usuario.

2.1. Servicios de transporte público urbano de pasajeros

2.1.1. Características.

Los sistemas de transporte público son servicios que poseen las siguientes características (*Kanafani 1983, Ortúzar 2000, Ferraz y Torres 2004, Berry y Parasuraman, 1993*):

- Intangibilidad: es una característica de todos los servicios. Se refiere a que son “productos” que no pueden ser vistos, sentidos y probados antes de adquirirse.
- Simultaneidad: es una característica de todos los servicios. Se refiere a que se producen y consumen en el mismo momento.
- No es posible almacenar la oferta excedente. Es una consecuencia de la característica “simultaneidad”.
- Variabilidad: característica propia de los servicios de transporte público. Se refiere a que son de difícil estandarización pues cada viaje se produce en condiciones particulares de espacio, tiempo, clima, tránsito, demanda, expectativas, etc. Son servicios producidos en ambientes no controlados.
- Consumo intensivo: característica propia de los servicios públicos de transporte de pasajeros, donde los usuarios necesitan del servicio diariamente para realizar sus actividades cotidianas.
- Consumo colectivo: a diferencia de otros servicios el transporte masivo no permite un consumo individual, personalizado y diferenciado, sino que son servicios de atendimento en conjunto de clientes que no son homogéneos.
- Se paga por anticipado. Los servicios de transporte público no pueden utilizarse sin la cancelación previa del boleto correspondiente.

- En los servicios de transporte público, es frecuente que las infraestructuras y los vehículos no pertenezcan a la misma compañía o institución. Es decir, la empresa operadora no tiene injerencia en la infraestructura, la cual generalmente depende del Estado.
- Están insertados en un sistema urbano que tiene, no sólo características técnicas, sino también una importante participación social que hace que las interrelaciones entre los diversos actores sean complejas.
- Mercados fuertemente regulados. La intervención del poder público busca asegurar un equilibrio en la estructura del sistema de transporte garantizando a los usuarios que los servicios sean prestados en cantidad y calidad adecuadas.

Respecto de este último punto, *Sánchez et al (2009)* destacan que los marcos regulatorios en las distintas jurisdicciones de Argentina presentan características similares, como son: fuertes restricciones para el ingreso al mercado de nuevos prestadores -generalmente mediante el proceso de licitación pública-, fijan expresamente los parámetros operativos, sanciones y condiciones de caducidad de las concesiones y regulan las tarifas de modo particular a través de la autoridad jurisdiccional correspondiente.

2.1.2. Actores de los Sistemas de Transporte Público Urbano

Usuario

La razón de ser de un sistema de transporte público es satisfacer la necesidad de traslados que las personas tienen para poder desarrollar sus actividades. Los usuarios son un componente básico, no sólo por contribuir con su tiempo, dinero y esfuerzo físico para acceder al servicio, sino que también son quienes principalmente lo reciben, y en función de sus necesidades y expectativas elaboran una percepción del mismo.

Dentro del conjunto de personas con necesidad de transportarse, existen quienes pueden optar por utilizar medios motorizados masivos o individuales, quienes sólo pueden acceder a medios motorizados masivos y aquellos que no tienen acceso a ningún medio motorizado. Todos son parte de la demanda de transporte; cada uno tendrá distintas expectativas, valoraciones y subjetividades que son necesarias de identificar para brindar un servicio satisfactorio.

Los usuarios tienen el derecho a un servicio de transporte de bajo costo, seguro y de calidad adecuada. A su vez tienen la obligación de preservar el servicio, informarse, conocer y respetar las normas vigentes y denunciar las faltas que cometen las empresas operadoras (*Ferraz y Torres, 2004*).

Operador

Otro componente básico del sistema de transporte es el operador, representado por las empresas que se encargan del planeamiento (operacional) y operación de las líneas asignadas. Éstas, a través de las inversiones de capital, deben procurar la tecnología, infraestructura propia y mano de obra necesaria para ofrecer el servicio.

Las empresas pueden ser públicas o privadas. Las experiencias de los países en desarrollo muestran que las operadoras privadas son más eficientes desde un punto de vista operacional. Dicha eficiencia surge de una lógica de mercado que prioriza la minimización de recursos, lo que muchas veces deriva en una disminución del nivel de servicio, reducción de recorridos en sectores menos rentables, explotación de la mano de obra, etcétera (*Vasconcellos, 1996*).

Por otro lado, el autor destaca que las empresas públicas muestran una tendencia a poseer excesiva cantidad de empleados y funcionarios, una falta de lógica de mercado que permita aprovechar oportunidades, absorción de costos adicionales por asumir el servicio en corredores menos rentables y por mantener las tarifas compatibles con el nivel de ingreso de la sociedad, lo cual deriva en una mayor ineficiencia.

Dentro de las empresas operadoras podemos distinguir a los trabajadores y a los empresarios. Los derechos de los trabajadores son: recibir una remuneración acorde a la tarea desempeñada, adecuadas condiciones de trabajo, y reconocimiento y participación en las decisiones de las empresas. Sus obligaciones son realizar adecuadamente y con responsabilidad las tareas asignadas en su trabajo, respetando a los usuarios y personas que los rodean. Por su parte los empresarios tienen el derecho a un retorno económico acorde a la inversión de capital realizada, garantías legales en la continuidad de la concesión y condiciones preestablecidas. Sus obligaciones están relacionadas con el pago de impuestos y cargas sociales correspondientes, cumplimiento de la legislación laboral, contratos y normas vigentes (*Ferraz y Torres, 2004*).

Sociedad

Se entiende por sociedad al conjunto de las personas de una comunidad y el ambiente en que ellas conviven. La sociedad contribuye al sistema de transporte con recursos de mano de obra, recursos naturales y económicos a través de sus aportes al Estado. Su principal interés es la mejoría en la calidad de vida. En términos de transporte esto implica tanto minimizar las externalidades negativas que son consecuencia del transporte, como exigir al poder público un uso racional de los recursos.

La sociedad tiene la obligación de apoyar al sistema de transporte público reconociendo su importancia social mediante el cumplimiento de la normativa de tránsito vigente, respetando las prioridades que se le asignan al transporte público y denunciando la depredación de las unidades o infraestructura asociada al servicio (*Ferraz y Torres, 2004*).

Poder público

El poder público es quien tiene el derecho y el deber de llevar adelante la Planificación Estratégica, de regular y controlar el servicio de manera de equilibrar los intereses conflictivos que existen entre Usuarios, Sociedad y Operadores, y de esta forma cumplir con la obligación de brindar un servicio de transporte de calidad, que atienda las necesidades de los usuarios a un costo compatible con el nivel de ingresos de la sociedad.

La Planificación Estratégica se refiere a conocer las necesidades, expectativas y preferencias de traslados de la población, definir los modos de transporte más convenientes y sentar las directrices fundamentales para definir las condiciones técnicas, legales y económicas para regular el servicio.

Controlar implica fiscalizar a las empresas operadoras verificando que cumplan con los requisitos pactados en los contratos de concesión y que mantengan niveles de eficiencia aceptables.

En el caso de los sistemas de transporte público por ómnibus el poder público asume también el rol de proveedor de la infraestructura viaria y equipamiento necesario para asegurar la correcta operación del servicio a las operadoras (*Kanafani, 1983*).

En las realidades de los países en desarrollo, las acciones del poder público se ven condicionadas por intereses políticos, por debilidades administrativas-gerenciales y por la falta de coordinación de las distintas áreas institucionales encargadas de la planificación urbana, uso de suelo, transporte y tránsito (*Vasconcellos, 1996*). Además la falta de información sistematizada dificulta el proceso de planificación y control continuo.

2.1.3. Interrelaciones entre actores del sistema

Según *Ortúzar (2000)* un sistema de transporte puede definirse como la interacción que existe entre una red de infraestructura, un sistema de gestión y un conjunto de medios que compiten o se complementan.

A través de una estrategia de operación donde se combina tecnología y mano de obra, el operador define una estructura de costos que por medio de la intervención del poder público se transfiere al usuario en términos de tarifas. El poder público puede alterar dicho esquema ofreciendo subsidios, pero debe

considerar la rentabilidad de las operadoras para mantener el servicio deseado. Dichos subsidios pueden ser en términos económicos (dinero, reducciones en precios de combustibles) o bien en forma de ventajas operativas, como son los derechos de circulación en carriles selectivos en el caso de ómnibus urbanos.

En países en desarrollo donde las economías sufren altibajos, los valores de las tarifas representan un punto de conflicto frecuente, que si no es resuelto adecuadamente por el poder público, las empresas operadoras no obtienen ingresos suficientes para mantener el servicio pactado y esa reducción de costos operativos se transfiere al usuario a través de una disminución del nivel de servicio (*Vasconcellos 1996*).

Otros aspectos a considerar de responsabilidad del Poder Público, son: el estado de la infraestructura vial que influye en los costos de operación y el mantenimiento del equipamiento complementario (paradas, refugios, etcétera) que afecta la percepción del usuario.

La tendencia muestra que los servicios de transporte se organizan en mercados próximos al monopolio, por lo que la acción reguladora del Poder Público es necesaria y justificada para el equilibrio del sistema de transporte y defensa de los intereses de la sociedad. Mercados regulados resultan para las empresas operadoras un ambiente “cómodo”, sin competencia ni necesidad de incrementar la calidad de servicio (*Cançado Vera, 1999*). Por otro lado, la autora destaca que las experiencias de otros países con mercados desregulados como Chile, Méjico o Inglaterra muestran que la competencia entre las empresas operadoras es perjudicial para el sistema.

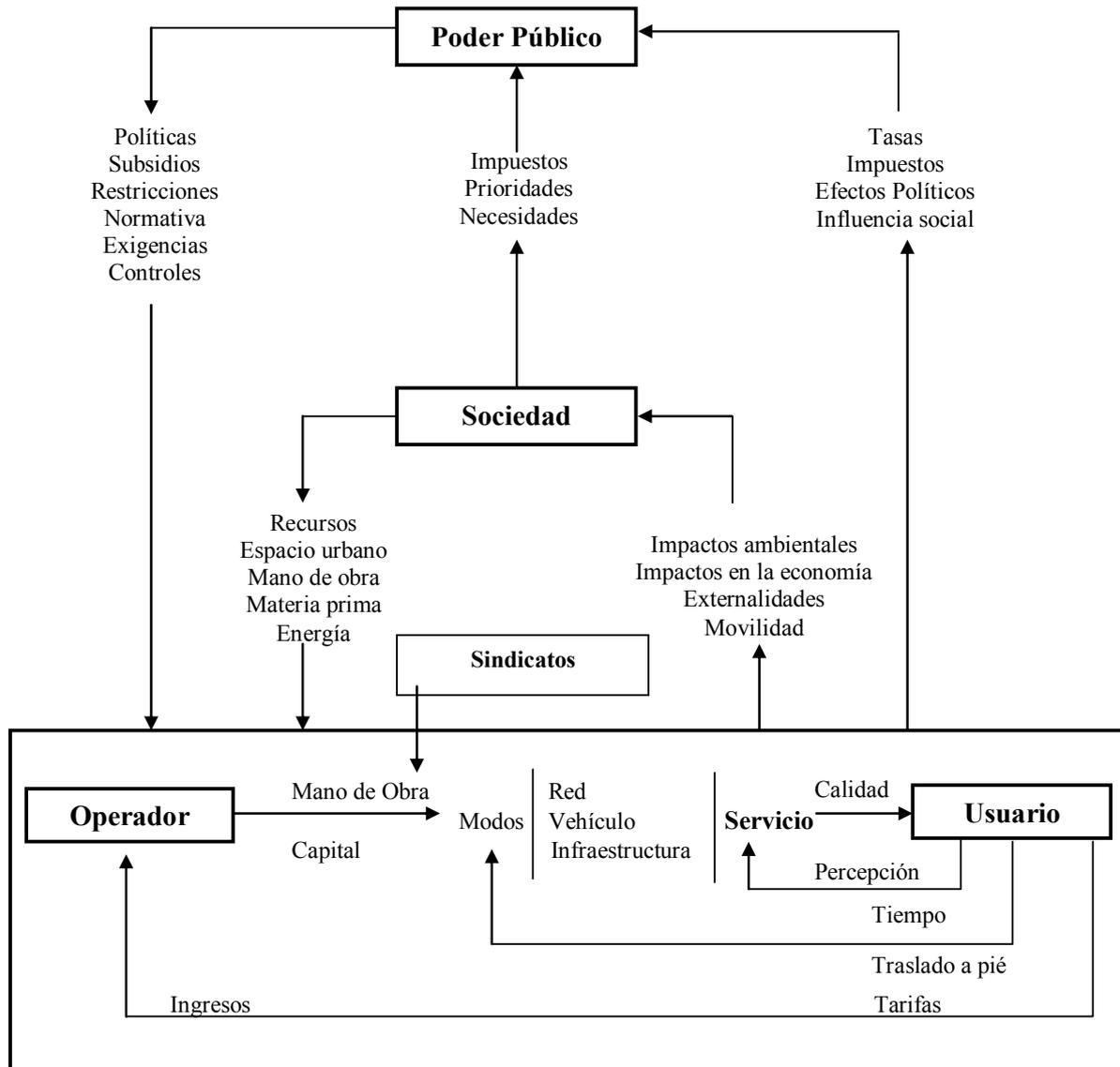
En este contexto deben considerarse también los esquemas de incentivos y/o subsidios que existen en cada caso. En general aquellos esquemas basados en la cantidad de kilómetros recorridos no generan en las operadoras la necesidad de captar más “clientes” ni mejorar el servicio, sino que por el contrario dan como resultado un incremento en los costos unitarios. Además, sin la existencia de información sistematizada ni de un control riguroso, la información de base sobre la cual se estiman los incentivos o subsidios puede resultar alterada para beneficiar intereses de una de las partes. En el caso de Argentina el transporte público esta subsidiado bajo un régimen tal que genera una alta dependencia del poder público nacional.

Los modelos de evaluación de desempeño permiten al Poder Público identificar los principales problemas del servicio y cuantificarlos, monitorear los efectos de las políticas y acciones adoptadas, y disponer de información sistemática y actualizada, para plantear estructuras de incentivos a partir del desempeño de cada empresa operadora, fomentando de esta manera la competitividad y la mejora de la calidad de servicio sin relegar el poder de control (*Cançado Vera, 1999*).

Sindicatos

Mencionamos la figura de los sindicatos de los trabajadores que tienen por objetivo defender derechos e intereses de sus agremiados porque en Argentina representan una figura importante. La Unión Tranviarios Automotor (UTA), con aproximadamente 55000 aportantes, es la principal agremiación sectorial e incluye trabajadores de servicios de larga, media y corta distancia en todo el país. En las Provincias de Córdoba y Mendoza existen sindicatos locales, como la Asociación Obrera de la Industria del Transporte Automotor (AOITA) y el Sindicato de Personal de Micros y Ómnibus de Mendoza (SIPEMON) respectivamente. La amplia representación del sindicato de UTA se reflejó mediante el Convenio Colectivo de Trabajo de 1973 de alcance nacional. Según *Sánchez et al (2009a)* la vigencia de un único convenio para todo el país tiene influencias directas en el esquema de costos de las empresas. Por medio de un análisis de las estructuras de costos en empresas operadoras de servicios urbanos de ciudades con distinta cantidad de habitantes, *Sánchez (2009b)* muestra que dicho convenio no es respetado, evidenciando ciertas distorsiones en la producción del servicio.

Figura 1. Interrelaciones existentes entre los diferentes actores del sistema.



Fuente: Adaptado de *Muralha, 1990*

La discusión anterior pretende contextualizar el problema del transporte urbano y destacar que las soluciones técnicas son un componente necesario pero no suficiente para resolverlo, debido a que se trata de un asunto muy relacionado a las decisiones políticas y con alto contenido social.

2.2. Conceptos de Diseño de Trazado de Servicios de Ómnibus.

No es el objeto de este trabajo proponer una metodología de diseño general de trazados de líneas o redes de servicios urbano de pasajeros, sino que se pretende establecer una forma de identificar -entre dos o más servicios propuestos para satisfacer demandas de sectores puntuales- cuál se ajusta mejor a las

preferencias de los usuarios y recomendar aspectos puntuales de trazado y operación que permita maximizar la atracción del servicio.

Las técnicas, métodos y teorías desarrolladas para diseñar redes de transporte eficientes son numerosas y exceden el alcance de este trabajo. Sin embargo en Argentina, país en desarrollo, el trazado de redes de servicios urbanos de pasajeros surge de la experiencia y criterio del personal a cargo, sin recurrir a técnicas “formales”, e incluso a veces es resultado de un conjunto de “recorridos” que surgen de decisiones políticas en función de reclamos de la sociedad. Según *Vieira (1999)*, a partir de una encuesta a nivel nacional realizada en catorce ciudades de Brasil, donde se le solicitó a las agencias encargadas del planeamiento de los sistemas de transporte que detallaran las técnicas utilizadas en el diseño de líneas de transporte público (o modificaciones de líneas existentes) se obtuvo como respuesta contundente que ninguna agencia gubernamental aplica técnicas de ruteo “formales”.

El autor destaca que en gran cantidad de municipios del Brasil los diseños de trazados de servicios urbanos se logran a partir de un conjunto de recomendaciones enunciadas por la empresa *Mercedes Benz (1987)*, que a continuación se detallan:

- Satisfacer la política urbanística existente.
- Atender con los servicios del área en estudio toda la zona urbanizada, ofreciendo al futuro pasajero la posibilidad de acceder al servicio a través de caminatas máximas que no superen los 400 a 600m de distancia.
- Evitar los trasbordos. Si no fuera posible canalizarlos a través de terminales adecuados.
- Atender las demandas entre barrios siempre que sea viable.
- Evitar superposición de itinerarios.
- Crear, para atender aquellas zonas de baja demanda, alternativas de recorridos en los horarios en que estas más lo soliciten, a partir de pequeñas modificaciones o extensiones en los itinerarios existentes o principales.
- Intentar que los itinerarios, en lo posible coincidan con los ya existentes para minimizar el impacto en los usuarios y sus hábitos de viaje.
- Buscar que los vehículos circulen en vías pavimentadas y en buen estado, evitando grandes pendientes o restricciones geométricas que compliquen la circulación.
- Proporcionar “privilegios” a la circulación de los vehículos de transporte masivo respecto a los vehículos individuales, especialmente en las horas pico.
- Evitar que los itinerarios tengan vueltas innecesarias que aumentan el tiempo de viaje y la longitud del recorrido.

A partir de un informe elaborado por la *TRB (1995, apud Vieira, 1999)* se puede inferir cuáles son los principales criterios utilizados por las agencias responsable del planeamiento de los sistemas de transporte en diversas ciudades de Estados Unidos y Canadá. El conjunto de criterios se puede separar en primarios y secundarios de acuerdo a la frecuencia con que son considerados.

Criterios Primarios.

- Densidad poblacional y densidad de empleo. Ambos criterios están relacionados a localizar la demanda tanto en origen como en destino.
- Espaciamiento entre líneas. Se refiere a la cobertura espacial que debe tener el sistema en general evitando la superposición de servicios y buscando un grado de accesibilidad espacial sin superar distancias de caminata tolerables. En áreas urbanas con densidad media o alta las distancias entre servicios adoptada es del orden de los 800m, en tanto que en zonas suburbanas se acepta que esta distancia se duplique.
- Limitación en la cantidad de derivaciones que un ramal principal puede tener en la zona barrial. Es común que los recorridos principales en sus extremos posean derivaciones para atender distintas áreas de menor densidad, un exceso en la longitud y cantidad de derivaciones produce una disminución en la eficiencia del sistema.

Respecto de la densidad poblacional se debe destacar que es una variable que se relaciona directamente con los costos urbanos de cualquier servicio público, no sólo del transporte masivo. Mayores densidades implican un menor costo de servicios por habitante. Según *Da Cunha (2005)* también existe relación entre la densidad poblacional y el índice pasajero/kilómetro, ya que las zonas menos densas no sólo implican menor generación de viajes, sino que también suelen estar situadas en la periferia urbana, distantes del área central. Incluso el autor destaca que las ciudades menos densas y más dispersas muestran una partición modal con alto porcentaje de viajes en automóvil individual.

Criterios Secundarios.

- Linealidad del recorrido. El término surge de la traducción del inglés “Directness” se refiere a que un servicio que vincula una zona de origen con una de destino debe ser directo. Para cuantificar la no linealidad o desvío de un itinerario se utilizan distintas medidas:
 - Tiempo de viaje adicional que implica el desvío (hasta 5 a 8 minutos adicionales por sentido).
 - Limitación en la longitud del desvío (limitación en distancia por ejemplo el desvío no debe exceder los 1,6km o limitación relativa donde la incorporación del desvío no implique un aumento mayor a 30 o 40% del recorrido directo).

- Límite en el aumento del tiempo medio de viaje (10 o 20% del tiempo medio de viaje por pasajero o limitar la relación $t_{\text{viaje ómnibus}}/t_{\text{viaje auto}}$)
 - El desvío no debe producir una baja en la productividad media de la línea o bien, el desvío debe tener una tasa de productividad media más alta que la que posee la línea.
- Proximidad a las residencias y a los polos generadores de viajes. Para estos criterios no existen medidas establecidas y debe procurarse la mayor cercanía a estas zonas sin resignar los criterios anteriores.
 - Localización de los puntos de parada. Se refiere a la localización dentro de la cuadra, que puede ser: -antes de una intersección (near side) – después de una intersección (far-side) o –en mitad de cuadra (mid-block).
 - Distancia entre los puntos de parada.

White (1995 apud Vieira 1999) propuso algunas consideraciones sobre el espaciamiento óptimo entre paradas. Operacionalmente si las paradas están muy próximas implica que el vehículo debe detenerse y reiniciar su marcha una mayor cantidad de veces disminuyendo su velocidad comercial e incrementando el tiempo de ciclo. Por lo contrario si el espaciamiento es excesivo los tiempos de embarques son mayores. Desde el punto de vista de los usuarios paradas más próximas implica mayor accesibilidad espacial (menor distancia de caminata promedio), pero al incrementarse el tiempo de viaje disminuye la accesibilidad temporal.

El autor afirma que para resolver la distancia óptima entre paradas, se debe minimizar el tiempo total de viaje, para lo cual propone la siguiente ecuación:

$$T_{\text{total Viaje}} = \frac{T}{F} \cdot 2 + \frac{L}{d} \cdot S + \frac{L}{d} \cdot A_t + \frac{L}{d} \cdot \frac{(d - A_d)}{V}$$

Donde:

T: distancia media de caminata entre el punto de origen y la parada [m] (Generalmente se adopta 0,25 de la distancia de entre paradas).

F: Velocidad media de caminata [m/s]

L: Distancia media de viaje sobre el ómnibus [m]

S: Tiempo medio de permanencia en parada [s].

Ad: Distancia teórica necesaria para acelerar desde cero hasta la velocidad operacional e inmediatamente frenar a cero [m].

At: Tiempo teórico necesario para ejecutar la maniobra descrita anteriormente en Ad [s].

V: Velocidad operacional [m/s].

Luego para obtener la distancia óptima entre paradas que minimiza el tiempo total de viaje debe derivarse la ecuación anterior respecto a la variable d e igualar a cero.

2.3. Modelos de desempeño de sistemas de transporte.

A continuación se destacan los modelos conceptuales de Manheim y Fielding, que representan la interrelación entre los aspectos de un sistema de transporte, los distintos actores y las posibles variaciones en su consumo.

2.3.1. Manheim (1979).

Una representación conceptual básica del desempeño de un sistema de transporte fue propuesta por y adoptada por diversos autores.

Conociendo la complejidad que tienen los sistemas de transporte, por diversidad de actores, por existencia de variables exógenas, diversidad de tecnologías, etc., Manheim sostiene que los técnicos relacionados a la ingeniería de transporte deberán “...enfrentarse con el desafío de intervenir de forma efectiva en estos sistemas complejos(...) para lo cual deberán predecirse las consecuencias de cada acción alternativa...”.

Los elementos del modelo propuesto por *Manheim* son los siguientes:

- Sistema de Transporte (T). Especificado por los parámetros relacionados a los elementos físicos del sistema (vía, vehículo, terminal y control).
- Volumen del sistema (V). Flujos variables de usuarios atendidos.
- Actores del sistema (A). Usuarios, Operadores, Sociedad y Poder Público.
- Entorno y Ambiente (E). Parámetros socioeconómicos, geográficos, ambientales, etc.
- Nivel de servicio (NS). Función que indica combinaciones de condiciones de operación del sistema.
- Recursos consumidos (R). Recursos ambientales, materiales, mano de obra, etc.

La representación del desempeño de un sistema (T) puede considerarse como un proceso en el cual ciertos recursos (R) son consumidos para producir un servicio de transporte (V) con un determinado nivel de servicio (NS) en un entorno establecido (E). Dado un sistema específico (T), las diferentes combinaciones posibles entre las variables en juego implicarán distintos impactos sobre los usuarios -que serán determinados por las variaciones en el nivel de servicio-, y sobre los operadores -determinados a través de las variaciones en los recursos consumidos-. De esta forma el desempeño de un sistema de

transporte puede representarse como una función $\Phi_E(R, V, NS, T)$. Para un sistema dado (T) y un entorno específico (E), la función desempeño describe una superficie.

Puede observarse que al especificar un sistema (T) y un entorno (E), los recursos (R) consumidos y el nivel de servicio (NS) variarán en función del flujo de pasajeros (V) transportados. Sin embargo, aunque el nivel de servicio es un resultado del proceso de producción (output), puede considerarse que ese conjunto de características del sistema –atributos- son percibidas por el usuario e influyen en la demanda, en tanto que los recursos consumidos se relacionan directamente con el proceso de producción (inputs), sin afectar los volúmenes transportados.

Para una mejor representación de esta situación se muestra el desempeño como compuesto por dos funciones, a saber:

Función Nivel de Servicio Φ_S ,

$$NS = \Phi_S(V, E, T)$$

Considerando un sistema de transporte (T) y un entorno (E) específicos queda:

$$NS = \Phi_{S(T,E)}(V)$$

Función Recursos Consumidos Φ_R , $R = \Phi_R(V, E, T)$

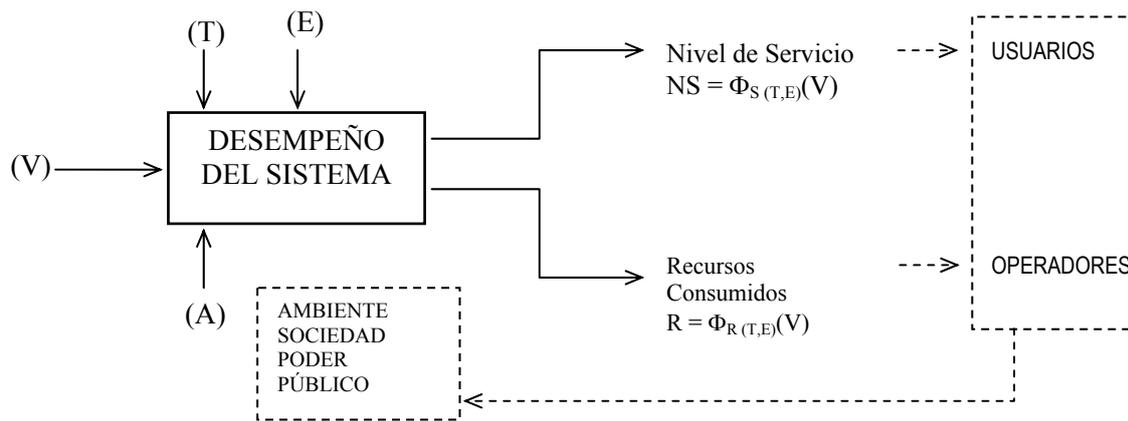
Considerando un sistema de transporte (T) y un entorno (E) específicos queda:

$$R = \Phi_{R(T,E)}(V)$$

En la Figura 2 puede apreciarse el esquema conceptual de los aspectos detallados.

El autor destaca que en el enfoque desde el punto de vista del usuario, el nivel de servicio de un viaje con un origen y un destino determinado queda compuesto por los niveles de servicio de los subsistemas y vinculaciones utilizados para completar el viaje.

Figura 2. Esquema conceptual. Desempeño de sistemas de transporte. Maheim, 1979.



Fuente: *Manheim, 1979.*

Mediante las funciones de desempeño del sistema y la función de demanda del mercado, es posible estimar el punto de equilibrio. Para esto el autor destaca dos consideraciones a saber:

- El actual volumen que utiliza el sistema es diferente al máximo volumen admitido por el mismo.
- El volumen actual depende del nivel de servicio ofrecido.

Es decir:

$$V_D = f_D(S)$$

Donde:

VD: volumen demandado, es la cantidad total de personas que desean viajar dado un nivel de servicio S.

S : un nivel de servicio determinado.

Pero el volumen de equilibrio representa el volumen que realmente utiliza el sistema y queda representado por:

$$V_E = f_D(S_E)$$

Donde:

VE: volumen de equilibrio que realmente utiliza el sistema.

SE: nivel de servicio de equilibrio.

Todo sistema de transporte tiene como limitante la capacidad, es decir, el máximo volumen que puede transportar por unidad de tiempo. Así queda entonces:

$$V_E = \min[V_C, V_D(S_E)]$$

Donde:

V_C : máximo volumen o capacidad.

Si la capacidad no es una restricción entonces el volumen demandado (para un nivel de servicio S_E) coincide con el volumen de equilibrio.

El último paso de análisis planteado por Manheim es estimar los impactos que se generarán tanto en usuarios (cambios en el nivel de servicio) como en los operadores (cambios en los recursos consumidos e ingresos percibidos). Así se plantean curvas de intercambio entre los impactos de cada actor y se evalúa la solución de compromiso más conveniente, la cual dependerá de las políticas planteadas previamente.

2.3.2. Fielding (1978)

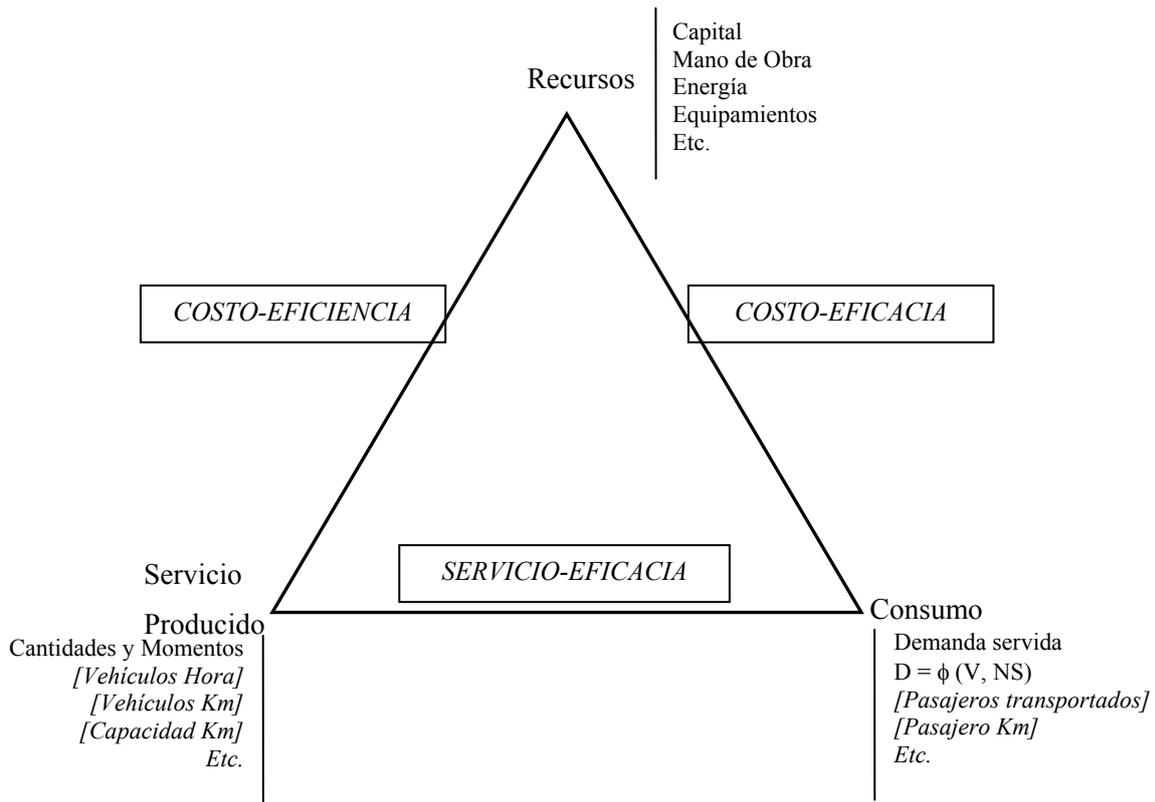
Otro modelo conceptual de desempeño de transporte público fue el desarrollado por *Fielding et al. (1978)*, donde presenta tres conceptos de evaluación Costo-Eficiencia, Costo-Eficacia y Servicio-Eficacia.

Los indicadores de Costo-Eficiencia relacionan productos ofertados (outputs) con recursos utilizados (inputs). Las medidas de Costo-Eficacia contrastan nivel del servicio ofrecido según recursos consumidos. Finalmente los indicadores de Servicio-Eficacia representan el grado en que el servicio ofrecido es consumido.

El análisis de Fielding plantea explícitamente que un servicio producido de manera eficiente puede no ser consumido en un grado aceptable porque no se ajusta a las necesidades de la demanda, complementando el análisis de Manheim.

El esquema conceptual de Fielding puede observarse en la Figura 3.

Figura 3. Esquema Conceptual de Desempeño. Fielding, 1983.



Fuente: Fielding et al. 1983

2.4. Evaluación de desempeño en transportes.

2.4.1. Breve reseña de la evolución del concepto de desempeño.

Según D'Agosto (2008) el concepto de desempeño tiene su origen a partir de los procesos industriales, donde en un principio fueron considerados sólo aquellos aspectos que hacen a la parte financiera, centrando las mejoras en la optimización de producción, buscando mayor "rendimiento" financiero de las empresas. De esta forma surge el concepto de productividad como medida de eficiencia.

A partir de la década de 1980 se incluye el concepto de calidad dentro de la evaluación de desempeño, ampliando el enfoque no sólo a los resultados (productividad) sino también abarcando todo el proceso productivo. Aparece la técnica de comparación con empresas similares para referenciar las prácticas a seguir (Benchmarking). El concepto de calidad se relaciona íntimamente con el cumplimiento de normas de producción.

Es en la década de 1990 donde el concepto de evaluación de desempeño se expande hacia afuera de los límites de la empresa, con un enfoque sistémico. Surge el concepto de satisfacción del cliente, comienzan a ponerse en consideración los aspectos ambientales y sociales y se consolidan las técnicas de logística

como apoyo al planeamiento, operación y control de los servicios de transporte. El concepto de calidad se asocia íntimamente con el cumplimiento de las expectativas que el cliente tiene respecto del producto o servicio en cuestión.

En la actualidad las tendencias observadas en la evaluación del desempeño se relacionan con un enfoque integral donde se considera la cadena de abastecimiento como un todo. *Bodmer et al (2001, apud Cunha Guimaraes 2003)* proponen aplicar el concepto de gestión de la cadena de abastecimiento en actividades urbanas procurando optimizar la movilidad. Para alcanzar este objetivo se plantea que en el proceso de toma de decisiones de las iniciativas privadas se considere tanto la localización de los nuevos polos generadores de viajes como el sistema de transporte masivo en forma conjunta. Esto se denomina Marketing de Relación ya que el transporte puede ser no sólo parte del servicio comercial sino también un medio facilitador de consumo, estimulando la lealtad entre una determinada zona y sus comercios locales, buscando fortalecer economías locales e integrando las actividades urbanas en una red.

2.4.2. Conceptos de eficiencia, eficacia y desempeño.

Según la teoría económica de equilibrio entre oferta y demanda la mejor medida de desempeño de un producto es el precio que los consumidores están dispuestos a pagar en función de la calidad del mismo. Este criterio no es aplicable a los sistemas de transporte masivo ya que están regulados por el Poder Público y tienen particularidades en la oferta que hacen que el precio sea una medida de poco valor en la toma de decisiones a corto plazo. *Tomazinis (apud USDOT, 1977)* propone que el desempeño de un servicio de transporte público debe ser evaluado en términos de eficiencia, productividad y calidad de servicio, resaltando que las medidas de eficiencia –referidas al uso de los recursos- deben ser planteadas en forma separada de las cualitativas –orientadas a medir el atendimento de la demanda-. Entre las primeras medidas y estándares para cuantificar servicios de transporte masivo se destacan las tratadas en el informe “*Better Transportation for Your City*” realizado en 1958 por el Comité Nacional de Transporte Urbano. Dicho informe significó un punto de partida para nuevas investigaciones relacionadas al análisis de desempeño en transporte urbano.

En la Primera Conferencia Nacional de Desempeño de Transporte Masivo de Pasajeros (First National Conference on Transit Performance), realizada en Norfolk -Virginia- en 1977 se definió el término eficiencia como capacidad del sistema de transporte para utilizar racionalmente sus recursos de capital y mano de obra. Asimismo, eficacia fue definida como el grado en que el sistema de transporte alcanza los objetivos y metas preestablecidas.

La Real Academia Española define eficiencia como la “capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado” y eficacia como la “capacidad de lograr el efecto que se desea o se

espera”. Se destaca que el concepto de eficiencia no contempla los objetivos deseados, mientras que el concepto de eficacia no considera los recursos consumidos.

Las medidas de eficiencia están asociadas a la producción del servicio, relacionando producto ofertado con los recursos consumidos y son utilizadas principalmente para evaluar la calidad de la gerencia a nivel operacional del sistema (*Santana Filho, 1984*). Son medidas relacionadas a aspectos cuantitativos.

Ferraz y Torres (2004) destacan que la eficiencia económica de un sistema de transporte público está relacionada a la minimización de los costos del proceso -en términos de costo por pasajero transportado-, manteniendo un nivel de calidad de servicio fijo.

Un segundo concepto abordado por estos autores es eficiencia social, referido a los costos sociales, los cuales incluyen además de los costos monetarios de producción, los costos de los impactos (positivos y negativos) sobre la calidad de vida de la población y el ambiente. Los autores destacan que la evaluación de eficiencia social debe incluir un análisis de la calidad de servicio de transporte desde el punto de vista de los usuarios, trabajadores y empresarios.

Las medidas de eficacia se refieren al grado en que el servicio prestado se corresponde con las metas y objetivos preestablecidos por el Poder Público en función de las necesidades de los ciudadanos (*Fielding, 1978*). Son medidas relacionadas a aspectos cualitativos y resultan adecuadas para cuantificar el éxito de los servicios ofertados respecto a los objetivos políticos establecidos (*Santana Filho 1984*).

Según *Fensterseifer (apud Muralha, 1990)* la eficacia puede ser vista en términos de accesibilidad de los residentes de una determinada área del sistema y de la calidad del servicio ofertado medida a través de los distintos atributos del sistema.

Entonces medir el desempeño de un sistema de transporte implica considerar el grado y forma en que son cumplidos los objetivos del servicio, a través del conjunto de operaciones realizadas por el sistema. El desempeño se obtiene a través de los resultados de un conjunto de atributos cuantitativos y cualitativos combinados de acuerdo a criterios específicos y representativos de los objetivos del sistema.

Según *D'Agosto (2008)* un servicio de transporte público es una actividad que necesita de planeamiento, operación y control, donde la evaluación de desempeño aparece como una herramienta fundamental para ejecutar el control que permite obtener información necesaria (feedback) tanto para la operación como para el planeamiento en vistas de mejorarlo.

2.4.3. Conceptos de atributo, indicador y medida.

Atributo

Se destaca la definición utilizada por *Vuchic (1981)* por ser un trabajo referente en el área. El autor sostiene: “...en un nivel elemental, el transporte es definido como el movimiento de un número de ‘objetos’ (u) en una distancia (s) en un lapso de tiempo (t). Se entiende que ‘objetos’ pueden ser personas, bienes o unidades de capacidad de transporte o convoy (...) La relación entre estos tres elementos define los atributos básicos de desempeño del servicio de transporte...”. Estos son:

$$\text{Velocidad: } v = \frac{s}{t} \left[\frac{km}{h} \right] \quad \text{“Lentitud”}: v^{-1} = \frac{t}{s} \left[\frac{h}{km} \right]$$

$$\text{Densidad: } k = \frac{u}{s} \left[\frac{veh}{km} \right] \quad \text{“Distanciamiento”}: S_s = \frac{s}{u} \left[\frac{m}{veh} \right]$$

$$\text{Frecuencia: } f = \frac{u}{t} \left[\frac{veh}{h} \right] \quad \text{Intervalo (Headway): } h = \frac{t}{u} \left[\frac{\text{min}}{veh} \right]$$

Donde: u : objetos a movilizar (pasajeros, bienes, vehículos, etc.)

s : distancia de transporte (kilómetros, metros, etc.)

t : intervalo de tiempo considerado (horas, minutos, etc.)

Estos atributos básicos están íntimamente relacionados con la operación de un sistema de transporte y no incluyen aspectos cualitativos del servicio.

Desde un enfoque más amplio *D’Agosto (2008)* enuncia: “...el desempeño debe ser entendido como el resultado de una combinación de categorías atribuidas a un determinado sistema, en función de su finalidad (objetivo) y es representado principalmente por cantidades y cualidades...”. Este autor define los atributos del sistema como las características esenciales del mismo.

Indicador

Según *Lima Jr. (2001)* los indicadores pueden definirse como representaciones matemáticas que “miden” cuantitativamente un proceso o resultado, teniendo generalmente una meta o patrón asociado.

Santana Filho (1984) define que un indicador es un instrumento utilizado para describir un cierto aspecto según un determinado punto de vista o enfoque particular. De esta forma se pueden considerar aspectos

cuantitativos –relacionados a la eficiencia del servicio- y cualitativos –relacionados a la eficacia del servicio-. Esta definición es la más aceptada por diversos autores y es la que adoptaremos en este trabajo.

Consideramos que lo importante en la definición de indicadores es que estos deben describir de manera específica los atributos deseados del sistema de transporte que se está evaluando.

Medida

Una medida es una combinación de indicadores, que sirven para representar más claramente el atributo que se está evaluando (*D'Agosto, 2008*).

Dentro de la bibliografía revisada (*Santana Filho, 1984 – Lima Jr., 2001 – D'Agosto, 2008 – TRB, 2003*) existen recomendaciones comunes que es conveniente seguir al momento de plantear los indicadores y medidas.

- Deben ser fácilmente comprensibles.
- Deben ser de fácil obtención.
- Deben ser posibles de cuantificar a partir de los datos disponibles.
- Deben ser fácilmente comparables con valores de referencia.
- Deben ser aceptados por los distintos actores involucrados.
- Deben ser metodológicamente correctos.

2.4.4. Indicadores y Medidas de Eficiencia.

Vuchic (1981).

Vuchic escribió uno de los textos más trascendentes sobre transporte urbano. Este autor define que la evaluación de desempeño de un sistema de transporte consiste en valorar elementos cuantitativos y cualitativos, que permitirán comprender la situación en la que opera dicho sistema e identificar qué aspectos podrían mejorarse. Cabe destacar que el autor tiene un enfoque centrado en la operación y eficiencia del sistema y no considera aspectos referidos a la eficacia del servicio.

Acorde con el concepto inicial de eficiencia planteado anteriormente en este mismo capítulo, el autor define como indicadores de **Eficiencia** a todas aquellas relaciones que sigan el siguiente razonamiento:

$$\text{Relaciones de Eficiencia} = \frac{\text{Cantidad de Resultado Producido (Output)}}{\text{Cantidad de Recursos Consumidos}}$$

Por su parte, los indicadores de grado de **Consumo** son definidos como aquellos que tienen la siguiente forma:

$$\text{Relaciones de Consumo} = \frac{\text{Cantidad de Recursos Consumidos}}{\text{Cantidad de Resultado Producido (Output)}} = \frac{1}{\text{Eficiencia}}$$

Son relaciones que permiten inferir qué cantidad de un determinado recurso es consumida en el proceso para producir una unidad.

Por último Vuchic, plantea las tasas de **Utilización** como relaciones entre resultados similares a los fines de cuantificar porcentajes o coeficientes de utilización de un aspecto determinado.

En la Tabla 1 se muestran los indicadores de resultados, recursos consumidos y medidas correspondientes a eficiencia, utilización y consumo.

Tabla 1. Indicadores de Desempeño

<i>Indicadores de Resultados (Output)</i>	<i>Indicadores de Recursos (Input)</i>	<i>Medidas de Eficiencia (Productividad)</i>	<i>Medidas de Consumo</i>	<i>Medidas de Utilización</i>
“Objetos” o “unidades”	“Costos”	Espacios-Km/h	kWh/Veh-Km	Veh-Hora/Veh/Día
Pasajeros	Costos Inversión(\$inv)	Veh-Km/Veh/Año	Personal Operativo/Veh-Km	Veh_Operación/Veh_Totales
Asientos	Costos Operación(\$op)	Pasajeros/Veh-Km	\$op/Pasajero	Pasajeros/Espacio
Espacios	“Mano de Obra”	Pasajeros/Veh/Año	\$op/Pasajero-Km	Pasajeros-Km/Espacios-Km
Ingresos \$ing	Personal Operativo	Espacios-Km/Km_ruta/Año	\$op/Espacios-Km	Horas_Trabajadas/Horas_Pagas
Vehículos	Personal Administrativo	Pasajeros-Km/Veh/Año	\$op/Veh-Km	Empleados Operativos/Total de Empleados
“Trabajo”	Personal de Mantenimiento	Veh-Km/kWh	Veh/Km_de_Red	
Pasajeros-Km	“Tiempo”	Pas-Km/kWh	Espacios-Km/Pas-Km	
Espacios-Km	Hora	Espacios-Km/kWh	Ancho_Vía/Espacios/Hora	
Vehículos-Km	Día	Espacios-Km/Día/\$inv		
“Capacidad”	Año	Pasajeros-Km/\$op		
Personas/Hora	“Espacio”	Pasajeros/Área interior Vehículo		
Espacios/Hora	Área interna del Vehículo	Espacios/h/Ancho_Vía		
Vehículos/Hora	Ancho de Vía	\$ing/pasajero		
“Productividad”	Área ocupada por el Vehículo	\$ing/Veh-Km		
Pasajeros-Km/Año	“Infraestructura”			
Espacios-Km/Año	Capacidad de la Flota			
Vehículos-Km/Año	Tamaño de la Flota			
	Número de Líneas			
	Longitud de la Red			
	“Energía”			
	kWh para propulsión			
	kWh para todo el sistema			

(Vuchic, 1981)

Se destaca el enfoque centrado en la operación del sistema, sin considerar el grado de adaptación a las necesidades o preferencias de la demanda que tiene el servicio.

2.5. Evaluación de desempeño en servicios de transporte con un enfoque de mercado.

Según *Ratton Neto (1997)* el concepto de transporte público masivo como un servicio prestado por el Estado con patrones únicos de calidad que debían satisfacer a toda la sociedad al mínimo costo posible, actualmente está cambiando hacia una visión mixta donde se incorporan al servicio básico un conjunto de alternativas como resultado de la actuación del mercado, a los fines de diversificar la oferta y atender de mejor forma a los diversos grupos de demanda existentes en una sociedad.

2.5.1. Concepto de Segmento de Mercado.

El concepto de diversificar la oferta del servicio de transporte urbano de pasajeros, mencionada anteriormente, tiene su razón de ser en intentar captar una mayor cantidad de usuarios; al respecto *Santana Filho (1984)* plantea: “...debido al hecho de que los usuarios ponderan de manera diferente los atributos de un sistema de transporte en función de sus características socioeconómicas, demográficas y del tipo de viaje, se debe poner en consideración el concepto de ‘Segmento de Mercado’...”.

El concepto de segmento de mercado deriva de las ciencias administrativas y en particular de la mercadotecnia, su fundamento es que la segmentación del mercado en grupos con características (económicas, sociales, culturales, etc.) y comportamientos (de consumo, de viajes, etc.) homogéneos permite definir distintas estrategias para introducir un producto o servicio de manera más efectiva.

Según *Kotler (2001)* la segmentación puede lograrse analizando las características de los consumidores, o bien las respuestas de consumo que estos tienen respecto de un bien o servicio particular. Una definición más clara de los tipos de segmentación se detalla a continuación:

- Segmentación Geográfica: el mercado se divide en diversas unidades geográficas –países, provincias, ciudades, zonas, barrios, etc.- identificando las variaciones que se produce en cada una.
- Segmentación Demográfica: se divide en grupos en base a variables como edad, tamaño de familia, género, ingresos, ocupación, etc. Las variables demográficas son las más utilizadas para segmentar mercados por la correlación que presentan con los deseos y preferencias de los consumidores, y además son fáciles de obtener ya que son relevadas sistemáticamente en censos, o encuestas permanentes de hogares, etc.
- Segmentación Psicográfica: consiste en dividir el conjunto de consumidores en base a variables de comportamiento, como estilo de vida, personalidad y valores. El autor destaca que dentro de un mismo grupo demográfico pueden existir perfiles psicográficos muy distintos.

- Segmentación Conductual: el mercado se segmenta en base al conocimiento, actitud, forma de uso y respuesta que un consumidor tiene hacia un determinado producto o servicio.

Si bien las técnicas de mercadotecnia surgen con aplicación comercial para mejorar el “desempeño” en ventas de un producto, es claro que tienen aplicación para paliar problemas sociales. *Kotler y Zaltman (1971)* fueron pioneros en la aplicación de conceptos de mercadotecnia para conseguir la aceptación de causas sociales en grupos determinados. Definen al “Marketing Social” como: “...el diseño, implementación y control de programas calculados para influenciar en la “aceptabilidad” de ideas sociales...”.

2.5.2. Conceptos de percepción, calidad y satisfacción.

Cada segmento de mercado tendrá distintas expectativas respecto a un mismo servicio o producto, y la percepción del mismo será diferente según las características de cada grupo. Se han desarrollado diversos modelos a los fines de interpretar la forma y aspectos que afectan la percepción del usuario. Uno de los más relevantes es el modelo de las deficiencias (*Zeithaml, et al 1985*) que establece que la calidad de servicio se mide por la diferencia entre el servicio esperado y el percibido. Dicha diferencia se elimina reduciendo las otras cuatro diferencias:

-Diferencia entre servicio esperado por el cliente (expectativa de calidad) y la percepción que el operador tiene sobre la expectativa del cliente.

-Diferencia entre la percepción que el operador tiene sobre la expectativa del cliente y los aspectos de calidad realmente especificados para el servicio.

-Diferencia entre los aspectos de calidad especificados y el servicio prestado.

-Diferencia entre el servicio real y lo que se comunica a los clientes sobre el servicio.

La más importante de estas “diferencias” es la primera ya que sin conocer las expectativas que el cliente tiene respecto del servicio no se puede actuar sobre los otros puntos (*Ministerio de Fomento España, 2006*).

Si bien este modelo de calidad data del año 1985, y ha sido modificado y complementado por diversos autores, es la base del modelo de calidad adoptado por la Norma Europea para transporte de pasajeros.

Dicha norma plantea cuatro definiciones de calidad a saber (*QUATTRO, 1998*):

-Calidad esperada: es el nivel de calidad esperado por el usuario.

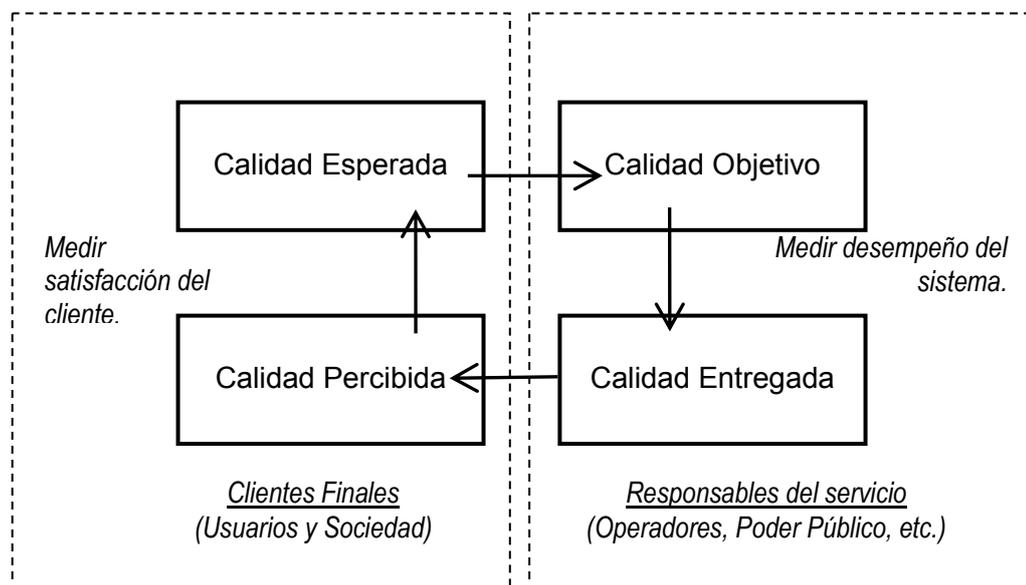
-Calidad objetivo: es el nivel de calidad que el operador del servicio tiene por objetivo brindar a los usuarios.

-Calidad entregada: es el nivel de calidad alcanzado en las operaciones diarias del servicio, considerando condiciones de operación normales.

-Calidad percibida: es el nivel de calidad con que el usuario percibe el servicio al utilizarlo. Es una medida con gran componente subjetivo ya que depende de factores sociales, económicos, psíquicos, y de la experiencia personal del usuario con el servicio.

Una aplicación del criterio de calidad en sistemas de transporte público se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Esquema de Calidad de Servicio en sistemas de transporte público



(Adaptado de QUATTRO, 1998)

Para disminuir la brecha entre Calidad Objetivo y la realmente Entregada es fundamental contar con herramientas de control. En este sentido las técnicas de evaluación de desempeño permiten que el organismo responsable verifique sistemáticamente que el servicio entregado por las empresas operadoras sea acorde con las exigencias pactadas en sus contratos (calidad objetivo).

A su vez el Estado es responsable de planificar el servicio de transporte urbano, es decir debe conocer las necesidades y expectativas de la sociedad para diseñar el sistema y re-definir las exigencias en los contratos de concesión, buscando minimizar la brecha entre Calidad Esperada y Objetivo.

