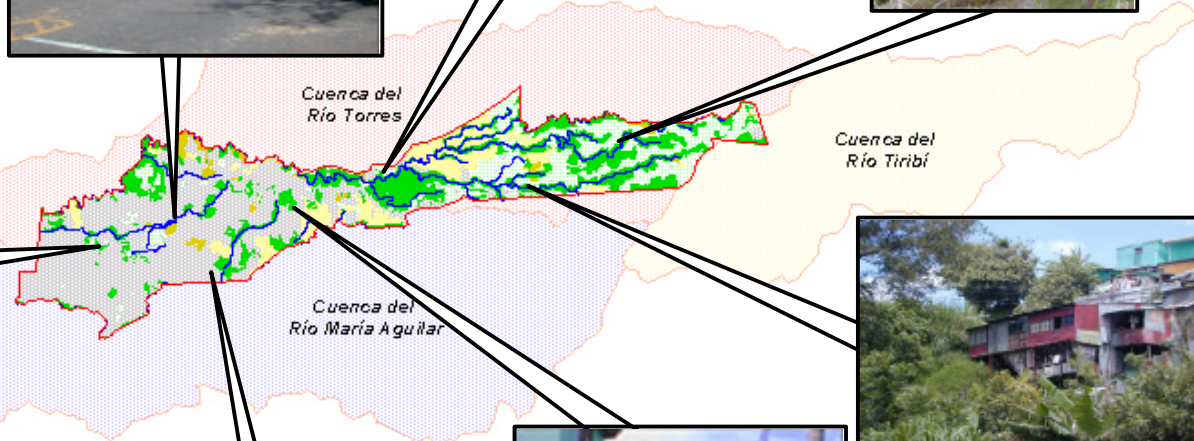


Transporte Diagnóstico Parte 1



PLAN REGULADOR MONTES DE OCA

Elaborado por:
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

Abril, 2001





DIAGNÓSTICO USO DEL SUELO

ÍNDICE

Sección I

Transporte Público

Sección II

Peatones - Aceras

Sección III

Estacionamientos)

Sección IV

Diagnóstico de accesibilidad a escuelas

Sección V

Contaminación del Aire

Sección VI

Pavimentos en Urbanizaciones

Sección VII

Resumen del Informe: optimización de la Red Vial en Montes de Oca (L.C.R. Logística S.A.)

Sección VIII

Resumen de Informe: Reorganización del Transporte Público Colectivo en Montes de Oca (INGETRans Consultores S.A.)

Elaborado por: Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS) de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica.

Para: Municipalidad de Montes de Oca

Dirección y Coordinación: Dr. Rosendo Pujol Mesalles
Lic. Luis Ml. Zamora González

Equipo de trabajo: Ing Naomi Roper Small
Ing. José Antonio Campos Salas
Nidia Cruz Zúñiga
Johanna Salas Jiménez
Silvia Valentinuzzi Núñez
Ing. Cristian Mata Quesada
Arturo Chaves Garro
Gabriel Odio Ibarra
Marcos Sánchez Pérez

SECCIÓN I

Transporte Público

Análisis de las rutas del transporte público colectivo (autobuses)

1.1 Introducción

El siguiente informe consiste en un estudio de las paradas y rutas de los autobuses en el cantón de Montes de Oca. Esto con el objetivo de evaluar las principales vías de circulación de este modo de transporte y las áreas de influencia de sus paradas.

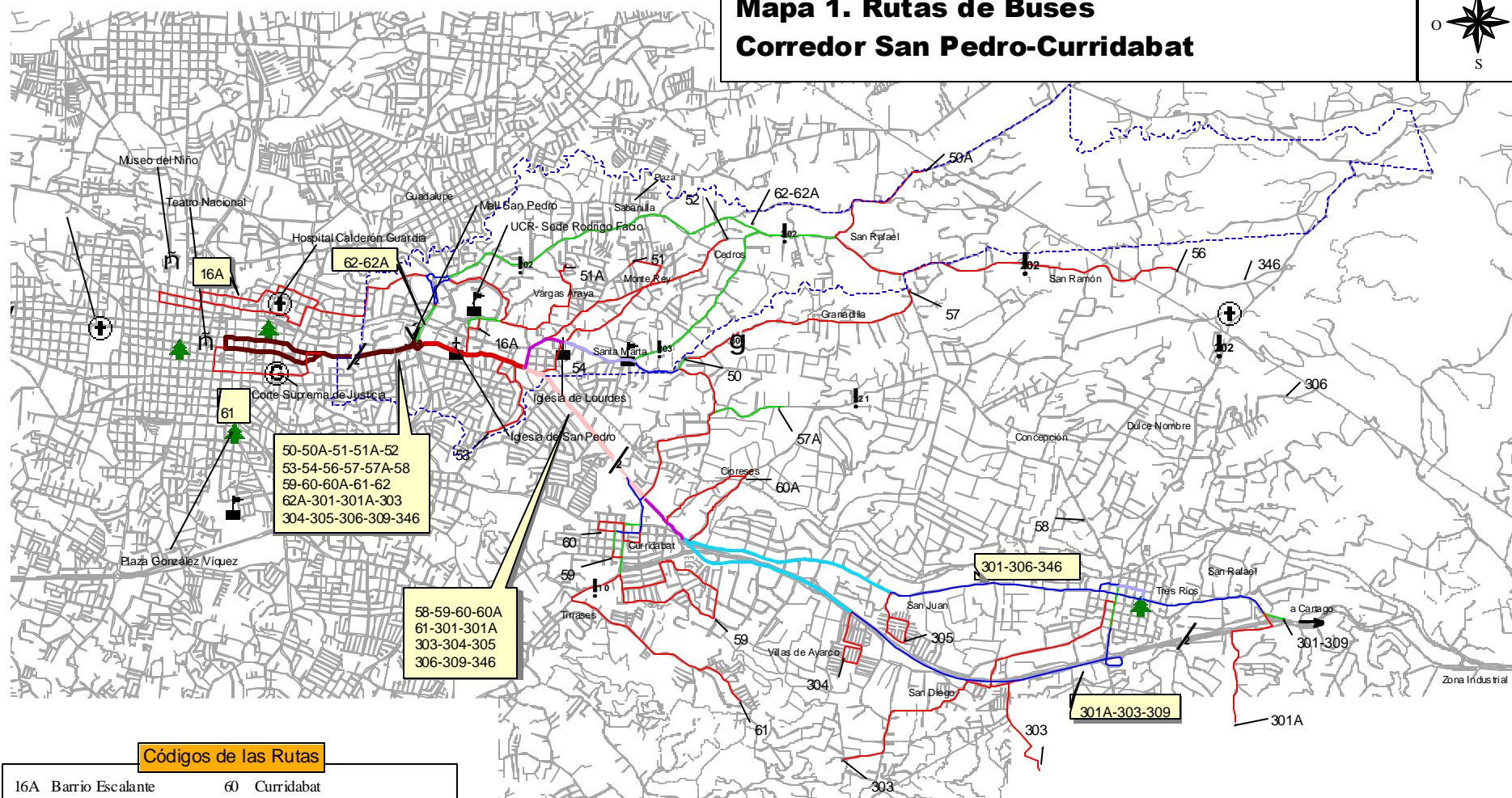
La metodología empleada se caracteriza por trabajo de campo para ubicar las paradas de los autobuses y para elaborar el conteo de los mismos en diferentes puntos de las vías que son utilizadas en sus recorridos. Para identificar las rutas de los buses, se utilizó el estudio “Reorganización del Transporte Público Colectivo en el Area Metropolitana de San José” elaborado por L.C.R. Logística S.A. Además, se definen zonas de influencia de 200m y 500m para cada una de las paradas sobre las calles del cantón. El estudio anterior se aplicó, también, a los autobuses que prestan el servicio a los estudiantes de la Universidad de Costa Rica, donde se cuenta con una lista de los horarios de las diferentes líneas autorizadas. Una lista similar se tiene para la Universidad Latina.

1.2 Rutas y paradas de autobuses públicos

En el mapa 1 se presentan las rutas del transporte público en los sectores de San Pedro, Curridabat, Sabanilla, Tres Ríos y otros; donde se resalta la existencia de carreteras en San Pedro, con los tramos de mayor números de rutas de buses, donde estos se encuentran entre 13 y 25; el hecho de poseer vías con estos niveles de circulación contribuyen al congestionamiento vial desde la fuente de la Hispanidad hasta el centro de San José. Esto se debe a que esta carretera, conocida como la avenida primera de este distrito, es una de las principales vías de paso para Curridabat, Tres Ríos, Cartago, Sabanilla, San Rafael, etc. Además, de todas las rutas de buses estudiadas, la única que utiliza una vía alterna para desplazarse hasta San Pedro corresponde a Barrio Escalante, por lo cual las restantes 25 rutas emplean el tramo que se extiende aproximadamente desde el Edificio de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) hasta la fuente de la Hispanidad. Seguidamente, el tramo desde la fuente hasta la intersección del Muñoz y Nanne tiene de 21 a 23 rutas, de donde estas se dividen en alrededor de 13 a 14 rutas hacia Curridabat y de 6 a 9 con destino hacia Santa Marta, Vargas Araya, Cedros entre otros.

Otro aspecto interesante es el servicio que se presta en San Rafael, pues al observar el mapa anterior, se puede apreciar como las rutas de los buses se encuentran ubicadas en la periferia del distrito, por lo que la parte central del mismo no se encuentra cubierto por el recorrido del transporte público colectivo. Esto genera que las personas que habitan en esta zona posean vehículo propio o tengan que recurrir a los taxis o deban caminar para poder llegar a esos lugares.

Mapa 1. Rutas de Buses Corredor San Pedro-Curridabat



50-50A-51-51A-52
53-54-56-57-57A-58
59-60-60A-61-62
62A-301-301A-303
304-305-306-309-346

58-59-60-60A
61-301-301A
303-304-305
306-309-346

301-306-346

301A-303-309

Códigos de las Rutas

16A Barrio Escalante	60 Curridabat
50 Santa Marta	60A Cipreses
50A San Rafael - Salitrillos	61 Curridabat-Tirrases
51 Vargas Araya	62 Sabanilla
51A Carmiol	62A Sabanilla (Busetas)
52 Cedros	301 Tres Ríos
53 Barrio Pinto	301A San Vicente de Tres Ríos
54 Calle Siles	303 San Diego de Tres Ríos
56 San Ramón de Tres Ríos	304 Villas de Ayarco
57 Granadilla	305 Montufar
57A Guayabos	306 El Alto del Carmen de Tres Ríos
58 Concepción de Tres Ríos	309 Tres Ríos (Busetas)
59 Curridabat- La Lía	346 Dulce Nombre de Tres Ríos

Simbología

- Cantón Montes de Oca
- Número de rutas por tramo
- Centro Educativo
- Edificio gubernamental
- Hospital / Centro de salud
- Iglesia
- Interés Cultural
- Parque /Plaza
- Local comercial

Señal de identificación en Carreteras:
Primaria, Secundaria, Terciaria

Fuente: MOPT, ProDUS 2000

Plan Regulador de Montes de Oca



A continuación se presenta un resumen de los conteos vehiculares en las estaciones de recuento utilizadas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes que se encuentran en el cantón (ver mapa 2); donde se muestra el tránsito diario para cada estación y se indica también el número de autobuses diarios, estos valores representan el conteo en ambos sentidos donde los totales se encuentran entre 9000 y 55000 vehículos diarios con una máximo de 2800 autobuses (ver tabla 1). Además, se presentan los gráficos del conteo de autobuses realizado por personal de ProDUS (tabla 2), donde se grafican las rutas de buses con mayor número de viajes y el número total de buses que circularon en el periodo de conteo (6:30 a 11:30 de la mañana) en el tramo San José – Fuente de la Hispanidad; donde para el sentido este-oeste se pueden observar valores que oscilan entre 29 y 54 unidades cada 15 minutos, y en sentido oeste-este entre 27 y 44.

Los gráficos 1 y 3 representan el número de buses que pasaron cada 15 minutos por el sector de la Fuente de la Hispanidad-San José para las rutas que al final del periodo de conteo realizaron mayor número de viajes. Para el recorrido con sentido este-oeste (gráfico 1) se observa que entre 6:30 y 9:00 se producen grandes variaciones en el número de unidades que son utilizadas por las diferentes empresa encargadas de brindar el servicio, ya que precisamente en ese periodo es cuando se presentan los máximos. Después de las 9:00 de la mañana, aproximadamente, la cantidad de unidades por ruta tienden a ser constantes, con variaciones de un autobús. La única ruta que no lo cumple corresponde a la de Cedros, ya que el número de unidades tiende a mantenerse constante con cambios de dos autobuses. En el sentido oeste-este se presenta un comportamiento similar al descrito anteriormente, solo que ahora la ruta que no sigue el patrón indicado es la de Tres Ríos.

En los gráficos 2 y 4 se puede ver como el total de buses que pasa por el tramo San José hacia la Fuente de la Hispanidad o viceversa, presentan el mayor flujo en el periodo de 6:30 a 8:30 de la mañana. Esto se debe principalmente a que este intervalo de tiempo comprende las horas de entrada a clases por parte de los estudiantes y de las personas a sus respectivos trabajos.

Tabla 1. Tránsito diario registrado por las estaciones de recuento en ambos sentidos en el cantón

Estación	Tramo	Total de vehículos diarios	Total de buses diarios
3	San Pedro-San José	23228	2882
137	San Pedro-Y Griega	46127	729
171	San Pedro-Sabanilla	8762	356
175	Guadalupe-Betania	16286	262
177	San Pedro-Rotonda Bandera	54175	789
183	San José-San Pedro	24558	2638
186	Rotonda Bandera-Rotonda Guadalupe	33442	191
726	Santa Teresita-Rotonda Bandera	9964	172

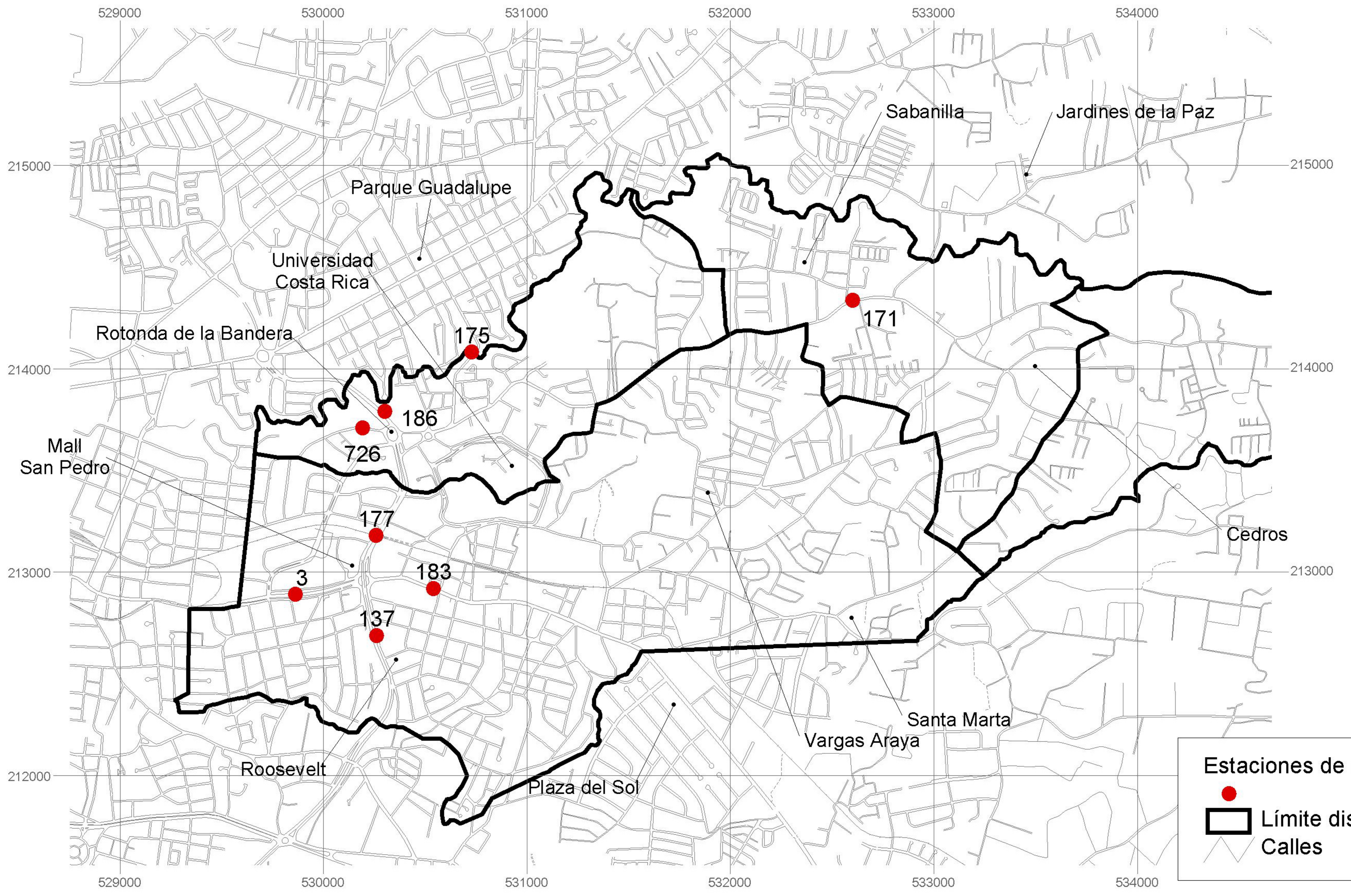
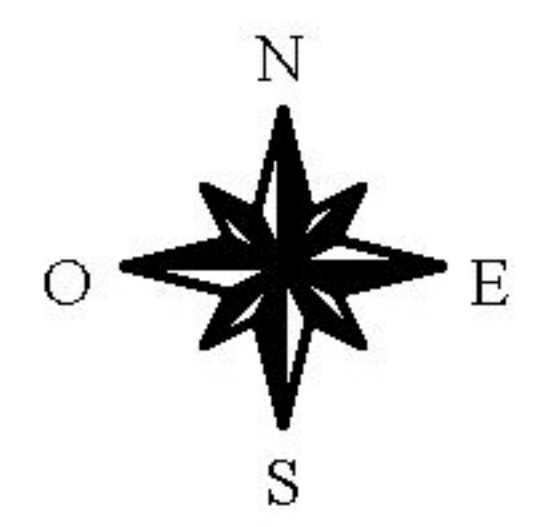
Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte, datos para las estaciones 137, 177 y 186 de 1998 , las restantes de 1999.

Tabla 2. Total de autobuses cada 15 minutos en el Corredor San Pedro

Tiempo	Sentido de San José hacia la Fuente de la Hispanidad	Sentido de la Fuente de la Hispanidad hacia San José
6:30-6:45	43	49
6:45-7:00	43	42
7:00-7:15	32	52
7:15-7:30	33	54
7:30-7:45	39	53
7:45-8:00	38	38
8:00-8:15	43	54
8:15-8:30	44	44
8:30-8:45	42	36
8:45-9:00	27	35
9:00-9:15	28	33
9:15-9:30	29	32
9:30-9:45	27	36
9:45-10:00	36	29
10:00-10:15	26	35
10:15-10:30	29	31
10:30-10:45	33	29
10:45-11:00	24	33
11:00-11:15	29	29
11:15-11:30	29	35

Fuente: Programa de Investigación en desarrollo Urbano Sostenible, conteos de autobuses 31/08/2000

Mapa 2. Estaciones de recuento del MOPT en Montes de Oca



Estaciones de recuento
 Estaciones de recuento
 Límite distrital
 Calles

Fuente: Mapas IGN, escala 1:10000. ProDUS. MOPT.

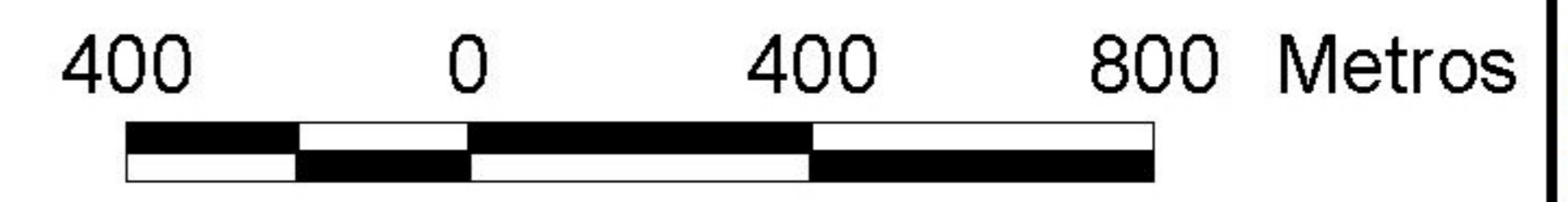


Gráfico 1. Número de autobuses por ruta en el tramo de la Fuente de la Hispanidad hacia San José Sentido Este-Oeste (fecha de conteo 31/08/2000)

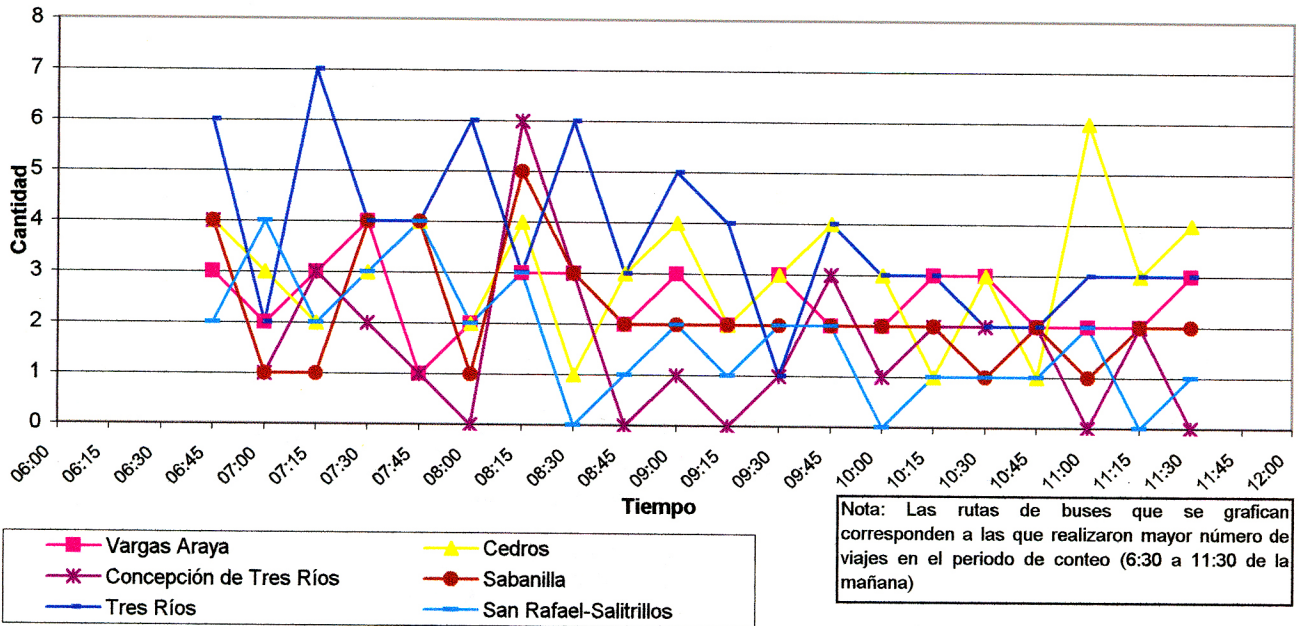
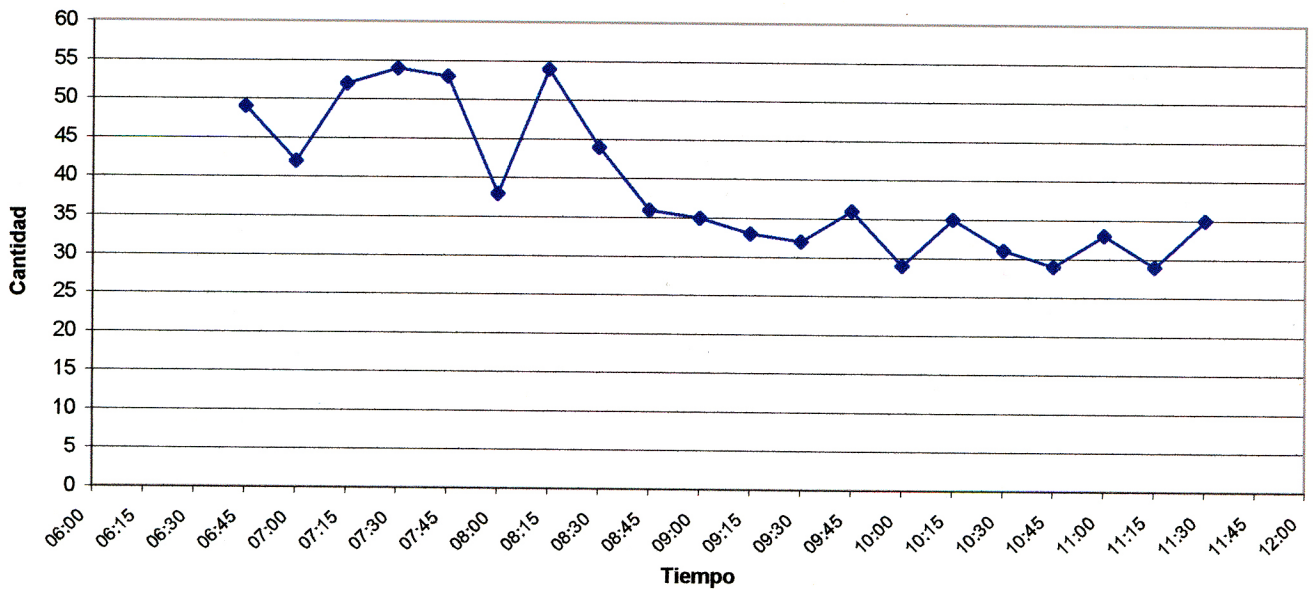


Gráfico 2. Total de autobuses en el tramo de la Fuente de la Hispanidad hacia San José Sentido Este-Oeste



**Gráfico 3. Número de autobuses por ruta en el tramo de San José hacia la Fuente de la Hispanidad
Sentido Oeste-Este (fecha de conteo 31/08/2000)**

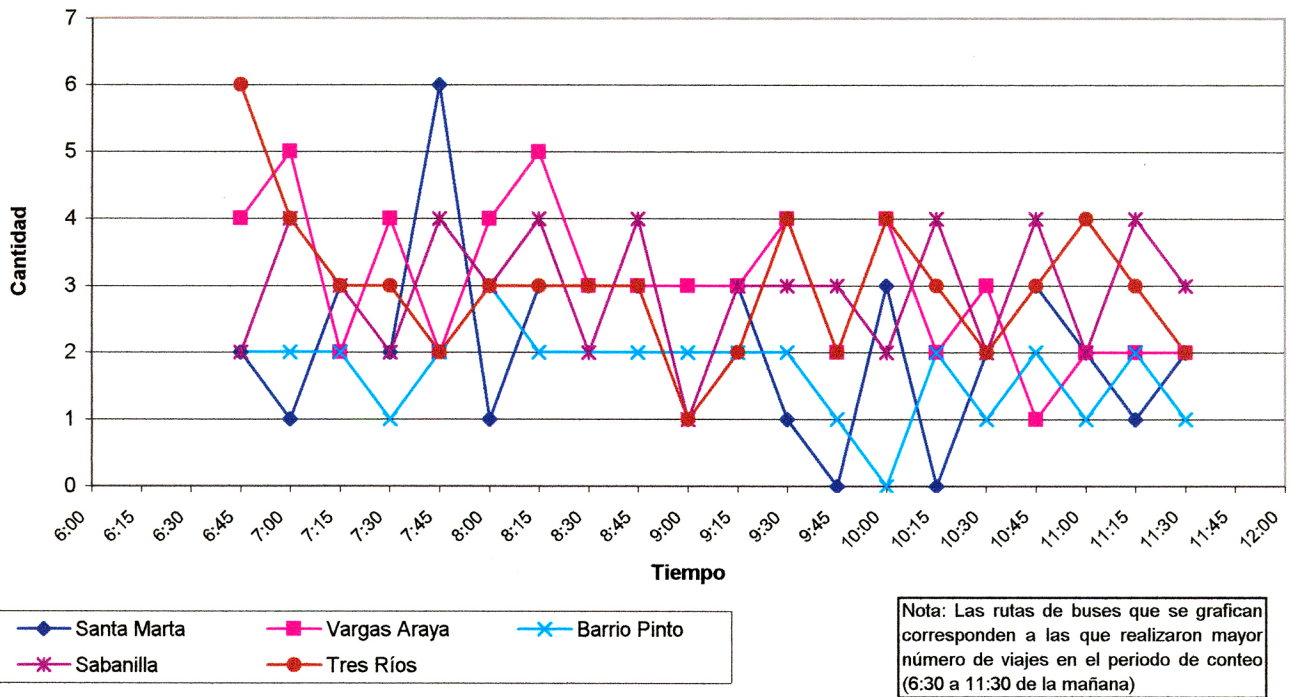
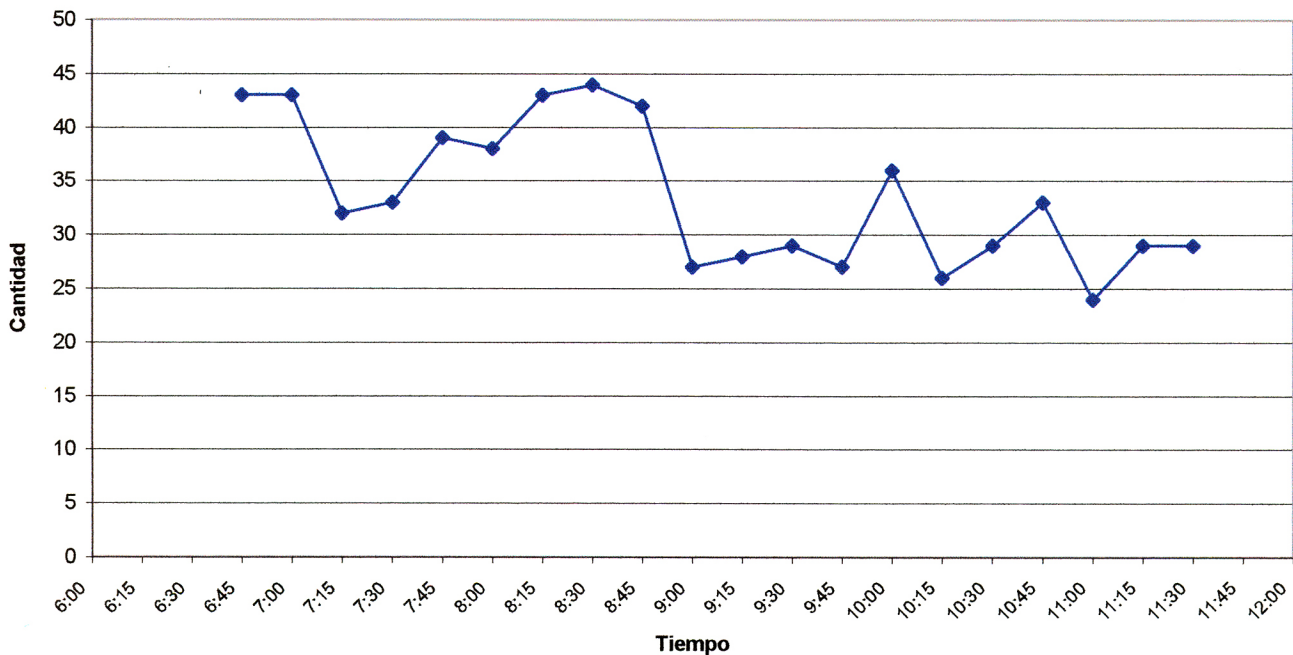


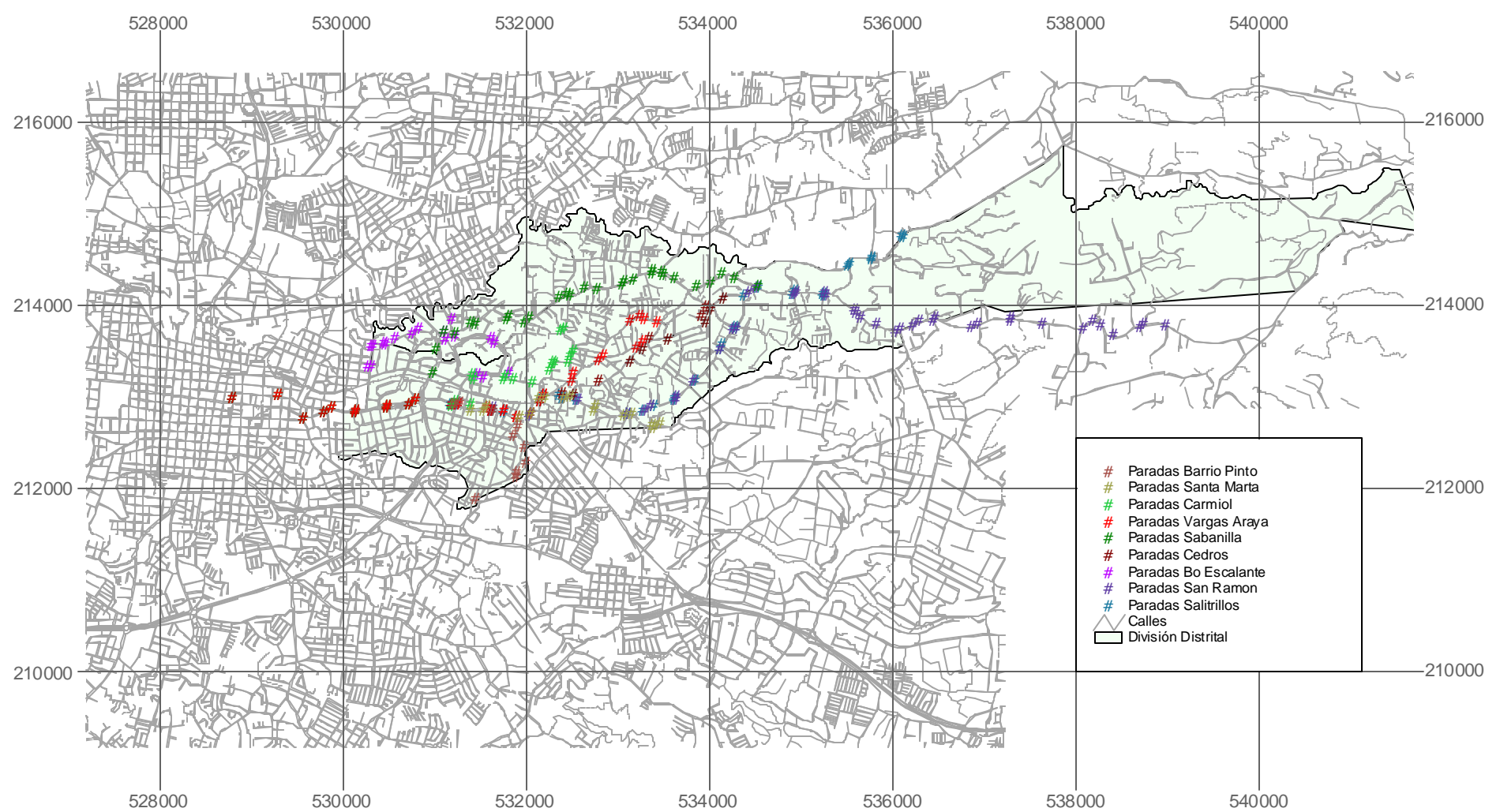
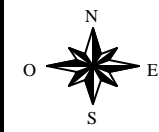
Gráfico 4. Total de autobuses en el tramo de San José hacia la Fuente de la Hispanidad



Con respecto a la distribución de las paradas de los autobuses en Montes de Oca, es importante indicar que en el distrito de San Pedro, principalmente, muchos autobuses utilizan las mismas paradas generando congestión, debido a la falta de bahías que permitan que estos puedan estacionarse sin afectar el flujo vehicular, en el mejor de los casos, en un carril y el hecho de que su estadía en ese lugar se prolonga por la espera de pasajeros. Además, se destaca la utilización de paradas no oficiales que todavía afectan en mayor grado la circulación de los vehículos. (Ver mapa 3 y 4) También, por la competencia de pasajeros en el tramo desde la CCSS hasta la intersección del Muñoz y Nanne, los conductores realizan maniobras peligrosas que afectan y obstruyen la circulación del resto de los usuarios de estas carreteras. (Por ejemplo, en muchas ocasiones pueden verse autobuses compitiendo, cada uno por un carril, para llegar primero a la siguiente parada)

Las zonas de influencia de las paradas de autobuses presentan una gran cobertura, debido a que por la ubicación de las paradas y la distribución de las calles y las aceras le facilitan a los usuarios el desplazamiento rápido y con una gran variedad de opciones para poder tener acceso a otras líneas de buses. (Ver mapas 5A, 5B, 5C y 6)

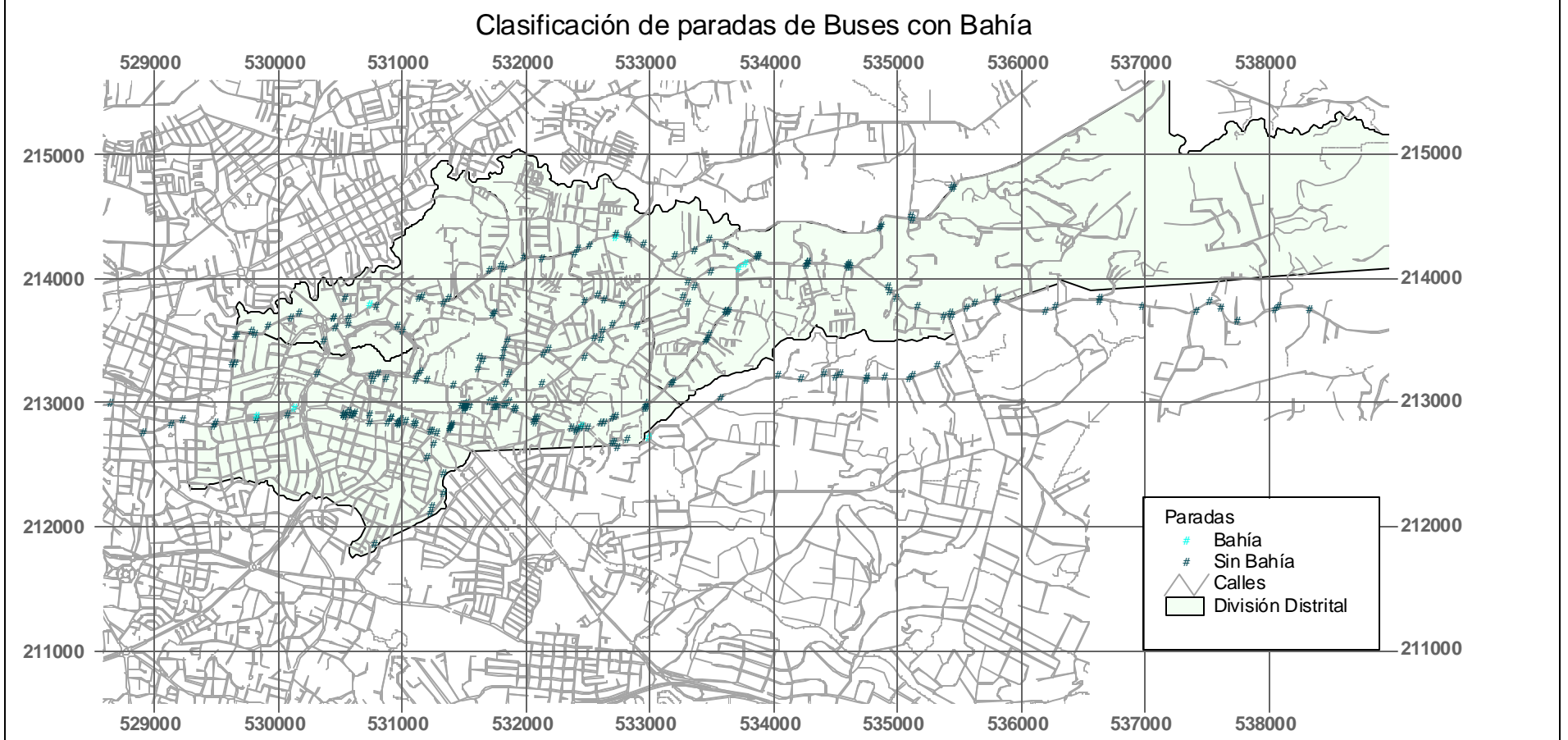
Mapa 3. Distribución de Paradas de Autobuses de Transporte Público para el Cantón de Montes de Oca



Fuente: Trabajo de campo, ProDUS, octubre 2000.