Desde un concepto amplio Ferraz y Torres definen que la calidad de un servicio de transporte urbano debe contemplar el nivel de satisfacción de todos los actores directa e indirectamente relacionados al sistema. Destacan que la calidad global del sistema será alcanzada a través de la capacitación de cada grupo en lo que respecta a sus obligaciones, derechos, funciones y objetivos dentro del sistema (*Ferraz y Torres 2004*).

La satisfacción expresa el grado de cumplimiento de ciertos requisitos o exigencias. La expectativa es la esperanza o posibilidad de que ocurra algo que se prevé.

Debemos interpretar como las características del servicio de transporte influyen en la satisfacción del usuario. La Norma Europea las clasifica en función de la satisfacción que genera a sus usuarios en tres tipos:

-Características Básicas: son atributos o requisitos comúnmente esperados por los usuarios y están implícitos en el concepto de servicio de transporte. Leves incumplimientos de estos atributos afectan en gran medida la satisfacción y a su vez cumplirlos correctamente no aumentan la satisfacción del usuario.

-Características Proporcionales: son aspectos que causan satisfacción de manera proporcional al grado de cumplimiento.

-Características Atractivas: son aspectos que hacen que el servicio sea diferenciado, es decir, no son esperadas por el usuario y su cumplimiento generan un aumento en el grado de satisfacción. Su incumplimiento no es percibido.

A continuación se enuncian algunas técnicas para cuantificar satisfacción.

Matrices Satisfacción/Importancia.

También llamado método de los cuadrantes, esta técnica permite mediante entrevistas a los usuarios valorar el grado de satisfacción (o insatisfacción) e importancia que cada atributo de un determinado servicio posee (*MORI, 2002*). En términos de calidad, estos diagramas permiten identificar la diferencia entre Calidad Esperada y Calidad Percibida, que es la más importante desde el punto de vista de la satisfacción del usuario (*Rubinstein, 2004*)

Stradling et al (2007) desarrollan una aplicación práctica en servicios de transporte mediante esta técnica a los fines de cuantificar y valorar las diferencias entre las expectativas y percepción de los usuarios.

Los autores resumen en los siguientes pasos esta metodología propuesta:

1 Realizar un listado completo de los aspectos particulares del servicio que se desea evaluar. Para ello se recurre a estudios previos, entrevistas con los proveedores del servicio, revisión de la bibliografía especializada o grupos focales de expertos. Es importante no obviar ningún aspecto que haga a la calidad del servicio.

2 Mediante una entrevista a los usuarios del servicio, para cada aspecto anteriormente definido se pregunta - Si ese aspecto particular está siendo ofrecido de manera correcta y satisfactoria (desempeño del servicio en ese ítem) y - Si considera importante que ese aspecto sea bien ofrecido (importancia que el ítem tiene dentro del servicio). Las respuestas a estas preguntas son encuadradas mediante Escalas de Likert de cinco puntos.

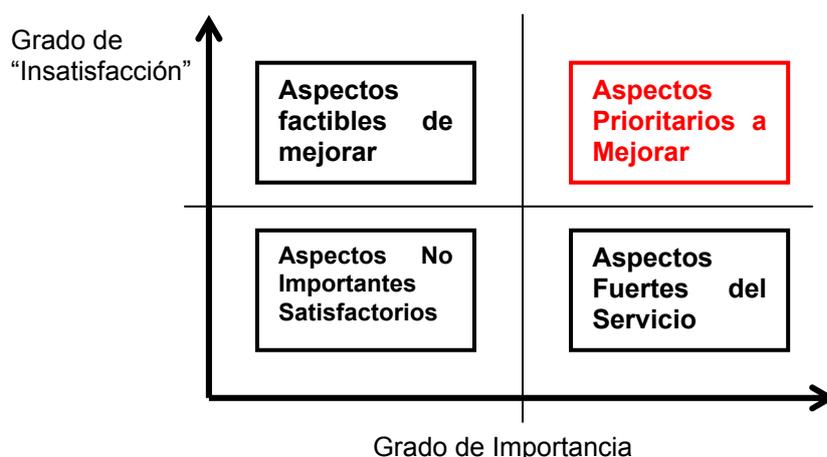
3 Se cruzan las respuestas de Desempeño e Importancia para cada ítem. Luego se agrupan los usuarios que valoran un determinado aspecto con alta importancia y mal desempeño, obteniendo un porcentaje de usuarios “insatisfechos”.

4 Mediante la tabulación de las respuestas se grafica “Disconformidad” vs. “Importancia”, de manera tal que cada ítem queda graficado como un punto dentro del gráfico de coordenadas.

5 Se divide el gráfico de coordenadas en cuatro zonas mediante líneas que pasan por los centroides (medianas), de manera que queda categorizado cada aspecto dentro de una zona determinada. La Figura 5 permite visualizar este esquema.

6 Se identifican aquellos aspectos que se encuentran dentro de la zona con alta importancia y bajo desempeño para ser la prioridad para mejorar la calidad del servicio.

Figura 5. Diagramas Satisfacción – Importancia.



Los autores destacan que esta técnica combina medidas que cuantifican la importancia que los usuarios le asignan a cada aspecto del servicio, con medidas de desempeño, lo que permite inferir qué aspectos son prioritarios a mejorar para afectar más eficazmente la calidad del servicio.

Esta técnica es muy utilizada y se observaron distintas formas de representar la información (*MORI, 2002 Stradling et al., 2007- TRB, 1999*) pero el concepto fundamental de valorar medidas de satisfacción e importancia se mantiene en todos los casos.

Técnica Puntuación de los Impactos (Impact Score).

Esta técnica se basa en cuantificar los impactos relativos que cada atributo posee respecto de la satisfacción general, para lo cual diferencia las calificaciones globales que le asignan al servicio aquellos usuarios que tuvieron algún inconveniente de los que no los tuvieron (*TRB, 1999*).

La técnica puede resumirse en los siguientes pasos:

1 Determinar el listado de atributos que tienen mayor impacto en la satisfacción global. Para cada atributo la muestra de usuarios entrevistados se divide en quienes han tenido un problema reciente (por ejemplo los últimos 30 días) y en quienes no han tenido inconvenientes respecto de ese atributo. Luego se calcula la calificación global media para ambos grupos de usuarios y la diferencia obtenida entre las medias es llamada “Brecha de Puntuación” (Gap Score). La diferencia de las medias puede verificarse mediante una prueba de hipótesis o test-t.

2 Luego para cada atributo se estima la tasa de incidentes que posee, es decir, el porcentaje de usuarios que presentaron problemas respecto a dicho atributo.

3 Multiplicando en cada atributo la “Brecha de Puntuación” con la tasa de incidentes se obtiene un índice que representa la “Puntuación del Impacto” que tiene dicho atributo.

Esta técnica tiene el mismo principio que las Matrices de Satisfacción/Importancia, sólo que en este caso la importancia de cada atributo es inferida de manera indirecta a través de la “Brecha de Puntuación”. Los autores destacan que esta técnica puede representarse también mediante cuadrantes de manera similar a la técnica anterior.

2.6. Aplicaciones de índices de calidad para control

En esta sección se pretende mencionar algunos de los procedimientos utilizados por las instituciones responsables del control de los servicios de transporte. Aunque nuestro trabajo no tiene como objetivo

desarrollar una herramienta de para el control de la calidad de servicio y cumplimiento de las condiciones preestablecidas en los contratos de concesión, consideramos que es válido revisar cuáles son los indicadores considerados en estos análisis.

La sección contiene el caso de la Empresa Municipal de Transporte Urbano de San Pablo, Brasil, como un ejemplo de caso internacional y luego destaca los procedimientos utilizados por la CNRT y algunas consideraciones de los aspectos de calidad en contratos de concesión.

2.6.1. Empresa Municipal Transporte Urbano (EMTU²) de San Pablo.

La EMTU desarrolló una metodología para la evaluación de la calidad del servicio basada en información proveniente de reclamos de los usuarios, inspecciones a la flota en servicio y entrevistas personales a los pasajeros donde se identifica el perfil socioeconómico del mismo, el comportamiento de uso y se le solicita la valoración de 0 a 10 de 33 atributos relacionados con el servicio prestado. Dichos atributos son agrupados en cinco categorías:

- Externos: aquellos que no dependen de la operación de la empresa,
- Flota: aspectos relacionado con el estado de los vehículos,
- Información: se refiere a la información de los servicios y al atendimento de los reclamos,
- Operación: referido al tiempo de espera, cantidad de vehículos en servicio y la cantidad de personas a bordo del vehículo,
- Tripulación: referida a la atención y modos de los choferes y cobradores,
- Otros: valoraciones del servicio en forma general.

Para estimar la calidad global se obtienen las calificaciones promedio del total de atributos evaluados por empresa y se restan el valor del índice de reclamos obtenido según se muestra a continuación:

$$IQT = NP - IRP$$

donde

$$IRP = \frac{(R - E)}{n}$$

NP: Valor promedio obtenido en la valoración de todos lo atributos.

IRP: Valor del índice de reclamos.

² Disponible en <http://www.emtu.sp.gov.br/iqt/index.htm> accedido en Septiembre de 2007.

R : Cantidad de reclamos obtenidos en la muestra.

E : Cantidad de elogios obtenidos en la muestra

n : Muestra (cantidad de casos analizados).

2.6.2.Casos de Argentina.

Índices de Calidad del Autotransporte Público Urbano de Pasajeros. Comisión Nacional de Regulación de Transporte (CNRT, 2001).

En el año 2000, la CNRT implementó un procedimiento de recopilación sistemática con el objetivo de elaborar indicadores de calidad en los servicios de autotransporte público urbano de pasajeros en la Región Metropolitana de Buenos Aires.

La información utilizada surge de archivos de la fiscalización de los servicios y del sistema de reclamos (Denuncias) propios de la CNRT, y se complementa con relevamientos de campo durante los años 1999 y 2000.

La metodología propuesta por la CNRT desarrolla tres tipos de indicadores, a saber: 1) Indicadores de Calidad, 2) Indicadores de Operación e 3) Indicadores Económico-Financieros. A los fines de nuestro trabajo consideramos relevantes los relativos a la calidad del servicio, por lo que sólo se detallarán la composición de estos y los restantes sólo se enunciarán:

- Indicadores de Calidad (Ic): “...reflejan de alguna manera la calidad de los servicios prestados por las diferentes empresas...”. Basados fundamentalmente en registros de las denuncias, reclamos y siniestros que presenta cada empresa. Dentro de los indicadores referidos a la categoría “calidad” se diferenciaron los siguientes:
 - IC1: Comportamiento de los Conductores
 - IC1.1 Quejas referidas a los conductores.

$$Ic1.1 = \frac{\text{Denuncias referidas a los conductores}}{\text{Pasajeros Transportados} * 100.000}$$

El problema que presenta este indicador es que al basarse en reclamos se obtiene un sesgo ya que el perfil del usuario denunciante puede no ser representativo del usuario promedio.

- IC1.2 Valoración Negativa del Comportamiento

En este caso la valoración del conductor surge de los relevamientos de campo realizados. Se usaron como criterios para cuantificar la valoración los siguientes: trato al usuario, conducta

respecto a la normativa de No Fumar, escuchar radio o conversar con los pasajeros y aspectos relativos al manejo incorrecto (violación de normativa, aceleración excesiva, aproximación al cordón en los puntos de parada, cierre de puertas al poner el vehículo en movimiento).

$$Ic1.2 = \frac{\text{Cantidad de Valoraciones Negativas}}{\text{Total de Relevamientos}}$$

Este indicador puede presentar un sesgo debido a la homogeneidad de criterios de interpretación de los distintos observadores. Presenta dificultad para obtener la información pues depende de relevamientos en cada línea a evaluar.

- IC2: Prestación del Servicio
 - IC2.1 Quejas referidas al servicio (desvío de recorrido y falta de frecuencias).

Surge de las denuncias referidas a los códigos “Desvío de Recorrido” y “Falta de Frecuencia”.

$$Ic2.1 = \frac{\text{Denuncias referidas al Servicio}}{\text{Pasajeros Transportados} * 100.000}$$

- IC2.2 Faltas por incumplimiento de los servicios

A partir de las faltas constatadas en las fiscalizaciones realizadas por este organismo. Las faltas se refieren a: estacionamiento no autorizado, suspensión de servicios, no respetar el recorrido, no respeto de las frecuencias (diurnas y nocturnas) entre otros.

$$Ic2.2 = \frac{\text{Faltas por Incumplimiento de Servicios}}{\text{Flota de la Empresa}}$$

Este indicador depende de los datos de fiscalización los cuales generalmente no son sistematizados y relevados de forma homogénea por lo que no permitiría plantear un indicador aceptable. Además el indicador estaría explicando el grado de “incumplimiento” por vehículo que tiene la empresa con un amplio enfoque sumando los distintos tipos de faltas lo cual no es recomendable al momento de plantear un indicador.

- IC2.3 Incumplimiento de la programación.

Se refiere a cuantificar la cantidad de servicios observados en los relevamientos y contrastarlos con la cantidad de servicios programados.

$$Ic2.3 = 1 - \frac{\text{Cantidad de Servicios Observados}}{\text{Cantidad de Servicios Programados}}$$

- IC2.4 Irregularidad del servicio

Este indicador se define como el coeficiente de variación de los intervalos entre servicios. Se basa en información proveniente de relevamientos.

$$Ic2.4 = \frac{\text{Desvío Standar de los Intervalos entre servicios observados}}{\text{Promedio de los Intervalos entre servicios observados}}$$

- IC3: Estado del Parque
 - IC3.1 Antigüedad media del parque

Se refiere a la proporción de vida útil consumida por el promedio de los vehículos de la empresa. Surge de dividir la antigüedad promedio de la flota de la empresa por los diez años que tienen de vida útil según la normativa contractual.

$$Ic3.1 = \frac{\text{Antigüedad Promedio de los Vehículos de la Empresa}}{10 \text{ años}}$$

La información con que se genera este indicador es confiable, sistemática y sin sesgo.

- IC3.2 Faltas por Ruidos y Humos

Mide la cantidad de faltas constatadas por ruidos y excesiva emisión de gases de escape en relación a la flota total de la empresa.

$$Ic3.2 = \frac{\text{Faltas por Ruidos y Humos}}{\text{Flota Total de la Empresa}}$$

- IC3.3 Accesibilidad de los vehículos

Se refiere a la accesibilidad de personas con discapacidades motrices, para lo cual se considera la cantidad de vehículos que poseen piso bajo o semibajo.

$$Ic3.3 = 1 - \frac{\text{Cant Vehiculos con piso bajo y/o semibajos}}{\text{Flota Total de la Empresa}}$$

- IC3.4 Faltas por mal estado de los vehículos
- IC4: Incumplimiento de Normativa
 - IC4.1 Faltas por incumplimiento de la normativa vigente.
- IC5: Seguridad (Accidentes)
 - IC5.1 Siniestralidad
 - IC5.2 Víctimas (lesionados y muertos)
 - IC5.3 Falta de Seguridad
- IC6: Confort, información y trato al usuario.
 - IC6.1 Falta de confort, información o maltrato al usuario.
 - IC6.2 Quejas totales

Índice de Calidad Global.

A los fines de comparar la calidad de servicio que ofrecen las distintas empresas, la CNRT propone distintos criterios de comparación:

- Comparar los resultados de cada indicador de forma individual: sólo permite comparar empresas en un aspecto determinado.
- Comparar por medio de resultados agrupados según afinidad de cada indicador: consiste en ponderar cada indicador por un coeficiente que se obtiene en base a los siguientes criterios:

Sistematicidad: se valora la regularidad y uniformidad de criterio en la captación de los datos y el sesgo de la información.

Confiabilidad: se evalúa la credibilidad de la fuente de información.

Importancia: es una valoración subjetiva de la representatividad de cada índice.

La Tabla 3 describe los valores adoptados para la comparación por grupos de indicadores.

- Comparar por medio de un “Índice de Calidad Global”: consiste en la suma algebraica de los índices obtenidos por cada grupo de afinidad afectados por un peso relativo según la importancia de cada uno -Tabla 2-. Esto permite estimar un valor de “calidad global” de servicio entregado y comparar distintas empresas.

$$\text{Índice de Calidad Global} = \sum \frac{\text{Índice de Calidad de cada Grupo} \times \text{Peso Relativo Asignado}}{\text{Valor Máximo del Índice del Grupo para ese año}}$$

Tabla 2. Pesos relativos. Metodología de control CNRT.

Grupo de Indicador	Descripción	Peso Relativo
IC1	Comportamiento de los Conductores	20%
IC2	Prestación de Servicios	20%
IC3	Estado del Parque	20%
IC4	Cumplimiento de la Normativa	10%
IC5	Seguridad	15%
IC6	Confort, información y trato al usuario	15%

(Fuente: CNRT, 2001)

- Indicadores de operación (Io): “...describen las condiciones en que operan las empresas y permiten inferir sus posibilidades de desarrollo o decadencia...”. Se trata de indicadores de eficiencia operacional.
 - IO1: Utilización media de la flota.
 - IO2: Velocidad media.
 - IO3: Índice Pasajero Kilómetro.
- Indicadores Económicos (Ie): El objeto de estos indicadores es evaluar la capacidad económico-financiera y son obtenidos a partir de los estados contables que las propias empresas presentan a la CNRT.
 - IE1: Ingreso medio por Kilómetro
 - IE2: Recaudación por Vehículo
 - IE3: Índice de solvencia financiera
 - IE4: Índice de solvencia económica
 - IE5: Compromiso financiero (Ingreso/Pasivo)

Esta metodología de evaluación tiene un enfoque que responde a la necesidad de control que este organismo debe ejercer sobre las empresas de transporte, por eso se justifica que la evaluación de “calidad” del servicio tenga como base datos provenientes del sistema de denuncias y quejas. Se evalúa Calidad desde el punto de vista del cumplimiento de la normativa, cumplimiento de los servicios pactados y cantidades de quejas de los usuarios, pero no es el objetivo comparar las expectativas de los usuarios con la percepción que tienen de los servicios actuales.

Para evaluar calidad del servicio se plantean indicadores con unidades heterogéneas por lo que se comete un error metodológico al agruparlos en un único indicador sin antes “transformar” en medidas

homogéneas y además, los criterios para asignar los valores de ponderación utilizados para agrupar los distintos indicadores de calidad no están explicitados en la metodología.

Respecto de la metodología adoptada por la CNRT, la planteada por la EMTU evalúa la calidad de servicio a partir de la valoración de satisfacción de los usuarios, lo cual consideramos es mucho más representativo que los indicadores basados sólo en reclamos y/o faltas detectadas en la fiscalización.

Tabla 3. Valores de Ponderación. Metodología CNRT.

Indicador	Descripción	Valor Sistemática	Valor Confiabilidad	Valor Importancia	Ponderador Adoptado
1.1	Quejas referidas a Conductores	0,75	1,00	1,00	0,92
1.2	Valoración Negativa del Comportamiento	0,50	1,00	1,00	0,83
2.1	Quejas referidas al Servicio	0,75	1,00	1,00	0,92
2.2	Faltas por incumplimientos de los Servicios	0,00	1,00	1,00	0,67
2.3	Incumplimiento de la Programación	0,50	1,00	1,00	0,83
2.4	Irregularidad del Servicio	0,50	1,00	0,75	0,83
3.1	Antigüedad media del Parque	1,00	1,00	1,00	0,92
3.2	Faltas por Ruidos y Humos	0,75	1,00	0,50	0,92
3.3	Accesibilidad de los Vehículos	1,00	1,00	1,00	0,83
3.4	Faltas por Mal Estado de Vehículos	0,75	1,00	0,50	0,92
4.1	Faltas Incumplimiento de la Normativa	0,75	1,00	1,00	0,75
5.1	Siniestralidad	0,00	0,00	1,00	0,33
5.2	Víctimas	0,00	0,00	1,00	0,33
5.3	Falta de Seguridad	0,75	1,00	1,00	0,92
6.1	Falta de Confort, Información o Maltrato	0,75	1,00	0,75	0,83
6.2	Quejas Totales	0,75	1,00	0,75	0,83

(Fuente: CNRT, 2001)

Criterio de calificación utilizado: 0,00 Malo – 0,50 Regular – 0,75 Bueno – 1,00 Excelente

Nótese que la forma de asignación de los valores de sistematicidad, confiabilidad e importancia no están explicados en la metodología.

Exigencias de calidad de servicio planteadas en los contratos de concesión.

Los marcos regulatorios de los servicios de transporte urbano de pasajeros en Argentina no contemplan metodologías de evaluación de desempeño orientadas hacia la calidad del servicio con enfoque en la satisfacción del usuario. Por lo general se limitan a plantear indicadores y métodos de control de los aspectos financieros y eficiencia económica de las operadoras y un régimen de penalidades por incumplimiento en las prestaciones del servicio.

Mencionamos el marco regulatorio del servicio de transporte público de la ciudad de *Rosario* (*Ordenanza 7802/2004*) por ser uno de los pocos que establece un capítulo sobre evaluación de calidad, estableciendo que: “...la Autoridad de Aplicación deberá evaluar el funcionamiento del sistema a través de indicadores de calidad agrupados según los siguientes aspectos 1) *Gestión Operativa del Servicio*, 2) *Gestión de los Recursos Humanos*, 3) *Atención al Usuario* y 4) *Gestión Económica y Financiera*...”, pero sin plantear una metodología ni indicadores a considerar. Este marco regulatorio además establece que se deberán aplicar encuestas permanentes de opinión para estimar la satisfacción de los usuarios y encuestas domiciliarias de origen y destino de viajes que serán ejecutadas cada 10 años, pero sin establecer qué tipo de aspectos del servicio deben indagarse ni las técnicas específicas para hacerlo.

2.7. Metodologías para evaluar Accesibilidad y Conveniencia

2.7.1. Conceptos de Accesibilidad y Conveniencia.

Accesibilidad.

Seguí Pons y Petrus Bey (1991) a partir de un enfoque de geografía cuantitativa sostienen que el concepto de distancia puede ser abordado desde un punto de vista relativo, considerando que la noción de espacio debe ser asociada a la del tiempo. Definen la distancia espacio-temporal como la que considera el espacio real entre dos puntos y el tiempo necesario para trasladarse entre ellos. La asociación del concepto de tiempo permite relativizar las distancias espaciales.

Según *Cervero (2005)* puede definirse accesibilidad como la capacidad para llegar eficientemente a lugares de uso frecuente. El autor sostiene: “...*Evaluar desempeño desde una perspectiva de accesibilidad provee un enfoque holístico y más equilibrado a la planificación del transporte*...”. La accesibilidad entre dos puntos es producto de la “movilidad” y “proximidad”, ya que puede alcanzarse tanto por una mayor velocidad, como por disminuir la distancia existente entre esos dos puntos; los nuevos conceptos de planificación urbana –Desarrollo Orientado al Transporte Público (Transit Oriented Development), Desarrollos de usos de suelo mixtos y compactos- buscan reemplazar la necesidad de

desplazarse grandes distancias por pequeños movimientos por caminata o bicicleta, fenómeno llamado “Des-generación de Viajes” (*Whitelegg, 1993 apud Cervero, 2005*).

Murray et al. (1998) definen Accesibilidad de un sistema de transporte público como la aptitud de la red para trasladar individuos desde el punto de ingreso al sistema hasta el destino en un lapso razonable de tiempo. Asimismo definen Acceso como la posibilidad de utilizar el sistema de transporte en función de la proximidad y el costo.

La incorporación de medidas de accesibilidad en el proceso de planificación de transporte permite no sólo comprender la eficacia del sistema existente, sino que también es una medida de equidad, mostrando aquellas zonas con menor posibilidad de movilizarse.

El autor enuncia que las medidas de accesibilidad más usuales son:

1) *Medidas del Tipo Gravitatorias:*

$$AI_i = \sum_j (\text{Puestos Trabajo}_j \cdot F_{ij})$$

Donde : $F_{ij} = \text{Tiempo}^{-v}$

AI: Índice de Accesibilidad

i: Zona residencial.

j: Zona de Puestos de Trabajo

Tiempo: Tiempo de viaje en la red existente.

v: coeficiente que considera aspectos de comportamiento

(un menor valor gamma implica que los usuarios son menos sensibles al tiempo y distancia, en San Francisco $v=0,35$).

Este indicador considera todos los puestos de trabajo existentes en una determinada área y los pondera considerando la “fricción” que representa el tiempo necesario para acceder a ellos desde la zona de residencia planteada. Tiene la ventaja de considerar todos los trabajos del área en estudio pero no son de lectura intuitiva.

2) *Basadas en Isocronas:*

$$AI_i = \sum_j (\text{Puestos Trabajo}_j (\text{Tiempo}_{ij} \leq m))$$

Donde: m: Límite de tiempo en minutos.

Estos indicadores son de lectura intuitiva y factibles de graficar mediante sistemas de información geográfica (SIG). Presentan la desventaja de que se debe definir un límite arbitrario del área de interés. Para evitar esto suelen adoptarse límites a partir de los comportamientos observados en los viajes existentes -por ejemplo el límite de influencia de un polo comercial según el percentil 85 es un radio de 8 kilómetros-.

Conveniencia

Desde un enfoque de investigación de mercado, *Berry et al (2002)* destacan que el concepto de conveniencia de un servicio está íntimamente relacionado al tiempo que se necesita para hacer uso del mismo. La espera del consumidor está compuesta por una componente Objetiva, que representa el tiempo real transcurrido y otra Subjetiva, basada en percepciones e influenciada por factores psicológicos (*Davis y Vollman, 1990 apud Berry et al., 2002*). Por esto las características individuales de cada persona son determinantes en la valoración subjetiva de la espera.

Tradicionalmente la espera se ha enfocado desde un punto de vista económico del “costo” del tiempo desperdiciado, mientras que el “costo psicológico” –nervios, ansiedad, enojo, etc.- de la espera afecta en la satisfacción y evaluación que el cliente tiene respecto de la empresa (*Berry et al, 2002*).

Esto muestra que la conveniencia está relacionada a la percepción de los individuos, estos conceptos aplicados a servicios de transporte se retomarán en el punto 2.8 del presente capítulo al analizar el caso particular de la percepción del tiempo de espera.

2.7.2. Metodología del Transit Capacity and Quality Service Manual (TRB, 2003).

El manual de capacidad y calidad de servicio en transporte masivo (*TRB, 2003*) publicado por la Transportation Research Board utiliza las siguientes definiciones respecto a desempeño y calidad de servicio:

- Medidas de Desempeño del transporte masivo: son factores cualitativos o cuantitativos utilizados para evaluar un aspecto particular del servicio de transporte masivo.
- Calidad de Servicio: medidas globales o desempeño global percibido desde el punto de vista del usuario.
- Medidas de Servicio o de Efectividad (MOE): son medidas cuantitativas que describen un aspecto particular del servicio de transporte y representa el punto de vista del usuario.

En base a lo anterior podemos relacionar a las medidas de servicio con el concepto de eficacia y las medidas de desempeño con el de eficiencia.

Cabe destacar que las escalas de Niveles de Servicio son propuestas sólo para las Medidas de Servicio – relacionadas a las percepciones de los usuarios- y siguiendo la estructura clásica definida en el Highway Capacity Manual (HCM) de 1965 se definen con letras desde la A (el nivel mas alto) a la F (el nivel mas bajo).

Para evaluar la calidad de servicios de transporte masivo del tipo “ruta fija”, el *TCQSM (2003)* establece dos categorías de indicadores, 1) Disponibilidad y 2) Comodidad y Conveniencia. El servicio sólo será una opción accesible cuando se verifiquen todas las medidas de Disponibilidad.

Las medidas dentro de la categoría Disponibilidad se relacionan con los siguientes atributos del sistema:

- Accesibilidad espacial para abordar al servicio de transporte. Se refiere a que el servicio esté accesible a una distancia tal que sea menor o igual a la distancia de caminata tolerable. Tanto en el origen del viaje como en el destino.
- Accesibilidad horaria del servicio. Evalúa si el servicio se brinda en el momento en que se necesita.
- Accesibilidad de información. Referido a que el usuario disponga de información para que pueda acceder al servicio.
- Accesibilidad de capacidad. Esto es que el vehículo no pase lleno y el usuario no pueda acceder.

Las medidas clasificadas dentro de la categoría Comodidad y Conveniencia se relacionan con los siguientes atributos:

- Regularidad.
- Tiempo de Viaje.
- Tiempo de Espera.
- Costo de viaje.
- Comodidad de Viaje.

Ahora bien, para evaluar el desempeño del sistema de transporte público, el manual propone evaluar en tres niveles, los cuales tendrán distintas medidas de desempeño:

- Paradas. Mide la Accesibilidad y Conveniencia en cada ubicación puntual donde se encuentran las paradas.
- Corredores o tramos de líneas. Cuantifica Accesibilidad y Conveniencia a lo largo de un corredor o tramo de ruta.

- Sistema en general. Cuantifica la disponibilidad y conveniencia en un área geográfica determinada.

En función de esto, las principales medidas de servicio definidas por el *TQCSM (TRB, 2003)* son:

Medidas de Calidad de Servicio principales (TRB, 2003).

<i>Categoría</i>	<i>Parada</i>	<i>Corredor - Tramo</i>	<i>Sistema</i>
Accesibilidad	Frecuencia	Cantidad de Horas de Servicio	Cobertura del Servicio
Comodidad y Conveniencia	Carga de Pasajeros	Regularidad	Relación de Tiempo de Viaje entre Ómnibus y Automóvil

(Transit Capacity and Quality of Service Manual TRB, 2003)

Accesibilidad a nivel de parada.

Asumiendo que el servicio es brindado a una distancia aceptable de caminata y en horarios del día deseados, la accesibilidad horaria en los puntos de parada puede medirse a través del Intervalo Promedio.

En caso de servicios que tienen programado un intervalo y por algún motivo en ciertas paradas no se detienen, es necesario corregir el intervalo promedio y determinar un intervalo efectivo:

$$\text{IntervaloEfectivo} = \text{IntervaloPromedio} \cdot (1 + \%VehiculosNoParan)$$

Tabla 4. Nivel de Servicio variable Intervalo. TCQSM

<i>Nivel de Servicio</i>	<i>Intervalo Efectivo [min]</i>	<i>Cantidad de Servicios [veh/h]</i>
A	< 10	> 6
B	10 – 14	5 – 6
C	15 – 20	3 – 4
D	21 – 30	2
E	31 – 60	1
F	> 60	< 1

(Transit Capacity and Quality of Service Manual TRB, 2003)

Accesibilidad a nivel de Corredor.

La medida de accesibilidad para este nivel es la cantidad de horas del día en que el servicio es ofrecido a lo largo de un corredor. Debe aclararse que se consideran horas con servicio aquellas en que como mínimo se ofrece un servicio por hora.

Tabla 5. Nivel de Servicio. Variable Horas de servicio/día. TCQSM

<i>Nivel de Servicio</i>	<i>Cantidad de horas con servicio</i>
A	19 – 24
B	17 – 18
C	14 – 16
D	12 – 13
E	4 -11
F	0 – 3

(Transit Capacity and Quality of Service Manual TRB, 2003)

Accesibilidad a nivel de Sistema.

En este nivel interesa conocer si la distribución del servicio cubre todas las áreas factibles de generar la mayor cantidad de viajes. Para esto la medida utilizada por el TCQSM es el porcentaje de Área que cuenta con servicio de transporte (como mínimo 1 servicio por hora) respecto del total de Área que necesitaría del servicio de transporte.

Para calcular este porcentaje se define:

Área que necesitaría servicio de transporte: Zonas con una densidad mayor a 7,5[Hogares/Hectárea] o 10[puestos de trabajo/Hectárea].

Área que cuenta con servicio de transporte: definida como la sumatoria de las áreas que quedan definidas a partir de líneas imaginarias ubicadas a 400m a cada lado de los trazados de servicios de transporte urbano que abastecen la zona considerada.

Tabla 6. Nivel de Servicio. Variable Área Cobertura. TCQSM.

<i>Nivel de Servicio</i>	<i>%Área con Servicio de Transporte</i>
A	90 – 100%
B	80 – 89.9%
C	70 – 79.9%
D	60 – 69.9%
E	50 – 59.9%
F	< 50%

(Transit Capacity and Quality of Service Manual TRB, 2003)

Comodidad y Conveniencia a nivel de Paradas.

La carga de Pasajeros es lo que determinará la comodidad y conveniencia del servicio, para evaluarla se consideran dos medidas, 1)Factor de Carga o relación de Pasajeros/Asiento y 2)el Área para Pasajeros de Pie.

Tabla 7. Nivel de Servicio. Variable Pas/m2. TCQSM

<i>Nivel de Servicio</i>	<i>Factor Carga [pas/asientos]</i>	<i>Área Pasajeros de Pie</i>	
		<i>[m²/p]</i>	<i>[p/m²]</i>
A	0,00 – 0,50	>1,00	< 1,00
B	0,51 – 0,75	0,76 – 1,00	1,31 – 1,00
C	0,76 – 1,00	0,51 – 0 75	1,96 – 1,31
D	1,01 – 1,25	0,36 – 0,50	2,77 – 1,96
E	1,26 – 1,50	0,20 – 0,35	5,00 – 2,77
F	> 1,50	< 0,20	> 5,00

(Transit Capacity and Quality of Service Manual TRB, 2003)

Comodidad y Conveniencia a nivel de Corredor.

Para evaluar la regularidad de un servicio pueden destacarse dos medidas: 1) Puntualidad y 2) Cumplimiento de intervalos.

La puntualidad se mide como el porcentaje de servicios que sale en función de un horario programado y una tolerancia admisible. Esta medida es factible de usarse sólo cuando los horarios estan publicados y los

usuarios los consultan. En el caso del transporte urbano en la ciudad de Córdoba no existen líneas con estas condiciones.

El cumplimiento de intervalos consiste en medir la desviación que presentan los intervalos de una línea, para esto se estima un Coeficiente de Variación de intervalos CV:

$$CV = \frac{\text{Desviación Standar de las desviaciones de los Intervalos}}{\text{Intervalo Promedio Programado}}$$

Tabla 8. Nivel de Servicio. Variable Coeficiente Variación Intervalos. TCQSM

<i>Nivel de Servicio</i>	<i>CV</i>	<i>P(hi>0,5h)</i>
A	0,00 – 0,21	<= 1%
B	0,22 – 0,30	<10%
C	0,31 – 0,39	<20%
D	0,40 – 0,52	<33%
E	0,53 – 0,74	<50%
F	>= 0,75	>50

(Transit Capacity and Quality of Service Manual TRB, 2003)

Comodidad y Conveniencia a nivel de Sistema.

El manual considera que la relación entre tiempo de viaje en ómnibus y tiempo de viaje en automóvil es una medida adecuada para representar la conveniencia a nivel de sistema.

Se entiende como tiempo de viaje en ómnibus el total de tiempo utilizado para realizar el viaje completo, es decir incluye tiempo de caminata en origen y destino, tiempo de espera del servicio, tiempo de viaje a bordo del vehículo y tiempo de trasbordo en caso que existiera. Para el automóvil se computa el tiempo total de viaje de la misma manera.

Como adicional para una estimación más acertada puede incluirse la cantidad de viajes entre el par de zonas (para “pesar” las diferencias entre distintas zonas) a las que se está calculando la diferencia de tiempo de viaje, pero para esto habría que disponer del dato.

Tabla 9. Nivel de Servicio. Variable TViaje Bus-Auto. TCQSM

<i>Nivel de Servicio</i>	<i>Diferencia de Tiempo de Viaje (bus-auto) [min]</i>
A	< 0
B	1 – 15
C	16 – 30
D	31 – 45
E	46 – 60
F	> 60

(Transit Capacity and Quality of Service Manual TRB, 2003)

2.7.3. Metodología Local Index of Transit Availability (LITA)(Rood, 1998).

Las siglas LITA provienen del inglés Índice Local de Disponibilidad de Transporte Público (Local Index Transit Availability) y tal como su nombre lo indica es un indicador que por medio de asignación de puntaje valora la intensidad de servicio público de transporte en una determinada área –en términos de capacidad, frecuencia y cobertura-. Es una medida simple para ser aplicada en distintas agencias responsables de la planificación y control del transporte (Rood, 1998).

Datos necesarios:

Debe disponerse de una zonificación previa que permita estimar datos demográficos en cada zona analizada. Se recomienda seguir la división censal, o bien las zonas de transporte en caso de que existan.

Tránsito

- Trazados y programación de todas las líneas de transporte urbano que sirven el área en estudio.
- Ubicación de las paradas de cada servicio.
- Capacidad de los vehículos que conforman la oferta.

Demográficos

- Superficie Total del área de estudio.
- Cantidad de personas en cada zona.
- Cantidad de empleos en cada zona
- Mapa con los límites de las zonas censales o de transporte.

Cálculo de los valores.

1 -Para cada zona se estima el Indicador de Capacidad en cada línea, de la siguiente manera:

$$\text{Puntaje de Capacidad/zona/Línea} = \frac{\text{Asientos por día ofrecidos por la línea} \times \text{millas recorridas en la zona}}{\text{Población Total de la Zona}}$$

Sumando los valores del indicador correspondientes a distintas líneas de una misma zona obtengo:

$$\text{Indicador de Capacidad/zona} = \sum_i^n \text{Puntaje de Capacidad}_{\text{Línea } i}$$

Este valor del indicador debe ser “estandarizado” lo cual se logra:

$$\text{Puntaje de Capacidad Estandarizado} = \frac{[\text{Indicador Capacidad/zona} - \text{Promedio de Todas las Líneas en la Zona}]}{\text{Desviación Estandar}}$$

2 -Luego en cada zona se estima el Indicador de Frecuencia en cada línea:

$$\text{Puntaje de Frecuencia/zona/Línea} = \text{Cantidad de Servicios por Día (en cada línea)}$$

$$\text{Indicador de Frecuencia/zona} = \sum_i^n \text{Puntaje de Frecuencia}_{\text{Línea } i}$$

Este valor del indicador debe ser “estandarizado” lo cual se logra de manera similar al descripto para el indicador anterior.

3 –Se estima en cada zona el Indicador de Cobertura de Servicio:

$$\text{Puntaje de Cobertura/zona/Línea} = \frac{\text{Cant de Paradas que la línea tiene en la zona}}{\text{Área de la Zona}}$$

$$\text{Indicador de Cobertura/zona} = \sum_i^n \text{Puntaje de Cobertura}_{\text{Línea } i}$$

También este indicador se estandariza de manera similar a lo descripto anteriormente.

4 –Cálculo del Indicador Global.

Mediante la suma simple de los tres indicadores estandarizados se obtiene el indicador global. Nótese que los valores de los indicadores estandarizados pueden ser negativos, por lo que para facilitar la

interpretación y comparación se recomienda adicionar 5 (cinco) al puntaje obtenido en el Indicador Global.

Indicador Global = Indicador Capacidad Std + Indicador Frecuencia Std + Indicador de Cobertura Std

Indicador Global Corregido = Indicador Global + 5

De esta forma quedan valores positivos y puede asignarse una escala de letras (similar a la asignación de Niveles de Servicio utilizada en la bibliografía Norteamericana como HCM o TCQSM):

Valor Indicador Global Corregido	Escala
>6,5	A
5,5 a 6,5	B
4,5 a 5,5	C
3,5 a 4,5	D
< 3,5	E

Este indicador se basa en medidas elementales para determinar un grado de disponibilidad de servicio en distintas zonas de un área determinada. Puede resultar de utilidad en casos donde existan zonas con servicios que sirven a un mismo sector con demandas conocidas y se pretenda evaluar si la intensidad de servicio ofrecida es proporcional en cada zona.

No considera la conectividad que los servicios de transporte ofrecen hacia los destinos más solicitados, por lo que no se lo puede definir como un indicador de eficacia.

2.7.4. Metodología para evaluar desempeño de servicios de transporte con un enfoque desde el punto de vista del usuario. *Santana Filho (1984)*

Santana Filho (1984) plantea una metodología de evaluación de desempeño de sistemas de transporte con un enfoque centrado en el punto de vista del usuario. El autor plantea que el desempeño mostrado por un servicio debe ser evaluado considerando qué segmento de mercado está atendiendo. Propone afectar los valores de “nivel de servicio” de cada indicador considerado por coeficientes que surgen de la valoración de los usuarios entrevistados. Resumiendo lo anterior en la siguiente formulación:

$$NS = \sum_{k=1}^n w_k \cdot p_k$$

Donde:

NS: nivel de servicio agregado que presenta el servicio evaluado.

w_k : peso del atributo “k” en base a la valoración de preferencia de los usuarios.

p_k : puntos correspondientes al nivel de desempeño observado en el indicador “k”

n : número total de indicadores evaluados.

Santana Filho propone cuantificar la valoración de preferencia del usuario a través del Método de Comparación de Pares, obteniendo coeficientes cuya sumatoria es igual a la unidad a los fines de “pesar” cada indicador.

Este autor evalúa los siguientes atributos y variables del sistema:

Tabla 10. Atributos. Santana Filho 1984

Atributo	Variable
Confiabilidad	Certeza de llegar a horario
	Tiempo de Espera
Conveniencia	Caminar menos para acceder al sistema
Comodidad	Viajar Sentado

(Santana Filho, 1984)

Para cuantificarlos plantea los siguientes indicadores:

- **Coefficiente de Variación del tiempo de viaje en el vehículo:** debido a que evalúa un servicio correspondiente a un corredor metropolitano (Nueva Iguazú – Río de Janeiro), con un tiempo de viaje prolongado y frecuencia de servicio inferior a un servicio netamente urbano, interesa que el servicio cumpla con el horario de llegada programado y por eso plantea como indicador el coeficiente de variación del tiempo de servicio, según se detalla a continuación:

$$CV = \frac{\sigma_{TV}}{TV} \cdot 100$$

σ_{TV} : Desviación estándar de los tiempos de viaje.

TV: Tiempo de viaje promedio.

Este indicador representa la certeza de llegar a horario dentro del atributo confiabilidad.

- **Tiempo Medio de Espera:** el cual se estima a partir de la siguiente ecuación:

$$TE = \frac{1}{2} \left[\bar{h} + \frac{\text{var}(h)}{\bar{h}} \right]$$

Donde:

h: intervalo entre servicios medio

Var (h): varianza de la distribución de los intervalos.

Este indicador cuantifica el tiempo de espera y forma parte del atributo confiabilidad.

- **Tiempo medio de caminata:** para medir la accesibilidad espacial (disponibilidad del servicio) el autor propone como indicador el tiempo medio de caminata necesario para trasladarse a pie desde el origen hasta el punto de acceso (parada).

El atributo conveniencia queda representado por este único indicador.

- **Tasa de pasajeros por asiento:** el autor propone este indicador, ya que el atributo comodidad está relacionado directamente con la disponibilidad de asientos.

$$TP = \frac{NroTotalPasajeros}{NroPasajerosSentados}$$

Este indicador corresponde al atributo comodidad.

La metodología propuesta por este autor se completa con la ponderación que los usuarios les asignan a cada atributo evaluado. El autor utiliza el método de comparación de pares (MCP) por considerarlo más simple, claro y rápido para valorar ponderaciones por medio de entrevistas en lugares donde el tiempo es un factor limitante (como por ejemplo puntos de parada, terminales, etc.). El MCP consiste en plantear al usuario dos escenarios y que elija uno de ellos, cada escenario se refiere a la mejora de un atributo específico.

Previo a las preguntas de comparación el autor destaca que es necesario hacer algunas interrogaciones a la persona para encuadrarla en un determinado segmento de mercado. En su estudio Santana Filho tiene como personas objetivo aquellas cuyo motivo de viaje es el trabajo, que necesitan llegar con cierta puntualidad a su destino, que usan frecuentemente el servicio, aquellas cuya edad es entre los 18 y 45 años y que poseen ingreso menor o igual a tres salarios mínimos. De esta forma si las personas poseían estas características el autor procedía con la entrevista, asegurando de esta forma que todos los entrevistados encuadren en un determinado grupo de usuarios.

La Tabla 11 describe los atributos y las preguntas utilizadas por este autor:

Tabla 11. Preguntas utilizadas en entrevista. Santana Filho, 1984

Atributo	Frase de Entrevista	Aspectos incluidos
Confiabilidad	<i>Tener certeza de llegar a horario</i>	El servicio atrasa Necesito llegar a horario
	<i>Esperar Menos</i>	Excesivo tiempo de espera
Conveniencia	<i>Caminar Menos hasta la Parada</i>	Más cerca Más conveniente
Comodidad	<i>Viajar Sentado</i>	Viaja de pie Menor carga de pasajeros Voy sentado

(Fuente: Santana Filho, 1984)

Luego, la segunda parte de la entrevista consiste en preguntarle a la persona qué situación prefiere y formular las situaciones descritas de a pares, considerando todas las combinaciones posibles. Para determinar las ponderaciones se utiliza la siguiente ecuación:

$$w_k = \frac{\sum_{j=1}^n p_{jk}}{\sum_{k=1}^n p_{jk}} \quad (k = 1, 2, \dots, n)$$

Donde:

p_{jk} es el porcentaje de veces que el atributo

k fue juzgado como preferido al atributo j ;

n es la cantidad de atributos juzgados.

La metodología propuesta por Santana Filho plantea explícitamente que el desempeño de un servicio depende, no sólo de la eficiencia con que es prestado, sino también de las preferencias de quienes lo utilizan. Basado en el modelo conceptual propuesto por Manheim, sostiene que si el servicio es prestado acorde a las preferencias de cada segmento de mercado, tendrá una mayor atracción de usuarios y por lo tanto un mejor desempeño.

Santana Filho definió los indicadores de desempeño para un corredor metropolitano, lo que difiere del enfoque planteado en nuestro caso, donde se pretende evaluar líneas del servicio de transporte urbano, sin embargo es una metodología aplicable con conceptos válidos y vigentes actualmente.

2.7.5. Metodología para evaluar desempeño de sistemas de transporte con enfoque centrado en la eficacia utilizando técnica de Lógica Difusa. Souza (2001)

Otro trabajo orientado a evaluar el desempeño de sistemas de transporte con un enfoque centrado en la eficacia es el desarrollado por Souza (2001).

El autor define como atributos relevantes del desempeño de un sistema de transporte público urbano por ómnibus los siguientes:

Tabla 12. Atributos de un Sistema Transporte por Ómnibus. Souza, 2001

Atributos Internos	Atributos Externos
Tiempo de Viaje	Polución Sonora
Tiempo de Espera	Polución Atmosférica
Tasa de ocupación del Vehículo	Polución Visual
Temperatura interna	Vibraciones
Ventilación	Impactos sobre otros sistemas de transporte
Asientos	
Higiene	
Ruido interno	
Confiabilidad	
Seguridad	
Puntos de Parada	
Conveniencia y Accesibilidad	
Incidentes	

(Fuente: Souza, 2001)

Siendo los atributos internos del sistema aquellos que están íntimamente relacionados con la satisfacción de los usuarios y los externos los que están referidos al resto de la sociedad.

Para inferir el nivel de desempeño del servicio evaluado Souza propone utilizar la técnica de Lógica Difusa (Fuzzy Logic). Esta técnica es aplicable en problemas donde existen variables con alto grado de incertidumbre. Principalmente permite mediante un conjunto de reglas tratar aquellas variables difusas

con técnicas numéricas (Acosta, 2009). Souza utiliza la lógica difusa para tratar los valores de los atributos, los cuales se obtienen de opiniones de usuarios (o expertos) y tienen un componente de incertidumbre que esta técnica permite tratarlo y obtener un valor único para cada atributo.

En las anteriores metodologías descriptas, la eficacia es medida en términos cuantitativos y los valores son ponderados a partir de las preferencias -subjetivas- declaradas por los usuarios. Este enfoque puede ser complementado incluyendo el concepto de percepción. Asumiendo que los usuarios expresan sus preferencias en base a las percepciones que tienen del servicio entonces consideramos que la valoración de desempeño puede obtenerse con medidas que incluyan las “distorsiones” debido a dichas percepciones.

2.8.Influencia de la Percepción de los usuarios.

En la sección 2.7.1 hemos descripto el concepto de Conveniencia y su relación con la percepción de los usuarios, aquí se retoman estos aspectos para analizar el caso del Tiempo de Espera Percibido en paradas de servicios de transporte de pasajeros.

2.8.1.Caso del Tiempo de Espera Percibido vs Tiempo de Espera Real.

Seguí Pons y Petrus Bey (1991) a través de un enfoque de geografía humanista, basada en el comportamiento de los individuos, definen el concepto de distancia perceptual (o cognitiva) como una distancia relativa que no sólo depende del espacio real y el tiempo de vinculación sino que incluye también aspectos del individuo que la percibe –enfoque antropocéntrico-. Los autores mencionan distintos estudios (*Walmsey y Lewis, 1984 apud Seguí Pons y Petrus Bey 1991*) en los cuales se observaron distorsiones en las distancias, tiempos de viaje y tiempos de espera reales y percibidas según variaban las condiciones de viaje, entorno, horarios, etc. Respecto a la influencia que la percepción tiene en la decisión del viaje, estos autores enuncian: “...los distintos modos de percibir el transporte público en función de las características biológicas, urbanas y socioeconómicas hacen que éste sea más o menos atractivo para los usuarios potenciales e influyen en la disminución y/o aumento de la demanda...”. Puede observarse una concordancia conceptual con el modelo de Manheim, descripto en la sección 2.3 de este capítulo.

En servicios de transporte urbano, deben diferenciarse el tiempo que el usuario permanece fuera del vehículo –compuesto por el tiempo de acceso/egreso y el tiempo de espera- con el tiempo en el vehículo. Los primeros estudios mostraron que el tiempo fuera del vehículo era valorado, desde un punto de vista económico, como el doble del tiempo en el vehículo (*Quarmby, 1967 apud TRB, 2004 – Ben-Akiva y Lerman, 1985 apud Mishalani y Wirtz 2006*). Sin embargo estudios más recientes relevados de manera más precisa y con mayor detalle de los componentes del tiempo fuera del vehículo, muestran que la

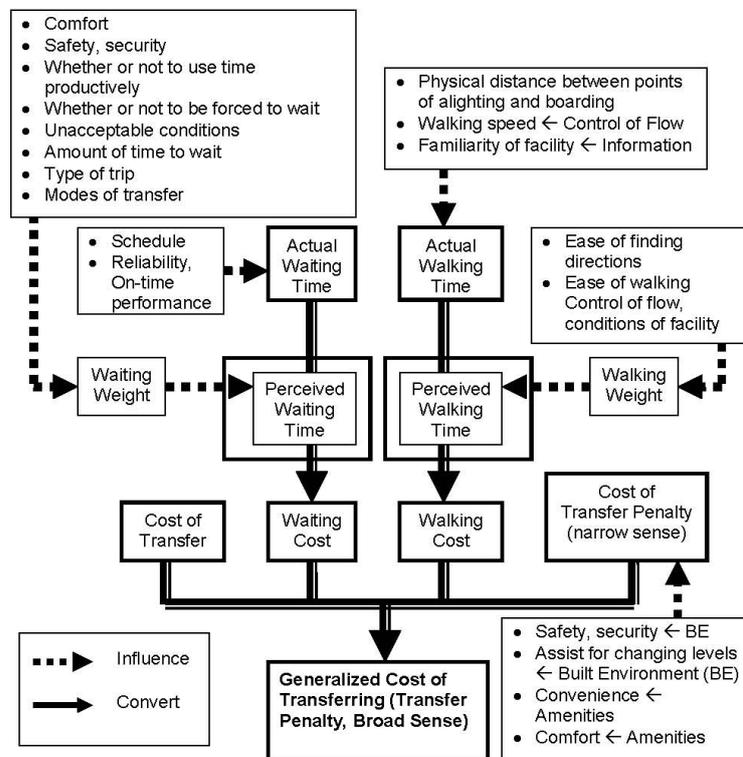
importancia asignada al tiempo de espera alcanza valores hasta cuatro veces el tiempo en el vehículo (TRB, 2004).

El tiempo de espera de un usuario de ómnibus es función de la programación –frecuencia- y regularidad del servicio. La componente subjetiva en la percepción del tiempo de espera se relaciona al tipo de servicio –alta/baja incertidumbre y con/sin horarios publicados-, a las características del individuo –edad, empleo, etc.-, al motivo y horario de viaje y al entorno de la parada (Taylor et al., 2009). En la Figura 6 se muestra un esquema conceptual planteado por estos autores.

Para evaluar el tiempo real de espera, se deben diferenciar entre servicios con alta frecuencia -donde la programación del servicio se da en términos de intervalos de paso y la publicación de los horarios es poco consultada por los usuarios- de aquellos servicios con baja frecuencia donde la programación se da en términos de horarios de paso.

En el primer caso puede asumirse que los usuarios arriban a las paradas de forma aleatoria con una distribución uniforme, mientras que en los servicios con horario programado y baja frecuencia la distribución de arribos presenta un sesgo hacia los minutos previos a la llegada del vehículo debido a que los usuarios saben la hora programada del servicio y prevén llegar unos minutos antes –arribos no aleatorios-.

Figura 6. Esquema conceptual sobre percepción en tiempos de espera y caminata.



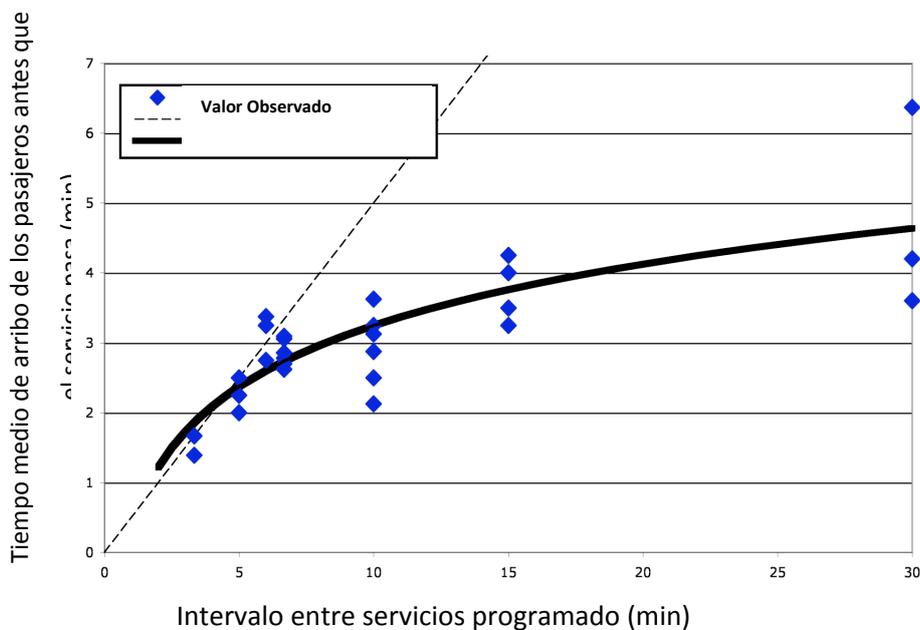
(Fuente: Taylor et al, 2009)

Existen diversos estudios respecto al comportamiento en los arribos (*Jolliffe y Hutchinson 1975, Seddon y Day, 1974, O'Flaherty y Mangan, 1970 apud Luethi et al 2006*). A los fines de graficar lo anterior utilizaremos los resultados del trabajo de *Luethi et al (2006)* por ser uno de los más recientes en este tema.