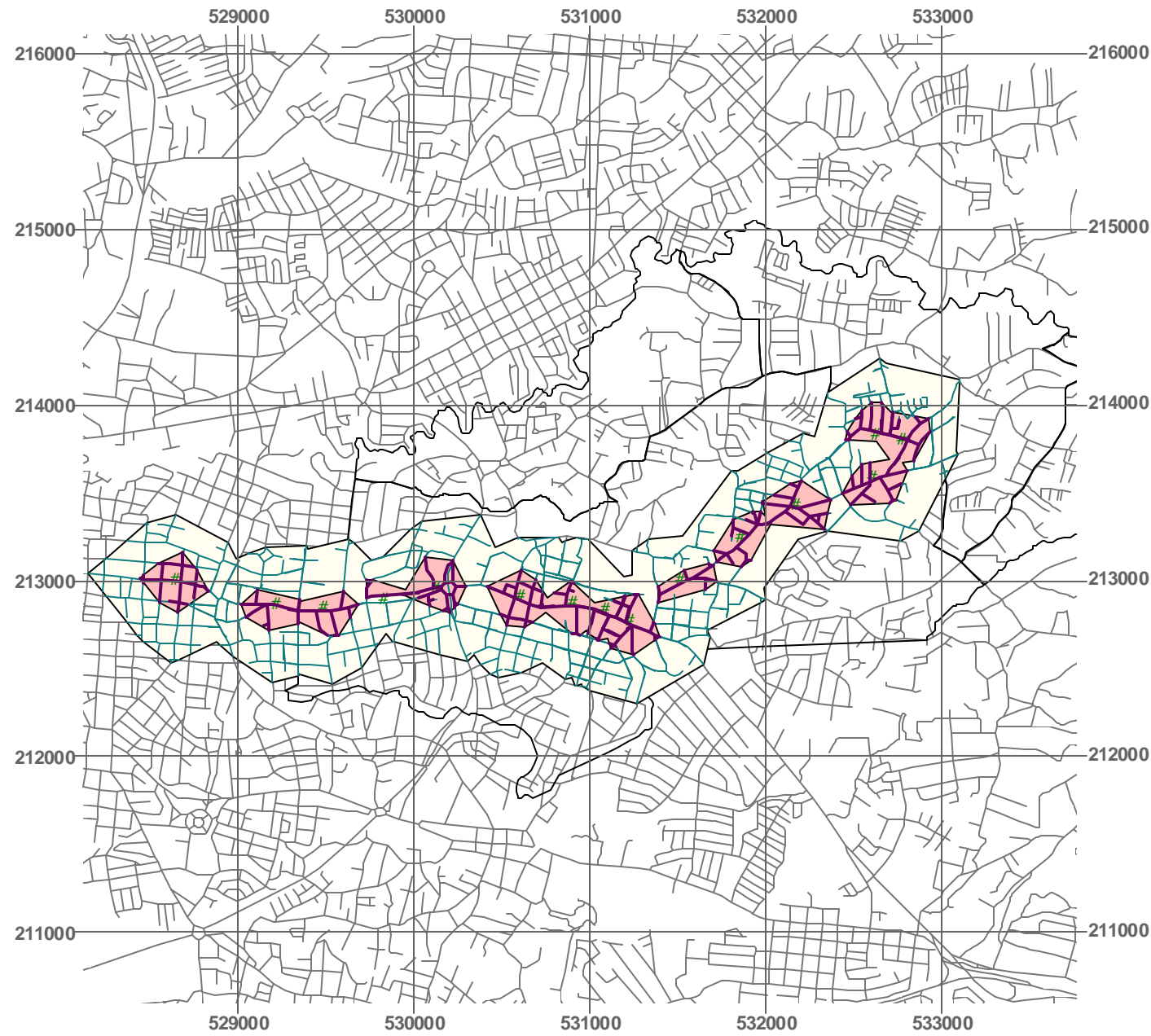
Plan Regulador de Montes de Oca





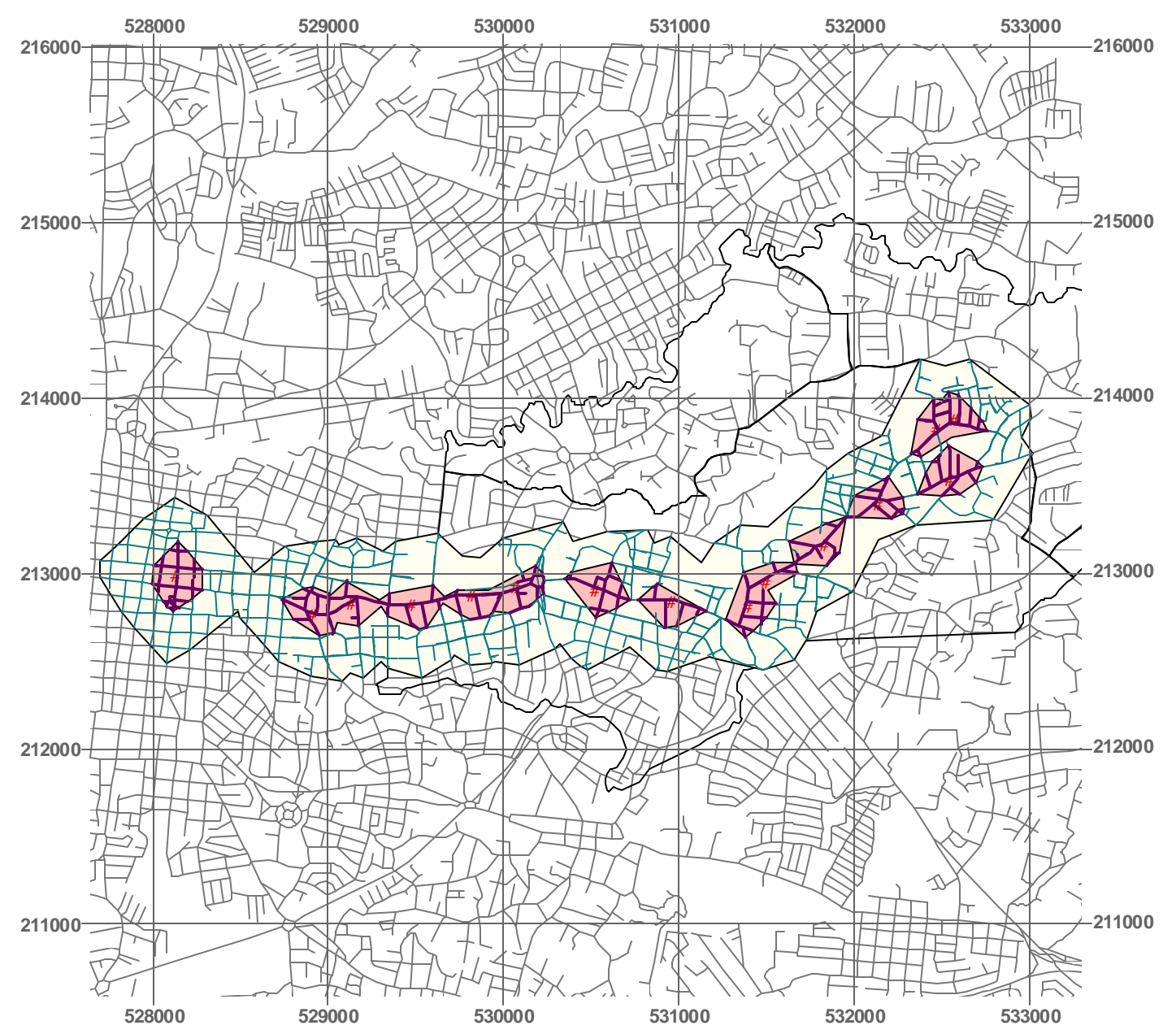


Zonificación Sentido Oeste (hacia San José)



- Calles zona de influencia 200 m
- Calles zona de influencia 500 m
- # Paradas Vargas Araya-San José
- Zona de influencia 200 m
- Zona de influencia 500 m
- División Distrital
- Red de calles

Zonificación Sentido Este (hacia Vargas Araya)



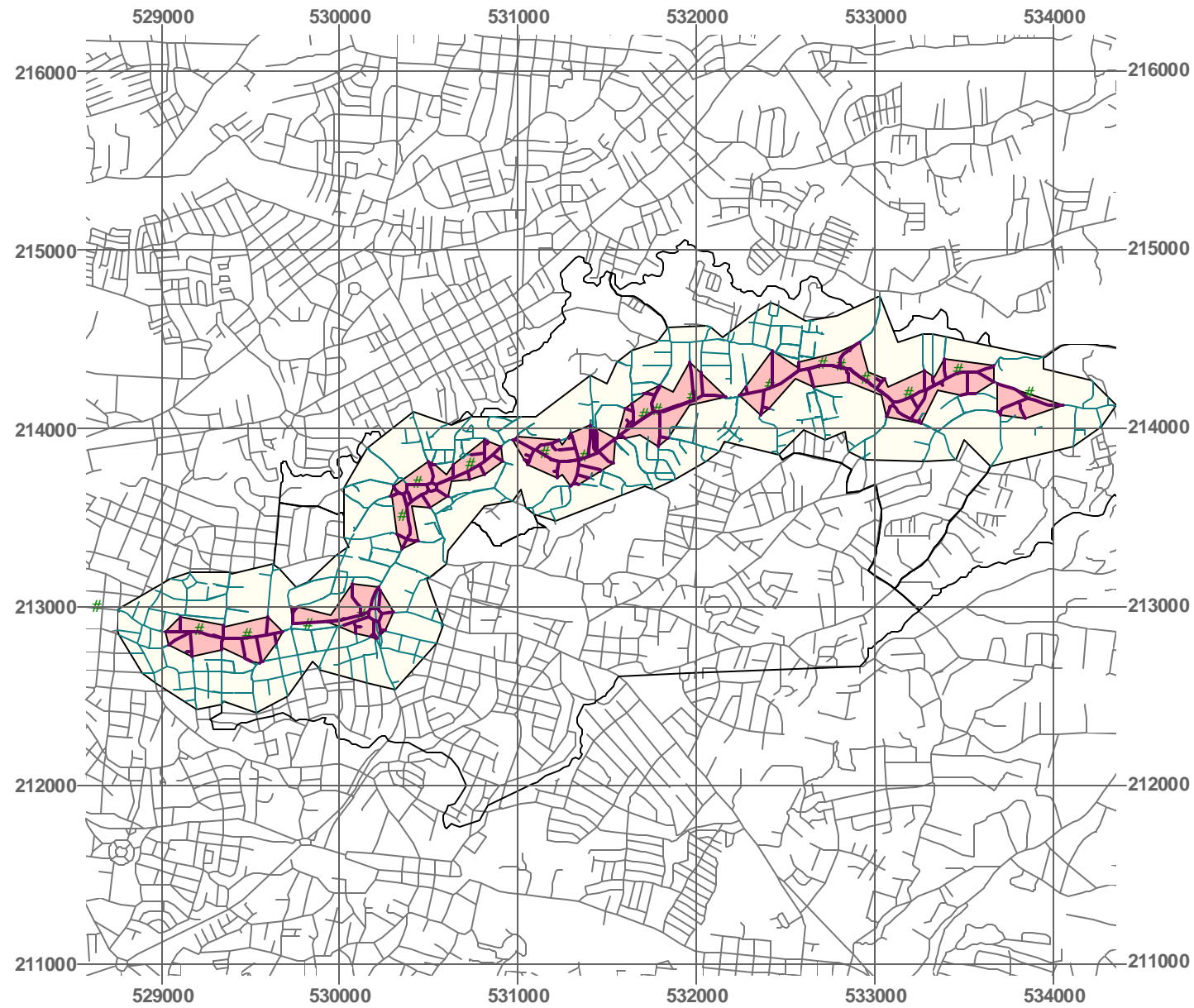
- Calles zona de influencia 200 m
- Calles zona de influencia 500 m
- # Paradas San José - Vargas Araya
- Zona de influencia 200 m
- Zona de influencia 500 m
- División Distrital
- Red de calles

Mapa 5A. Zonas de influencia para las paradas de buses. Línea Vargas Araya - San José

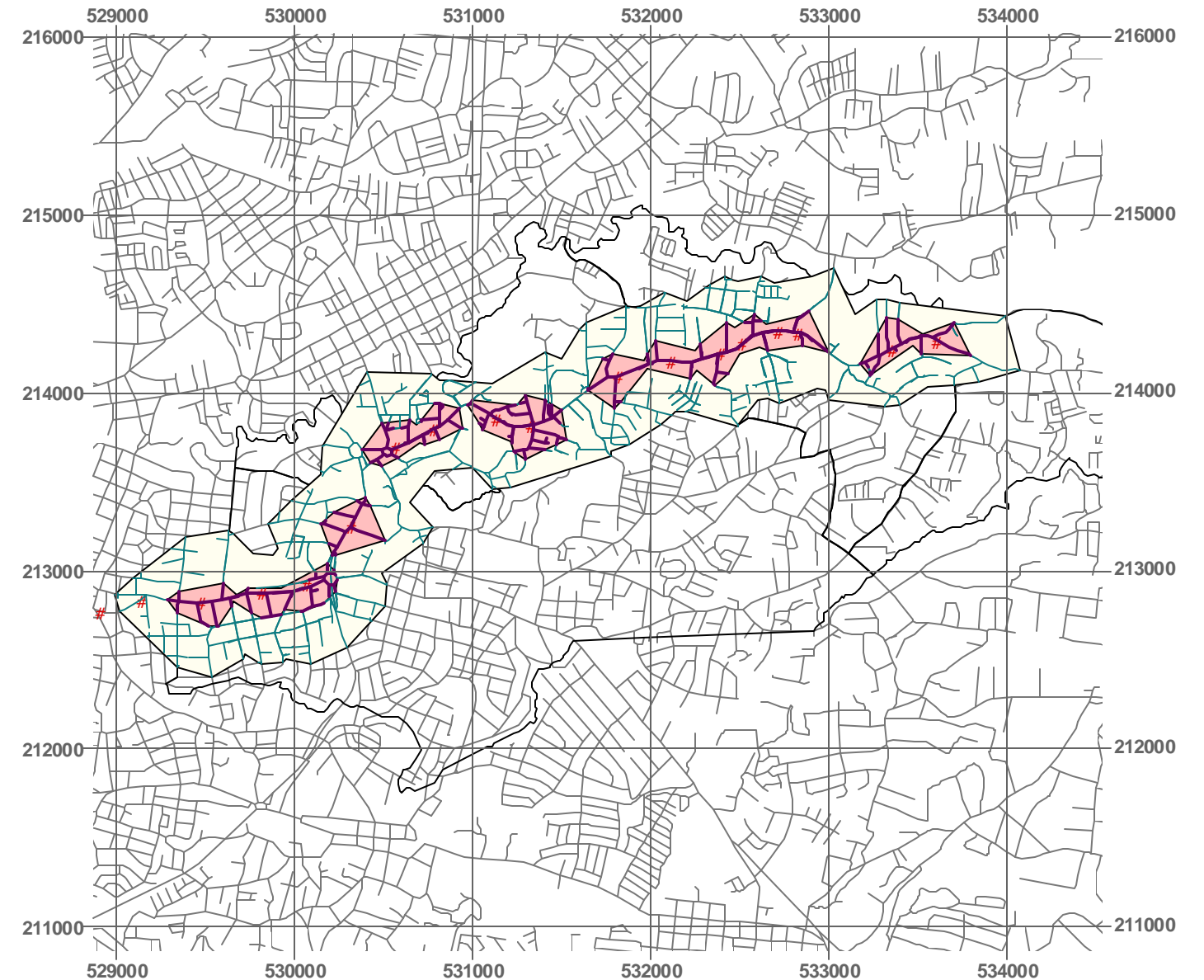




Zonificación Sentido Oeste (hacia San José)



Zonificación Sentido Este (hacia Sabanita)



- Calles de zona de influencia 200 m
- Calles de zona de influencia 500 m
- # Paradas Sabanita - San José
- Zona de influencia 200 m
- Zona de influencia 500 m
- División Distrital
- Red de calles

- Calles de zona de influencia 200 m
- Calles de zona de influencia 500 m
- # Paradas San José - Sabanita
- Zona de influencia 200 m
- Zona de influencia 500 m
- División Distrital
- Red de calles

Mapa 5B. Zonas de influencia para las paradas de buses. Línea Sabanita - San José

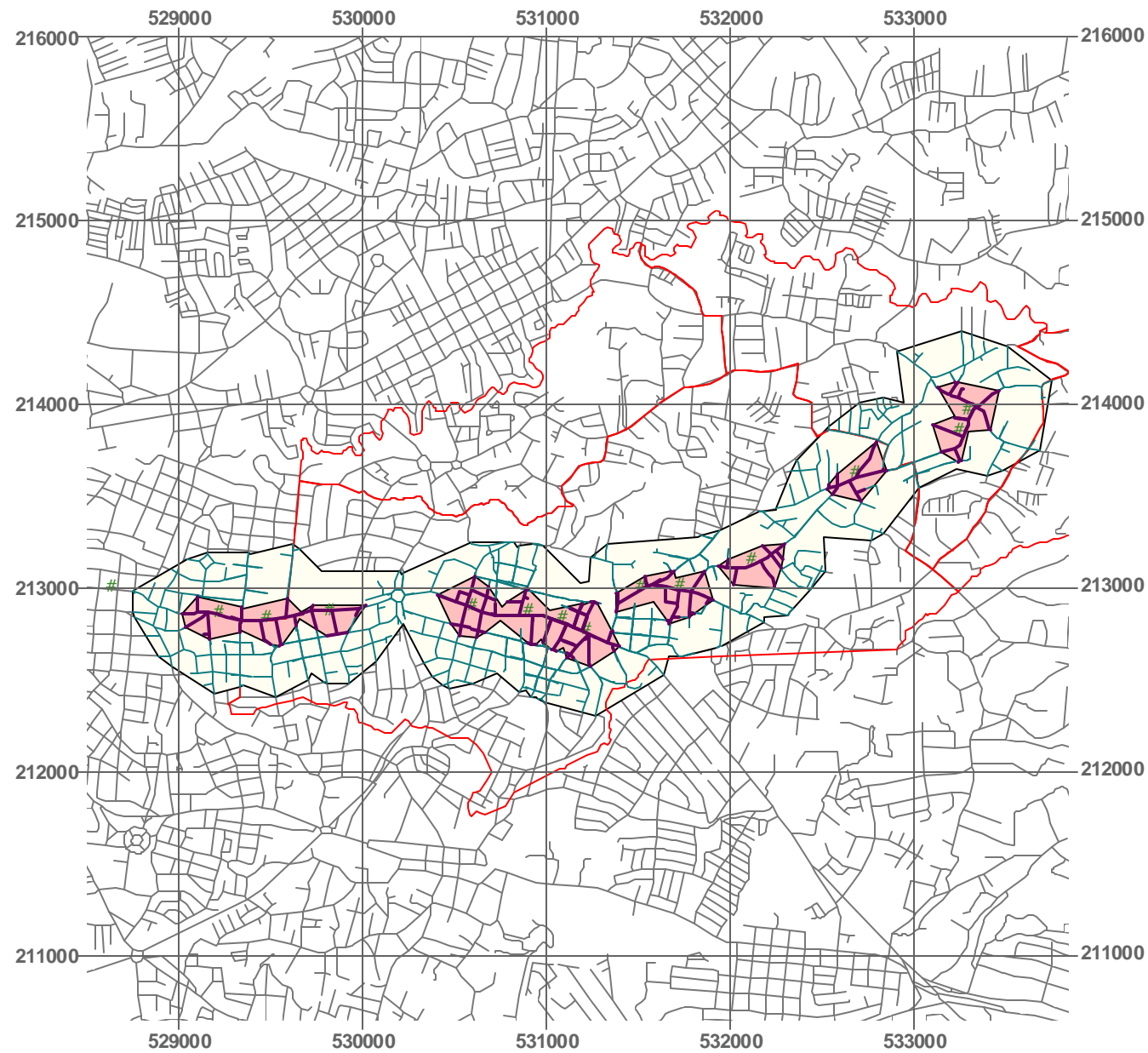
Plan Regulador de Montes de Oca

Fuente: ProDUS, agosto 2000.



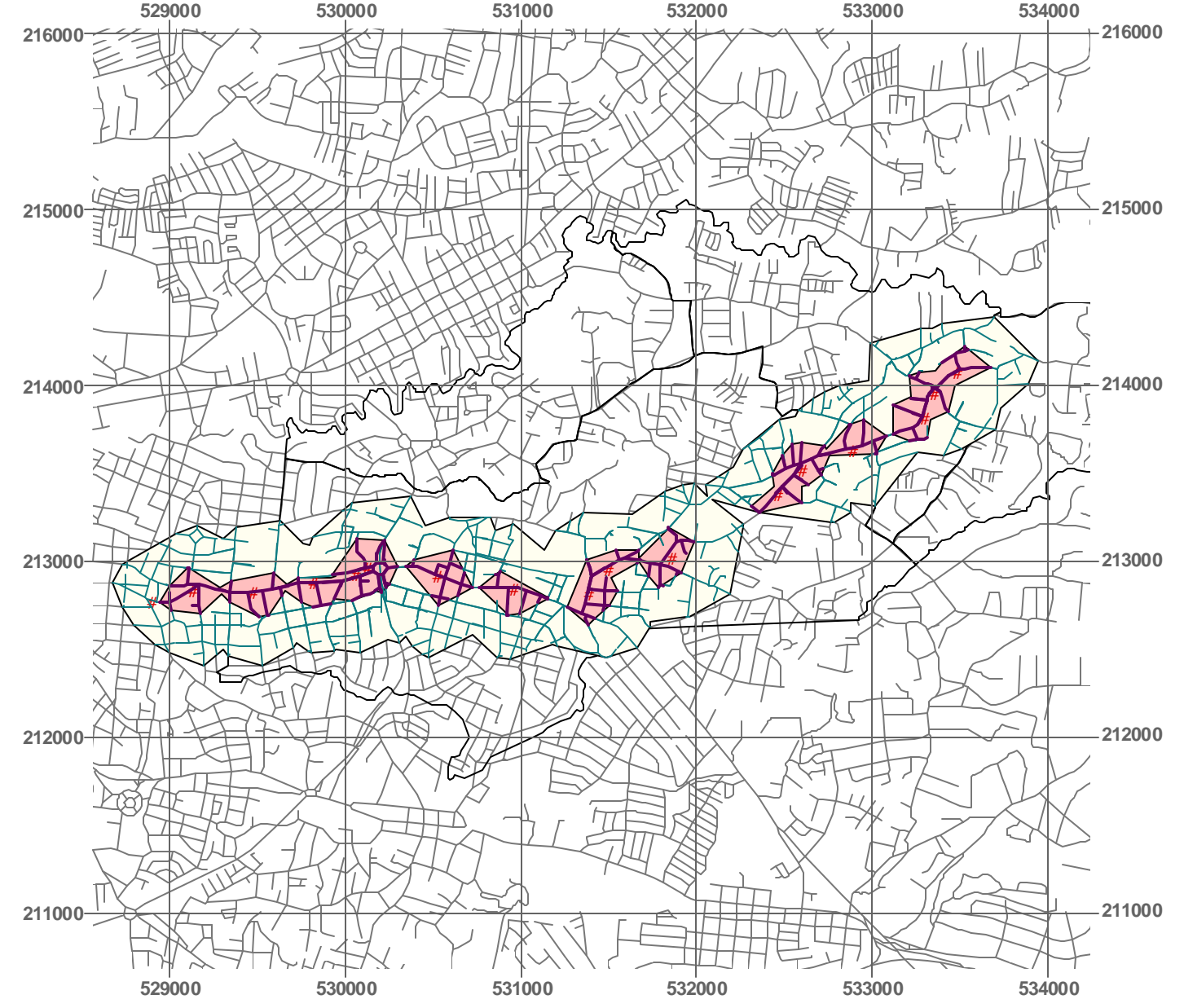


Zonificación Sentido Oeste (hacia San José)



- Calles de zona de influencia 200 m
- Calles de zona de influencia 500 m
- # Paradas Cedros - San José
- División Distrital
- Zona de influencia 200 m
- Zona de influencia 500 m
- Red de calles

Zonificación Sentido Este (hacia Cedros)



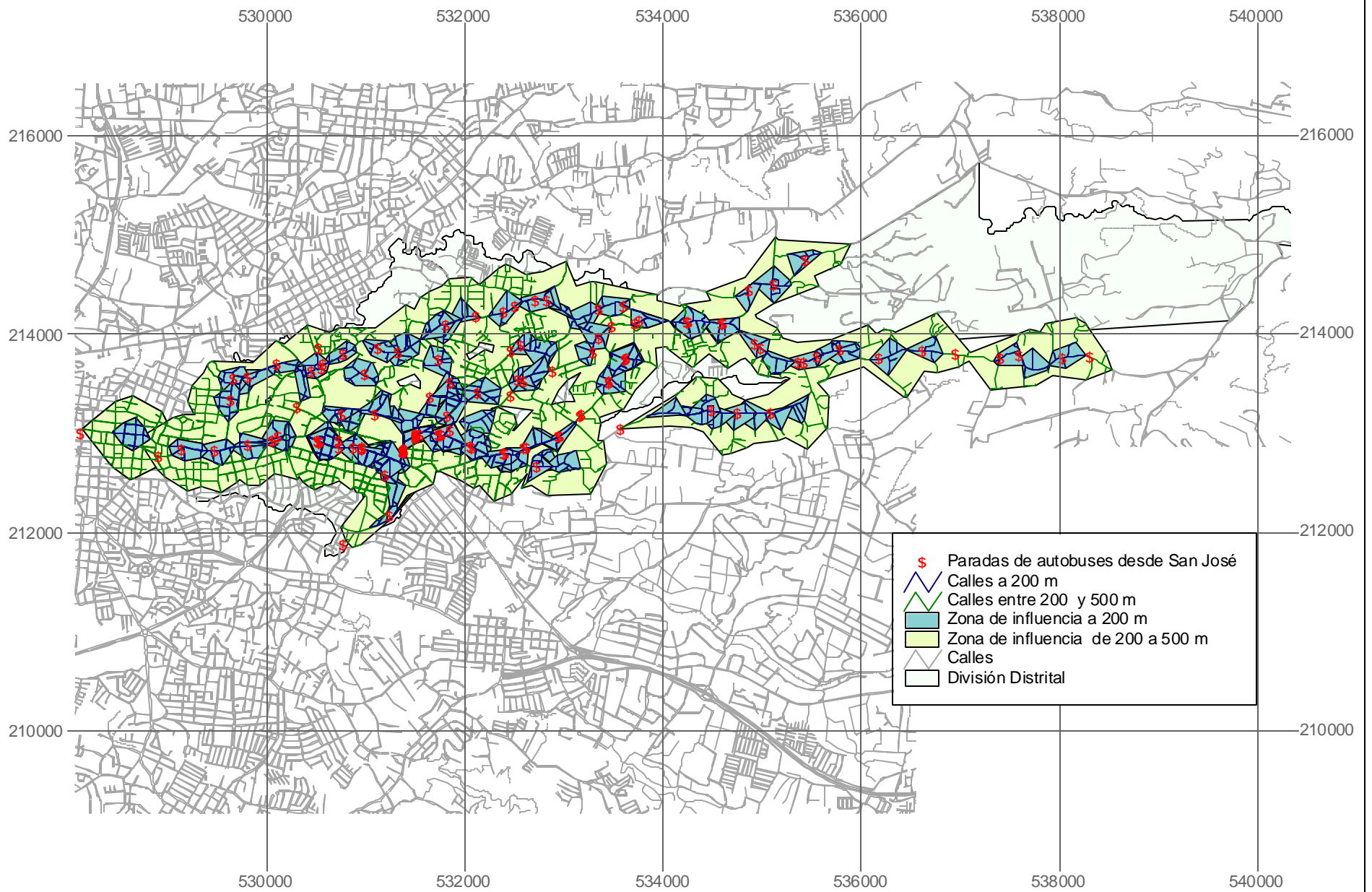
- Calles de zona de influencia 200 m
- Calles de zona de influencia 500 m
- # Paradas San José - Cedros
- Zona de influencia 200 m
- Zona de influencia 500 m
- División Distrital
- Red de calles

Mapa 5C. Zonas de influencia para las paradas de buses. Línea Cedros - San José

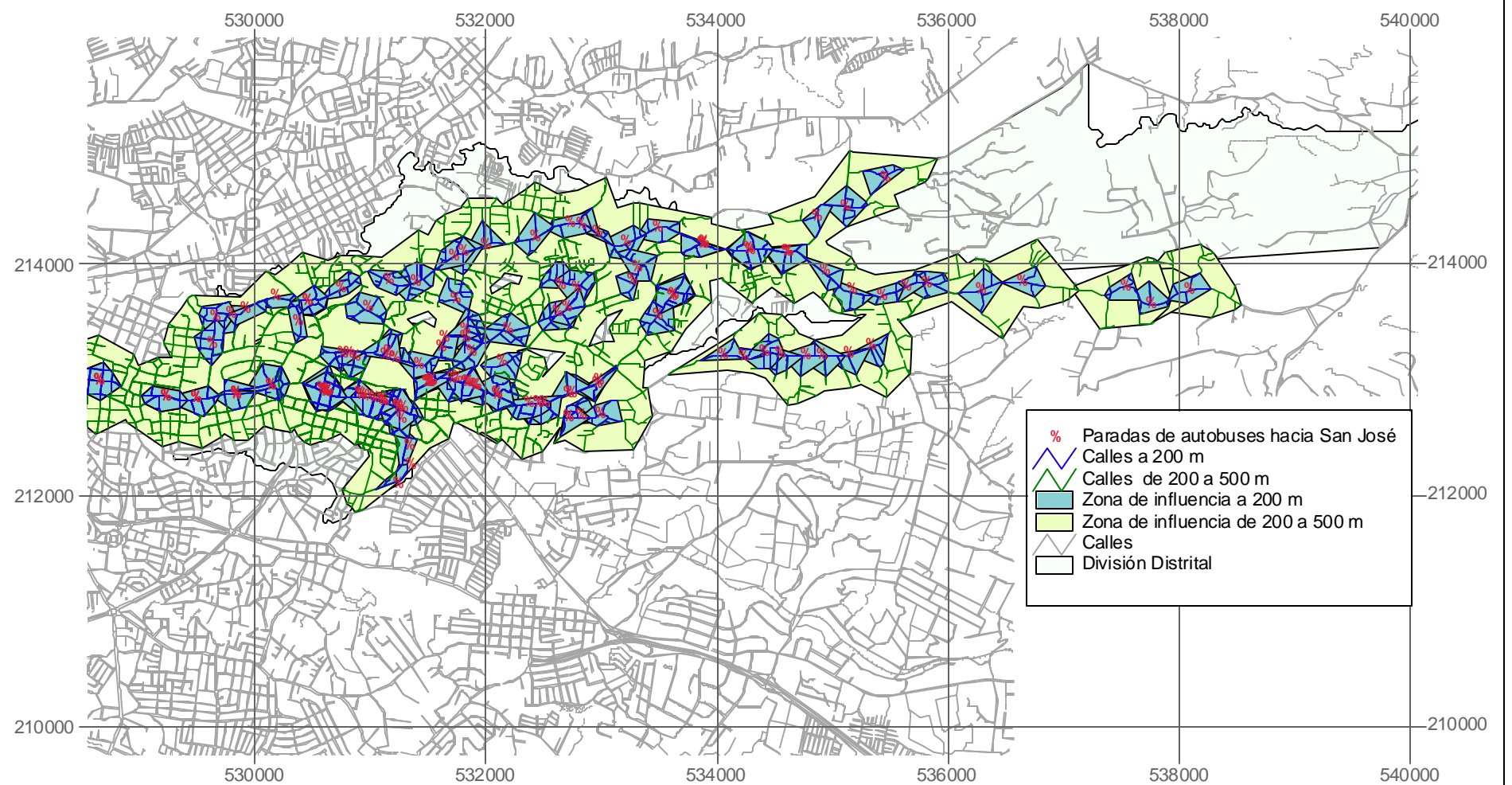




Zonas de Influencia para Paradas de Autobuses Públicos desde San José



Zonas de Influencia para Paradas de Autobuses Públicos hacia San José



Mapa 6. Zonas de Influencia de paradas de Transporte Público del cantón de Montes de Oca

1 0 1 Kilómetros



1.3 Rutas y paradas de autobuses que transportan estudiantes de la UCR

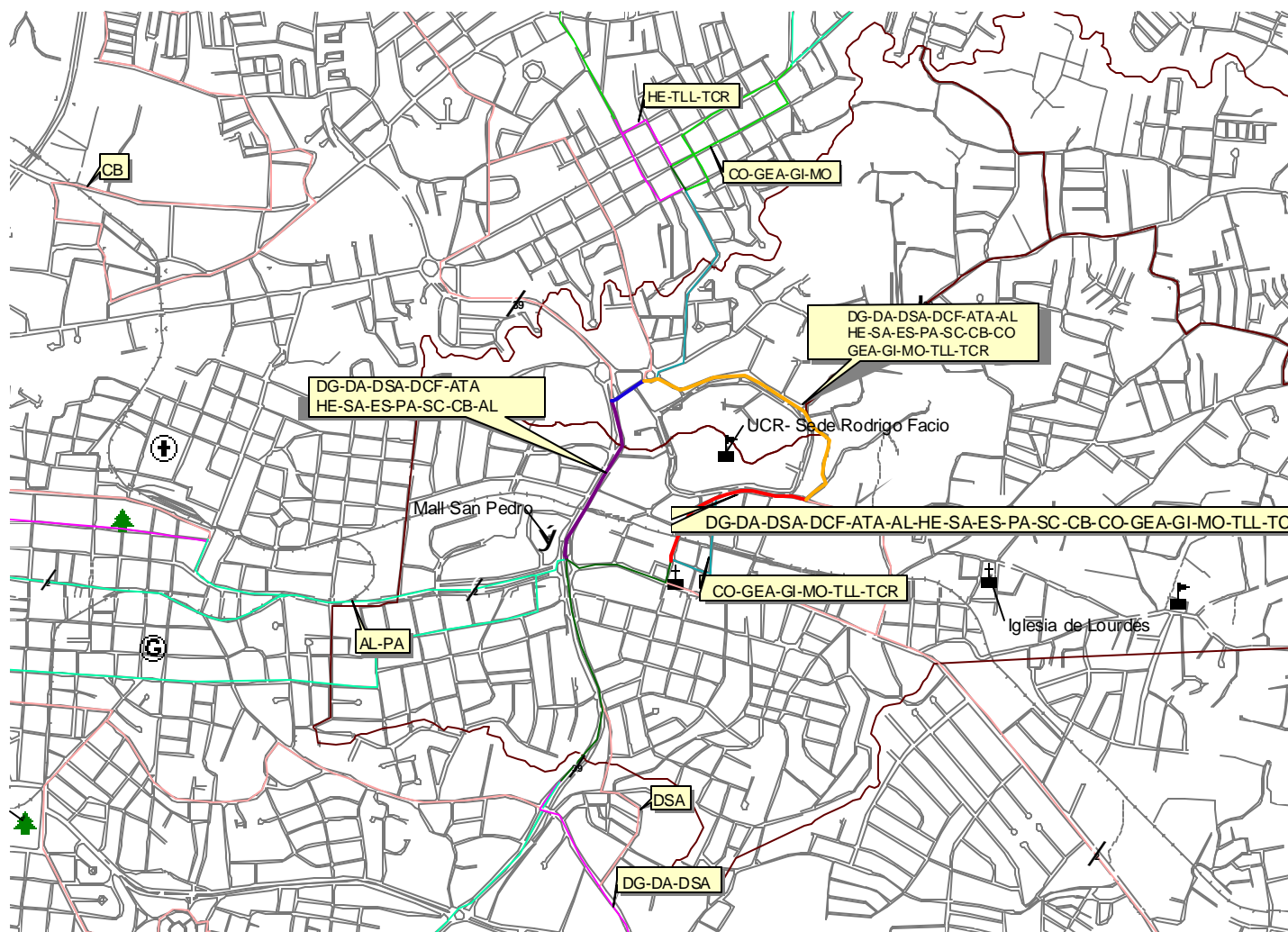
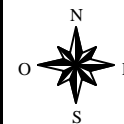
Contrario a lo sucedido con las rutas del transporte público, se pueden identificar en el mapa 7 diferentes accesos de llegada a San Pedro. De las 20 rutas estudiadas, existe un máximo de 6 que coinciden en el tramo de la rotonda de Betania, 4 procedentes de San José centro y 5 de Desamparados que tienen como punto de encuentro la fuente de la Hispanidad; el resto se encuentra distribuido entre los provenientes de Calle Blancos y Curridabat, los cuales ingresan por la rotonda de la Bandera y la carretera que viene de la intersección del Muñoz y Nanne, respectivamente.

Es interesante observar en el mapa 8, como las distintas rutas tienden a bordear la UCR por el sector que se extiende desde la fuente de la Hispanidad siguiendo por la rotonda de Betania hasta la intersección donde se encuentra el Colegio Vargas Calvo, para terminar su recorrido en sus respectivas paradas que se encuentran ubicadas frente a la universidad.

Debido a lo expuesto en el párrafo anterior, es que puede indicarse que en las horas pico (entre 7 y 9 de la mañana, y 4 y 6 de la tarde) el tránsito de estos buses, que en muchas líneas se ven obligados a poner dos o tres unidades debido a la gran cantidad de usuarios (ver tablas sobre cantidad de unidades para cada ruta según la temporada y el horario); el flujo vehicular de las personas que se dirigen a sus trabajos o viene de ellos y los autobuses de escuelas y colegios, contribuyen a la formación de “enormes presas de vehículos, evitando así, el tráfico de vehículos fluido y eficiente por estas zonas.

En conclusión, Montes de Oca ha experimentado un crecimiento urbano alrededor de las carreteras que limita la posibilidad de su ampliación, debido a que para poder adquirir el terreno se requieren de grandes cantidades de dinero que en la mayoría de los casos no se tiene. Por lo que para poder solucionar o disminuir los efectos del congestionamiento en el cantón, es necesario recurrir a la utilización de vías alternas que evite la gran cantidad de buses circulando por las mismas carreteras o la implementación de semáforos en algunos sectores o el cambio en la dirección de circulación de los vehículos en ciertos carriles. Además, otra opción podría ser la de desincentivar el transporte privado e incentivar el transporte público.