En la Figura 7 se observa que a medida que el intervalo entre servicios es mayor, la distribución de arribos es cada vez menos aleatoria y por eso la espera media es menor que la mitad del intervalo entre servicios, es decir los arribos no tienen distribución uniforme ya que los pasajeros conocen los horarios.

En este estudio nos centraremos en los servicios urbanos con alta frecuencia (intervalos menores a 20 minutos), asumiendo una distribución de arribos uniforme ya que en los servicios urbanos de nuestra área de estudio no poseen horarios de paso publicados.

Figura 7. Tiempo de Espera Medio vs Intervalo programado en servicios con horarios.



(Fuente: Luethi et al 2006)

En los servicios urbanos de alta frecuencia los efectos de la regularidad en el tiempo de espera real medio pueden estimarse a partir de la siguiente ecuación (*Larson y Odoni, 1981*):

$$E[T_{ER}] = \frac{E[H]}{2} \cdot \left(1 + \frac{Var[H]}{E[H]^2} \right) = \frac{E[H]}{2} (1 + CV^2)$$

Donde:

$E(T_{ER})$: Tiempo de espera real estimado (Espera real promedio)

$E(H)$: Tiempo esperado entre servicios (headway promedio)

Var (H): Varianza de los intervalos entre servicios

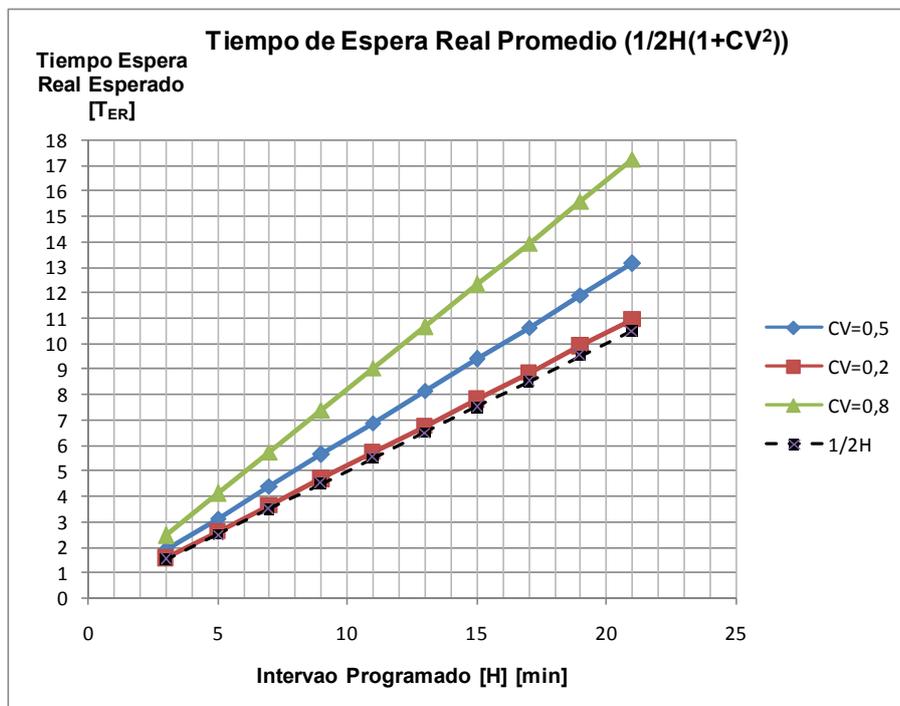
CV : Coeficiente de variación de los intervalos.

Una gráfica de la sensibilidad del tiempo real de espera promedio respecto a la “irregularidad” del servicio siguiendo la ecuación de Larson y Odoni se muestra en la Figura 8.

Se observan los valores de espera media en función de los intervalos entre servicios y distintos grados de regularidad representados a través del coeficiente de variación (CV), en este caso se ejemplifican 4 casos, con valores de CV igual a 0 (equivalente a $\frac{1}{2} H$), a 0,2 (regularidad buena), 0,5 (regularidad tolerable) y 0,8 (regularidad inaceptable); siendo el incremento en el tiempo de espera un 4%, 25% y 64% respecto del caso ideal con $CV=0$.

Hasta aquí nos hemos referido a los aspectos que hacen a la componente Objetiva del tiempo de espera. Al referirse a la componente Subjetiva *Daskalakis y Stathopoulos (2008)* sugieren que: “...los pasajeros no sólo están interesados en “ahorrar” tiempo, sino también en reducir la variabilidad del tiempo de viaje... La variabilidad del tiempo de viaje causa incertidumbre, la cual es considerada un costo adicional...”.

Figura 8. Variación del Tiempo de Espera Real en función del valor del coeficiente CV



A los fines de modelar la relación entre las características de operación de una línea y percepción subjetiva de regularidad que los usuarios tienen estos autores proponen un modelo inductivo del tipo exponencial, obtenido a partir de relevamientos y entrevistas en dos líneas del servicio urbano de la ciudad de Atenas, Grecia.

En sus conclusiones ellos destacan que: “... los usuarios de la línea más frecuente perciben mayores demoras que las actuales, mientras que los pasajeros de la línea menos frecuente perciben menores demoras que las actuales...”. Este fenómeno donde los pasajeros perciben que el tiempo pasa de manera más lenta a lo que realmente es, sobrevalorando la espera, se llama “arrastre de tiempo” (time drag) y fue planteado por Moreau en 1992(apud Hess et al, 2004).

El modelo propuesto por estos autores es el siguiente:

$$T_i = k_i H_i^L$$

Donde:

T_i : Percepción de la desviación que los usuarios han declarado en las entrevistas.

k_i : Coeficiente relacionado a las características de los usuarios de la línea i , el motivo de viaje, la frecuencia d uso del servicio, el tiempo de viaje, etc.

H_i : Intervalo en minutos

L : variable numérica a estimar.

Los valores empíricos obtenidos por estos autores resultan:

$$T_i = 4,7H_i^{2/5}$$

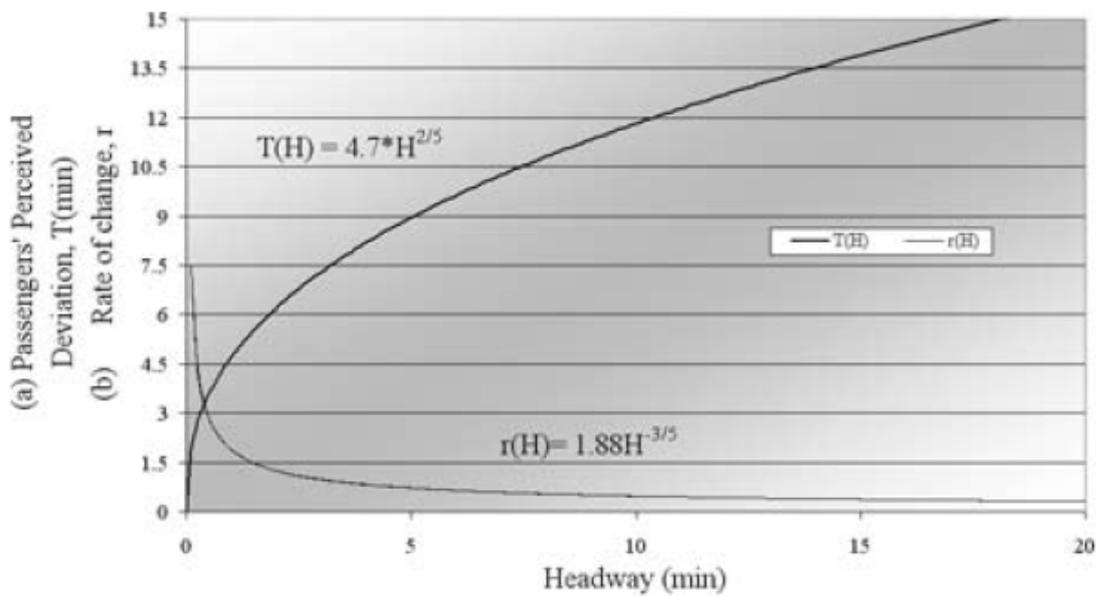
A los fines de valorar la “variación” de la percepción respecto al valor del intervalo de paso entre servicios estos autores plantean derivar la ecuación respecto al intervalo (H):

$$T_i = 4,7H_i^{2/5} \Rightarrow \frac{\partial T(H)}{\partial H} = 4,7 * \frac{2}{5} * H^{\frac{2}{5}-1} \Rightarrow r(H) = 1,88H^{-\left(\frac{3}{5}\right)}$$

Donde $r(H)$ es la función que describe la disminución en la percepción debido al incremento del intervalo entre servicios.

La Figura 9 muestra ambos modelos.

Figura 9. Modelos de Percepción de Daskalakis-Stathopoulos (2008)



(Fuente: Daskalakis y Stathopoulos, 2008)

La curva $r(H)$ que expresa la “tasa” de percepción respecto del intervalo es del tipo negativa exponencial, lo que indica que a mayor intervalo entre servicios mayor es la desviación percibida por los usuarios pero con una tasa decreciente. En sus conclusiones los autores infieren que: “...si un operador desea incrementar la calidad de sus servicios respecto al tiempo de espera de los usuarios, es importante que primero consiga mantener una regularidad estricta y luego intente aumentar las frecuencias...”.

Respecto de los servicios con alta frecuencia destacan lo siguiente: “...Una vez que un servicio de alta frecuencia está operando debe poseer una regularidad muy estricta porque los pasajeros son intolerantes a la irregularidad de este tipo de servicios...”

Otro estudio que relaciona el tiempo de espera percibido con la espera real, fue desarrollado por Mishalani y Wirtz (2006) por medio de relevamientos y entrevistas en el sistema de transporte de la Universidad de Columbus (Estado de Ohio) alcanzando un total de 83 entrevistas completas.

Estos autores proponen un modelo lineal para estimar la espera percibida a partir de la espera real, según se detalla a continuación:

$$p = \beta_0 + \beta_1 \cdot a + \varepsilon$$

Donde:

p: Espera percibida.

a: Espera actual (real).

β_0 : intersección al origen. Parámetro a estimar.

β_1 : pendiente de la recta de regresión propuesta. Parámetro a estimar.

ε : variable aleatoria con media igual a cero.

Los valores de los parámetros son $\beta_0=1,13$ y $\beta_1=0,92$, lo que indica que el tiempo percibido es mayor que el real, pero a medida que la espera real es mayor la sobrevaloración de tiempo es cada vez menor, y los valores percibidos se acercan a los valores de espera reales. Estos autores destacan que estos resultados son válidos para servicios con intervalos entre 3 y 15 minutos e infieren que para intervalos mayores la sobrevaloración de la espera es cada vez menor, en coincidencia con lo planteado por *Daskalakis y Stathopoulos (2008)* y otros estudios anteriores (*Taylor et al., 2009*)

Del análisis anterior puede concluirse que es posible estimar modelos que relacionen valores reales con valores percibidos a los fines de utilizarlos como parte de indicadores de desempeño. La inclusión de los efectos de las percepciones de los usuarios permite conocer aún mejor las sensibilidades de las variables de comportamiento, optimizando el proceso de toma de decisiones.

2.9. Discusión.

El capítulo comienza planteando que los sistemas de transporte público masivos forman parte de un sistema urbano, por lo cual tienen una diversidad de actores e interrelaciones con intereses conflictivos tan compleja que la hacen una materia interdisciplinaria donde las herramientas técnicas aparecen sólo como una solución parcial que debe complementarse con decisiones políticas y voluntad social para lograr cambios significativos para el bienestar social. Lo que este trabajo pretende es, apenas, presentar una herramienta de apoyo a la toma de decisiones relacionadas con el diseño y diagramación de los servicios de ómnibus a nivel estratégico, a los fines de contribuir en este aspecto.

Con el objeto de sintetizar los temas revisados en este capítulo y a los fines de facilitar la interpretación de las relaciones entre ellos se propone hacer una síntesis acompañada de un diagrama de flujos según se aprecia en la Figura 10.

A partir de los contenidos tratados en la revisión se pueden destacar dos temas principales: las Técnicas de Ruteo y la Evaluación de Desempeño.

Respecto del primer tema, en este capítulo se ha intentado resumir cuáles son las técnicas utilizadas en los organismos responsables de planificar y diseñar sistemas de transportes, en países en desarrollo. Dichas técnicas son catalogadas como “No Formales” debido a que se basan en una serie de recomendaciones y

en la experiencia del personal a cargo, pero no siguen ningún procedimiento o metodología del tipo matemático u operacional (como son las técnicas de investigación de operaciones) que complemente el proceso de toma de decisiones. Las técnicas formales han sido mencionadas a los fines de indicar la existencia de las mismas y explicar que su aplicación generalmente no es posible en países como Argentina debido, principalmente, a la falta de recursos humanos, técnicos y económicos. En definitiva lo que este trabajo pretende es plantear una metodología factible de ser aplicada en escenarios locales, a los fines de complementar el diseño “no formal” de recorridos, para lo cual se basa en conceptos de desempeño.

Dentro del tema “Evaluación de Desempeño” se desprenden una diversidad de temas originarios de distintas disciplinas que han resultado un complemento a los conceptos fundamentales de eficacia y eficiencia y que en este capítulo se han planteado con un enfoque centrado en la eficacia de los servicios de transporte y en la satisfacción de los potenciales usuarios.

Los modelos de evaluación de desempeño de Manheim y Fielding han sido el punto de partida para que los conceptos de eficiencia y eficacia sean aplicados en el análisis de sistemas de transporte masivo, incorporando la noción de que los volúmenes de demanda de un sistema pueden modificarse si cambian los “niveles de servicio” que estos ofrecen a sus usuarios.

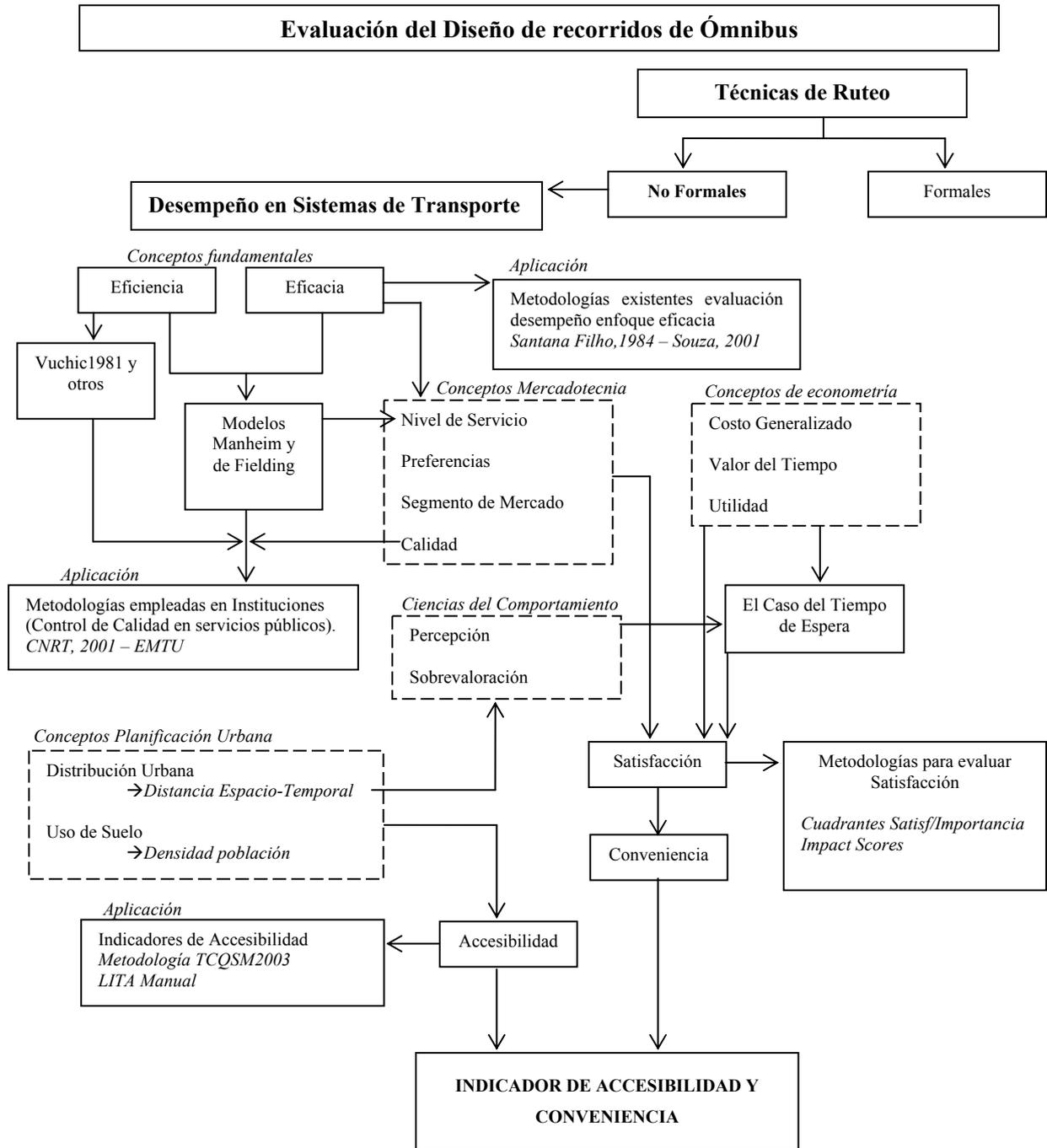
Asimismo la mercadotecnia, como parte de las ciencias administrativas, aporta conceptos relacionados a la investigación de mercados, identificando expectativas y preferencias de los “clientes” para asegurar la inserción de productos en determinados segmentos a través del concepto de “calidad”. Los organismos encargados de la planificación de sistemas de transporte masivo comenzaron a revisar la aplicación de estas técnicas, a partir de la necesidad de resolver los problemas urbanos derivados del excesivo uso del transporte individual. Las aplicaciones obtenidas son diversas, pero en este capítulo se describen brevemente aquellas relacionadas al control de calidad por parte de las instituciones responsables y la forma en que se han considerado los aspectos de calidad de servicio en los contratos de concesión de transporte público en Argentina.

Luego, a partir de las ciencias del comportamiento, se han logrado incorporar los conceptos de percepción y sobrevaloración que a partir de la relación con las técnicas de econometría han permitido avanzar en el análisis y estimación de la demanda en sistemas de transporte. En este trabajo se ha orientado la revisión a los aspectos que hacen a la satisfacción de los usuarios, intentando identificar las “distorsiones” derivadas del comportamiento humano a los fines de incorporarlas en la evaluación y diseño de trazados de transporte público. Como ejemplo de aplicación se revisa el caso de sobrevaloración del tiempo de espera.

Se agrega el concepto de “accesibilidad” que deriva de aspectos relacionados a la planificación urbana, como son el uso de suelo y la distancia espacio-temporal.

El diagrama finaliza en un Indicador de Accesibilidad y Conveniencia, que es el objeto de este trabajo. Se pretende que dicho indicador incorpore los conceptos revisados y permita dar un juicio respecto al momento de evaluar posibles alternativas de trazados y programación operativa de servicios de transporte masivo urbano.

Figura 10. Diagrama conceptual.



Determinar qué aspectos deben mejorarse en el diseño de trazados de ómnibus para lograr servicios de transporte masivo que maximicen la cantidad de usuarios potenciales.

Capítulo 3 Marco contextual del Transporte público de Córdoba

El presente capítulo pretende describir el contexto en que se enmarca este estudio para lo cual se lo ordena en tres partes: una primera donde se describen las aspectos históricos del servicio de transporte y características urbanas de la ciudad de Córdoba, una segunda donde se caracteriza la oferta de servicios de transporte y una tercera sección donde se describen las características de la demanda a partir de antecedentes de encuestas origen-destino, que incluye un análisis de variables socioeconómicas y espaciales con el objeto de definir la información de base para la zonificación desarrollada en el Capítulo 4.

3.1 Contexto urbano de la Ciudad de Córdoba

Breve reseña histórica del transporte urbano en Córdoba.

Previo a la descripción urbana y demográfica de la ciudad, haremos una breve contextualización histórica del transporte masivo de pasajeros, en base a un amplio trabajo histórico del profesor *Mellibosky (1987)*, del cual sólo destacaremos aquellos aspectos que consideramos relevantes para este trabajo.

Según el autor, los antecedentes disponibles permiten deducir que hasta 1875 sólo circulaban en Córdoba carruajes de alquiler. Es recién en 1876 que se dicta una primera ordenanza Municipal³ que establece las pautas que regulan la operación privada de tranvías de tracción a “sangre”, que incluye aspectos sobre control de tarifas, plazos de concesión, medidas de seguridad y gratuidad del servicio para ciertos usuarios entre otros. El autor sostiene que en esta época el Municipio interviene sólo en los aspectos tarifarios, interesado en “...obtener ventajas del tipo político...”, aunque aclara que dicha crítica debe tomarse con reservas ya que en ese momento era casi desconocida la disciplina del planeamiento urbano.

Luego, el autor destaca el año 1910 como el momento histórico en el cual aparecen inversores extranjeros que comienzan a introducir tranvías eléctricos en reemplazo de los vehículos de tracción animal. Agrega que en la planificación de recorridos, el dimensionamiento del parque móvil y las pautas de operación no interviene la Municipalidad, sino que quedó a cargo de la empresa concesionaria.

Los datos que el autor maneja enuncian que en 1928 el sistema de tranvías alcanza su mejor época, con una flota de 110 unidades que transportan unos 30 millones de pasajeros por año; pero en ese tiempo comienza a aparecer una competencia “desregulada” por parte de servicios precarios de ómnibus

³ Ordenanza Municipal del 4/7/1876.

“espontáneos” que, debido a su mayor flexibilidad de itinerario, disminuyen notablemente la distancia peatonal para acceder al servicio y comienzan a captar pasajeros. Aquí el autor destaca que la Municipalidad tuvo una nueva oportunidad para tomar el mando en la planificación del servicio de transporte por ómnibus, pero eso no fue así, sólo se limitó a actuar de manera reactiva ejerciendo el rol de control.

La siguiente fecha mencionada como relevante es el año 1930, donde en nuestro país se produce la primera intervención militar, gobierno bajo el cual se crea la Dirección Nacional de Vialidad, ente que tuvo gran impulso en la construcción de infraestructura vial lo que permitió la expansión de los automóviles.

La dominante participación de los ómnibus sobre los tranvías se ve afectada en los comienzos de la segunda guerra mundial -la cual involucra a los países proveedores de vehículos y repuestos-, debido a la escasez de insumos. Los problemas de las empresas operadoras se suman a huelgas obreras, tarifas inadecuadas generando un marco que supera la administración Municipal y recae en el gobierno provincial quien en 1946 crea la Comisión Administradora del Transporte Automotor (C.A.T.A.) la cual nunca no logró resolver definitivamente los conflictos relacionados al transporte por ómnibus y en 1962 es disuelta. En esta época, en 1948, la firma extranjera ANSEC se ve desinteresada en continuar con la prestación del servicio tranviario lo cual sumado a la política de estatizar que disponía el gobierno nacional, da como resultado que dicho servicio pase a manos de la municipalidad. Es en 1962 cuando luego de una expropiación Provincial –en 1959- se decide reemplazar los tranvías por ómnibus.

En este período marcado por la decadencia del sistema tranviario y el “caos” del transporte por ómnibus, la Municipalidad no se ocupó del planeamiento sino de los problemas de coyuntura.

El siguiente punto histórico que el autor hace referencia, es en 1968 donde la Municipalidad dicta la Ordenanza N° 5397 de 1968, mediante la cual legisla el transporte urbano destacando aspectos técnicos como: -Minimizar las distancias peatonales, -Servir las corrientes principales con transportes directos, - Evitar transbordos, -Boletos únicos, -Impedir superposición de líneas y -Responder a objetivos urbanísticos. A partir de esta normativa se logró reordenar el sistema y realizar una planificación racional de los corredores.

Este período de reordenamiento se complementa con uno de los estudios más relevantes realizado en Córdoba, en materia de planificación, ya que, en 1973 la Universidad Nacional de Córdoba, por medio del *Centro de Estudios del Transporte (CETRA)* comenzó el Estudio de Transporte Masivo –con aportes del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Nación-. Si bien el estudio no fue terminado permitió sentar bases para una nueva etapa de planificación del transporte en la ciudad a partir de la cual se

realizaron nuevos y diversos trabajos referidos al transporte urbano. La característica principal del estudio coordinado por el CETRAN fue el carácter interdisciplinario.

Para concluir el contexto histórico mencionamos las conclusiones que el autor realiza en lo referido al planeamiento en la Ciudad de Córdoba:

-Destaca que existió una gran discrepancia entre lo recomendado por los estudios técnicos y lo ejecutado realmente, en gran parte debido a un menosprecio –de las autoridades- por los trabajos técnicos y en otro tanto debido a las decisiones que buscan el “beneficio” político.

-Menciona que los técnicos no están compenetrados de los problemas que los gobernantes encuentran al momento de implantar las soluciones por ellos propuestas –muchas veces inaplicables o “alejadas de la realidad”-.

-Destaca la falta de datos sistemáticos y confiables.

-Resalta las restricciones que significan un importante grado de pobreza, la cual va en aumento, incluso hasta hoy.

Por último el autor acentúa la necesidad de que los estudios de planificación de países en desarrollo presten atención a las realidades locales e interpreten que las posibilidades y recursos para planificar son sustancialmente distintas a los países desarrollados. Y también enuncia la falta de coordinación entre los tres niveles de estado –Nacional, Provincial, Municipal- y las restricciones que tiene el Municipio para decidir sobre aspectos básicos como la estructura de costos e inversión del sistema de transporte público. Al respecto menciona que la política tributaria sobre los vehículos y los repuestos, la regulación de los convenios laborales de los operarios, el precio del combustible entre otros costos fundamentales son fijados por acuerdos a nivel nacional y la capacidad de decisión del Municipio es nula. Es decir, el autor plantea que: “... *se delega en el municipio la responsabilidad de planificar y administrar pero no se le otorga la autoridad necesaria para decidir sobre aspectos importantes (...) violándose un principio fundamental de la administración...*”.

Aspectos demográficos y urbanísticos de la Ciudad de Córdoba.

Según el *Censo Provincial de Población y Vivienda realizado el 27 de Agosto de 2008* la población de la ciudad Capital alcanza a 1.301.572 habitantes, lo que implica una tasa de crecimiento intercensal del 0,39%. Esto confirma la tendencia de una marcada desaceleración del incremento poblacional mostrada en períodos anteriores, que a su vez contrasta con el acelerado desarrollo demográfico de las localidades

del Aglomerado del Gran Córdoba y su zona de influencia, que durante el período 1991-2001 triplicaron el crecimiento poblacional de la ciudad Capital.

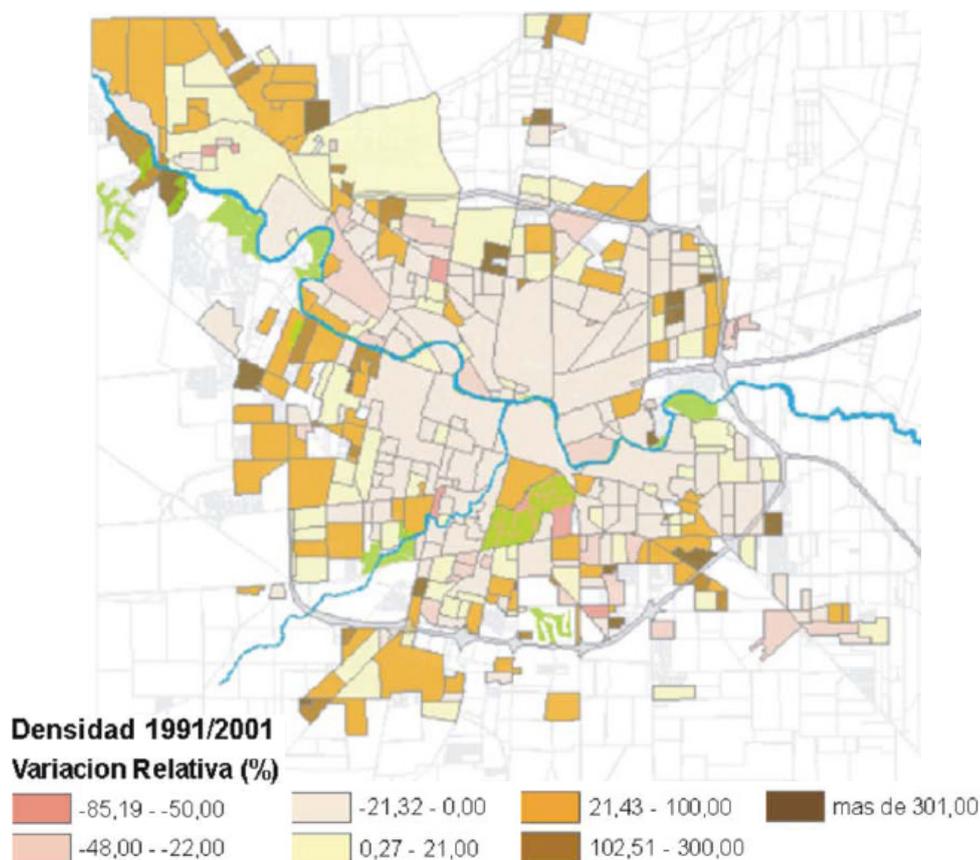
El desarrollo de estas localidades responden a un proceso de periurbanización que se produce hace algunas décadas en nuestra ciudad, respecto del cual *Tecco (1999)* destaca lo siguiente: “...*En el caso particular de la ciudad de Córdoba, el espacio periurbano se conforma como un anillo irregular, (...) donde se localizan una variada gama de asentamientos urbanos: villas de emergencia, barrios populares consolidados, nuevas urbanizaciones de “elites”, áreas de recreación, zonas industriales, depósitos, centros de carga, etc. (...) Si bien existe también actividad agrícola en este anillo, la población que habita en los asentamientos allí ubicados es predominantemente urbana...*”.

El hecho de que las localidades del Área Metropolitana posean una población predominantemente urbana genera una estrecha relación funcional con la ciudad de Córdoba motivada principalmente en necesidades de empleo, servicios y educación. Si bien en nuestro trabajo nos limitaremos al sistema de transporte urbano es necesario destacar que dichas vinculaciones impactan fuertemente sobre el territorio en función de la creciente movilidad, implicando una mayor demanda de infraestructura y servicios urbanos.

Internamente en la ciudad de Córdoba, y como consecuencia del proceso de periurbanización, las migraciones urbanas tuvieron lugar desde el centro hacia la periferia, observándose incluso una disminución de la población del sector central y pericentral a favor de los barrios ubicados en la periferia. En este proceso, el desarrollo de la zona Noroeste aparece como el más importante, siguiéndole la zona Sur y en menor medida el sector Occidental. Esto puede observarse en el Figura 11, donde se muestra para cada barrio la variación porcentual de la densidad entre los censos de los años 1991 y 2001. Se destaca que el área central y pericentral han mantenido o reducido su densidad, con excepción de la zona correspondiente al barrio Nueva Córdoba, la cual se ha densificado notablemente (*Municipalidad de Córdoba, 2006*).

El desarrollo de sectores periféricos ha sido influenciado por ciertas localizaciones que, favorecidas por su accesibilidad y conectividad, tanto a nivel local como regional, han sido determinantes dentro del proceso de descentralización de la ciudad. Equipamientos como los Centros de Participación Comunitaria (CPC), nuevas sucursales bancarias y las grandes inversiones privadas en equipamientos comerciales y residenciales, han intensificado tanto las relaciones con las localidades del Área Metropolitana como las conexiones intrazonales dentro de la misma ciudad, derivando en un aumento de la demanda de movilidad.

Figura 11. Variación Porcentual de la Densidad por Barrios (Censos 1991 y 2001)



(Fuente: Municipalidad de Córdoba, 2006.)

3.2 Caracterización de la Oferta de Transporte Público

3.2.1 Red de Servicios.

Al año 2009, la oferta del sistema de transporte público masivo de la Ciudad de Córdoba está conformada por siete corredores con trazados radiales al área central, dos corredores anulares y un corredor de trolebuses cuyos recorridos son más cortos y también atraviesan el área central. A Julio de 2007, la extensión total de la red de recorridos era de 2637 kilómetros y la flota total del sistema de 718 vehículos (CNRT, 2007).

El sistema consta de tres empresas concesionarias “Ciudad de Córdoba S.A.C.I.F.”, “Coniferal S.A.C.I.F” y “T.A.M.S.E”, de las cuales las dos primeras son empresas privadas y la tercera es estatal. A continuación se ofrece una breve descripción de los servicios operados por cada empresa:

- La empresa Ciudad de Córdoba opera los corredores A (azul) – que vincula sectores Norte y Sur- y E (celeste) – conectando sectores Este y Oeste-.

- Los corredores N (naranja) y C (amarillo) pertenecientes a la empresa Coniferal presentan trazados con orientación Noroeste – Sureste y Suroeste – Noreste respectivamente.
- La empresa estatal –T.A.M.S.E.- controla los corredores R (rojo), V (verde), T (transversal). Además la TAMSE opera los servicios Anulares y los Trolebuses.

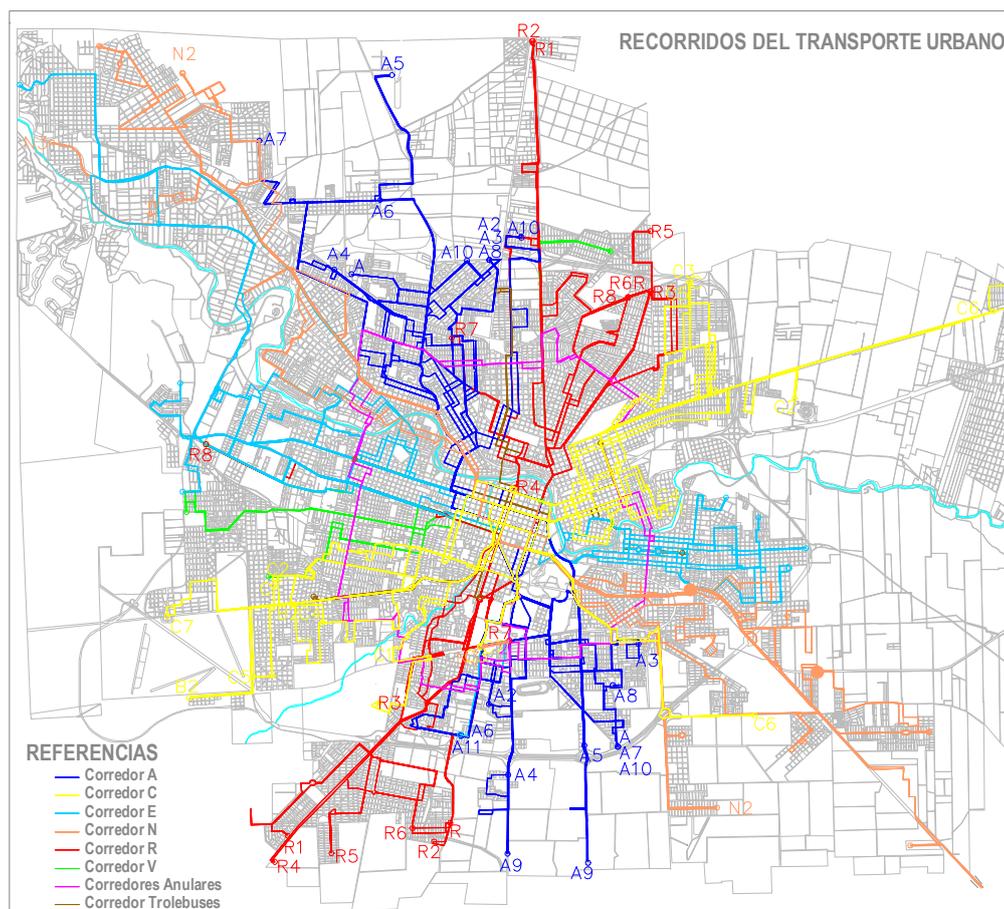
Todos estos recorridos mencionados son radiales y pasan por el área central, según puede observarse en la Figura 12 que resume todos los servicios de transporte urbano de la Ciudad de Córdoba.

3.2.2 Datos estadísticos del sistema

A partir de datos oficiales (*Municipalidad de Córdoba, 2007*) se observa que el sistema tuvo un total de 157.485.334 pasajeros transportados en el año 2006, con un Índice Pasajero Kilómetro de 2,91 y una flota total de 718 vehículos para todo el sistema, según se detalla en la Tabla 13.

Considerando la cantidad de usuarios transportados, Coniferal a través de sus dos corredores N y C logra una participación del 33%, mientras que Ciudad de Córdoba abarca un 30% y TAMSE tiene un 37% de participación, pero con cinco corredores.

Figura 12. Red de servicios de Transporte Público de Pasajeros.



Fuente: Municipalidad de Córdoba. 2007.

Tabla 13. Datos de operación del Transporte Público de Pasajeros de la ciudad de Córdoba.

Empresa	Línea	Pasajeros/Año	Longitud de Recorridos [Km]	Km Totales/Año	Participación (%)	IPK promedio [Pas/Km]	Flota
Ciudad de Córdoba	A	26.433.925	464	9.489.089	16,79	2,79	221
	E	20.946.886	260	6.624.349	13,30	3,16	
Coniferal	N	30.649.778	642	12.521.033	19,46	2,45	217
	C	21.783.176	326	7.087.497	13,83	3,07	
T.A.M.S.E	R	32.216.782	524	9.771.719	20,46	3,30	244
	V	7.927.648	127	2.572.685	5,03	3,08	
	T	4.926.304	66	1.412.264	3,13	3,49	
	Anular	3.577.508	168	2.207.087	2,27	1,62	
	Trolebus	9.023.327	60	1.946.200	5,73	4,64	36
Total Sistema Sin Trolebus		148.462.007	2.577	51.685.723	94,27	2,87	682
Total Sistema Con Trolebus		157.485.334	2.637	53.631.923	100,00	2,91	718

Nota: IPK = Pasajeros/Km recorridos totales.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Municipalidad de Córdoba a Diciembre de 2006.

La forma en que se asignaron los corredores a cada empresa responde a una distribución equilibrada de la demanda para lograr una similar participación en el mercado, pero cada corredor abarca un área de la Ciudad, y es por eso que el uso de suelo y el trazado urbano existente en el sector influyen en el diseño del recorrido y en la operación del mismo. Así, existen recorridos con gran desarrollo lineal de mayor extensión, como son los corredores A, N y R y otros recorridos con un diseño más poligonal con trazados más cortos, como los trazados E, C, V y Trolebuses.

Los datos operativos permiten inferir de manera preliminar que los recorridos más extensos transportan mayor número de usuarios, pero tienen un menor Índice Pasajero Kilómetro que los recorridos poligonales. Es decir, las características geométricas, el grado de accesibilidad y el área de cobertura de un trazado afectan en su operación.

3.2.3 Frecuencias de servicio

El sistema de transporte urbano de Córdoba ofrece intervalos entre servicios de 10 a 16 minutos en hora pico y de 20 minutos o mayores en horario valle. Los servicios nocturnos se ofrecen cada 45 minutos hasta la 1:00 AM y a partir de este horario cada 180 minutos sólo en los corredores principales. En el Anexo 1 se presenta la Programación de los servicios elaborada por la Municipalidad de Córdoba, en la que se detallan los intervalos entre vehículos por línea de transporte.

3.2.4 Velocidad comercial

El sistema de transporte urbano muestra una velocidad de operación promedio de 19 km/h (*Galarraga et al, 2005*). El aumento del volumen de vehículos individuales (automóviles y motocicletas) genera una disminución de la velocidad del flujo que afecta directamente al transporte masivo. Córdoba fue pionera en la implantación de carriles de circulación selectiva⁴ para transporte público (incluye también taxis y remises) y de un Sistema Centralizado de Control del Tránsito a través de una red de semáforos de actuación programable, como elementos que favorecen las velocidades comerciales de los ómnibus.

3.2.5 Servicios de transporte público diferencial urbano

En Septiembre de 2008 la Municipalidad de Córdoba puso en funcionamiento un sistema de transporte de tipo diferencial con el objeto de incrementar y diversificar la oferta de servicios. Actualmente operan seis

⁴ La Ordenanza Municipal 6502/75 establece régimen de carriles selectivos a través del decreto N°423 del 18 de noviembre 1975 en tramos de Avenidas Colón -Olmos entre Figueroa Alcorta y Maipú y en Avenidas General Paz - Vélez Sarsfield entre Humberto Primo y Duarte Quirós.

líneas con trazados fijos, pasantes por el Área Central, con paradas predeterminadas e intervalos entre unidades de 15 minutos. Los vehículos son de gran porte con capacidad para 32 pasajeros sentados, poseen aire acondicionado y otros detalles de confort. Inicialmente la tarifa se fijó en \$5,00, monto que se redujo a \$3,00 y luego se modificó a \$4,50.

Actualmente el servicio diferencial no tiene una participación importante como medio de transporte masivo y no logró un nivel de sustentabilidad económica aceptable, pero aún está en etapa de implementación y de prueba, por lo cual es factible que se produzcan cambios en su red de recorridos.

3.3 Caracterización de la demanda

3.3.1 Antecedentes de encuestas Origen -Destino

A partir de la recopilación de antecedentes se pudo determinar que existen varios estudios del sistema de transporte de la Ciudad de Córdoba. A continuación se describen brevemente:

El primer estudio, llamado “Sistema integral de transporte colectivo masivo para la Ciudad de Córdoba y su área metropolitana” (Estudio de Transporte Masivo), data del año 1973 y consistió en un extenso trabajo a los fines de determinar las líneas de deseo de viajes en la Ciudad y su área metropolitana. Para este estudio se zonificó la Ciudad en 43 zonas de transporte que han sido la base de diversos estudios posteriores.

En el año 1994, el Instituto de Estadísticas y Demografía (*IEyD, 1994*) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba, realizó encuestas domiciliarias con los fines de determinar nuevamente las líneas de deseo de viajes. En dicho trabajo el diseño muestral de la encuesta se realizó a partir de la zonificación desarrollada en el Estudio de Transporte Masivo con pequeñas adaptaciones para lograr una coincidencia entre los límites de las zonas y los límites de los radios y fracciones de los planos censales de 1991 y 1981. El hecho de mantener una zonificación similar en dos estudios realizados en diversos momentos permite realizar comparaciones y determinar cómo han variado la distribución de los viajes entre zonas.

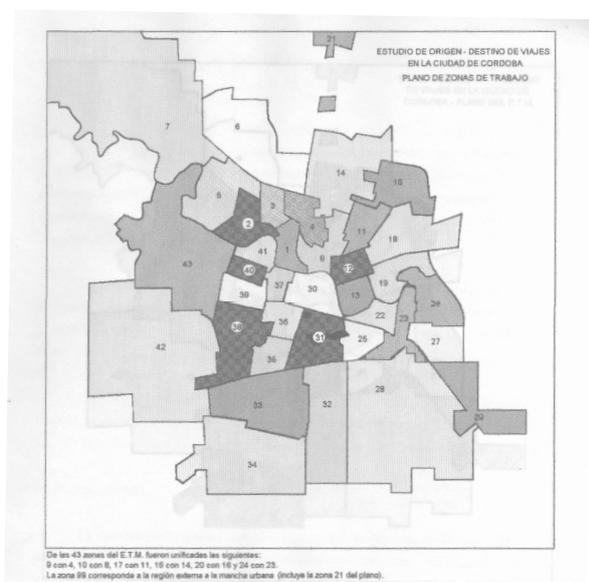
En el año 2000 se realizaron dos nuevas encuestas domiciliarias. Una realizada por el Instituto de Estudios sobre Realidad de América Latina (*IERAL, 2000*) en conjunto con el Instituto de Estadísticas y Demografía (I.EyD) de la Universidad Nacional de Córdoba. La otra realizada por el Instituto Superior en Ingeniería del Transporte (*ISIT, 2000*) por encargo de la Municipalidad de Córdoba. La zonificación base de la encuesta realizada por el ISIT presenta leves diferencias con las zonas del Estudio de Transporte Masivo: ciertas zonas se modificaron para asegurar una homogeneidad en el uso de suelo y características

socioeconómicas, de manera de representar los cambios en la estructura urbana. No obstante, al mantener una similitud con el ETM, pueden compararse los resultados.

Por último, destacamos que al momento de este trabajo se está ejecutando una nueva Encuesta Origen Destino en un estudio que abarca toda el área metropolitana de la ciudad. Dicho trabajo está enmarcado bajo el PTUBA⁵ (Proyecto de Transporte Urbano de Buenos Aires) y es financiado por entes internacionales. Los resultados estarán disponibles para finales del año 2009.

Figura 13 Zonas de Transporte.

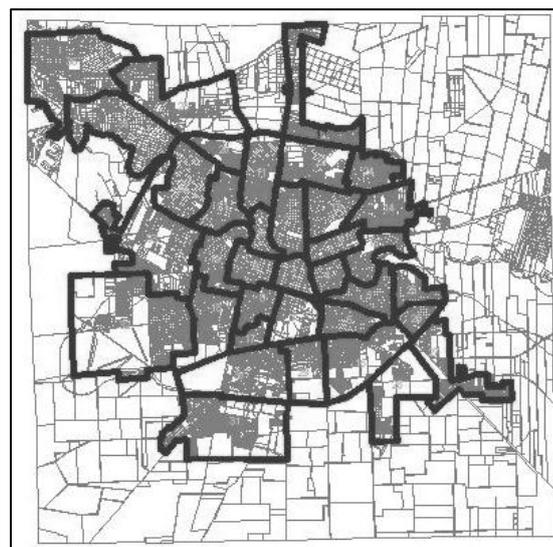
EOD realizada por el IEyD UNC. Año 1994.



Fuente: Informe Encuesta Origen Destino Año 1994.
Instituto de Estadística y Demografía de la UNC.

Figura 14 Zonas de Transporte.

EOD realizada por el ISIT. Año 2000.



Fuente: Encuesta Origen Destino Año 2000.
I.S.I.T. -UNC.

A los fines de nuestro trabajo se adopta como base la zonificación del estudio realizado por el ISIT, el cual no sólo es el más reciente, sino que además se cuenta con el acceso a la base de datos. El procedimiento de delimitación de las zonas para nuestro estudio se describirá en el Capítulo 4.

3.3.2 Evolución de la movilidad urbana de Córdoba

Lo descrito anteriormente puede cuantificarse a partir de la comparación de los resultados de las distintas encuestas domiciliarias origen-destino realizadas en los años 1994 y 2000.

⁵ PTUBA. www.ptuba.gob.ar

Debido a la fecha de realización de estos estudios es probable que las cifras no reflejen con exactitud la situación presente, pero sí permiten interpretar la evolución de la movilidad y contextualizar los problemas actuales del sistema de transporte masivo de la ciudad.

Tabla 14. Resumen de Tasas de Movilidad obtenidas en las distintas EOD.

ENCUESTA	POBLACION CBA	VIAJES TOTALES	TASA MOVILIDAD
1994 IEyD	1067716	1534703	1.44
2000 IERAL	1118607	1857817	1.66
2000 ISIT	1118607	1796629	1.61

(Fuente: “Evolución de la movilidad urbana en la Ciudad de Córdoba en la década del 90” Alicia Riera, Alicia Vanoli. CETRAN – UNC. Octubre 2002)

Tabla 15. Resumen de Viajes por Modo para cada EOD.

MODO	EOD ISIT 2000		EOD IERAL 2000		EOD IEyD 1994	
Viajes en Transporte Masivo	644,534	36%	542,836	31%	752,600	51%
Viajes en automóvil particular	521,452	29%	502,852	28%	405,250	28%
Viajes en taxis o remis	149,859	8%	148,037	8%	62,900	4%
Viajes en motocicletas	64,695	4%	54,590	3%	50,500	3%
Viajes no motorizados	402,867	23%	523,740	30%	191,600	13%
	1,783,408		1,772,055		1,462,850	

(Fuente: Elaboración propia en base a datos de cada Encuesta Origen Destino).

Los resultados que muestra la Tabla 14 evidencian un incremento de la tasa de movilidad con un aumento de 16% entre 1994 y el año 2000.

Por otro lado, los resultados que se observan en la Tabla 15 reflejan una pérdida de participación del transporte masivo, un notable incremento de viajes no motorizados y de viajes en taxi-remis en el mismo período.

Riera y Vanoli (2002) destacan que el cambio en la distribución modal debe ser analizado considerando que la situación económica del país en ese momento era desfavorable y que el sistema de transporte masivo en dicho período sufrió un deterioro progresivo en su calidad de servicio. Esto, sumado al incremento de oferta de polos comerciales y administrativos en la zona periférica de la ciudad facilita el acceso a través de modos alternativos al transporte masivo, serían las causas que explican el incremento de viajes no motorizados y en taxi-remis.

Las principales conclusiones obtenidas por *Riera y Vanoli (2002)* respecto a los cambios producidos en la estructura de viajes y las posibles causas son:

- Modificación de la estructura espacial de los viajes, caracterizada por una marcada tendencia a la descentralización, donde se observa una mayor cantidad de viajes intrazonales.
 - Según las autoras, puede inferirse que el cambio estructural se debe principalmente a una concentración de movimientos alrededor de nuevos polos generadores de viajes ubicados en la periferia. No obstante, la estructura predominante sigue siendo radial polarizada alrededor del Área Central.
- Modificación sustancial de la distribución modal. El transporte masivo perdió su carácter preponderante en la definición de la estructura espacial de los viajes.
 - La configuración de los viajes se ha hecho más compleja debido a la dispersión y atomización de los polos generadores de viajes y el sistema de transporte no ha modificado ni optimizado sus recorridos para responder a las necesidades de la demanda.
- Crecimiento de la tasa de movilidad
 - El componente de movilidad que considera viajes “no motorizados” se ha incrementado en pos de una reducción del componente de viajes “motorizados”.
 - Las autoras sostienen que la consolidación de sectores de la periferia como centros concentradores de actividades comerciales, administrativas, recreativas, propician la realización de una mayor cantidad de viajes que, en general, son más cortos, más frecuentes y en medios alternativos al transporte masivo.

3.3.3 Variables socioeconómicas de la demanda.

Esta sección contiene una caracterización de los barrios de la Ciudad de Córdoba en términos socioeconómicos y de accesibilidad en transporte público, que será utilizada en el Capítulo 4 para definir las zonas de transporte y los segmentos de mercado. El análisis está basado en información existente obtenida de fuentes oficiales, como son la Municipalidad de Córdoba y el Censo Nacional de 2001.

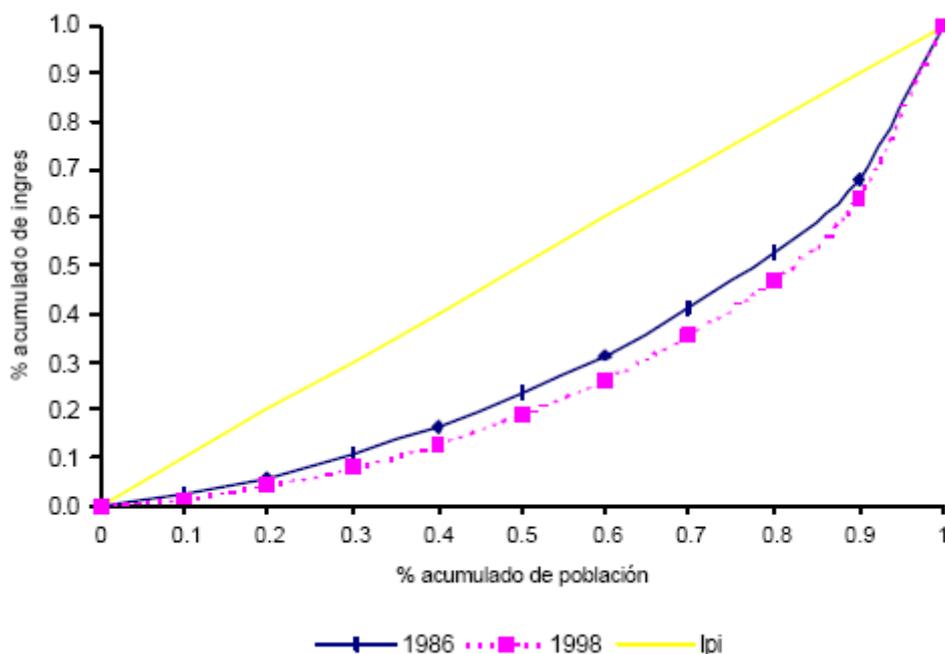
Indicadores propuestos

El objeto de la zonificación es agrupar barrios en función de las características socioeconómicas, densidad de habitantes y distancia espacio-temporal entre cada zona y el área central de la ciudad. Lo que se muestra en esta sección es la distribución de valores que arrojan los indicadores socioeconómicos y la ubicación geográfica en mapas de aquellos sectores que se muestran con similar rango de valor.

El análisis se hace en base a datos agregados a nivel barrial, obtenidos de informes municipales (*Municipalidad de Córdoba, 2006*) y a datos censales correspondientes al Censo Nacional de 2001. Se utilizaron como soporte informático para el análisis de la información geográfica los sistemas MapInfo v8.5 y TransCAD v4.5.

Para cada uno de los indicadores propuestos, se adoptan como valores límites aquellos que segmentan la curva de porcentajes acumulados en rangos aproximados entre 0-60% -representativo del grupo de menores recursos o “bajo”-, 60 -85% -segmento “medio”- y 85-100% -rango representativo del segmento “alto”. Esta segmentación de los valores de los indicadores socioeconómicos se corresponde con la curva de distribución del ingreso que presentan los países en desarrollo –Figura 15-, donde puede asumirse que el conjunto de población conformado por lo primeros seis deciles (entre 0-60% de población) acumula un 30% de los ingresos –segmento identificado como de ingresos “bajo”-, el segmento “medio” corresponde al 30% de población que acumula el 40% de los ingresos, en tanto que el 10% restante de población acumula el 30% de ingresos –segmento de “altos” ingresos-.