Mapa 7. Rutas de transporte público de la Universidad de Costa Rica



Código	Nombre de la Ruta
AL	Alajuela
ATA	Alajuelita
CA	Cartago
CB	Calle Blancos
CO	Coronado
DA	Desamparados Aserri
DCF	Desamparados Calle Fallas
DG	Desamparados Gravilias
DSA	Desamparados San Antonio
ES	Escazú
GEA	Guadalupe El Alto
GI	Guadalupe Ipís
HE	Heredia
MO	Moravia
PA	Pavas
SA	Santa Ana
SAB	San Antonio de Belén
SC	San Cayetano Pipiolo
TCR	Tibás Cuatro Reinas
TLL	Tibás Llorente

Número de rutas por tramo

- 19
- 18
- 12
- 11
- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1

Puntos de Ubicación

- Centro Educativo
- Edificio gubernamental
- Hospital / Centro de salud
- Iglesia
- Interés Cultural
- Parque /Plaza
- Local comercial
- División Distrital
- Calles

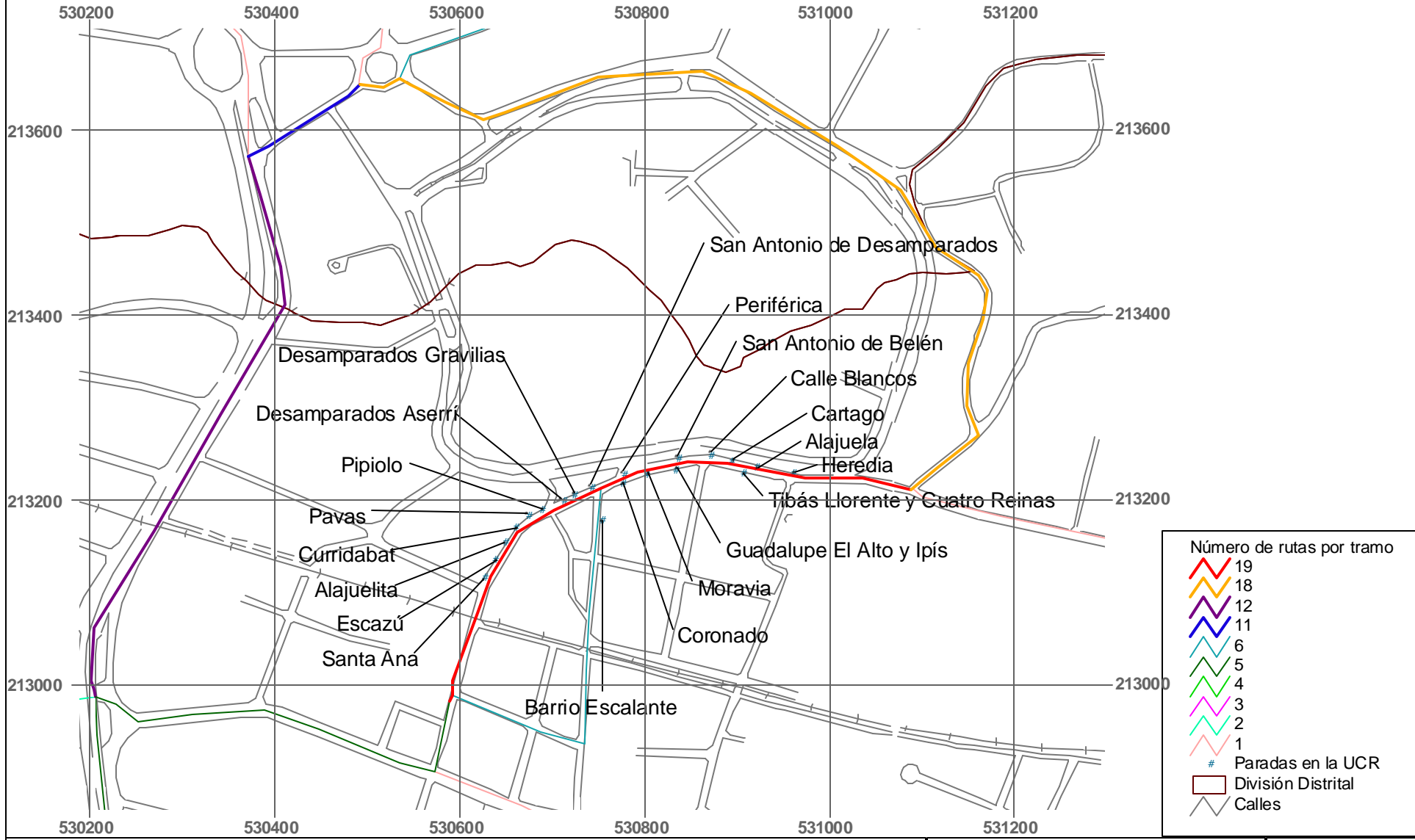
Fuente: Carmiol, Valverde y Webb, Abogados Notarios, Lic. Sergio Valverde Segura. ProDUS, julio, 2000.

Plan Regulador de Montes de Oca

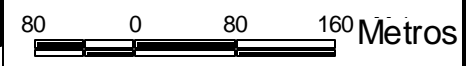
500 0 500Metros



Mapa 8. Paradas de las Rutas de transporte público en la Universidad de Costa Rica



Fuente: Carmiol, Valverde y Webb. Lic. Sergio Valverde Segura. ProDUS, julio 2000.



2. BIBLIOGRAFÍA

1. L.C.R. Logística S.A. **Reorganización del Transporte Público Colectivo en el Area Metropolitana de San José**. San José, Costa Rica, 1999.
2. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Tránsito diario registrado por las estaciones de recuento. 1998,1999.
3. ProDUS. Trabajo de campo sobre conteo de autobuses en el sector Fuente de la Hispanidad-San José. 2000.

Rutas de Autobuses de la Universidad de Costa Rica

Nombre de la Ruta	Personario	Teléfono	Tarifa de l semestre 200	Horario entre semana		Horario Sábado		Número de unidades	Unidades Autorizadas
				Hacia UCR	Desde UCR	Hacia UCR	Desde UCR		
Pavas	Alvaro Villalobos	227-3676	100	6:10, 7:15, cada hora entre 8:00 - 18:00	Cada hora entre 10:00 - 21:00	7:00 , 8:00	11:00, 12:00	4	SBJ-2343, SBJ-2826, SJB-1697, CB-567
Guadalupe Ipis	Lauro Montoya Cahvarría	383-1379	90	6:10, 7:10, 8:10, 4:10, 8:10	Cada hora entre 7:00 - 21:00	7:00, 8:10	11:00, 12:00	1	SBJ-4378
Guadalupe El Alto	Lauro Montoya Chavarría	383-1379	85	6:30, 7:30, 8:30	Cada hora entre 7:00 - 21:00	7:10, 8:10	11:00, 12:00	1	SBJ-4378
Santa Ana Escazú	Alvaro Villalobos	227-3676	125	6:00, 7:00, 8:00, 12:00	12:00 , cada hora entre 5:00-21:00	07:00	12:00	1	GB-541
Desamparados Aserrí	Transportes Huvana	224-5921	105	6:15, 7:15	Cada hora entre 12:00 - 17:00			4	SJB-4316, SJB-4380, SBJ-4545, SJB-4570
Desamparados Gravilias	Transportes Huvana	224-5921	95	6:15, 7:15, 8:20, 17:20	6:50, 7:00, 7:50, 21:00			4	SJB-4316, SJB-4380, SBJ-4545, SJB-4570
Desamparados El Cruce	Roberto Quesada	224-5921	95	6:15, 7:15	17:00			2	SBJ-4806, SBJ-5065
Moravia	Jimmy Morales	229-9228	90	6:20, 7:20	Cada hora entre 7:00 - 21:00	7:00 , 8:00	11:00, 12:00	1	SJB-5434
Tibás 4 Reinas	José L. Soto	235-4751	90	Cada hora entre 6:15 - 20:15	Cada hora entre 9:00 - 21:00	7:15 , 8:15	11:00, 12:00	6	SJB-4398, SJB-4399, SJB-5319, PB-171, HB-845, PB-561
Tibás Llorente	José L. Soto	235-4751	90	Cada hora entre 6:25 - 8:25	no dato			6	SJB-4398, SJB-4399, SJB-5319, PB-171, HB-845, PB-561
San Juan de Dios Calle Fallas	Roberto Quesada		95	Cada hora entre 6:15 - 20:15	Cada hora entre 9:00 - 21:00			No dato	
San Antonio Desamparados	Roberto Quesada		95	Cada hora entre 6:15 - 18:15	Cada hora entre 9:00 - 21:00	07:00	12:00	2	SBJ-2018, SBJ-5065
San Cayetano	William Quesada	383-8618	85	Cada hora entre 6:15 - 16:15	Cada hora entre 7:00 - 21:00	7:00 , 8:00	12:00	1	SBJ-4298

Nombre de la Ruta	Personario	Teléfono	Tarifa de l semestre 200	Horario entre semana		Horario Sábado		Número de unidades	Unidades Autorizadas
				Hacia UCR	Desde UCR	Hacia UCR	Desde UCR		
Alajuela	Transportes Cruz Campos	442-4558	175	6:00, 6:50, cada hora entre 8:00-10:00 y 12:00-16:00, 16:50	Cada hora entre 9:00 - 21:00	7:00 , 8:00	11:00, 12:00	8	AB-2218, AB-2147, AB-2131, AB-2253, AB-1886, AB-2331, AB-2254, AJB-1551
San Antonio de Belén	Flanklin Durán	392-4115	155	6:00, 7:00, 8:00, 9:00, 12:00, 1:00, 16:30	11:00, 12:00, cada hora entre 15:00 - 21:00	07:00	12:00	No dato	
Heredia	José Angel Villalodos	237-3410	115	Cada hora entre 6:00 - 18:00	Cada hora entre 7:00 - 21:00	7:00 , 8:00	11:00, 12:00	7	HB-790, AB-1045, HB-705, CB-727, HB-796, SJB-3892, SBJ-01
Coronado	Rubén Chinchilla	240-3152	105	6:08, 6:18, 6:27, 7:08, 7:18, 8:25, 9:30, 10:30, 11:30, 12:00, 13:25, 18:25	Cada hora entre 8:05 - 21:05	6:25, 8:25	12:10	2	SBJ-5162, SJB-2863
Cartago				No dato	No dato			2	CB-828, CB-829
Alajuelita	Luis Carlos Garcia Camacho			No dato	No dato			1	SBJ-4814
Barrio Escalante				No dato	No dato			No dato	
Escazú	Alvaro Villalobos		115	No dato	No dato			No dato	
Calle Blancos	TRANSVI SA			No dato	No dato			12	SBJ-5006, SBJ-5004, SBJ-5003, SBJ-5002, SBJ-5001, SJB-4998, SBJ-4997, SBJ-5000, SBJ-5005, SBJ-5007, HB-800, HB-750

Fuente: FEUCR, junio 2000. Carmiol, Valverde y Webb, Abogados y Notarios; Lic. Sergio Valverde Segura. ProDUS, agosto, 2000.

Cantidad de unidades para cada Ruta según la temporada y el horario

UCR - Desamparados			UCR - Aserrí			UCR - Heredia			UCR - Guadalupe		
Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja	Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja	Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja	Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja
06:15	2	1	06:05	1	1	06:00	5	2	06:15	2	1
07:15	3	2	07:05	1	1	07:00	5	2	07:15	2	1
08:15	1	1	17:00	1		08:00	3	2	08:15	1	1
09:00	1					09:00	2	1	09:25	1	
10:00	1					10:00	1	1	10:25	1	
11:00	1					11:00			11:25	1	
12:00	1	1				12:00	2	2	12:25	1	
13:00	1					13:00	1	2	13:25	1	
14:00	1					14:00	1	1	14:25	1	
15:00	1					15:00	1	2	15:25	1	
16:00	1	1				16:00	2	2	16:25	1	1
17:00	2	1				17:00	4	2	17:25	1	1
18:00	2	1				18:00	3	2	18:25	1	1
19:00	2	1				19:00	3		19:25	1	
20:00	2					20:00	2		20:25	1	
21:00	2					21:00	2		21:25		

UCR - Escazú Santa Ana			UCR - San Antonio Belén		
Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja	Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja
06:00	1		06:00	1	
07:00	1	1	07:00	1	1
08:00	1		08:00	1	
09:00	1		09:00	1	1
10:00			10:00	1	
11:00			11:00	1	
12:00	1		12:00	1	
13:00			13:00	1	1
14:00			14:00	1	
15:00			15:00	1	
16:00			16:00	1	
17:00	1		16:30	1	1
18:00					
19:00	1				
20:00	1				
21:00	1				

UCR - Moravia			UCR - Coronado			UCR - Tibás			UCR - Pavas		
Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja	Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja	Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja	Hora salida	Temporada Alta	Temporada Baja
06:30	2	1	06:08	1		06:20	4	1	06:15	2	1
07:30	2	1	06:18	1		07:20	4	1	07:15	2	1
08:30	1	1	06:27	1	1	08:20	4	1	08:00	1	1
09:30	1		07:10	1		09:20	1	1	09:00	1	
10:30	1		07:25	1	1	10:20	1	1	10:00	1	
11:30	1		08:30	1	1	11:20	1	1	11:00	1	
12:30	1		09:30	1		12:20	1		12:00	1	
13:30	1		10:30	1		13:20	1	1	13:00	1	
14:30	1		11:30	1		14:20	1		14:00	1	
15:30	1	1	12:30	1		15:20	1	1	15:00	1	
16:30	1	1	13:30	1		16:20	3	1	16:00	1	
17:30	1	1	14:30	1		17:20	3	1	17:00	2	1
18:30	1		15:30	1		18:20	2	1	18:00	2	
19:30	1		16:30	1	1	19:20	2				
20:30	1		17:30	1	1	20:20	2				
21:30	1		18:30	1	1						
			19:30	1							
			20:30	1							
			21:30	1							

Fuente: FEUCR, junio 2000. Carmiol, Valverde y Webb, Abogados y Notarios; Lic. Sergio Valverde Segura. ProDUS, agosto, 2000.

Nota: No se cuenta con la información acerca de la distribución de los buses por sentido

Transportes Universidad Latina

Dirección Electrónica buseslatina@hotmail.com

Ruta	Horario regular (Lunes a Viernes)		Horario Especial (Sábados)		Transportista	Teléfono
	Hacia U. Latina	Desde U. Latina	Hacia U. Latina	Desde U. Latina		
Cartago	7:10 a.m 1:40 p.m 5:05 p.m	11:15 a.m 5:45 a.m 8:45 p.m	7:15 a.m 10:00 a.m	10:45 a.m 1:25 a.m	Walter Cervantes	391-2878
Belén (La Aurora, Lagunilla, La Uruca, 5 Esquinas)	6:45 a.m 9:00 a.m 1:00 p.m 4:30 p.m	10:55 a.m 11:40 p.m 2:40 p.m 5:45 p.m 8:45 p.m	7:00 a.m		Franklin Durán Rodríguez	392-4115 392-4117
Coronado - Moravia - Guadalupe	6:50* a.m 7:10 a.m 10:20 a.m 1:35 p.m 5:00 p.m *Sale de Cruce Ipis Coronado	11:15 a.m 2:25 p.m 5:45 p.m 8:45 p.m	7:10 a.m (de Ipis) 7:20 (de Coronado)	1:25 p.m	Franklin Durán Rodríguez	392-4115 392-4117
Hatillo por Rotondas	7:15 a.m 1:40 p.m 5:10 p.m	11:20 a.m 2:30 p.m 8:45 p.m	7:10 a.m (de Ipis) 7:20 (de Coronado)		Freddy Pérez Teresita Sánchez	229-3487 383-3122 372-4679
Escazú	6:45 a.m 1:15 p.m 4:30 p.m	11:20 a.m 2:30 p.m 5:45 p.m 8:45 p.m	7:00 a.m		Freddy Pérez Teresita Sánchez	229-3487 383-3122 372-4679
San Ramón	6:00 a.m 6:10 a.m (Sale Palmares)	11:15 a.m			Gerando Villalobos	445-8187
Desamparados- Aserri	6:55*a-m 1:25* p.m 4:55* p.m *de Aserri 7:05 p.m 1:43 p.m 5:02 p.m	11:20 a.m 2:15 p.m 5:45 p.m 8:45 p.m	7:10 a.m 10:00 a.m (Sale de San Rafael)	10:40 a.m 1:25 p.m	Ronulfo Soto Murillo	240-9123 388-9532
Alajuela	6:50 a.m 10:00 a.m 1:00 p.m 4:50 p.m	11:40 a.m 5:45 p.m 8:45 p.m	7:00 a.m		Transportes Cruz Campos Mena	442-4558
Heredia	6:45 a.m 10:20 a.m 1:15 p.m 4:30 p.m	11:20 a.m 2:25 p.m 5:45 p.m 8:45 p.m	7:00 a.m 9:40 a.m 12:00 m.d	10:45 a.m 1:30 p.m	V. Hugo Sanabria Jorge Villalobos	262-8484 237-3410 389-2833
Tibás	7:10 a.m 10:30 a.m 1:40 p.m 4:40 p.m	11:15 a.m 2:20 p.m 5:45 p.m 8:45 p.m	7:10 a.m 9:50 a.m	10:45 a.m 1:30 p.m	José Luis Bermúdez	253-3016
Grecia	6:30 a.m 10:00 a.m 1:40 p.m 4:40 p.m	11:15 a.m 2:20 p.m 5:45 p.m 8:45 p.m			Roberto Arrieta	389-3004 382-6117 392-5390 494-3004

Fuente: Asociación de Transportistas de Estudiantes Universitarios Latinos. Departamento de Mercadeo; fax: 225-2801

SECCIÓN II

Peatones - Aceras

Informe de conflictos peatonales en el Cantón de Montes de Oca

1. Introducción

En el cantón de Montes de Oca se presentan algunas problemáticas producto del crecimiento desordenado que se ha dado, y que se refleja en la ubicación de comercios, centros educativos y de entretenimiento en algunos sitios del cantón; y donde además vale la pena mencionar que su situación actual, como lugar de paso para las personas que se dirigen del sector este del área metropolitana hacia el centro de la ciudad capital, así como un cantón en donde se ha dado parte de la extensión de San José.

La falta de planificación en el cantón de Montes de Oca ha generado una serie de condiciones que repercuten negativamente en los tránsitos vehicular y peatonal. Sin embargo, a la hora de buscar soluciones, la prioridad la tiene generalmente el tránsito vehicular, dejando en un segundo plano al peatón.

A manera de ejemplo, los problemas de congestionamiento en algunas de las rutas de Montes de Oca, tal como el que se aprecia en la fotografía 1, son frecuentemente el centro de atención para las autoridades, sin embargo la problemática que tienen los peatones para cruzar esa calle a cualquier hora del día no viene a ser la prioridad a la hora de buscar soluciones.

El caminar, no es visto por las autoridades, como una forma seria de transporte, sino



Fotografía 1. Congestionamiento cerca de la Rotonda de la Hispanidad. San Pedro, Montes de Oca.

más bien como un hecho que se da, y por esta razón en muchas ocasiones no es considerado en la planificación del tráfico.

Todas estas condiciones generan una serie de conflictos dentro de los cuales se rescatan en el presente informe, los relacionados con el estado de algunas aceras del cantón y por otra parte la problemática que puede provocar el flujo vehicular en los peatones.

2. Conflictos en las aceras

La existencia de aceras viene a ser un factor determinante en la seguridad de los peatones. Sin embargo, aquellas aceras que se encuentran en malas condiciones, o que presentan defectos en su diseño, generalmente no son utilizadas, y los usuarios se ven obligados a caminar por la orilla de la calle poniendo en peligro su vida, y generando trastornos en el flujo vehicular.

En el Cantón de Montes de Oca, es posible encontrar una serie de problemáticas relacionadas con el diseño y el mantenimiento de las aceras. Muchos de los problemas, se agravan por las condiciones que presentan algunos sitios del cantón, donde existen flujos peatonales altos.

Dada la magnitud del problema, no es posible documentar completamente todos los casos que se presentan, por lo que se comentan solo algunos, representativos de la situación.

A continuación se citarán los problemas encontrados en las visitas de campo que fueron realizadas entre los meses de agosto del 2000 y febrero del 2001, y que se indican en los mapas 1,2 y 3.

Inexistencia de aceras en el Cantón de Montes de Oca

En el cantón de Montes de Oca el peatón puede encontrar dos aspectos que lo afectan directamente a la hora de desplazarse caminando de un sitio a otro. El primero tiene que ver con la ausencia de aceras en muchos sectores del cantón, y el segundo, con los problemas que se encuentran en muchas de las aceras, relacionados con factores de confort, seguridad y conveniencia.

Dentro de los problemas que se presentan, uno de los más alarmantes, es la ausencia de aceras en algunos tramos de carretera. Algunos de estos lugares presentan una serie de condiciones que aumentan la necesidad de tener aceras adecuadas para el desplazamiento de los peatones. Un ejemplo bastante representativo de dicha situación, se presenta en algunos tramos de la carretera que va hacia Sabanilla, especialmente en las cercanías de algunos centros de educación superior, como la UNED y las instalaciones deportivas de la Universidad de Costa Rica, entre otros. En estos lugares el flujo de personas se ve incrementado notablemente en época de clases, sobre todo hacia las paradas de autobús que se encuentran cerca.



Fotografía 2. Tramo de carretera sin acera. Frente a las instalaciones deportivas de la UCR, Mercedes, Montes de Oca

En la fotografía 2 es posible apreciar un tramo de la carretera que pasa frente a las instalaciones deportivas de la UCR en donde no existe acera. En época lluviosa las condiciones de la superficie se vuelven sumamente críticas, razón por la cual los peatones no tienen otra opción que caminar por la calle, situación bastante peligrosa si se considera el flujo vehicular que se presenta casi a todas horas del día. Según datos para el año de 1999 en la estación de medición 171 del MOPT ubicada en el parque de Sabanilla, se han registrado aproximadamente 1091 vehículos de las 5 p.m. a las 6 p.m. de los

cuales un 84.4% son automóviles, un 11.5% son vehículos de carga liviana, y un 2.3% son autobuses. En los mapas 1 y 2, se pueden observar otros sitios del cantón que presentan la misma problemática. Algunos de ellos se ubican en las cercanías del Cristo, el LANAME y la Rotonda La Bandera, así como en muchas partes de la ruta Vargas Araya.



Foto 1. Acera con problemas de seguridad para el usuario.



Foto 2. Tramo de carretera en la que no existe acera.



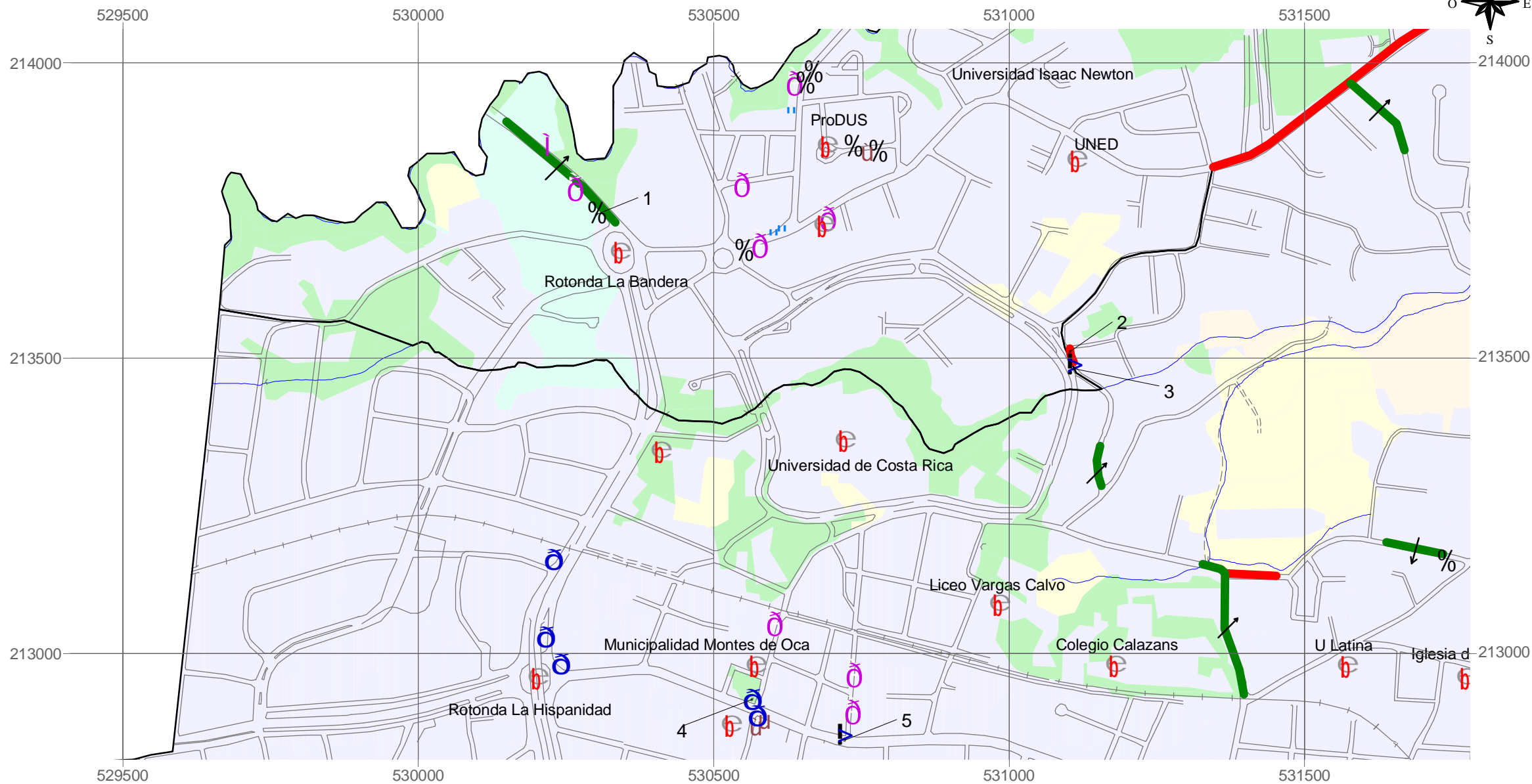
Foto 3. Acera que presenta flujo de agua todo el año.



Foto 4. El paso de personas en esta zona se torna peligroso, cuando los vehículos giran a la derecha.



Foto 5. Acera con problemas de inundación cerca de un paso peatonal.



- Puntos de referencia
- No hay acera hacia donde indica la flecha
- Tramos de carretera sin acera
- Aceras con problemas de inundación
- Obstáculos en la acera
- Aceras inseguras
- Aceras con problemas de funcionalidad
- Aceras con superficies en mal estado
- Mal mantenimiento de aceras
- Zonas conflictivas
- Aceras en buen estado
- Charral
- Cultivos
- Forestal
- Pastos y árboles disperso
- Urbano y suelo desnudo
- Límites distritales
- Ríos
- Calles

Mapa 1. Ubicación de Imágenes de aceras en el Cantón de Montes de Oca

Plan Regulador de Montes de Oca

Fuente: Fotografías aéreas 48 y 50, rollo Terra, 1:40000, 1998; IGN, MOPT, ProDUS, 2000.

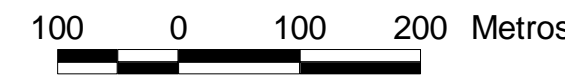




Foto 6. Acera con problemas de seguridad por la cercanía entre los peatones y el flujo vehicular.



Foto 7. La ubicación de postes como se muestra en la figura, provoca una reducción del ancho de la acera, obligando a los peatones a pasar cerca de los vehículos.



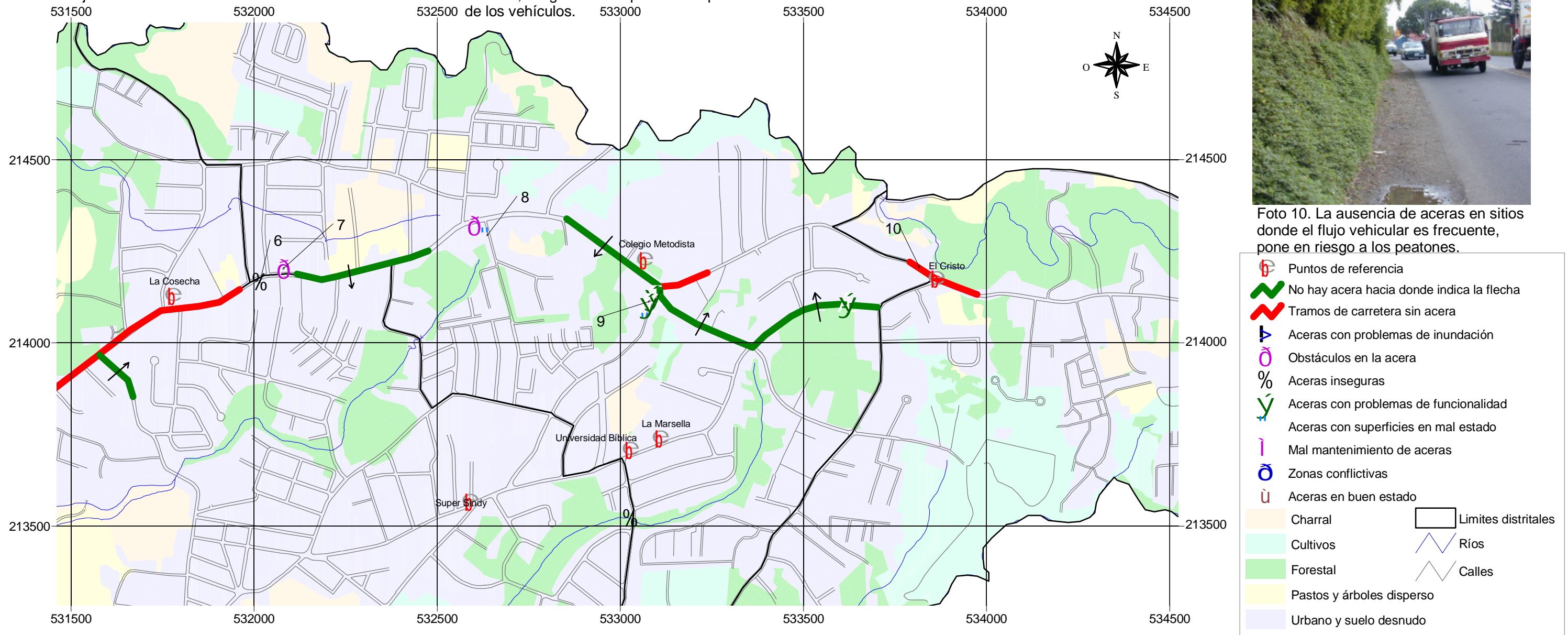
Foto 8. Acera con una superficie en mal estado.



Foto 9. En este sitio los peatones prefieren utilizar la calle, pues usar la acera representa un mayor recorrido.



Foto 10. La ausencia de aceras en sitios donde el flujo vehicular es frecuente, pone en riesgo a los peatones.



Mapa 2 . Ubicación de imágenes de aceras en el Cantón de Montes de Oca

100 0 100 200 300 400 Metros

Plan Regulador de Montes de Oca

Fuente: Fotografías aéreas 48 y 50, rollo Terra, 1:40000, 1998; IGN, MOPT, ProDUS, 2000.





Foto 11. La disposición de chatarra en las aceras, provoca una sensación de inseguridad a los peatones.



Foto 12. Acera con problemas de inundación.



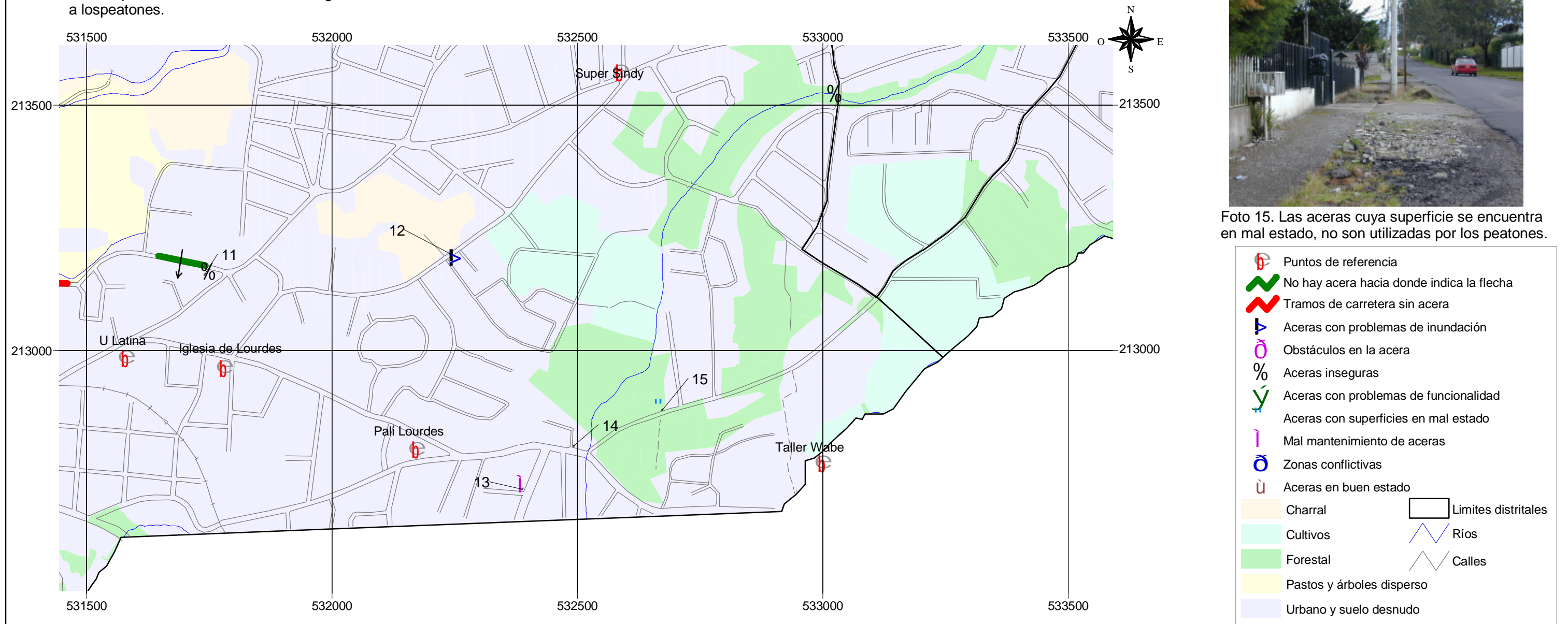
Foto 13. La falta de mantenimiento de las aceras provoca que algunas aceras sean intrasitables.



Foto 14. Tramo de carretera sin acera.



Foto 15. Las aceras cuya superficie se encuentra en mal estado, no son utilizadas por los peatones.



Mapa 3 . Ubicación de imágenes de aceras en el Cantón de Montes de Oca

Plan Regulador de Montes de Oca

Fuente: Fotografías aéreas 48 y 50, rollo Terra, 1:40000, 1998; IGN, MOPT, ProDUS, 2000.

100 0 100 200 Metros



Problemas en las aceras de Montes de Oca

Por otro lado, existen algunas aceras que sufren problemas de inundación, principalmente en época lluviosa. En algunos sitios esta situación se presenta por diversos motivos que se comentan en el anexo: “Informe de inundaciones para el cantón de Montes de Oca”, y dentro de los cuales es posible mencionar los siguientes aspectos:

- ✓ La mayor parte del alcantarillado existente en el cantón no ha sido diseñado ni para condiciones normales de precipitación ni tampoco se valoraron adecuadamente los posibles cambios en el uso del suelo en la cuenca que les afectaba
- ✓ Las condiciones de servicio de los sistemas de alcantarillado pluvial sufren los efectos adversos de un crecimiento que no fue considerado inicialmente
- ✓ Los desechos sólidos y otros obstáculos como salidas de garajes dificultan en un alto grado el buen funcionamiento de las estructuras pluviales, reduciendo en muchos casos su capacidad casi totalmente

Cada uno de ellos provoca que los peatones tengan que transitar por la calle arriesgando su vida. En las fotografías 3 y 4 es posible observar la problemática que se da en muchas aceras en época lluviosa, a raíz de obstáculos que se encuentran comúnmente en las aceras y que impiden el paso del agua.



Fotografía 3. Condición de la acera en época seca. En el círculo amarillo se puede apreciar una salida de garaje.

Fotografía 4. En esta imagen se puede apreciar la misma acera en época lluviosa. Lourdes, Montes de Oca

En algunas sitios es posible encontrar aceras que presentan obstáculos en ciertos puntos de su recorrido. Estos obstáculos, son variados: postes de la red de tendido eléctrico, señales de tránsito o información, bancas en paradas de autobús así como basureros. Ellos provocan una reducción en el ancho efectivo de la acera, representan un inconveniente para el peatón que tiene que alterar su recorrido para esquivar el obstáculo, provocan además molestias para otros usuarios que viajan en sentido contrario. A manera de ejemplo, es importante mencionar que en algunos sitios del cantón de Montes de Oca, el estacionamiento de vehículos en las aceras es consecuencia de la gran cantidad de comercios que no tienen un espacio adecuado de estacionamiento, lo cual representa un obstáculo para los peatones.

En la tabla #1 del adjunto resumen del Manual de Capacidad¹ se incluye el ancho aproximado de algunos obstáculos que se encuentran comúnmente en las aceras. Estos anchos deben considerarse a la hora de diseñar las aceras, pues representan un inconveniente para el usuario.

Por ejemplo, en la fotografía 5, se puede ver la ubicación de una señal de información en una acera de la calle 3, en San Pedro de Montes de Oca. Esta acera se encuentra ubicada en una zona comercial en donde el flujo peatonal se incrementa en horas pico por la cercanía con los comercios que se ubican a los alrededores de la Universidad de Costa Rica.

Es importante recalcar que si bien es cierto todas y cada una de las señales que se colocan son necesarias para regular el flujo vehicular, no tienen por qué afectar la seguridad y comodidad del peatón. La señal que se muestra en la fotografía 5 se ubica aproximadamente a 1.8 metros del nivel de la acera. En relación a este aspecto, vale la pena mencionar que el Transportation Planning Handbook recomienda que todos estos elementos deben dejar una distancia vertical libre, de unos 2.4 metros para no interferir con el paso de las personas. En la fotografía 6 se puede observar cómo las ramas de este árbol no dejan la distancia libre de 2.4 metros obligando a las personas a agacharse para poder pasar.



Fotografía 5. Señal de información ubicada en el centro de la acera. Calle 3, San Pedro, Montes de Oca.



Fotografía 6. Las ramas del árbol obstaculizan el paso de las personas, Mercedes, Montes de Oca.

En algunos sitios las aceras tienen la superficie en buenas condiciones y con el ancho adecuado para el tránsito confortable de los peatones, pero presentan algunos problemas relacionados con la seguridad del usuario. Algunos de estos problemas se dan porque ciertos tramos de la acera presentan condiciones que generan temor en el usuario, y que hacen que éste prefiera viajar por la calle o cruzarla con frecuencia para usar la otra acera, si es que existe esa posibilidad.

¹ Highway Capacity Manual, Special Report 209.

Dentro de los factores que provocan esta problemática es posible mencionar condiciones de escasa iluminación, poca visibilidad, poca distancia entre el tráfico vehicular y el flujo peatonal, o que de una u otra forma obliguen a los peatones a pasar cerca de lotes baldíos que no tengan ningún límite físico con la acera, tal como algún tipo de cerca o muro.

En la fotografía 7 que se muestra a continuación, se puede apreciar como debajo de las gradas de un paso peatonal a desnivel existe un sitio propenso para el escondite de delincuentes. A pesar del buen estado de la acera, los peatones no sienten seguridad al pasar por ese lugar.

El uso de una adecuada iluminación así como de algún elemento que impida que alguna persona pueda esconderse en ese sitio, podrían ser factores que provoquen en el usuario una sensación de seguridad.



Fotografía 7. Sitio que provoca una sensación de inseguridad para el usuario. Cerca de la Rotonda La Bandera, Mercedes, Montes de Oca.

Vale la pena mencionar, que tal y como se muestra en el mapa 1, existen algunas aceras en el cantón de Montes de Oca, que presentan esta problemática, algunas de ellas ubicadas en zonas que presentan un gran flujo vehicular, y en donde el caminar por la orilla de la calle es sumamente peligroso.

Otra de las problemáticas que se presenta, es la existencia de aceras cuya utilización representa para el usuario un mayor recorrido del que tendría que realizar si tomara otra ruta o un atajo. Esta situación provoca que los peatones utilicen la calle para realizar sus recorridos, poniendo su vida en peligro, y pudiendo provocar un accidente automovilístico.

En la fotografía 8 se muestra un tramo de acera que presenta varios problemas. El primero es la existencia de una gran cantidad de gradas con una pendiente muy pronunciada que hacen que el peatón prefiera viajar por la calle.



Fotografía 8. Acera poco utilizada por un diseño inadecuado de este tramo. Calle al Chorro, Sabanilla, Montes de Oca.

Además no tiene ningún medio de agarre, tal como una baranda, lo que provoca una sensación de inseguridad para algunas personas. Si se considera que en este sector los vehículos ingresan a gran velocidad, el paso de personas por la calle genera una situación crítica. Tal y como se aprecia en la imagen, no existe acera del otro lado de la calle, razón por la cual las personas tienen como única opción usar ese tramo. Un elemento que amplifica la problemática, es precisamente el hecho de que esta es una calle muy

angosta, y en donde no hay suficiente espacio para el paso de personas.