Figura 15. Distribución ingreso. Curva Lorenz para Argentina.



Fuente: *Gasparini et al. 2001*

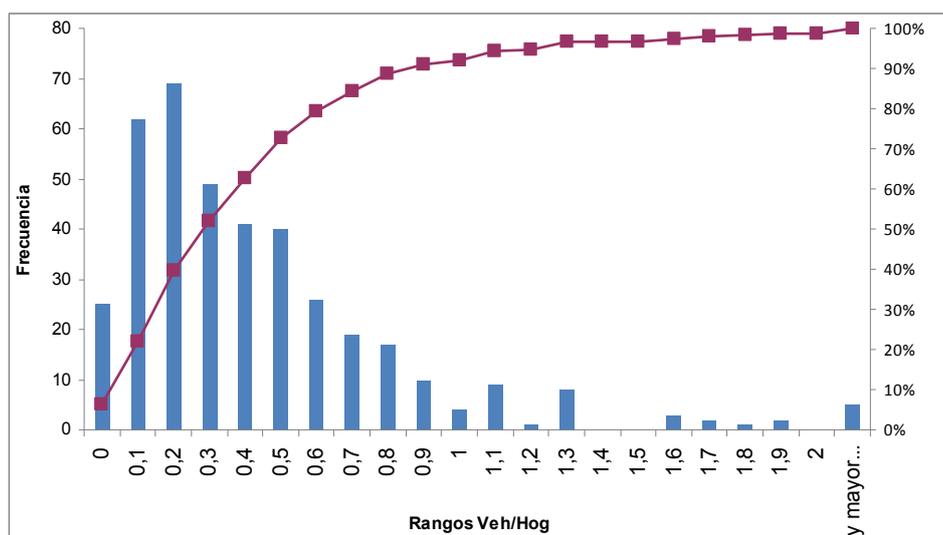
Los indicadores propuestos son los siguientes:

1-Cantidad de Vehículos patentados en el período 1995-2004 por Hogar por Barrio: este indicador muestra de manera agregada la posesión de vehículos particulares, del tipo automóvil, por hogar en cada

zona. Se asume que aquellas zonas con mayor índice de vehículos por hogar tendrán una menor dependencia del servicio de transporte público.

Se ha empleado como referencia la cantidad de vehículos patentados entre los años 1995 y 2004 debido a que la información correspondiente al total de vehículos patentados por barrio arrojó valores inconsistentes que no eran representativos.

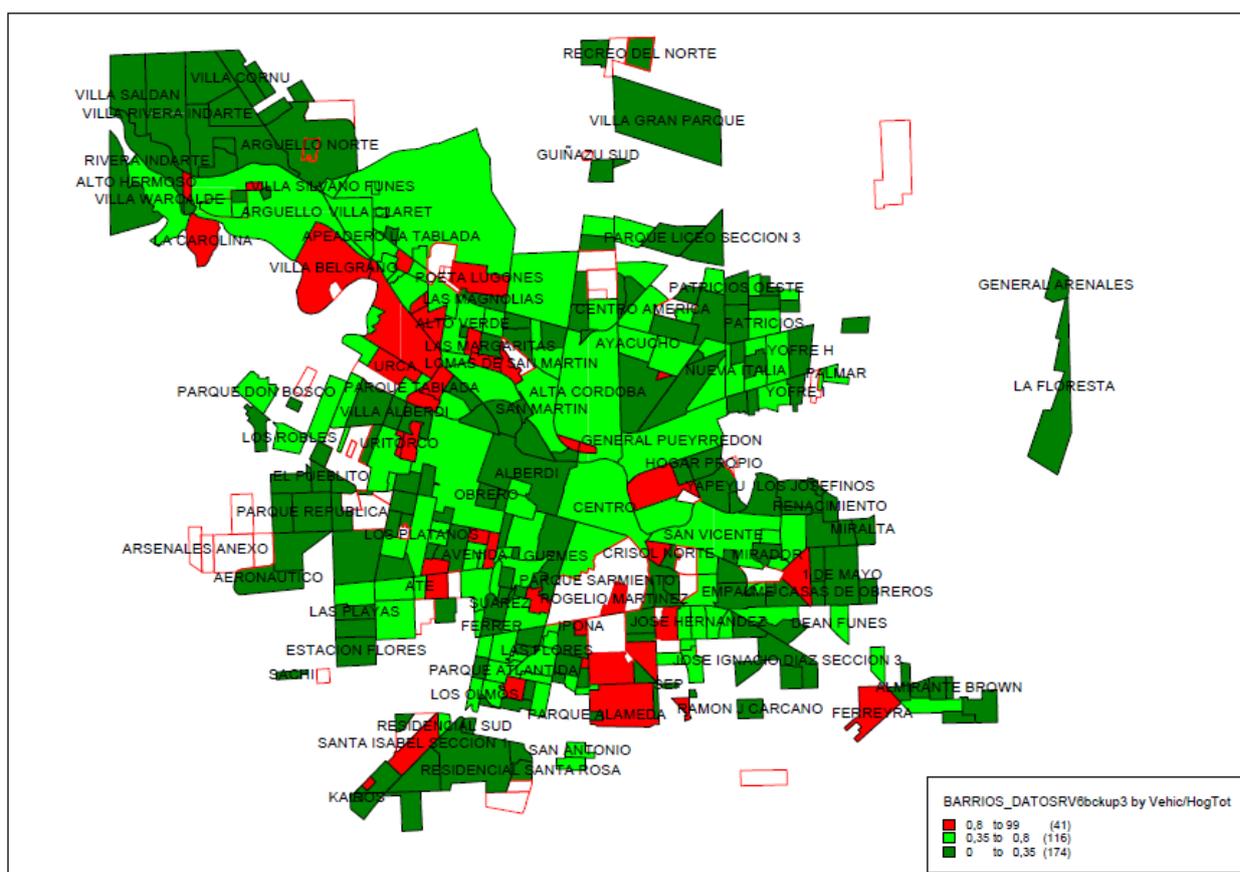
Figura 16. Distribución de frecuencias. Indicador: [Vehículos patentados entre 1995-2004/Hogar]



Valores límite propuestos para este indicador:

Bajo	Valor medio del barrio <0,40	[Veh/Hog]
Medio	Valor medio del barrio 0,40 - 0,80	[Veh/Hog]
Alto	Valor medio del barrio >0,80	[Veh/Hog]

Figura 17. Distribución por barrios. Indicador: [Vehículos patentados entre 1995-2004/Hogar]



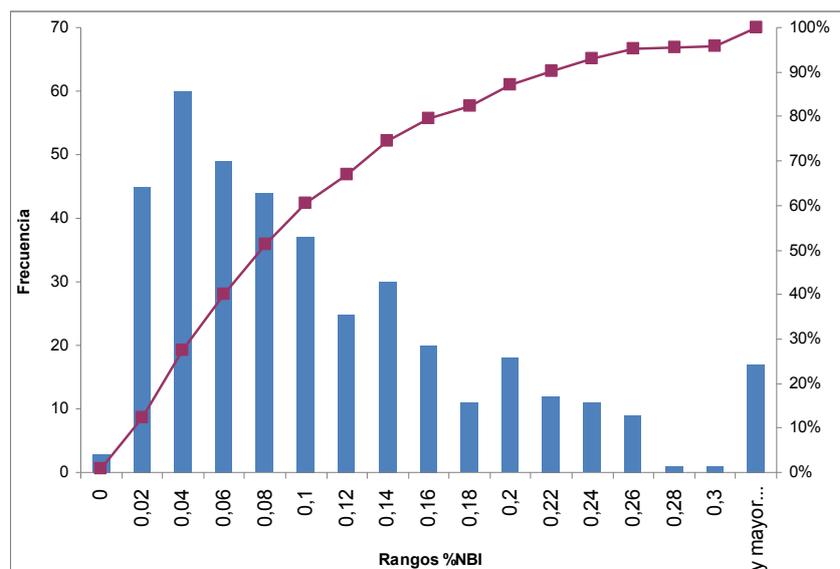
Al observar la distribución de los valores del indicador en la mancha urbana se observa que los menores índices de automóviles por hogar –representados por color rojo- se encuentran en los barrios pericentrales y externos, mientras que el sector Noroeste posee un conglomerado de barrios con valores en el rango más alto de posesión de vehículos por hogar –color verde oscuro-.

2- Porcentaje de Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI⁶) por barrio: se refiere al porcentaje de hogares que no reúnen los recursos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de sus miembros. Este indicador permite inferir de manera agregada el nivel socioeconómico de cada zona.

6 Para el análisis de los datos del Censo Nacional del año 2001, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) considera que un hogar es pobre por NBI si sufre al menos una de las siguientes carencias.

- Hacinamiento: más de tres personas por cuarto.
- Vivienda inadecuada: pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo, lo que excluye casa, departamento y rancho.
- Condiciones sanitarias: falta de retrete
- Menores no escolarizados: al menos un niño de 6 a 12 años que no asiste a la escuela.
- Capacidad de subsistencia: cuatro o más personas por miembro ocupado y jefe de hogar que no haya completado el tercer grado de escolaridad primaria.

Figura 18. Distribución de frecuencias. Indicador: [Porcentaje de Hogares con NBI]



Valores límite propuestos para este indicador:

Bajo Valor medio del barrio > 7 [%Hog con NBI]

Medio Valor medio del barrio 7 – 1,20 [%Hog con NBI]

Alto Valor medio del barrio < 1,20 [%Hog con NBI]

La distribución barrial de los rangos de valores del indicador según se observa en la Figura 19, permite inferir que los sectores con mayor porcentaje de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas se ubican en la periferia de la mancha urbana. El sector Noroeste, junto con el área central, conforman un sector con bajos valores de dicho indicador. También en el sector Suroeste existen barrios con bajos porcentajes de hogares con NBI.

3-Densidad de Habitantes por Barrio: se obtiene de la relación entre la cantidad de habitantes registrados en la zona y el área en hectáreas. Este indicador interesa a los fines de establecer el posible grado de utilización del servicio de transporte urbano en cada zona.

Valores límite propuestos para este indicador:

Bajo Valor <60 [Hab/Hect]

Medio 60 - 90 [Hab/Hect]

Alto >90 [Hab/Hect]

La distribución de frecuencias de los valores de este indicador se observan en la Figura 20.

Figura 19. Distribución por barrios. Indicador: [Porcentaje de Hogares con NBI]

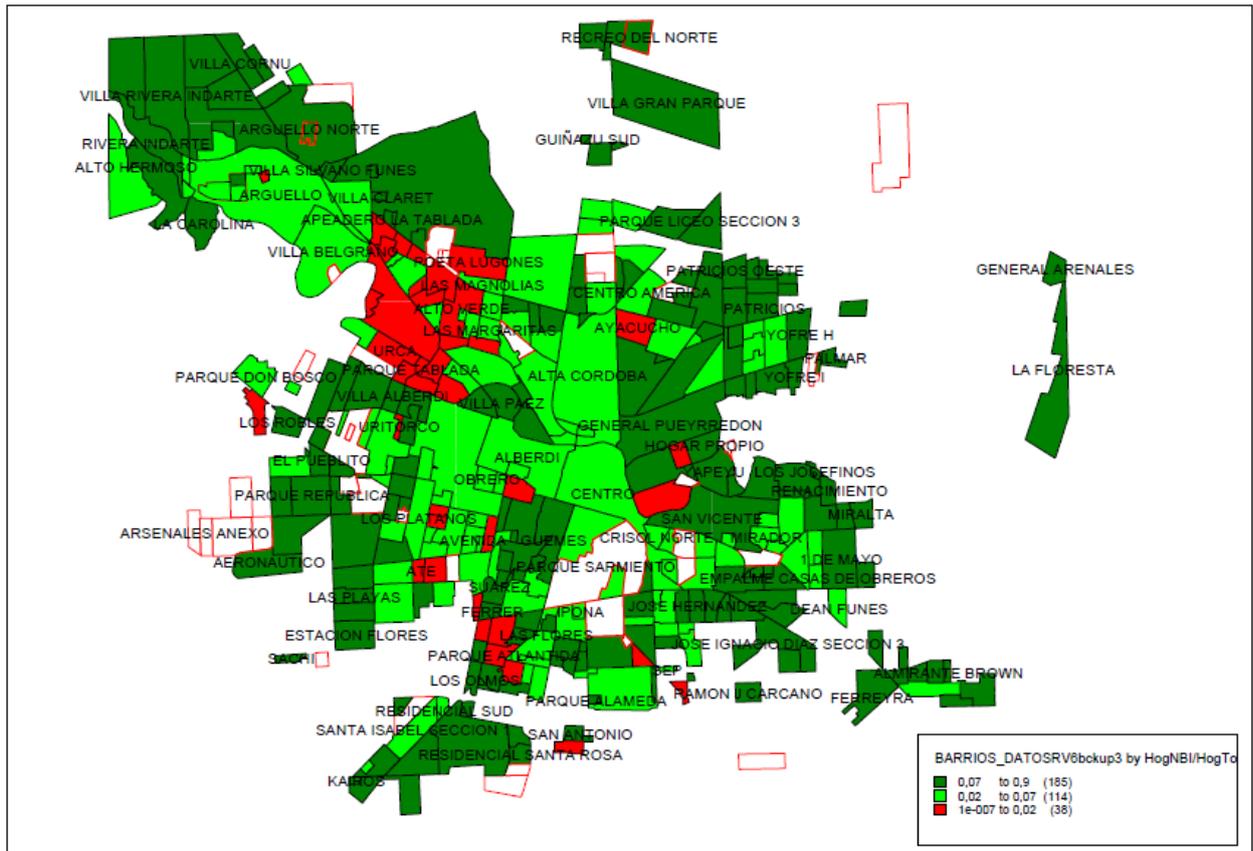
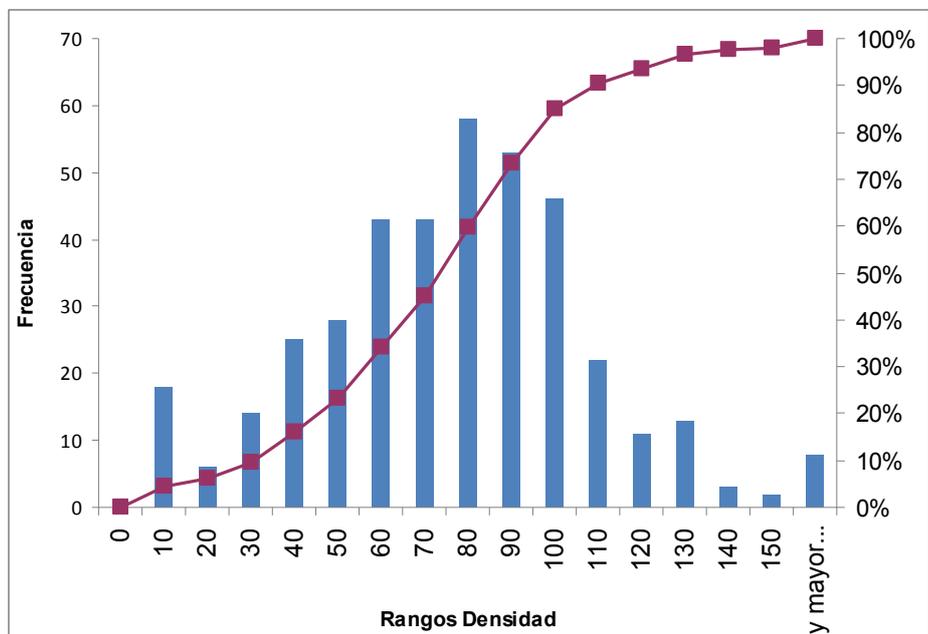
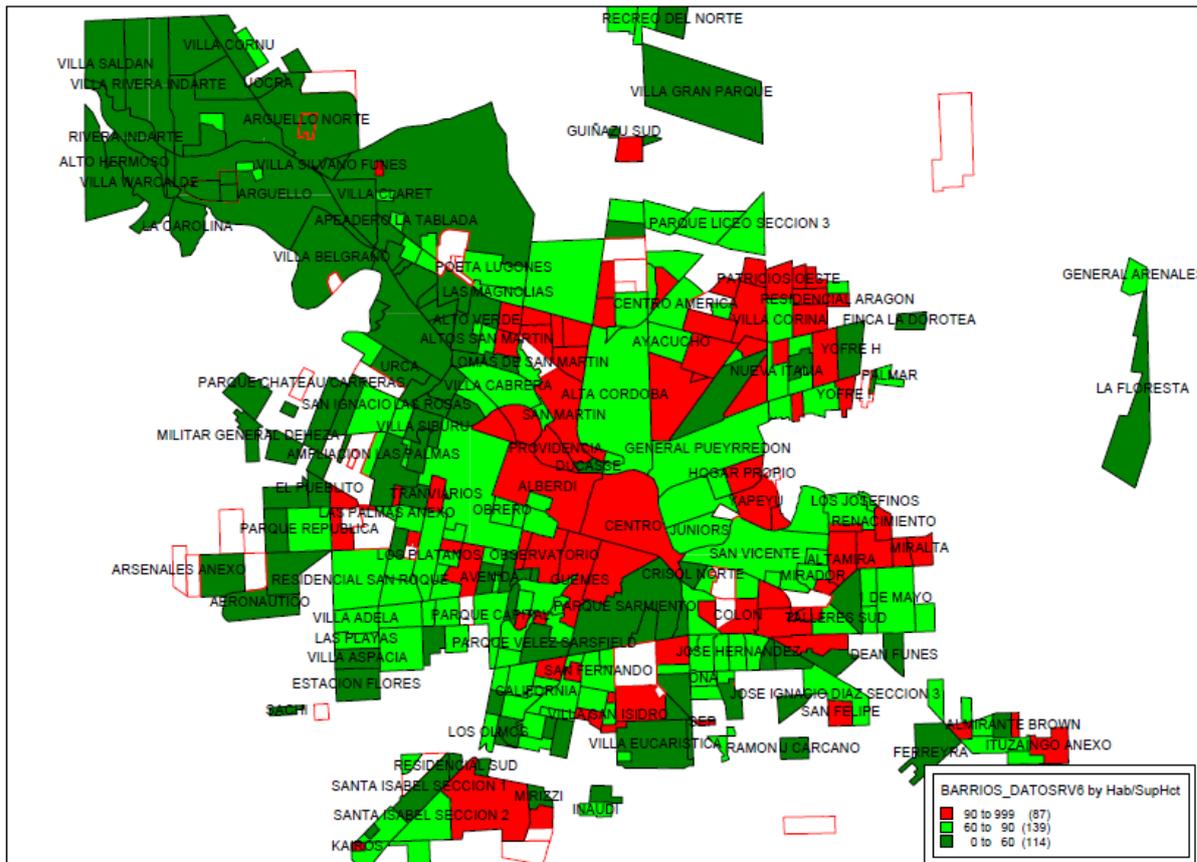


Figura 20. Distribución de frecuencias. Indicador: [Densidad de Habitantes por Barrio]



La distribución barrial de este indicador se aprecia en la Figura 21.

Figura 21. Distribución por barrios. Indicador: [Densidad de Habitantes por Barrio]



Como era de esperar, la distribución de los valores del indicador en la ciudad muestra que el sector con mayor densidad corresponde al área central y barrios próximos al centro urbano, donde existe una consolidación y un marcado desarrollo de edificios en altura. En tanto, el eje Noroeste tiene baja densidad poblacional y el Suroeste muestra una densidad media más consolidada que el anterior.

4-Distancia Espacio-Temporal: se refiere a la diferenciación de zonas en función del tiempo necesario para acceder al área central de la ciudad por medio del servicio de transporte público. Para lograr esto se propone trazar líneas isocronas para los servicios de ómnibus urbanos según se detalla en la siguiente sección.

3.3.4 Variables espaciales de la demanda

El objeto de delimitar líneas de igual tiempo de viaje para los distintos corredores del servicio de transporte público urbano de pasajeros, es interpretar la accesibilidad espacio-temporal que tienen los distintos sectores de la ciudad respecto del área central mediante este medio. Se pretende caracterizar la mancha urbana en términos de tiempo de viaje sobre el vehículo, considerando isócronas de 10, 15, 20, 25, 30 y 35 minutos.

De esta forma se obtiene una caracterización de la accesibilidad –en términos de tiempo de viaje para acceder al área central por medio del servicio de transporte urbano- que, complementado con los indicadores sociales descritos en la sección anterior, son la base que justifican la zonificación que se detallará en el capítulo 4.

El criterio que se siguió para definir las isocronas fue tomar como referencia, en cada corredor, aquellas líneas denominadas “Centrales”, considerando el recorrido en sentido “saliente” al área central, y a partir de sus velocidades de operación promedio se graficaron los puntos correspondientes a un mismo tiempo de viaje. Dichas velocidades fueron obtenidas de una base de datos municipal (*Municipalidad de Córdoba, 2008*), en tanto que se adoptaron como velocidades operacionales medias en el área del microcentro el valor de 12 km/h y en macrocentro 15 km/h que representan valores realistas y acordes a los trabajos académicos existentes (*Galarraga et al, 2005*).

El fundamento para seleccionar las líneas denominadas “Centrales” es que son representativas de los recorridos y condiciones de operación de los servicios que componen cada corredor.

En la Tabla 16 se muestran, para cada corredor, las velocidades de operación promedio de los servicios identificados como “Centrales”, la velocidad media adoptada para el área central y las distancias factibles de recorrer en el tiempo de las isócronas planteadas.

El conjunto de isócronas definidos en este apartado permite interpretar la distancia temporal que tienen los diversos sectores urbanos. El valor de isócrona de 10 minutos se justifica por ser un tiempo que permite definir una línea tal que contiene al micro y macro centro urbano –área identificada en azul en la Figura 22-, en tanto que la mayor isócrona se corresponde a 35 minutos porque define un área que incluye más del 80% de la mancha urbana consolidada y de esta forma diferencia aquellos sectores barriales más “lejanos” al núcleo urbano. Las restantes isócronas se definen al tomar como rango de tiempo incremental el valor de 5 minutos. Lo anterior puede observarse en la Figura 22.

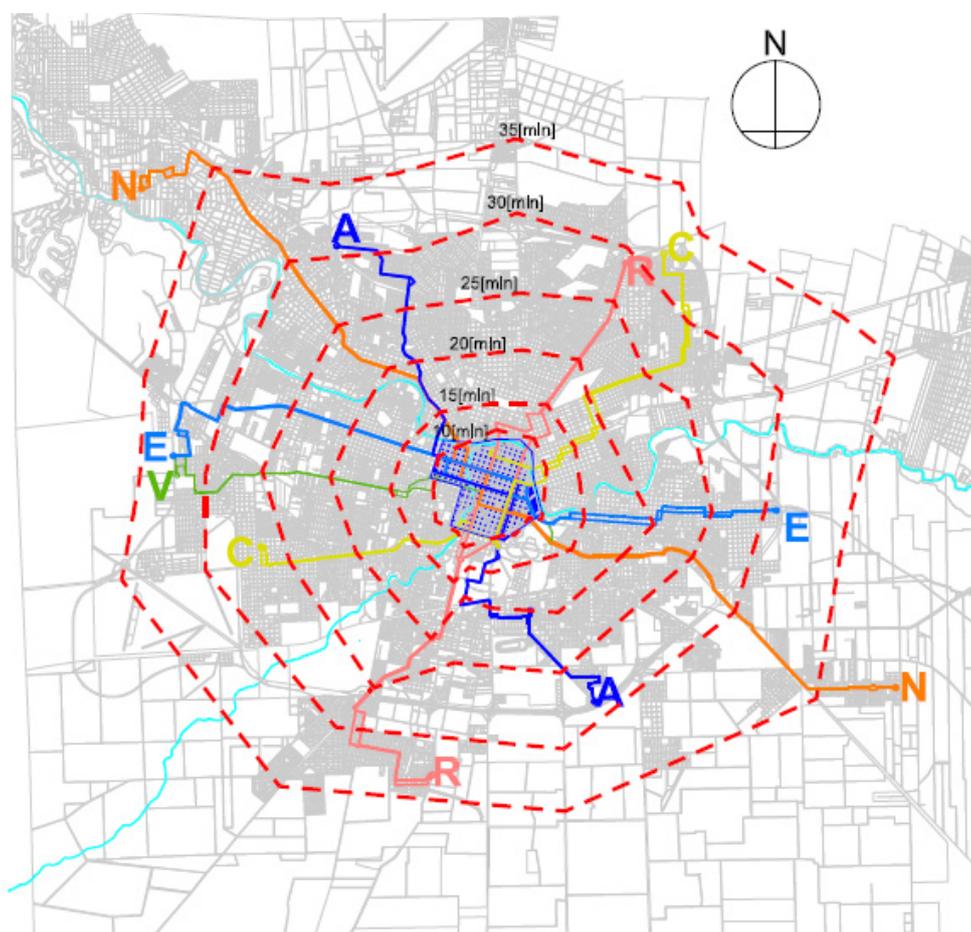
Tabla 16. Velocidades de operación⁷ promedio y longitud de recorrido. Isocronas 20 y 35 minutos.

Corredor	Velocidades de Operación Promedio (Vop) [Km/h]			Distancia desde Área Central a Límite de Isocrona ¹ [Km]					
	Vop Periferia	Vop en Macrocentro	Vop en Microcentro	Isocrona 10[min]	Isocrona 15[min]	Isocrona 20[min]	Isocrona 25[min]	Isocrona 30[min]	Isocrona 35[min]
Azul	20	15	12	2,0	3,3	4,9	6,5	8,2	9,8
Amarillo	20	15	12	2,0	3,3	5,0	6,7	8,4	10,1
Celeste	19	15	12	2,0	3,3	4,9	6,5	8,1	9,7
Naranja	22	15	12	2,0	3,3	5,1	6,9	8,7	10,6
Rojo	20	15	12	2,0	3,3	4,9	6,6	8,3	10,0
Verde	18	15	12	2,0	3,3	4,8	6,3	7,8	9,3

¹ Distancia estimada para cada corredor a partir de las Velocidades de Operación Promedio (Vop) de cada Líneas Central y medida en según el trazado geométrico del recorrido de dicho servicio.

Fuente: elaboración propia en base a datos Municipalidad de Córdoba (2008) y Galarraga et al (2005).

Figura 22. Isocronas para el servicio de transporte urbano.



⁷ Se define Velocidad de Operación (Vo) de la siguiente forma:

$$V_o [Km/h] = \frac{60 \cdot L_R [Km]}{t_R [min]} \quad L_R: \text{Longitud de Recorrido [Km]}$$

t_R : Tiempo Total de Recorrido (no considera tiempo en punta de línea) [minutos]

La metodología propuesta para definir la zonificación de los sectores estudiados se describirá en el Capítulo 4. Aquí se ha analizado la información secundaria disponible con el objeto de sintetizar las características socioeconómicas y la accesibilidad, de manera agregada a nivel barrial, para ser utilizadas como base en dicho procedimiento de zonificación.

3.4 Discusión.

A los fines de nuestro trabajo, donde nos interesa estudiar ciertos atributos del sistema y la valoración del usuario, necesitamos analizar corredores de diversas características geométricas y operativas, interpretando cómo varía la valoración subjetiva del usuario en función de su nivel socio económico y el tipo de viaje.

Observando la evolución del trazado urbano de la Ciudad de Córdoba vemos que existe un marcado eje de desarrollo en sentido Noroeste, que provoca que los corredores de transporte urbano que abastecen este área tengan recorridos de mayor extensión con trazados predominantemente lineal. Además, en dicho sector de la ciudad predomina una población de nivel socioeconómico medio-alto. Contrariamente, el corredor Suroeste, muestra recorridos de menor extensión con trazados más poligonales que abastecen a zonas urbanas con nivel socioeconómico medio-bajo. El sector Noroeste es atendido por el corredor “N” y el Suroeste por el “C”.

Por otro lado las líneas que componen dichos corredores presentan distintas programaciones horarias, lo cual es una condición necesaria en nuestro trabajo, ya que estos valores de tiempo entre vehículos se relacionan directamente con la espera media del usuario.

Así, en función de lo expuesto, se seleccionaron los corredores “N” y “C” por poseer las características geométricas, operativas y socio económicas necesarias para ser los principales puntos de análisis de este estudio.

En este capítulo se ha realizado una caracterización de la demanda de transporte analizando aspectos de movilidad, variables socioeconómicas y geográficas. Esta información es la que se utilizó en el Capítulo 4 para conformar una zonificación según segmentos de mercados con características homogéneas.

Por último se destaca que, en la bibliografía disponible, no se encontró información sobre las preferencias de los distintos grupos de usuarios del servicio de transporte masivo de la Ciudad de Córdoba. Es por esto que para determinar las expectativas de calidad es necesario realizar encuestas a los usuarios, tal como se detalla en la sección 4.4 del Capítulo 4.

Capítulo 4 Desarrollo de la Metodología

Se pueden distinguir tres partes dentro de este capítulo, la primera donde se plantea el procedimiento propuesto para cuantificar accesibilidad y conveniencia, justificando los indicadores seleccionados. En la segunda parte se detallan los relevamientos de campo que fueron necesarios para obtener la información primaria y se describen los resultados obtenidos, destacando las escalas de niveles de servicio y coeficientes de ponderación. En la tercera sección se formula el indicador de accesibilidad y conveniencia.

4.1. Consideraciones iniciales.

La metodología aquí propuesta no reemplaza las técnicas de trazado de recorridos, sino que tiene como objeto complementarlas contribuyendo a mejorar el proceso de toma de decisiones relativo al diseño de servicios. Se busca cuantificar el grado de mejora de accesibilidad y conveniencia que tendrán los potenciales usuarios de un sector puntual debido a cambios en la traza, o en la programación operativa del servicio. Para ello se enfoca el problema desde el punto de vista de las expectativas de calidad de servicio que tiene cada grupo de usuarios, asumiendo el supuesto que un servicio de transporte que se adapte mejor a las preferencias de sus usuarios será más atractivo y eficaz.

El procedimiento aquí propuesto está fundamentado en la mejora de la accesibilidad y conveniencia de servicios del tipo radiales, debido a que el estudio utilizó como fuente de información primaria datos correspondientes al transporte urbano de la Ciudad de Córdoba el cual tiene una configuración radial hacia el centro urbano.

4.2. Selección de indicadores

Identificación de Atributos

Según la metodología planteada por el *TQCSM (TRB, 2003)* revisada en el Capítulo 2, la disponibilidad de un determinado servicio en un sector urbano puntual es efectiva cuando se satisfacen las exigencias mínimas de accesibilidad a nivel de sistema, corredor y parada, es decir, cuando la cobertura del servicio es suficiente para asegurar que el punto de acceso está dentro de los límites tolerables de caminata y cuando el servicio es ofrecido en determinada cantidad de horas al día y con una frecuencia tolerable. Luego para comparar servicios que cumplen las condiciones de disponibilidad, la metodología propone evaluar comodidad y conveniencia a través de las medidas relación tiempo de viaje ómnibus/auto, regularidad y carga de pasajeros en vehículo.

Ahora bien, esta metodología se basa en escalas de niveles de servicio, desarrollados para estándares de la sociedad Norteamericana, los cuáles no son aplicables directamente en nuestro ámbito debido a las diferencias sociales, económicas, culturales y de movilidad. Además no es aplicable a los fines de determinar qué servicio se adapta mejor a las expectativas de los usuarios ya que no considera las variaciones de preferencias de los distintos segmentos.

En cuanto a los atributos evaluados por dicha metodología consideramos son correctos y representativos del sistema de transporte en nuestro ámbito, sin embargo los atributos Accesibilidad a la Información, Accesibilidad por Capacidad y Costo de Viaje son referidos a nivel de sistema, es decir, se asume serán comunes a todos los servicios y no aportan al análisis propuesto. Además las escalas de niveles de servicio deben adaptarse a las condiciones locales a partir de la valoración que tienen los usuarios.

Santana Filho (1984) utiliza para su análisis los atributos Confiabilidad, Conveniencia y Comodidad, relacionándolos con la regularidad del tiempo de viaje del servicio -incluyendo el tiempo de espera-, el tiempo necesario para acceder a pie y a la disponibilidad de asientos respectivamente.

Para nuestro estudio consideramos más adecuado relacionar la medida de la distancia –o tiempo necesario para acceder al sistema con el atributo Accesibilidad Espacial y no a la Conveniencia ya que se trata de un aspecto básico que influye en la disponibilidad del servicio.

Cabe destacar que en base a la bibliografía consultada los atributos utilizados para analizar el desempeño de un servicio de transporte varían según el enfoque de los autores, el tipo y objetivo del estudio en cuestión. Consideramos conveniente para nuestro estudio mantener la nomenclatura existente en la bibliografía del *TCQSM (TRB, 2003)* por ser una referencia actualizada, de aceptación y reconocimiento a nivel mundial y por adaptarse a las necesidades de nuestro trabajo.

Así los atributos que consideramos necesarios evaluar son Accesibilidad Espacial, Accesibilidad Temporal, Conveniencia y Comodidad.

Indicadores propuestos

Atributo: Accesibilidad Espacial – Indicador asociado: Cuadras Promedio Caminadas en Origen.

Se propone como variable para cuantificar el atributo Accesibilidad Espacial la cantidad de cuadras promedio caminadas por los usuarios para acceder desde el origen de su viaje hasta el punto de acceso al sistema de transporte. Dicho indicador se relaciona con la geometría y trazado del recorrido del servicio en cuestión, es decir, aquellos servicios cuyo trazado tiene un desarrollo lineal sin ingresar a sectores

barriales exigirán de parte de los potenciales usuarios una mayor caminata promedio mientras a la inversa de aquellos corredores que ingresan a los barrios alcanzando una mayor accesibilidad espacial.

Atributo: Accesibilidad Temporal – Indicador asociado: Tiempo de Espera Medio Percibido.

Todo viaje de un pasajero que viaje desde un origen hacia un destino, queda caracterizado por el tiempo de acceso –o fuera del vehículo- y el tiempo de viaje propiamente dicho –dentro del vehículo-. El tiempo de acceso está compuesto por el tiempo de caminata y el tiempo de espera que la persona debe afrontar hasta la llegada del servicio. Según se ha discutido en el Capítulo 2 el tiempo de espera es considerado como la componente más importante del tiempo de acceso debido a la subjetividad que las personas tienen lo que genera una sensación de mayor tiempo “muerto”. Es por esto que consideramos necesario incorporar la subjetividad existente en la variable tiempo de espera como medida de la Accesibilidad Temporal y definir como indicador el Tiempo de Espera Medio Percibido.

Dicho indicador quedará definido en base a lo revisado en la sección 2.8.1 del Capítulo 2 donde el tiempo de espera percibido se estimará en base a un modelo potencial en función del tiempo de espera real medio estimado a través de la ecuación planteada por *Larson y Odoni(1981)*:

$$T_{EPP_i} = k_i T_{ERP_i}^L$$

Donde:

T_{EPP_i} : Tiempo de Espera Percibido Promedio.

k_i : Coeficiente a estimar. Está relacionado a las características de los usuarios de la línea i.

L : variable numérica a estimar.

T_{ERP_i} : Tiempo de Espera Real Promedio estimado en base a la ecuación de Larson y Odoni (1981):

$$E[T_{ERP}] = \frac{E[H]}{2} \cdot \left(1 + \frac{Var[H]}{E[H]^2} \right) = \frac{E[H]}{2} (1 + CV^2)$$

$E(H)$: Tiempo esperado entre servicios (headway promedio)

$Var(H)$: Varianza de los intervalos entre servicios

CV : Coeficiente de variación de los intervalos.

De esta forma el indicador se calcula a partir del intervalo entre servicios promedio y la desviación de los mismos lo que representa la regularidad del servicio.

Atributo: Conveniencia – Indicador asociado: Tiempo de Viaje sobre el vehículo desde el punto de acceso en el origen hasta el área central de la ciudad.

El atributo Conveniencia representado por el indicador tiempo de viaje, está íntimamente ligado a la velocidad de operación del servicio, a la geometría y longitud del trazado recorrido, a la ubicación de las paradas y a las características del tránsito de las avenidas o calles por las que circula. Consideramos que este indicador permitirá estimar la conveniencia de un servicio desde el punto de vista del usuario y relacionarlo con las variables operativas y diseño de recorridos.

Atributo: Comodidad – Indicador asociado: Tasa de Pasajeros por asiento.

Conforme a las características del servicio urbano de transporte de pasajeros de la Ciudad de Córdoba detalladas en el Capítulo 3 y considerando la metodología planteada por *Santana Filho (1984)* revisada en el Capítulo 2, consideramos que el atributo Comodidad en este tipo de servicios debe ser caracterizado por la posición de viaje y la cantidad de personas que viajan dentro del vehículo. Esto puede ser correctamente representado por el indicador que relacione la cantidad de personas que viajan en el vehículo en el horario pico y la cantidad de asientos con que cuenta el vehículo ofrecido.

$$TP = \frac{NroTotalPasajeros}{NroPasajerosSentados}$$

La tasa pasajeros/asiento es variable según el tramo de recorrido que se analice, es decir aquellos pasajeros que aborden el vehículo en el sector periférico –al comienzo del recorrido- tendrán más posibilidades de encontrar asientos disponibles, mientras que los que realizan viajes cortos hacia el centro abordan el vehículo cuando este está completo y no encuentran posibilidad de viajar sentados.

Definición preliminar del Indicador de Accesibilidad y Conveniencia (IAC).

A partir de lo revisado en el Capítulo 2 respecto a la necesidad de plantear servicios de transporte público con una oferta diversificada que se adapte mejor a las preferencias de sus usuarios y siguiendo lo planteado por *Santana Filho (1984)* acerca de considerar las expectativas de los usuarios de cada segmento de mercado mediante coeficientes de ponderación que afecten las medidas obtenidas en las escalas de niveles de servicio para cada indicador, se propone un Indicador de Accesibilidad y Conveniencia (IAC_{GU}) para cada grupo de usuarios.

Luego, dicho indicador se agregará en función de las zonas de influencia por las que circula el servicio evaluado, contemplando las características de uso de suelo y la longitud recorrida, a los fines de

conformar un segundo indicador que contemple las características del corredor en cuestión ($IAC_{CORREDOR}$).

Previo a la formulación del IAC –la cual se detalla en la sección 4.6 de este capítulo- se describirá el procedimiento de zonificación adoptado y los relevamientos de campo realizados.

4.3. Zonificación por segmentos de mercado

El objeto de la zonificación es obtener zonas de transporte de características socioeconómicas homogéneas y con un uso de suelo similar, de manera de agrupar a los potenciales usuarios de cada barrio en segmentos de mercado con preferencias y características similares.

Según se describió en la sección 4.2 de este Capítulo para componer el Indicador de Accesibilidad y Conveniencia (IAC_{GU}) es necesario contar con ponderaciones de los distintos segmentos de mercado. Ahora bien, para determinar qué sectores urbanos se asocian a determinado segmento es necesario hacer una zonificación que contemple ciertos indicadores, sociales y económicos de manera de identificar las diferencias entre barrios y agrupar aquellos que presentan valores similares.

Criterios de Zonificación.

La segmentación será del tipo geográfica, en base al análisis con indicadores socioeconómicos y demográficos descrito en las secciones 3.3.3 y 3.3.4 del Capítulo 3, considerando además, la geometría del trazado urbano a los fines de separar zonas que presentan discontinuidades por barreras naturales o artificiales. Cabe destacar que toda zonificación debe ser definida no sólo en base a un análisis teórico, sino que debe complementarse con un relevamiento en campo verificando los límites establecidos y las condiciones actuales de cada zona, pero por tratarse de un trabajo del tipo académico y no disponer de los recursos necesarios consideramos suficiente el análisis teórico.

Previo a la definición de los segmentos de mercado se asignaron valores cualitativos a cada barrio en función de los límites de los indicadores Porcentaje de Hogares con NBI y Cantidad de Vehículos ('95-'04) por Hogar –tal como fue descrito en la sección 3.3.3 del Capítulo 3-, en base a las consideraciones mostradas en la Tabla 17:

Tabla 17: Asignación de Valores Cualitativos en función de los Indicadores socioeconómicos.

	<i>Porcentaje de Hogares con NBI [%]</i>			<i>Cantidad de Vehículos registrados entre '95-'04 por Hogar [Veh/Hog]</i>		
Rango	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Valor Límite del Indicador	>7%	7-1,20%	<1,20%	<0,4	0,4-0,8	>0,8
Valor Asignado	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Observaciones	Se asume que a menor valor de este indicador el barrio puede asociarse a un segmento de mercado de mayor nivel socioeconómico.			Se asume que a mayor valor de este indicador el barrio puede asociarse a un segmento de mercado de mayor nivel socioeconómico.		

A los fines de agrupar aquellos barrios que presentan características socioeconómicas similares y fraccionarlos en tres posibles segmentos de mercado se propone promediar los valores cualitativos fijados en la tabla anterior y a partir de este valor realizar esta asignación. Esto se resume de la siguiente forma:

$$V_{prom_j} = \frac{\sum V_i}{n} \quad \text{donde: } V_i: \text{ Valor cualitativo asignado según cada indicador}$$

n: Cantidad total de indicadores, en este caso n = 2.

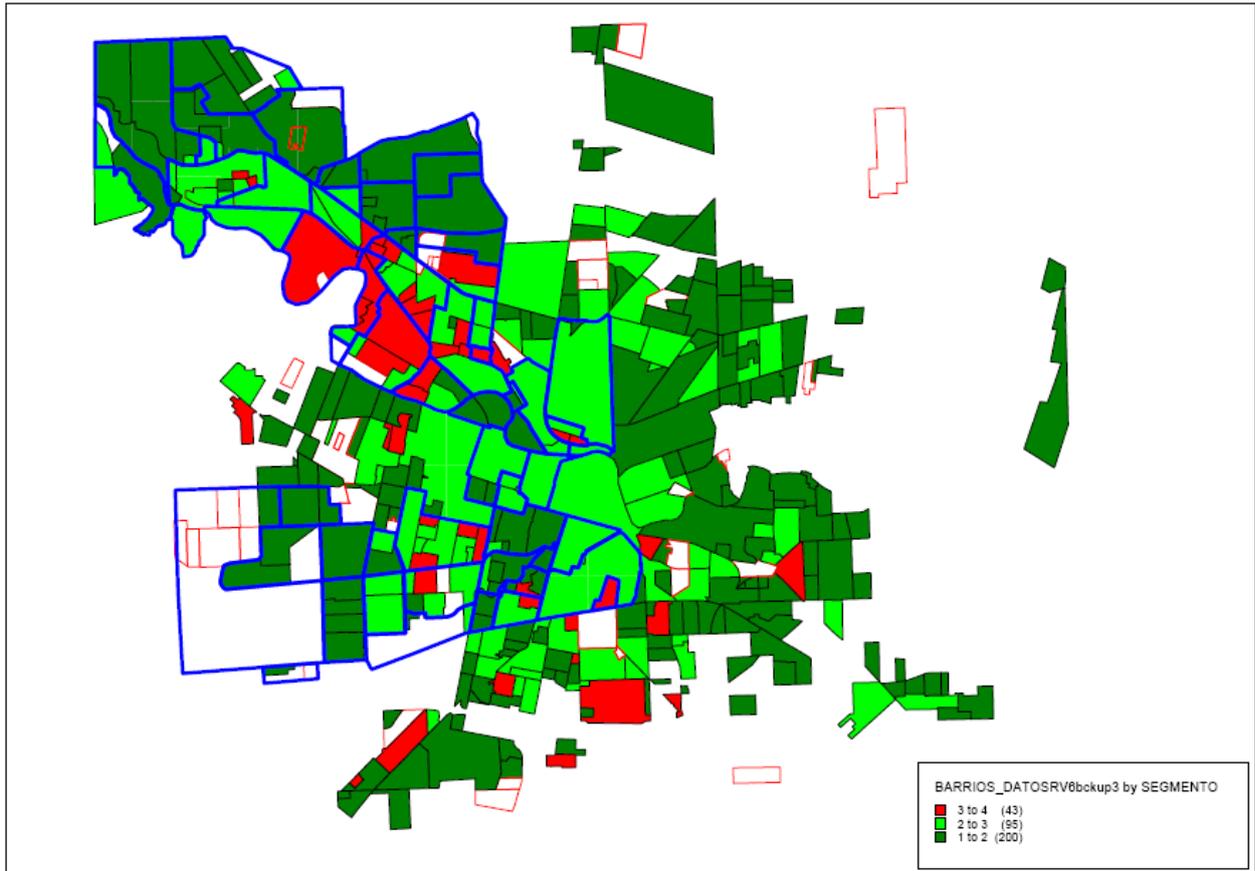
V_{promj}: Valor promedio del barrio j, que definirá a que segmento de mercado corresponde en función de la Tabla 18.

Tabla 18. Segmentos de Mercado por rangos socioeconómicos.

<i>V_{promj}</i>	<i>Segmento de Mercado</i>	<i>Color Utilizado</i>
Menor a 1,99	1-“Bajo”	Verde Oscuro
Entre 1,99 y 2,49	2-“Medio”	Verde Claro
2,50 o más	3-“Alto”	Rojo

En base a estos segmentos puede definirse la zonificación definitiva, la cual considera el trazado y geometría de las calles y las barreras artificiales o naturales. De esta forma la Figura 23 muestra la zonificación adoptada –en trazo azul- superpuesta a los barrios identificados con un color de acuerdo al segmento de mercado con el que pueden identificarse.

Figura 23. Zonificación propuesta y barrios identificados por Segmentos de Mercado.



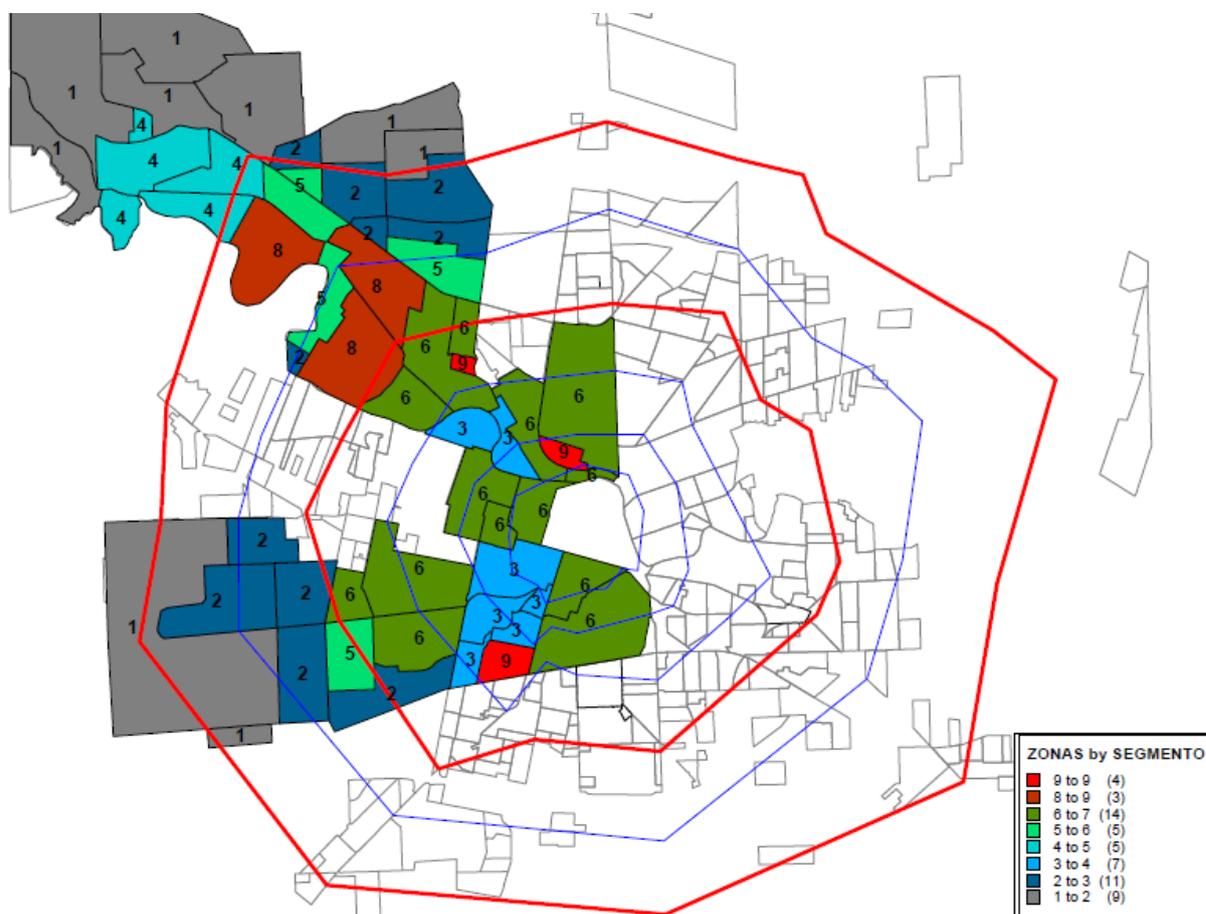
La figura anterior permite observar que prácticamente todas las zonas –en trazo azul- quedan compuestas por barrios que corresponden a un mismo segmento de mercado. El código de colores para representar dichos segmentos es el descrito en la Tabla 18.

Cada zona queda entonces relacionada a alguno de los tres segmentos de mercado descritos, ahora bien, hemos explicado en la sección 2.7.1 del Capítulo 2 que la accesibilidad de los distintos sectores urbanos puede representarse a través de las isócronas de tiempos de viaje en ómnibus, tal como se realizó en la sección 3.3.4 del Capítulo 3. A partir de dicho análisis y a los fines de caracterizar la accesibilidad al centro que tiene cada zona se propone incluir en la segmentación de grupos de usuarios la ubicación espacio temporal de cada sector, utilizando las isócronas de 25 minutos como límite que define un tiempo de viaje “corto” y el valor de isócrona de 35 minutos como límite entre un viaje “medio” y “largo”.

Así quedan definidos nueve segmentos de mercado, como consecuencia de agregar en el análisis tres rangos de “lejanía” al área central a cada uno de los tres rangos de características “socioeconómicas” descritos anteriormente.

La Figura 24 muestra en un mapa de la ciudad de Córdoba las zonas definitivas separadas en los nueve segmentos de mercado anteriormente descritos.

Figura 24. Zonas de Transporte asociadas a un Segmento de Mercado



La Tabla 19 explica las características de cada uno de los nueve segmentos graficados en la Figura anterior.

Tabla 19. Definición de los Segmentos de Mercados

<i>Segmento de Mercado</i>	<i>Rango Socioeconómico</i>	<i>Distancia espacio-temporal al área central</i>
1	1-“Bajo”	“Alejado” (más de 35 [min])
2	1-“Bajo”	“Medio” (entre 25 y 35 [min])
3	1-“Bajo”	“Cercano” (menos de 25 [min])
4	2-“Medio”	“Alejado” (más de 35 [min])
5	2-“Medio”	“Medio” (entre 25 y 35 [min])
6	2-“Medio”	“Cercano” (menos de 25 [min])
7	3-“Alto”	“Alejado” (más de 35 [min])
8	3-“Alto”	“Medio” (entre 25 y 35 [min])
9	3-“Alto”	“Cercano” (menos de 25 [min])

4.4. Encuestas a usuarios.

Para el desarrollo de una metodología para determinar la accesibilidad y conveniencia de un corredor de transporte público de pasajeros en base a las preferencias de los usuarios es necesario utilizar como información primaria las valoraciones que los propios usuarios tienen respecto a los aspectos del servicio analizados.

Según se ha descrito a lo largo de este capítulo, la metodología propuesta incluye valoraciones cualitativas de ciertos atributos del servicio, ponderaciones de importancia relativa de cada aspecto y características socioeconómicas y de accesibilidad al área central de los potenciales usuarios. A los fines de recabar esta información se propone realizar una encuesta del tipo entrevista a usuarios que se encuentren en puntos de parada correspondiente a los servicios de transporte que abastecen los sectores urbanos que son objeto de este estudio.

La selección de esta técnica de relevamiento se justifica debido a que al existir ciertas preguntas del tipo cualitativas la presencia de un encuestador que oriente y explique las consignas mejora la calidad de los resultados obtenidos. Por otro lado la necesidad de conocer las valoraciones de usuarios correspondientes a sectores urbanos predeterminados –Noroeste y Suroeste- los cuáles son abastecidos por los corredores N y C, justifica el hecho de que la encuesta se realice en puntos de parada correspondientes a dichos servicios y ubicados en el área central donde se concentran grandes grupos de “usuarios objetivos”.

Los relevamientos fueron realizados en horarios de mayor actividad del área central, en días laborables de desarrollo normal –sin huelgas, ni feriados- para asegurar la representatividad de los resultados.

Variables a relevar.

Hemos descrito en la sección 4.2 de este Capítulo los atributos e indicadores que se evalúan en la metodología propuesta y se describen las escalas de niveles de servicio y las ponderaciones de importancia que los usuarios tienen respecto de cada variable del servicio evaluada. De esta forma es posible distinguir tres tipos de variables a relevar: 1-VARIABLES relacionadas a valores concretos de operación y uso del servicio, 2-VARIABLES que representen la valoración cualitativa que los usuarios le asignan a cada aspecto evaluado y 3-VARIABLES vinculadas a la valoración de importancia que los usuarios consideran respecto de los aspectos indagados.

Debido a que las valoraciones de los usuarios se deben correlacionar con los segmentos de mercado predeterminados en la sección 4.3 del presente capítulo, resulta necesario agregar un cuarto grupo de variables destinadas a conocer ciertos aspectos socioeconómicos de la persona que responde –como son disponibilidad de automóvil en el hogar y rango de ingresos económicos-.

Por último existe un quinto grupo de variables que tiene por objeto identificar cada encuesta y describir la situación en que fue realizada.

A continuación, en la Tabla 20, se describe una “lista de deseo” con las variables a relevar identificando al grupo que corresponden y el tipo de dato del que se trata:

Tabla 20 Variables a relevar.