Uno de los aspectos que se deben considerar, radica en el hecho de que la mayoría de las aceras del cantón de Montes de Oca no presenta las condiciones adecuadas para el paso de personas discapacitadas. El uso de gradas como las que se muestran en la fotografía 8, evidentemente representan una problemática para una persona que utilice una silla de ruedas, razón por la cual resulta de gran importancia considerar esta situación en el diseño de las aceras. Aunque es de esperar que el acondicionamiento de las aceras para facilitar el uso de las mismas por personas discapacitadas, sea sumamente costoso, vale la pena que las autoridades del cantón lo tengan en cuenta para futuros proyectos.

La presencia de aceras cuya superficie se encuentra sumamente deteriorada provoca una sensación de malestar a los usuarios. Esta situación llega en muchas ocasiones a niveles tales que es imposible la utilización de la acera, provocando que los usuarios busquen rutas alternativas. Un caso que muestra esta situación se presenta en la fotografía 9, en donde se observa una acera que se puede considerar intransitable. El posible escurrimiento de aguas grises sobre la superficie provoca esta situación. Vale la pena mencionar que se amplifica el



Fotografía 9. Acera intransitable. Mercedes. Montes de Oca.

problema considerablemente al no existir acera al otro lado de la calle en una zona bastante transitada por peatones y en donde además es posible observar un elevado flujo vehicular.



Fotografía 10. Mal mantenimiento de aceras. San Pedro, Montes de Oca.

El mantenimiento de las aceras es un factor de gran importancia para que éstas puedan estar en buenas condiciones todo el tiempo. En algunos sitios fue posible encontrar aceras que no presentaban ninguna de las problemáticas mencionadas anteriormente, pero que por no recibir ningún tipo de mantenimiento, no es posible utilizarlas. Esta situación se debe recalcar si se considera que son aceras que significaron una inversión para la comunidad, y que a pesar de que en muchas ocasiones han sido bien diseñadas y presentan su superficie en buenas condiciones, no pueden ser utilizadas por los peatones. En fotografía

10 se puede apreciar como la maleza de este lote baldío invade la acera provocando una reducción del ancho efectivo de la misma evitando que las personas puedan transitar cómodamente. La coordinación entre la municipalidad y los dueños de los lotes para dar el mantenimiento respectivo a los mismos, es fundamental para que no se presenten este tipo de problemas.

La existencia de aceras en buen estado, le permite al peatón movilizarse de una forma segura y confortable. Las aceras ubicadas en los alrededores del Outlet Mall, son un claro ejemplo de esta condición. Tal y como se puede apreciar en la fotografía 11, la acera presenta una excelente visibilidad, un ancho apropiado para el flujo peatonal que se puede esperar a la salida de un centro comercial y que permite el paso de personas en ambos sentidos sin que estos tengan que alterar sus movimientos. Además la acera presenta una iluminación adecuada en horas de la noche.

Vale la pena mencionar que se debe tener mucha precaución con el uso de materiales que si bien es cierto son agradables para la vista, podrían tener un efecto deslizante en condiciones de humedad, ya que se incrementa la posibilidad de que las personas resbalen y se lesionen. En la fotografía 11, se puede observar el uso de un material agradable a la vista y que además no presenta problemas de este tipo.



Fotografía 11. Acera en buenas condiciones.
San Pedro, Montes de Oca.

Lamentablemente muchas de las aceras que se encuentran en buenas condiciones, cubren distancias relativamente cortas y no presentan la continuidad que se requiere, constituyendo segmentos aislados que no le permiten al usuario trasladarse de manera segura. Es por esta razón, que durante su trayecto, el peatón tiene que estar cruzando la calle en busca de alguna acera o caminar por la orilla, arriesgando su vida.

Se debe procurar en todo momento conformar una red de aceras en todo el cantón por medio de la cual, el peatón pueda desplazarse de un sitio a otro de una manera confortable y segura, sin necesidad de buscar rutas alternas que impliquen una mayor distancia de caminado y por ende un incremento en las demoras.



Fotografía 12. Segmento de acera en buenas condiciones ubicado frente al colegio Metodista. Al no presentar continuidad, el usuario debe cruzar la calle. Sabanilla, Montes de oca.

3.Conflictos entre peatón y flujo vehicular

El paso de peatones en zonas que no son adecuadas para ello, pone en peligro la vida de personas, que por muchas razones, no cruzan la calle en los pasos peatonales existentes. Un ejemplo de dicha situación se refleja en el paso de personas del Mall San Pedro hacia las instalaciones de la Universidad de Costa Rica, pues éste se realiza en la zona comprendida entre el auto lavado Hanna y el centro comercial Arte Plaza San Pedro. Los peatones cruzan la calle en esta zona, con el objeto de no ir hasta el cruce ubicado en la entrada de la Facultad de Derecho, ubicado a unos 250 metros sobre la misma carretera. Esta situación pone de manifiesto un comportamiento típico del costarricense, que antepone la comodidad por sobre su seguridad. En estos casos resulta de gran importancia analizar la posibilidad de ubicar un paso peatonal a desnivel en esta zona, siempre y cuando se busque un diseño apropiado que cumpla con una serie de condiciones estéticas y funcionales que inciten al peatón a hacer uso del mismo. En la fotografía 13 se puede apreciar a un grupo de estudiantes saliendo de la Universidad de Costa Rica por la entrada que se encuentra cerca de Plaza San Pedro y cruzando la calle en un sitio donde los vehículos pasan a gran velocidad. Según datos registrados en la estación de medición del MOPT número 177 ubicada en las cercanías



Fotografía 13. Personas cruzando la calle en un sitio peligroso. San Pedro, Montes de Oca.

del Mall San Pedro sobre la carretera de circunvalación, se han registrado aproximadamente 5678 vehículos de las 5 p.m a las 6 p.m, de los cuales un 84.3% son automóviles, un 11.7% vehículos de carga liviana y un 1.1% autobuses.

Otro de los sitios que presentan esta problemática se encuentra en las cercanías de la Rotonda de la Hispanidad, tal y como se puede ver en la fotografía 14.

Cuando las personas cruzan la calle en sitios que han sido demarcados para ello, las posibilidades de que un accidente

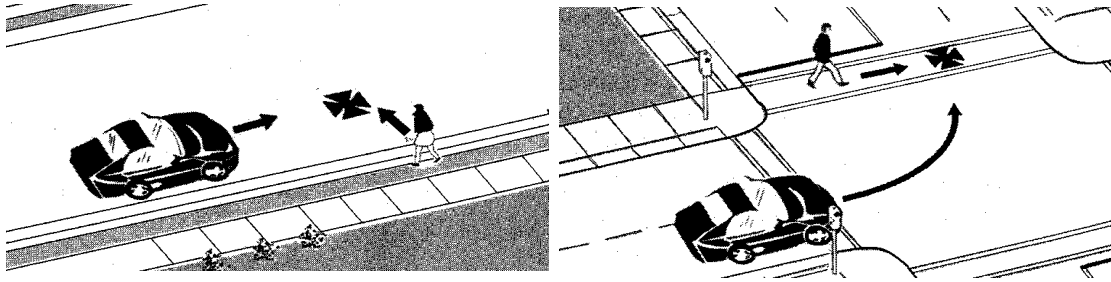
ocurra se reducen considerablemente. Según el Transportation Planning Handbook, los accidentes ocurren debido a deficiencias en el diseño de la carretera y en los sistemas de control del tráfico, además de comportamientos indebidos tanto de los peatones como de los conductores.

Es por esta razón que es de suma importancia dotar a los peatones de la infraestructura adecuada para desplazarse de una manera segura y confortable, pero también es importante educar a la población para que haga uso de ella, ya que no solo se pone en peligro la vida de los peatones, sino hasta la de los mismos conductores.



Fotografía 14. Personas cruzando la calle cerca de la Rotonda la Hispanidad. San Pedro, Montes de Oca.

En la siguiente imagen se muestran esquemas de dos casos comentados anteriormente.



Casos típicos de accidentes. Izquierda, Persona cruzando a media cuadra. Derecha, accidentes en paso peatonal.



Fotografía 15. Personas cruzando la calle en paso peatonal. San Pedro, Montes de Oca.

En la fotografía 15, se puede apreciar el uso de un paso peatonal. Sin embargo vale la pena mencionar que muchas personas eligen cruzar la calle de la esquina del Parque de San Pedro a la esquina del Banco Nacional, arriesgándose a ser atropellados por los vehículos que salen de la Universidad de Costa Rica y giran a la derecha dirigiéndose hacia la Rotonda de San Pedro. Sondeos realizados por ProDUS demostraron que en este sitio, los peatones duran aproximadamente 10 segundos en atravesar la calle, pero los autos no esperan ni siquiera el

periodo de aproximadamente 20 segundos en el que ambos semáforos están en rojo para permitir el paso de los peatones. Para tener una idea del flujo vehicular que se da en ese sitio, vale la pena mencionar que se han registrado aproximadamente 2379 vehículos de las 10 a.m a las 11 a.m en la estación de medición 183 del MOPT, de los cuales un 73 % son automóviles, un 14.6% vehículos de carga liviana y un 8.5% autobuses.

En la fotografía 16, se puede apreciar el paso de personas en media cuadra, lo cual es una muestra de la falta de conciencia que tienen las personas en nuestro país acerca de la peligrosidad que existe por hacer esta maniobra.



Fotografía 16. Personas cruzando la calle en una zona peligrosa. San Pedro, Montes de Oca.

La combinación de seguridad y confort invita al usuario a usar las aceras. El uso de árboles a la orilla de la calle es muy utilizado en otros países, pues aísla al peatón del flujo vehicular, generando un ambiente de seguridad. Además proporciona sombra y embellece el paisaje. Tal y como se aprecia en la fotografía 17, la colocación de árboles no tiene por que entorpecer el paso de los peatones. Opciones como esta, elevan la calidad del ambiente por el que viaja el peatón, y proporcionan una serie de elementos que contribuyen con el paisaje del

lugar. Sin embargo este tipo de opciones requiere de aceras más anchas que las se encuentran en el cantón de Montes de Oca.

Cuando no existe una separación adecuada entre el paso de los vehículos y el paso de los peatones y además no se usa ningún elemento divisorio entre ambos como el que se mencionó anteriormente, se genera un sentimiento de inseguridad, que provoca que



Fotografía 17. El uso de árboles a la orilla de la calle es una buena opción para aislar al peatón del flujo vehicular. (Fuente: Transportation Planning Handbook.)

en algunas ocasiones las personas se sientan bastante incómodas y prefieran tomar rutas alternas. Según el Transportation Planning Handbook, esta situación de inseguridad se genera sobre todo cuando los vehículos viajan a más de 56 km/h.

En las fotografías 18 y 19, se pueden observar algunas aceras que presentan esta problemática.



Fotografía 18. Acera en la que el peatón esta obligado a caminar cerca del paso de los vehículos. Mercedes, Montes de Oca.

Fotografía 19. Acera ubicada en la calle principal de San Pedro, y en donde el tráfico de personas es intenso a todas horas del día. San Pedro, Montes de Oca

4. Conclusiones

Muchos de los problemas que se dan en el cantón de Montes de Oca se relacionan con el cambio que ha sufrido gracias a su situación como: a. Sitio en el que se ha dado parte de la expansión de la actividad comercial del sector central de San José, b. Lugar en el que se da la ubicación de importantes centros educativos, c. Cantón de paso entre el sector este del área metropolitana y la ciudad de San José,.

Calles y aceras angostas propias de los orígenes del cantón hace algunos años, vienen a provocar hoy en día conflictos tanto en el flujo vehicular como en el flujo peatonal, siendo este último un problema difícil de solucionar para las autoridades.

La imprudencia de muchos peatones y conductores en nuestro país, así como la escasez de obras de infraestructura adecuada para su seguridad y confort, son los factores responsables de la existencia de conflictos entre los peatones y el flujo vehicular. Esta situación se refleja en el cruce de personas a media cuadra y en la no utilización de pasos peatonales en los lugares en que existen.

Gran parte de la señalización vial utilizada en el cantón, está orientada a regular el flujo vehicular, y no brinda las facilidades para las personas que caminan.

La inexistencia de aceras en algunos sitios del cantón de Montes de Oca en los que se da un alto flujo vehicular, pone en peligro la vida de los peatones. Este es un problema muy importante, que requiere de una gran inversión económica y en el que definitivamente se debe trabajar.

La gran cantidad de desechos sólidos en las alcantarillas y los errores en el diseño hidráulico de los sistemas de alcantarillado pluvial así como el poco mantenimiento de las mismas, provocan que el agua se desborde e impida la utilización de algunas aceras.

La ubicación inadecuada de algunos elementos en las aceras, tales como bancas en las paradas de autobús, basureros, señales de tránsito, entre otros, provoca una reducción en el ancho efectivo que dificulta el paso de las personas. Otro de los aspectos que impiden el paso de peatones, es la ubicación de vehículos en las aceras, lo cual se da en algunos sitios en donde no existen espacios adecuados de estacionamiento.

Algunas de las aceras del cantón de Montes de Oca presentan algunos problemas de seguridad para el usuario, dentro de los cuales es posible mencionar los siguientes: cercanía entre los peatones y el flujo vehicular, así como aceras con escasa iluminación.

Muchas de las aceras del cantón de Montes de Oca presentan problemas de funcionalidad, razón por la cual no son utilizadas por los peatones, pues representan un mayor recorrido y por ende un incremento en las demoras.

Las aceras cuya superficie se encuentra en malas condiciones representan un problema de confort para el usuario, pues en la mayoría de los casos éste prefiere caminar por la calle.

En muchas zonas del cantón existen problemas de mantenimiento de las aceras que impiden que puedan ser utilizadas por los peatones.

Las aceras que no presentan continuidad, obligan a los peatones a cruzar la calle y a cambiar su recorrido constantemente.

5. Bibliografía

1. Institute of Transportation Engineers. **Transportation Planning Handbook**. 2^a edición. Washington, Estados Unidos, 1999.
2. Transportation Research Board. **Highway Capacity Manual**. Special report 209. Washington, Estados Unidos, 1998.
3. Brenes, Eduardo. **Peatonización, una opción para el rescate urbano**. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1995.

SECCIÓN III

Estacionamientos

ESTACIONAMIENTOS

El cantón de Montes de Oca tiene una gran cantidad de estacionamientos disponibles para uso público y privado. Entre los principales se pueden mencionar el edificio de estacionamientos del Mall San Pedro (1100 espacios), Mall Outlet (235), la zona de parqueos del ICE (180), los estacionamientos de la Universidad de Costa Rica (1350), Universidad Latina (580) y Fidelitas (500), la zona de parqueo de Ofiplaza (130).

Los estacionamientos terminan los viajes en automóvil cuyos propósitos son de trabajo, educación, entretenimiento, esparcimiento, compras, servicios de banco, etc.

1.1 Mapa de localización y capacidad de estacionamientos

Debido a la extensión del cantón y a la concentración de actividades cerca de San Pedro se definió la zona de estudio que se muestra en el Mapa 1. Para su definición se tomó en cuenta el centro de actividades comerciales del cantón, y se trató de incluir los estacionamientos más grandes (como el de la Universidad Fidelitas).

La metodología inició con la revisión de los estacionamientos públicos dentro la zona de estudio, definidos éstos como las zonas cerradas de estacionamiento cuyo uso está condicionado tan solo al pago por un período de tiempo (ver Fotografía 1).

Fotografía 1. Parqueo público, ubicado en la Avenida Central de San Pedro.



En el trabajo de campo se determinó que el estacionamiento en las vías públicas como el mostrado en la Fotografía 2, es muy importante en el cantón debido a la alta frecuencia de uso.

Se procedió entonces a recopilar datos sobre estacionamientos de todo tipo desde los privados, los de los supermercados, universidades, escuelas, hasta los que se

encuentran frente a las tiendas, farmacias y otros comercios. Además se incluyeron las cocheras de las casas o condominios y los parqueos en las vías públicas.

Fotografía 2. Estacionamientos en las calles de San Pedro, cerca de la Universidad de Costa Rica.



1.2 Limitaciones de los datos del mapa de localización y capacidad de estacionamientos

En los casos en que no se pudo observar los parqueos residenciales con precisión se aproximaron.

Gran cantidad de estacionamientos comerciales se encuentran frente a los negocios. La falta de demarcación para los vehículos provoca que su capacidad deba ser calculada aproximadamente.

La capacidad de algunos estacionamientos del cantón fue calculada en forma aproximada pues los administradores de los mismos no permitieron el conteo detallado.

Los parqueos en las calles se calcularon a partir de los automóviles estacionados. Así mismo en las zonas donde las personas no acostumbran dejar sus automóviles no se realizó levantamiento de información.

Las giras se realizaron en su mayoría los martes por la mañana, entre los meses de agosto y noviembre del año 2000.

1.3 Tipos de estacionamientos



Fotografía 3. Tipos de estacionamientos: A) Comercial, B) Residencial, C) Privado, D) Educativo.

Se distinguen en la zona de estudio varios tipos de estacionamiento, los cuales se agruparon a partir de sus usos predominantes. Estos usos pueden ser:

- Áreas residenciales, en las que predominan viviendas o los edificios de viviendas, con un elevado número de viviendas por hectárea.
- Zonas de intenso uso comercial o de negocios situados en centros urbanos compactos.
- Zonas del sector educativo, como la Universidad de Costa Rica.
- Zonas densamente ocupadas con un uso del suelo mixto, residencial y de negocios o comercios.

Como resultado se obtuvo cada uno de los estacionamientos clasificado en alguno de los siguientes cinco tipos (ver Fotografía 3):

- Comercial
- Educacional
- Residencial
- Parques públicos.
- Parques en la vía pública

El Mapa 1 muestra la distribución de estacionamientos por tipo según la clasificación mencionada. En este se observa una marcada diferenciación por tipo de estacionamientos.

1.3.1 Tipo de estacionamientos comercial y de oficinas

El tipo comercial se encuentra principalmente a lo largo de la carretera principal (Avenida Central) y en las avenidas aledañas. La razón de su ubicación es que la mayoría de los comercios se encuentran en esta zona y han acondicionado sus frentes para permitir el parqueo de sus clientes



La cantidad de espacios disponibles no siempre satisfacen la demanda. La Fotografía 4 muestra cómo los conductores en vista de los espacios faltantes deciden utilizar las aceras y vías públicas para estacionar sus vehículos, aún cuando sus autos obstruyen la salida a otros ubicados correctamente en el parqueo.

Fotografía 4. Muchas veces los estacionamientos frente a los comercios no satisfacen la alta demanda, esto provoca el uso de las aceras y la vía pública.

Generalmente estos parqueos se utilizan por tiempos cortos y están asociados a necesidades que se pueden satisfacer rápidamente. Los conductores asumen que no obstruyen a los usuarios del estacionamiento (o si lo hacen será por un tiempo corto) y que el control municipal no se percatará de este hecho.

La línea del tren se ha convertido en algunos sectores en una zona de estacionamientos principalmente de uso comercial, esto se puede observar en la Fotografía 5.

Fotografía 5. Vehículos estacionados en la línea del tren en San Pedro.



Existen dentro de este sector varios estacionamientos públicos y privados. Entre los públicos se encuentran el Pomodoro, el nuevo en la antigua Fábrica Dada S. A. (Fotografía 6), y el que se muestra en la Fotografía 1. Este último se ubica unos cien metros al este del Más por Menos de San Pedro.

Fotografía 6. Nuevo estacionamiento en San Pedro. Aprovecha las antiguas instalaciones de la Fábrica Dada S. A.



Las oficinas (comerciales y de servicios profesionales) utilizan áreas de parqueo alquiladas exclusivamente para sus empleados o clientes. Por ejemplo la Torre del Este tiene un estacionamiento de este tipo justo en frente del edificio, lo mismo sucede con el ICE (ver Fotografía 7) y el del Banco Nacional. Otros estacionamientos de este tipo sirven centros comerciales (como el Centro Comercial Calle Real, el Cocorí entre otros) y a restaurantes de comidas rápidas (Taco Bell, Burger King, Pizza 2X1, etc).

Fotografía 7. Parqueo del Instituto Costarricense de Electricidad (Telecomunicaciones). Ubicado frente a Circunvalación.



La ausencia de parqueos privados cerca de ciertas oficinas o empresas provoca la utilización de los parqueos disponibles en las vías públicas (ver sección 1.3.5).

1.3.2 Tipo de estacionamientos educativos

Existen estacionamientos relacionados con la enseñanza superior, media y primaria. La mayoría se concentran en la enseñanza superior, acaparados principalmente por la Universidad de Costa Rica, la Universidad Estatal a Distancia, la Universidad Latina y Universidad Fidelitas. Otros más pequeños sirven a los colegios (por ejemplo Anastasio Alfaro, Jose Joaquín Vargas Calvo y Calazans) y a escuelas (como la de Barrio Pinto, la Rossevelt, la Metodista, etc).

Existe una clara distribución de los centros educativos en el sector 2 (ver Mapa 2), pero se concentra entre la Universidad de Costa Rica y la Universidad Latina. Al existir parqueos disponibles gran cantidad de personas prefieren viajar en vehículo privado a pesar del buen servicio del sistema de transporte público. Lo anterior repercute en la congestión de las vías de acceso a los centros de estudio.

El uso de los estacionamientos para centros educativos depende de los horarios de estudiantes, docentes y administrativos de la institución. Así el caso más crítico es el de la Universidad de Costa Rica, (depende principalmente del horario de los estudiantes) pues entre las 7 am y 9 am, 11 am a 1pm y 4 pm a 6pm de los lunes, martes, jueves y viernes los estacionamientos permanecen llenos, aunque la demanda realmente se mantiene desde las 7am hasta las 9 pm.

En el caso de la Universidad Latina es hasta después de las 4 de la tarde cuando los estacionamientos empiezan a llenarse y cerca de las 8 inicia su desocupación (según indican los vecinos).

Fotografía 8. Calle principal de la Universidad de Costa Rica, frente a la Biblioteca Carlos Monge Alfaro y la Facultad de Ingeniería.



Los colegios tienen un funcionamiento diferente, en este caso depende del horario de los profesores y administrativos, generalmente entre 7 am y 4 pm. Sin embargo existen casos peculiares como el del Liceo José Joaquín Vargas Calvo, pues en las noches además del Liceo Nocturno se tienen clases de Inglés de la Fundación Tecnológica de Costa Rica (Fundatec), con horarios entre 5:30 pm y 8:30 pm, los cuales saturan los estacionamientos a estas horas.

En las escuelas primarias y en los jardines de niños se utilizan autobuses o microbuses especializadas que recogen y devuelven los estudiantes en sus casas. Al contar con este servicio, un número de padres que llevan a sus hijos hasta los centros de estudio se ve disminuido.

Los parqueos en la vía pública se convierten en la opción accesible, y la aparición de largas filas de automóviles estacionados en los bordes de las vías cercanas a los centros de atracción. Ejemplo típico es la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica (ver Fotografía 8), la cual en horas pico no solo satura los estacionamientos cercanos, sino que produce el mismo efecto en las calles aledañas.

Un aspecto importante es el nuevo estadio olímpico de la Universidad de Costa Rica el cual se ubica sus las instalaciones deportivas. La entrada en funcionamiento de este complejo demandará muchos espacios de parqueo a la hora de los juegos. Aunque ya existen muchos estacionamientos en zonas cercanas (como los de la Ciudad de la Investigación, por ejemplo), se deben adicionar nuevos en correlación con la capacidad del estadio.

1.3.3 Tipo de estacionamientos residencial

El caso residencial muestra principalmente una agrupación de las cocheras, muy densa en los Yoses, y menos en Barrio Pinto y la Granja, así como en los alrededores de la Escuela Rossevelt. Esto puede deberse a que en los Yoses cada residencia tiene uno o más vehículos, mientras en Lourdes, La Granja y los alrededores de la Escuela Rossevelt menos familias poseen vehículos y por ello las cocheras se presentan más dispersos.

Además se encuentran algunos estacionamientos de este tipo en Barrio Dent, donde un porcentaje importante de residencias corresponden a condominios. Por otro lado en Betania, existen muy pocas cocheras lo cual puede deberse a una clase social un poco menor.

Los Yoses y Barrio Dent merecen especial atención pues el desarrollo de San José ha convertido las antiguas residencias en oficinas, embajadas, edificios gubernamentales y hasta comercios y cada vez son menos las casas de habitación. El correspondiente aumento en la demanda de estacionamientos no ha sido satisfecho y los conductores han optado por utilizar espacios a la orilla de las carreteras (Ver Mapa 3 y Fotografía 9).

1.3.4 Tipo Parqueos públicos

El parqueo público se define como las zonas cerradas de estacionamiento cuyo uso está condicionado tan solo al pago de una suma económica remunerada (ver Fotografía 1). Estos estacionamientos se encuentran dispersos en el sector comercial y de oficinas, pues la oferta que estos proporcionan responde a la demanda de estos sectores. Por ejemplo el parqueo público del Mall San Pedro, Mall Outlet, entre otros.

1.3.5 Tipo parqueo en las vías públicas

Se ubican generalmente a la orilla de la calzada. Sus usuarios pertenecen a cualquiera de los tipos de actividades. La administración de estos está a cargo de la Municipalidad de Montes de Oca si se trata de carreteras cantonales, y del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) en el caso de las carreteras nacionales.

Es posible diferenciar tres categorías:

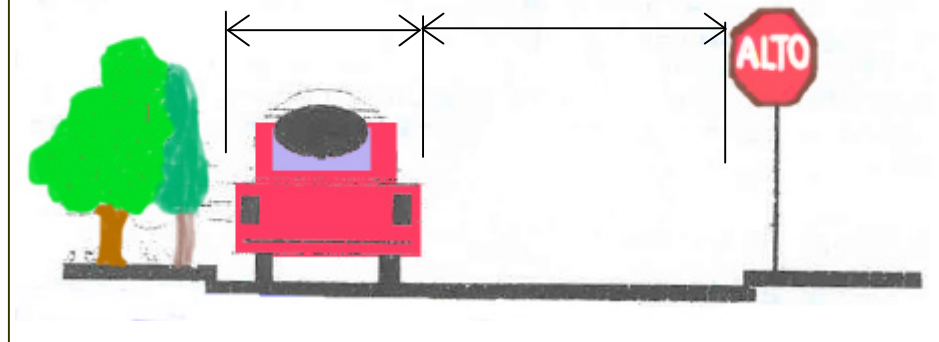
- La línea amarilla: consiste en zonas restringidas donde no es permitido estacionamiento. La restricción puede ser establecida por el MOPT (carreteras nacionales) o por la municipalidad (carreteras cantonales).
- Estacionamiento con parquímetro o con boleta: Se trata de zonas de estacionamiento controladas por la municipalidad cuyo uso está supeditado al pago de un monto económico a la misma, sea este por medio del parquímetro o con el uso de una boleta.
- Estacionamiento gratis: la municipalidad no ejerce control sobre el estacionamiento en el resto de las calles del cantón. En este caso se establece el estacionamiento gratis.

Este tipo de estacionamientos sirven a todos los sectores: comerciales, de oficinas, educacionales y residenciales. Por ejemplo en la calle que cruza la urbanización Dent existen muy pocos provocan el uso de la calle, a la cual le reducen su capacidad (ver Fotografía 9).

Fotografía 9. Estacionamientos en las vías utilizados por las oficinas cercanas a la entrada sur de Barrio Dent. Se observan gran cantidad de autos a ambos lados de la carretera.



Figura 1. Los estacionamientos en las calles representan un obstáculo en la circulación vial y peatonal, en ambos casos por la escasez de espacio con la que cuentan ambos medios de transporte.



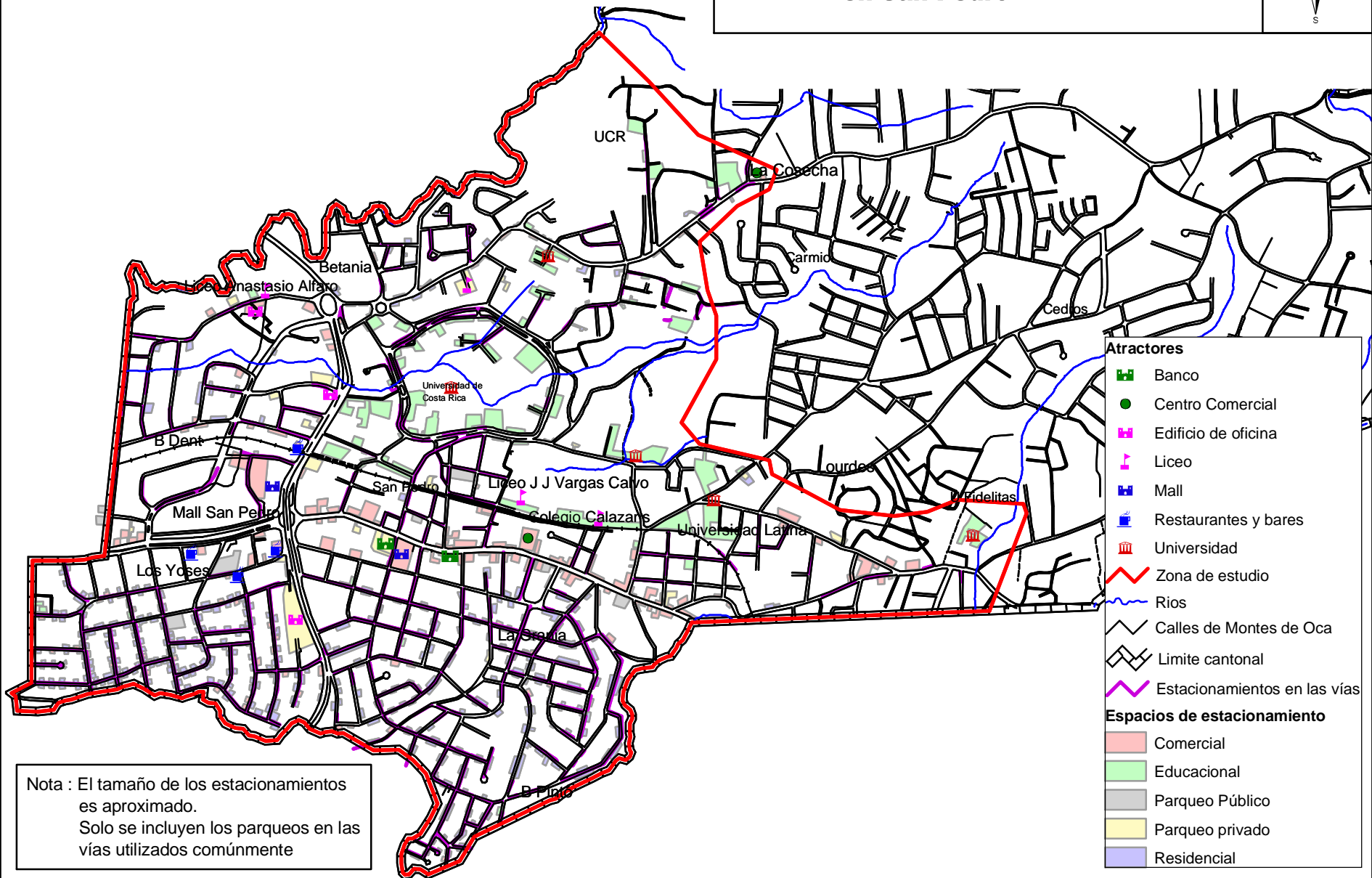
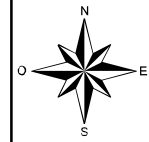
Este tipo de parqueos propicia ciertos problemas de los cuales se pueden identificar la reducción del ancho efectivo de las carreteras (ver Figura 1), invade el espacio destinado a los peatones y provoca inseguridad. Además dependiendo de las características del frente del comercio y del tamaño del automóvil se puede interrumpir el uso de la acera, como se muestra en la Fotografía 8 (ver página siguiente).

El Mapa 3, muestra las zonas de estacionamiento en las vías de la zona de estudio con colores que indican la cantidad de automóviles que acostumbran estacionarse en la zona.

Fotografía 10. Estacionamientos de clientes de la Panadería Spoon. Se nota la reducción de la acera y la dificultad de los peatones al utilizarla.



Mapa 1. Principales estacionamientos en San Pedro



Atractores

- Banco
- Centro Comercial
- Edificio de oficina
- Liceo
- Mall
- Restaurantes y bares
- Universidad
- Zona de estudio
- Rios
- Calles de Montes de Oca
- Limite cantonal
- Estacionamientos en las vías

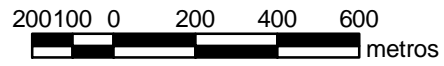
Espacios de estacionamiento

- Comercial
- Educacional
- Parqueo Público
- Parqueo privado
- Residencial

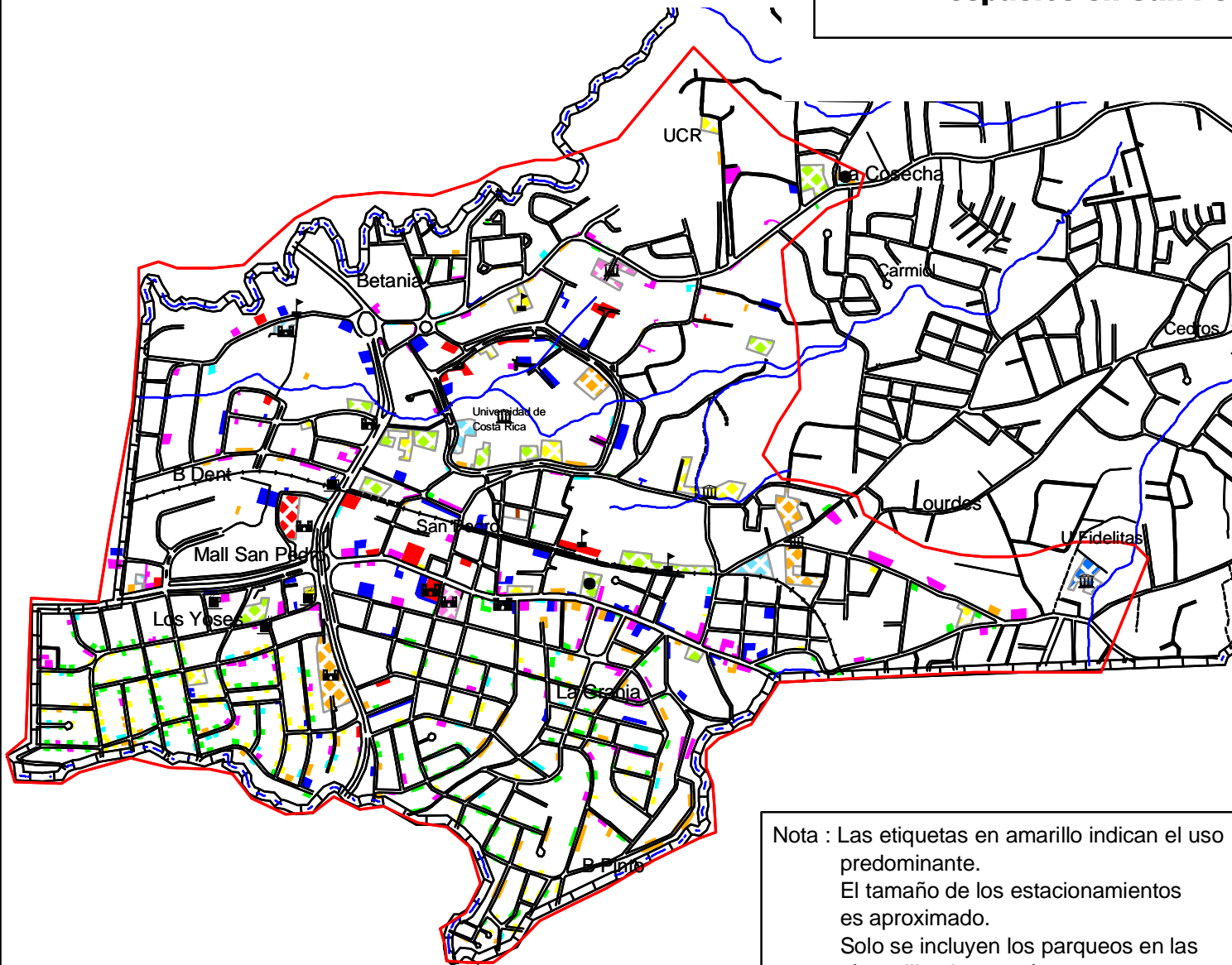
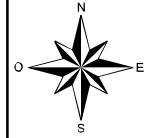
Nota : El tamaño de los estacionamientos es aproximado.
Solo se incluyen los parqueos en las vías utilizados comúnmente

Fuente: Municipalidad de Montes de Oca; IGN-JICA mapas 1:10 000; ProDUS

Plan Regulador de Montes de Oca



Mapa 2. Principales estacionamientos por espacios en San Pedro



Atractores

- Banco
- Centro Comercial
- Edificio de oficina
- Liceo
- Mall
- Restaurantes y bares
- Universidad
- Rios
- Calles de Montes de Oca
- Limite cantonal

Espacios de estacionamiento

- IND
- 1-3
- 4-5
- 6
- 7-8
- 9-15
- 16-30
- 31-45
- 46-60
- 61-100
- 101-150
- 151-200
- 200-250
- 500
- 1100

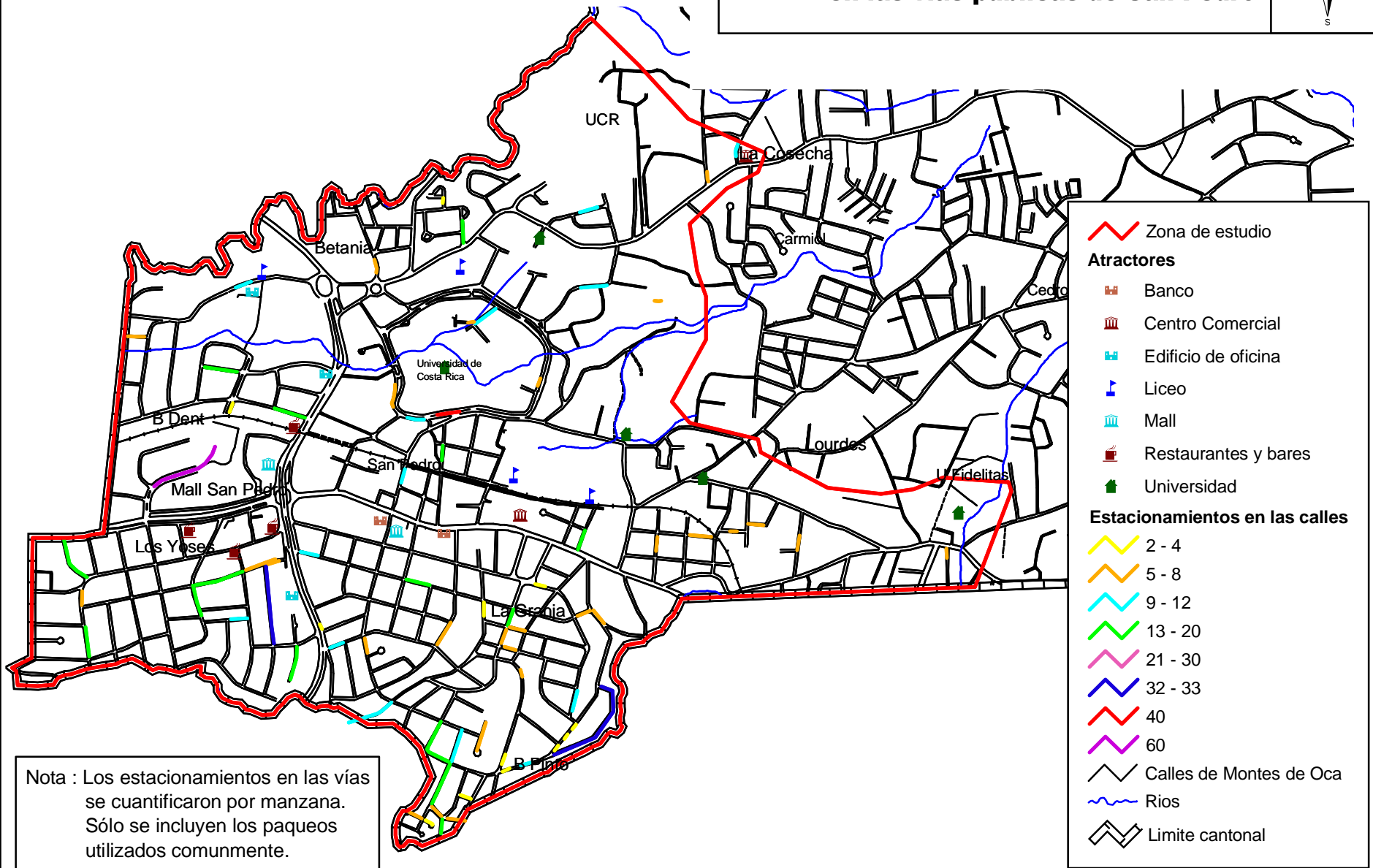
Nota : Las etiquetas en amarillo indican el uso predominante.
 El tamaño de los estacionamientos es aproximado.
 Solo se incluyen los parqueos en las vías utilizados comúnmente

Fuente: Municipalidad de Montes de Oca; IGN-JICA mapas 1:10 000; ProDUS

Plan Regulador de Montes de Oca



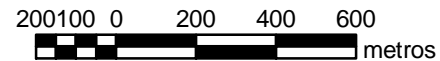
Mapa 3. Zonas utilizadas como parqueo en las vías públicas de San Pedro



Nota : Los estacionamientos en las vías se cuantificaron por manzana. Sólo se incluyen los paqueos utilizados comunmente.