Grupo	Variable	Tipo de Dato	Observaciones
Variables relacionadas a valores concretos de operación y uso del servicio	Frecuencia de uso	Por opción	Opciones: Diariamente, Semanalmente u Ocasionalmente.
	Cuadras Caminadas en Origen	Numérico [cuadras]	
	Cuadras Caminadas en Destino	Numérico [cuadras]	
	Tiempo de Espera Percibido	Numérico [minutos]	
	Tiempo de Viaje	Numérico [minutos]	Puede obtenerse de la Velocidad de Operación y el destino del viaje
	Destino de Viaje	Nombre del Barrio	
	Comodidad	Por Opción	Opciones: viaja sentado, parado cómodo o parado incómodo.
Variables que representen la valoración cualitativa	Cuadras Caminadas en Origen	Cualitativo	Calificación relacionada al valor numérico declarado.
	Cuadras Caminadas en Destino	Cualitativo	Calificación relacionada al valor numérico declarado.
	Tiempo de Espera Percibido	Cualitativo	Calificación relacionada al valor numérico declarado.
	Tiempo de Viaje	Cualitativo	Calificación relacionada al valor numérico declarado.
	Comodidad	Cualitativo	Calificación relacionada al valor numérico declarado.
Variables vinculadas a la valoración de importancia	Cuadras Caminadas	Cualitativo	Calificación de importancia relativa considerando las restantes variables.
	Tiempo de Espera Percibido	Cualitativo	Calificación de importancia relativa considerando las restantes variables.
	Tiempo de Viaje	Cualitativo	Calificación de importancia relativa considerando las restantes variables.
	Comodidad	Cualitativo	Calificación de importancia relativa considerando las restantes variables.
	Tarifa	Cualitativo	Calificación de importancia relativa considerando las restantes variables.
Variables relacionadas a aspectos	Posesión de Automóvil	Por Opción	Opciones: Si – No
	Longitud del Viaje	Numérico [minutos]	Puede obtenerse de la Velocidad de Operación y el destino del viaje
	Rango de Ingreso Familiar	Por Opción	Opciones: menos de \$1000, entre \$1000 y \$2500 y más de \$2500
Variables de identificación y descripción de encuesta.	Número de Encuesta	Numérico	
	Fecha	Fecha	
	Día de la Semana	Nombre del Día	
	Encuestador	Nombre	
	Parada	Localización del punto de parada	
	Líneas	Servicios que paran en dicho punto	
	Hora Inicio	Hora en que se inicia el relevamiento	
	Hora de Fin	Hora en que finaliza el relevamiento	

Es necesario aclarar que el nexo entre el segmento de mercado del entrevistado con la segmentación obtenida a partir de la zonificación –ver Tabla 18 Segmentos de Mercado por rangos socioeconómicos- se logra mediante las variables “Disponibilidad de automóvil en el hogar” y “Rango de ingresos económicos” según el criterio mostrado en la Tabla 21.

Tabla 21. Segmentación de las personas encuestadas.

Segmento	Disponibilidad de Automóvil en el hogar		Rango de ingresos familiares			
	SI	NO	Menor a \$1000	Entre \$1000 y \$2500	Mayor a \$2500	Ns/Nc
“Bajo”		×	×			
“Bajo”		×		×		
“Medio”	×		×			
“Medio”	×			×		
“Medio”		×			×	
“Alto”	×				×	
“Alto”	×					×

Diseño del cuestionario.

Al momento de diseñar el cuestionario se debe tener en cuenta que, se trata de un relevamiento donde los usuarios están esperando la llegada de un servicio de ómnibus por lo que es necesario minimizar el tiempo de entrevista, a los fines de maximizar el porcentaje de encuestas completas.

Para un correcto diseño del cuestionario se consideraron tres puntos principales, las técnicas empleadas para relevar aspectos cualitativos, la redacción y presentación de las preguntas y la diagramación del cuestionario.

Técnicas para relevar aspectos cualitativos.

Según se describió anteriormente en esta encuesta se debe relevar dos conjuntos de variables subjetivas, las primeras referidas a la calidad de servicio ofrecida y la segunda referidas a la importancia relativa de cada atributo evaluado.

Como técnica para medir el primer conjunto de variables subjetivas se seleccionó la escala de Likert, donde el usuario califica cada aspecto del servicio a través de una escala que consta de cinco calificativos (Malo, Regular, Normal, Bien, Muy Bien). De las técnicas revisadas en la bibliografía consideramos que la Escala de Likert es la más adecuada para relevar este tipo de variables porque permite evaluar aspectos subjetivos reduciendo la variabilidad en las respuestas (*Richardson et al 1995; U.SDOT, 1996*).

Tabla 22 Escala de Likert para relevar calificaciones cualitativas.

	Mal	Regular	Normal	Bien	Muy Bien
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Distancia que debe caminar hasta la parada</i>					
<i>Tiempo que debe esperar en la parada</i>					
<i>Tiempo de viaje sobre el ómnibus</i>					
<i>Comodidad del viaje</i>					
<i>Distancia que debe caminar desde que se baja hasta su destino</i>					

Con el objeto de evitar respuestas basadas en la apreciación que el usuario posee del sistema de transporte en general, las preguntas de calificación subjetiva se refirieron expresamente al viaje que la persona realizaba al momento de la encuesta o al inmediato similar anterior.

Las calificaciones que los usuarios asignen en esta parte de la encuesta serán utilizadas para desarrollar las escalas de niveles de servicios descriptas en la sección 4.6.1 del presente capítulo.

El segundo conjunto de variables destinadas a valorar la importancia relativa que el usuario tiene de cada aspecto del servicio serán relevadas mediante la técnica escala de ordenamiento, donde el encuestado ordena un conjunto de variables siguiendo un criterio determinado, en este caso por la importancia que el usuario considera tiene cada aspecto indagado. De esta forma queda conformado un listado ordenado (ranking) en función de la importancia relativa que el usuario considera que tiene cada variable.

Tabla 23. Escala de Orden (Ranking) para relevar valoraciones de importancia.

	Importancia
<i>Disminuir las cuadras caminadas</i>	
<i>Disminuir el tiempo de espera en la parada</i>	1 Lo más importante
<i>Disminuir el tiempo de viaje sobre el colectivo</i>	
<i>Viajar sentado (o menos apretado)</i>	
<i>Disminuir el precio del boleto</i>	

Los valores aquí obtenidos se utilizaran para desarrollar los coeficientes de ponderación según se describe en la sección 4.6.2 de este capítulo.

Una vez identificadas las técnicas más convenientes para relevar las variables del tipo cualitativas, es necesario definir la redacción de cada pregunta para facilitar la interpretación y reducir la variabilidad de las respuestas. A continuación se exponen una serie de recomendaciones para redactar las preguntas:

- Formular las preguntas de manera simple y directa: el vocabulario técnico puede parecer fácil de interpretar pero debe evaluarse la pregunta desde el punto de vista de las personas que van a interpretarlas. De esta forma palabras específicas como “modo”, “viaje”, “origen”, “destino” deben ser reemplazadas por frases más simples o bien ser aclaradas por el entrevistador.
- Evitar preguntas largas: la introducción a la pregunta debe contener sólo aquellas aclaraciones y explicaciones fundamentales para que sea correctamente interpretada. Es preferible varias preguntas cortas que una única excesivamente larga.
- Enmarcar correctamente cada pregunta: las aclaraciones y explicaciones previas a la pregunta son necesaria pues indican a la persona a que aspectos se refiere y en qué términos debe responder.
- Evitar preguntas ambiguas: toda interrogación debe ser lo suficientemente clara como para evitar confusión en quien responde y deben considerarse todas las posibles situaciones para impedir respuestas de interpretación ambigua.
- Efectuar las preguntas con el mayor detalle posible: en lo posible las preguntas deben ser realizadas puntualizando aspectos de interés. Por Ejemplo: la pregunta “¿Con qué frecuencia utiliza el servicio? Es conveniente que sea acompañada por opciones específicas como “Diariamente” o “Semanalmente”, y evitar los términos difusos como “Muy seguido”, “Regularmente” o “Usualmente”.
- Evitar preguntas “orientadoras”: se refiere a que no es conveniente utilizar ejemplos o mencionar como parte de la pregunta posibles respuestas –a los fines de orientar al entrevistado- porque se genera un sesgo donde el encuestado repite como respuesta las palabras utilizadas como “guía” en la pregunta.

Una vez definidas las técnicas y redactadas las preguntas se debe diagramar el cuestionario de manera tal que se facilite la tarea del encuestador. En este caso la diagramación es la siguiente:

- Membrete: donde figura el nombre del estudio y la institución que lo realiza.
- Encabezado: es el conjunto de preguntas que debe completar el encuestador previamente al momento del relevamiento. Los datos aquí recabados permitirán la identificación de la entrevista, la fecha, horario, lugar y todo otro dato que se considere necesario.
- Cuerpo: contiene el conjunto de preguntas propiamente dichas y que pueden clasificarse:
 - Preguntas relacionadas a datos del viaje.
 - Lugar de destino (barrio).
 - Las posibles líneas que lo llevan hacia el lugar deseado.
 - Distancia caminada hasta la parada en origen.
 - Distancia caminada al descender para llegar a destino.
 - Comodidad de viaje. Opciones: (1) Sentado, (2) Parado cómodo (3) Parado Incómodo.

- Valoraciones subjetivas sobre la calificación del servicio.
Escala de Likert.
- Valoraciones subjetivas sobre la importancia relativa de cada variable.
Escala de orden por importancia (Ranking).
- Datos del pasajero
- Cantidad de veces por semana que utiliza el servicio de transporte.
- Disposición de automóvil en el hogar.
- Ingresos familiares por rango.

En base a estas recomendaciones se definió el siguiente cuestionario –ver Tabla 24-.

Tabla 24. Encuesta a usuarios de servicios de ómnibus.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Encuesta en Paradas de Transporte Público. Corredores N y C.



Encuestador: _____ Fecha: ____/____/____ Encuesta N°: _____
 Líneas: _____ Día: L - M - Mi - J - V - S - D Frecuencia Programada: _____ min.
 Parada: _____ Hora inicio: ____hs: ____min. (A completar en gabinete)
 (Calle, Barrio, Altura)

- 1 ¿Con que frecuencia utiliza el ómnibus? Diariamente Semanalmente Ocasionalmente
 2 ¿Hacia donde se dirige (Barrio)?
 3 ¿Cuáles son las líneas de ómnibus que puede tomarse?
 4 ¿Cuántas cuadras caminó hasta esta parada?
 5 ¿Cuánto tiempo debió esperar en esta misma parada la última vez?
 6 ¿Cuántas cuadras debe caminar desde que se baja hasta su destino?
 7 La última vez que hizo este mismo viaje, Ud. viajó: Sentado Parado cómodo Parado Incómodo NS/NC

8 Califique cada uno de los siguientes aspectos del transporte público, según lo contestado anteriormente:

	Mal (1)	Regular (2)	Normal (3)	Bien (4)	Muy Bien (5)
<i>Distancia que debe caminar hasta la parada</i>					
<i>Tiempo que debe esperar en la parada</i>					
<i>Tiempo de viaje sobre el ómnibus</i>					
<i>Comodidad del viaje</i>					
<i>Distancia que debe caminar desde que se baja hasta su destino</i>					

9 Ordene por importancia los siguientes aspectos del transporte, siendo 1 LO MÁS IMPORTANTE y 5 LO MENOS IMPORTANTE:

	Importancia
<i>Disminuir las cuadras caminadas</i>	
<i>Disminuir el tiempo de espera en la parada</i>	1 Lo más importante
<i>Disminuir el tiempo de viaje sobre el colectivo</i>	5 Lo menos importante
<i>Viajar sentado (o menos apretado)</i>	
<i>Disminuir el precio del boleto</i>	

10 En su familia, ¿Disponen de automóvil? SI NO NS/NC

11 Considerando todos los integrantes de su familia, ¿Cuál es el ingreso total de su grupo familiar?

- Menos de \$1.000 Entre \$1.000 y \$2.500 Más de \$2.500

Hora fin de encuesta: ____hs: ____min

Esta encuesta es anónima y confidencial. Los datos se utilizarán sólo con fines estadísticos.

Diseño de la muestra

La muestra es del tipo aleatorio estratificado en función de la proporción de viajes en servicio de ómnibus para cada uno de los tres segmentos de mercado definidos en la sección 4.3 de este capítulo.

Debido a que se trata de un relevamiento cuyo objetivo es obtener datos sobre los viajes en transporte público y las opiniones relacionadas a las características de dichos viajes, la variable que determina la población muestral es los viajes en transporte público. El tamaño muestral a estimar nos dará la cantidad de viajes que debemos relevar y debido a que cada encuesta coincide con un viaje determinado dicha cantidad coincide con el total de encuestas a realizar.

En base a los antecedentes de EOD realizadas en nuestra ciudad, existen estimaciones sobre la proporción de viajes en transporte público según hogares con distinta posesión de automóvil, según se transcribe en la Tabla 25.

Tabla 25. Distribución Modal, según disposición de vehículo en el hogar. EOD2000

Medio	Sin Auto	Un auto Nuevo	Un auto antigüedad media	Un auto viejo	Más de un auto	Viajes totales	
Viajes totales	863678	246573	254825	245582	216192	1826850	%
Proporción de viajes en transporte público	37.3	23.3	28.5	26.6	20.0		30.7
A pie	36.9	13.7	13.3	19.9	8.7	459920	25.2
Ómnibus Urbano	31.5	18.3	22.4	23	13.8	462471	25.3
Ómnibus Interurbano	1.2	0.7	1.3	0.5	1.1	18262	1.0
Diferencial	1.8	3.3	3.2	2.4	3.6	45111	2.5
Trolebus	2.8	1.0	1.6	0.7	1.5	35254	1.9
Escolar	1.3	3.9	1.2	1.2	1.8	28952	1.6
Taxi	2.7	3.7	2.5	1.5	2.5	46739	2.6
Remise	7.0	4.2	4.9	5.3	3.3	101298	5.5
Auto	5.2	47.7	44.5	39.1	61.5	502852	27.5
Motos	9.0	3.2	4.9	6.2	2.2	118416	6.5
Otros	0.6	0.3	0.2	0.2	0	6879	0.4
	100	100	100	100	100		

Fuente: Encuesta Origen Destino IERAL-IEyD UNC Año 2000.

A partir de estos valores y asociando con la segmentación anteriormente señalada podemos presuponer que la proporción de viajes en transporte público de los diferentes grupos de usuarios es la siguiente:

Tabla 26. Proporción de viajes en transporte público según disposición de automóvil en el hogar.

Segmento	Características	Proporción de viajes en Transporte Público ⁸ (p)
“Bajo”	Hogares sin Auto	37%
“Medio”	Hogares con un Auto	28%
“Alto”	Hogares con más de un Auto	20%

Luego, tomando los datos demográficos de cada segmento de mercado podemos sintetizar la cantidad de habitantes que corresponden a cada uno, y considerando las tasa por persona de viajes en transporte público registrados en la EOD del año 2000 realizada por el ISIT podemos estimar la cantidad de viajes en este medio para cada grupo de usuarios según se muestra en la Tabla 27. Vale aclarar que al estimar mediante los datos de la EOD ISIT 2000 la proporción de viajes en transporte público (p) se obtienen valores similares a los mostrados en la tabla anterior.

Adoptando un intervalo de confianza del 95% -correspondiente a un **Z=1,96-**, un error admisible **e = 0,10** y un valor **p** de proporción de viajes en ómnibus según lo establecido en la Tabla 26, la estimación del tamaño muestral para cada segmento puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$n_i = \frac{N_i \cdot Z^2 \cdot p_i \cdot (1 - p_i)}{e^2 \cdot (N_i - 1) + Z^2 \cdot p_i \cdot (1 - p_i)}$$

Donde :

N_i : Cantidad de viajes realizados por usuarios asociados al segmento "i"
según la zonificación geográfica (Capítulo 3)

p_i : Proporción de viajes en transporte público estimado para cada segmento (Tabla 23)

Z : punto de la distribución normal estandar correspondiente a un intervalo de confianza de 95% (Z = 1,96)

e : error admisible del 10%

n_i : cantidad de viajes a relevar

⁸ Proporciones correspondientes a la suma de viajes en ómnibus urbano y trolebuses para hogares sin auto, con un auto y con más de un auto respectivamente, obtenido de la Encuesta Origen Destino del año 2000 realizada por el IEyD de la UNC.

Tabla 27. Estimación del tamaño muestral.

Segmento	Cantidad de Habitantes por Segmento	Tasa de Viajes Totales por persona	Tasa de Viajes en Transporte Público por persona	Proporción Viajes en Transporte Público (p)	Cantidad de Viajes en Transporte Público por Segmento	Valor “p” adoptado	Tamaño muestra calculado (n _i)	Tamaño muestra adoptado
“Bajo”	165976	0,97	0,29	0,30	48413	0,37	95,8	96
“Medio”	224762	1,71	0,58	0,34	130474	0,28	89,4	90
“Alto”	43286	1,89	0,36	0,19	15534	0,20	67,7	70
Total	434024				194421		253,4	256

Se observa que el total de encuestas a realizar es 256 distribuidas según lo indicado en la tabla anterior; de esta forma queda determinado el tamaño muestral necesario para obtener una muestra que sea estadísticamente representativa en todos los grupos de usuarios.

Vale destacar que la estimación del tamaño muestral debe hacerse no sólo a partir de la precisión estadística que tendrá la muestra sino también considerando los recursos disponibles para llevar adelante las tareas de relevamiento. Este es un trabajo académico donde los recursos son limitados que el error admisible adoptado es $e = 0,10$ lo cual consideramos es suficiente y satisfactorio para el tipo de estudio ejecutado.

Planificación del relevamiento.

Para lograr un eficiente trabajo de campo y no desperdiciar tiempo ni recursos, es necesario planificar el trabajo de relevamiento en lo que se refiere a tiempo y personal necesario.

Asumiendo que completar una encuesta lleva unos 5 minutos y siendo que se deben completar 256 cuestionarios, se estima que será necesario unos 1280 minutos lo que equivale a 22 horas de trabajo. Siendo que se prevé trabajar con grupos de 6 encuestadores en sesiones de 2 horas aproximadamente se estima que será necesario hacer el relevamiento en 2 sesiones para completar el total de encuestas.

Debido a que se trata de un estudio donde intervienen aspectos de desempeño de servicios y aspectos cualitativos de opinión de los usuarios se prevé realizar el relevamiento en horarios de demanda pico donde las condiciones del servicio son las más “desfavorables”. Previendo encuestar en días de actividad normal, evitando fechas con huelgas, feriados o de actividad urbana inusual.

Por otro lado el lugar de relevamiento debe ser tal que permita disponer de personas en las paradas de ómnibus de manera permanente a los fines de evitar que los encuestadores derrochen el tiempo esperando el arribo de pasajeros. Así se prevé que la Plaza San Martín es el lugar adecuado ya que dispone de las paradas de los servicios requeridos y de una alta concentración de pasajeros.

Censos de ómnibus.

Según se explicó anteriormente resulta necesario además de la encuesta a usuarios, contar con datos referidos a los intervalos entre servicios, ya que estos datos serán necesarios para estimar la sobrevaloración que los usuarios tienen respecto del tiempo de espera.

De esta forma se debe disponer en campo del personal necesario para censar los vehículos de cada uno de los servicios en estudio. En este caso interesan los corredores N y C con sus respectivas líneas que circulan por el lugar del relevamiento, es decir se necesitarán dos personas encargadas de esta tarea.

La planilla de relevamiento debe contar con espacios para anotar el horario con minutos y segundos, la línea y alguna observación que pueda suceder.

Los encargados del censo de vehículos deberán contar con cronómetro.

Prueba Piloto.

La necesidad de comprobar la precisión del instrumento para relevar los datos justifica llevar a cabo una prueba piloto previa. En este caso se ejecutaron 124 encuestas realizadas el día Martes 15 de Abril de 2008 en 4 paradas correspondientes a los corredores N y C ubicadas en la calle 27 de Abril entre Plaza San Martín y la Av. Vélez Sarsfield, en el área central de la ciudad de Córdoba.

Los objetivos planteados para esta encuesta piloto fueron:

- Verificar la correspondencia entre los datos deseados y los datos realmente relevados.
- Comprobar la aceptación y la correcta interpretación de las preguntas por parte de los encuestados.
- Verificar el tiempo promedio que lleva realizar una encuesta.
- Determinar si el tiempo de espera del usuario en la parada será suficiente para responder el cuestionario.
- Estimar que porcentaje de encuestas quedan incompletas por falta de tiempo.

El alto porcentaje de encuestas completas muestra que en general el usuario ha recibido correctamente el cuestionario y las preguntas han sido correctamente interpretadas. Los encuestadores no han tenido dificultad al momento de hacer entender las preguntas a los entrevistados

El tiempo promedio que lleva realizar una encuesta es de 3 minutos 34 segundos.

Ahora bien, las paradas del servicio de transporte público de pasajeros en el área central, concentran varias líneas de un mismo corredor. Las cuatro paradas donde se realizó la encuesta piloto, agrupaban las siguientes líneas de ómnibus:

- Parada 1: líneas N3, N4, N5, N6 y N11.
- Parada 2: líneas N, N1 y N8.
- Parada 3: líneas C3, C5, C6, y C7.
- Parada 4: líneas C2 y C4.

La cantidad de servicios en cada parada influye ya que el tiempo de espera de un usuario se reduce con la mayor cantidad de servicios que lo llevan, disponiendo de menor tiempo para realizar la encuesta. Para verificar si el tiempo para encuestar a usuarios en estas paradas es suficiente se realizaron tres conteos de intervalos de pasada de cada línea de ómnibus.

Se pudo verificar que los intervalos promedio de cada parada fueron del orden de entre 3 y 5 minutos, es decir que son similares al tiempo medio que lleva la entrevista. Pero la distribución de intervalos tienen una alta dispersión lo que explica que la entrevista se puede completar en la mayoría de los casos (79 % de encuestas correctamente completas). Por último cabe aclarar que al tratarse de paradas con varias líneas la llegada de “pelotones” de ómnibus genera “colas de espera” de vehículos, lo que incrementa en un rango de 1 a 2 minutos el tiempo disponible para completar la encuesta.

Así entonces de un total de 156 encuestas comenzadas, 128 (82%) fueron terminadas y 124 (79%) están correctamente completas.

Problemas encontrados, soluciones propuestas

Sobre los puntos de relevamiento.

Sólo una de las paradas seleccionadas presentó el inconveniente de contar con poca cantidad de personas en espera en el horario de mañana. Esto se solucionó reasignando la distribución de encuestadores en las paradas, de manera tal que al encuestador que le corresponda dicha parada tenga otro punto de parada cercano para hacer encuestas cuando no queden personas para entrevistar en esa parada.

Sobre la aplicación del cuestionario.

El menor porcentaje de respuesta se obtuvo con la pregunta referida al ingreso de grupo familiar del encuestado, a pesar de ser presentada con opciones por rangos de ingreso de dinero hubo un 11% que se negó a responder. Se propone para mejorar la tasa de respuesta de esta consulta capacitar al encuestador para que le explique al entrevistado que se trata de una encuesta anónima, de interés académico y que la pregunta tiene como objeto relacionar los datos con aspecto socioeconómicos de los entrevistados.

Sobre la consistencia de los resultados.

Los resultados obtenidos en las diversas preguntas presentan una consistencia aceptable. Se puede destacar el caso del tiempo de espera ya que es una variable que las personas han sobrevalorado, pero según se describió en los capítulos anteriores esto era previsible y es objeto de este trabajo cuantificar dicha sobrevaloración.

Además esta variable los usuarios responden en rangos de tiempo, es decir declaran por “saltos” 5, 10, 15 min pero esto no es una inconsistencia sino que el usuario responde por aproximaciones de tiempo. Se optó por dejar una respuesta “abierta” porque reemplazar por opciones no presenta ninguna ventaja operativa y además con una respuesta abierta permite calcular el promedio de forma más precisa.

Para minimizar la sobreestimación de los usuarios podría preguntarse por el horario en que llega a la parada y el horario en que abordó al ómnibus, similar a la forma en que se pregunta en las Encuestas Origen Destino pero esto alarga el tiempo de relevamiento y las personas suelen no recordar el tiempo si no es un viaje habitual de rutina.

En los días previos al relevamiento se aplicó un aumento en el costo del pasaje que tuvo gran repercusión mediática y se consideró que podía generar una inconsistencia en los resultados de la calificación de la variable “Tarifa”, entonces se optó por eliminar la pregunta referida a la calificación de dicha variable y sólo se la incorporó en la pregunta referida a la importancia relativa. De todas formas esta variable no forma parte de los indicadores de la metodología por ser común a todos los servicios -debido a que la estructura tarifaria del sistema de transporte urbano es plana, el valor de la tarifa no es una variable sensible de afectar la atracción de un servicio-.

4.5. Análisis de resultados de las encuestas

Aquí se presentan los resultados obtenidos en el relevamiento, esta sección se separa en dos partes una primera donde se destacan resultados generales sobre el perfil de los usuarios y valores medios relativos a

los viajes y una segunda donde se analiza específicamente los resultados referidos a la metodología propuesta.

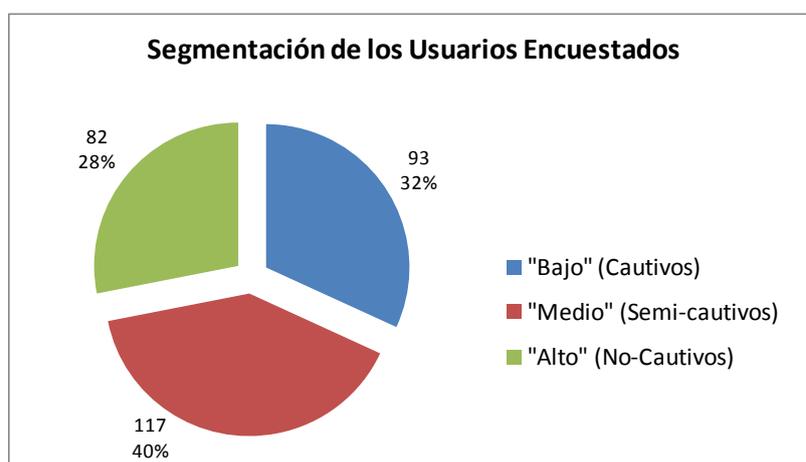
4.5.1. Resultados generales.

Perfil de los usuarios encuestados.

A partir de las variables “Posesión de automóvil” y “Rango de Ingresos en el hogar” se asocia cada usuario a un determinado segmento socioeconómico -de acuerdo a lo descrito en la Tabla 21 -, de esta forma se obtuvo que el 32% (93 casos) de los encuestados encuadraban en el segmento de menores recursos (“Bajo”), un 40% (117 casos) al segmento “Medio” y el 28% (82 casos) restante se asocia al grupo de mayores recursos (“Alto”), según puede observarse en la Figura 25. Se ha cumplido con el tamaño muestral planteado para cada segmento y el total de encuestas asciende a 292.

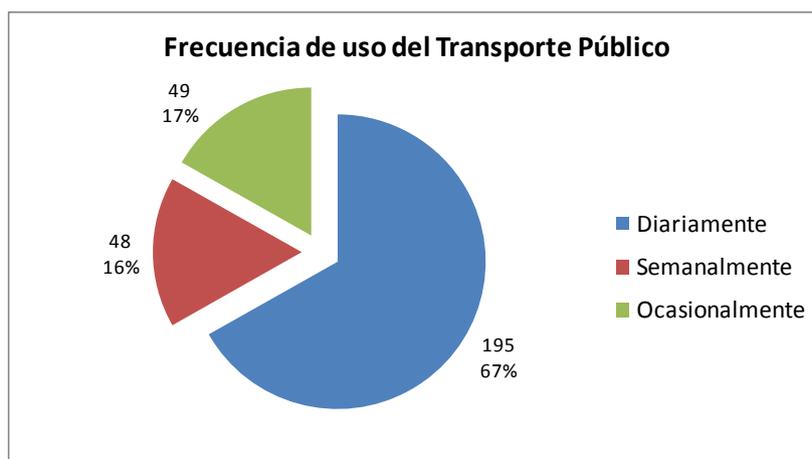
Si tomamos como referencia los resultados de la EOD del año 2000 realizada por el IERAL y el IEyD, en particular los valores de cantidad de viajes y participación modal según posesión de vehículos en el hogar -según Tabla 25-, al sumar los viajes en “Ómnibus Urbano” que corresponden a “Hogares Sin Auto” y “Hogares con un auto viejo” totalizan el 71,2% de los viajes en ómnibus urbano. En nuestro estudio al sumar los usuarios de los segmentos denominados “Bajos” y “Medios” tenemos el 72%, lo que permite inferir que la segmentación es acorde a registros anteriores.

Figura 25. Distribución de usuarios según segmentos socioeconómicos.



La segunda variable que define el perfil del usuario encuestado es la frecuencia con que utiliza el servicio de transporte urbano, es decir si es usuario habitual o no. Los resultados indican que el 67% de los encuestados utiliza el servicio diariamente, un 16% semanalmente y un 17% sólo ocasionalmente.

Figura 26. Distribución de usuarios según frecuencia de uso del servicio.

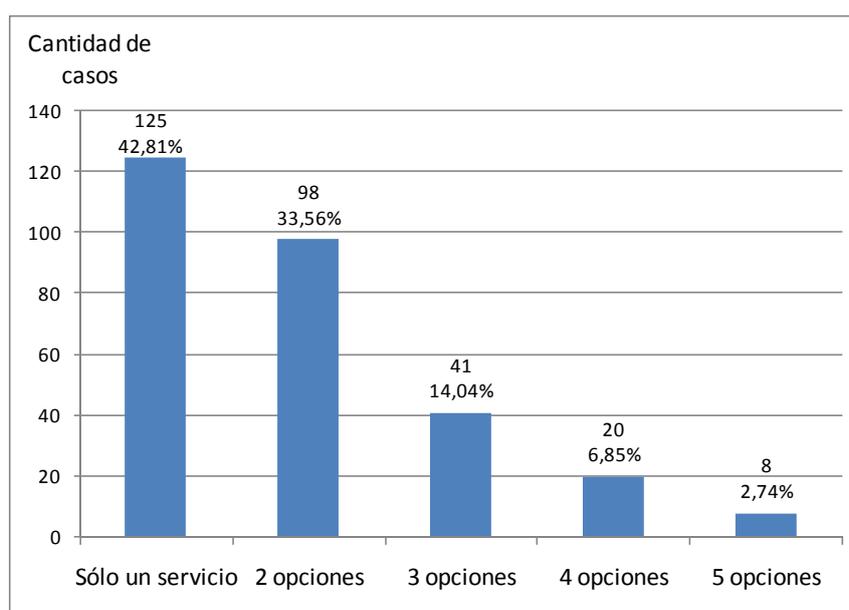


Porcentaje de usuarios en función de los servicios disponibles para llegar a destino.

El relevamiento fue realizado en paradas del área central donde arriban más de un servicio. La configuración de los recorridos hace que exista superposición en los trazados que permite al usuario en ciertas ocasiones disponer de más de un servicio. La Figura 27 permite visualizar los porcentajes de casos en función de la cantidad de servicios que el usuario declara tener disponibles.

Los resultados arrojan que en el 57% de los casos las personas tienen más de una opción para llegar a destino. Ahora bien, esto es importante desde el punto de vista de la operación ya que en muchos casos se reducen los tiempos de espera. Esto se ejemplifica en la Tabla 29 a partir de los censos realizados.

Figura 27. Disponibilidad de servicios.



VARIABLES RELACIONADAS CON LA OPERACIÓN DEL SERVICIO.

Cuadras caminadas.

Las Figuras 28 y 29 sintetizan la distribución de frecuencias que tienen las variables relacionadas a la cantidad de cuadras que el usuario camina para acceder al servicio de transporte público en el barrio y en el área central respectivamente. Puede inferirse que la cantidad de cuadras correspondiente al percentil 80 es de 4 en el caso de caminar en el barrio y de 6 en el área central.

Por otro lado las variables quedan descriptas por los siguientes estadísticos:

Tabla 28. Media y Desviación estándar: Cuadras Caminadas.

Estadístico - Variable	Cuadras en Barrio [cuadras de 100m]	Cuadras en Área Central [cuadras de 100m]
Media	2,62	4,48
Desviación Estándar	2,01	3,64

Esto significa en que las personas caminan más en el área central, lo cual puede ser resultado de la concentración de recorridos en arterias puntuales, como es el caso de la calle 27 de Abril. En tanto que en los barrios los trazados responden a una forma más poligonal a los fines de incrementar el área de cobertura.

Figura 28. Histograma de Frecuencias. Cuadras Caminadas en Barrio.

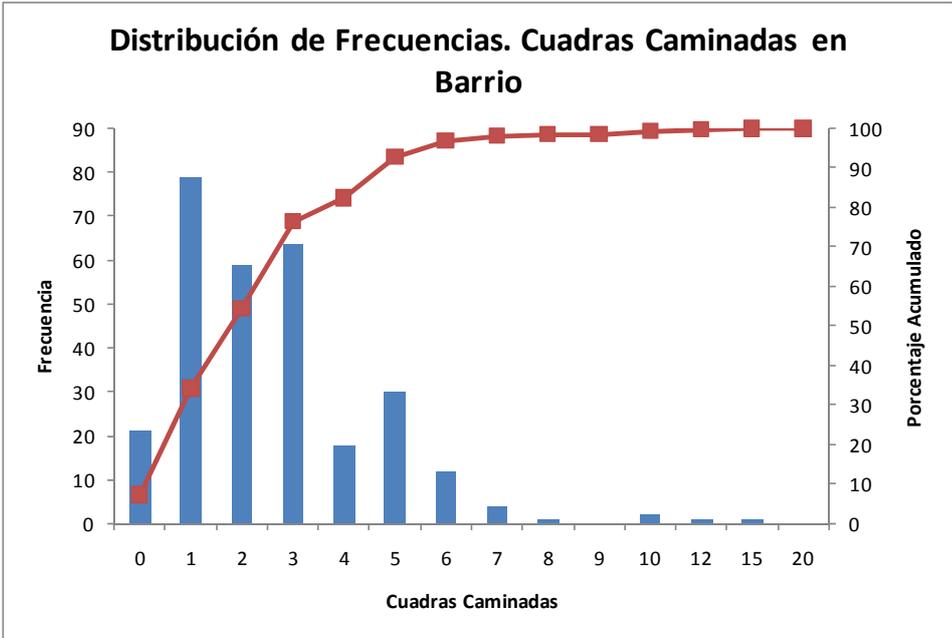
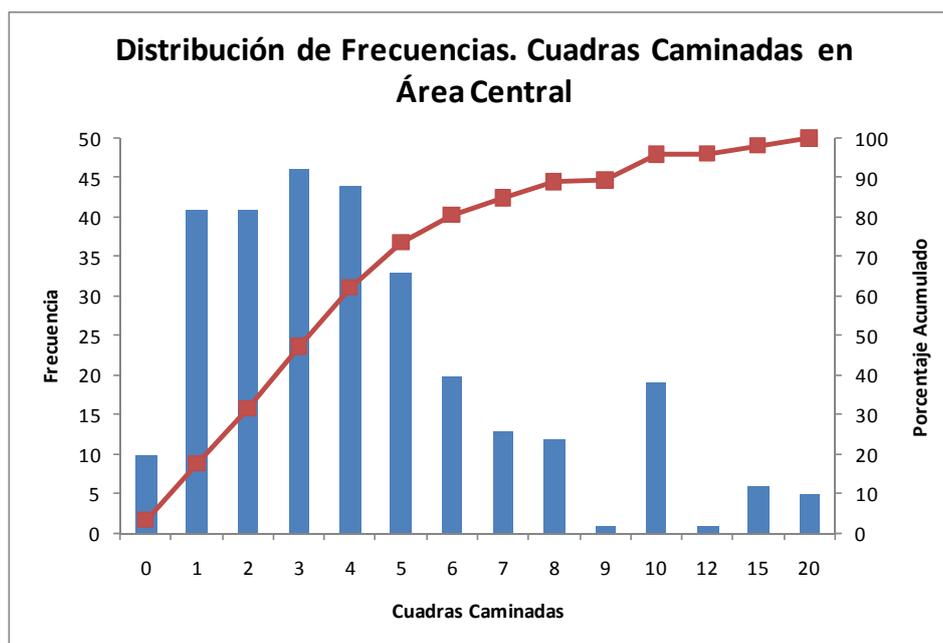


Figura 29. Histograma de Frecuencias. Cuadras Caminadas en Área Central.



Tomando como comparación los resultados de cuadras caminadas arrojados en la EOD 1994 tenemos que el promedio en el área central es de 3,14 y en barrios es del orden de 2,60, es decir los valores obtenidos son acordes a las referencias de estudios anteriores.

A los fines de verificar si existe diferencia en la distancia caminada para los distintos niveles socioeconómicos, en la siguiente tabla, se aprecian la cantidad de cuadras caminada promedio en zona barrial según cada grupo de usuarios.

Tabla 29. Cuadras Caminadas según Nivel Socioeconómico.

Nivel Socioeconómico	Cuadras Promedio en Barrio [100m]
“Alto”	2,13
“Medio”	2,53
“Bajo”	2,91

Si bien, estas diferencias no son estadísticamente apreciables, permiten inferir que los usuarios de menores recursos caminan mayor cantidad de cuadras para acceder al servicio de transporte.

Tiempo de Espera.

La Tabla 30 permite visualizar que el promedio de tiempo que los usuarios declaran esperar es 18,13 minutos. Vale aclarar que la pregunta realizada hacía referencia a la espera que tuvo en la última vez que realizó este mismo viaje.

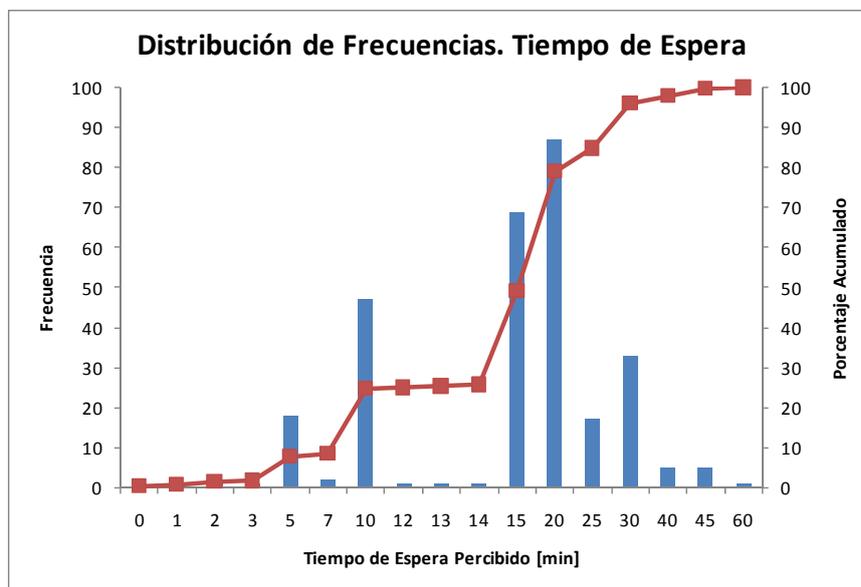
Tomando como referencia el valor medio de tiempo de espera obtenido en la EOD de 1994 que era de 11,53 min. con una desviación estándar de 7,92 podemos inferir que los tiempos actuales son mayores pero están en el orden de magnitud aceptable.

La Figura 30 permite observar el histograma de frecuencias obtenidos para esta variable. Es de destacar que la distribución tiene marcados “saltos” en los valores de tiempo correspondientes a 5, 10, 15 y 20 minutos debido a que los usuarios estiman la espera en rangos de tiempo coincidentes con múltiplos de 5 minutos. Esto demuestra que el tiempo declarado por las personas en espera es estimado y tiene una alta componente de subjetividad según se discutió en la sección 2.8 del Capítulo 2, por esa razón se trata dicho tiempo declarado como “Tiempo de Espera Percibido”.

Tabla 30. Media y Desviación estándar: Tiempo de Espera Percibido.

Estadístico - Variable	Tiempo de Espera Percibido [min]
Media	18,13
Desviación Estándar	8,71

Figura 30. Histograma de Frecuencias. Tiempo de Espera Percibido.



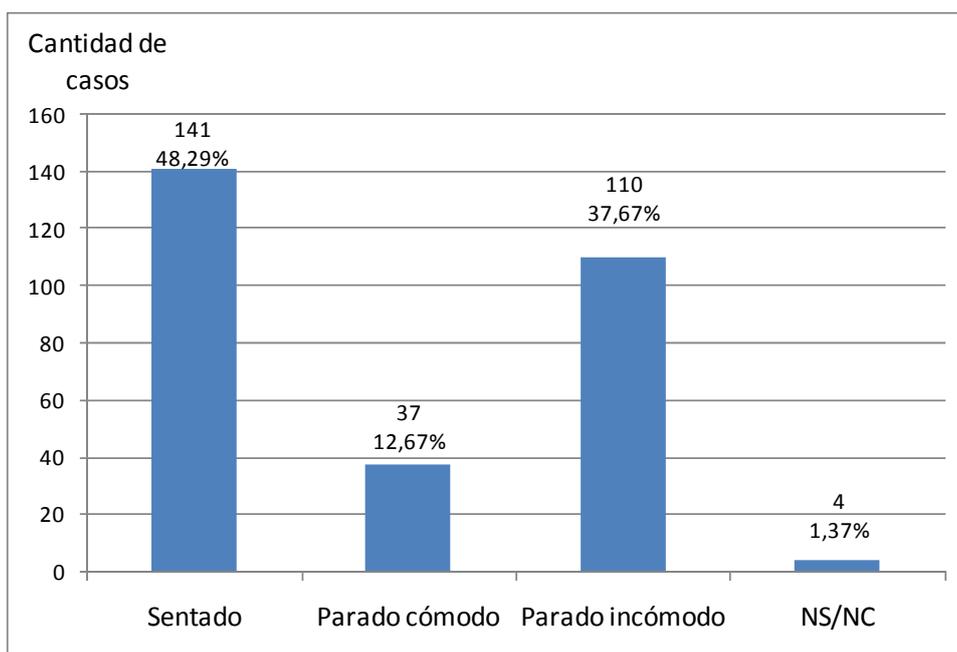
En la Figura 30 se aprecia que el percentil 80 de los usuarios tiene una espera menor a los 20 minutos.

Comodidad.

Según se detallo en la sección 4.2 de este capítulo, el atributo comodidad se representa por la tasa de pasajeros por asiento que en el cuestionario fue evaluada a partir de la declaración del los usuarios si en el viaje inmediato anterior viajó sentado, parado cómodo o incómodo.

La Figura 31 permite inferir que el 51% de usuarios viaja parado y el 48% sentado. De las personas que viajan paradas un 75% viaja incómodo.

Figura 31. Posición de viaje.



La variación de la posición de viaje respecto de la longitud recorrida puede apreciarse en la Tabla 31 donde se observa que, para viajes denominados “cortos”, existe una menor cantidad de usuarios que declaran viajar sentados respecto de los viajes de longitud “media” o “larga”. Considerando que se trata de servicios radiales hacia el centro y observando los resultados de la tabla mencionada, se puede interpretar que los usuarios que realizan viajes “largos” abordan el vehículo en el sector periférico, próximos al inicio del recorrido, donde aún el ómnibus no está completo. En tanto que, los usuarios de viajes denominados “cortos” ascienden al vehículo en el sector próximo al centro, donde existe mayor cantidad de pasajeros a bordo. Esto explica que en viajes “cortos” un mayor porcentaje de personas declaren haber viajado “Parado Incómodo”.

Tabla 31. Posición de Viaje declarada, según Longitud (Tiempo) del Viaje realizado.

Posición de Viaje	Tiempo de Viaje					
	Corto [<20min]		Medio [20-35min]		Largo [>35min]	
		%		%		%
Sentado	22	39,3%	51	50,0%	68	52,3%
Parado	8	14,3%	13	12,7%	16	12,3%
Parado Incomodo	26	46,4%	38	37,3%	46	35,4%
Total	56	100%	102	100%	130	100%

4.5.1. Ponderación.

En base al concepto de segmentación de mercado es necesario diferenciar las preferencias que cada grupo de usuarios tiene respecto de los aspectos que conforman el servicio de transporte.

Los diversos resultados aquí mostrados surgen de las valoraciones asignadas por los usuarios en la pregunta donde se le solicitó ordenar por importancia las distintas variables. El análisis puede dividirse en dos partes: una primera en que se resumen los resultados de las respuestas en la escala de orden de importancia y una segunda donde se cruzan datos de importancia con valoraciones de calificación en cada variable a los fines de verificar que aspectos son los más críticos en los diagramas “Insatisfacción-Importancia” y se hace un análisis de sensibilidad de las valoraciones asignadas.

Resultados de importancia relativa.

Como primer análisis se propone revisar los porcentajes de respuestas según el orden de importancia asignado a cada variable. Se puede observar en la Figura 32 el Tiempo de Espera y la Tarifa tienen los valores de importancia más altos, mientras que las Cuadras Caminadas es la variable con menor importancia relativa.

Por los motivos detallados en la sección 4.4 de este capítulo la “Tarifa” no se incluye en la metodología y al omitirla los porcentajes relativos varían según se aprecia en la Figura 33 donde el tiempo de espera es el aspecto que más cantidad de veces ha sido seleccionado como el más importante.

Figura 32. Importancia relativa de las variables.

Porcentaje de respuestas en función de la importancia asignada a cada aspecto del servicio.

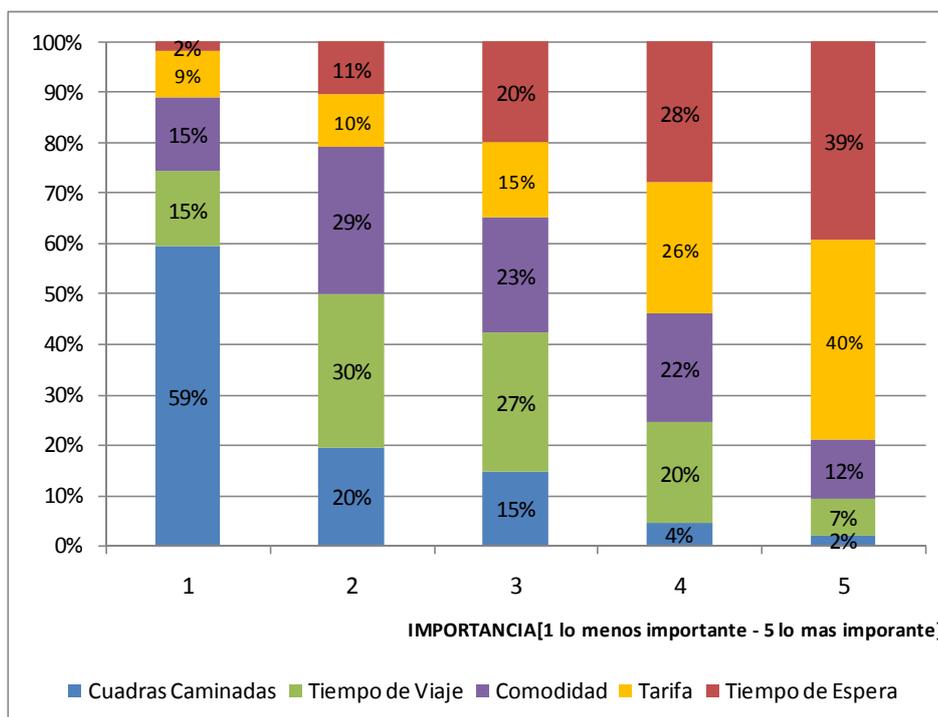
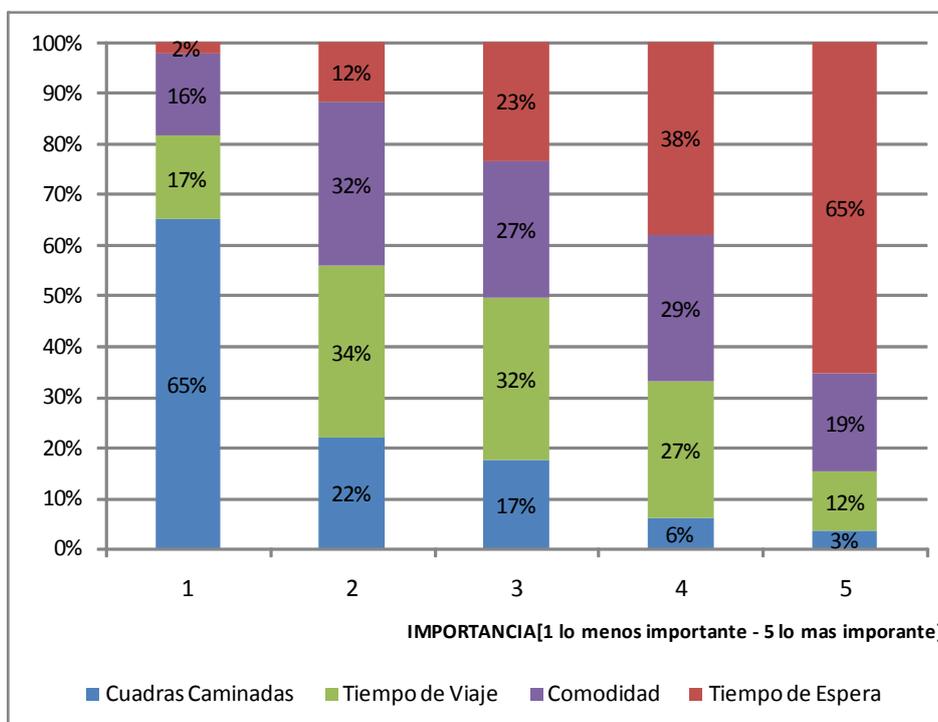


Figura 33. Importancia relativa de las variables.

Porcentaje de respuestas sólo de variables relacionadas con la operación del servicio.



Diagramas “Insatisfacción-Importancia”.

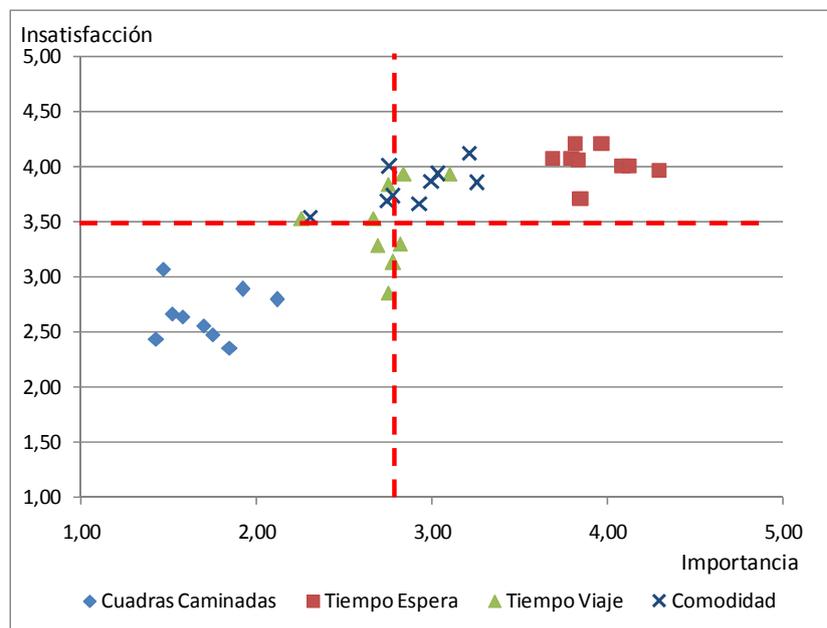
Este tipo de diagramas permite identificar qué aspectos del servicio son críticos, es decir han sido valorados por los usuarios con alta importancia pero con baja calificación, indicando que no están satisfechos con el desempeño de ese atributo al cual consideran importante.

La Figura 34 representa los resultados de “Insatisfacción-Importancia” para las cuatro variables analizadas en este trabajo. Cada punto refleja el promedio de los valores de los usuarios de cada uno de los nueve segmentos de mercado propuestos.

Se observa que la variable crítica, ubicada en el cuadrante superior derecho, es el Tiempo de Espera, seguida de la Comodidad del servicio. En tanto la variable Cuadras Caminadas se encuentra en el cuadrante inferior izquierdo denotando baja importancia y baja “Insatisfacción”.

Esto se corresponde con los resultados de importancia relativa mostrados anteriormente y nos permite inferir que en la percepción promedio de los usuarios resulta prioritario reducir el tiempo de espera, en tanto que la cantidad de cuadras caminadas son aceptables y bien valoradas.

Figura 34. Diagrama Insatisfacción-Importancia.



En los resultados hasta aquí descriptos el Tiempo de Espera aparece como la variable crítica y más importante. Se propone plantear un diagrama “Insatisfacción-Importancia” para usuarios con distintos tiempos de espera a los fines de interpretar la variación de las valoraciones en función de la variable más crítica.

La Figura 35 muestra lo anterior y permite visualizar que los puntos referidos al Tiempo de Espera presentan una tendencia lineal desde el extremo superior derecho hacia el centro, con una pendiente tal que evidencia que a medida que se reduce el tiempo de espera los usuarios asignan mejor calificación –o sea menor “Insatisfacción”- pero el grado de importancia no disminuye en la misma magnitud.

En tanto si se hace el mismo análisis para la variable menos importante –cuadras caminadas-, no se observan prácticamente diferencias en los valores, tal como se aprecia en la Figura 36.

Por último, y con el objeto de verificar los resultados y modelos obtenidos, se incorporan los resultados obtenidos en un nuevo relevamiento de campo realizado a principios de 2009, en usuarios de los corredores A y E. Los datos derivados de estas nuevas encuestas no se agregaron como información primaria para el desarrollo de los modelos porque pertenecen a corredores distintos a los referenciados en este trabajo. En la Figura 37 se muestran los resultados de Insatisfacción-Importancia a los fines de afirmar que las apreciaciones y tendencias obtenidas en los corredores N y C son representativas

Figura 35. Diagrama Insatisfacción-Importancia. Casos con distinto Tiempo de Espera.

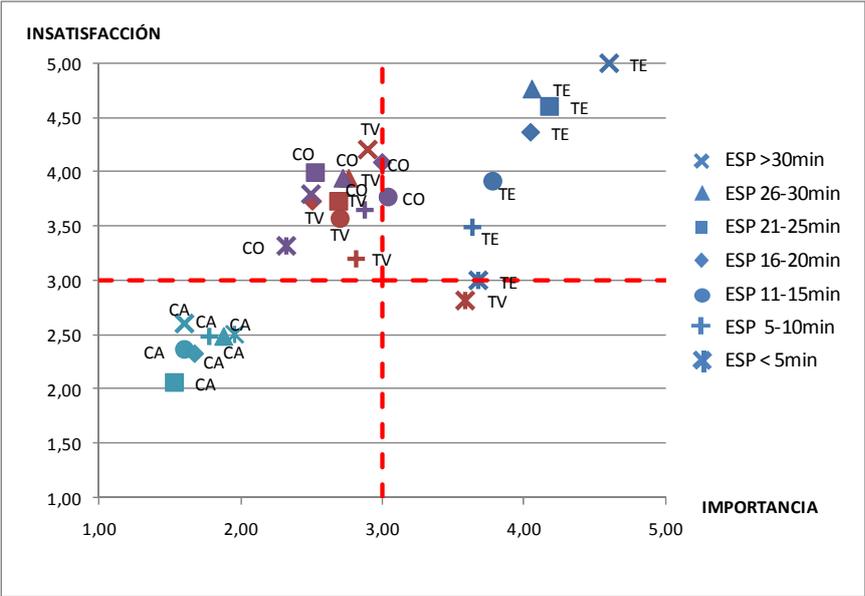


Figura 36. Diagrama Insatisfacción-Importancia. Casos con distinta cantidad de Cuadras Caminadas.

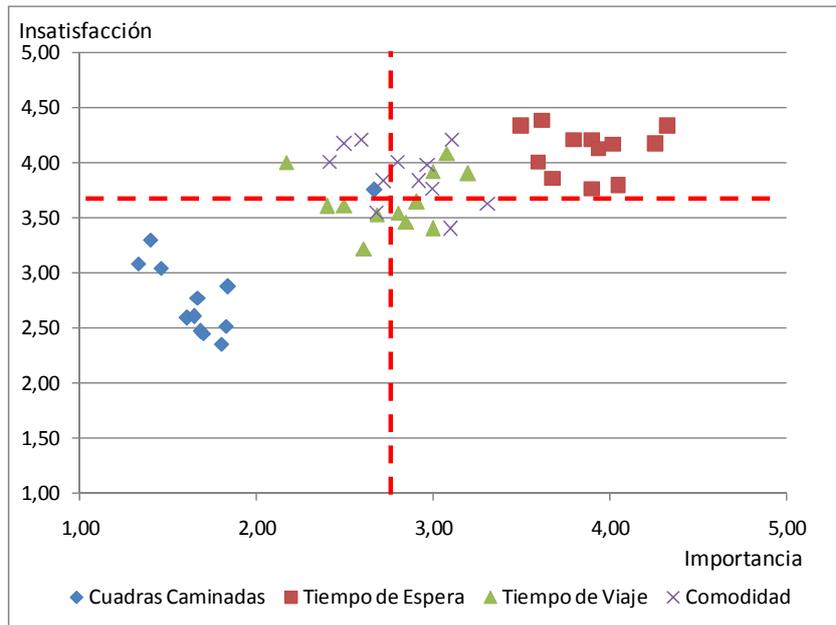
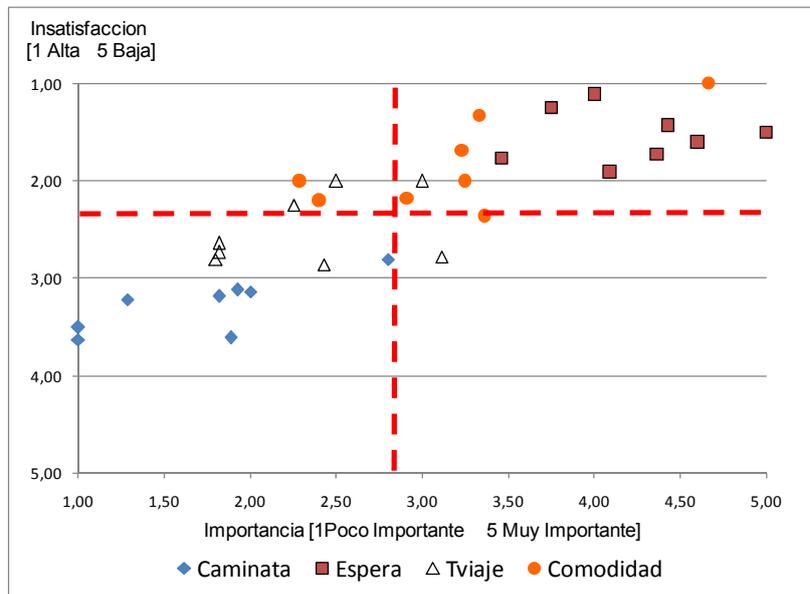


Figura 37. Diagrama Insatisfacción-Importancia. Resultados pertenecientes Corredores A y E.



Los resultados de las encuestas realizadas en los corredores A y E, confirman las tendencias mostradas en los corredores N y C. La variable tiempo de viaje es la más crítica pues tiene mayor importancia y genera la mayor insatisfacción, mientras que la distancia caminada es el aspecto menos urgente pues acusa mínima importancia e insatisfacción.

Análisis de sensibilidad de satisfacción e importancia.

Para verificar la sensibilidad que presenta cada variable respecto de los valores de satisfacción e importancia se presentan las Figuras 38, 39, 40 y 41. Cada una de ellas representa la variación de las calificaciones e importancias medias asignadas por los usuarios en función de una determinada variable – caminata, espera, tiempo de viaje o comodidad-.

En una primera revisión de las figuras, se observa nuevamente que el tiempo de espera es la variable con mayor valor de importancia y menor calificación prácticamente para todos los casos. A su vez es la que presenta mayor sensibilidad según puede observarse en la Figura 39 el valor de calificación disminuye notablemente a medida que se incrementa el Tiempo de Espera mientras que la importancia aumenta.

En el otro extremo la longitud de caminata es la variable mejor calificada y con menor importancia en prácticamente todos los casos. La variabilidad que presenta esta variable es leve y sólo es sensible de manera apreciable cuando la longitud de caminata se acrecienta notablemente.

Por último las variables Tiempo de Viaje y Comodidad presentan valores intermedios de importancia y calificación y sus variaciones no presentan una tendencia clara. En la Figura 41 se puede observar que respecto de la posición de viaje dichas variables presentan un comportamiento inverso, es decir, a medida que se torna más incómodo el desplazamiento el Tiempo de Viaje pierde importancia mientras que la Comodidad se torna más importante.

Respecto del tiempo de viaje estas variables no tienen un comportamiento definido ya que prácticamente presentan los mismos valores con ciertos altibajos alternados sin un patrón determinado. Pero si observamos las variaciones respecto a las características socioeconómicas en términos de segmentos de usuarios de nivel socioeconómico “bajo”, “medio” y “alto”, se puede distinguir una leve diferencia a favor del atributo comodidad, tal como se muestra en la Figura 42.

Figura 38. Variación de Calificación e Importancia respecto a la longitud de caminata.

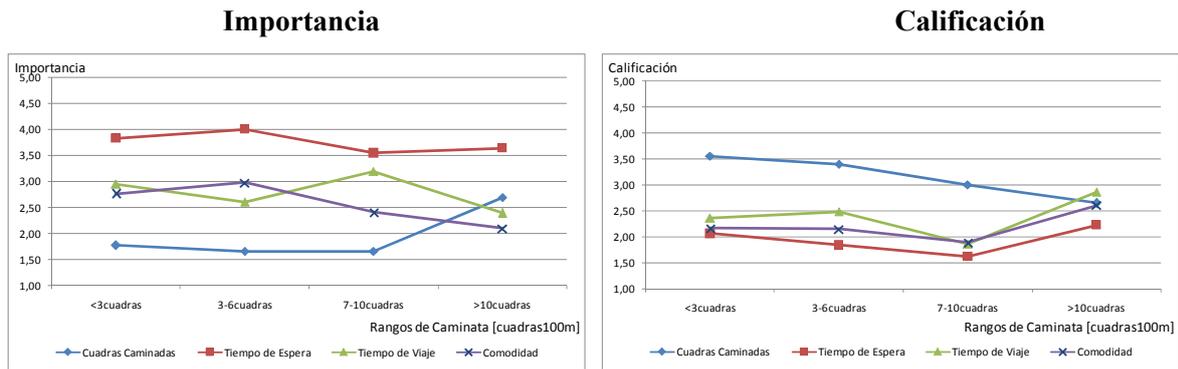


Figura 39. Variación de Calificación e Importancia respecto al tiempo de espera.

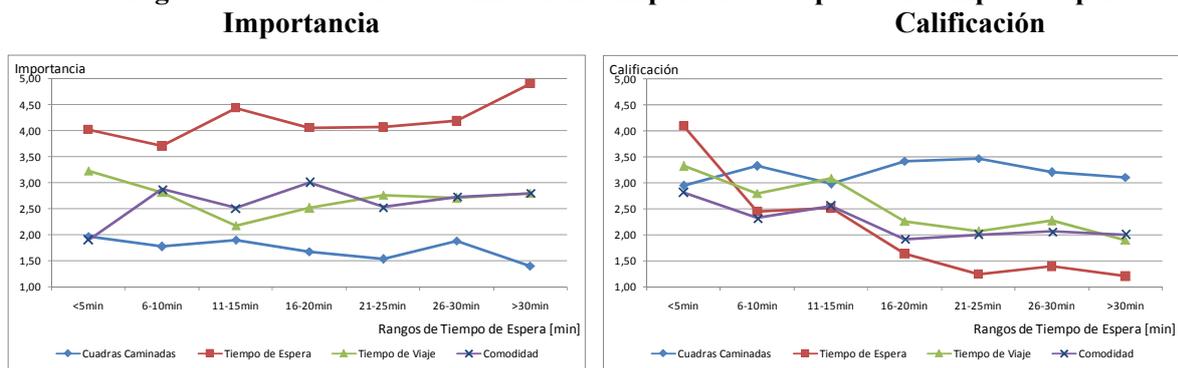


Figura 40. Variación de Calificación e Importancia respecto al tiempo de viaje.

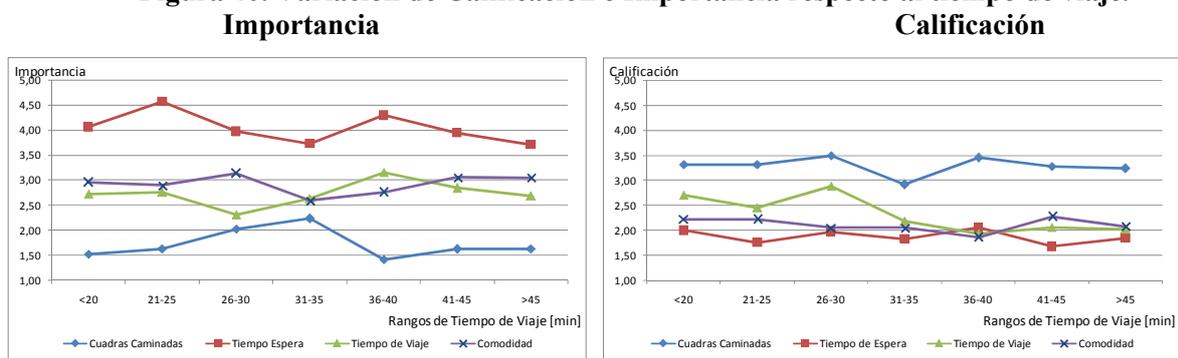


Figura 41. Variación de Calificación e Importancia respecto a la comodidad.

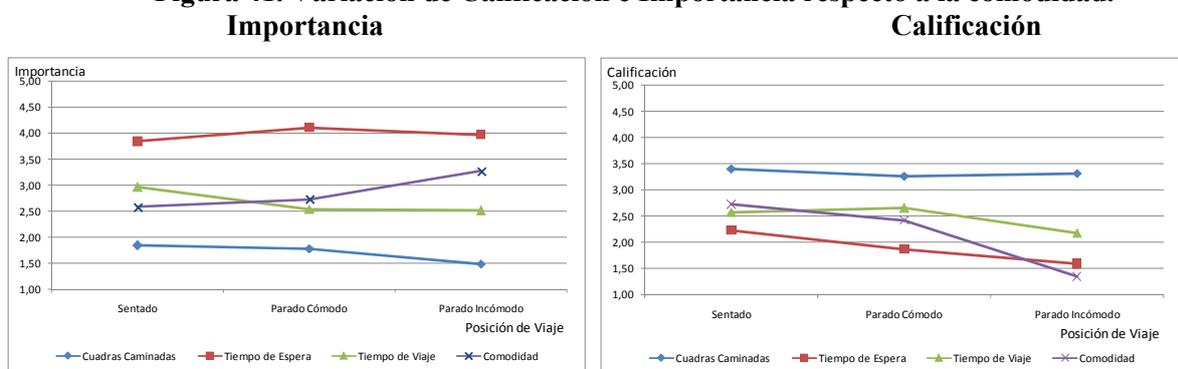
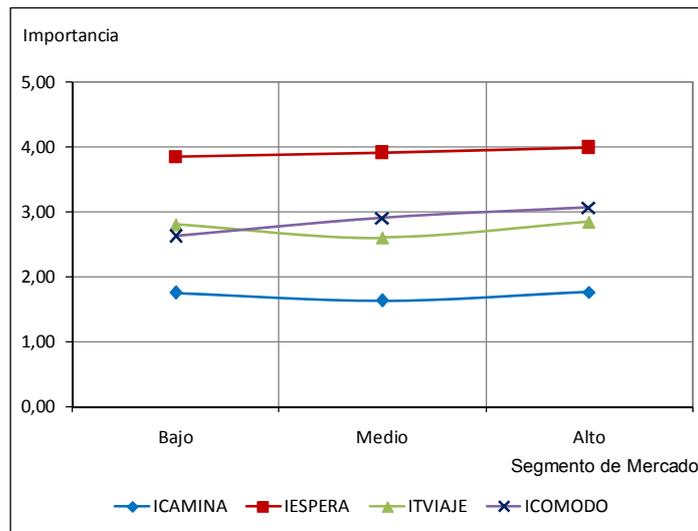


Figura 42. Valoración de Importancia según grupos de usuarios con distinto nivel socioeconómico.



4.6. Formulación del Indicador de Accesibilidad y Conveniencia (IAC).

El cálculo del indicador se realiza en dos pasos, primero se debe calcular un valor de IAC para cada grupo de usuarios (IAC_{GU}) y en base a ello se calcula un indicador final para cada corredor ($IAC_{CORREDOR}$) que contempla las preferencias de los potenciales usuarios según las características socioeconómicas de las zonas por las que circula.

En el primer paso el Indicador de Accesibilidad y Conveniencia por Grupo de Usuario (IAC_{GU}) se compone de la sumatoria de los productos entre los valores que surgen de las escalas de niveles de servicio –para cada indicador descripto- y las ponderaciones que los usuarios de un determinado segmento tienen respecto de cada variable del servicio según se muestra a continuación:

$$IAC_{GU_g} = \sum_i NS_i \cdot p_{g_i} \quad (\text{Ec.1})$$

donde:

IAC_{GU_g} : Indicador de Accesibilidad y Conveniencia para el Grupo de Usuarios "g"

i : variable operativa (Tespera, Tviaje, Comodidad, Cuadras caminadas)

NS_i : Calificación del servicio en la variable "i"

P_{gi} : ponderación de la variable "i" según el grupo de usuarios "g"

De esta forma se obtiene un conjunto de nueve valores IAC_{GU} , uno por cada segmento de mercado definido.

En un segundo paso el indicador de accesibilidad y conveniencia del corredor evaluado ($IAC_{CORREDOR}$), se obtiene mediante la suma-producto entre el valor del cociente $IAC_{GU_{gj}}$ y la cantidad de habitantes –en cientos– que se incluyen en cada subzona “j”, dividiendo luego por la longitud del tramo analizado (L_{Tramo}). La cantidad de habitantes en cientos que son incluidos en cada subzona puede obtenerse a partir de los datos de superficie –en hectáreas– y de la densidad correspondiente –habitantes/hectáreas– dividiendo por cien.

Vale aclarar que el valor de IAC_{GU} es el correspondiente al segmento de mercado con que está identificada cada una de las zonas que conforman el trazado del servicio a evaluar, es decir, el recorrido determinara un área de influencia que estará compuesta por sectores de distintas zonas de transporte –previamente zonificadas según Figura 24– y cada una de estas zonas de transporte está asociada a un segmento de mercado que debe ponderarse según el IAC_{GU} correspondiente a dicho segmento.

La cantidad de habitantes “afectados” dentro de la zona de influencia del servicio, se incluye en el cálculo del $IAC_{CORREDOR}$ a los fines de considerar el uso del suelo y la cantidad de potenciales usuarios a los cuales servirá dicho corredor. En tanto que se divide por la longitud del tramo de recorrido evaluada a los fines de obtener valores por unidad de recorrido.

El cálculo del indicador para el corredor será:

$$IAC_{CORREDOR} = \sum_{j=1}^n \frac{IAC_{GU_{gj}}}{L_{TRAMO}} \cdot \left[\frac{\text{Área}_{gj} \cdot \text{Densidad}_j}{100} \right]$$

$$IAC_{CORREDOR} = \sum_{j=1}^n \frac{IAC_{GU_g}}{L_{TRAMO}} \cdot \left[\frac{\text{Habitantes "afectados"}_{gj}}{100} \right] \quad (\text{Ec.2})$$

donde :

$IAC_{CORREDOR}$: Indicador de Accesibilidad y Conveniencia para el corredor.

g : Número de grupo de usuarios determinado en función del Nivel Socio Económico y longitud del viaje que realiza. ($g = 1,2,\dots,9$)

j = Número de zona ($j = 1,2,3,\dots, n$)

$IAC_{GU_{gj}}$: Indicador de Accesibilidad y Conveniencia correspondiente al grupo de usuarios "g" que se asocia a la zona "j"

Área_{gj} : Superficie de la zona de transporte "j" con características socioeconómicas asimilable a un segmento de mercado "g" que es influenciada por el servicio de transporte [Hect]

Densidad j: Es el valor de densidad que tiene la zona de transporte "j" [Hab/Hect]

L_{Tramo} : Longitud del tramo de recorrido analizado [Km]

De esta forma quedan definidos dos indicadores de accesibilidad y conveniencia, uno relacionado directamente con aspectos cualitativos de la oferta y a las expectativas de los grupos de usuarios a los que atiende (IAC_{GU}). En tanto que el segundo indicador, incluye aspectos de la demanda –en términos de habitantes “afectados”- y de los recursos consumidos para ofrecer el servicio –en términos de longitud del tramo analizado-. De esta forma el IAC_{CORR} permite estimar qué línea de las que están siendo evaluadas tiene mayor grado de sustentabilidad.

4.6.1. Escalas de niveles de servicio (NSi).

Esta sección tiene por objeto relacionar las calificaciones que los usuarios asignaron a cada variable con los valores objetivos declarados en esas mismas variables. De esta forma se obtienen escalas cualitativas para cada variable operativa. Dichas escalas se corresponden con valores de uno a cinco, donde uno implica un mal nivel de servicio y cinco un nivel de servicio muy bueno.

Según lo revisado en el Capítulo 2, la variable Tiempo de Espera es una de las de mayor importancia en la percepción del usuario y que mayores sobrevaloraciones presenta. Esto hace que el tiempo de espera percibido sea sustancialmente superior al real. Entonces para relacionar las variables de operación –como intervalo (headway) y regularidad- con la calificación de los usuarios y obtener una escala de nivel de servicio coherente, se hace necesario plantear un modelo que permita estimar cuánto es dicha sobrevaloración. Esto se detalla en la sección 4.6.1 en el apartado Tiempo de Espera Percibido..

Tiempo de espera percibido.

En base a los resultados de los relevamientos de intervalos de ómnibus se puede valorar el intervalo promedio y la desviación estándar de los mismos y estimar el tiempo de espera real de los usuarios mediante la ecuación de *Larson y Odoni (1981)* descrita en la sección 2.8.1.

Debido a que en las paradas arriban más de un servicio habrá usuarios que tienen más de una opción para llegar a destino, como en la encuesta el usuario declara cuales son las líneas que tiene como posibilidad se puede “filtrar” la base de datos para diferenciar el tiempo de espera declarado por usuarios con una única opción de aquellos que tienen varias. De esta forma podemos definir líneas “únicas” y “combinadas”.

Las Tablas 32 y 33 sintetizan los resultados de los conteos de buses, del tiempo de espera declarado por los usuarios en las encuestas y la estimación del tiempo de espera para líneas “únicas” como “combinadas”.

Tabla 32. Síntesis de resultados por línea.

Medida - Línea	C2	C3	C4	C5	C7	N	N1	N3	N4	N5
<i>Intervalo Programado Hp[<i>min</i>]</i>	10,00	15,00	14,00	9,00	16,00	12,00	11,00	14,00	12,00	16,00
<i>Intervalo Promedio (H) [min]</i>	10,20	15,42	11,23	8,81	14,19	9,21	10,76	14,80	10,53	13,16
<i>Desviación Estándar</i>	2,13	6,40	6,72	5,10	4,15	3,61	4,76	4,66	5,30	6,49
<i>DesvStd/Intervalo Prom</i>	0,21	0,42	0,60	0,58	0,29	0,39	0,44	0,31	0,50	0,49
<i>Tiempo Espera Real Prom[<i>min</i>] $1/2H*(1+CV^2)$</i>	5,32	9,04	7,62	5,88	7,70	5,31	6,43	8,13	6,60	8,18
<i>Tiempo de Espera Declarada [min]</i>	16,33	18,93	19,32	16,67	21,56	14,51	17,23	17,79	19,38	21,05
<i>Relacion T.Espera Percibido/ Tespera Real $1/2H*(1+CV^2)$</i>	3,07	2,09	2,53	2,83	2,80	2,73	2,68	2,19	2,94	2,57
<i>Tiempo de Espera Programado 1/2Hp</i>	5,00	7,50	7,00	4,50	8,00	6,00	5,50	7,00	6,00	8,00
<i>Relacion T.Espera Percibido/ Tespera Prog 1/2Hp</i>	3,27	2,52	2,76	3,70	2,70	2,42	3,13	2,54	3,23	2,63

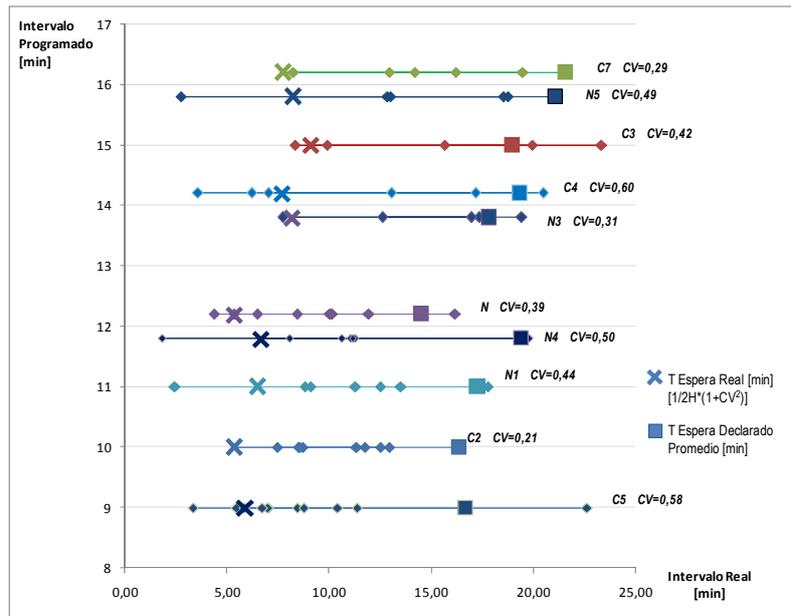
Tabla 33. Síntesis de resultados en líneas combinadas.

Medida - Línea	N+N1	N+N3
<i>Intervalo Programado [min]</i>	SD	SD
<i>Intervalo Promedio (H) [min]</i>	5,24	5,38
<i>Desviación Estándar</i>	3,44	2,73
<i>DesvStd/Intervalo Prom</i>	0,66	0,51
<i>Tiempo Espera Real Prom[<i>min</i>] $1/2H*(1+CV^2)$</i>	3,75	3,38
<i>Tiempo de Espera Declarada [min]</i>	11,41	13,55
<i>Relacion T.Espera Percibido/ Tespera Real $1/2H*(1+CV^2)$</i>	3,04	4,00

Los resultados sintetizados en las tablas anteriores muestran que el tiempo de espera medio declarado por los usuarios –denominado “Tiempo de Espera Declarada”- para todos los casos es mayor que el tiempo de espera real estimado a partir de la ecuación de Larson y Odoni (1981), e incluso es más grande que el intervalo promedio relevado para cada línea. Esto demuestra una “distorsión” en el tiempo de espera declarado por los usuarios.

La Figura 43 representa para cada línea relevada, el intervalo programado, los intervalos censados, el coeficiente de variación (CV), el tiempo de espera real medio estimado y el tiempo de espera medio declarado por los usuarios, graficados de maneja tal que se observa con claridad que en todos los casos la declaración de las personas es mayor que el tiempo transcurrido.

Figura 43. Relación entre Tiempo de Espera Real estimado y Tiempo Espera Percibido.



Con el objeto de estimar cuánto es dicha distorsión, se define como factor de sobrevaloración a la relación entre Tiempo de Espera Declarado y Tiempo de Espera Real estimado. Al graficar su variación en función del tiempo de espera real se observa que existe una tendencia a disminuir su valor al aumentar el tiempo de espera real estimado. Lo anterior puede observarse en la Figura 44.

Siguiendo el planteo de *Daskalakis y Stathopoulos (2008)*, según se revisó en el Capítulo 2, se propone un modelo potencial para estimar el tiempo de espera percibido a partir de la media y desviación estándar de los intervalos entre servicios. En la Figura 45 se detalla la curva potencial que describe el modelo propuesto y los valores obtenidos en los relevamientos.

Figura 44. Relación entre tiempo de espera percibido y tiempo de espera real.

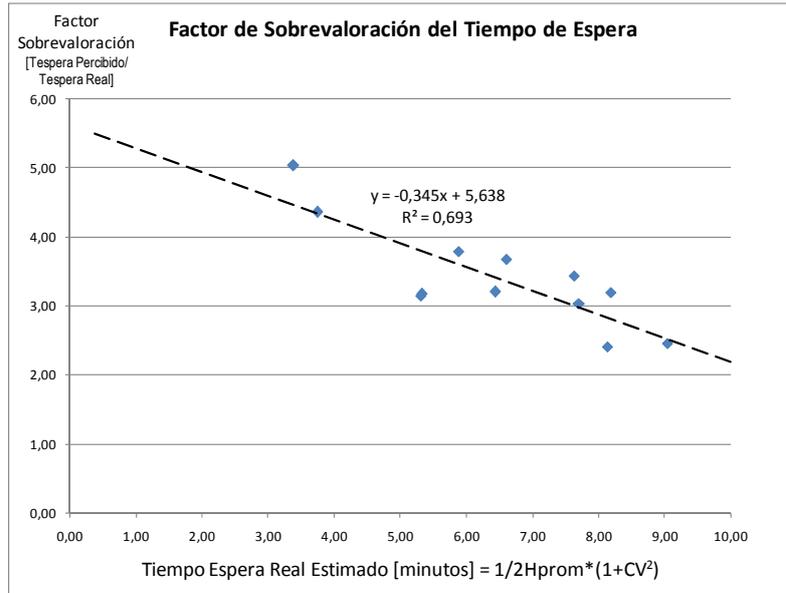
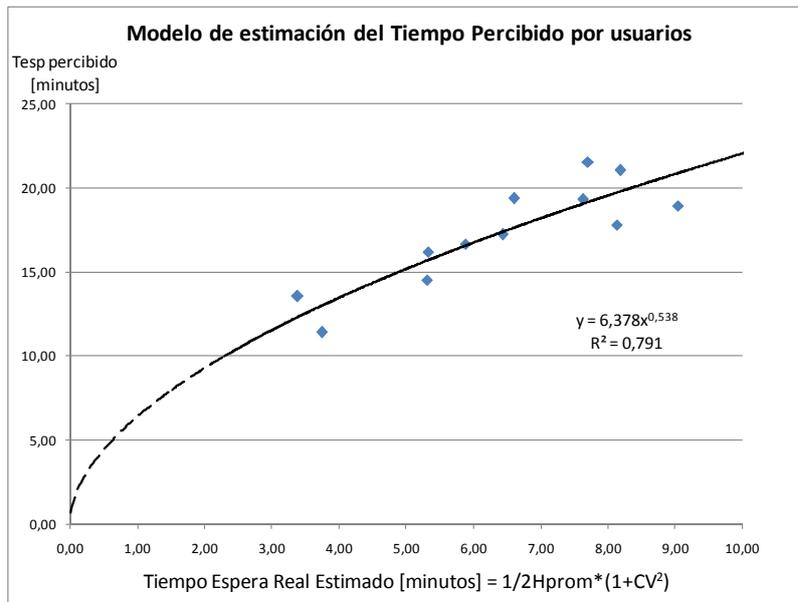


Figura 45. Modelo propuesto para estimar el Tiempo de Espera Percibido medio.



Entonces el modelo propuesto para estimar el Tiempo de Espera Percibido Promedio (T_{EPP}) es:

$$T_{EPP} = 6,378 \cdot (T_{ERP})^{0,538} \quad (\text{Ec. 3})$$

donde: T_{EPP} : Tiempo de Espera Percibido Promedio [min]

T_{ERP} : Tiempo de Espera Real Promedio [min]

$$\text{donde: } T_{ERP} = \frac{1}{2} H_{PROM} (1 + CV^2)$$

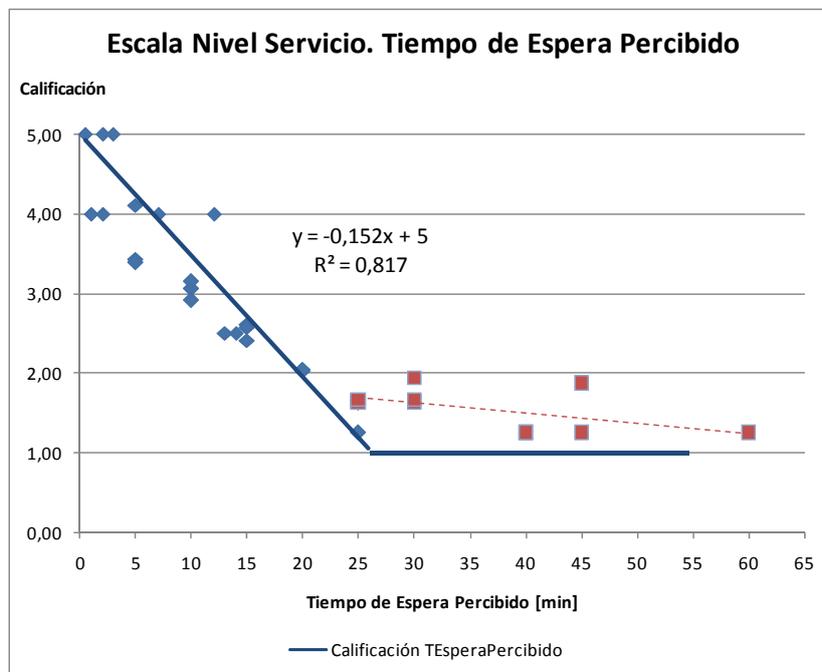
H_{PROM} : Intervalo promedio [min]

$$CV: \frac{\text{Desv.Std.}}{H_{PROM}}$$

Estos modelos de percepción fueron validados a partir de nuevas encuestas realizadas a principio de 2009, en usuarios de los corredores A y E. A partir de la información relevada se pudo inferir que los modelos de Tiempo de Espera Percibido aquí desarrollados son válidos para los usuarios de estos nuevos corredores y que los factores de sobrevaloración descritos en este trabajo son similares a los obtenidos en estos nuevos relevamientos (*Herz et al, 2009*).

Una vez estimado el tiempo de espera percibido podemos definir la escala de nivel de servicio para esta variable, a partir de las calificaciones asignadas por los usuarios y el tiempo de espera declarado en la entrevista. En la Figura 46, se observa que el conjunto de valores con calificaciones entre 1 y 2 correspondientes a rangos de espera percibida mayores de 25 minutos tiene una gran dispersión – graficados en color rojo- y a los fines de definir una curva de valoración no serán considerados.

Figura 46. Escala de nivel de servicio. Variable: Tiempo de espera percibido.



$$NS_{TEP} = \begin{cases} 5 - 0,152 \cdot T_{EP} \rightarrow \text{Para } T_{EP} \leq 25\text{min} \\ 1 \rightarrow \text{Para } T_{EP} > 25\text{min} \end{cases} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde : NS_{TEP} : Nivel de Servicio correspondiente a la variable tiempo de espera percibido
 T_{EP} : Tiempo de Espera Percibido Estimado mediante la ecuación 3.

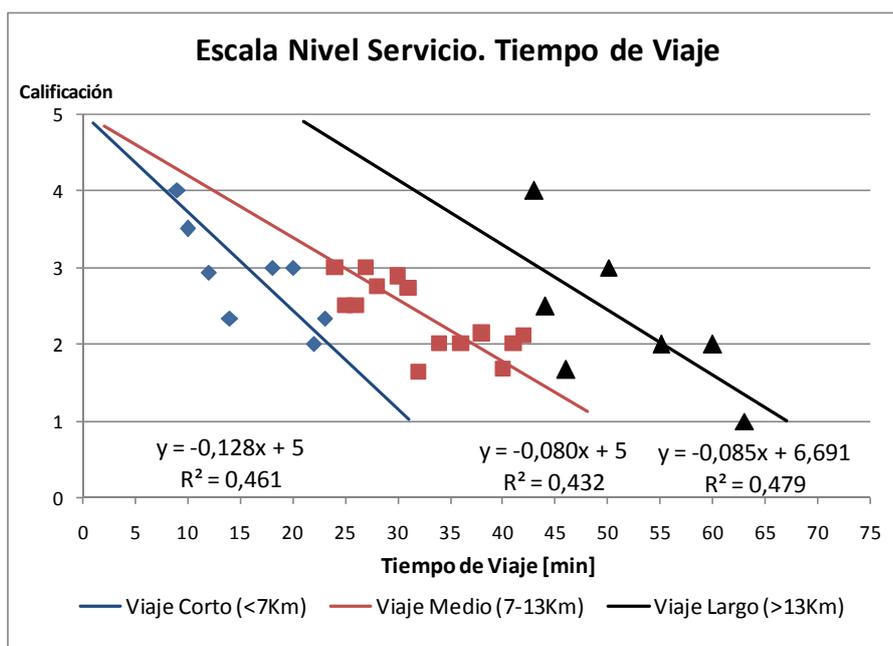
Tiempo de Viaje.

Las calificaciones asignadas por los usuarios a la variable tiempo de viaje presentan la característica de encontrarse agrupadas según la distancia del viaje realizado. Así a los fines de encontrar un patrón de representación se propone dividir el conjunto de datos en tres grupos en función de la longitud de viaje.

Este razonamiento se debe a que las personas califican el tiempo de viaje tomando en cuenta la longitud del traslado que realizan, de esta forma puede obtenerse que un desplazamiento de escasa longitud con un determinado tiempo de viaje sea mal calificado, mientras que uno de mayor longitud e igual duración puede ser bien valorado.

De esta forma se proponen tres curvas de escalas de niveles de servicio que surgen de “filtrar” las calificaciones de los usuarios que realizan viajes cortos –definidos como de longitud menor a 7km o tiempo de viaje menor a 25 [minutos]- , medios –entre 7 y 13km o tiempo de viaje entre 25 y 35 [min]- o largos –mayores de 13km o más de 35 [min]-.

Figura 47. Escala de nivel de servicio. Variable: Tiempo de viaje.



$$NS_{TV} = \begin{cases} 5 - 0,128 \cdot T_{TV} \rightarrow \text{Para Viajes de hasta 25 [min]} \\ 5 - 0,080 \cdot T_{TV} \rightarrow \text{Para Viajes entre 25 - 35 [min]} \\ 6,7 - 0,085 \cdot T_{TV} \rightarrow \text{Para Viajes mayores a 35 [min]} \end{cases} \quad (\text{Ec. 5})$$

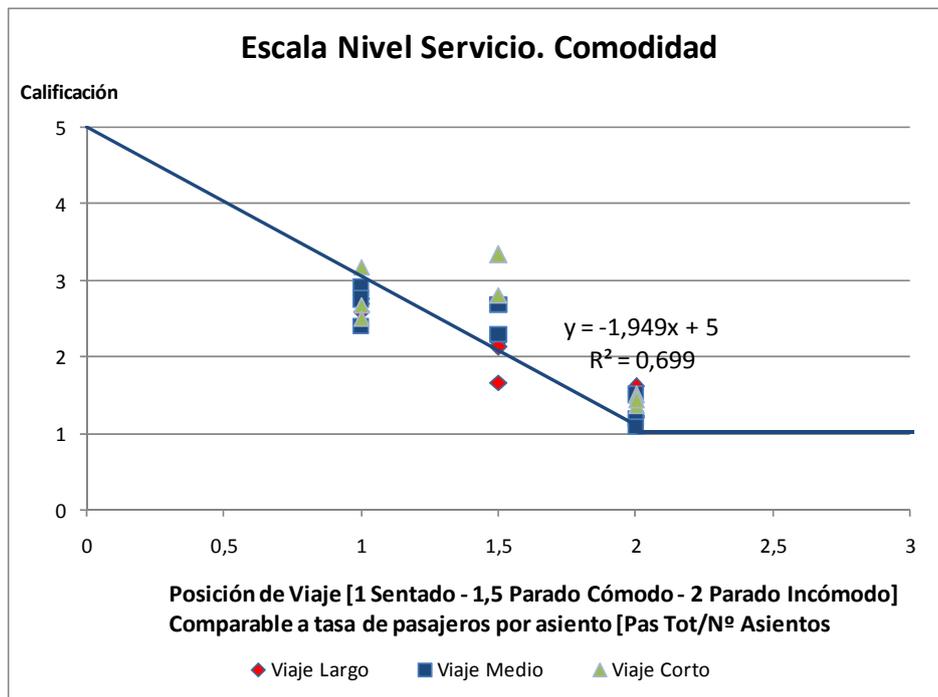
Donde : NS_{TV} : Nivel de Servicio correspondiente a la variable tiempo de viaje
 T_{TV} : Tiempo de Viaje

Comodidad.

La variable que representa el atributo comodidad es la tasa de pasajeros por asiento, para la cual puede definirse una escala de nivel de servicio cruzando los datos del relevamiento referidos a la posición de viaje –sentado, parado cómodo, parado incómodo- y a la calificación asignada a la comodidad.

Podemos asumir el supuesto de que el valor de tasa de pasajeros por asiento que representa la condición de viajar “sentado” es 1 o menos, mientras que viajar “parado cómodo” puede relacionarse con una tasa de pasajeros por asiento de 1,5 y la posición “parado incómodo” con un valor de dicho indicador de 2.

Figura 48. Escala de nivel de servicio. Variable: Comodidad.



$$NS_C = \begin{cases} 5 - 1,94 \cdot TPA \rightarrow \text{Para } TPA \leq 2,5[\text{Pas/Asiento}] \\ 1 \rightarrow \text{Para } TPA > 2,5[\text{Pas/Asiento}] \end{cases} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde : NS_C : Nivel de Servicio correspondiente a la variable comodidad

TPA : Tasa Pasajeros por Asiento [cantidad de pasajeros en el vehículo/cant asientos].

- o donde.

La Tabla 34 permite estimar la cantidad de pasajeros/asiento a partir de la distancia al Área Central, a partir de una hipótesis de carga simplificada que asume el supuesto que la cantidad de pasajeros a bordo se incrementa a medida que el servicio se aproxima al centro. Esto es a los fines de aproximar un valor de la tasa de pasajeros/asiento en cada tramo analizado y puede ser adaptado en base a datos obtenidos de censos de ascenso y descenso de pasajeros que permitan definir de manera más precisa cual es el perfil de carga en vehículo según los tramos recorridos.

Tabla 34. Tasa de Pasajeros/Asiento según distancia al Área Central.

Tiempo de Viaje	Hipótesis de Carga del Vehículo	Tasa Pasajeros/Asiento	Observaciones
Largo [>35min]	50%	1	Todos los asientos completos
Medio [20-35min]	75%	1,5	Personas Paradas
Corto [<20min]	100%	2	Vehículo Completo

Cuadras Caminadas.

Según los resultados mostrados en la sección anterior los usuarios en promedio caminan más en el área central que en las zonas barriales. Ahora interesa cruzar los datos de cuadras caminadas con la calificación asignada promedio para cada caso y verificar la correlación existente. Lo anterior se puede observar en la Tabla 35 que muestra como disminuye la valoración a medida que aumenta la caminata, tanto para caminata en área central como para sectores barriales.

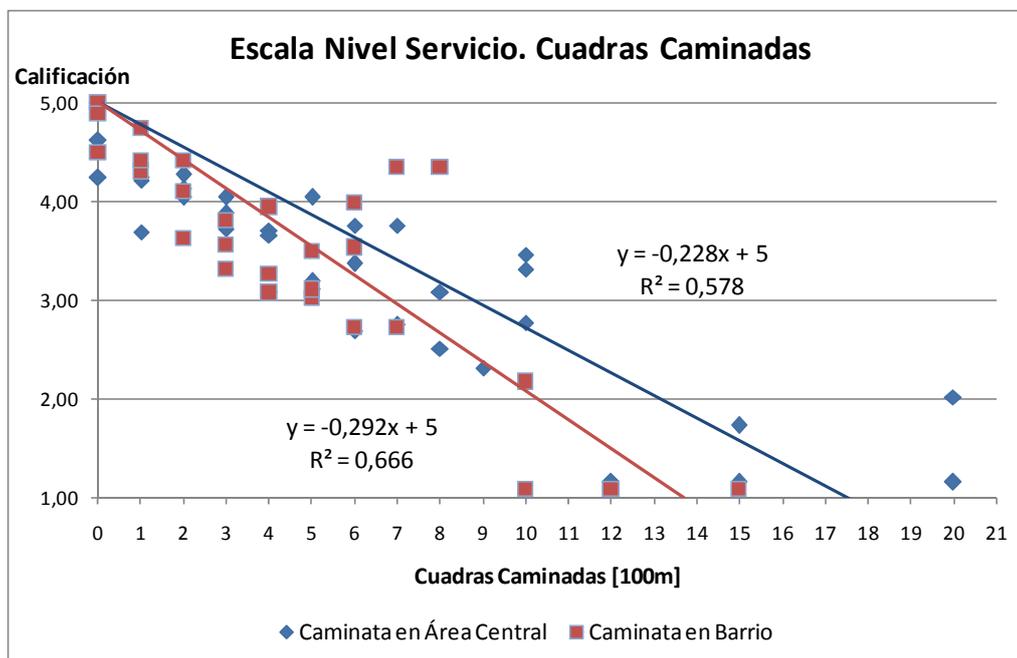
Al comparar las valoraciones según si corresponde a cuadras caminadas en el centro o en barrio se observa que las mayores calificaciones se dan para la zona central.

Para modelar dichas calificaciones se propone una regresión lineal para cada caso –caminata en área central o en barrio-, donde la variable independiente sean las cuadras caminadas, según se observa en la Figura 49. Los valores de calificación fueron corregidos para conformar una escala cualitativa que abarque valores de 1 a 5.

Tabla 35. Calificación media según cantidad de cuadras caminadas.

	Calificación caminata en Barrio [1 Mal – 5 Muy Bueno]	Calificación caminata en Centro [1 Mal – 5 Muy Bueno]
Cantidad de Cuadras	Media	Media
0	4,00	4,38
1	3,49	4,11
2	3,56	3,75
3	3,35	3,25
4	3,05	3,22
5	2,88	3,00
6	2,90	3,33
7	2,54	2,50
8	2,42	s/d
10	2,79	s/d
12	1,00	1,50
15	1,33	1,00
20	1,60	1,00

Figura 49. Escala de nivel de servicio. Variable: Cuadras caminadas.



De esta forma el nivel de servicio para la variable cuadras caminadas se computa mediante las siguientes ecuaciones:

$$NS_{CC} = \begin{cases} 5 - 0,228 \cdot CC \rightarrow \text{Para caminata en \u00c1rea Central} \\ 5 - 0,292 \cdot CC \rightarrow \text{Para caminata en Barrio} \end{cases} \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde : NS_{CC} : Nivel de Servicio correspondiente a la variable cuadras caminadas
 CC : Cantidad de Cuadras de 100m caminadas.

La Tabla 36 muestra valores estimados de distancia caminada seg\u00fan el nivel socioecon\u00f3mico de los usuarios de cada zona y en una segunda columna indica la distancia transversal adoptada a los fines de definir el \u00c1rea de Influencia de cada servicio. Obs\u00e9rvese que el “ancho” del \u00e1rea de influencia es variable seg\u00fan la “predisposici\u00f3n” a caminar que tiene cada tipo de usuario.

Tabla 36. Cuadras caminadas estimadas seg\u00fan nivel socioecon\u00f3mico de los usuarios.

Nivel Socioecon\u00f3mico	Cuadras Caminadas en Barrio Estimadas [100m]	Distancia Transversal Adoptada a cada lado del recorrido [m]
“Alto”	2,0	400
“Medio”	2,5	500
“Bajo”	3,0	600

4.6.2. Coeficientes de ponderaci\u00f3n (Pgi)

En funci\u00f3n de lo detallado en la secci\u00f3n 4.2 de este cap\u00edtulo, la metodolog\u00eda propuesta exige disponer de valores de ponderaci\u00f3n que representen las preferencias de cada segmento de mercado considerado.

En la Tabla 37 se detallan los promedios de las valoraciones de importancia asignada a cada variable para cada grupo de usuarios, en tanto la Tabla 38 presenta los coeficientes de ponderaci\u00f3n obtenidos. Dichos coeficientes representan las preferencias de cada conjunto de usuarios y al graficarlos puede observarse como var\u00edan las ponderaciones de cada aspecto evaluado del servicio acorde a las valoraciones descriptas en la secci\u00f3n anterior. La Figura 50 representa los coeficientes de ponderaci\u00f3n por segmento de mercado.

Tabla 37. Promedios de valoraciones de importancia relativa seg\u00fan segmentos de mercado.

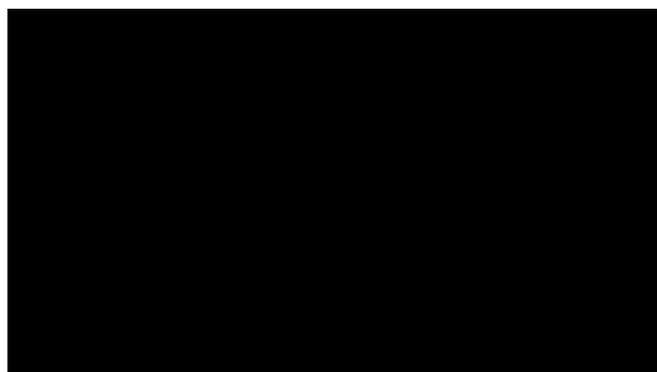
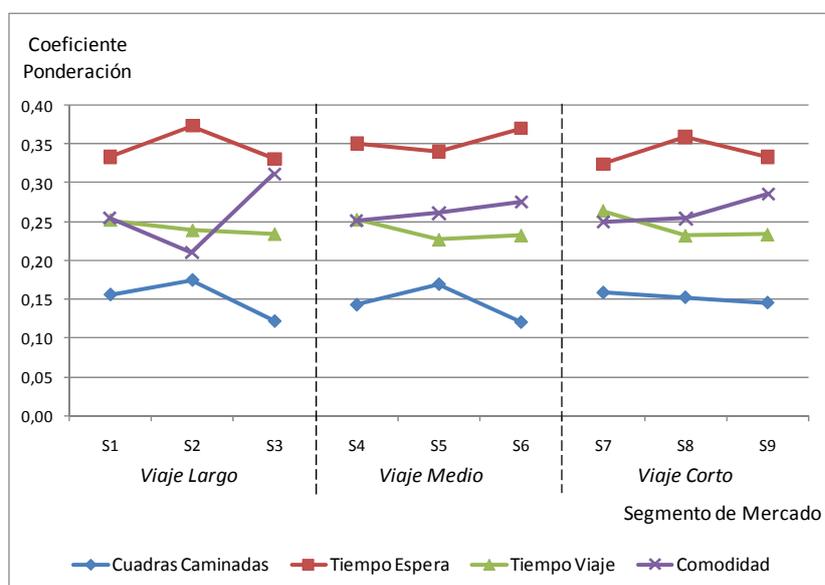


Tabla 38. Coeficientes de Ponderación por segmento de mercado (Pgi).

Segmento de Mercado	Cuadras Caminadas	Tiempo de Espera	Tiempo de Viaje	Comodidad	Suma
S1	0,16	0,33	0,25	0,26	1,00
S2	0,18	0,37	0,24	0,21	1,00
S3	0,12	0,33	0,24	0,31	1,00
S4	0,15	0,35	0,25	0,25	1,00
S5	0,17	0,34	0,23	0,26	1,00
S6	0,12	0,37	0,23	0,28	1,00
S7	0,16	0,33	0,26	0,25	1,00
S8	0,15	0,36	0,23	0,26	1,00
S9	0,15	0,33	0,23	0,29	1,00

Figura 50. Coeficientes de Ponderación por segmento de mercado agrupados por longitud de viaje.



4.7. Diagrama de flujo de la metodología.

Para finalizar se propone resumir los pasos necesarios para conformar el indicador de accesibilidad y conveniencia. Se acompaña con un diagrama de flujos el cual puede apreciarse en la Figura 51.

- El primer paso es definir las características de las líneas a evaluar. Esto incluye el trazado geométrico de su recorrido, la longitud del tramo a evaluar y aspectos operacionales de frecuencia (o intervalo), desviación estándar de los intervalos, velocidad de operación (o tiempo de viaje desde el sector evaluado hasta el centro), cantidad de asientos disponibles en el vehículo, carga máxima de pasajeros abordo y el promedio de cuadras caminadas. En aquellos casos donde se desea utilizar el indicador como herramienta de apoyo para el diseño y las líneas aún no están implementadas se harán las siguientes simplificaciones:

- El dato referido a la Tasa de Pasajeros/asiento en el vehículo puede obtenerse utilizando la Tabla 34. En el caso de que existan datos sobre la cantidad de pasajeros a bordo por cada tramo pueden ser utilizados.
 - Para la desviación estándar de los intervalos se adoptará un valor tal que el coeficiente de variación (CV) en la ecuación de Larson y Odoni sea similar al que existe en las líneas implementadas en la ciudad (sino se conocen datos sobre los desvíos de intervalos se asumirá un valor tal que el CV sea igual o superior a 0,40 que es un valor aceptable).
 - Respecto de las cuadras caminadas se adoptará una distancia media según el nivel socioeconómico de cada zona por donde circula el ómnibus, tal como se indica en la Tabla 36. De esta forma queda definida un área de influencia del servicio que es variable según la predisposición a caminar que tienen los usuarios de cada grupo.
- A partir de los datos anteriores se asignan valores a los indicadores de desempeño. En el caso del Tiempo de Espera Percibido debe hacerse previamente un cálculo para estimar dicho valor a partir de los datos de Intervalo medio y la desviación estándar de los mismos según Ec. 3.
 - Segundo paso. En base a la zonificación por segmentos de mercado del sector urbano por el que circulan las líneas a evaluar y superponiéndola con el área de influencia se obtienen “subzonas” delimitadas por la intersección de las áreas de cada zona y el límite del área de influencia. Cada subzona tendrá características propias de densidad, área y un segmento de mercado asociado.
 - El tercer paso es, a partir de los valores de los indicadores de desempeño, obtener valores cualitativos por medio de las Escalas de Niveles de Servicios (NSi) de cada variable. Ver Figuras 46, 47, 48 y 49 con sus ecuaciones correspondientes (Ec. 4, 5, 6 y 7).
 - Luego, mediante los Coeficientes de Ponderación definidos en la Tabla 38 se calculan el valor del Indicador de Accesibilidad y Conveniencia correspondiente a cada uno de los grupos de usuarios asociados a cada subzona (IAC_{GU}) (Ec. 1).
 - A partir de los valores de IAC_{GU} , los datos de densidad y área de cada subzona y la longitud del tramo analizado es posible calcular el Indicador de Accesibilidad y Conveniencia del corredor (IAC_{CORR}) (Ec. 2).
 - Debido a que existe un IAC_{GU} para cada segmento puede ponderarse cada uno de ellos por el porcentaje de población afectada en cada subzona correspondiente, esto permite obtener un único valor de IAC_{GU} representativo del servicio evaluado (Ec.8).

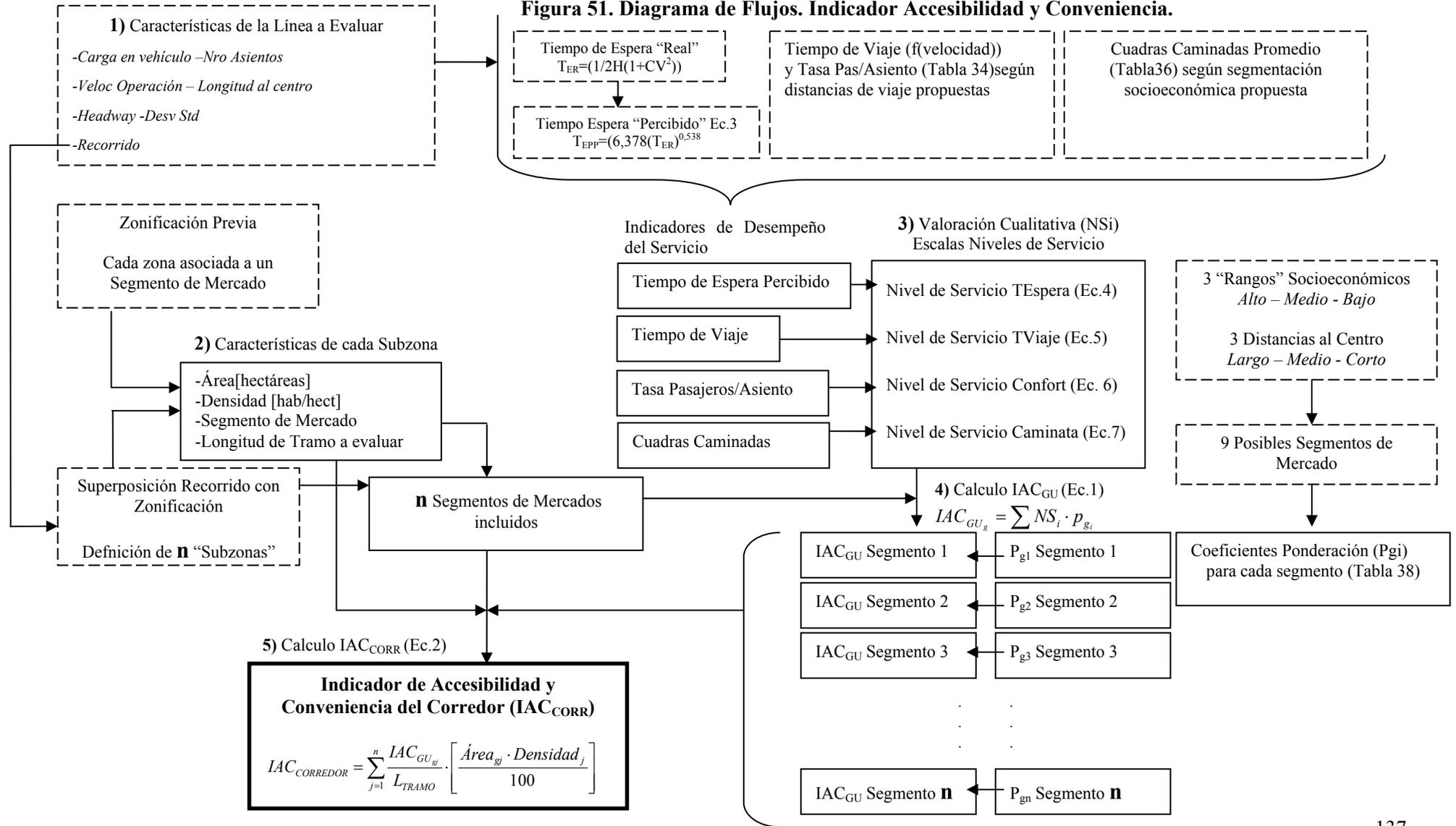
A los fines de facilitar el seguimiento de los pasos anteriores la Tabla 39 resume todas las ecuaciones citadas:

Tabla 39. Ecuaciones de la metodología propuesta.