Fuente: Municipalidad de Montes de Oca; IGN-JICA mapas 1:10 000; ProDUS

Plan Regulador de Montes de Oca



Bibliografía

1. Prinz, Dieter. **Planificación y configuración urbana**. Ediciones G, Gili, S. A. México, D. F. 1984.
2. Brenes Mata, Eduardo. **Peatonización, una opción para el rescate urbano**. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1995.

SECCIÓN IV

Diagnóstico de accesibilidad a escuelas

Diagnóstico de accesibilidad de las escuelas públicas en el cantón de Montes de Oca

1.1 Introducción.

En este documento se pretende determinar la facilidad con la cual los niños de Montes de Oca pueden llegar a los centros educativos del cantón.

La metodología utilizada en este diagnóstico consiste en definir zonas de influencia de los centros educativos. Las zonas de influencia se definen como la distancia recorrida sobre cada una de las calles que convergen al punto de interés. Para las escuelas se han definido zonas de influencia de 200 m y 500 m, que se consideran distancias razonables que podrían recorrer los niños; para los jóvenes que asisten a los centros de segunda enseñanza las distancias son mayores, de hasta un kilómetro.

Inicialmente se determina la ubicación de las escuelas, y a partir de los resultados se podrá saber entonces si la mayoría de la población tiene acceso a estas instalaciones.

También es importante tomar en cuenta la cercanía de los centros de enseñanza a las paradas de transporte público; entre más cerca se encuentren los centros educativos de las paradas, menor peligro correrán los niños al atravesar calles muy transitadas o recorrer zonas de algún otro modo peligrosas.

Se hace un comentario aparte para los colegios debido a que la seguridad de los jóvenes se ve menos afectada por la accesibilidad a los centros educativos que en el caso de los niños.

1.2 Localización de las escuelas.

En esta sección nos enfocamos principalmente en la localización de las escuelas públicas, debido a que la mayoría de los estudiantes de estos centros utilizan los servicios de transporte público. En las escuelas privadas, los alumnos provienen en un alto porcentaje de otros cantones; además, el principal medio de transporte utilizado en estos casos es el automóvil, o en su defecto, se trasladan a sus hogares en servicios de bus contratados por el centro educativo.

La mayoría de las escuelas se encuentran en el distrito de San Pedro, repartidas principalmente en dos zonas: Al sur de la calle principal cerca del centro de San Pedro, que corresponde a las zonas residenciales, aunque recientemente ha ido variando y han aparecido oficinas y comercio; la segunda zona se localiza más bien hacia el norte, y comprende los sectores de Lourdes, Cedros y Vargas Araya, donde predominan zonas residenciales. Con respecto a los otros distritos, en Sabanilla y San Rafael hay dos instituciones de primera enseñanza, y en Mercedes solamente uno¹.

¹ Ver mapa *Centro Educativos en el cantón de Montes de Oca*.

Todas las escuelas se encuentran, a partir del mapa de uso del suelo de 1998², en zonas urbanas. Al desplazarnos hacia el este, algunas áreas forestales y de pastos, principalmente, rodean a los centros de enseñanza. La Escuela de Mansiones se encuentra prácticamente rodeada por áreas dedicadas a pastos y zonas forestales.

Las escuelas se ubican alrededor de los tres corredores comerciales más importantes de Montes de Oca:

- Avenida Central de San Pedro.
- Carretera a Sabanilla.
- Calle a Lourdes, Vargas Araya y Cedros.

Existen tres casos de interés:

- La Escuela Educacional Interactiva se localiza prácticamente en el sector comercial de Los Yoses.
- La Escuela Roosevelt se localiza al sur de la franja comercial del centro de San Pedro, en una zona en la cual los locales comerciales y de oficinas se han extendido en dirección de este centro educativo.
- La Escuela de Sabanilla se sitúa diagonal al parque, y rodeada casi por completo por locales comerciales.

La mayoría de las escuelas en el cantón se localizan en dos tipos de barrios³:

- Aquellos en los cuales la infraestructura es de bajo nivel (*Clasificación 2*). Hay 4 escuelas públicas en barrios de estas características.
- Vecindarios en que la infraestructura se encuentra en regulares condiciones (*Clasificación 3*). Seis instituciones de enseñanza primaria se localizan en este tipo de barrio.

En muchos casos, a pesar de estar localizados en un tipo específico de barrio, las escuelas se encuentran bastante cerca de vecindarios en los cuales las características de la infraestructura son diferentes.

Existen dos excepciones: La Escuela Roosevelt se localiza en el barrio del mismo nombre, en el cual la infraestructura es buena (*Clasificación 4*); y la Escuela Educacional Interactiva, la cual está localizada en el barrio Los Yoses, de infraestructura considerada de buena calidad (*Clasificación 5*).

Las siguientes figuras permiten comprender la tipología de barrios en los que se encuentran las escuelas de Montes de Oca:

² Ver sección de *Uso del Suelo*.

³ Para una mayor explicación sobre la tipología de barrios, consultar el documento *Categorización de los Sectores del Cantón de Montes de Oca*, en la sección de *Barrios*.



Fotografía 1. Tipos de barrios: (a) Clasificación 2; (b) Clasificación 3; (c) Clasificación 4; (d) Clasificación 5.

Además, los barrios de infraestructura deficiente (pública así como privada), en su mayoría tienen un pobre acceso a los centros educativos. Es decir, tienen que desplazarse más de 500 m para llegar a las escuelas. Esto es importante si tomamos en cuenta que los niños de estos barrios normalmente se desplazan a las escuelas caminando, y es poco usual el uso del transporte público, y aún menos el del automóvil. En forma específica, cabe mencionar el caso del barrio Salitrillos: Los niños deben caminar hasta un kilómetro para llegar a la Escuela de Mansiones. La escuela más cercana es la José Cubero, en el cantón de Goicoechea. La situación es más crítica en el asentamiento conocido como Paso Hondo, situado detrás de las instalaciones deportivas de la UCR: El centro educativo más cercano es la Escuela Madre del Divino Pastor, en el cantón de Goicoechea, a 800 m de distancia. Las escuelas América Central y Pilar Jiménez se encuentran a una distancia cercana a los dos kilómetros, y hay una distancia mayor al kilómetro hasta las escuelas del cantón. Los niños de Calle Estefanía deben desplazarse más de un kilómetro para ir a la Escuela Inglaterra, la más cercana; de igual manera ocurre en el Barrio Sinaí. En Calle Díaz la escuela más cercana no se encuentra en Montes de Oca, sino en San Ramón de Tres Ríos.

Las cinco escuelas privadas del cantón se localizan en el distrito de San Pedro; cerca del centro y también en el sector de Lourdes.

1.3 Accesibilidad a las rutas de buses.

Los niños que asisten a escuelas en Montes de Oca caminan como máximo 500 m para llegar a las paradas de bus; y en la mayoría de los casos no se ven obligados

siquiera a desplazarse más de 200 m. Para determinar lo anterior, a partir de las zonas de influencia de las escuelas se determinó cuáles paradas de bus se encontraban dentro de este rango, y se generó el mapa *Accesibilidad de las Escuelas Públicas a las Paradas de Autobús*.

Estas distancias son aceptables y disminuyen los riesgos que corren los niños para llegar a las paradas de buses, como son las calles muy transitadas o en mal estado (alcantarillas descubiertas, cambios de nivel entre calles y aceras, etc.), además de grandes deficiencias en las aceras⁴ (algunas en muy mal estado, y en algunos lugares son inexistentes).

Para determinar lo anterior, a partir de las zonas de influencia de las escuelas se determinó cuáles paradas de bus se encontraban dentro de este rango, y se generó el mapa *Accesibilidad de las Escuelas Públicas a las Paradas de Autobús*.

En la mayoría de los casos, las rutas de bus que pasan por las paradas más cercanas a las escuelas corresponden a las poblaciones más próximas. Por ejemplo, las paradas de bus a menor distancia de la Escuela de Cedros corresponden a la ruta de Cedros. El que no existan muchas opciones para viajar a otras zonas del cantón no es de gran importancia si tomamos en cuenta que la mayoría de los niños se desplazarán a la escuela más cercana a su domicilio.

Aún así, cabe destacar algunas situaciones específicas: Por la Escuela Roosevelt pasan todas las rutas del cantón, excepto los buses de Sabanilla. La escuela Dante Alighieri, ubicada en Lourdes, se ubica cercana a rutas de Salitrillos, San Ramón, Vargas Araya, Cedros y Santa Marta.

Por otro lado, existe el caso de la Escuelas de Mansiones, en el distrito de San Rafael: La ruta de San Ramón de Tres Ríos, ya sea en sentido San Ramón- San José o viceversa, se encuentra a unos 250 m de la escuela. Estos buses se dirigen al cantón de La Unión (Cartago), y no existe ninguna ruta que permita el transporte de niños hacia el este y noreste de este distrito; esta situación no es tan crítica si consideramos que los lotes más al este corresponden a zonas rurales, principalmente fincas. Debido a ello no se espera que haya grandes asentamientos humanos, y pocos niños que deban ir a la escuela; además, por ser áreas no urbanas los peligros que implica el caminar hasta la escuela se ven disminuidos.

Es de gran importancia que las paradas puedan proteger a los niños de las condiciones ambientales adversas, especialmente en la época lluviosa; es por eso que en este documento se ha revisado el acceso que tienen los niños a paradas de bus con caseta.

Un gran número de las escuelas del cantón presentan deficiencias con respecto a la cercanía a paradas con caseta; lo más común es que solamente haya protección de este tipo en una de las paradas, y por lo tanto solo para uno de los sentidos de viaje. Existen, como es usual, casos extremos:

⁴ Ver sección *Aceras*.

- Todas las paradas cercanas a las escuelas Roosevelt y Educacional Interactivo poseen casetas. El principal motivo para esta situación es la cercanía de estos centros educativos con zonas comerciales, que generan una gran cantidad de viajes en servicio público, y por lo tanto obligan a la municipalidad a mejorar la calidad del servicio para esta gran cantidad de usuarios.
- Cercano a los centros educativos Barrio Pinto, Inglaterra y Nueva Laboratorio no hay una sola parada con caseta.

1.4 Accesibilidad a los colegios públicos.

Solamente existen cinco instituciones de segunda enseñanza en todo el cantón de Montes de Oca, y se encuentran en barrios de las clasificaciones # 2, # 3 y # 4.

Las zonas de influencia que se utilizan para los colegios son mayores ya que los adolescentes están en mejores condiciones de enfrentarse a los riesgos que se presentan en los viaje entre sus casas y los centros educativos. Entonces podemos decir que todos los colegios del cantón tienen paradas de servicio público cercanas, es decir, a una distancia menor de un kilómetro. Con estas zonas de influencia mayores, los jóvenes deben caminar una distancia relativamente pequeña hasta las paradas de cualquier ruta del cantón, y entonces desplazarse desde los centros urbanos de Montes de Oca para asistir a clases.

Al igual que en el caso de las escuelas, existen dos áreas definidas donde se ubican los centros públicos de segunda enseñanza: La primera es al noreste del cantón, donde tres colegios se localizan bastante cercanos a la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio. Pueden entonces servir a la mayoría de la población, que vive en los distritos de San Pedro y Sabanilla. La segunda zona es en el distrito de Mercedes, al oeste del Cristo de Sabanilla. En este último caso, hay una distancia menor a los 500 m entre el Colegio de Cedros y el Seminario San Agustín, y el lado este de los distritos de Montes de Oca y Mercedes no se ven servidos directamente por ningún centro de segunda enseñanza, pero basados en lo descrito anteriormente, es fácil desplazarse en bus desde cualquier lugar del cantón.

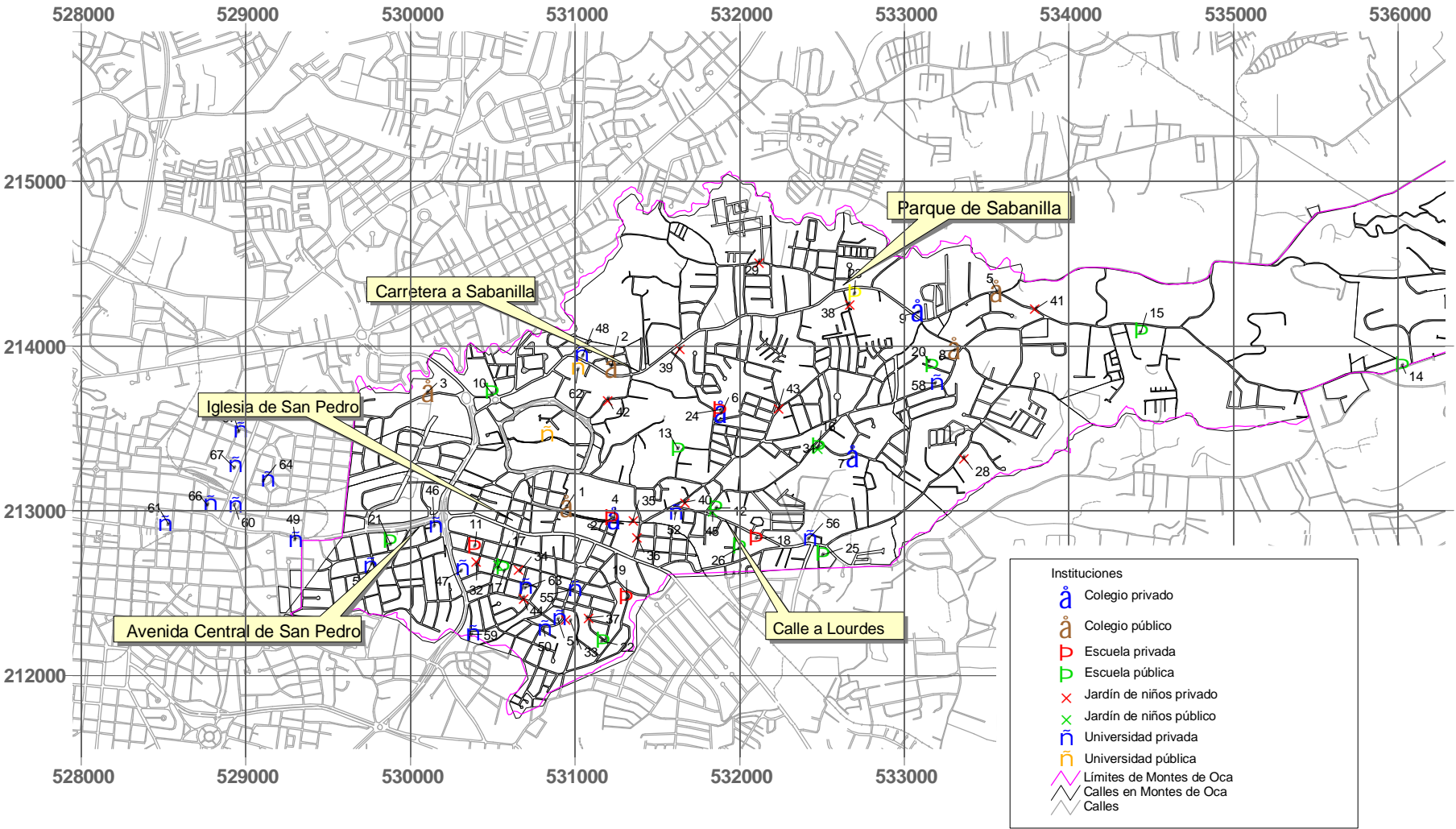
NOTA:

Para elaborar este documento se utilizaron los siguientes mapas:

- *Zonas de Influencia de los Centro Educativos Públicos del Cantón de Montes de Oca.*
- *Distribución de Paradas de Autobuses de Transporte Público para el Cantón de Montes de Oca.*
- *Principales Características de las paradas de autobuses de Transporte Público del Cantón de Montes de Oca.*
- *Uso del suelo generado a partir de fotografías aéreas de 1998.*

También se utilizó una base de datos de centros educativos, facilitada por el Ministerio de Educación Pública.

Mapa 1. Centros educativos en el cantón de Montes de Oca



Instituciones

- Colegio privado
- Colegio público
- Escuela privada
- Escuela pública
- Jardín de niños privado
- Jardín de niños público
- Universidad privada
- Universidad pública
- Límites de Montes de Oca
- Calles en Montes de Oca
- Calles

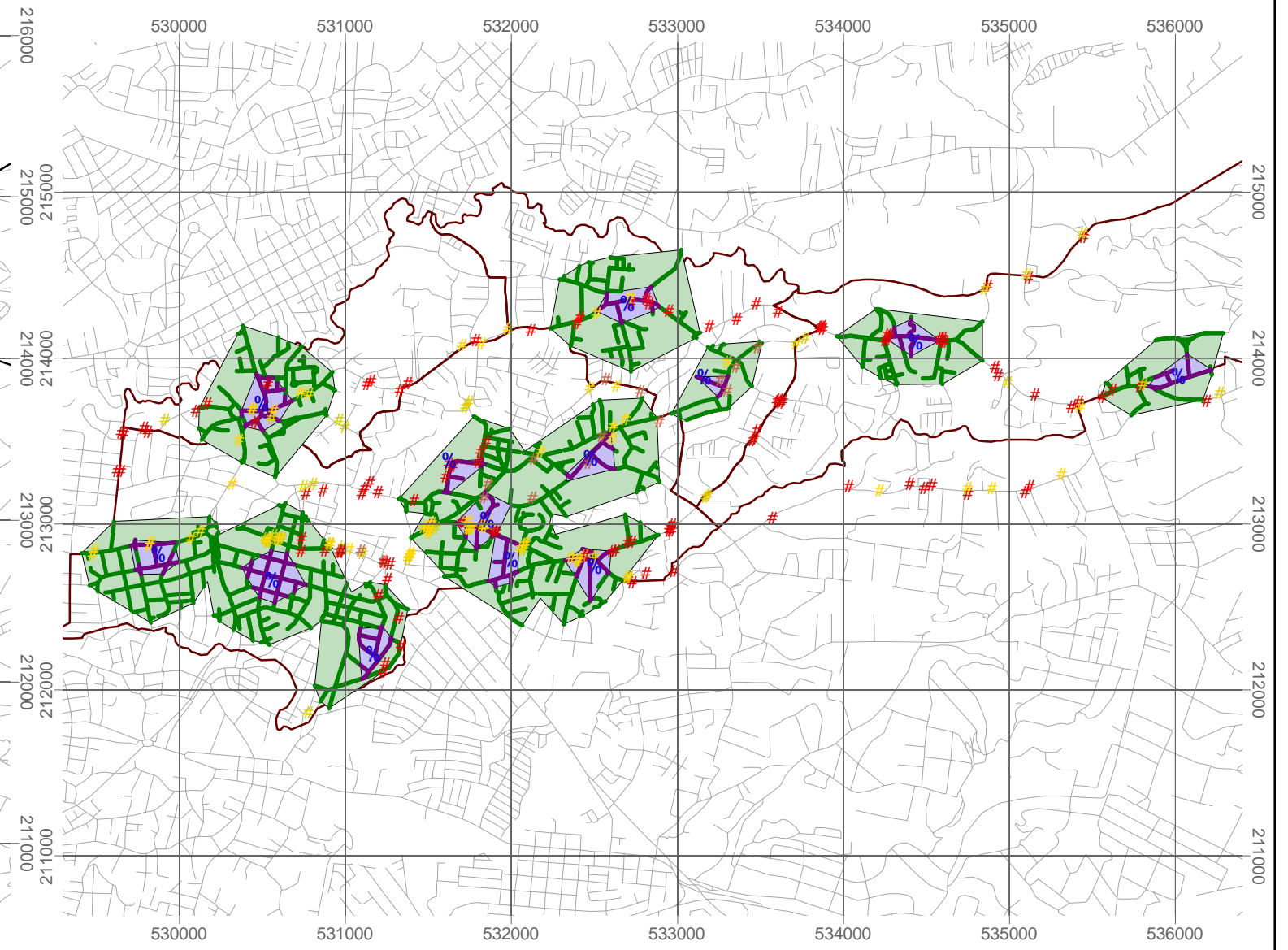
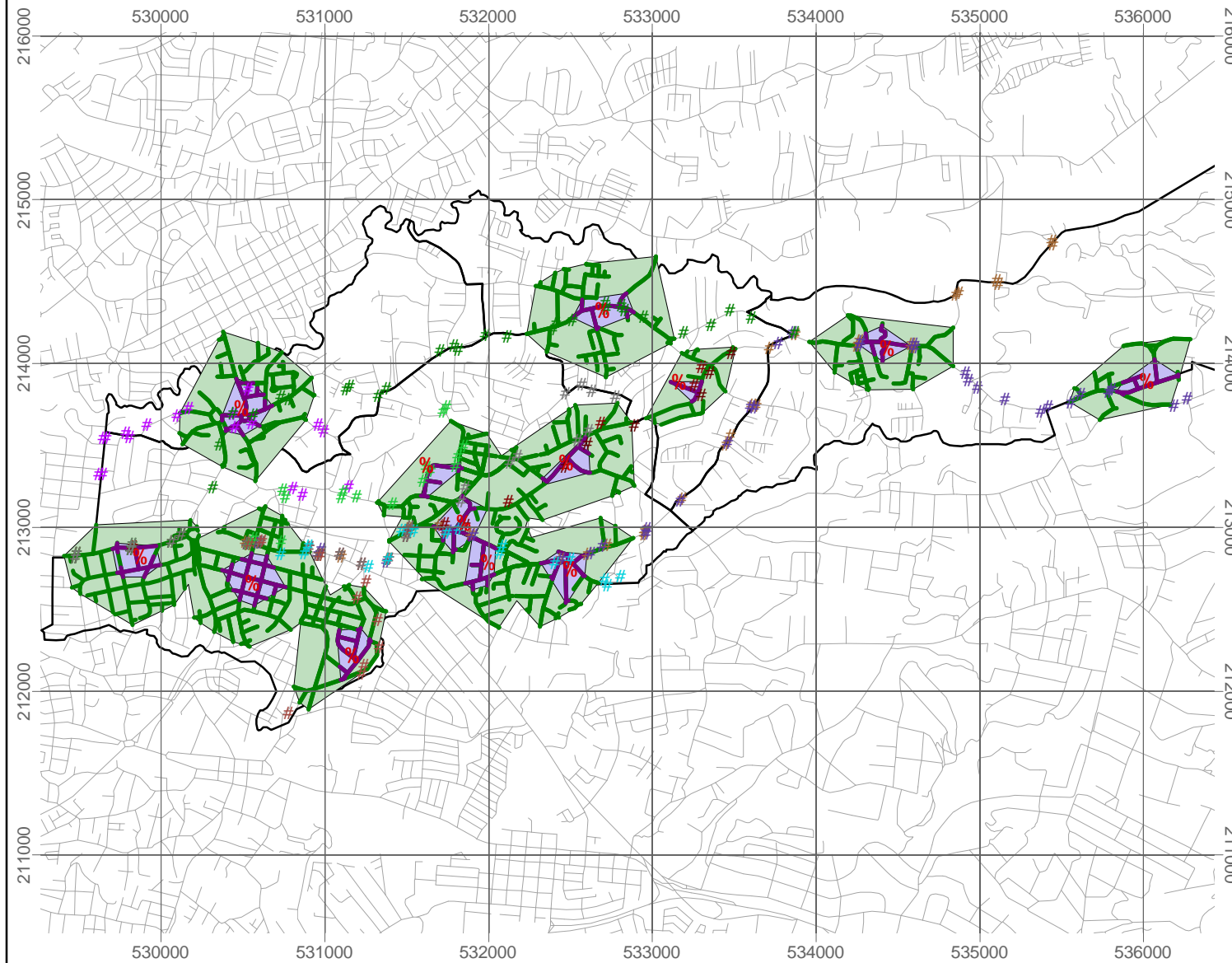
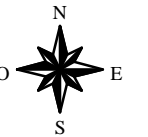
Nota: en el resto del cantón no hay más centros educativos

Fuente: Municipalidad, Ministerio de educación, Páginas Amarillas (ICE)
Plan Regulador de Montes de Oca



Accesibilidad de las Escuelas Públicas a las Rutas de Bus.

Accesibilidad a de las Escuelas Públicas a Paradas de Bus con Caseta.



- | | |
|------------------------|---------------------------|
| % Escuelas públicas | Calles escuela 200 .shp |
| # Paradas Barrio Pinto | Calles de influencia 500m |
| # Paradas Santa Marta | Zona de influencia 200 m |
| # Paradas Carmiol | Zona de influencia 500 m |
| # Paradas Vargas Araya | División distrital |
| # Paradas Sabanilla | Calles |
| # Paradas Cedros | |
| # Paradas San Ramon | |
| # Paradas Bo Escalante | |
| # Paradas Salitrillos | |

- | |
|---------------------------|
| % Escuelas públicas |
| Paradas |
| # Sin caseta |
| # Caseta |
| Calles escuela 200 .shp |
| Calles de influencia 500m |
| Zona de influencia 200 m |
| Zona de influencia 500 m |
| División distrital |
| Calles |

Mapa 2. Accesibilidad de las Escuelas Públicas a las Paradas de Bus.



Tabla 1. Centros educativos en el cantón de Montes de Oca

Número en el Mapa	Nombre de la institución	Institución
1	Liceo JJ Vargas Calvo	Colegio
2	Colegio científico de San Pedro	Colegio
3	Liceo Anastasio Alfaro	Colegio
4	Colegio Calazans	Colegio
5	Seminario	Colegio
6	Colegio Monterrey	Colegio
7	Colegio Combi	Colegio
8	Colegio de Cedros	Colegio
9	Colegio Metodista	Colegio
10	Escuela de Betania	Escuela
11	Escuela Metodista	Escuela
12	Escuela Dante Alighieri	Escuela
13	Escuela Nueva laboratorio	Escuela
14	Escuela de Mansiones	Escuela
15	Escuela Inglaterra	Escuela
16	Escuela Monterrey Vargas Araya	Escuela
17	Escuela Franklin Rossevelt	Escuela
18	Escuela Mont Berkeley	Escuela
19	Escuela La Routhe de Sobredo	Escuela
20	Escuela de Cedros	Escuela
21	Escuela Educacional Interactivo	Escuela
22	Escuela de Barrio Pinto	Escuela
23	Escuela de Sabanilla	Escuela
24	Escuela Monterrey	Escuela
25	Escuela Santa Marta	Escuela
26	Escuela Nuestra Señora de Fátima	Escuela
27	Escuela Calazans	Escuela
28	Centro de Desarrollo Integral Bilingue	Jardín de niños
29	Centro Educativo Campestre Ambientalista	Jardín de niños
30	Kinder de la Roosevelt	Jardín de niños
31	Kinder Monterrey Vargas Araya	Jardín de niños
32	Kinder de la Metodista	Jardín de niños
33	Centro de Balance Integral	Jardín de niños
34	La casa de los niños, bilingual, Montesori	Jardín de niños

Número en el Mapa	Nombre de la institución	Institución
35	Kinder del Calazans	Jardín de niños
36	Jardín Victoria School	Jardín de niños
37	Little Raimbow Garden	Jardín de niños
38	Jardín Musical	Jardín de niños
39	Jardín la Tortuga Verde	Jardín de niños
40	Jardín de Vida	Jardín de niños
41	IPEI, maternal, preescolar, primaria	Jardín de niños
42	Kinder Santa Paula	Jardín de niños
43	Kinder	Jardín de niños
44	Hogar escuela Maternal El arca de Noe	Jardín de niños
45	Jardín dante Alighieri	Jardín de niños
46	INDESC	Universidad
47	Thomas Edison de América, Utea	Universidad
48	Universidad Isaac Newton	Universidad
49	Universidad de San José	Universidad
50	Instituto y Universidad Creativa	Universidad
51	Universidad Centroamericana de Ciencias Sociales	Universidad
52	Universidad Latina	Universidad
53	Universidad de Costa Rica	Universidad
54	Colegio Académico	Universidad
55	Kinetos, centro de Computación	Universidad
56	Universidad Fidelitas	Universidad
57	Hispanoamericana	Universidad
58	Universidad Bíblica	Universidad
59	Universidad Edison	Universidad
60	Universidad Magister	Universidad
61	Universidad Paramericana	Universidad
62	UNED	Universidad
63	Instituto Educativo Juventus	Universidad
64	Universidad Central Costarricense	Universidad
66	Universidad Americana	Universidad
67	U.I.A.	Universidad

Tabla 2. Escuelas de Montes de Oca y sus alrededores

COD.	NOMBRE	PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO	POBLADO	TIPO	TELÉFONO	DIRECCIÓN	CLASIF.
1	VITALIA MADRIGAL ARAYA	San José	San José	CARMEN	MORAZAN	pública	2220004	Costado S parque Morazan	e
2	BUENAVENTURA CORRALES	San José	San José	CARMEN	MORAZAN	pública	2220026	c 7 y 9 a 5	e
3	REPUBLICA DE MEXICO	San José	San José	CARMEN	ARANJUEZ	pública	2220068	c 21 a 15	e
4	BILINGÜE MARISA	San José	San José	CARMEN	CALIFORNIA		2216931	c 19 a 1 y 3	e
5	REPUBLICA DE PERU	San José	San José	CARMEN	MORAZAN	pública	2220048	c 5 y 7 a 1B	e
6	COSTA RICA	San José	San José	MERCEDE	CLARET		2220084	c 30 a 13	e
7	JOSE FIDEL TRISTAN	San José	San José	MERCEDE	PITAHAYA	pública	2220017	c 32 y 34 a 3	e
8	RAMIRO AGUILAR VILLANAVE	San José	San José	MERCEDE	BARRIO MEXICO	pública	2220097	c 20 a 17	e
9	JUAN RAFAEL MORA PORRAS	San José	San José	MERCEDE	BARRIO MEXICO	pública	2220117	c 2 a 1	e
10	REPUBLICA DE ARGENTINA	San José	San José	MERCEDE	BARRIO MEXICO	pública	2335097	c 14 y 16 a 11	e
11	GRATUITA MA. AUXILIADORA	San José	San José	HOSPITAL	DON BOSCO	privada	2212049	de Kentucky Paseo Colon 100 O y 100 S	e
12	NIÑO JESUS DE PRAGA	San José	San José	HOSPITAL	BARRIO CUBA	pública	2224264	50 O Iglesia Catolica	e
13	REPUBLICA DE NICARAGUA	San José	San José	HOSPITAL	CRISTO REY	pública	2260693	c 10 a 28	e
14	MAURO FERNANDEZ ACUÑA	San José	San José	HOSPITAL	LA MERCEDE	pública	2220079	c 12 a 6 y 8	e
15	OMAR DENGU GUERRERO	San José	San José	HOSPITAL	BARRIO CUBA	pública	2220119	c 16 y 18 a 20	e
16	MARIA AUXILIADORA	San José	San José	HOSPITAL	DON BOSCO	privada	2212044	c 32 y 34 a 4	e
17	CATOLICA ACTIVA	San José	San José	HOSPITAL	DON BOSCO	privada	2578778	c 30 a 8 y 10 , 50 N Mercado Mayoreo	e
18	EL CARMELO	San José	San José	HOSPITAL	BARRIO CUBA				e
19	CASA MAIN	San José	San José	HOSPITAL	DON BOSCO				e
20	ESPAÑA	San José	San José	CATEDRAL	LA SOLEDAD	pública	2220024	Iglesia Soledad 50 S 50 E	e
21	NACIONES UNIDAS	San José	San José	CATEDRAL	NACIONES UNIDAS		2261586	c 15 y 17 a 36	e
22	REPUBLICA DE CHILE	San José	San José	CATEDRAL	BARRIO LUJAN	pública	2220073	c 17 a 12	e
23	MARCELINO GARCIA FLAMENCO	San José	San José	CATEDRAL	LA DOLOROSA	pública	2335425	c 1 a 12 y 14	e
24	RICARDO JIMENEZ OREAMUNO	San José	San José	CATEDRAL	BARRIO CARIT	pública	2229212	c 1 y 3 a 22	e
25	SAGRADO CORAZON	San José	San José	CATEDRAL	FRANCISCO PERALTA	privada		Costado N de la Iglesia	e
26	EL ROSARIO	San José	San José	CATEDRAL	BARRIO LUJAN	privada		Clinica Carlos Duran 300 E 75 N	e y c
27	SANTA ROSA	San José	San José	CATEDRAL	GONZALEZ LAHMAN				e
28	DR. JOSE MA. CASTRO MADRIZ	San José	San José	ZAPOTE	BARRIO CORDOBA	pública	2262038	Detrás del Ministerio de Seguridad Publica	e
29	NAPOLEON QUESADA SALAZAR	San José	San José	ZAPOTE	ZAPOTE	pública	2253316	Casa Presidencial, 150 S	e
30	SALESIANO DON BOSCO	San José	San José	ZAPOTE	ZAPOTE	privada		500 NE de Kinder Rodrigo Facio	e y c
31	CRISTIANO ASAM. DE DIOS	San José	San José	ZAPOTE	MONTEALEGRE	privada	2246499	100 E Itan	e
32	REPUBLICA DOMINICANA	San José	San José	San Francisco de Dos Rios	San Francisco de Dos Rios	privada	2260215	costado de la Iglesia Catolica	e
33	SANTA MARTA	San José	San José	San Francisco de Dos Rios	SANTA MARTA	pública	2271001	Detrás del Joron	e
34	SAN BENEDICTO	San José	San José	San Francisco de Dos Rios	EL BOSQUE	privada	2506566	Esquina SO del Parque, 100 S 50 O	e
35	GRAYMAR SCHOOL	San José	San José	San Francisco de Dos Rios	LOS SAUCES	privada			e
36	MANZANA ROJA	San José	San José	San Francisco de Dos Rios	SANTA MARTA	privada	2860695	En frente Escuela Santa Marta	e
37	CORAZON DE JESUS	San José	San José	URUCA	CORAZON DE JESUS	pública	2325340	Pozuelo, carretera a Heredia, 2 entrada a la izquierda	e
38	OTTO HUBBE	San José	San José	URUCA	EL SOLAR				e

Tabla 2. Escuelas de Montes de Oca y sus alrededores

COD.	NOMBRE	PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO	POBLADO	TIPO	TELÉFONO	DIRECCIÓN	CLASIF.
39	LAS BRISAS DEL VIRILLA	San José	San José	URUCA	ROSITTER CARBALLO	pública	2908782	Frente al INA, autopista General Cañas	e
40	ANTONIO JOSE DE SUCRE	San José	San José	URUCA	LA URUCA	pública	2222736	Frente central Mangueras	e
41	LA PEREGRINA	San José	San José	URUCA	LA PEREGRINA		2325667		e
42	FINCA LA CAJA	San José	San José	URUCA	LA CARPIO				e
43	BILINGÜE HORIZONTE 2000	San José	San José	URUCA	LA CAJA	privada			e
44	RAFAEL FRANCISCO OSEJO	San José	San José	MATA REDONDA	SABANA SUR	pública	2323857	Contiguo al Colegio de Medicos	e
45	DR. JAIM WEIZMAN	San José	San José	MATA REDONDA	HOLANDA	privada		Antigua Ladrillera 100 O, 150 N y 100 O	e y c
46	LOS ANGELES	San José	San José	MATA REDONDA	SABANA NORTE				e
47	LA SALLE	San José	San José	MATA REDONDA	SABANA SUR	privada		500 S Canal 7	e y c
48	BILINGÜE LA SABANA	San José	San José	MATA REDONDA	MATA REDONDA	privada			e y c
49	CIUDADELA DE PAVAS	San José	San José	PAVAS	CUIDADELA DE PAVAS	pública	2310808	De entrada al siqiatrico 250 O, contiguo al colegio	e
50	CARLOS SANABRIA MORA	San José	San José	PAVAS	LA FAVORITA	pública	2320592	Contiguo Correo Pavas	e
51	LOMAS DEL RIO	San José	San José	PAVAS	LOMAS DEL RIO	pública	2132665	Embajada Americana, 2.5 Km O	e
52	DANIEL ODUBER QUIROS	San José	San José	PAVAS	VILLA ESPERANZA	pública			e
53	RINCON GRANDE	San José	San José	PAVAS	SAN PEDRO	pública			e
54	SANTA CATALINA DE SENA	San José	San José	PAVAS	SANTA CATALINA	privada	2312070	Pali Pavas, 100 O 75 N y 75 O	e
55	HUMBOLDT	San José	San José	PAVAS	ROHMOSER	privada			e y c
56	BRITANICO DE COSTA RICA	San José	San José	PAVAS	SANTA CATALINA	privada	2200719	Final de Boulevard, 200 O 100 N y 100 E	e
57	PEDAGOGICO COSTARRICENSE	San José	San José	PAVAS	ROHMOSER				e
58	SANTA LUCIA	San José	San José	PAVAS	SANTA CATALINA				e
59	FINCA SAN JUAN	San José	San José	PAVAS	FINCA SAN JUAN		2132667		e
60	QUINCE DE SETIEMBRE	San José	San José	HATILLO	QUINCE DE SETIEMBRE	pública	2547978	Colonia, 75 N INA	e
61	PACIFICA FERNANDEZ O.	San José	San José	HATILLO	HATILLO 4	pública	2546734	Clinica Solon Un;ez 250 O	e
62	GENERAL MANUEL BELGRANO	San José	San José	HATILLO	HATILO 1	pública	2541617	de los semaforos 200 O , 100 N	e
63	JORGE DE BRAVO	San José	San José	HATILLO	HATILLO 8	pública	2310494	Iglesia Catolica 150 O	e
64	REPUBLICA DE PARAGUAY	San José	San José	HATILLO	HATILLO CENTRO	pública	2548517	Iglesia Sagrado Corazon 75 O	e
65	MIGUEL DE CERVANTES S.	San José	San José	HATILLO	HATILLO 3	pública	2547440	Contiguo a Plaza de Deportes	e
66	HATILLO 2	San José	San José	HATILLO	HATILLO 2	pública	2541189	Liceo Brenas Mesen 125 S	e
67	CAROLINA DENT ALVARADO	San José	San José	HATILLO	SAGRADA FAMILIA	pública	2262415	Contiguo al Estadio Teodoro Picado	e
68	INST.DES. DE INTELIGENCIA	San José	San José	HATILLO	HATILLO 1				e
69	ADVENTISTA DE COSTA RICA	San José	San José	HATILLO	HATILLO 1		2543555	Antiguo Taller Metrocoop 125 NO	e
70	SAINT VALENTINE	San José	San José	HATILLO	HATILLO 2				e
71	KENELY DE COLORES	San José	San José	HATILLO	HATILLO 2				e
72	VIRGEN DE GUADALUPE	San José	San José	SAN SEBASTIAN	COLONIA KENNEDY				e
73	REPUBLICA DE HAITI	San José	San José	SAN SEBASTIAN	PASO ANCHO				e
74	CENTRAL DE SAN SEBASTIAN	San José	San José	SAN SEBASTIAN	LOPEZ MATEOS				e
75	SAGRADA REINA DE LOS ANG.	San José	San José	SAN SEBASTIAN	JARDINES DE CASCAJAL				e
76	I. CIENT.BILINGUE DEL SUR	San José	San José	SAN SEBASTIAN	MUSMANI				e
77	MADRE DEL DIVINO PASTOR	San José	Goicoechea	GUADALUPE	EL ALTO			Diagonal a Comercial el Alto	e y c

Tabla 2. Escuelas de Montes de Oca y sus alrededores

COD.	NOMBRE	PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO	POBLADO	TIPO	TELÉFONO	DIRECCIÓN	CLASIF.
78	AMERICA CENTRAL	San José	Goicoechea	GUADALUPE	PILAR JIMENEZ	pública	2254661	Bomberos 125 O y 75 N	e
79	PILAR JIMENEZ SOLIS	San José	Goicoechea	GUADALUPE	PILAR JIMENEZ		2259674		e
80	SAN JORGE	San José	Goicoechea	GUADALUPE	GUADALUPE				e
81	FATHER'S HOME ELEMENTARY	San José	Goicoechea	GUADALUPE	SANTA CECILIA				e
82	INST. BIBLICO BAUTISTA	San José	Goicoechea	GUADALUPE	EL ALTO				e
83	CLAUDIO CORTES CASTRO	San José	Goicoechea	SAN FRANCISCO	SAN FRANCISCO				e
84	SANTA MONICA	San José	Goicoechea	CALLE BLANCOS	MONTELMAR	privada	2354119	Esquinba NO Tirbunales 800 N y 400 O	e
85	SANTA EUFRASIA PELLETIER	San José	Goicoechea	CALLE BLANCOS	ESQUIVEL BONILLA		2247816		e
86	DOCTOR FERRAZ	San José	Goicoechea	CALLE BLANCOS	CALLE BLANCOS	pública	2211766	Aduana 150 O	e
87	MI PATRIA	San José	Goicoechea	CALLE BLANCOS	CALLE BLANCOS				e
88	EURO-AMERICANA	San José	Goicoechea	CALLE BLANCOS	MONTELMAR				e
89	JOSE CUBERO MUÑOZ	San José	Goicoechea	MATA DE PLATANO	EL CARMEN	pública	2259108		e
90	CRISTIANO REFORMADO	San José	Goicoechea	MATA DE PLATANO	TEPEYAC				e
91	NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	San José	Goicoechea	MATA DE PLATANO	EL CARMEN				e
92	JUAN FLORES UMAÑA	San José	Goicoechea	IPIS	PRAGA		2851070	clínica Jeruzalen, 50 E carretera a Coronado	e
93	ROBERTO CANTILLANO VINDAS	San José	Goicoechea	IPIS	LA MORA		2290365		e
94	LOS ANGELES	San José	Goicoechea	IPIS	LOS ANGELES	pública	2290078	contiguo a la Iglesia Catolica de Ipis	e
95	JOSE FABIO GARNIER UGALDE	San José	Goicoechea	RANCHO REDONDO	RANCHO REDONDO				e
96	FILOMENA BLANCO DE QUIROS	San José	Goicoechea	RANCHO REDONDO	VISTA DEL MAR				e
97	CRISTIANA ASAM. DE DIOS	San José	Goicoechea	PURRAL	LOS CUADROS		2292249		e
98	JUAN ENRIQUE PESTALOZZI	San José	Goicoechea	PURRAL	PURRAL	pública	2850398	contiguo a la Iglesia Catolica	e
99	LUIS DEMETRIO TINOCO C.	San José	Goicoechea	PURRAL	LOS CUADROS				e
100	INTERNACIONAL PARA LA PAZ	San José	Curridabat	Curridabat	EL PRADO		2245291	suspendido	e
101	JUAN SANTAMARIA	San José	Curridabat	Curridabat	CURRIDABAT	pública	2720051	Iglesia 200 S	e
102	LA LIA	San José	Curridabat	Curridabat	LA LIA	pública	2720642		e
103	CIPRESES	San José	Curridabat	Curridabat	CIPRESES				e
104	SEK DE COSTA RICA	San José	Curridabat	Curridabat	CALLE TACACO		2243136	1.5 Km N del Servicentro la Galera	e y c
105	SAN ANTONIO DE PADUA	San José	Curridabat	Curridabat	CURRIDABAT			300 N de Iglesia Catolica	e y c
106	JOHN DEWEY	San José	Curridabat	Curridabat	CIPRESES				e
107	BETHABA	San José	Curridabat	Curridabat	CURRIDABAT				e
108	JOSE MARIA ZELEDON BRENES	San José	Curridabat	Curridabat	JOSE MARIA ZELEDON				e
109	SAINT PETER'S PRIMARY	San José	Curridabat	Curridabat	CURRIDABAT				e
110	FRANCO COSTARRICENSE	San José	Curridabat	GRANADILLA	CONCEPCION				e
111	GRANADILLA NORTE	San José	Curridabat	GRANADILLA	GRANADILLA NORTE	pública	2346895	100 O y 75 S Iglesia Catolica	e
112	JOSE ANGEL VIETO RANGEL	San José	Curridabat	GRANADILLA	GRANADILLA SUR	pública	2251744	Templo Los Guayabos, 200 E	e
113	INST. EDUCATIVO MODERNO	San José	Curridabat	GRANADILLA	GRANADILLA SUR	privada	2799847	Liceo Franco 50 E 100 N	e

Tabla 2. Escuelas de Montes de Oca y sus alrededores

COD.	NOMBRE	PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO	POBLADO	TIPO	TELÉFONO	DIRECCIÓN	CLASIF.
114	JOSEFITA JURADO DE A.	San José	Curridabat	SANCHEZ	LOMAS AYARCO	pública	2535886	Antigua Galera, 1.5 km, carretera vieja a Tres Rios, costado	e
115	IRIBO	San José	Curridabat	SANCHEZ	LOMAS AYARCO SUR				e
116	YORKIN	San José	Curridabat	SANCHEZ	LOMAS AYARCO SUR			Restaurante City Club, 800 S 400 E	e y c
117	INTERNACIONAL CANADIENSE	San José	Curridabat	SANCHEZ	LOMAS AYARCO SUR		2727182		e y c
118	QUINCE DE AGOSTO	San José	Curridabat	TIRRASES	QUINCE DE AGOSTO				e
119	CENTRO AMERICA	San José	Curridabat	TIRRASES	TIRRASES	pública	2767246	300 E 50 N Super Tirrases	e
120	CENTRAL DE TRES RIOS	Cartago	La Unión	TRES RIOS	TRES RIOS	pública	2795169	Kinder, Pali 150 S	k
121	SAINT CLARE PRIMARY	Cartago	La Unión	TRES RIOS	TRES RIOS	privada	2798902	350 E de Iglesia San Juan	e
122	CALLE MESEN	Cartago	La Unión	SAN DIEGO	CALLE MESEN	privada	2797432	1 km S de plaza de Deportes San Diego	e
123	SANTIAGO DEL MONTE	Cartago	La Unión	SAN DIEGO	SANTIAGO	pública	2799244	Autopista Florencio del Castillo, 1 km E	e
124	SAN DIEGO	Cartago	La Unión	SAN DIEGO	SAN DIEGO	pública	2795011	25 E de Iglesia	e
125	CALLE GIRALES	Cartago	La Unión	SAN DIEGO	CALLE GIRALES	pública	2791233	100 E de telefono publico, Calle Girales	e
126	Maria AMELIA MONTEALEGRE	Cartago	La Unión	SAN JUAN	SAN JUAN	pública	2793007	225 S, 225 NE de Iglesia Católica de San Juan	e
127	SAN GREGORIO	Cartago	La Unión	SAN JUAN	HERRAN		2794444	3.7 km Este Galera, carretera viaja a Tres Rios	e y c
128	VILLAS DE AYARCO	Cartago	La Unión	SAN JUAN	VILLAS DE AYARCO		2724746		e
129	BILINGÜE NIÑOS ACTIVOS	Cartago	La Unión	SAN JUAN	SAN JUAN	privada	2798506	100 O de hermita San Juan	e
130	QUEBRADA DEL FIERRO	Cartago	La Unión	SAN RAFAEL	EL FIERRO	pública	2790907	Ministerio de Agricultura y Ganadería, alto de Ochomogo	e
131	SAN VICENTE	Cartago	La Unión	SAN RAFAEL	SAN VICENTE				e
132	YERBABUENA	Cartago	La Unión	SAN RAFAEL	YERBABUENA				e
133	CAROLINA BELLELLI DE M.	Cartago	La Unión	SAN RAFAEL	SAN MIGUEL				e
134	ANGLO AMERICANA	Cartago	La Unión	CONCEPCION	CONCEPCION	privada	2792626	Carretera vieja, Subestacion ICE 1 KM N	e
135	CALLE NARANJO	Cartago	La Unión	CONCEPCION	CALLE NARANJO	pública	2790100	Cruce, 1 km N	e
136	RICARDO ANDRE STRAUCH	Cartago	La Unión	CONCEPCION	SALITRILLO		2781127		e
137	FERNANDO TERAN VALLS	Cartago	La Unión	CONCEPCION	CONCEPCION				e
138	SAN FRANCISCO	Cartago	La Unión	CONCEPCION	SAN FRANCISCO				e
139	SAINT JOSSELIN	Cartago	La Unión	CONCEPCION	SALITRILLO				e
140	NUUESTRA SEÑORA DEL CARMEN	Cartago	La Unión	DULCE NOMBRE	EL CARMEN				e
141	MOISES COTO FERNANDEZ	Cartago	La Unión	DULCE NOMBRE	DULCE NOMBRE				e
142	LA CIMA	Cartago	La Unión	DULCE NOMBRE	LA CIMA				e
143	DOMINGO FAUST. SARMIENTO	Cartago	La Unión	SAN RAMON	SAN RAMON	pública	2734729	Parque del Este, 5km E	e
144	ASAMBLEAS DE DIOS	Cartago	La Unión	RIO AZUL	LINDA VISTA		2766961		e
145	FRANCISCO GAMBOA MORA	Cartago	La Unión	RIO AZUL	RIO AZUL	pública	2766252		e
146	LINDA VISTA	Cartago	La Unión	RIO AZUL	LINDA VISTA	pública			e

Nota:

En el campo clasificación, la letra e significa escuela, e y c significa escuela y colegio.

SECCIÓN V

Contaminación del Aire

Calidad del Aire

1. Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos en Costa Rica (borrador)

Las concentraciones de contaminantes no deberán ser superiores a los valores máximos de inmisión que se anotan en la Tabla 1. Los métodos de muestreo y de análisis deberán ser los anotados como Métodos de Referencia o alguno equivalente a criterio del Ministerio de Salud.

Tabla #1. Niveles máximos en inmisión

Contaminante	Valor de Referencia	Método de Cálculo	Método de Muestreo	Método Analítico
Partículas totales en suspensión (PTS)	90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético anual Promedio aritmético en 24 horas(*)	Alto Volumen	Gravimetría
Partículas menores o iguales a 10 micrómetros (PM ₁₀)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético Anual Promedio aritmético en 24 horas (*)	Alto Volumen	Gravimetría
Dióxido de azufre (SO ₂)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético anual	Absorción (manual) o Instrumental	Pararosanilina o método equivalente
	365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio Aritmético en 24 horas(*)	Absorción (manual) o Instrumental	Pararosanilina o método equivalente
	1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético en tres horas (*)	Absorción (manual) o Instrumental	Pararosanilina o método equivalente
Monóxido de carbono (CO)	10 mg/m^3	Promedio aritmético en ocho horas	Instrumental (Automático)	Infrarrojo no dispersivo
	40 mg/m^3	Promedio aritmético en una hora	Instrumental (Automático)	Infrarrojo no dispersivo
Dióxido de nitrógeno No ₂	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético anual	Absorción (manual) Instrumental (Automático)	Quimiluminiscencia Colorimetría (método de Saltzman)
	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético en una hora (*)	Absorción (manual) Instrumental (Automático)	Quimiluminiscencia Colorimetría (método de Saltzman)
Ozono O ₃	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético en una hora	Instrumental (Automático)	Absorción U.V. Quimiluminiscencia
Plomo Pb	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético anual	Alto Volumen	Absorción atómica
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético en 24 horas	Absorción (Manual) Instrumental (Automático)	Hidróxido de Cadmio Colorimetría
Cloruro de Hidrógeno (HCl)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético en 24 horas	Absorción (Manual)	Cromatografía de iones Electrométrico
Fluoruro de	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio aritmético en	Absorción	Cromatografía de

Hidrógeno (HF)		24 horas	(Manual)	iones Electrométrico
Amoniaco (NH ₃)	500 µg/m ³	Promedio aritmético anual	Absorción (Manual)	Colorimetría (azul de Indofenol) Electrométrico
	1000 µg/m ³	Promedio aritmético en 24 horas (*)	Absorción (Manual)	Colorimetría (azul de Indofenol) Electrométrico
Formaldehído (CH ₂ O)	35 µg/m ³	Promedio aritmético en 24 horas	Absorción (Manual)	Colorimetría Cromatografía líquida de alta presión (HPLC) por U.V.
Hidrocarburos Totales expresados como metano (CH ₄)	160 µg/m ³	Promedio aritmético en 3 horas	Absorción (Manual) Instrumental (Automático)	Cromatografía de gases (detector de ionización de llama, FID)

(*) Sin sobrepasar este valor más de una vez al año.

2. Marco Legal¹ vigente en Costa Rica

Ley de Tránsito No7331 (abril de 1993).

El Programa de Control de Emisiones nació como una iniciativa por disminuir el volumen y concentración de contaminantes en el Reglamento de 1986, causantes de gran cantidad de enfermedades principalmente de origen respiratorio. Para la implementación del programa la Dirección Sectorial de Energía contrató al consultor Ing. Mario Durán, quién analizó las principales inquietudes en ese momento y reafirmó los valores de los límites de emisiones, sin embargo hasta ahora no existe regulación alguna para los vehículos que emplean diesel, tal situación sugiere plantear la posibilidad de crear la Ley de Tránsito de 1993 y posteriormente publicar los límites de emisiones en el Reglamento de dicha Ley.

La Ley de Tránsito de 1993 establece en su artículo 19 la necesidad de reunir las condiciones mecánicas, de seguridad y demás requisitos contemplados tanto en esa Ley o en su respectivo Reglamento para adquirir la **Tarjeta de Derechos de Circulación**.

Las regulaciones para los vehículos nuevos o usados que se importen al país están definidas en los artículos 33, 34, 35, 36 y 37 de la Ley de Tránsito. De conformidad con el artículo 33, todos los vehículos automotores que hayan ingresado desde el 1 de enero de 1995 hasta hoy en día, excepto motocicletas, vehículos de carreras y vehículos de colección o de interés histórico, deben contar con un sistema de control de emisiones.

Esta regulación incluye entonces tanto a los vehículos equipados con motor diesel, gasolina, gasohol, alcohol o cualquier otro combustible, ya que la exclusión no se refiere a ningún tipo de combustible en particular.

¹ Información con base en el estudio “Gestión y ejecución de las Regulaciones para el Control de Emisiones en Vehículos Automotores en Costa Rica”.

La División de Transportes del MOPT propone la modificación de los artículos 34, 35 y 36 y que fueron incluidas en el Proyecto de Ley para reformar varios artículos de la Ley de Tránsito presentada a finales de 1993. El Proyecto de Ley apareció publicado en el Alcance No. 15 a La Gaceta No. 100, del 25 de mayo de 1994, como Proyecto No. 11881.

El **artículo 20** de la Ley de Tránsito deja a discreción del MOPT la posibilidad de **autorizar talleres particulares** para que efectúen la Revisión Técnica periódica a que deben someterse todos los vehículos. Esta autorización prevé la falta de capacidad actual del MOPT para realizar la revisión técnica, y los serios problemas de corrupción asociados con esta falta de capacidad.

El Reglamento de la Ley publicado en 1994 establece los valores de los límites máximos de emisiones para los vehículos nuevos y usados según empleen gasolina o diesel, así como los procedimientos de medición correspondientes, que actualmente se conocen.

La última reforma corresponde a la reforma 7721 y al decreto ejecutivo 28280 MOPT-MINAE-S, en el cual se aprueban los límites indicados en el apartado 3.1.

3. Límites de Emisiones

3.1. Normas de Costa Rica.

La regulación de emisiones en Costa Rica se realiza con base en dos características principales del vehículo, a saber:

- 1) Año de ingreso al país
- 2) Peso en toneladas métricas (T. M.)

Se espera que vehículos recientes cuenten con altos y eficientes sistemas de regulación de la contaminación, por lo que las normas permisibles de emisión de gases son más estrictas, mientras se es consciente que los vehículos más pesados poseen motores más grandes y potentes, necesarios para la realización de sus labores cotidianas y que producen mayor contaminación, tal es el caso de los autobuses y vehículos de carga pesada.

A. Vehículos Gasolina.

Toda fuente móvil cuyo funcionamiento no requiera diesel debe satisfacer con normas máximas de emisión de monóxido de carbono, según le correspondan. La Ley de Tránsito establece adicionalmente a estos tipos de vehículos una regulación adicional a aquellos que hallan ingresado posteriormente al 1 de enero de 1995, la cual es un poco más estricta en los valores permisibles y requiere satisfacer límites de emisión sobre los hidrocarburos no quemados. Además para vehículos que hallan ingresado después del 1 de enero de 1999 la regulación es aún más estricta en los valores permisibles y se adiciona el control del dióxido de carbono. Lo anterior se muestra en la Tabla 2a.

Tabla #2a. Niveles máximos permisibles de emisión para vehículos de gasolina con motor en cuatro tiempos en Costa Rica.

Fecha de Ingreso	Nivel máximo de CO	Nivel máximo de HC	Nivel máximo de CO ₂
Hasta 1994	4.5 %	-	-
A partir del 1 de enero de 1995 y hasta el 31 de diciembre de 1998	2.0 %	350 ppm	-
A partir del 1 de enero de 1999 (Valores ralenti acelerado)*	0.5 % (0.3 %)*	125 ppm (100 ppm)*	10 % (12 %)*
Bicimotos y motocicletas y cuatriciclos (cualquier fecha de ingreso)	4.5 %	2800 ppm	-

Nota: -Unidades ppm: partes por millón.

-Los valores indicados corresponden al estado ralenti (solamente encendido el motor), el * para los vehículos que entraron al país después del 1 de enero de 1999 indica la norma para el estado ralenti acelerado (vehículo acelerado), como se puede observar solo aplica para estos vehículos.

Tabla #2b. Niveles máximos permisibles de emisión para vehículos de gasolina con motor en dos tiempos en Costa Rica

Descripción (cualquier fecha de ingreso)	Nivel máximo de CO	Nivel máximo de HC	Nivel máximo de CO ₂
Bicimotos y motocicletas	4.5 %	12 500 ppm	-
Todos los demás	0.5 %	2 500 ppm	-

B. Vehículos Diesel.

Los vehículos diesel poseen un motor cuyo funcionamiento difiere del empleado por los vehículos gasolina y cuyas emisiones de monóxido de carbono y de hidrocarburos son prácticamente despreciables, no así las emisiones de partículas (medidas como porcentaje de opacidad) que producen, y que constituyeron el mayor problema en este tipo de vehículos.

Tabla #3. Niveles máximos permisibles de emisión de opacidad para vehículos de diesel en Costa Rica.

Peso	Nivel máximo de Opacidad
Mayor a 3.5 Ton	60 UH
Menor o igual a 3.5 Ton	50 UH

3.2 Comparación con la norma de los Estados Unidos.

La creación del **Programa de Control de Emisiones** en Costa Rica ha provocado gran controversia, por parte de diversas entidades que estudian la calidad y contaminación del aire, en torno a los límites máximos permitidos de emisión de gases y partículas.

El control de emisiones sobre fuentes móviles no corresponde a una regulación mundial tan reciente, sino que cuenta con historial en naciones europeas y norteamericanas, tal como es el caso de los Estados Unidos, donde el programa inicio hace más de 30 años.

Desde el arranque del programa en dicha nación los límites permisibles de emisiones se han reducido fuertemente. Su efectividad ha sido aprovechada por algunos estados como el de California, cuyas normas se han caracterizado por su largo historial y por ser más estrictas que las normas federales.

La evolución de las normas a través del tiempo debe servir para estudiar los beneficios obtenidos sobre la cantidad de vehículos afectados y el volumen de contaminación, así como las medidas determinadas sobre las cantidades de vehículos afectados; sin embargo debe recordarse que el proceso de evolución de las normas para cada nación es diferente y depende de las condiciones iniciales del parque automotor así como de las tasas de renovación de la flota y la eficacia del programa mismo.

A pesar de que no se cuenta con información del estado del parque automotor de los Estados Unidos y de California para los años en los cuales se establecieron las normas, se puede concluir que las normas costarricenses son menos estrictas que las establecidas en el Código de California de 1983, esta afirmación se basa en el hecho de que las normas de Costa Rica fueron tomadas de este Código, sin embargo el parque automotor de nuestro país difiere significativamente del californiano de 1981 por registrar modelos de la década de los ochentas y noventas que la hacen más recientes, efecto reflejado en la edad promedio de la flota.

4. Emisiones vehiculares en San José

El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) en conjunto con el Sistema de Indicadores sobre Desarrollo Sostenible (SIDES), han publicado una serie de tablas que resumen el estado del aire en el Area Metropolitana. Mediante estas se conocen los contenidos de diversos contaminantes, en el aire, para un rango de años que abarca de 1971 hasta 1997. La Tabla 4 es una de ellas y resume las mediciones de calidad del aire en San José.

Tabla #4. Síntesis de la calidad del aire por emisiones vehiculares en San José (en microgramos por metro cúbico): 1995-1997

Año	Monóxido de Carbono (CO)	Óxidos de Nitrogeno (NO_x)	Partículas en Suspensión (TPS)	Plomo (Pb)	Ozono (O₃)	PM10
1995	n.d.	45,0	353	0,5	n.d.	n.d.
1996	10,3	40,3	242	0,2	36,75	54,0
1997	9,3	46,4	189,6	n.d.	52,0	38

Nota: El monitoreo de la calidad del aire se realiza en cuatro estaciones móviles, donde se mide la contaminación dos veces por mes. Se trabaja con las normas de inmisión del aire recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los tres sitios de mayor circulación vehicular en San José son: el Teatro Nacional, el Hospital de Niños y el Museo de los Niños.

Fuente: Universidad Nacional (UNA). Escuela de Ciencias Ambientales. Programa de Control de Emisiones Pro Eco. Enero, 1998.

5. Regulaciones y Sanciones en Costa Rica

Como parte de las regulaciones en Costa Rica, tendientes a controlar la emisión de contaminantes, se presenta la siguiente tabla resumen:

Tabla #5. Tabla resumen de las regulaciones y sanciones que aplican en Costa Rica en relación a la contaminación del aire

<i>Conducta</i>	<i>Permisos</i>	<i>Sanciones</i>	<i>Acciones indicadas</i>	<i>Observaciones</i>
Toda acción, práctica u operación que deteriore o altere la composición o características intrínsecas de los elementos básicos del aire. Art. 263 LGS	Prohibida. Art. 263 LGS	No se establece pena, pues dicha Ley lo deja al Reglamento y éste aún no ha sido promulgado		
Instalación de industrias y su funcionamiento (así como ampliar, variar, o modificar en cualquier forma la actuación original para la que fue autorizada Art. 298 LGS	Requiere permiso previo del MS. Art. 298 LGS	Clausura por la autoridad de salud, y en todo caso, sus propietarios y administradores quedan obligados a cumplir las órdenes o instrucciones que la autoridad de salud les ordene para poner fin o mitigar el daño que estén causando por contaminación. Art. 304 LGS	Para obtener el permiso del Ministerio, los interesados deberán acreditar que cuenta con los elementos o sistemas sanitarios adecuados para la eliminación de emanaciones, a fin de no causar o contribuir a la contaminación del aire, así como que el sitio elegido se encuentra en zona permitida. Art.300 LGS	Ninguna autoridad podrá conceder patentes o permisos para el funcionamiento de establecimientos industriales sin que medie la previa autorización de funcionamiento del MS. Art. 299 LGS
Descarga, emisión o emanación de contaminantes atmosféricos de naturaleza y en proporciones prohibidas. Art. 295 LGS	Propietario o administrador de una construcción será responsable de que se cuente con los medios y sistemas para evitar dichas descargas. Art. 296 LGS			

6 Calidad del aire en Centro América

Los países centroamericanos aún no expiden sus propios estándares de calidad del aire, por lo que en este reporte, los resultados de las redes de monitoreo obtenidos se compararán con los estándares de calidad que recomiendan y aplican la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Estos no son los más estrictos a nivel mundial, pero sí los más referenciados y sustentados con estudios epidemiológicos.

Tabla #6. Estándares de calidad del aire

Contaminante	Concentración máx. anual (mg/m ³)	Institución que la recomienda
PST , Partículas suspendidas totales	75	OMS* (1990)
PM-10 , Partículas fracción respirable	50	EPA** (1994)
CO , Monóxido de Carbono	9 ppm en 8 horas	EPA (1994)
O3 , Ozono	60	OMS (1993)
NO2 , Bióxido de Nitrógeno	40	OMS (1997)
SO2 , Bióxido de Azufre	79	EPA (1994)
Pb , Plomo	0.5	OMS (1997)

* OMS, Organización Mundial de la Salud

**EPA, Environmental Protection Agency, USA

En las tablas siguientes, se muestran los datos disponibles. Se han sombreado las celdas donde se registran valores superiores a los estándares internacionales de calidad del aire. Lo primero que se observa al comparar los datos de 1997 con los de 1998 es la consistencia de los valores (orden de magnitud) y de las excedencias por contaminante y por ciudad.

Los contaminantes que se encuentran por encima de los límites máximos permisibles en la totalidad de las capitales centroamericanas son: los Oxidos de Nitrógeno, las Partículas Suspendidas Totales y las Partículas fracción respirable (PM-10).

La ciudad de Managua, Nicaragua, presenta excedencias a los estándares de calidad del aire en Ozono. La ciudad de Panamá en 97 y 98, y Tegucigalpa, Honduras, en 98, presentan violaciones al estándar de referencia de Plomo. En San José, Costa Rica, se registraron excedencias para Monóxido de Carbono durante el año de 1997.

No hay datos para Centroamérica que puedan compararse de Bióxido de Azufre y de Compuestos Orgánicos Volátiles (Benceno, Tolueno y Xileno). De éstos últimos, el procedimiento de toma de muestra, conservación y posterior análisis en laboratorio no posee la suficiente confiabilidad, por lo que los datos obtenidos hasta la fecha no han sido publicados. En 1998 no se obtuvieron datos de Monóxido de Carbono.

Tabla #7. Calidad del aire en Centroamérica Promedios anuales (1997)

Ciudad	Ozono (mg/m ³)	NO2 (mg/m ³)	CO (ppm)	PST (mg/m ³)	PM-10 (mg/m ³)	Pb (mg/m ³)
Centros urbanos						
Guatemala	49.5	84.4	3.4	315	107	0.12
San Salvador	43.8	80.4		639	63	0.04
Tegucigalpa	26.5	46.1		495	124	0.11
Managua	41.2	42.0		326	67	
San José	56.2	49.7	12.1	198	54	0.42
Panamá		58.4		557	79	1.63
Zonas residenciales						
Guatemala	53.2	38.1	0.8	109	46	0.15
San Salvador	42.4	64.3		215	58	0.03
Tegucigalpa	34.3	31.7		194	41	0.11
Managua	70.4	32.6		345	76	
San José	52.5	31.3	6.5		26	0.19
Panamá		42.3			69	1.43
Zonas suburbanas y rurales						
Guatemala						
San Salvador						
Tegucigalpa	38.2	11.0		145	35	
Managua	68.8	13.4		69	43	
San José						
Panamá		15.4			16	

Violación al estándar de calidad

Fuente: Swisscontact

Tabla #8. Calidad del aire en Centroamérica Promedios anuales (1998).

Ciudad	Ozono (mg/m ³)	NO2 (mg/m ³)	PST (mg/m ³)	PM-10 (mg/m ³)	Pb (mg/m ³)
Centros urbanos					
Guatemala	42.0	52.8	321	83	0.12
San Salvador	49.0	62.3	278	52	0.05
Tegucigalpa	54.2	53.7	669	157	0.60
Managua	70.0	26.0	302	64	0.09
San José	42.0	23.0	195	55	0.25
Panamá		45.0	466	83	1.66
Zonas residenciales					
Guatemala	51.0	31.1	200	64	0.14
San Salvador	46.9	51.7	148	49	0.05
Tegucigalpa	57.0	40.1	442	58	0.10
Managua	72.0	19.0	487	62	0.05
San José	32.0	13.0	174	41	0.15
Panamá		38.0		73	1.45

Violación al estándar de calidad

Fuente: Swisscontact

7. Monitoreo del aire de Centro América: Métodos y Resultados

Un estudio preliminar realizado muestra que el aire de la región es alterado principalmente por las emisiones de vehículos, por lo tanto la determinación de partículas suspendidas totales, PM10, CO, NO₂, O₃, pH y Pb es fundamental para el conocimiento de la calidad del aire en las ciudades.

Los métodos utilizados para efectuar dicho muestreo se presentan en la Tabla 9, así como también la técnica de análisis para cada contaminante medido. El estudio se realizó dentro de edificios de algunas ciudades centroamericanas.

Tabla #9. Métodos de muestreo y técnicas de análisis para aire externo, en zonas urbanas.

Parámetro	Muestra	Análisis	Recomendado por
Partículas totales suspendidas	Volumen alto 24 horas	Gravimétrico	O.M.S.-E.P.A. BAPMoNstations
PM10	Volumen alto 24 horas	Gravimétrico	E.P.A.-O.M.S.
Plomo	Medida de volumen alto	Absorción atómica	E.P.A.
CO	Sensor	Análisis infrarojo	E.P.A.
NO ₂	Tubos pasivos	Espectro fotométrico	E.P.A., Zurich
O ₃	Tubos pasivos	Espectro fotométrico	E.P.A., Zurich
pH	humedo	Diferenciación iónica	E.P.A.-O.M.S.

Entre los resultados analizados se encuentra el caso de Costa Rica y Guatemala. Los datos se muestran en las tablas 10 y 11 respectivamente.

Tabla #10. Concentración de partículas suspendidas totales (PST) Periodo 1994-1996. Costa Rica

Estación	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio
TN	223	470	340
MN	51	188	110
CR	173	283	218
H	129	245	161
ICE	98	355	208
UNA	102	336	260

Tabla #11. concentración De partículas suspendidas totales (PST) Periodo 1994-1996. Guatemala

Estación	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio
EFPEM	183	588	400
MUSAC	86	185	264
PNT	146	889	449
CSJ	97	517	286
CMOT	74	457	170
USAC	49	261	96

Los datos registrados en Costa Rica presentan dos aspectos importantes: los valores promedio anuales en todas las ocasiones exceden los valores estándar establecidos por la WHO, de 60-90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y ha ocurrido un incremento de la concentración de partículas. La ubicación de los puntos de muestreo, con los valores obtenidos para cada uno de

PST, se puede apreciar en el Mapa 1. El caso particular de Guatemala parece ser más crítico que el observado en Costa Rica, ya que las concentraciones de partículas son mayores, y de igual forma se supera el valor recomendado.

Para 1994, en Guatemala, los valores registrados de PST resultan críticos en las estaciones MUSAC, CMOT y USAC, los cuales presentan valores mínimos bajos y valores máximos muy altos, resultando promedios que superan los valores recomendados para 24 horas.

El caso de Tegucigalpa, es realmente crítico, ya que en algunos sitios de medición se registraron valores similares a los encontrados en la capital mexicana en 1997. La tabla #8 mostrada anteriormente, muestra a Tegucigalpa con un valor de PST de $669 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en zonas comerciales para el año de 1998. Este valor es bastante superior al caso de Costa Rica y las otras ciudades centroamericanas (a excepción de Panamá), de las cuales todas sobrepasan el estándar de calidad según SwissContact.

La Tabla #12, muestra algunos ejemplos del nivel de concentración de partículas suspendidas, en lugares donde se ha detectado, a nivel mundial, serios problemas de contaminación del aire.

Tabla #12. Valores de PST en algunas metrópolis.

Ciudad	Nivel de partículas suspendidas totales $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bangkok	100-380
Buenos Aires	60-240
Bombay	100-180
Beijin	250-500
Cairo	600-750
Calcuta	380-420
Costa Rica	130-340
New Delhi	250-500 (294 días al año se registran niveles superiores al estándar diario)
Guatemala	80-450
Tegucigalpa	250-400 (algunos días, se han detectado niveles de $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Karachi	250-400
Manila	50-250
México	200-600
Moscow	100-230
Río de Janeiro	80-200
Sao Paulo	200-400
Shanghai	400-1000

Fuente: W. Ridolf, 1993 y ProEco – UNA, 1996.

Los muestreos de PM10 (partículas menores a 10 micrometros) empezaron en 1996. Preliminarmente los resultados muestran un comportamiento similar al de PST. En Guatemala, los estudios preliminares permitieron determinar, para la estación EFPem, valores entre $80-82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valores promedio alcanzaron los $131 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en Avenida Bolivar entre 1162 y $138.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en MUSAC de $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La estación PNT registró uno de los mayores valores con $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vale la pena mencionar que en Chile se registró,

como promedio diario, con información de tres años, un valor de 115.4 ug/m³, donde el estándar es de 50 ug/m³.

En la tabla #13, se presentan los datos preliminares de PM10 medidos en las estaciones de los países de Centro América.

En términos generales se puede decir, que aunque en Costa Rica se hicieron menos mediciones (ver Mapa 1), que en los demás países estudiados, los niveles de PM10 encontrados son menores a los del resto de Centroamérica. Valores muy altos se presentan en algunas estaciones de Guatemala, y también en El Salvador, aunque un poco menores a los de este último país.

Tabla #13. Valores de PM10 en algunas ciudades de Centro América (ug/m³)

<i>País</i>	<i>Sitio muestreado</i>	<i>PM10</i>
Costa Rica	TN	35
	MN	30
	UNA	60
Nicaragua	MARENA	51
	SUBASTA	75
	UNI	72
	V. LIB.	47
	G. DE CAMINO	56
	SUR	92
	CA	51
Guatemala	EFPEM	131
	MUSAC	74
	PNT	102
	CSJ	62
	CMOT	57
	USAC	33
El Salvador	AUTOCAN	105
	EL SOL	45
	SAGRISA	66
	APOPA	79

Con base en la información presentada y documentos bibliográficos revisados se dan algunas conclusiones y recomendaciones generales que se citan a continuación:

- Las Partículas (PTS y PM10) son el problema de mayor gravedad en materia de calidad del aire en centroamérica y demanda de la mayor e inmediata atención. Es importante recordar que este contaminante aumenta directamente la morbilidad y la mortalidad de las poblaciones expuestas.
- Las excedencias a las normas de calidad del aire en óxidos de nitrógeno y los valores altos de ozono denotan una clara contaminación de origen vehicular, por lo que es necesario un esfuerzo urgente y más extensivo de monitoreo para corroborar estos datos. Es urgente medir monóxido de carbono en forma continua.
- Falta información confiable sobre las fuentes de contaminación atmosférica, principalmente las estacionarias (industrias y servicios) y las naturales.

- Es indispensable para realizar una Gestión de la Calidad del Aire contar con un **Inventario de Emisiones a la Atmósfera**, que incluya una estimación del volumen y tipo de contaminantes arrojados anualmente por parte del sector transporte, la industria, los servicios y diversas fuentes naturales.

8 BIBLIOGRAFIA

Alvarado T., Paredes Y. Calidad del aire en América Central: Ozono
Escuela de Química, Universidad de San Carlos de Guatemala
World Congress on Air Pollution in Developing Countries San
José, Costa Rica, 1996.

Dávila R., Jaen R. y Kulke J. Diagnóstico preliminar de la contaminación
del aire en Managua, Nicaragua Proyecto Aire Limpio, Nicaragua
Universidad Nacional de Ingeniería World Congress on Air Pollution
in Developing Countries San José, Costa Rica, 1996.

Jiménez E., Greivin. Análisis del Impacto del Ecomarchamo Escuela de
Ingeniería Civil, U.C.R., 1997

Fundación Costa Rica para el Desarrollo Sustentable. Informe Ejecutivo de la
Calidad del Aire en Centro América, 1998.

Sabillón D. y Ramos L. Determinación del dióxido de nitrógeno (NO₂)
en las zonas urbanas de Centro América Centro de Estudio y
Control de Contaminantes, Honduras World Congress on Air
Pollution in Developing Countries San José, Costa Rica, 1996.

Direcciones de Internet:

- [http:// www. Bolivia-industry.com/sia/regula/normas/aire2. html](http://www.Bolivia-industry.com/sia/regula/normas/aire2.html)
- [http:// www. Cepis.ops.oms.org/eswww/fulltext/calaire/monitore/cap 05.htm](http://www.Cepis.ops.oms.org/eswww/fulltext/calaire/monitore/cap05.htm)
- [http:// www. Master.netsalud.sa.cr/ms/dpah/reg-inmision.htm](http://www.Master.netsalud.sa.cr/ms/dpah/reg-inmision.htm)

SECCIÓN VI

Pavimentos en Urbanizaciones

Criterios para el diseño y evaluación de la calidad de pavimentos en urbanizaciones

Se puede definir a un pavimento como una estructura multicapa elástica cimentada en el suelo. La finalidad del diseño de un pavimento es calcular los espesores de las diferentes capas que la conforman, basado en la cantidad de vehículos que transitan por esa vía. Las calles de urbanización, propiamente se clasifican como carreteras de bajo volumen. Dentro del diseño, se deben tomar en cuenta otros aspectos tales como los económicos y de **serviceabilidad**¹ de la carretera.

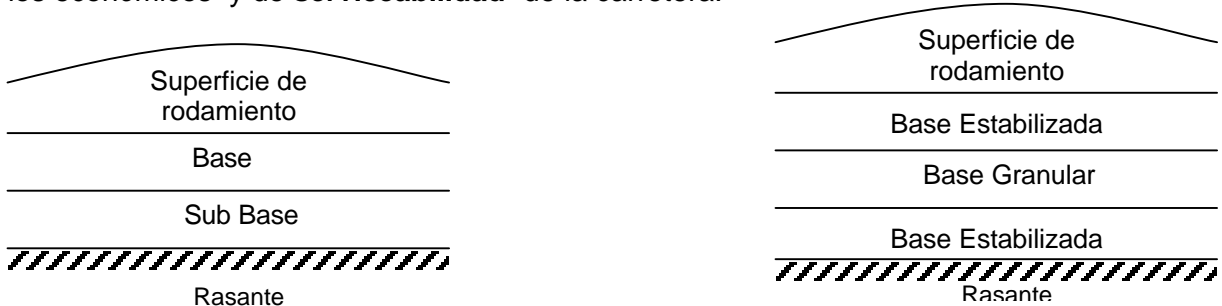


Figura 1. Capas de pavimento

Los principales requerimientos para el diseño se pueden clasificar en:

1. *Variables de diseño:* se refieren a los datos básicos utilizados en el cálculo de los espesores de las diferentes capas, tales como período de diseño y volumen de vehículos.
2. *Criterios de desempeño:* representa las condiciones más perceptibles por los usuarios como la serviceabilidad y las deformaciones en la superficie del pavimento.
3. *Propiedades estructurales de los materiales:* se refiere a las propiedades físico mecánicas de los materiales utilizados en las diferentes capas. Las características de los agregados juegan un papel determinante en el diseño.
4. *Características estructurales del pavimento:* son las características estructurales de las diferentes capas funcionando como unidad.

1. Criterios involucrados en el diseño de calles de bajo volumen

Las calles de urbanización son consideradas, para efectos de diseño, como calles de bajo volumen y pueden ser de pavimento rígido (concreto), pavimento flexible (asfalto) o de lastre; también es común la construcción de calles de adoquines para este tipo de zonas.