<p>Ec. 1</p>	$IAC_{GU_g} = \sum_i NS_i \cdot p_{g_i}$ <p>donde:</p> <p>IAC_{GU_g} : Indicador de Accesibilidad y Conveniencia para el Grupo de Usuarios "g"</p> <p>i : variable operativa (Tespera, Tviaje, Comodidad, Cuadras caminadas)</p> <p>NS_i : Calificación del servicio en la variable "i"</p> <p>P_{g_i} : ponderación de la variable "i" según el grupo de usuarios "g"</p>
<p>Ec. 2</p>	$IAC_{CORREDOR} = \sum_{j=1}^n \frac{IAC_{GU_{g_j}}}{L_{TRAMO}} \cdot \left[\frac{\text{Área}_{g_j} \cdot \text{Densidad}_j}{100} \right]$ <p>donde:</p> <p>$IAC_{CORREDOR}$: Indicador de Accesibilidad y Conveniencia para el corredor.</p> <p>g : Número de grupo de usuarios determinado en función del Nivel Socio Económico y longitud del viaje que realiza. ($g = 1, 2, \dots, 9$)</p> <p>j = Número de zona ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)</p> <p>$IAC_{GU_{g_j}}$: Indicador de Accesibilidad y Conveniencia correspondiente al grupo de usuarios "g" que se asocia a la zona "j"</p> <p>Área_{g_j} : Superficie de la zona de transporte "j" con características socioeconómicas asimilable a un segmento de mercado "g" que es influenciada por el servicio de transporte [Hect]</p> <p>Densidad j: Es el valor de densidad que tiene la zona de transporte "j" [Hab/Hect]</p> <p>L_{TRAMO} : Longitud del tramo de recorrido analizado [Km]</p>
<p>Ec. 3</p>	$T_{EPP} = 6,378 \cdot (T_{ERP})^{0,538}$ <p>donde: T_{EPP} : Tiempo de Espera Percibido Promedio [min] Tiempo de Espera Real Promedio: $T_{ERP} = \frac{1}{2} H_{PROM} (1 + CV^2)$</p> <p>$T_{ERP}$: Tiempo de Espera Real Promedio [min] Donde: H_{PROM} : Intervalo promedio [min]</p> <p>CV: $\frac{\text{Desv.Std.}}{H_{PROM}}$</p>
<p>Ec. 4</p>	$NS_{TEP} = \begin{cases} 5 - 0,152 \cdot T_{EP} \rightarrow \text{Para } T_{EP} \leq 25 \text{ min} \\ 1 \rightarrow \text{Para } T_{EP} > 25 \text{ min} \end{cases}$ <p>Donde: NS_{TEP} : Nivel de Servicio correspondiente a la variable tiempo de espera percibido</p> <p>T_{EP} : Tiempo de Espera Percibido Estimado mediante la ecuación 3.</p>
<p>Ec. 5</p>	$NS_{TV} = \begin{cases} 5 - 0,128 \cdot T_{TV} \rightarrow \text{Para Viajes de hasta 25 [min]} \\ 5 - 0,080 \cdot T_{TV} \rightarrow \text{Para Viajes entre 25 - 35 [min]} \\ 6,7 - 0,085 \cdot T_{TV} \rightarrow \text{Para Viajes mayores a 35 [min]} \end{cases}$ <p>Donde: NS_{TV} : Nivel de Servicio correspondiente a la variable tiempo de viaje</p> <p>T_{TV} : Tiempo de Viaje</p>
<p>Ec. 6</p>	$NS_C = \begin{cases} 5 - 1,94 \cdot TPA \rightarrow \text{Para } TPA \leq 2,5 [\text{Pas/Asiento}] \\ 1 \rightarrow \text{Para } TPA > 2,5 [\text{Pas/Asiento}] \end{cases}$ <p>Donde: NS_C : Nivel de Servicio correspondiente a la variable comodidad</p> <p>TPA : Tasa Pasajeros por Asiento [cantidad de pasajeros en el vehículo/cant asientos].</p>

Ec. 7	$NS_{CC} = \begin{cases} 5 - 0,228 \cdot CC \rightarrow \text{Para caminata en \u00c1rea Central} \\ 5 - 0,292 \cdot CC \rightarrow \text{Para caminata en Barrio} \end{cases}$ <p>Donde : NS_{CC} : Nivel de Servicio correspondiente a la variable cuerdas caminadas CC : Cantidad de Cuerdas de 100m caminadas.</p>
Ec. 8	$IAC_{GU_{LINEA}} = \sum_k IAC_{GUg} \cdot \%POBLACI\u00d3N_{SUBZONA_g}$ <p>donde :</p> <p>$IAC_{GU_{LINEA}}$: Indicador de Accesibilidad y Conveniencia para el Grupo de Usuarios ponderado seg\u00fan l\u00ednea L k : cantidad de subzonas que incluye la l\u00ednea L</p>

Figura 51. Diagrama de Flujos. Indicador Accesibilidad y Conveniencia.



Capítulo 5 Aplicación a casos de la ciudad de Córdoba

El objetivo de este capítulo es ejemplificar la aplicación de la metodología propuesta verificando la validez para comparar servicios similares a los fines de seleccionar aquél que presente mayor accesibilidad y conveniencia.

Pueden identificarse tres partes dentro de este capítulo: una primera donde se desarrollan ejemplos de líneas actualmente implementadas y en servicio, una segunda en la que se analizan los resultados obtenidos comparando valores del indicador IAC_{CORR} con datos existentes de las líneas evaluadas y una última donde en base a los casos analizados se plantean modificaciones hipotéticas en las características operativas de los servicios a los fines de generar nuevos escenarios que permitan verificar la sensibilidad del IAC respecto de los cambios introducidos.

5.1. Consideraciones iniciales.

La metodología propuesta pretende complementar las técnicas de diseño de recorridos a los fines de facilitar la toma de decisiones cuando se deben seleccionar trazados que abastecen a una misma zona pero que presentan diferencias en ciertos tramos de su recorrido y/o una programación operacional distinta. La metodología es aplicable en servicios de transporte urbano masivo de pasajeros que tienen una configuración radial (o diametral) desde barrios periféricos hacia el área central de la ciudad.

Debido a que se pretenden validar los resultados, los servicios ejemplificados en la sección 5.2 corresponden a líneas del sistema de transporte masivo de la ciudad de Córdoba -que al momento de este trabajo están implementadas y en normal funcionamiento-. Estos ejemplos, basados en servicios existentes, fueron seleccionados para comparar las recomendaciones arrojadas por la metodología con datos existentes de pasajeros transportados y kilómetros recorridos.

Por otro lado y debido a que la metodología tiene por objeto evaluar líneas que aún no han sido implementadas se propone plantear un conjunto de casos con ciertas modificaciones, ya sean en sus características de servicio o en el uso del suelo del sector por donde circula. Estos cambios permitirán verificar la sensibilidad del indicador IAC en distintas situaciones.

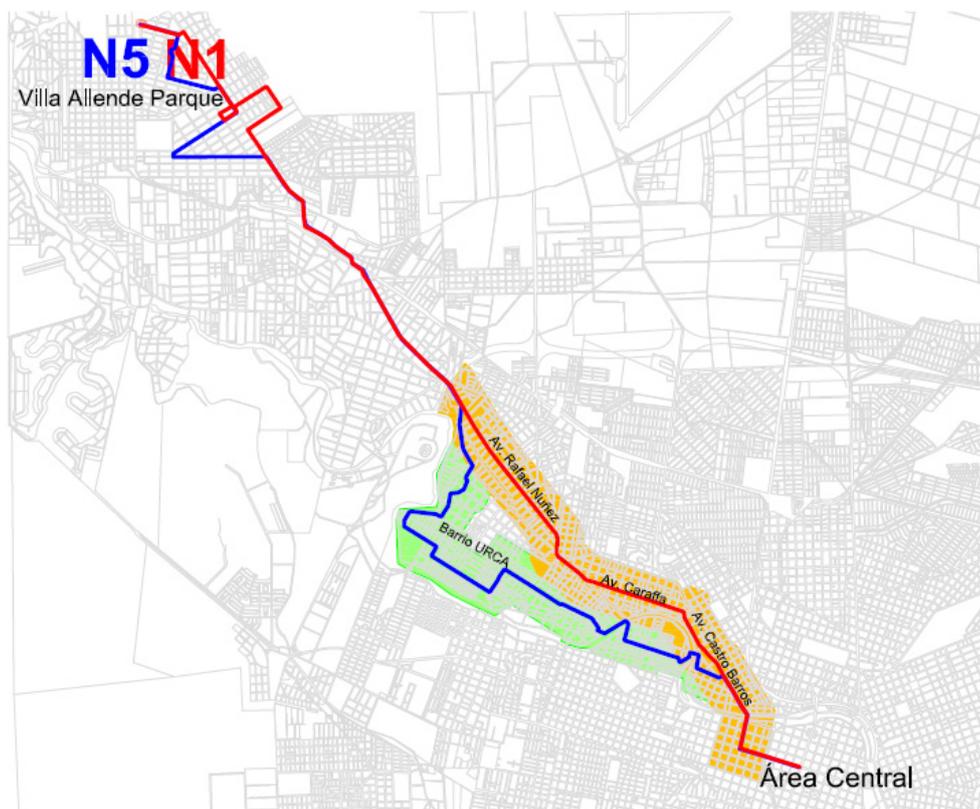
5.2. Ejemplos de aplicación basados en líneas actualmente en servicio

Descripción preliminar de los servicios a evaluar.

En primer lugar se describirán los servicios N1 y N5 que abastecen al sector Noroeste de la ciudad. Estos corredores comparten la punta de línea ubicada en el barrio Villa Allende Parque y tienen la característica

de poseer trazados similares hasta la zona de barrio Urca; allí el servicio N5 se desvía y realiza un recorrido por sectores barriales atravesando Urca, Bajo Palermo, Escobar y Marechal entre otros para retomar el trazado del N1 en la Avenida Castro Barros. Luego ambos ingresan al área central por calle Avellaneda y Avenida Colón. La Figura 52 muestra los trazados, las zonas de influencia y las principales referencias de calles y barrios de los servicios N1 y N5.

Figura 52. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios N1 y N5



Si bien ambos servicios tienen su origen en el mismo barrio y arriban al área central, la línea N5 presenta un recorrido más extenso y con una menor velocidad, ya que circula por calles de jerarquía local con alineación irregular y menos directa. Por otra parte esta geometría poligonal hace que el servicio tenga una mayor cobertura espacial, es decir su área de influencia es mayor.

Ambos servicios tienen un intervalo de paso menor a 20 minutos -en el caso del N1 es de 11 minutos y en el N5 de 16 minutos-. Esto, sumado a que la línea N5 presenta una menor regularidad, hace que el tiempo de espera estimado⁹ sea marcadamente mayor al del servicio N1.

⁹ Estimado mediante la ecuación de Larson y Odoni (1981) detallada en la sección 2.8.1 del Capítulo 2.

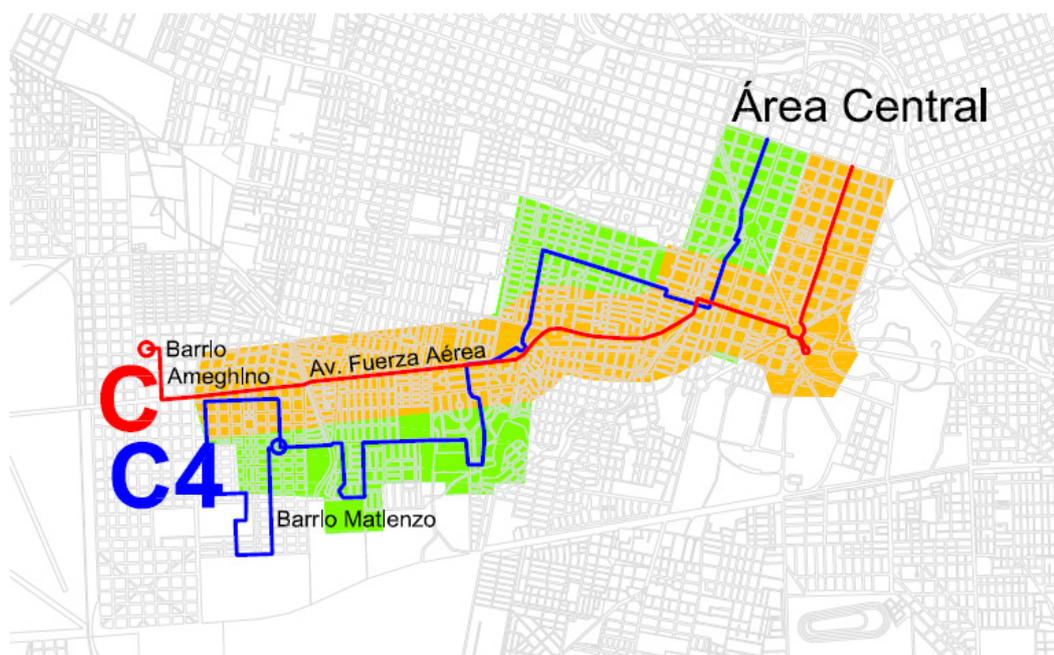
El segundo ejemplo corresponde a la comparación entre las líneas C y C4 que atienden al sector Suroeste de la ciudad de Córdoba, el cual tiene menor desarrollo lineal y mayor consolidación que el sector Noroeste. A diferencia de las líneas N1 y N5 éstas no presentan recorridos similares; si bien ambas abastecen al sector Suroeste sus trazados presentan diferencias en todo el trayecto hasta el área central.

El servicio central C parte desde el límite de barrio Ameghino y Residencial San Roque y se dirige por la Avenida Fuerza Aérea Argentina y Julio Argentino Roca hasta desviar por la calle Pueyrredon hasta Plaza España donde ingresa al centro por la Avenida Maipú. El servicio C4 también parte desde barrio Ameghino pero su recorrido es netamente barrial atravesando Matienzo, Rosedal y Observatorio entre otros. Este servicio ingresa al área central por las calles Belgrano y Avenida Colón.

En la Figura 53 se puede apreciar el trazado de los recorridos C y C4, con su correspondiente área de influencia. La longitud del trayecto del servicio C4 es mayor que la del C, lo que, sumado a una velocidad de operación menor, hace que el tiempo de viaje para llegar al centro sea sensiblemente mayor a la del C.

Si bien los intervalos programados son similares, el servicio C4 registra una mayor desviación lo que implica que sus usuarios tendrán mayor tiempo de espera medio.

Figura 53. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios C y C4.



El tercer caso corresponde a la comparación de las líneas A6 y N4, ambas del sector Noroeste de la ciudad. En este caso el trazado del servicio N4 es similar al descrito para el servicio N1, salvo un desvío hacia barrio Villa Centeno por calles La Cordillera y Spilimbergo, luego retorna a la Avenida Rafael

Nuñez y circula hacia el centro por Castro Barros, hasta calle Brandsen donde se debía nuevamente hacia el Norte y circula por calles internas hasta el puente Avellaneda, ingresando al centro por las mismas calles que el servicio N1.

Luego el A6 es un trazado más poligonal con mayor acceso a los barrios Alto Verde, Villa Cabrera y San Martín entre otros, circulando por calles de menor jerarquía. La Figura 54 muestra un esquema con los trazados indicados anteriormente:

Figura 54. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios N4 y A6.

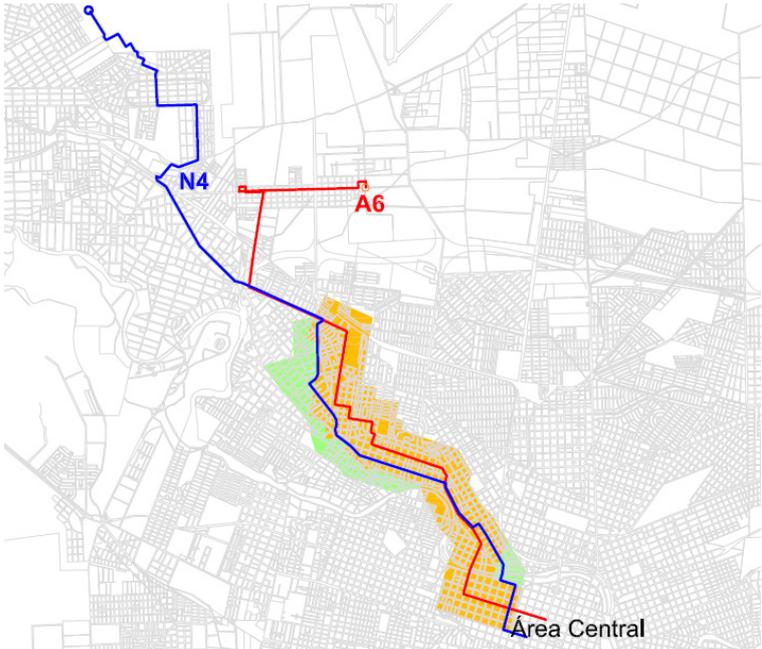
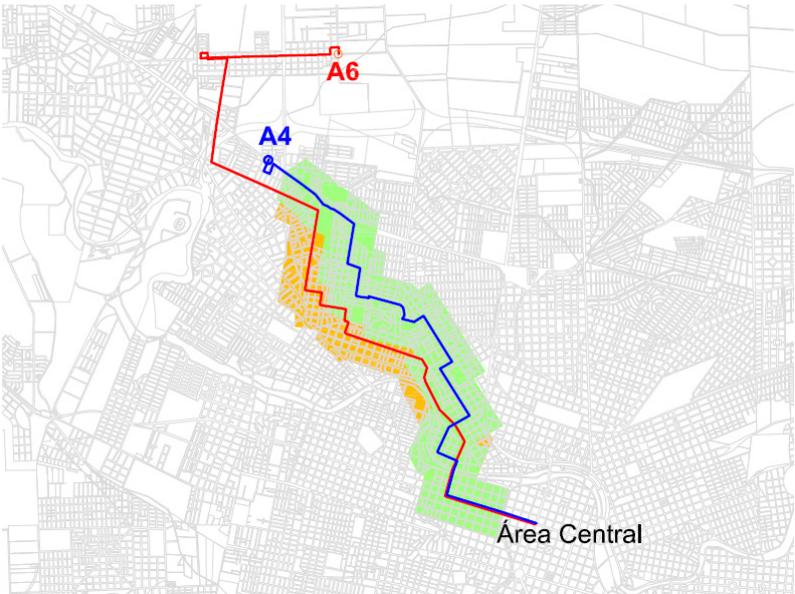


Figura 55. Trazado geométrico y área de influencia de los servicios A4 y A6.



Por último, se plantea como ejemplo la comparación de los servicios A4 y A6, ambos con recorridos barriales por sector Noroeste de la ciudad. El esquema con los recorridos y las áreas de influencia de cada uno puede observarse en la Figura 55 de la página anterior.

Aplicación de la metodología.

Siguiendo la secuencia de pasos detallada en la Figura 51 del Capítulo 4, lo primero es definir los datos operativos de cada servicio a evaluar y asignar el valor de cada uno de los indicadores según se detalla a continuación en las Tablas 40, 41, 42 y 43.

Tabla 40. Características operativas de los servicios N1 y N5.

Variable		Indicador	N1	N5
Tiempo de Espera		Intervalo Programado [min]	11,00	16,00
		Desviación Estandar estimada [min]	1,35	6,40
		CV	0,12	0,40
		Tiempo Espera Real Estimado [min]	5,58	9,28
		Tiempo de Espera Percibido [min]	16,09	21,15
Tiempo de Viaje		Velocidad Operación [Km/h]	22,00	21,50
	USUARIOS TVIAJE<25min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	5,40 7,36	6,20 8,65
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	8,20 18,55	11,70 24,98
	USUARIOS TVIAJE>35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	NO	
Comodidad	Hipótesis de Carga en Vehículo según tramo recorrido			
	USUARIOS TVIAJE<25min	Tasa pasajeros/asiento estimada	2,00	2,00
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Tasa pasajeros/asiento estimada	1,50	1,50
	USUARIOS TVIAJE>35min	Tasa pasajeros/asiento estimada		
Cuadras Caminadas	NIV SOCIOECON. "BAJO"	Distancia Caminata considerada [m]	300	300
	NIV SOCIOECON. "MEDIO"	Distancia Caminata considerada [m]	250	250
	NIV SOCIOECON. "ALTO"	Distancia Caminata considerada [m]	200	200

Vale aclarar que el tiempo de espera percibido responde a la Ec. 3.

Tabla 41. Características operativas de los servicios C y C4.

Variable	Indicador	C	C4	
Tiempo de Espera	Intervalo Programado [min]	13,00	14,00	
	Desviación Estandar estimada [min]	2,20	6,70	
	CV	0,17	0,48	
	Tiempo Espera Real Estimado [min]	6,69	8,60	
	Tiempo de Espera Percibido [min]	17,73	20,30	
Tiempo de Viaje	Velocidad Operación [Km/h]		20,50	19,20
	USUARIOS TVIAJE<25min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	7,80 11,41	9,90 15,47
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	NO	
	USUARIOS TVIAJE>35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	NO	
Comodidad	Hipótesis de Carga en Vehículo según tramo recorrido			
	USUARIOS TVIAJE<25min	Tasa pasajeros/asiento estimada	2,00	2,00
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Tasa pasajeros/asiento estimada	1,50	1,50
	USUARIOS TVIAJE>35min	Tasa pasajeros/asiento estimada	NO	
Cuadras Caminadas	NIV SOCIOECON. "BAJO"	Distancia Caminata considerada [m]	300	300
	NIV SOCIOECON. "MEDIO"	Distancia Caminata considerada [m]	250	250
	NIV SOCIOECON. "ALTO"	Distancia Caminata considerada [m]	200	200

Tabla 42. Características operativas de los servicios N4 y A6.

Variable	Indicador	A6	N4	
Tiempo de Espera	Intervalo Programado [min]	11,00	12,00	
	Desviación Estandar estimada [min]	3,20	3,90	
	CV	0,29	0,33	
	Tiempo Espera Real Estimado [min]	5,97	6,63	
	Tiempo de Espera Percibido [min]	16,67	17,65	
Tiempo de Viaje	Velocidad Operación [Km/h]		20,10	21,70
	USUARIOS TVIAJE<25min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	7,10 10,60	6,20 8,57
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	8,60 23,43	8,30 20,05
	USUARIOS TVIAJE>35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]		
Comodidad	Hipótesis de Carga en Vehículo según tramo recorrido			
	USUARIOS TVIAJE<25min	Tasa pasajeros/asiento estimada	2,00	2,00
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Tasa pasajeros/asiento estimada	1,50	1,50
	USUARIOS TVIAJE>35min	Tasa pasajeros/asiento estimada		
Cuadras Caminadas	NIV SOCIOECON. "BAJO"	Distancia Caminata considerada [m]	300	300
	NIV SOCIOECON. "MEDIO"	Distancia Caminata considerada [m]	250	250
	NIV SOCIOECON. "ALTO"	Distancia Caminata considerada [m]	200	200

Tabla 43. Características operativas de los servicios A4 y A6.

Variable	Indicador	A6	A4	
Tiempo de Espera	Intervalo Programado [min]	11,00	16,00	
	Desviación Estandar estimada [min]	3,20	9,90	
	CV	0,29	0,62	
	Tiempo Espera Real Estimado [min]	5,97	11,06	
	Tiempo de Espera Percibido [min]	16,67	23,24	
Tiempo de Viaje	Velocidad Operación [Km/h]		20,10	20,10
	USUARIOS TVIAJE<25min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	7,10 10,60	6,30 9,40
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	8,60 23,43	9,10 22,99
	USUARIOS TVIAJE>35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]		
Comodidad	Hipótesis de Carga en Vehículo según tramo recorrido			
	USUARIOS TVIAJE<25min	Tasa pasajeros/asiento estimada	2,00	2,00
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Tasa pasajeros/asiento estimada	1,50	1,50
	USUARIOS TVIAJE>35min	Tasa pasajeros/asiento estimada		
Cuadras Caminadas	NIV SOCIOECON. "BAJO"	Distancia Caminata considerada [m]	300	300
	NIV SOCIOECON. "MEDIO"	Distancia Caminata considerada [m]	250	250
	NIV SOCIOECON. "ALTO"	Distancia Caminata considerada [m]	200	200

El segundo paso es determinar el área de influencia de los servicios analizados y especificar las subzonas que permitirán identificar cuáles son los segmentos de mercados incluidos en el análisis. En las Figuras 56, 57, 58 y 59 se detallan los planos correspondiente a cada línea evaluada en los cuales se observan las zonas base (en gris), las subzonas identificadas con letras, y las planillas con datos sobre los segmentos de mercado, el área de influencia y la población afectada.

Figura 56. Área de influencia de cada servicio superpuesta a la zonificación por segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos N1-N5.

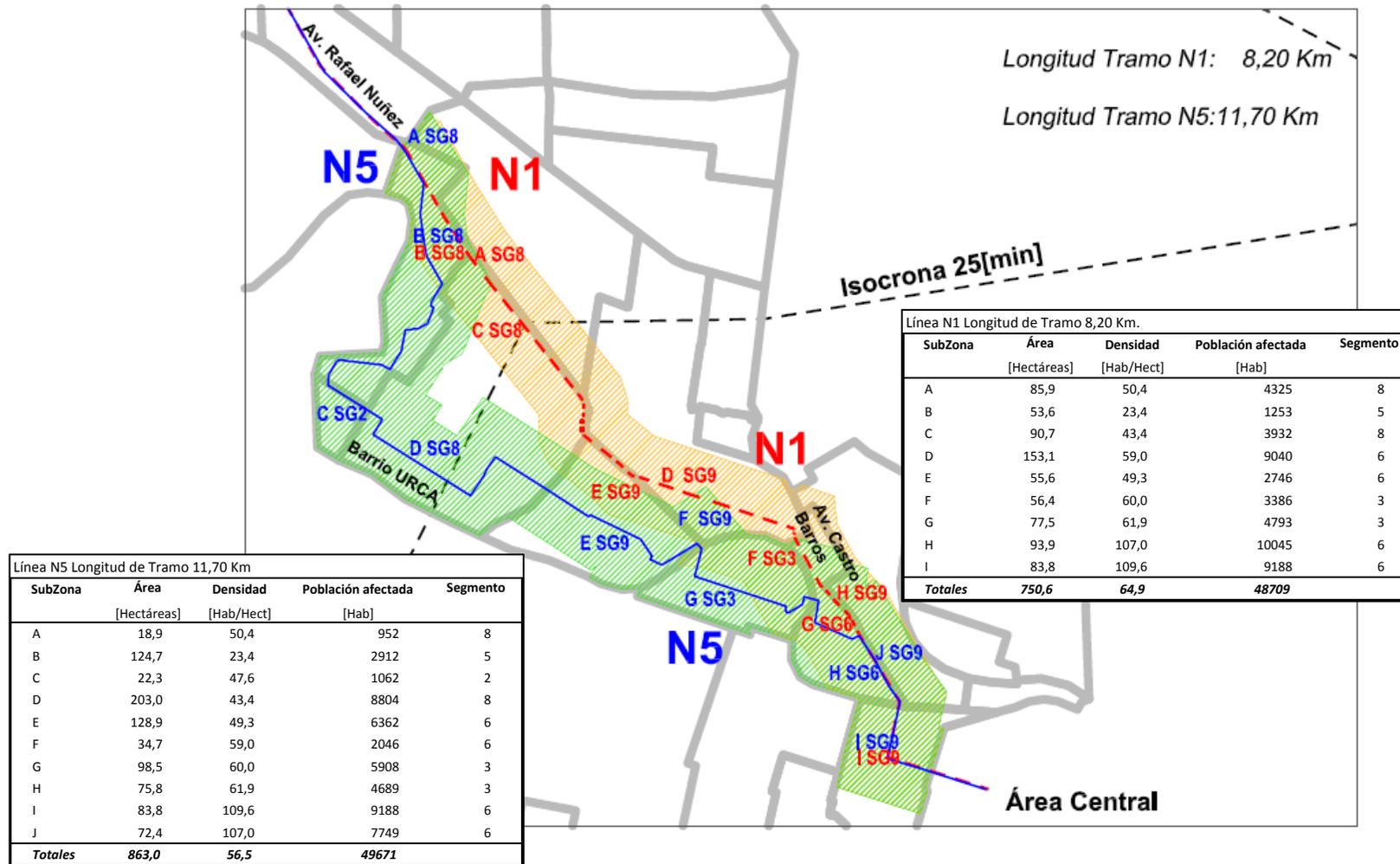


Figura 57. Área de influencia de cada servicio superpuesta a la zonificación por segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos C-C4.

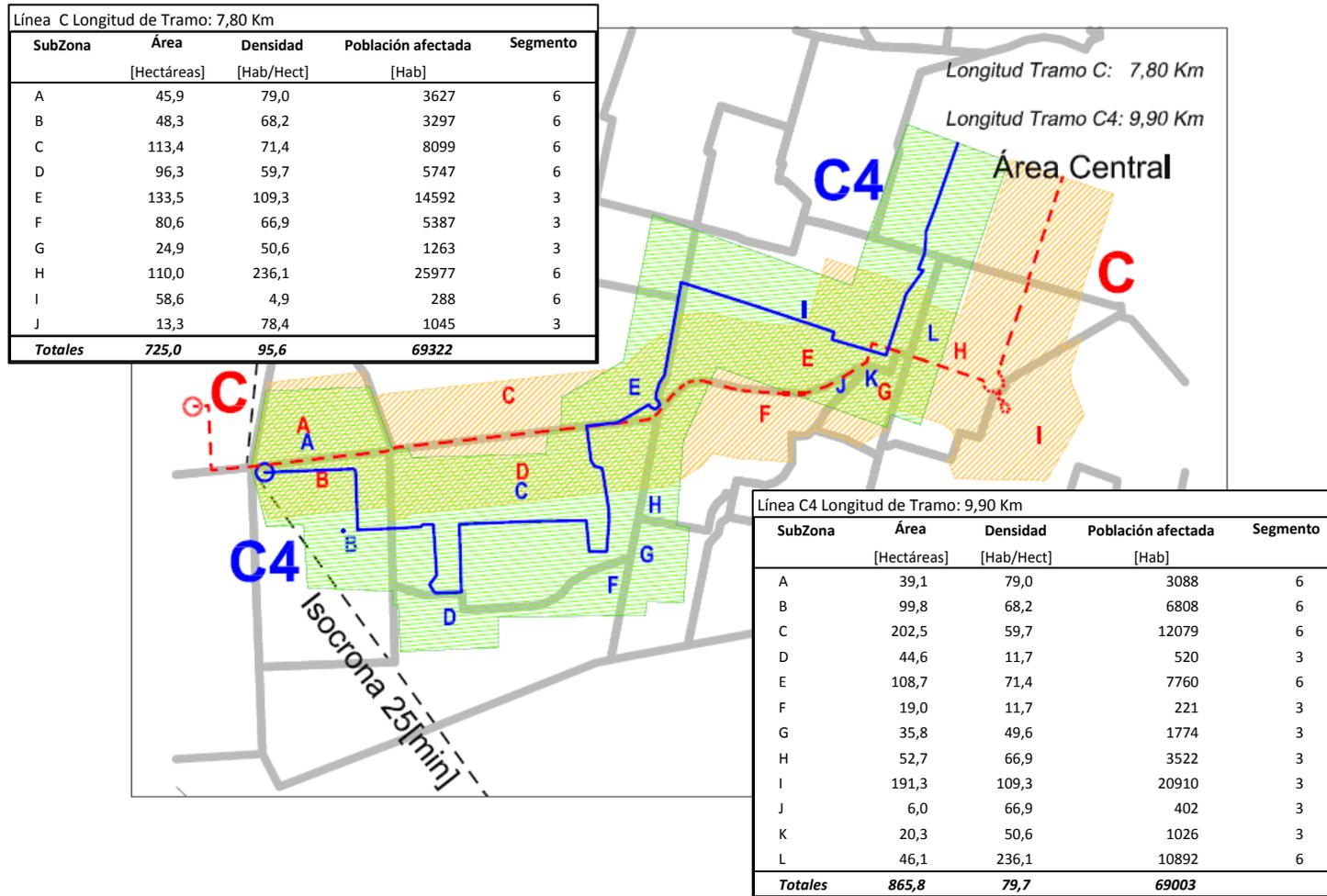


Figura 58. Área de influencia de cada servicio superpuesta a la zonificación por segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos A6-A4.

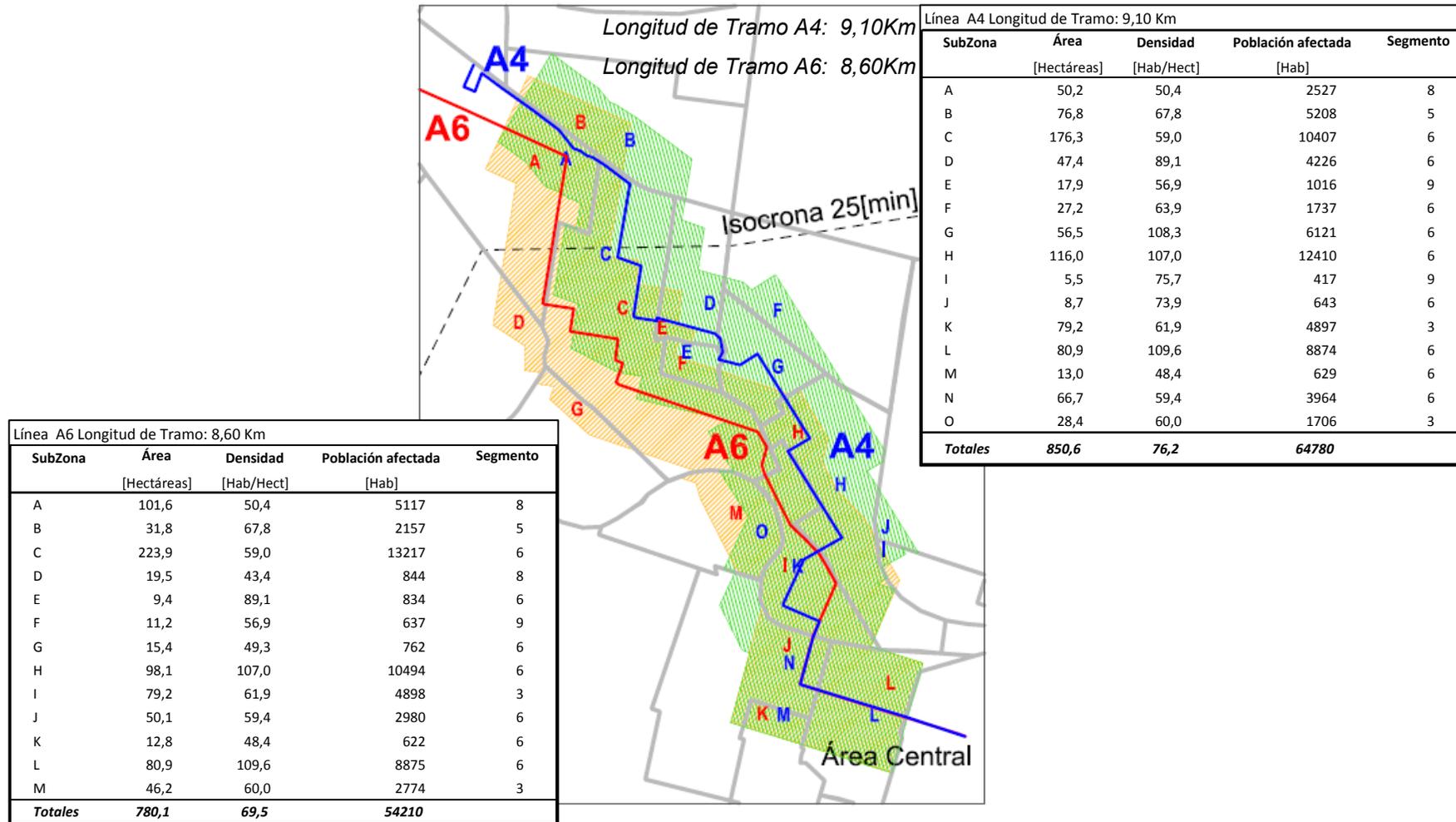
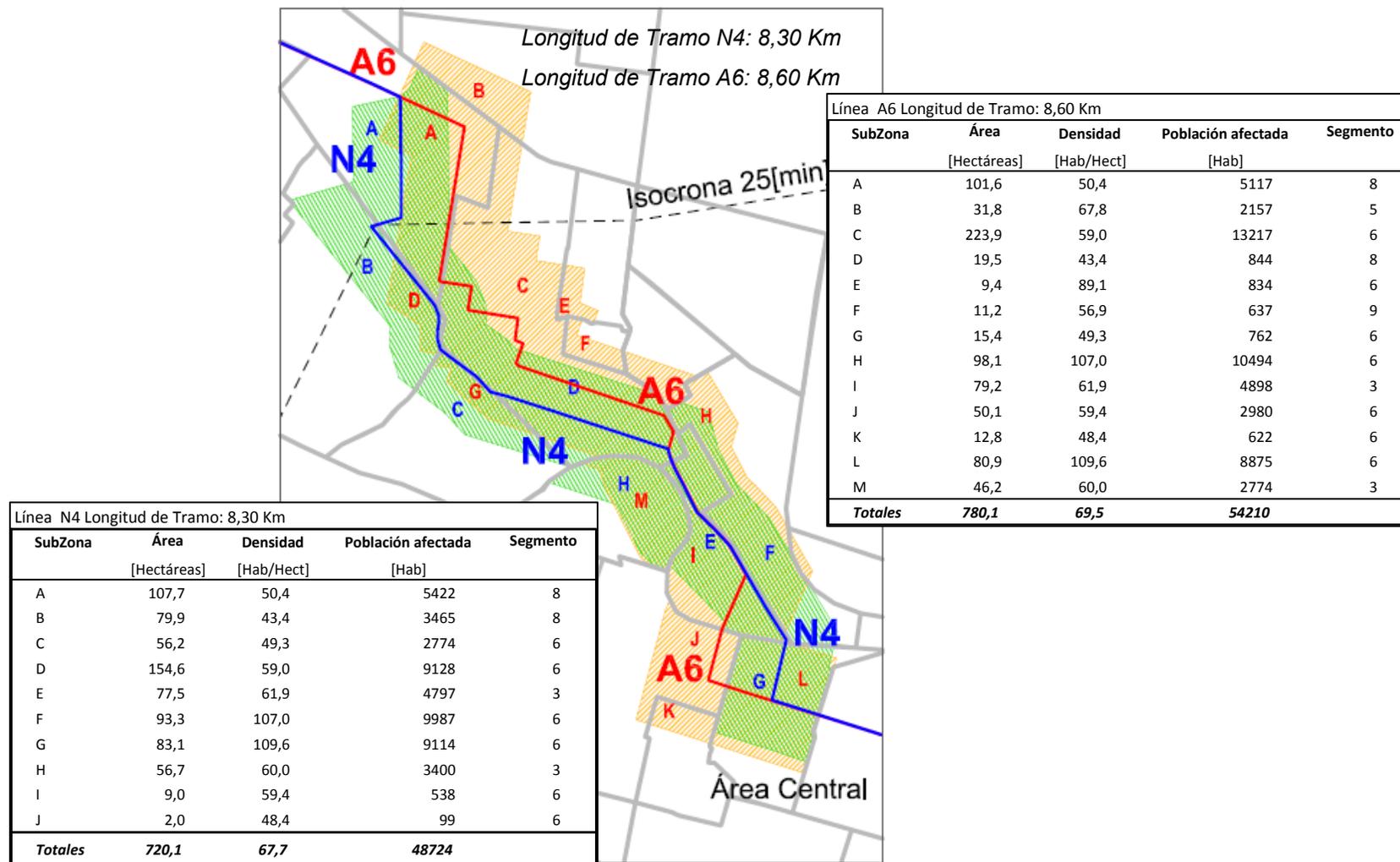


Figura 59. Área de influencia de cada servicio superpuesta a la zonificación por segmentos de mercado y detalle de subzonas. Casos A6-N4.



De esta forma se observa que a cada subzona le corresponderá un determinado valor medio de densidad de habitantes y un cierto segmento de mercado.

La comodidad del viaje representada por la tasa de pasajeros por asiento se estimó asumiendo la hipótesis de cálculo descrita en la Tabla 34. En tanto que el valor del indicador Cuadras Caminadas promedio, en este caso se adoptó la distancia de caminata media obtenida según los tres niveles socioeconómicos, tal como se observa en la Tabla 36.

Una vez obtenidos los valores de los indicadores se procede a calcular los Niveles de Servicio según las ecuaciones 4, 5, 6 y 7. En las Tablas 44, 45, 46 y 47 se resumen los valores de Niveles de Servicio para cada caso:

Tabla 44. Valores de Niveles de Servicio. Líneas N1 y N5.

Nivel de Servicio (NSi)	N1	N5
Tiempo de Espera	2,55	1,79
Tiempo de Viaje		
USUARIOS TVIAJE<25min	4,06	3,89
USUARIOS TVIAJE25-35min	3,52	3,00
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Comodidad		
USUARIOS TVIAJE<25min	1,20	1,20
USUARIOS TVIAJE25-35min	2,15	2,15
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Cuadras Caminadas		
NIV SOCIOECON. "BAJO"	4,12	4,12
NIV SOCIOECON. "MEDIO"	4,27	4,27
NIV SOCIOECON. "ALTO"	4,42	4,42

Tabla 45. Valores de Niveles de Servicio. Líneas C y C4.

Nivel de Servicio (NSi)	C	C4
Tiempo de Espera	2,31	1,91
Tiempo de Viaje		
USUARIOS TVIAJE<25min	3,54	3,02
USUARIOS TVIAJE25-35min	NO	NO
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Comodidad		
USUARIOS TVIAJE<25min	1,20	1,20
USUARIOS TVIAJE25-35min	NO	NO
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Cuadras Caminadas		
NIV SOCIOECON. "BAJO"	4,12	4,12
NIV SOCIOECON. "MEDIO"	4,27	4,27
NIV SOCIOECON. "ALTO"	4,42	4,42

Tabla 46. Valores de Niveles de Servicio. Líneas N4 y A6.

Nivel de Servicio (NSi)	A6	N4
Tiempo de Espera	2,47	2,32
Tiempo de Viaje		
USUARIOS TVIAJE<25min	3,64	3,90
USUARIOS TVIAJE25-35min	3,13	3,40
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Comodidad		
USUARIOS TVIAJE<25min	1,20	1,20
USUARIOS TVIAJE25-35min	2,15	2,15
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Cuadras Caminadas		
NIV SOCIOECON. "BAJO"	4,12	4,12
NIV SOCIOECON. "MEDIO"	4,27	4,27
NIV SOCIOECON. "ALTO"	4,42	4,42

Tabla 47. Valores de Niveles de Servicio. Líneas A4 y A6.

Nivel de Servicio (NSi)	A6	A4
Tiempo de Espera	2,47	1,47
Tiempo de Viaje		
USUARIOS TVIAJE<25min	3,64	3,80
USUARIOS TVIAJE25-35min	3,13	3,16
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Comodidad		
USUARIOS TVIAJE<25min	1,20	1,20
USUARIOS TVIAJE25-35min	2,15	2,15
USUARIOS TVIAJE>35min	NO	NO
Cuadras Caminadas		
NIV SOCIOECON. "BAJO"	4,12	4,12
NIV SOCIOECON. "MEDIO"	4,27	4,27
NIV SOCIOECON. "ALTO"	4,42	4,42

Luego, utilizando los valores de ponderación (Pgi) que cada grupo de mercado le asigna a cada variable – según coeficientes de Tabla 38- , se obtiene un valor del Indicador de Accesibilidad y Conveniencia para cada Grupo de Usuarios (IAC_{GU}) (Ec.1), según se detalla a continuación en las Tablas 47, 48, 49 y 50:

Tabla 47. Factores de ponderación y IAC_{GU}¹⁰ para cada segmento. Líneas N1 y N5.

<i>Coefficientes de Ponderación (Pgi)</i>					<i>IACGU</i>	
Segmento de Mercado	Cuadras Caminadas	Tiempo de Espera	Tiempo de Viaje	Comodidad	Suma N1	Suma N5
S2	0,18	0,37	0,24	0,21	2,97	2,56
S3	0,12	0,33	0,23	0,31	2,68	2,38
S5	0,17	0,34	0,23	0,26	2,96	2,58
S6	0,12	0,37	0,23	0,28	2,74	2,42
S8	0,15	0,36	0,23	0,25	2,96	2,56

Tabla 48. Factores de ponderación y IAC_{GU} para cada segmento. Líneas C y C4.

<i>Coefficientes de Ponderación (Pgi)</i>					<i>IACGU</i>	
Segmento de Mercado	Cuadras Caminadas	Tiempo de Espera	Tiempo de Viaje	Comodidad	Suma C	Suma C4
S3	0,12	0,33	0,23	0,31	2,47	2,22
S6	0,12	0,37	0,23	0,28	2,53	2,26

Tabla 49. Factores de ponderación y cálculo del IAC_{GU} para cada segmento. Líneas N4 y A6.

<i>Coefficientes de Ponderación (Pgi)</i>					<i>IACGU</i>	
Segmento de Mercado	Cuadras Caminadas	Tiempo de Espera	Tiempo de Viaje	Comodidad	Suma A6	Suma N4
S3	0,12	0,33	0,23	0,31	2,55	2,56
S5	0,17	0,34	0,23	0,26	2,84	2,85
S6	0,12	0,37	0,23	0,28	2,61	2,62
S8	0,15	0,36	0,23	0,25	2,84	2,85
S9	0,15	0,33	0,23	0,29	2,67	2,68

Tabla 50. Factores de ponderación y IAC_{GU} para cada segmento. Líneas A6 y A4.

<i>Coefficientes de Ponderación (Pgi)</i>					<i>IACGU</i>	
Segmento de Mercado	Cuadras Caminadas	Tiempo de Espera	Tiempo de Viaje	Comodidad	Suma A6	Suma A4
S2	0,18	0,37	0,24	0,21	2,85	2,48
S3	0,12	0,33	0,23	0,31	2,55	2,26
S5	0,17	0,34	0,23	0,26	2,84	2,51
S6	0,12	0,37	0,23	0,28	2,61	2,28
S8	0,15	0,36	0,23	0,25	2,84	2,49
S9	0,15	0,33	0,23	0,29	2,67	2,37

Como se explicó anteriormente, para cada zona se conocen los valores de población y superficie por lo que la densidad media de habitantes es dato. Además, según lo explicado en el Capítulo 4, cada zona tiene

¹⁰ El Indicador de Accesibilidad y Conveniencia de cada Grupo de Usuarios responde a la Ec. 1.

asociada un segmento de mercado, lo que permite estimar qué valores de ponderación deberán utilizarse en cada subzona.

Para el cálculo del Indicador de Accesibilidad y Conveniencia de cada Corredor (IAC_{CORR}) es necesario disponer de los datos de densidad de cada subzona y de la superficie de cada una. Además se requiere de la longitud de los tramos evaluados en cada servicio y el área de influencia. El detalle del cálculo del indicador para las líneas N1, N5, C, C4, N4, A6 y A4 pueden observarse en las siguientes Tablas:

Tabla 51. Cálculo del IAC_{CORR} ¹¹. Línea N1.

Línea N1 Longitud de Tramo 8,20 Km.

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población afectada [Hab]	Segmento	IAC_{GU}	IAC_{CORR}
A	85,9	50,4	4325	8	2,96	15,6
B	53,6	23,4	1253	5	2,96	4,5
C	90,7	43,4	3932	8	2,96	14,2
D	153,1	59,0	9040	6	2,74	30,2
E	55,6	49,3	2746	6	2,74	9,2
F	56,4	60,0	3386	3	2,68	11,1
G	77,5	61,9	4793	3	2,68	15,7
H	93,9	107,0	10045	6	2,74	33,6
I	83,8	109,6	9188	6	2,74	30,7
Totales	750,6	64,9	48709		2,76	164,7

Tabla 52. Cálculo del IAC_{CORR} . Línea N5.

Línea N5 Longitud de Tramo 11,70 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población afectada [Hab]	Segmento	IAC_{GU}	IAC_{CORR}
A	18,9	50,4	952	8	2,56	2,1
B	124,7	23,4	2912	5	2,58	6,4
C	22,3	47,6	1062	2	2,56	2,3
D	203,0	43,4	8804	8	2,56	19,3
E	128,9	49,3	6362	6	2,42	13,1
F	34,7	59,0	2046	6	2,42	4,2
G	98,5	60,0	5908	3	2,38	12,0
H	75,8	61,9	4689	3	2,38	9,6
I	83,8	109,6	9188	6	2,42	19,0
J	72,4	107,0	7749	6	2,42	16,0
Totales	863,0	56,5	49671		2,45	104,0

¹¹ El Indicador de Accesibilidad y Conveniencia de cada Corredor responde a la Ec. 2.

Tabla 53. Cálculo del IACCORR. Línea C.

Línea C Longitud de Tramo: 7,80 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población afectada [Hab]	Segmento	IAC_{GU}	IAC_{CORR}
A	45,9	79,0	3627	6	2,53	11,7
B	48,3	68,2	3297	6	2,53	10,7
C	113,4	71,4	8099	6	2,53	26,2
D	96,3	59,7	5747	6	2,53	18,6
E	133,5	109,3	14592	3	2,47	46,3
F	80,6	66,9	5387	3	2,47	17,1
G	24,9	50,6	1263	3	2,47	4,0
H	110,0	236,1	25977	6	2,53	84,1
I	58,6	4,9	288	6	2,53	0,9
J	13,3	78,4	1045	3	2,47	3,3
Totales	725,0	95,6	69322		2,50	223,0

Tabla 54. Cálculo del IAC_{CORR}. Línea C4.

Línea C4 Longitud de Tramo: 9,90 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población afectada [Hab]	Segmento	IAC_{GU}	IAC_{CORR}
A	39,1	79,0	3088	6	2,26	7,1
B	99,8	68,2	6808	6	2,26	15,5
C	202,5	59,7	12079	6	2,26	27,6
D	44,6	11,7	520	3	2,22	1,2
E	108,7	71,4	7760	6	2,26	17,7
F	19,0	11,7	221	3	2,22	0,5
G	35,8	49,6	1774	3	2,22	4,0
H	52,7	66,9	3522	3	2,22	7,9
I	191,3	109,3	20910	3	2,22	46,9
J	6,0	66,9	402	3	2,22	0,9
K	20,3	50,6	1026	3	2,22	2,3
L	46,1	236,1	10892	6	2,26	24,9
Totales	865,8	79,7	69003		2,24	156,4

Tabla 55. Cálculo del IACCORR. Línea N4.

Línea N4 Longitud de Tramo: 8,30 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población afectada [Hab]	Segmento	IAC_{GU}	IAC_{CORR}
A	107,7	50,4	5422	8	2,85	18,6
B	79,9	43,4	3465	8	2,85	11,9
C	56,2	49,3	2774	6	2,62	8,7
D	154,6	59,0	9128	6	2,62	28,8
E	77,5	61,9	4797	3	2,56	14,8
F	93,3	107,0	9987	6	2,62	31,5
G	83,1	109,6	9114	6	2,62	28,7
H	56,7	60,0	3400	3	2,56	10,5
I	9,0	59,4	538	6	2,62	1,7
J	2,0	48,4	99	6	2,62	0,3
Totales	720,1	67,7	48724		2,64	155,5

Tabla 56. Cálculo del IACCORR. Línea A6.

Línea A6 Longitud de Tramo: 8,60 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población afectada [Hab]	Segmento	IAC_{GU}	IAC_{CORR}
A	101,6	50,4	5117	8	2,84	16,9
B	31,8	67,8	2157	5	2,84	7,1
C	223,9	59,0	13217	6	2,61	40,1
D	19,5	43,4	844	8	2,84	2,8
E	9,4	89,1	834	6	2,61	2,5
F	11,2	56,9	637	9	2,67	2,0
G	15,4	49,3	762	6	2,61	2,3
H	98,1	107,0	10494	6	2,61	31,8
I	79,2	61,9	4898	3	2,55	14,5
J	50,1	59,4	2980	6	2,61	9,0
K	12,8	48,4	622	6	2,61	1,9
L	80,9	109,6	8875	6	2,61	26,9
M	46,2	60,0	2774	3	2,55	8,2
Totales	780,1	69,5	54210		2,63	166,2

Tabla 57. Cálculo del IACCORR. Línea A4.