Los principios básicos de diseño para estas calles son esencialmente los mismos, pero presentan algunas variaciones ya que las cargas son menores, como por ejemplo la posibilidad de utilizar calles de lastre y de adoquines.

¹ no existe una mejor traducción para el término que viene del inglés "serviceability"

1.1.1. Variables de diseño

1. Período de diseño: se refiere al tiempo para el cual se estima la carretera funcionará sin tener que hacer reconstrucciones. Dentro de este período sí se consideran labores de mantenimiento rutinario y periódico. Este valor debe ser determinado previo al diseño y depende de factores tales como el material del pavimento, el volumen de vehículos y la obtención de financiamientos para la realización de las obras necesarias.

La siguiente tabla brinda una guía acerca de los valores que pueden ser utilizados:

Tabla #1. Período de análisis según el tipo de carretera

Condiciones de la carretera	Período de análisis (años)
Volumen alto - urbana	30 – 50
Volumen alto - rural	20 – 50
Volumen bajo - pavimentada	15 – 25
Volumen bajo - lastre	10 - 20

2. Tráfico: El volumen de vehículos determina las cargas a las que se ve sometida la estructura del pavimento. Cada tipo de vehículo representa un tipo de carga diferente, por lo cual en el diseño se uniformizan las cargas convirtiéndolas a cargas equivalentes a la carga que representa un eje que aplica una carga de 18 kip. Esta transformación se hace por medio de factores de equivalencia, de tal manera que se logra realizar un diseño tal que el pavimento soporte en un período dado, el paso de un número específico de ejes equivalentes (EE_q). Los datos necesarios son obtenidos por medio de encuestas de vehículos.
3. Confiabilidad: representa un valor estadístico que considera la precisión de las estimaciones realizadas en el volumen de vehículos y en las características asignadas durante el diseño. La confiabilidad está determinada por la importancia de la carretera; así, para una autopista importante los niveles de confiabilidad deben ser altos, mientras que para vías rurales los valores son menores. La tabla muestra los valores recomendados:

Tabla #2. Niveles de confianza para diferentes tipos de vía

Clasificación de la vía	Nivel de confianza recomendado (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas y vías interestatales	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Vías colectoras	80 - 95	75 – 95
Calles locales	50 - 80	50 - 80

1.1.2. Criterios de desempeño

1. Serviceabilidad: Debido a que la serviceabilidad está dada por la percepción de los usuarios, esta se obtiene analizando los porcentajes de aceptación que tiene estos de las condiciones de la vía. La unidad por medio de la cual se mide este parámetro es el PSI (present serviceability index), el máximo valor que se puede dar es de 5 para carreteras en perfectas condiciones y de 0 para carreteras intransitables. Se supone que el mínimo valor admisible de PSI es de 2.0, pero en nuestras carreteras se dan casos de PSI de 1.5 o incluso de 1.0. Para el diseño no se utilizan directamente valores de PSI, sino que se determina una disminución máxima admisible en la serviceabilidad (Δ PSI).
2. Formación de Roderas: las roderas son deformaciones en la superficie del pavimento debidas a daños estructurales en las capas inferiores. Para el diseño se determina una profundidad de rodera máxima admisible. En general, esta consideración se hace únicamente para calles de lastre, en las cuales las profundidades máximas admitidas están entre 1 y 2 pulgadas.
3. Desprendimiento de agregados: Esta es otra consideración que se hace generalmente para calles de lastre, en las cuales se da el desprendimiento de agregados por el tráfico y la erosión. Para esto se debe determinar el espesor de agregados que se perderá durante la vida útil de la carretera y el mínimo espesor de agregados que se requiere para que la superficie aún garantice el funcionamiento de la estructura del pavimento.

1.1.3. Propiedades estructurales de los materiales

Se listan las propiedades que se consideran en el diseño:

1. Módulo resiliente: es equivalente al módulo elástico de las capas, varía dependiendo de las condiciones climáticas y de la velocidad de aplicación de las cargas. De esta manera una carretera sometida a condiciones de humedad tiene una resistencia menor al igual que una carretera sometida a cargas aplicadas lentamente (como carriles de ascenso de camiones de carga).
2. Módulo de ruptura del concreto: este valor se utiliza en el diseño de pavimento rígido.
3. Coefficientes estructurales de las capas: Cada una de las capas tiene una capacidad estructural diferente dadas sus características. La capacidad del pavimento como unidad se obtiene por medio de una ponderación de estos coeficientes y los espesores de las capas. Estos valores dependen de los materiales por lo que se separan en cinco categorías diferentes: concreto asfáltico, base granular, subbase granular, base estabilizada con cemento, base estabilizada con asfalto. Estos coeficientes dependen a su vez de los módulos de resiliencia de cada capa. Además la capacidad estructural del pavimento se ve afectada por la capacidad de drenaje de las capas inferiores.

$$SN = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3$$

SN: Número estructural del pavimento²

a_n : número estructural de la capa ($n=1$ capa superior)

² Ver tabla 12

D_n : espesor de la capa

m_n : drenaje de la capa (el drenaje no es importante en la capa 1)

4. Características estructurales del pavimento: Son las características de la estructura del pavimento en sí, tales como la capacidad de drenaje, la capacidad de transferir cargas y la pérdida de capacidad soportante debido a la erosión.

2. Diseño de carreteras de bajo volumen

Para el diseño propiamente es necesario definir los tipos de vías, el nivel socioeconómico y los tipos de vehículos que utilizan estas calles.

De esta forma en urbanizaciones podemos tener calles arteriales, secundarias o terciarias. Además el nivel socioeconómico determina en cierta forma la cantidad y la clase de vehículos. General mente estos son:

- Camiones
- Buses
- Camiones repartidores
- Vehículos livianos
- Otros vehículos esporádicos

Dentro los camiones se deben contabilizar los que se utilizan en el proceso constructivo de la urbanización pues desde este momento se inicia el proceso de ciclos de carga sobre la estructura del pavimento.

Para la determinación del numero de buses es necesario hacer una aproximación por medio del número de casas y de su distribución. Por ejemplo, en barrios grandes (más de 3000 casas), se puede decir que hay una autobús cada 20min durante 18 horas, lo que da un total de 56 buses por día. En barrios más pequeños la frecuencia es menor.

Resulta importante establecer los factores de carga para cada uno de estos vehículos, ya que se pueden utilizar las tablas convencionales o bien los siguientes valores de manera aproximada:

Tabla #3. Factores de carga para vehículos en urbanizaciones

Tipo de vehículo	Factor de carga
Camiones	1.4
Buses	0.4 – 1.0
Repartidores	0.5 – 0.7
Livianos	0.0001

También es necesario considerar a la hora del diseño que las características estructurales de las capas superiores son mejores que las de las inferiores, pero por esta razón son más caras y esto hace que las capas inferiores tienen un mayor espesor y este va disminuyendo mientras más se acerca a la superficie. Debe recordarse que la finalidad del pavimento es la de distribuir en una superficie mayor las cargas que llegan al suelo, aplicadas por los vehículos (al igual que lo hace una cimentación). Así, que el diseño óptimo hace una combinación entre los espesores de las capas y su capacidad soportante.

3. Algunos Valores Guía

Lo expuesto anteriormente da una idea general de los conceptos involucrados en el diseño de pavimentos. El proceso de dimensionamiento, propiamente requiere de la utilización de nomogramas y valores típicos relacionados con características existentes, además requiere de la realización de cálculos iterativos. Muchos de los valores que se utilizan corresponden con las condiciones propias de las carreteras analizadas en diferentes fuentes (generalmente extranjeras), pero en algunos casos se pueden adaptar a las condiciones nacionales, además la existencia de valores mínimos admisibles también permite tener una base para el diseño.

A continuación se presentan algunas tablas de valores que pueden servir de guía en la caracterización de pavimentos.

Tabla #4. Espesores mínimos en pavimentos flexibles

Tráfico ³ (Ejes Equivalentes)	Capa asfáltica (pulgadas)	Base (pulgadas)
Menos de 50 000	1.0 (o tratamiento superficial)	4.0
50,001 – 150,000	2.0	4.0
150,001 – 500,000	2.5	4.0
500,001 – 2,000,000	3.0	6.0
2,000,001 – 7,000,000	3.5	6.0
Más de 7,000,000	4.0	6.0

1.1.4. *Espesores de losas de concreto (pavimento rígido)*

Es común que se utilice pavimento rígido en las calles de las urbanizaciones, en muchos casos la escasa vida útil de estas vías se debe a que la losa de concreto no posee el espesor requerido. Estos valores no reemplazan el diseño pero dan una idea del rango de las dimensiones en este tipo de losa.

Los errores más comunes en el diseño y construcción de este tipo de pavimentos, que es bastante utilizado en urbanizaciones, se dan en la utilización de espesores menores a los requeridos por las condiciones de tráfico y en la construcción inadecuada de las juntas por lo que es común encontrar fallas y agrietamiento cerca de las uniones entre losas. En la construcción de estas juntas es necesario lograr que las dovelas (varillas transversales colocadas en las juntas, en inglés “tie bars”) transmitan las cargas y que estas no se concentren en los bordes.

³ Se cuenta el número de ejes que pasarán a lo largo de la vida de la carretera

Tabla #5. Espesores recomendados para losas de concreto según el tipo de vía

Tipo de vía	Espesor de losa (cm)
Aceras	Menos de 12 cm
Calles secundarias	12
Calles de bajo volumen	14 –18
Carreteras de volumen medio	20 – 22
Carreteras volumen medio-alto	24 – 26
Carreteras volumen alto	28 – 30
Aeropuertos y zonas con cargas muy altas	33 - 35

1.1.5. Separación de juntas en losas de concreto

Otros factores importantes en el diseño de pavimento rígido y que deben ser verificados durante la construcción, son la adecuada realización de las juntas tanto en su dimensionamiento, como en el proceso constructivo propiamente, ya que es común que cometan errores en este sentido.

$$L = k * D$$

L: separación de juntas (longitud de la losa en metros)

K: constante asignada según el nivel de flexión, estos valores se asignan en rangos, donde el más bajo representa un diseño más seguro pero más caro, por lo que generalmente se usan valores intermedios.

D: espesor de la losa en cm

Tabla #6. Valores de la constante k para determinar la separación de juntas en losas de concreto

D (cm)	k
28	0.165-0.195
26	0.165-0.195
24	0.17-0.2
22	0.17-0.2
20	0.175-0.21
18	0.175-0.22
15	0.18-0.225

1.1.6. Propiedades de los agregados

La compactación es una de las características importantes por evaluar en la calidad de un pavimento. Esta evaluación se hace por medio de la determinación del CBR, esta prueba está asociada a los resultados de la prueba Proctor estándar o modificada (según sea la necesidad). Las siguientes tablas muestran estándares de calidad para

los materiales que pueden ser utilizados en la construcción de pavimentos y que pueden ser evaluados por medio de la realización de estas pruebas.

Tabla #7. Valores de CBR para las diferentes capas de pavimento

Suelos		Subbase (95% Proctor Modificado)	
Calidad	CBR	Calidad	CBR
Limos y arcillas	1-2	Baja	20
Baja	3	Limite inferior de requerimientos en CR*	30
Media baja	4	Buena	40-60
Media alta	5-6	Muy buena**	70 y mayores
Alta	7-9		
Muy alta	10-12		

*son calidades aceptables pero no buenas
 **materiales de río con algunas partículas quebradas

Base (95% Proctor Modificado)	
Calidad	CBR
Baja	60 o menor
Limite inferior de requerimientos en CR	90
Excelente	100

Tabla #8. Plasticidad

Calidad	Índice de plasticidad
Valor de la especificación	6
Medio bajo	30
Valores problemáticos	50 o mayor

Tabla #9. Pruebas a los agregados

Subrasante	Base granular	Subbase
<ul style="list-style-type: none"> - Plasticidad - CBR 	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría - Durabilidad - % Partículas duras - Sanidad (sulfatos) - Abrasión (prueba de Los Ángeles) - % Caras fracturadas - % de lajas - Equivalente de arena - CBR - Plasticidad - Densidad en sitio - Proctor 	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometría - Durabilidad - % Partículas duras - Plasticidad - CBR al 95% de Proctor Mod.

4. Criterios de falla en pavimentos de concreto

Tabla #10. Características que reflejan de daños estructurales significativos

Grietas transversales	10% de las losas 70 grietas / milla
Grietas longitudinales	500ft/milla
Fallas de esquina	25/milla
Juntas deterioradas	50/milla
Levantamiento de las juntas transversales*	30in/milla
Desprendimiento de las juntas laterales*	50 juntas / milla
Losas agrietadas*	800 ft/milla

*valores límites de deterioro permisible

1.1.7. Rangos típicos de valores de módulo de resiliencia para las diferentes capas

Una herramienta útil en la evaluación de pavimentos son los análisis deflectométricos, que sirven para determinar las propiedades físico mecánicas de las capas. En forma resumida, el análisis consiste en la aplicación de cargas y la medición de las deflexiones, de tal manera que se puede establecer un bulbo de presiones con los estados de esfuerzos en las diferentes capas y por medio de cálculos iterativos se pueden determinar los módulos de las capas. Es una herramienta útil en la aceptación de obra terminada o en la determinación de las características existentes a la hora de realizar una rehabilitación.

Tabla #11. Valores recomendados de módulo de resiliencia para las capas de pavimento

Capa	MR (psi)
Base granular	30,000 – 35,000
Base estabilizada	40,000 – 60,000
Base estabilizada sin mantenimiento	30,000
Base asfáltica	(150,000 clima caliente) 200,000 – 300,000 (400,000 clima frío)

Tabla #12. Valores recomendados de Número estructural

Calidad relativa del Pavimento	Tráfico	SN (Número estructural)
Muy buena	Alto	2.3-2.5*
	Medio	2.1-2.3
	Bajo	1.5-2.01
Buena	Alto	2.6-2.8
	Medio	2.4-2.6
	Bajo	1.7-2.3
Regular	Alto	2.9-3.1
	Medio	2.6-2.8
	Bajo	2.0-2.6
Mala	Alto	3.2-3.4
	Medio	3.0-3.2
	Bajo	2.2-2.8
Muy mala	Alto	3.5-3.7
	Medio	3.2-3.4
	Bajo	2.4-3.1

5. Control de Calidad

La calidad de un pavimento, como tal involucra varios aspectos:

- Ausencia de fallas
- Mínimo mantenimiento
- Durabilidad
- Utilidad

- Seguridad
- Serviceabilidad
- Estética
- Funcionalidad
- Compatibilidad
- Adaptabilidad
- Cumplimiento de normas y especificaciones entre otras...

El control en la calidad constituye la herramienta a través de las cuales se logran estas características en el proceso de conceptualización, construcción y uso de una carretera. El control implica que existe planificación y esto es la previsión de diferentes dificultades que se pueden encontrar durante el proceso como:

- las dificultades propias del campo de la construcción
- las dificultades asociadas al constructor
- las dificultades asociadas a los proveedores de insumos
- dificultades asociadas a los contratistas
- dificultades asociadas a la inspección
- dificultades asociadas al usuario

Es importante decir que la calidad, en realidad no se controla, sino que más bien se produce y que la calidad es rentable en vez de costosa como se piensa en muchas ocasiones.

Para efectos de este documento nos interesa sobre todo las dimensiones del control de calidad relacionadas con el proceso de construcción, de inspección y de recepción de la obra.

Las pruebas de laboratorio constituyen una herramienta de autocontrol y de mejoramiento de procesos, así como para la recepción de la obra. Es necesario definir criterios de aceptación y rechazo para la recepción y estos deben estar dentro de rangos (no deben ser valores puntuales) definidos por niveles de confianza y de variabilidad.

En los puntos anteriores se plantearon algunos de los rangos recomendados para diferentes características de los pavimentos. En el Código Urbano se establecen más pruebas que pueden ser realizadas y algunas de las entidades competentes. La ley resulta ambigua en muchas ocasiones, pero es necesario referirse a los criterios de diseño establecidos (metodología de cálculo).

CAPITULO XXX (Código Urbano)

PAVIMENTOS

ARTICULO XXX.1.- *Normas y especificaciones aplicables.* En Las obras de pavimentación se deberán seguir las especificaciones vigentes para pavimentación de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica, contenidas en el documento titulado "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes", última edición. Alternativamente pueden usarse las especificaciones que se describen como básicas a continuación en este capítulo.

ARTÍCULO XXX.2.- *Diseño de pavimentos.* Los pavimentos deberán ser diseñados de acuerdo con las condiciones del suelo soportante del tránsito sobre las calles debidamente proyectado a la vida útil de la calle y a cualesquiera otros factores que deban ser tenidos en cuenta.

ARTICULO XXX.3.- *Control de calidad.* El control de la calidad de los materiales, de la compactación, de la resistencia y de cualquier otro factor, incidente en la calidad final del pavimento, deberá ser ejercido por medio de laboratorios aceptados por la autoridad revisora.

ARTICULO XXX.4.- *Subrasante.* Cualquiera que sea la calidad del terreno y cualquiera que sea el método usado para llegar al nivel de la subrasante, si es corte, la compactación del suelo, por debajo y hasta el nivel quince centímetros (15 cm) bajo la subrasante, deberá tener o alcanzar una compactación mínima de noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Estándar. Si es relleno, todo deberá ser compactado al 95% del Proctor Estándar.

Los cuarenta centímetros (40 cm) superiores del suelo de las calles que corresponden a la subrasante de conformarse a los siguientes valores del Proctor Modificado y de CBR (California Bearing Ratio o Razón Californiana de Soporte), según sea la clase de suelo base.

SUELOS		COMPACTACION	
Clase	Plasticidad	Proctor	CBR
Cohesivos	30%	85%	3
	30%	90%	5
No Cohesivos		95%	30

El valor soportante del suelo debe ser previamente determinado por un laboratorio en cada proyecto particular para los efectos del diseño respectivo.

En consecuencia, si habiéndose logrado durante la construcción los grados de compactación exigidos el valor soportante CBR de control determinando conjuntamente con el grado Proctor resultante inferior a las cifras anotadas, el constructor deberá aumentar el grado de compactación hasta lograr un valor soportante aceptable.

Si subsistiera la incompatibilidad en las cifras, el ingeniero responsable deberá decidir, de acuerdo con la calidad del terreno en la zona afectada comparada con la de las áreas vecinas a las condiciones propias del suelo en la zona afectada y otras consideraciones sobre la aceptación o sustitución de dicho suelo.

ARTICULO XXX.5.- Subbase. El material de la subbase se compondrá de partículas duras de escoria, piedra quebrada, grava, pizarra o lastre cuya graduación granulométrica de acuerdo al diseño, debe ser alguna de las siguientes:

TAMIZ	% en peso que pasa*			
	A	B	C	D
76,2	100	----	----	100
38,1 mm	----	100	----	----
25,4 mm	----	----	100	----
No.4	40-70	40-70	45-80	50-100
No.40	10-50	10-50	15-60	20-70
No.200	0-15	0-15	5-20	5-35

*A, B, C y D son materiales para los cuales se da la especificación granulométrica

Para su determinación se usarán los procedimientos de ensayo establecidos en las normas AASHTO (American Association of State Highways and Transportation Officials - Asociación Estadounidense de Funcionarios de Carreteras y Transporte del Estado) ASTM C-136 y C-177; AASHTO T-11 y AASHTO T-27.

ARTICULO XXX.6.- Calidad de material de la subbase

XXX.6.1 Si el material queda expuesto a la intemperie y a los efectos del tránsito, la porción de material que pasa el tamiz No.40 tendrá un índice de plasticidad no menor de cuatro (4) ni mayor de diez (10) según ensayo AASHTO T-90, y un límite líquido no mayor de cuarenta (40), según ensayo AASHTO-89.

XXX.6.2 Si queda protegido de la intemperie y al tránsito, la porción que pasa el tamiz No.40 tendrá un índice de plasticidad no mayor de 7 y un límite líquido no mayor de 35. Si el material que atraviesa la malla No.200 no es superior a un 6%, el índice de plasticidad aceptable puede aumentarse hasta 10.

XXX.6.3 El material tendrá un valor de CBR mínimo de 30 según la prueba ASTM D-1883, conjuntamente con una compactación de noventa y cinco por ciento 95% del Proctor Modificado.

ARTICULO XXX.7.- Base no tratada de piedra quebrada. El material se compondrá de partículas duras y durables de piedra o escoria trituradas cuya graduación granulométrica, determinada según las normas AASHTO T-11 y AASHTO T-27, sea, de acuerdo con el diseño, alguna de las siguientes:

TAMIZ	% en peso que pasa*		
	A	B	C
50,8 mm	100	----	----
38,1 mm	90-100	100	----
25,4 mm	----	70-100	100
19,0 mm	50-85	60-90	70-100
9,5 mm	----	45-75	50-80
No.4	30-50	35-60	40-65
No.10	----	25-50	25-50
No.40	10-25	10 30	15-30
No.200	6-16	6-20	6-20

*A, B y C son materiales para los cuales se da la especificación granulométrica

El valor soportante (CBR) del material debe alcanzar un mínimo de treinta (30) para una compactación de noventa y cinco por ciento (95 %) del Proctor Modificado.

ARTICULO XXX.8.- *Base tratada con cal hidratada.*

XXX.8.1 Materiales. Los agregados para la construcción de bases estabilizadas con cal hidratada deberán consistir en partículas duras y durables de escoria, piedra quebrada, grava, pizarra o lastre, tamizados para obtener la siguiente graduación granulométrica.

TAMIZ	% en peso que pasa
25 mm	100
No.4	50-100
No.40	20-70
No.200	5-35

El índice de plasticidad del material no deberá exceder de diez (10) y su límite líquido no será mayor de cuarenta (40) ambos valores determinado según las normas AASHTO T-90 y AASHTO T-8, respectivamente.

La cal hidratada que se use como aglomerante deberá satisfacer los requisitos de la norma ASTM C-207, tipo N, cuya composición será.

Óxidos de calcio y magnesio, mínimo 95%.

Dióxido de carbono, máximo 7%

Óxidos no hidratados, máximo 8%; sus residuos, deben cumplir la norma mencionada en cuanto a porción residual en el tamiz No. 30.

La calidad de la base estabilizado con el porcentaje de cal establecido en laboratorio y compactada al 95% de la densidad mínima obtenida según ensayo AASHTO T-160, Método A, deberá cumplir los siguientes requisitos:

Resistencia mínima de 20Kg/cm² a la compresión inconfiada a los 7 días de edad. El valor soportante CBR mínimo de 100 a la misma edad.

ARTICULO XXX.9.- *Base tratada con cemento Portland.* Los agregados serán los mismos especificados en el artículo XXX.7 para la base tratada con cal hidratada.

El cemento Portland se conformará a la norma AASHTO M -85. La calidad de la base estabilizado con cemento Portland en la proporción óptima determinada por un laboratorio, compactación al cien por cien (100%), de la densidad máxima obtenida por el ensayo AASHTO T- 134, se establecerá por una resistencia mínima de 35 kg/cm² en la compresión inconfiada, a la edad de 7 días.

ARTICULO XXX. 10. - *Base de toba - cemento plástica.* La granulometría, índice de plasticidad y límite líquido de la toba (lastre) a usar serán los mismos especificados en el artículo XXX.8 para la base tratada con cal hidratada.

El cemento cumplirá la norma AASHTO M - 85.

El revenimiento de esta mezcla, amasada con agua, deberá fluctuar entre uno (1) y tres centímetros (3 cm).

La calidad de la base se medirá por una resistencia mínima a la ruptura en compresión de treinta kilogramos por centímetro cuadrado (30 Kglcm²), a la edad de 7 días, mediante ensayo realizado según la norma AASHTO T -22.

ARTICULO XXX. 11. - *Imprimación de pavimentos bituminosos.* De acuerdo con el diseño en cuanto a calidad de la terminación de la base y a cantidad de imprimante a usar, la base se sellará mediante el riego de una capa de asfalto líquido de algunas de las calidades RC-0, RC-1, MC-0, MC-1, SC-1 o SC-2 especificadas en las normas AASHTO M-81 y M-141, respectivamente.

ARTÍCULO XXX.12.- *Pavimentos mezclados en planta.* La mezcla bituminosa se compondrá básicamente de agregados minerales, relleno mineral aditivos (si fueren necesarios) y bitumen íntimamente combinados en las proporciones y a las temperaturas requeridas por el diseño, apoyado en los ensayos de laboratorio que se hayan estimado necesarios.

La mezcla luego de compactada, deberá contener un volumen de vacíos que permita la compactación adicional debida al tránsito, sin que ella produzca afloramiento de asfalto o pérdida de estabilidad. De acuerdo con su finalidad la mezcla deberá cumplir los siguientes requisitos:

Destino	Agregado Tamaño Max.	Vacíos %
Capa desgaste	12 mm	3 a 5
Refuerzo inferior capa desgaste	19 mm	3 a 5
Base asfáltica	35 mm	3 a 6

Luego de determinada la mezcla según se indica más adelante, sus componentes deberán mantenerse dentro de las siguientes tolerancias:

Agregados que pasen al tamiz No.4 y queden retenidos en el tamiz No-8 de 4% positivo o negativo.

- Agregados que pasen el tamiz No.8 y queden retenidos en el tamiz No.100, de 7% positivo o negativo.

- Agregados que pasen el tamiz No.200 de 2% positivo o negativo. Material bituminoso de 0,5% positivo o negativo.
- Temperatura de la mezcla de 10% centígrados positivo o negativo.
- El agregado grueso, definido para este efecto como el retenido por el tamiz No.8, deberá ser piedra triturada, salvo distinta estipulación y deberá satisfacer los requisitos de calidad AASHTO No.79, excepto que no será exigible el ensayo de sanidad en sulfato de sodio AASHTO T-104.

Si se usa grava triturada, ella deberá cumplir los requisitos de la sección 3.1 de la norma AASHTO M-62 y mostrar que por lo menos el 50% de las partículas retenidas por la malla No.4 tiene una cara fracturada.

El agregado fino, correspondiente al retenido por el tamiz No.8, consistirá en partículas de piedra natural o quebrada o en una combinación de ambas, salvo que haya sido de otra manera estipulado. Deberá en todo caso cumplir la norma ASTM D- 1073.

Los materiales bituminosos deberán satisfacer las normas siguientes:

Cemento Asfáltico	AASHTO M – 20
Alquitranes	AASHTO M – 52
Asfaltos líquidos	
Cura rápida	(RC) ASHM M - 81
Cura media	(MC)AASHTO M – 82
Cura lenta	(SC)AASHTO M – 141
Asfalto emulsionado	AASHTO M - 140

ARTICULO XXX.13.- Pavimento caliente mezclado en planta. El agregado deberá conformarse a alguna de las siguientes graduaciones granulométricas, según lo haya definido el diseño:

TAMIZ	% en peso que pasa		
	A	B	C
25,4 mm	100	----	----
19,0 mm	80-100	100	---
12,7 mm	----	----	100
9,5 mm	60-80	70-90	80-100
No.4	48-65	50-70	55-75
No.8	35-50	35-50	35-50
No.30	19-30	---	18-29
No.50	13-23	13-23	13-23
No.100	7-15	----	8-16
No.200	0-8	3-8	4-10

*A, B y C son materiales para los cuales se da la especificación granulométrica

ARTICULO XXX.14.- *Pavimento frío mezclado en planta.* El agregado para preparar mezclas de pavimento se conformará a la siguiente graduación granulométrica:

TAMIZ	% en peso que pasa	
	CAPA INFERIOR	CAPA DE DESGASTE
38,1 mm	100	----
25,4 mm	85-100	----
19,0 mm	40 -70	100
12,7 mm	10-35	95-100
No.4	4-16	15-40
No.8	0-5	10-25
No.30	----	4-13
No.50	----	0-5

El agregado para el acabado final consistirá en arena seca o polvo de piedra, granulados de tal modo que por lo menos el 95% pase el tamiz No.4 y no más del 40% pase el tamiz No.50.

ARTICULO XXX.15.- *Pavimento mezclado en camino.* Los materiales bituminosos deberán cumplir las mismas normas establecidas para los que se usen en mezclas preparadas en planta.

Los agregados deberán cumplir la norma AASHTO M - 62, excepto la exigencia del ensayo de sanidad en sulfato de sodio AASHTO T - 104.

Si se usa grava triturada, no menos del 50% en peso de las partículas retenidas por el tamiz No.4 deberá tener por lo menos una cara quebrada.

La graduación granulométrica de los agregados nuevos será la siguiente:

Tamiz	% en peso que pasa
19,0 mm	100
No.4	45-65
No.8	33-53
No.50	10-20
No.200	3-8

Los agregados recuperados de la demolición de una superficie pavimentada existente se conformarán en general a la graduación establecida para agregados nuevos.

Sin embargo, puede usarse el material selecto granular encontrado en la superficie existente, aunque su graduación sea diferente, siempre que ella sea aprobada por el ingeniero residente. En todo caso, no podrán usarse partículas de tamaño superior a treinta y ocho milímetros (38 mm).

ARTICULO XXX.16.- *Calidad del pavimento bituminoso.* La calidad del pavimento bituminoso, en cualquiera de sus modalidades, deberá ceñirse a las exigencias establecidas a este respecto por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica en el documento de especificaciones señalado en el artículo XXI. 1.

ARTICULO XXX.17.-Pavimento de concreto. Los diferentes materiales que se usan en la construcción de pavimentos de concreto deben ceñirse a las normas que a continuación se indican.

Agregado fino	AASHTO M - 6
Agregado grueso	AASHTO M – 80
Aditivos para inclusión de aire	AASHTO M – 154
Aditivos químicos	AASHTO M – 194
Cemento Portland	AASHTO M - 85 AASHTO M – 134
Cloruro de calcio	AASHTO M – 144
Mezclas líquidas para curación	AASHTO M – 148
Papel impermeable para curación	AASHTO M – 139
Papel para subrasante	AASHTO M - 74
Película de polietileno para curación	AASHTO M – 171
Relleno para juntas	AASHTO M – 173
Acero para refuerzos	AASHTO M – 31 AASHTO M – 54 AASHTO M - 55

La dosificación del agua, el cemento y los agregados se basará en la resistencia mínima.

Las especificaciones del concreto serán las siguientes:

Asentamientos para concreto no vibrado	4 a 8 cm
Asentamientos para concreto vibrado	1 a 4 cm
Resistencia a la flexión según método de 3 puntos, AASHTO T -97, no menor de ...	40 Kg/cm ²
Resistencia a la flexión (alternativa) según método del punto medio AASHTO T - 177 no inferior a ..	45 Kg/cm ²
Resistencia a la compresión, a 14 días, AASHTO T - 22, mínimo de	250Kg/cm ²

Alternativamente se podrán usar adoquines de concreto sobre subrasante, subbase y base similar a la necesaria para carreteras de asfalto, todo de conformidad con el diseño.

El adoquín se podrá colocar en vías en donde el tránsito sea liviano o zonas de parqueo para vehículos livianos. La norma de resistencia, que deberá desarrollar el adoquín a la fecha de colocación es:

1. Un valor de resistencia promedio de 300 Kg/cm²
2. Un valor de resistencia mínimo admisible de 250 Kg/cm² con una tolerancia hasta de un 15% como máximo bajo el límite de resistencia mínimo establecido.

3. El elemento usado deberá de cumplir con la norma AASHTO M-85 (Especificaciones Estándar para cemento Portland).

Con respecto a la subrasante, subbase y base se deberá cumplir con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, última edición.

CAPITULO XXXII

OBRAS DE SUPERFICIE EN CALLES

ARTICULO XXXII.1.- *Cordones y caños.* Los cordones y caños que conforman el límite entre calzadas y aceras, deberán construirse de conformidad con los planos de diseño y sobre terreno compactado en los cuarenta centímetros (40 cm) superiores, a un mínimo igual al establecido para la subrasante en el artículo XXX.5 de este Reglamento, de acuerdo a la clase de suelo. En su construcción se usará concreto de resistencia mínima de ciento setenta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (175 kg/cm²), a la comprensión, a los veintiocho (28) días de edad.

ARTICULO XXXI.2.- *Sumideros y tragantes.* Los sumideros y tragantes para aguas pluviales se construirán de conformidad con los modelos diseñados por A y A, usando concreto de resistencia de doscientos diez kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm²) a la comprensión, a los veintiocho (28) días de edad.

ARTICULO XXXI.3.- *Tapas y rejillas.* Las tapas para pozos de registro del alcantarillado se fabricarán e instalarán según el modelo establecido por A y A.

Las rejillas para tragantes y sumideros y las cajas para válvulas de agua potable se fabricarán e instalarán conforme a modelos diseñados por ese mismo organismo.

Para cualquier uso las tapas de las cajas ubicadas en las aceras, deberán ser diseñadas para resistir las fuerzas a que estarán sometidas, el desgaste ocasionado por el tránsito y fabricado con materiales y dispositivos que proporcionen absoluta seguridad a los peatones, tanto en sus cualidades antideslizantes como evitando que cualquier elemento sobresalga sobre el nivel de la acera.

ARTICULO XXXI.4.- *Hidrantes.* De conformidad con las normas del A y A los hidrantes se instalarán en los puntos señalados por el diseño, junto al borde del cordón.

Los hidrantes serán de hierro fundido y fabricados de acuerdo con la norma AWWA C - 502, provistos de acoplamiento y tornillos quebrables y se ceñirán en todo a lo previsto por el Instituto Nacional de Seguros.

ARTICULO XXXI.5.- *Aceras.* El tipo de material superficial a usar en las aceras deberá ser aprobado por la municipalidad respectiva. Este material se colocará, de acuerdo con sus cualidades de resistencia mecánica, sobre una base o contrapiso de resistencia adecuada y en conformidad con el diseño correspondiente.

La subrasante o terreno sobre el cual se construirá la base se conformará según especificaciones establecidas en el proyecto.

La superficie de las aceras tendrá en todo caso, una gradiente transversal de dos por ciento (2%) bajando hacia los caños o cunetas que la limiten exteriormente. Esta

superficie deberá quedar libre de rugosidades y huecos que dificulten el tránsito o constituyan riesgos para los peatones.

Los tramos de acera sujetos al paso de vehículos deberán ser diseñados y construidos para soportar los esfuerzos inducidos por el peso y movimiento de los vehículos y el desgaste que su tránsito produce.

ARTICULO XXXI.6.- *Otras obras.* Cualquiera otra obra de superficie que deba construirse en una calle deberá sujetarse al diseño que haya sido necesario efectuar de conformidad con las normas que haya establecido o establezca la municipalidad respectiva.

ARTICULO XXXI.7.- *Repavimentación.* Los trabajos de repavimentación, ya sea para reponer pavimentos destrozados o para tapar zanjas y otras excavaciones que se efectúen en las calles, se ceñirán a las reglas establecidas para pavimentos.

Se tendrán en cuenta especialmente las siguientes disposiciones:

XXXI.7.1 El relleno de los cuarenta centímetros (40 cm) superiores de las zanjas y otras excavaciones, definidas en el artículo XXIX.8, será considerado como subrasante y se conformará con material granular adecuado, preferentemente del tipo lastre o toba volcánica compactado hasta noventa y cinco por ciento (95%) del Proctor Modificado.

El resto de la excavación será rellenado en conformidad con las especificaciones definidas para subbases, bases y capa de rodamiento.

XXXI.7.2 La repavimentación de zonas de calles cuyo pavimento debe reponerse, se ajustará en todo lo posible a esas mismas especificaciones.

XXXI.7.3 Se pondrá especial cuidado en que las nuevas superficies de rodamiento coincidan con la rasante de las superficies existentes, de modo de evitar resaltos o hundiduras en las juntas con el pavimento que permanece.

ARTICULO XXXI.8.- *Obras aéreas.* Las obras aéreas de las calles corresponden al tendido de líneas de energía eléctrica y de comunicaciones y a sus soportes y anclajes: torres, postes, tirantes, puntales o similares.

Su construcción, tanto en lo referente a las líneas mismas como a las acometidas para dar servicio a los edificios, se ceñirán estrictamente a las normas establecidas o que establezca en el futuro el Servicio Nacional de Electricidad.

Bibliografía

1. Curso de Pavimentos IC-1031. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Profesor Mario Arce. II semestre 1999.
2. República de Costa Rica. Código Urbano. 1997. Editorial Porvenir.
3. Thenoux, Guillermo. Seminario Calidad Total en Obras Viales. Auspiciado por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. 15 de Octubre de 1999.

SECCIÓN VII

**Resumen del Informe: optimización de la
Red Vial en Montes de Oca (L.C.R.
Logística S.A.)**

Optimización de la Red Vial de la Ciudad de Montes de Oca

1.1 Introducción

El siguiente informe consiste en un resumen de las principales propuestas hechas por INGETrans Consultores, para el mejoramiento de la vialidad en las vías nacionales del Cantón de Montes de Oca.

Cabe destacar, que como producto del rápido crecimiento que ha tenido la flota vehicular del país durante la pasada década, sumado a la limitada capacidad de la red vial disponible en el Área Metropolitana, el sector de San Pedro es uno de los más congestionados, no solo en las horas críticas. La mayoría de estos problemas de saturación de la red vial se originan por el exceso de la demanda y la falta de capacidad de ciertas intersecciones críticas, las cuales se han convertido en los “cuellos de botella” de este sistema vial.

Específicamente en el área central del Distrito de San Pedro, este sector ha experimentado un desarrollo comercial acelerado, principalmente a lo largo de la Radial San Pedro (Ruta 2), aunado a la gran cantidad de viajes atraídos por la Universidad de Costa Rica a lo largo del día. Para agravar la situación se destaca el hecho que este sector es atravesado por uno de los tramos de la carretera de Circunvalación más congestionado, el tramo entre las rotondas de La Hispanidad y La Bandera, el cual reporta el volumen de TPDA más alto de la red vial de Costa Rica.

También debe destacarse que la Radial San Pedro es uno de los únicos dos corredores disponibles para entrar a San José desde Curridabat, Tres Ríos y Área Metropolitana de Cartago. Entonces, la combinación de todas estas particularidades conlleva a la reducción crítica de la capacidad de la red vial disponible.

En un estudio previo realizado por la propia firma INGETrans, se llevó a cabo un análisis aislado de las rotondas de La Hispanidad, La Bandera y Betania, del cual surgieron medidas para cada caso, que trasladó los problemas a otros sectores. Debido a que no se realizó un estudio integrado en forma regional, sino hasta el presente estudio, del cual precisamente es del que se van a detallar las medidas sugeridas.

En la siguiente lista se indican los tramos analizados para los seis sectores en los que se dividió el área de estudio (área central del Distrito de San Pedro), en la Fig. 1 se detallan las intersecciones que se han de analizar:

- Ruta Nacional 2, desde Kentucky, en Barrio La California hasta el inicio de la Autopista Florencio del Castillo en Curridabat.
- Las Avenidas 2 y 4 de San Pedro desde Los Yoses hasta su convergencia con la Ruta 2 a la altura de Curridabat.
- El tramo del Bulevar Circunvalación entre las rotondas de La Hispanidad y Monumento La Bandera.
- Bulevar Dent.

- Calle Los Negritos.
- Radial Sabanilla hasta las Instalaciones Deportivas de la UCR.
- La calle que circunvala al campus de la UCR, y la Ruta 203, entre el Colegio Vargas Calvo, el LANAMME de la UCR, el Colegio Calazans, el campus de la Universidad Latina y el Centro Comercial Muñóz y Nanne.