Línea A4 Longitud de Tramo: 9,10 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población afectada [Hab]	Segmento	IAC_{GU}	IAC_{CORR}
A	50,2	50,4	2527	8	2,49	6,9
B	76,8	67,8	5208	5	2,51	14,3
C	176,3	59,0	10407	6	2,28	26,0
D	47,4	89,1	4226	6	2,28	10,6
E	17,9	56,9	1016	9	2,37	2,6
F	27,2	63,9	1737	6	2,28	4,3
G	56,5	108,3	6121	6	2,28	15,3
H	116,0	107,0	12410	6	2,28	31,0
I	5,5	75,7	417	9	2,37	1,1
J	8,7	73,9	643	6	2,28	1,6
K	79,2	61,9	4897	3	2,26	12,1
L	80,9	109,6	8874	6	2,28	22,2
M	13,0	48,4	629	6	2,28	1,6
N	66,7	59,4	3964	6	2,28	9,9
O	28,4	60,0	1706	3	2,26	4,2
Totales	850,6	76,2	64780		2,29	163,9

5.3. Análisis de resultados

Se han presentado cuatro casos de aplicación para ejemplificar la metodología propuesta, el primero incluye los servicios N1 y N5, el segundo las líneas C y C4, luego en el tercero se comparan las líneas N4 y A6 y por último la A4 y la A6.

En la comparación entre las líneas N1 y N5 se observa que los indicadores de IAC_{GU} descritos en la Tabla 47 presentan, en todos los segmentos de mercado, valores mayores para el servicio N1. Esto significa que dicho servicio es más accesible y conveniente según las valoraciones de los usuarios de cada segmento, es decir, tiene mejor “calidad”, lo cual es coherente con los menores tiempos de espera y de viaje que este servicio muestra respecto del N5.

Luego, en la Figura 56, donde se resumen las características de las subzonas por las que circulan ambos servicios, es posible observar que el N5 tiene una mayor área de influencia, aunque posee una densidad de población promedio menor respecto de las zonas por las que circula el servicio N1. El servicio N5 abarca una mayor cantidad de habitantes a pesar de tener una menor densidad promedio.

A partir de los resultados obtenidos en los Indicadores de Accesibilidad y Conveniencia de cada Corredor (IAC_{CORR}) se puede inferir que el servicio N1 es más sustentable, ya que, no sólo es un servicio más

accesible y conveniente desde el punto de vista de las preferencias de los usuarios, sino que a pesar de “afectar” a menor cantidad de población, abastece a zonas de mayor densidad poblacional que el N5 con una menor longitud de tramo. Se debe aclarar que el servicio N5 ingresa a un sector barrial mientras que el N1 circula por avenidas, entonces la comparación puede resultar dispar, ya que son servicios de características distintas, pero el caso es válido a los fines de verificar los resultados arrojados por el indicador.

En el segundo ejemplo, al comparar las líneas C y C4, se aprecia que la primera tiene menores tiempos de espera y de viaje, lo que implica que los valores del IAC para cada Grupo de Usuarios del servicio C sean mayores que los del C4. Esto permite inferir que la línea C se adapta mejor a las preferencias de accesibilidad y conveniencia de los usuarios.

Al observar las zonas por las que circulan estos servicios –Figura 57- se aprecia que el C4 tiene una mayor área de influencia debido a la geometría poligonal de su trazado. Sin embargo, los sectores que atraviesa la línea C tienen mayor densidad de población. Por otro lado la longitud del trazado del C4 es mayor que la del C. Al calcular el IAC_{CORR} se observa que el servicio C presenta mejores valores de accesibilidad y conveniencia a pesar de poseer una menor área de influencia. Aquí también se trata de servicios de características distintas –uno barrial y otro directo- que permite verificar que el indicador recomienda como “mejor” a aquel recorrido con menores tiempos (de viaje y espera), menor longitud de tramo y que circula por sectores más densos.

En el tercer caso el servicio A6 presenta un menor tiempo de espera, mayor confort pero con un elevado tiempo de viaje respecto del servicio N4, por lo que el valor de IAC_{GU} ponderado son similares en ambos servicios (2,63 y 2,64), según se muestra en las Tablas 55 y 56. Al calcular el indicador para el corredor (IAC_{CORR}) se puede observar que el trazado del A6 circula por sectores levemente más densos por lo que el resultado es un IAC mayor que el servicio N4. En este caso ambos son servicios con recorridos barriales, características operacionales similares y las áreas por las que circulan presentan valores de densidad también similares. En este caso no se aprecia una alternativa “dominante” pero los resultados del indicador permiten inferir que el servicio A6 es más recomendable que el N4.

En el último caso, se comparan los servicios barriales A4 y A6. El A6 tiene características operacionales favorables –ya que tiene menor tiempo de espera y menor tiempo de viaje- pero circula por sectores con menores valores de densidad mayores. Sin embargo el valor del IAC es mayor para el corredor A6 – Tablas 56 y 57-.

Comparación con datos reales.

A los fines de verificar si los corredores seleccionados a partir de la aplicación de la metodología propuesta son los que mayor “atracción” de usuarios tienen en la situación real, se propone comparar los valores del indicador IAC_{CORR} con datos de pasajeros transportados y kilómetros recorridos reales.

Lo que se plantea es contrastar valores reales de índice pasajero/kilómetro de las líneas ejemplificadas anteriormente con los valores IAC_{CORR} obtenidos y verificar si existe alguna relación o tendencia entre ellos.

Tabla 58. Valores de IPK y IAC_{CORR}

	IAC_{CORR}	IPK [pas/km]
N1	164,66	2,96
N5	104,05	2,02
C	223,01	3,06
C4	156,44	2,86
N4	155,48	2,68
A6	166,19	3,09
A4	163,88	2,67

Figura 60. Relación entre IPK y IAC_{CORR}

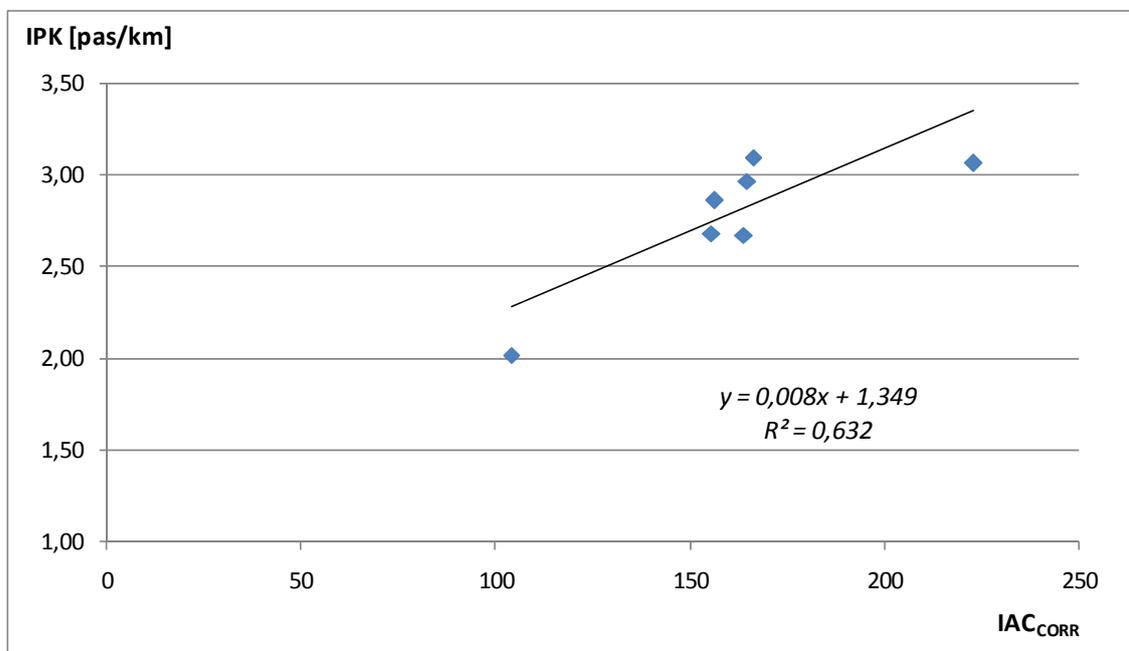


Tabla 59. Estadísticos descriptivos de la Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>				
Coeficiente de correlación múltiple	0,796			
Coeficiente de determinación R ²	0,633			
R ² ajustado	0,572			
Error típico	0,236			
Observaciones	8,000			

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	1,3495	0,4598	2,9352	0,0261
Variable X 1	0,0089	0,0028	3,2161	0,0182

En la Figura 60 se observa que existe cierta relación entre los valores arrojados por el indicador propuesto en la metodología y el índice pasajero/kilómetro de las líneas evaluadas. Se debe aclarar que dicha comparación es una simplificación ya que el indicador surge de analizar tramos puntuales de las líneas, mientras que la cantidad de pasajeros es un dato global. Además, para validar lo que aquí se plantea, es necesario disponer de una mayor cantidad de casos a los fines de obtener un modelo de regresión lineal que sea representativo, lo que excede el alcance de este trabajo. Sin embargo, a pesar que la regresión obtenida muestra un valor de coeficiente relacionada al IAC – en este caso (x)- muy bajo, al analizar el valor del estadístico *t* se tiene que la variable es significativa, lo que indica que existe correlación estadística entre el indicador IAC y el IPK, según se aprecia en la Tabla 59.

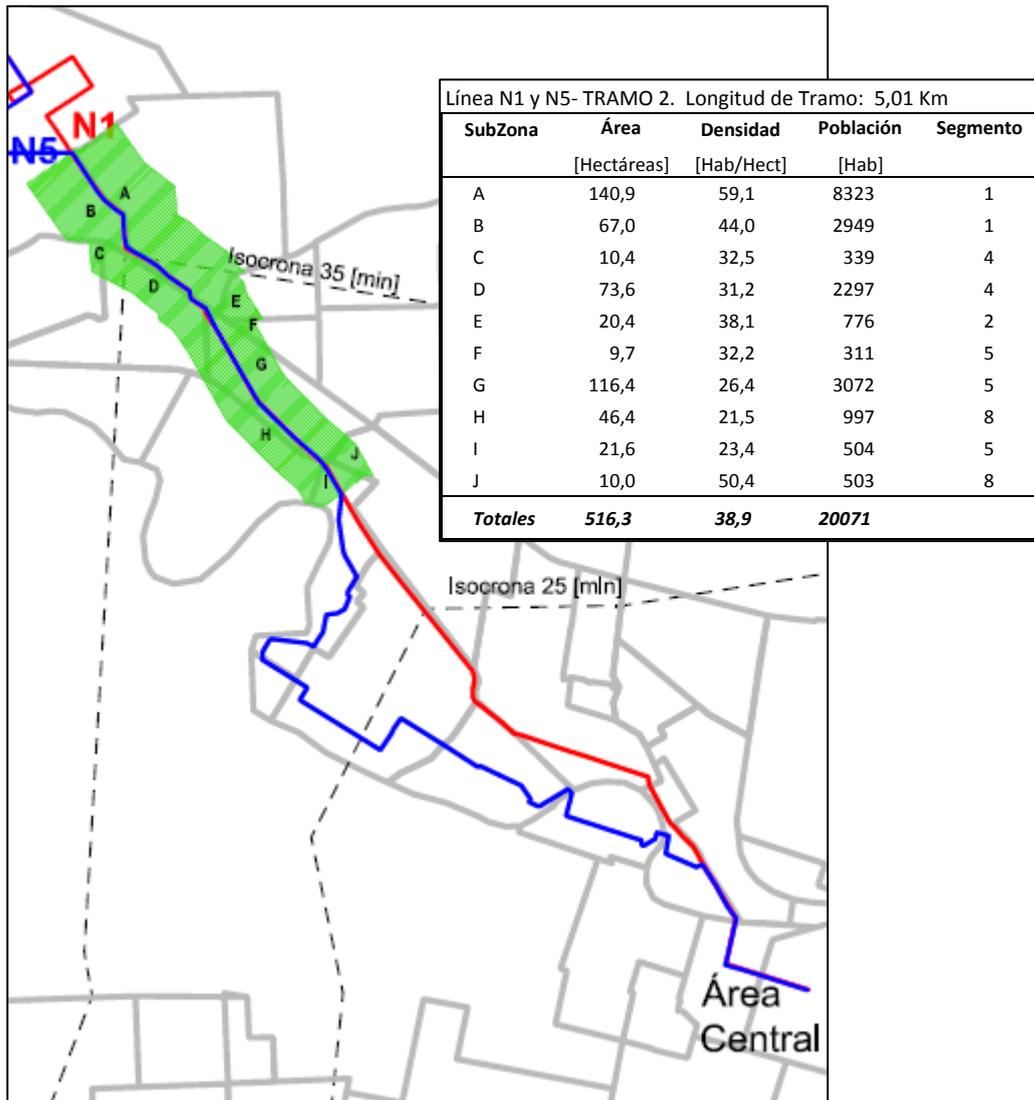
5.4. Análisis de sensibilidad a partir de modificaciones en los ejemplos.

En esta sección se propone realizar ejemplos adicionales a los fines de mostrar la validez del indicador (IAC) como instrumento de evaluación para la toma de decisiones relacionadas al diseño de los servicios. Todos los casos propuestos en esta sección están basados en los ejemplos anteriores.

A partir de las líneas N1 y N5 descritas en la sección anterior pero considerando un tramo distinto (Tramo 2), donde ambos servicios coincidan en su trazado, haremos el primer análisis de la sensibilidad del indicador ante variaciones en las características operacionales de los servicios. La coincidencia del trazado permite mantener constante las variables relacionadas al uso del suelo y la longitud del tramo analizado, es decir, en la ecuación para calcular el IAC_{CORR} sólo cambiará el valor relacionado a la calidad del servicio (IAC_{GU}).

La Figura 61 permite observar el tramo en cuestión.

Figura 61. Trazado, área de influencia y Subzonas. Caso N1 y N5. Tramo 2.



A continuación se muestran las tablas de cálculo del $IACC_{ORR}$ para este nuevo ejemplo, siguiendo la metodología detallada en los ejemplos anteriores.

Tablas 60 - 63. Resumen de resultados para calcular el IAC para Líneas N1 y N5. Tramo 2.

Variable		Indicador	N1	N5
Tiempo de Espera		Intervalo Programado [min]	11,00	16,00
		Desviación Estandar estimada [min]	1,35	6,40
		CV	0,12	0,40
		Tiempo Espera Real Estimado [min]	5,58	9,28
		Tiempo de Espera Percibido [min]	16,09	21,15
Tiempo de Viaje		Velocidad Operación [Km/h]	22,00	21,50
	USUARIOS TVIAJE<25min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	0,00 0,00	0,00 0,00
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	9,80 26,73	13,20 36,84
	USUARIOS TVIAJE>35min	Longitud tramo recorrido [Km] Tiempo de Viaje estimado [min]	12,50 34,09	15,90 44,37
Comodidad	Hipótesis de Carga en Vehículo según tramo recorrido			
	USUARIOS TVIAJE<25min	Tasa pasajeros/asiento estimada		
	USUARIOS TVIAJE25-35min	Tasa pasajeros/asiento estimada	1,50	1,50
	USUARIOS TVIAJE>35min	Tasa pasajeros/asiento estimada	3,10	3,10
Cuadras Caminadas en barrio	NIV SOCIOECON. "BAJO"	Distancia Caminata considerada [m]	300	300
	NIV SOCIOECON. "MEDIO"	Distancia Caminata considerada [m]	250	250
	NIV SOCIOECON. "ALTO"	Distancia Caminata considerada [m]	200	200

Nivel de Servicio (NSi)	N1	N5
Tiempo de Espera	2,55	1,79
Tiempo de Viaje		
USUARIOS TVIAJE<25min	NO	
USUARIOS TVIAJE25-35min	2,86	2,05
USUARIOS TVIAJE>35min	3,79	2,92
Comodidad		
USUARIOS TVIAJE<25min	NO	
USUARIOS TVIAJE25-35min	2,15	2,15
USUARIOS TVIAJE>35min	3,10	3,10
Cuadras Caminadas		
NIV SOCIOECON. "BAJO"	4,12	4,12
NIV SOCIOECON. "MEDIO"	4,27	4,27
NIV SOCIOECON. "ALTO"	4,42	4,42

Línea N1 - TRAMO 2. Longitud de Tramo: 5,01 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población [Hab]	Segmento	IAC _{GU}	IAC _{CORR}
A	140,9	59,1	8323	1	3,26	54,1
B	67,0	44,0	2949	1	3,26	19,2
C	10,4	32,5	339	4	3,26	2,2
D	73,6	31,2	2297	4	3,26	14,9
E	20,4	38,1	776	2	2,83	4,4
F	9,7	32,2	311	5	2,81	1,7
G	116,4	26,4	3072	5	2,81	17,2
H	46,4	21,5	997	8	2,80	5,6
I	21,6	23,4	504	5	2,81	2,8
J	10,0	50,4	503	8	2,80	2,8
Totales	516,3	38,9	20071		3,06	125,0

Línea N5 - TRAMO 2. Longitud de Tramo: 5,01 Km

SubZona	Área [Hectáreas]	Densidad [Hab/Hect]	Población [Hab]	Segmento	IAC _{GU}	IAC _{CORR}
A	140,9	59,1	8323	1	2,78	46,3
B	67,0	44,0	2949	1	2,78	16,4
C	10,4	32,5	339	4	2,77	1,9
D	73,6	31,2	2297	4	2,77	12,7
E	20,4	38,1	776	2	2,35	3,6
F	9,7	32,2	311	5	2,36	1,5
G	116,4	26,4	3072	5	2,36	14,5
H	46,4	21,5	997	8	2,34	4,6
I	21,6	23,4	504	5	2,36	2,4
J	10,0	50,4	503	8	2,34	2,3
Totales	516,3	38,9	20071		2,60	106,2

Como se explicó anteriormente, el servicio N5 tiene un tramo de circulación barrial antes de llegar al área central mientras que el N1 es más directo. Además este último tiene mejor nivel de servicio en lo que respecta a tiempo de espera. Esto hace que, para los usuarios del área de influencia marcada en la figura anterior, el servicio N1 -con las características actuales- sea más “atractivo” que el N5 y así lo refleja el valor del indicador IAC_{CORR}.

Ahora bien, aquí se propone modificar los valores operativos del servicio N5, para verificar la sensibilidad del IAC a los cambios producidos. Suponiendo que se desea mejorar la calidad de este servicio a partir de una mejora en el intervalo de atendimento (headway). La Tabla 64 permite observar una serie de valores del indicador IAC_{CORR} que surge como resultado de reducir progresivamente el headway, mientras se mantienen constantes las restantes variables. Se resalta en gris la situación original.

Tabla 64. Valores de IAC_{CORR} para variaciones del Intervalo. Línea N5

INTERVALO		Variación Porcentual %	IAC_{GU}		IAC_{CORR}	
N1 [min]	N5 [min]		N1	N5	N1	N5
11,00	25,00	56,3%	3,06	2,36	125,00	96,76
11,00	16,00	0,0%	3,06	2,60	125,00	106,20
11,00	11,00	-31,3%	3,06	2,86	125,00	116,73
11,00	10,00	-37,5%	3,06	2,90	125,00	118,35
11,00	8,00	-50,0%	3,06	2,99	125,00	121,80
11,00	6,00	-62,5%	3,06	3,09	125,00	125,59

Se observa que al reducir el intervalo del N5 el nivel de servicio –representado por el indicador IAC_{GU} - se incrementa progresivamente, hasta igualar el valor del servicio N1, situación en la cual aún la línea N1 presenta mejor valor del IAC_{CORR} debido a que tiene menor tiempo de viaje para llegar al área central. Los valores mostrados en la tabla anterior permiten inferir que es necesario triplicar la frecuencia de atendimento – o reducir el headway un 62%- en el servicio N5 para igualar el valor del indicador de accesibilidad y conveniencia (IAC).

Siguiendo este ejemplo en un segundo análisis es posible verificar los cambios del indicador a partir de modificaciones en el tiempo de viaje. Partiendo de las condiciones actuales, se proponen escenarios donde se incrementa la velocidad de operación del servicio N5 de manera tal de reducir progresivamente el tiempo de viaje hasta equiparar los “niveles de servicio” – IAC_{GU} - de ambas líneas. Esta situación se resume en la Tabla 65.

Tabla 65. Valores de IAC_{CORR} para variaciones del Tiempo de Viaje. Línea N5

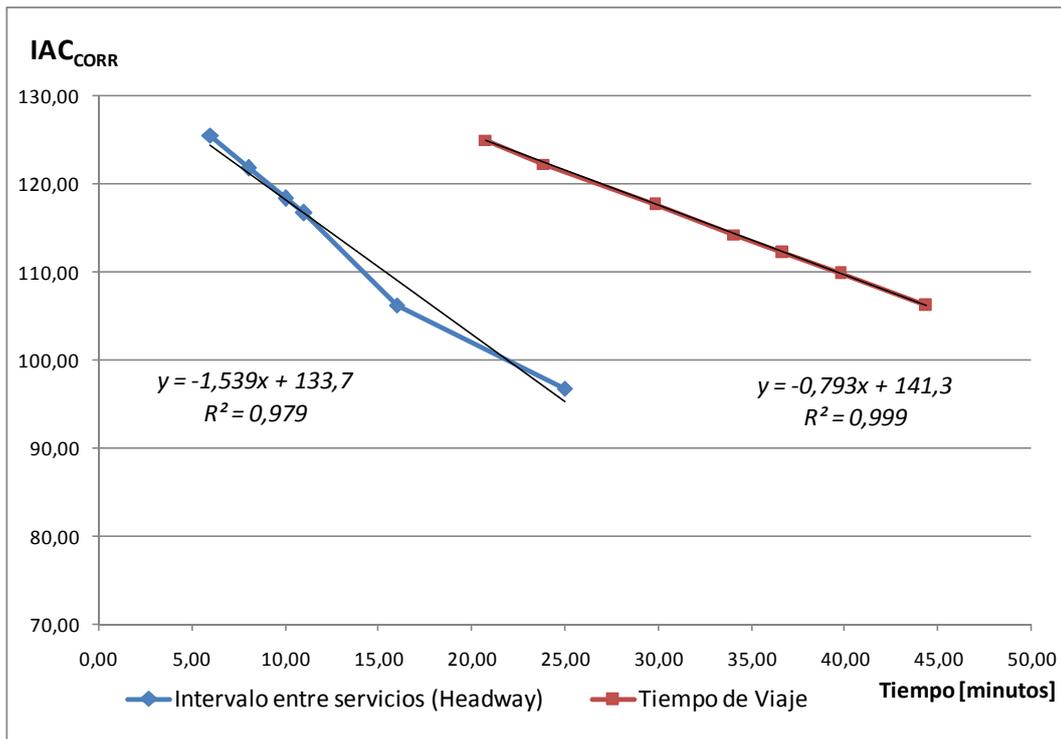
TIEMPO DE VIAJE		Variación Porcentual %	IAC_{GU}		IAC_{CORR}	
N1 [min]	N5 [min]		N1	N5	N1	N5
34,09	44,37	0,0%	3,06	2,60	125,00	106,20
34,09	39,75	-10,4%	3,06	2,69	125,00	109,83
34,09	36,69	-17,3%	3,06	2,74	125,00	112,23
34,09	34,07	-23,2%	3,06	2,79	125,00	114,28
34,09	29,81	-32,8%	3,06	2,87	125,00	117,63
34,09	23,85	-46,3%	3,06	2,99	125,00	122,31
34,09	20,74	-53,3%	3,06	3,04	125,00	125,05

Los resultados muestran que es necesario reducir en un 50% el tiempo de viaje para equiparar los valores del indicador en ambos servicios.

A los fines de mostrar gráficamente la sensibilidad el indicador respecto de las dos variables descriptas (tiempo de viaje y tiempo entre servicios) se propone en la Figura 62 un esquema donde se contrastan los valores de tiempo con los resultados del IAC.

La Figura permite visualizar que el indicador es más sensible al Intervalo (Headway) que al Tiempo de Viaje, lo cual coincide con las valoraciones de importancia relativa emitidas en los resultados de la encuesta. En la Figura se observan líneas de tendencia respecto de ambas variables y se destaca que el valor de la pendiente (-1,539) de la ecuación que representa la recta de ajuste para el Intervalo entre Servicios es aproximadamente el doble de la que muestra la recta de ajuste de la variable Tiempo de Viaje (-0,793).

Figura 62. Sensibilidad del IAC respecto del Tiempo de Viaje y Tiempo entre servicios.



A continuación se propone verificar la sensibilidad del indicador respecto de las variaciones en la densidad del área abastecida. Para esto se plantea retomar el caso de las líneas A4 y A6 y generar nuevos escenarios donde, a partir de incrementos progresivos en la densidad poblacional del sector por donde circula el servicio A4, se pueda interpretar la sensibilidad del indicador. Vale aclarar que incrementar la densidad de un sector urbano no es una característica relacionada a la operación del servicio, sino que es un aspecto de la planificación urbana que no es factible de modificar sino a largo plazo, por lo que el ejemplo aquí planteado tiene carácter netamente académico a los fines de verificar el comportamiento del indicador.

Si se observa la formulación del indicador IAC_{CORR} se aprecia que la densidad es una variable que afecta proporcionalmente al valor final del indicador (IAC), según se detalla en la Tabla 66.

Tabla 66. Valores de IAC_{CORR} para variaciones de la Densidad Media de Población. Línea A6

DENSIDAD MEDIA		Variación Porcentual %	Población afectada		IAC _{GU}		IAC _{CORR}	
A6 [hab/hect]	A4 [hab/hect]		A6 [hab]	A4 [hab]	A6	A4	A6	A4
69,49	76,15	0,0%	54210	64780	2,63	2,29	166,19	163,88
69,49	76,54	0,5%	54210	64789	2,63	2,29	166,19	164,70
69,49	76,61	0,6%	54210	64790	2,63	2,29	166,19	164,86
69,49	76,69	0,7%	54210	64792	2,63	2,29	166,19	165,03
69,49	76,92	1,0%	54210	64797	2,63	2,29	166,19	165,52
69,49	77,30	1,5%	54210	64806	2,63	2,29	166,19	166,34

En las condiciones iniciales –marcadas en gris en la tabla anterior-, el servicio A4 presenta menor valor de nivel de servicio (IAC_{GU}) pero mayor densidad media (un 11% mas respecto del A4) y tiene menor valor del IAC_{CORR}. La tabla permite visualizar que al incrementar en un 1,5% la cantidad de población que habita en el área de influencia del servicio A4 -haciendo la simplificación que el sector del A6 mantiene constante su densidad-, el valor del IAC_{CORR} de ambas líneas se equiparan.

Continuando con este ejemplo, y a los fines de verificar cómo influye la longitud del recorrido, se propone el siguiente escenario: a partir de las condiciones iniciales, donde el servicio A6 presenta mejor valor del IAC, se propone extender su recorrido considerando que por cada unidad de longitud se incorpora un área de influencia con un ancho uniforme de 800m, y suponiendo que dicha área tiene una densidad igual a 50 [hab/hect]. Esto debe considerarse así ya que una extensión de recorrido no implica sólo mayor longitud, sino que se incrementa el área de influencia y por ende la cantidad de personas “afectadas”. La Tabla 67 permite resumir esta situación.

Tabla 67. Valores de IAC_{CORR} para variaciones de la Longitud de Recorrido en zonas poco densas (50[hab/hect]). Línea A6.

LONGITUD		Variación Porcentual %	Población afectada		IAC _{GU}		IAC _{CORR}	
A4 [km]	A6 [km]		A4 [hab]	A6 [hab]	A4	A6	A4	A6
9,10	8,60	0,0%	64780	54210	2,29	2,63	163,88	166,19
9,10	8,69	1,0%	64780	54556	2,29	2,63	163,88	165,68
9,10	8,77	2,0%	64780	54903	2,29	2,63	163,88	165,17
9,10	8,94	4,0%	64780	55596	2,29	2,63	163,88	164,19
9,10	9,03	5,0%	64780	55942	2,29	2,63	163,88	163,72

Los resultados resumidos en la tabla anterior permiten inferir que al extender el recorrido, si bien el servicio atiende a mayor cantidad de personas, el valor arrojado por el indicador disminuye. Ahora bien, para verificar la variación del IAC, cuando la extensión del recorrido se realiza por zonas de alta densidad, se propone repetir el mismo ejemplo pero asumiendo que la extensión del recorrido se da en una zona con densidad de 80 [hab/hect]. Lo anterior se observa en la Tabla 68.

Tabla 68. Valores de IAC_{CORR} para variaciones de la Longitud de Recorrido en zonas de alta densidad (80[hab/hect]). Línea A6.

LONGITUD		Variación Porcentual %	Población afectada		IAC_{GU}		IAC_{CORR}	
A4 [km]	A6 [km]		A4 [hab]	A6 [hab]	A4	A6	A4	A6
9,10	8,60	0,0%	64780	54210	2,29	2,63	163,88	166,19
9,10	8,69	1,0%	64780	54823	2,29	2,63	163,88	166,39
9,10	8,77	2,0%	64780	55436	2,29	2,63	163,88	166,58
9,10	9,03	5,0%	64780	57275	2,29	2,62	163,88	167,14
9,10	9,46	10,0%	64780	60341	2,29	2,62	163,88	168,00

Los ejemplos citados en las Tablas 67 y 68 muestran la sensibilidad del IAC cuando la extensión del recorrido se produce en zonas con distintos valores de densidad de población. En el caso de zonas poco densas (Tabla 67) el IAC “penaliza” la extensión, disminuyendo su valor a medida que se incrementa la longitud de recorrido. En tanto que cuando la prolongación del trazado se da en sectores altamente poblados (Tabla 68) el IAC incrementa su valor con la longitud de recorrido, recomendando que el servicio sea extendido hacia aquellas zonas.

Con esto se logra demostrar que el IAC considera en su formulación el “costo” de ofrecer el servicio en términos de longitud. De esta forma, al considerar la extensión del recorrido, se evita favorecer siempre aquellos trazados que tienen mayor zona de influencia. Es decir, al incorporar los conceptos de densidad de población y longitud, se puede inferir cuándo es conveniente extender el recorrido. De esta manera aquellos servicios excesivamente largos no deben ser recomendados, a menos que el incremento de longitud sea en zonas densamente pobladas.

El escenario planteado anteriormente representa una solución de compromiso (“trade off”) entre extender el servicio a posibles zonas de mayor densidad, a los fines de ofrecer un servicio más accesible e incrementando el área de influencia, o bien reducir la longitud del trazado, mejorando el tiempo de viaje – y por lo tanto el nivel de servicio (IAC_{GU})- y reduciendo el “costo” de ofrecerlo.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Consideraciones iniciales.

Mediante este trabajo se ha logrado desarrollar un indicador de accesibilidad y conveniencia (IAC) que permite evaluar servicios de transporte por ómnibus considerando las expectativas de calidad que poseen los usuarios locales y con posible aplicación en el diseño de nuevos recorridos, alcanzando de esta forma el objetivo planteado inicialmente.

Para el desarrollo de dicho indicador ha sido necesario caracterizar el sistema de transporte masivo de la ciudad e indagar sobre las expectativas y preferencias que los usuarios tienen respecto de los atributos del servicio de transporte por ómnibus, es por esto que este capítulo se separará en dos partes a saber: la primera donde se enuncian las conclusiones relacionadas al indicador propuesto que es el principal resultado de este trabajo. En segundo lugar se detallan las conclusiones referidas a las características del transporte masivo de la ciudad con un enfoque centrado en las expectativas de sus usuarios.

Por último se presentan las recomendaciones para futuros estudios.

6.2 Conclusiones referidas al Indicador de Accesibilidad y Conveniencia (IAC).

La formulación del Indicador de Accesibilidad y Conveniencia para el Corredor (IAC_{CORR}) tiene una primera componente cualitativa, donde se contrastan las características operativas de los servicios a evaluar con las expectativas de calidad de los usuarios, es decir se relaciona directamente con las características de la oferta. En tanto que la segunda componente es netamente cuantitativa ya que incluye aspectos relacionados al uso del suelo –demanda- de los sectores por donde circulan las líneas y a la longitud del tramo analizado. Al considerar las componentes en conjunto se define un indicador que permite cuantificar de manera relativa –entre dos o más servicios- el grado de sustentabilidad que cada línea presenta.

Para obtener la componente cualitativa –representada por el IAC_{GU}-, se desarrollaron escalas de niveles de servicio -que “transforman” los valores de cada atributo técnico evaluado en calificaciones cualitativas- y se estimaron coeficientes de ponderación, que consideran las percepciones y expectativas de cada segmento de mercado.

Los indicadores de desempeño seleccionados para evaluar los atributos del servicio que se consideraron en este trabajo fueron fácilmente aplicables y los resultados arrojados fueron correctos. Se destaca que el atributo que más incide en el nivel de servicio agregado (IAC_{GU}) y en el valor final del indicador (IAC_{CORR}) es la Accesibilidad Temporal, ya que, no sólo es el atributo más destacado en las valoraciones

de importancia relativa, sino también que los usuarios tienen una percepción sobrevalorada del tiempo que transcurre mientras esperan la llegada del servicio.

Respecto de la componente cuantitativa, compuesta por el cantidad de “habitantes afectados” –dentro del área de influencia del servicio- y el valor de longitud de tramo, se observa que el indicador varía de manera proporcional con el incremento de densidad y es variable al aumento de la distancia recorrida –según sea la densidad de población-. Esto es razonable, ya que si se incrementa la densidad y se mantienen constantes las restantes variables, el indicador arrojará mejores resultados para aquellos servicios que circulen por zonas más pobladas, favoreciendo el acceso a mayor cantidad de personas. En tanto que la longitud del tramo evaluado afecta de manera inversa (pero no proporcional) al resultado del indicador si la densidad es media o baja pero se incrementa si la densidad es alta.

El análisis de la variación del indicador respecto a la longitud de tramo merece un análisis más detallado. Se explicó anteriormente que el objeto del IAC_{CORR} es evaluar porciones de recorridos que vinculan un determinado sector urbano con el área central, es decir, tramos más extensos implican una mayor área de influencia pero a su vez significan más tiempo de viaje y una mayor cantidad de recursos. Ahora bien, existen situaciones en que para acceder a las zonas más densas es necesario desviarse de las vías principales, incrementando la longitud recorrida, casos en los cuales se presenta una situación de compromiso (“trade off”). Si la extensión del recorrido permite acceder a zonas de gran densidad de población entonces se justificaría el incremento en la distancia recorrida –caso mostrado en Tabla 68-, en cambio si la extensión es por zonas de densidad media o baja el indicador arrojará valores menores –tal como es el caso del ejemplo en la Tabla 67- de esta forma el indicador permite inferir que geometría es más favorable a los fines de acceder a mayor cantidad de habitantes sin incurrir en recorridos extensos.

Si bien previo al cálculo del indicador es necesario disponer de una zonificación realizada en base a las características socioeconómicas, con el objeto de obtener áreas homogéneas para asociarlas con un segmento de mercado determinado, se trata de una metodología factible de ser aplicada en cualquier sector de la ciudad de Córdoba y posible de ser adaptada a otras ciudades Latinoamericanas ya que la zonificación se logra en base a información que frecuentemente está disponible en las instituciones gubernamentales locales. En tanto que los datos relativos a las valoraciones cualitativas de los usuarios pueden ser adaptados a través de breves encuestas a usuarios locales.

Se ha podido verificar, a partir de los ejemplos mostrados en el Capítulo 5, que existe cierta relación entre el valor del indicador (IAC_{CORR}) y el índice pasajero/kilómetro en las líneas analizadas. Aunque para confirmar esta tendencia es necesario contar con mayor cantidad de datos que permitan un análisis estadístico.

El indicador considera las expectativas que los usuarios de los distintos segmentos tienen respecto de las distintas variables del servicio. Esto se logra no sólo a través de los coeficientes de ponderación –para cada grupo-, sino también que el indicador considera variaciones en la predisposición a caminar, a través del incremento en el área de influencia en aquellos sectores donde predominan usuarios de menores recursos. Esto significa que el indicador es favorable a aquellos servicios que sirven a zonas de menores recursos que son quienes necesitan en mayor grado del servicio masivo de transporte. El indicador también es sensible a longitud de viaje realizada, es decir, los resultados de la encuesta permiten inferir que la valoración de calidad respecto del tiempo de viaje es variable según la longitud del mismo y el indicador incluye esto al definir escalas de niveles de servicio diferentes en función de la longitud de viaje a realizar. En este aspecto el indicador también permite considerar la comodidad del viaje, la cuál puede considerarse variable, es decir en base al supuesto de que la disponibilidad de asientos disminuye a medida que el servicio se aproxima al área central, el indicador es variable según la localización del tramo puntual analizado.

6.3 Conclusiones referidas a las características del sistema de transporte público de Córdoba.

Las conclusiones respecto de las características del transporte público de Córdoba están relacionadas a la aplicación de la encuesta en paradas que se realizó a los usuarios.

La principal característica a mencionar es que los usuarios destacan al Tiempo de Espera como la variable de mayor importancia relativa y que tiene menor calificación respecto del servicio ofrecido actualmente. En tanto que las Cuadras Caminadas representan la variable menos importante y con mayor calificación. Esto permite inferir que los usuarios estarían dispuestos a caminar una mayor distancia si a cambio se reduce el tiempo de espera.

Los resultados arrojados por la encuesta muestran que la distancia caminada promedio –para todo el conjunto de entrevistados- es de 448 metros en el área central y 262 metros en los sectores barriales, valores que son considerados escasos si se tiene en cuenta que la ciudad de Córdoba tiene un ejido municipal extenso con diversos barrios periféricos. La diferencia de distancia caminada entre el sector barrial y el centro urbano se corresponde con la concentración de líneas que existe en determinadas vías en el área central y con el trazado poligonal que los servicios tienen en áreas barriales.

Asimismo el tiempo de espera medio declarado por los usuarios es de 18,13 minutos lo cual consideramos es elevado ya que se debe considerar que se trata de un servicio de transporte del tipo urbano que debería acusar intervalos menores.

El análisis anterior puede contrastarse con la revisión histórica del transporte público de Córdoba realizada por *Mellibosky (1987)* –mencionada en el Capítulo 3-, donde se puede observar que la Municipalidad, a través de sus ordenanzas regulatorias, menciona como prioridad la distancia de caminata y la cobertura geográfica del servicio pero no destaca aspectos relacionados a limitar el tiempo entre servicios. Tal vez esta sea una de las razones por las cuales los usuarios de la Ciudad de Córdoba caminan “poco” y esperan “mucho”.

Otra característica a destacar es la sobrevaloración que los usuarios tienen respecto del tiempo de espera. Los valores acusan una sobrevaloración entre 2 y 4 veces el tiempo de espera “real” estimado, valores que están acordes a otros estudios anteriores. Dentro de este aspecto se destaca que se pudo interpretar que la sobrevaloración disminuye a medida que el tiempo de espera es mayor, es decir, el usuario sobrevalora más las esperas cortas.

Además el tiempo de espera aparece como la variable que mayor sensibilidad tiene en su calificación e importancia respecto de variaciones en el tiempo de viaje.

Respecto de los coeficientes de ponderación obtenidos a partir de la encuesta, se destaca que si bien los pesos relativos acusan diferencias entre los nueve segmentos de mercado definidos, éstas no son tan importantes como para producir alteraciones significativas en la valoración cualitativa final (IAC_{GU}). Las tendencias de que el Tiempo de Espera es la variable de mayor importancia y la Distancia Caminada la de menor importancia se mantiene para todos los grupos.

Respecto de la aplicación de las encuestas en campo, la planificación de la misma se consideró satisfactoria, coincidiendo las previsiones de tiempo y recursos necesarios para cumplir con el tamaño muestral requerido. Se destaca la importancia de contar con supervisores de campo que controlen la tarea de los encuestadores y los asistan ante cualquier inconveniente o duda para mejorar la calidad de la información relevada. En este punto también es importante desatacar la necesidad de hacer pruebas piloto para confirmar que los datos relevados son consistentes.

6.4 Recomendaciones.

Debido a la similitud que presentaron los coeficientes de ponderación para los distintos segmentos de mercado, se recomienda para futuros trabajos utilizar técnicas que permitan obtener no sólo la importancia relativa respecto del orden de las variables en cuestión (ranking) sino también la intensidad o distancia que cada una tiene respecto de la otra. Tal vez pueda verificarse la aplicación de técnicas como el Método de Jerarquías Analíticas o similares.

Una recomendación a considerar en futuras encuestas es que se debe considerar que no todos los usuarios están dispuestos a responder sobre sus ingresos. A los fines de caracterizar los distintos grupos de usuarios y en el caso de que el tipo de encuesta lo permita, se debe considerar las escalas empleadas en estudios de mercado denominadas Índice de Nivel Socio Económico, donde se estima en el segmento al que corresponde el entrevistado sin solicitar datos sobre ingresos. Este tipo de escala no se utilizó en este trabajo por el límite de tiempo que implica hacer encuestas en paradas.

Se espera que el trabajo contribuya a mejorar las técnicas de diseño de recorridos incorporando los aspectos de satisfacción de los usuarios y las medidas de evaluación desempeño. Las líneas de investigación que se destacan a partir de este trabajo son: -Determinación del valor del tiempo de usuarios locales según distintos niveles socioeconómicos, -Estimación de la sobrevaloración del tiempo de espera en paradas con avisos variables de información del tiempo de arribo a los fines de comparar las percepciones de los usuarios con las obtenidas en este trabajo, -Determinar qué grado de relación existe entre densidad poblacional y la cantidad de pasajeros transportados en el caso de ciudades locales

Referencias

- ACOSTA HERNÁNDEZ, Gabriela. (2009). *“Identificación y evaluación de indicadores de calidad en terminales de transporte automotor de pasajeros”*. Tesis Maestría em Ciencias de Ingeniería Mención Transporte. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- BERRY, Leonard L. y PARASURAMAN, A. (1993) *“Marketing en las empresas de servicios: compita mediante la calidad”*. Grupo Editorial Norma. Barcelona, España.
- BERRY, Leonard L.; SEIDERS, Kathleen; GREWAL, Dhruv. (2002). *“Understanding service convenience”*. Journal of Marketing, Julio 2002 Vol.66, pp1-17.
- CANÇADO, Vera L. (1999). *“Competitividade e Desempenho nos Serviço de Transporte Urbano por Ônibus”*. XXIII Encontro da ANPAD, Foz do Iguaçu / PR, Brasil.
- CERVERO, Robert. (2005). *“Accessible Cities and Regions: A Framework for Sustainable Transport and Urbanism in the 21st Century”*. Working Paper, Berkeley Center for Future Urban Transport University of California, USA.
- CNRT -Comisión Nacional De Regulación Del Transporte-. (2001). *“Índices de Calidad del Autotransporte Público Urbano de Pasajeros”*. Departamento Gerencia de Calidad y Prestación de Servicios. Argentina.
- CNRT -Comisión Nacional De Regulación Del Transporte-. (2007). Informes de asignación SISTAU. Disponible en www.cnrt.gov.ar, accedido en Agosto de 2007.
- CUNHA GUIMARÃES, Alessandra. (2003) *“Potencial de retenção dos usuários de ônibus de uma empresa de transporte”*. Tese de Mestrado em Engenharia de Transportes. PET-COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
- D’AGOSTO, Márcio de Almeida. (2008) Notas de Aula Disciplina *“Análise de Desempenho em Transportes”*. Disciplina do Programa de Engenharia de Transportes. COPPE- UFRJ. Brasil.
- DA CUNHA, Carlos Alexandre. (2005) *“Relações entre Características de Linhas de Transporte Coletivo Urbano e de Áreas Urbanas”*. Tese Mestrado. Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Brasil.

DASKALAKIS, Nikolaos G. y STATHOPOULOS, Anthony. (2008). *“Users’ Perceptive Evaluation of Bus Arrival Time Deviations in Stochastic Networks”*. Journal of Public Transportation, Vol. 11, No. 4.

DE SOUZA, Holanda Hélio Henrique. (2001). *“Avaliação do desempenho de sistemas de transporte público urbano sob a ótica da eficácia”*. Tese Mestrado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ. Brasil.

DNRPA -Dirección Nacional Registro De Propiedad Del Automotor-. (2006) Sitio Web: www.dnrpa.gov.ar .

EMTU -Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo-. (2005) *“IQT – Índice de Qualidade do Transporte: uma ferramenta na gestão do transporte na Região Metropolitana de São Paulo”*. Brasil.

FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto y TORRES, Isaac Guillermo Espinosa. (2004) *“Transporte Público Urbano”*. Segunda Edición. Editorial RiMa. São Carlos, Brasil.

FIELDING, Gordon J.; GLAUTHIER, Roy E. y LAVE, Charles A. (1978) *“Performance Indicators for Transit Management”*. Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine. USA.

FIELDING, Gordon J.; BABITSKY, Timlynn L. y BRENNER, Mary E.. (1983) *“Performance Evaluation for Fixed-Routed Transit: the Key to Quick, Efficient and Inexpensive Analysis”*. Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine. USA.

GALARRAGA, Jorge; HERZ, Marcelo y DEPIANTE, Violeta. (2005) *“Análisis de velocidad del transporte público en calles urbanas”* - I.S.I.T. –Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

GASPARINI, Leonardo; MARCHIONNI, Mariana, SOSA ESCUDERO, Walter. (2001). *“La distribución del ingreso en la argentina: Evidencia, determinantes y políticas.”*. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

HESS, Daniel Baldwin; BROWN, Jeffrey; SHOUP, Donald. (2004). *“Waiting for the Bus”*. Journal of Public Transportation, Vol. 7, No. 4.

HERZ, Marcelo; GALARRAGA, Jorge; FALAVIGNA, Claudio. (2009). *“Modelo de tiempo de espera percibido en servicios de ómnibus urbanos”*. XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), Vitória-ES, Brasil.

IEyD – Instituto de Estadística y Demografía. (1994). *“Encuesta Origen-Destino. Ciudad de Córdoba.”*. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba.

IERAL- Instituto de Estudios sobre Realidad de América Latina. (2000). *“Encuesta Origen-Destino de la Ciudad de Córdoba”*. Córdoba.

ISIT – Instituto Superior de Ingeniería de Transporte. (2000). Base de datos de la Encuesta Origen Destino de la Ciudad de Córdoba. Año 2000.

KANAFANI, Adib. (1983) *“Transportation Demand Analysis”*. University of California, Berkeley. McGraw – Hill Book Company. USA.

KOTLER, Phillip. (2001) *“Dirección de Marketing. Edición del Milenio”*. Décima Edición. Pearson Education, Méjico.

KOTLER, Phillip y ZALTMAN, Gerald. (1971) *“Social Marketing: An approach to planned social change”*. Journal of Marketing, Vol35 p.3-12.

LARSON, Richard.C. y ODoni, Amedeo.R. (1981). *“Urban operations research”*. Prentice Hall, NJ. Disponible en http://web.mit.edu/urban_or_book/www/book/

LIMA JÚNIOR, Orlando Fontes. (2001) *“Análise e avaliação do desempenho dos serviços de transporte de carga”*. En CAIXETA-FILHO, José Vicente; MARTINS, Ricardo Silveira (Org.). “Gestão Logística de transporte de cargas”. 1 ed. São Paulo: Atlas S.A, 2001, v., p.108-147

LUETHI, Marco; WEIDMANN, Ulrich; NASH, Andrew. (2006). *“Passenger arrival rates at public transport stations”*. Institute for Transport Planning and Systems, ETH Zurich. Suiza.

MANHEIM, Marvin L. (1979) *“Fundamentals of Transportation Systems Analysis. Volume 1: Basic Concepts”* MIT Press. Massachusetts, USA.

MELLIBOSKY, Raúl L. (1987). *“Córdoba – Planificación Municipal del Transporte Urbano”*. II Encuentro Latinoamericano sobre Transportes Urbanos. Septiembre de 1987, Córdoba.

MERCEDES-BENZ DO BRASIL S.A. (1987) *“Sistema de Transporte Coletivo Urbano por ônibus-Planejamento e Operação”*. Departamento de Sistemas de Trânsito e Transporte, São Bernardo de Campo, São Paulo. Brasil.

MINISTERIO DE FOMENTO DE ESPAÑA. (2006) *“Manual de Apoyo para la implantación de la Gestión de la Calidad según Norma UNE-EN13816 en Empresas de Transporte de Viajeros por Carretera”* Fundación CETMO, España.

MISHALANI, Rabi G.; MCCORD, Mark M.; WIRTZ, John. (2006). *“Passenger Wait Time Perceptions at Bus Stops: Empirical Results and Impact on Evaluating Real-Time Bus Arrival Information”*. Journal of Public Transportation, Vol. 9, No. 2.

MORI SOCIAL RESEARCH INSTITUTE. (2002) *“Public Service Reform: Measuring & Understanding Customer Satisfaction”*. Office of Public Services Reform, Reino Unido.

MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. (2006) *“Córdoba una ciudad en cifras: Guía estadística 2006”*. Sitio Web: <http://www.cordoba.gov.ar>, accedido Agosto 2007.

MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. (2007) *“Córdoba una ciudad en cifras: Guía estadística 2007”*. Sitio Web: <http://www.cordoba.gov.ar> accedido en Agosto de 2007.

MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA. (2008) *“Barrios Bajo la Lupa.”*. Sitio Web: <http://www.cordoba.gov.ar> accedido en Septiembre de 2008. Córdoba, Argentina.

MURALHA, Marcos. (1990) *“Contribuição Para Análise do Desempenho do Sistema de Transporte de Passageiros por Ônibus”*. Tese de Mestrado em Engenharia de Transportes. PET-COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

MURRAY, Alan; DAVIS, Rex; STIMSON, Robert; FERREIRA, Luis. (1998). *“Public Transportation Access”*. Transportation Research Part D. Vol.3 No.5, pp319-328. Elsevier, Great Britain.

ORTÚZAR, Juan De Dios. (2000). *“Modelos de Demanda de Transporte”*. Segunda Edición. Grupo Editor Alfaomega. Méjico, D.F.

QUATTRO. (1998) *“Final Report Synthesis and Recommendations Project Acronym:QUATTRO”*. European Commission Under the Transport RTD Programme.

RATTON NETO, Hostilio Xavier. (1997) *“Serviços Diversificados para um Transporte Público mais Humano”*. 11º Congresso Nacional de Transportes Públicos, Belo Horizonte. Associação Nacional de Transportes Públicos. São Paulo, Brasil:

RICHARDSON, Anthony J.; AMPT, Elizabeth S.; MEYBURG, Arnim H. (1995). *“Survey Methods for Transport Planning”*. Eucaliptus Press disponible en <http://www.transportsurveymethods.com.au/>, accedido en Septiembre de 2007.

RIERA, Alicia y VANOLI, Alicia. (2002). *“Evolución de la movilidad en la Ciudad de Córdoba en la década del '90”*. Centro de Estudios de Transporte (CETTRAN), Universidad Nacional de Córdoba.

ROOD, Timothy. (1998). *“The Local Index of Transit Availability: an implementation manual”*. Produced by The Local Government Commission. Sacramento, CA.

RUBINSTEIN, Elias. (2004) *“Avaliação da Qualidade Demandada para o Transporte Público Coletivo por Ônibus na Cidade de Montevideú”*. Tese Mestrado. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Brasil.

SÁNCHEZ, Jorge; CORTÉS, Antonio David; DOMEQ, Roberto; GALASSO, Daniel Eduardo y PARODI, Eduardo. (2009a) *“Transporte Público Automotor de Pasajeros en Argentina”*. Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial (C3T). Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.

SÁNCHEZ, Jorge. (2009b) *“Comparación de funciones de costo (y producción) entre los operadores de transporte público automotor de pasajeros en diversas ciudades de Argentina”* XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público Urbano (CLATPU). Buenos Aires, Argentina.

SANTANA FILHO, Antonio Ribeiro. (1984) *“Avaliação do Desempenho de Serviços de Ônibus Urbano do Ponto de Vista do Usuário”*. Tese de Mestrado em Engenharia de Transportes. PET-COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

SEGUÍ PONS, Joana María y PETRUS BEY, Joana María. (1991). “Geografía de redes y sistemas de transporte”. Primera Edición. Editorial Síntesis, España.

STRADLING, Stephen; ANABLE, Jillian; CARRENO, Michael. (2007) *“Performance, importance and user disgruntlement: a six-step method for measuring satisfaction with travel modes”*. Transportation Research Part A 41 p. 98–106.

TAYLOR, Brian D.; ISEKI, Hiroyuki; MILLER, Mark A.; SMART, Michael. (2009). *“Thinking Outside the Bus: Understanding User Perceptions of Waiting and Transferring in Order to Increase Transit Use.”*. Research Report. California Partners For Advanced Transit And Highways (PATH), January 2009, USA.

TECCO, Claudio. (1999). ***“Periurbanización y metropolización, desafíos y cuestiones críticas en el área metropolitana Córdoba”***. Instituto de Investigación y Formación en Administración Pública (IIFAP), Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

THOMSON, Ian. (2002) ***“Impacto de las tendencias sociales, económicas y tecnológicas sobre el transporte público: una investigación preliminar en ciudades de América Latina”***. CEPAL N°41 Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile.

TRB -Transportation Research Board-. (1999). ***“A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality”***. TCRP Report 47. National Research Council, Washington D.C.

TRB -Transportation Research Board-. (2000). ***“Highway Capacity Manual 2000”***. National Research Council, Washington D.C.

TRB -Transportation Research Board-. (2003) ***“Transit Capacity and Quality of Service Manual”***. Second Edition. TCRP Report 100. Washington, D.C.

TRB -Transportation Research Board-. (2004) ***“Traveler Response to Transportation System Changes Chapter 9—Transit Scheduling and Frequency”***. TCRP Report 95. Washington, D.C.

U.S.D.O.T.-United States Department Of Transportation-. (1977) ***“A Study of Efficiency Indicators of Urban Public Transportation Systems”***. Washington D.C. USA.

U.S.DOT – U.S. Department of Transportation. (1996). ***“Travel Survey Manual”***. Julio de 1996, USA.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. (1996) ***“Transporte Urbano Nos Países em Desenvolvimento Reflexoes e Propostas”***. Editora Annablume. São Paulo, Brasil.

VIEIRA, Alexandre Barra. (1999) ***“Roteirização de Ônibus Urbano: Escolha de um Método Para as Grandes Cidades Brasileiras”***. Tese Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Brasil.

VUCHIC, Vukan R. (1981) ***“Urban Public Transportation. Systems and Technology”***. University of Pennsylvania. Prentice Hall INC, New Jersey, USA.

ZEITHAML, Valerie A.; PARASURAMAN A. y BERRY Leonard L. (1985) ***“A conceptual Model of Service Quality and its implications for future research”***. Journal of Marketing.

Base de Datos en SPSS obtenida a partir de la encuesta a usuarios del servicio de ómnibus.