También se debe hacer la distinción entre las medidas propuestas para corto plazo, con análisis a 5 años (al 2004), y que por lo general implican medidas de bajo costo, tales como:

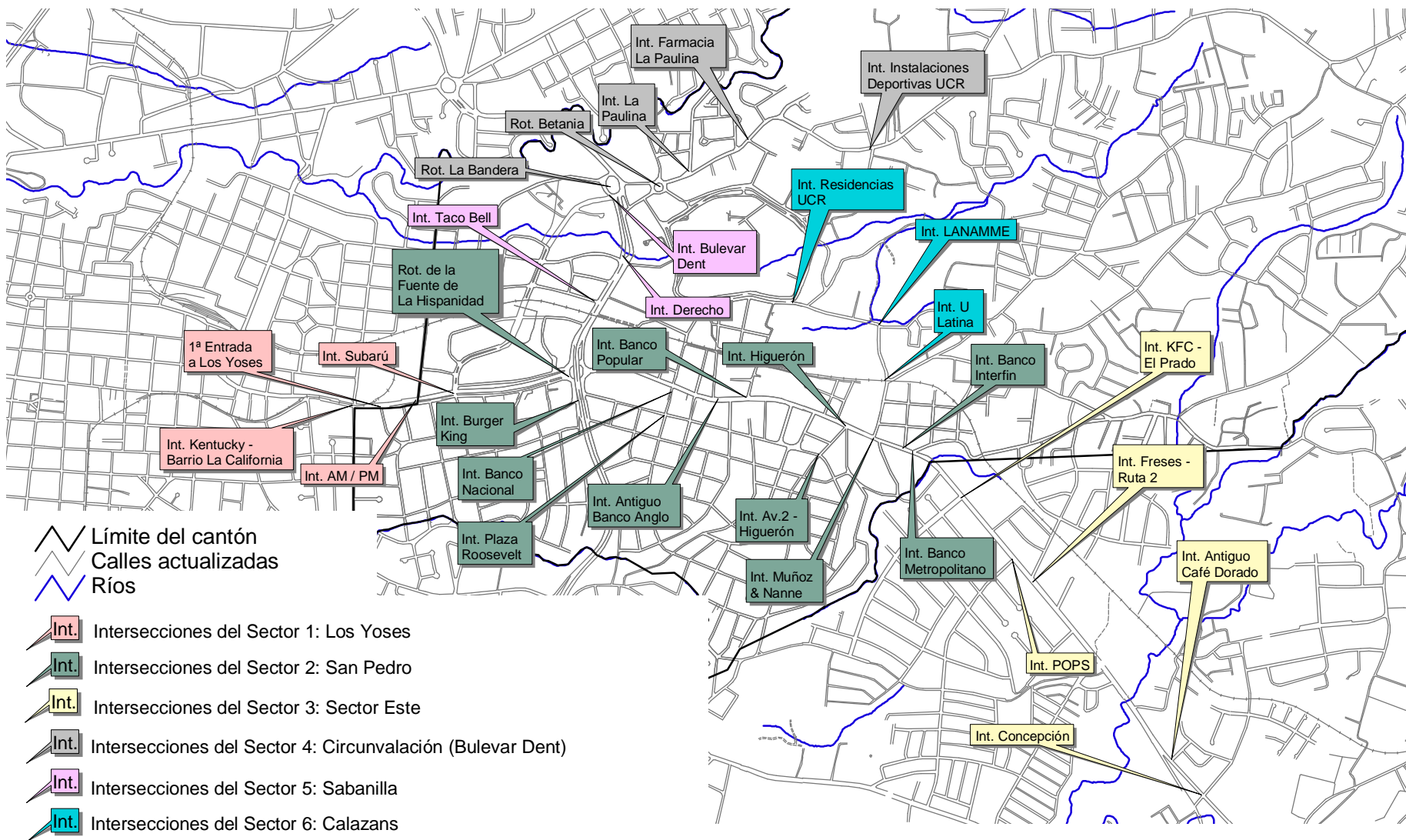
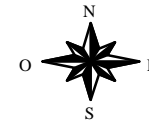
- Señalamiento vertical y horizontal.
- Optimización de ciclos y fases de los sistemas de semáforos existentes.
- Habilitación de carriles adicionales que solo requieran la colocación de pavimentos sin expropiación.

Mientras que las medidas a considerar para soluciones a mediano plazo, con análisis a 10 años (al 2009) implican un mayor costo, estas corresponden a cualquier infraestructura cuyo costo sea mayor a $\text{¢}5$ millones, tales como:

- Construcción de pasos a desnivel.
- Construcción de carriles adicionales que impliquen expropiación o reconstrucción de viviendas y edificios.

En primera instancia, se dará un resumen de los resultados de la situación existente y las recomendaciones, y luego la situación optimizada con las medidas propuestas a corto plazo.

Mapa 1. Intersecciones analizadas para cambios en la vialidad del Cantón de Montes de Oca



Fuente: INGETrans, 1999

Plan Regulador de Montes de Oca

500 0 500 Metros



1.2 Situación Existente

Sector 1: Los Yoses.

- Funcionan 4 intersecciones que conforman el sector de la Radial Los Yoses, en general su funcionamiento se considera adecuado, excepto la maniobra de giro a la izquierda desde el acceso Este en la Intersección de la 1ª Entrada a Los Yoses (Fig. 2) y la maniobra de giro a la derecha desde el acceso Norte en la Intersección AM/PM (Fig. 3), las cuales presentan un nivel de servicio inaceptable, pues evidencian una mala distribución del tiempo entre las fases del sistema.
- Se recomienda una optimización de ciclos y fases del sistema de semáforos existente.

Figura 2. Intersección 1ª Entrada a Los Yoses.

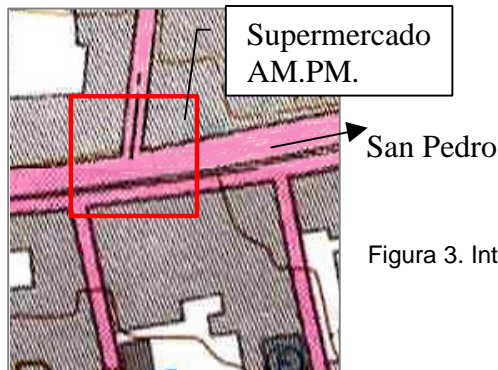
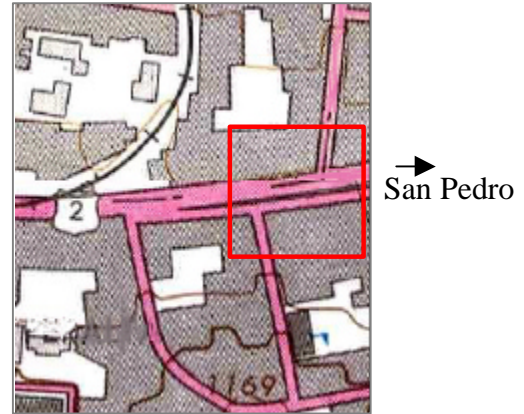


Figura 3. Intersección AM/PM.

- Mientras que en la Int. Kentucky – Barrio La California (Fig. 4), para la operación de los accesos secundarios se recomienda mantener las regulaciones por medio de las señales de ALTO existentes.

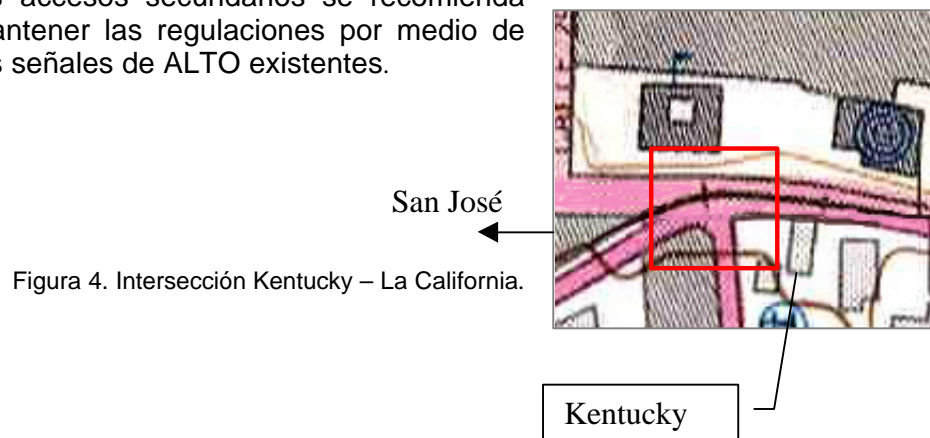
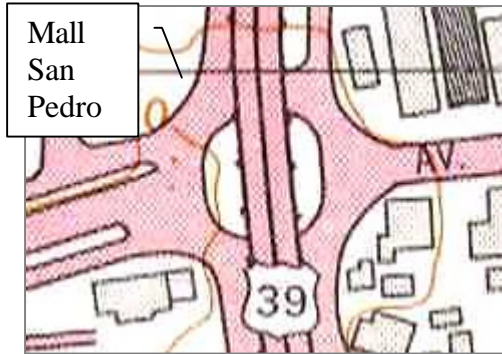


Figura 4. Intersección Kentucky – La California.

Sector 2: San Pedro.

▪ **Rotonda de la Fuente de La Hispanidad (Fig. 5)**

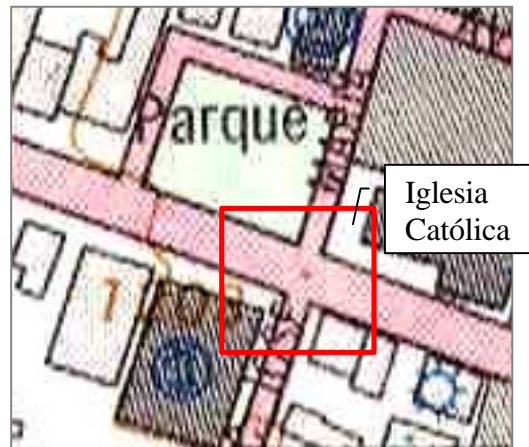


- En el período pico de la mañana se presentan congestionamientos en los accesos a San Pedro y Sabanilla, mientras que los otros se consideran con un nivel de servicio aceptable.

Figura 5. Rotonda de La Hispanidad.

- En el período pico de la tarde la intersección presenta problemas de congestión producto del rebote de colas que se produce en la Intersección Banco Nacional de San Pedro (Fig. 6), donde se considera que existe el cuello de botella más crítico.

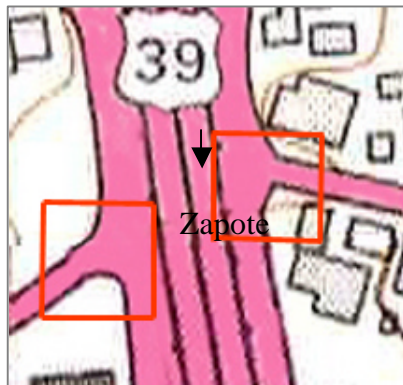
Figura 6. Intersección Banco Nacional.



- En el acceso Este y Oeste de la Int. Banco Nacional el nivel de servicio se considera inaceptable. La razón principal es el efecto de bloqueo que produce la presencia de las paradas de autobuses, se ha estimado una circulación de hasta 100 buses / hr en cada sentido.
- Lo anterior se agrava debido al alto flujo peatonal que cruza la Avenida Central en la Int. Banco Nacional. Conviene aclarar que se había propuesto un sistema de semáforos peatonal en el costado Este, sin embargo, los peatones siguen cruzando por el lado Oeste, debido a la ubicación de las paradas en el sentido San José – San Pedro.

- **Intersección Burger King Este y Oeste (Fig. 7)**

- La maniobra San Pedro – San José (Int. BK Este) y el acceso Sur (Int. BK Oeste), operan de forma inaceptable en el pico de la mañana, porque el actual sistema de semáforos de la intersección no posee la capacidad suficiente para servicio.
- Mientras que en el pico de la tarde las maniobras San José – San Pedro (Int. BK Este) y San José – Zapote (BK Oeste), también operan con un nivel de servicio inaceptable.



- En el pico de la tarde el acceso Rotonda – Burger King (acceso Norte BK Oeste) posee un nivel de servicio aceptable, sin embargo, la longitud máxima de la cola (66 m), excede la longitud del acceso (45 m), por lo cual se produce un rebote de colas que alcanza el acceso Los Yoses – Rotonda, con su consecuente bloqueo.

Figura 7. Intersección Burger – King, Este a la izquierda y Oeste a la derecha.

- **Int. Plaza Roosevelt** (cruce Calle 0 y Av. 2 San Pedro), el acceso Oeste opera bajo un nivel de servicio inaceptable en el pico de la tarde.

- **Intersección Antiguo Banco Anglo (Fig. 8)**

- El giro a la izquierda del acceso Oeste (movimiento San José – UCR), tanto en el pico de la mañana como en el pico de la tarde presenta un nivel de servicio inaceptable.

- También se ve afectada por el fenómeno de rebote de colas que se produce desde el acceso Este por la Int. Banco Nacional (principalmente en el pico de la mañana).

- El principal problema que se presenta es la mala distribución del tiempo entre las 2 fases que componen el ciclo del sistema de semáforos, pues el movimiento directo desde la Radial posee un intervalo muy alto, mientras que el giro a la izquierda posee un intervalo muy bajo.

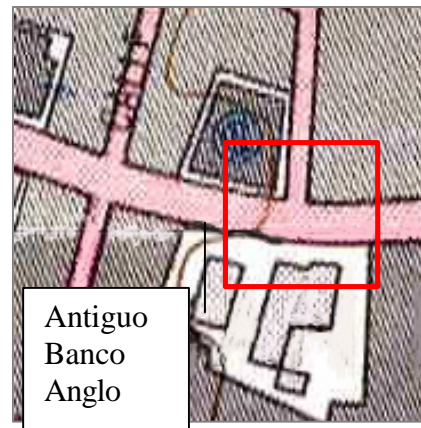
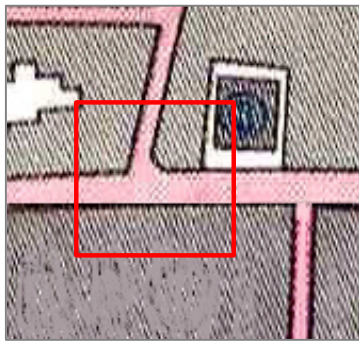


Figura 8. Intersección Antiguo Banco Anglo.



▪ **Intersección Banco Popular (Fig. 9)**

- El nivel de servicio se considera aceptable en ambos picos. Sin embargo, también se ve afectado por el rebote de colas que se produce desde el acceso Este de la Int. Banco Nacional.

Figura 9. Intersección Banco Popular.

▪ **Intersección Higuierón (Fig. 10)**

- En ambos períodos pico el carril de giro a la izquierda del acceso Este opera en congestión. Pues el flujo vehicular sobre la vía principal (Ruta 2) es muy alto, existen pocos intervalos aceptables para que los vehículos desde este acceso logren realizar su maniobra.
- Se presenta congestión en el giro a la izquierda en el acceso Este, lo cual implica un rebote hasta la Int. Muñoz y Nanne, bloqueando un carril de movimiento directo sobre la Radial San Pedro, por ende, disminuyendo la capacidad de la Int. Muñoz y Nanne.

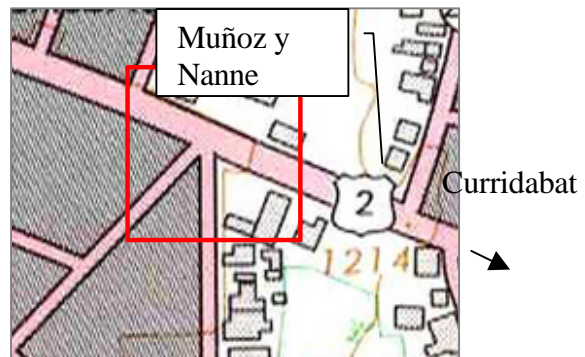
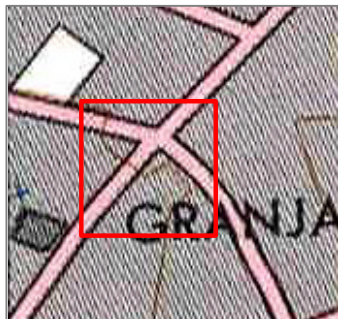


Figura 10. Intersección Higuierón.



▪ **Intersección Av. 2 – Higuierón (Fig. 11)**

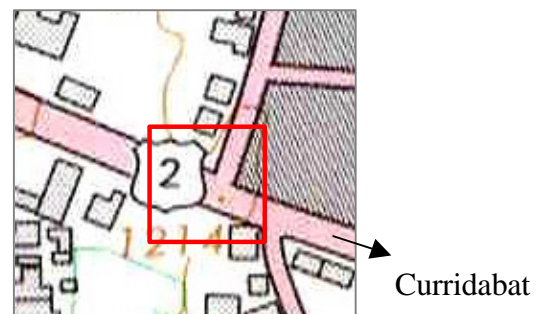
- Para ambos períodos pico el acceso secundario Oeste opera bajo condiciones de servicio inaceptables, mientras el acceso secundario Este también presenta problemas en el pico de la mañana.

Figura 11. Intersección Av. 2 – Higuierón.

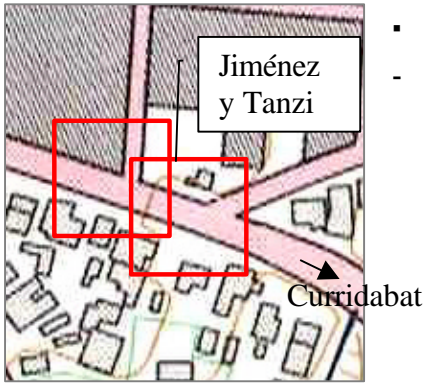
▪ **Intersección Muñoz y Nanne (Fig. 12)**

- El acceso Oeste presenta problemas de congestionamiento, por la interferencia que produce la parada de autobuses, debido a que la bahía se utiliza como parqueo.

Figura 12. Intersección Muñoz y Nanne.



- En el pico de la mañana el acceso Este presenta problemas de congestionamiento, la cola rebota hasta las Intersecciones Banco Interfin y Jiménez y Tanzi (Banco Metropolitano).



- **Intersección Banco Interfin (Fig. 13, izquierda)**

- Los accesos Este y Oeste operan en forma inaceptable por rebote de colas desde las intersecciones vecinas, específicamente la Int. Muñoz y Nanne. Por otra parte, el acceso Norte de esta intersección funciona en un nivel de servicio inaceptable, dado que el sistema de semáforos no brinda la capacidad suficiente a este acceso.

Figura 13. Intersección Banco Interfin e Int. Banco Metropolitano.

- **Intersección Banco Metropolitano (Fig. 13)**

- El giro izquierdo desde el acceso Oeste opera con un nivel de servicio inaceptable en el pico de la tarde. Esta intersección se ve afectada por el rebote de colas que se produce en la Int. Banco Interfin, sobre todo en el pico de la mañana.

Sector 3: Sector Este.

- **Intersección Concepción (Fig. 14)**

- Los accesos operan con un nivel de servicio desde el límite máximo determinado como aceptable hasta un nivel de servicio inaceptable, en el caso de las maniobras de movimiento directo desde la principal, debido a que la duración del ciclo es extensa (176 s), la magnitud de los volúmenes, la geometría y las maniobras permitidas en la intersección.

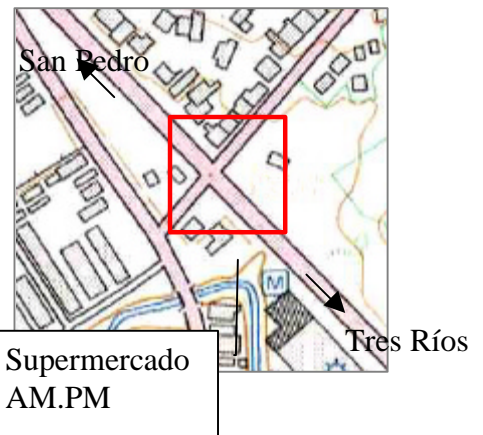
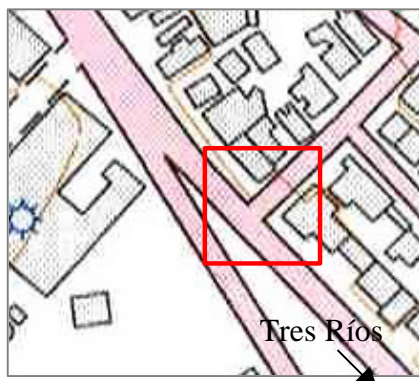


Figura 14. Intersección Concepción.



- La capacidad que brinda el sistema de semáforos en la maniobra de movimiento directo sobre la principal no es suficiente para la demanda actual, por lo tanto se genera un rebote de colas de hasta 600 m en el acceso Este (Tres Ríos).

Figura 15. Intersección Antigua Café Dorado.

- Esta intersección debe analizarse asociada a la Int. Antigua Café Dorado (Fig. 15), la cual presenta un nivel de servicio inaceptable en

ambos picos, dado que el volumen es alto y solo hay un carril. Esto genera un rebote de colas de hasta 150 m en acceso Este (Curridabat).

▪ **Intersección Freses – Ruta 2 (Fig. 16)**

- Los giros a la izquierda y a la derecha desde el acceso secundario, operan con un nivel de servicio inaceptable en ambos picos. Al igual que el giro a la izquierda desde la principal pero en el pico de la mañana.

Figura 16. Intersección Freses – Ruta 2.

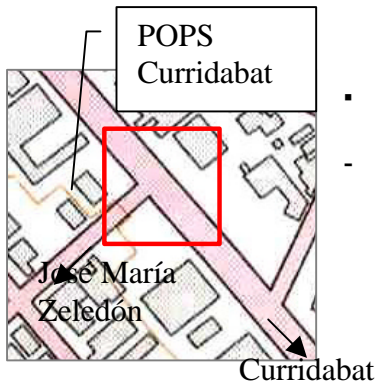


Figura 17. Intersección POPS.

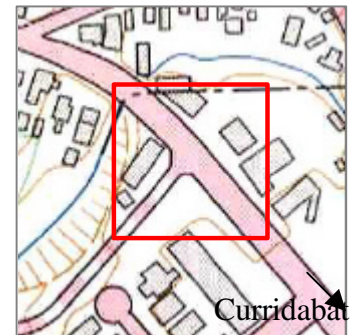
▪ **Int. José María Zeledón – Ruta 2 (POPS)**

- Tanto en el pico de la mañana como en el de la tarde, el giro izquierdo desde la principal presenta demoras muy altas y también el giro derecho desde el acceso secundario en el pico de la tarde.

▪ **Intersección Kentucky Fried Chicken (Barrio El Prado – Ruta 2)**

- El nivel de servicio se considera aceptable en esta intersección (Fig. 18).

Figura 18. Intersección Kentucky Fried Chicken (Barrio El Prado – Ruta 2)



Sector 4: Circunvalación (Bulevar Dent).

Intersección Bulevar Dent (Fig. 19)



- Es una intersección con la particularidad que su vía principal, la cual va de Este a Oeste, se cruza con otros 2 accesos, con 2 carriles, donde son permitidas todas las maniobras y reguladas por señales de ALTO.

Figura 19. Intersección Bulevar Dent

- Las maniobras desde los accesos secundarios presentan un nivel de servicio inaceptable en ambos períodos pico.

- **Intersección Taco Bell**

- El acceso secundario (Fig. 20) está regulado con señal de ALTO y presenta un nivel de servicio aceptable en ambos períodos pico.

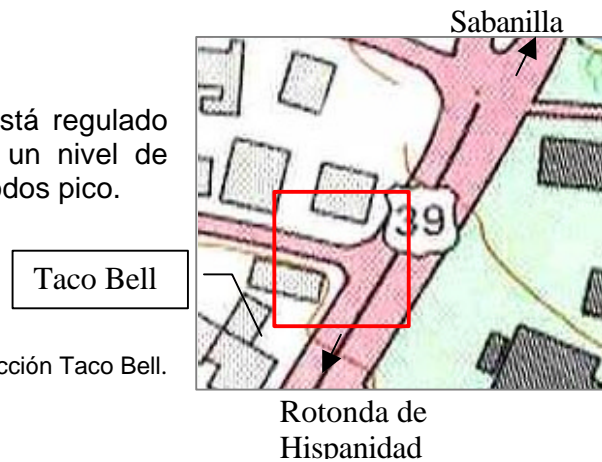
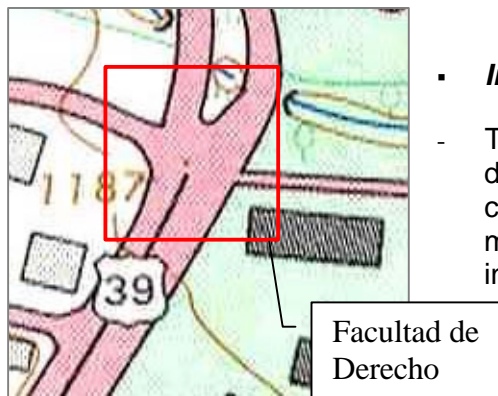


Figura 20. Intersección Taco Bell.



- **Intersección Derecho (Fig. 21)**

- Todas las maniobras, excepto el acceso en dirección Sur en el pico de la mañana, funcionan con un nivel de servicio que va desde el límite máximo determinado como aceptable hasta el inaceptable.

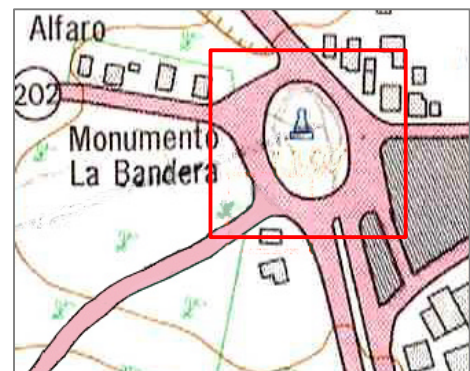
Figura 21. Intersección Derecho.

Sector 5: Sabanilla.

Figura 22. Rotonda La Bandera.

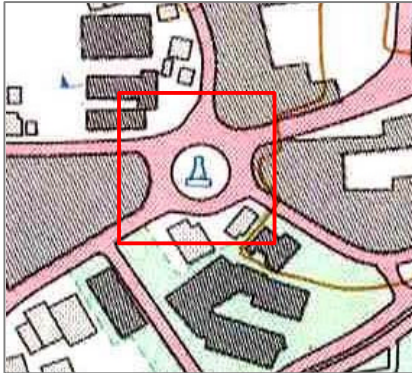
- **Rotonda La Bandera (Fig. 22)**

- El nivel de servicio se considera inaceptable en el carril de acceso de Barrio Escalante, carriles central e izquierdo del acceso a Guadalupe, esto en ambos períodos pico, pues se ha superado la capacidad de servicio.
- La regulación por medio del sistema “metering” al acceso San Pedro introduce un poco de demora, sin embargo, dado que es el que cuenta con mayor holgura en términos de capacidad de reserva, su funcionamiento es adecuado en ambos picos.
- El acceso a Sabanilla funciona a capacidad en el pico de la mañana, la cola en ocasiones llega hasta la Rotonda La Betania (Fig. 23), debido a la relación tiempo verde y duración del ciclo metering, aunado a condiciones propias de la intersección.



- En la Rotonda La Betania existen problemas de congestión en el acceso Magnolias en el pico de la mañana, lo cual se debe a que en el acceso Sabanilla solo tienen volumen opuesto que va desde La Bandera hasta Guadalupe, el cual es bajo, esto hace que el flujo vehicular desde Sabanilla pase continuamente frente al acceso Magnolias, bloqueando en algunas ocasiones este último e impidiendo que se pueda salir desde el mismo.

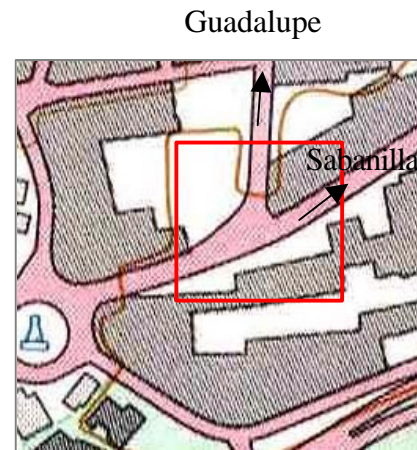
Figura 23. Rotonda La Betania



- **Intersección La Paulina (Ruta 202 y Ruta 201)**

- En el pico de la tarde el giro a la izquierda desde la principal presenta un nivel de servicio inaceptable. La cola en ocasiones llega hasta la Rotonda La Bandera, esto implica un bloqueo en la salida hacia la UCR y en el acceso desde La Bandera.

Figura 224. Intersección La Paulina.



- **Intersección Farmacia La Paulina (Ruta 202 y Calle Masís, Fig. 25)**

- El acceso a Betania se congestiona en ambos períodos pico, ya que el volumen de este acceso solo cuenta con un carril.



- Además la parada de autobuses obstruye el carril.
- En la práctica el funcionamiento es peor pues los vehículos que giran a la izquierda bloquean el paso de los vehículos en la vía principal (frente a Editorial Fernández Arce).

Figura 235. Intersección Farmacia La Paulina.

- **Intersección Instalaciones Deportivas de la UCR (Fig. 26)**

Figura 246. Intersección Instalaciones Deportivas de la UCR

- Posee 4 accesos donde se permiten todas las maniobras.
- Dados los volúmenes propios de la intersección, se produce que el acceso Sur (desde UCR), presente congestión en ambos períodos pico.



Sector 6: Calazans.

- **Intersección Residencias UCR (Fig. 27)**



- Presenta un nivel de servicio inaceptable en ambos períodos pico, opera bajo condición de congestión durante casi todo el día, con colas de aproximadamente 300 m.

Figura 257. Intersección Residencias Universidad de Costa Rica.

- **Intersección LANAMME (Fig. 28)**

- Las maniobras desde los accesos secundarios presentan niveles de servicio inaceptable en ambos períodos pico.

Figura 268. Intersección LANAMME.

- Igual situación se presenta en el acceso Norte de la Intersección Calazans.



Universidad Latina

- **Intersección Universidad Latina (Fig. 29)**

- El acceso Este desde Lourdes, por lo general, presenta un nivel de servicio inaceptable.



- Mientras que los accesos Norte y Sur a pesar de presentar prioridad de paso, durante ambos períodos pico su funcionamiento se ve afectado por el congestionamiento que se produce en el tramo de la Ruta 203, frente a la Universidad Latina.

Figura 279. Intersección Universidad Latina.

- Específicamente este tramo de la Ruta 203, frente a la U Latina, existe un carril en cada sentido y posee parada de buses a cada lado de la carretera. Además sobre este tramo de carretera se encuentran las entradas a los parqueos de la U Latina y un semáforo peatonal ubicado frente a las entradas de la universidad.
- Cabe destacar, que la interferencia que producen los autobuses en las paradas más las maniobras de entrada y salidas de los parqueos universitarios, aunado a la interferencia que produce el paso peatonal sobre el flujo vehicular son las razones que inciden sobre el alto nivel de congestionamiento que se presenta en esa intersección.
- Los rebotes de cola que se producen desde esta zona, el tramo frente a la U Latina, afectan las intersecciones de Calazans y de la U Latina, por lo tanto el nivel operacional real que experimentan los usuarios en estas intersecciones resulta de menor calidad que el estimado con el método de capacidad.

1.3 Mejoras propuestas a corto plazo

Sector 1: Los Yoses.

- **Intersección de 1ª entrada Los Yoses, AM/PM y Subaru.**

- Optimizar ciclos y fase de estos sistemas de semáforos existentes.
- Sistemas de semáforos coordinados en cada una de las intersecciones, para disminuir las demoras del flujo vehicular sobre Radial Los Yoses.

- **Intersección Kentucky – Barrio La California**

- Para la operación de los accesos secundarios se recomienda mantener las regulaciones por medio de las señales de ALTO existentes, pues según la evaluación al escenario del 2004 existe suficiente capacidad de reserva.

*Sector 2: San Pedro.***▪ Intersección Banco Nacional**

- Única mejora a corto plazo para descongestionar un poco es la optimización de los sistemas de semáforos.
- Se requiere un ajuste en el orden de las fases: 1° permitir el paso del flujo vehicular desde los accesos Este y Oeste, 2° la fase peatonal y por último el paso desde el acceso Norte.
- La duración de tiempo verde para fase peatonal debe durar como mínimo 10 s.
- Con la optimización del sistema de semáforos no es posible descongestionar las complicaciones en los accesos Este y Oeste, pues no se logra disminuir la interferencia de las paradas de los buses.
- La mejora marginal que se alcanza en la operación del acceso Oeste durante el pico de la mañana, se logra a costa de afectar negativamente el nivel operacional del acceso Norte.

▪ Intersección Burger King Oeste

- Optimización de los sistemas de semáforos y demarcación de 3 carriles sobre el tramo Rotonda – BK, con un ancho máximo de 2.7 m (restricciones por derecho de vía).
- El análisis al 2004 arroja resultados no satisfactorios, pues en el pico de la mañana los niveles de servicio para movimiento directo y giro a la derecha al acceso Oeste, así como el giro a la izquierda hacia Zapote en el acceso Este desde la Int. BK – Oeste en ambos picos, operan con nivel de servicio inaceptable.
- Por lo tanto la opción propuesta permite mitigar los problemas de congestionamiento de esta intersección durante un período de aproximadamente 5 años, pero después se requiere medidas a largo plazo.

▪ Intersección Higuerón

- Instalar un nuevo sistema de semáforos, sincronizado con el de las intersecciones Muñoz y Nanne e Interfin.
- El análisis de capacidad indica que la opción propuesta tiene suficiente capacidad de reserva para servir la demanda futura estimada para el año 2004.
- Sin embargo, los niveles de servicio alcanzados en este período de 5 años plazo, se encuentran en el límite de congestión.

▪ Intersección Av. 2 – Higuerón

- Colocar sistemas de semáforos de 2 fases, en el cual no se permitan movimientos de giro izquierdo desde ninguno de los 4 accesos.
- El sistema de semáforos debe estar coordinado con los semáforos de la Int. Higuerón.
- El análisis funcional indica que con los cambios propuestos el nivel operacional al 2004 se considera aceptable.

- ***Intersección Muñoz y Nanne***

- Que no se use la bahía de buses del acceso Este a la Int. Muñoz y Nanne como parqueo particular.
- El análisis funcional también indica que con los cambios propuestos la operación hasta el año 2004 se encuentra en niveles aceptables.

Sector 3: Sector Este.

- ***Intersección Concepción***

- Para aumentar la capacidad se propone eliminar el giro a la izquierda desde la principal y habilitar a 3 carriles el acceso Sur (Curridabat).
- Poner en práctica estos cambios implicaría mejoras en la operación como por ejemplo la cola de hasta 600 m en el acceso Este de la intersección se disminuiría considerablemente.

- ***Intersección Antiguo Café Dorado***

- Ampliar la vía principal para que existan 2 carriles para la maniobra directa desde el acceso Este, 1 de ellos compartido para el giro a la derecha.
- Eliminar el giro a la izquierda desde el acceso secundario (acceso Norte).
- Coordinar entre los sistemas de semáforos de las Ints. Concepción y Antiguo Café Dorado
- Con estas medidas se suministra la capacidad necesaria para volúmenes al 2004.

- ***Intersección Freses – Ruta 2***

- Eliminar el giro a la izquierda desde el acceso Oeste hacia Barrio Freses y trasladarlo a la intersección 100 m al Oeste de la Intersección del CFIA (Int. La Artística) la cual también debe estar regulada por un sistema de semáforos sincronizado con los semáforos de las Ints. CFIA y POPS.

- ***Int. José María Zeledón – Ruta 2 (POPS)***

- Eliminar el giro a la izquierda desde el acceso secundario, de modo que el sistema de semáforos de esta intersección funciona solamente con 2 fases, esto generaría un aumento en la capacidad de los accesos a la intersección.
- El movimiento de giro a la izquierda que se elimina, puede ser realizado desde la Int. KFC, pues esta sí tiene suficiente capacidad de reserva al 2004.

Sector 4: Circunvalación (Bulevar Dent).

- ***Intersección Bulevar Dent***

- Instalar un sistema de semáforos de 3 fases, además de cambios de vías en el sector, ver Fig. 2.

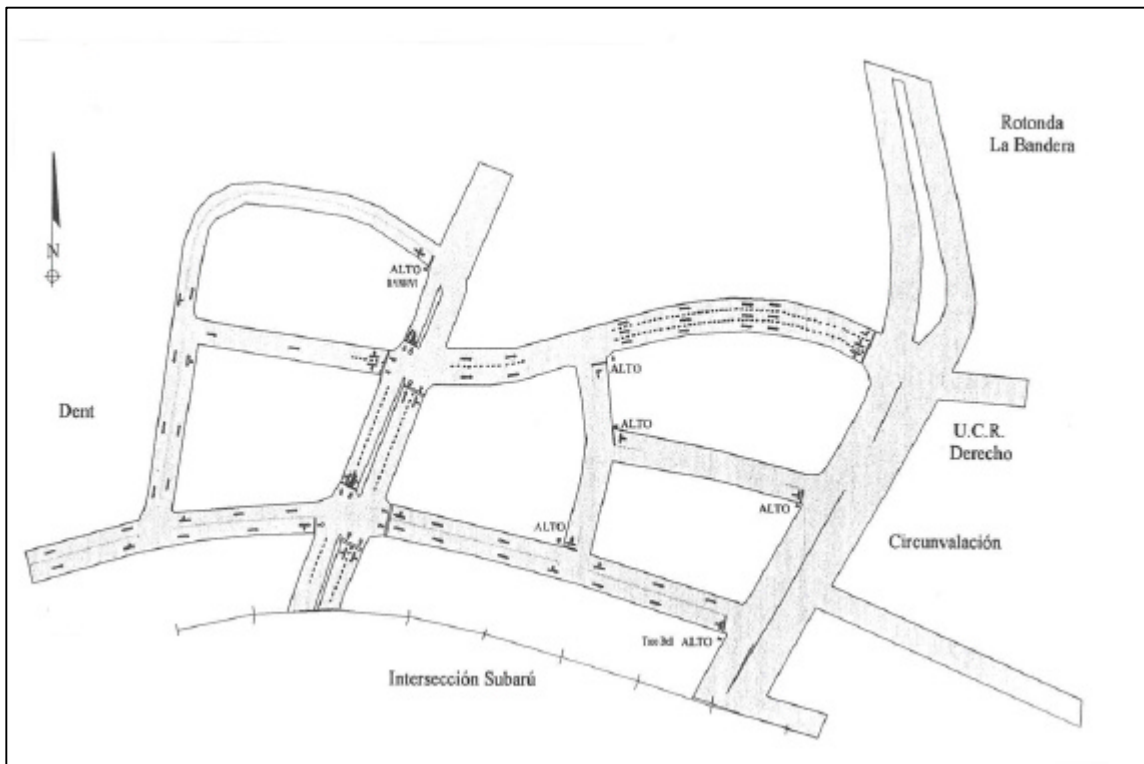


Figura 30. Cambio de vías propuesto en Intersección Barrio Dent – Circunvalación.

(Fuente: INGETrans, 1999)

- **Intersección Taco Bell**

- Se debe tomar en cuenta que su actual capacidad estará agotada a 5 años plazo (al 2004).

- **Intersección Derecho**

- Aumentar el número de carriles en el acceso secundario Oeste, de manera que existan 2 carriles para el giro izquierdo, uno exclusivo y otro compartido con el movimiento directo y de giro a la derecha.
- Habilitar un 2° carril para el giro a la izquierda desde Circunvalación.
- Sin embargo, aún así esta intersección no posee suficiente capacidad para brindar un adecuado nivel de servicio con medidas a corto plazo en ambos períodos pico. Por lo tanto, se necesitaran medidas a largo plazo para las soluciones en la Rotonda La Bandera, Rotonda Betania e Int. La Paulina.

*Sector 5: Sabanilla.***▪ Rotonda Betania**

- El bloqueo por la cola desde la Rotonda La Bandera, no puede solucionarse con medidas a corto plazo, como cambios en sentido de algunas vías de Magnolias, o la instalación de un sistema de semáforos en la Int. La Paulina.
- No debe ponerse en práctica ningún cambio hasta eliminar el rebote de colas. Sin embargo, la intersección posee capacidad para satisfacer la demanda proyectada al 2004.

▪ Intersección Farmacia La Paulina (Ruta 202 y Calle Masís)

- Eliminar la maniobra de giro a la izquierda desde la principal, con eso se logra proporcionar la capacidad necesaria para la demanda actual, pues se habilita un 2° carril para la maniobra de movimiento directo desde el acceso de Betania.
- Reubicar las paradas de buses que se encuentran al Oeste de la Farmacia, en sentido Este – Oeste, además construir ahí una bahía en donde sean reubicadas.
- En el sentido Sabana – San José ampliar la bahía de buses, pues los buses siguen obstaculizando el paso.

▪ Intersección Instalaciones Deportivas de la UCR

- Instalar un sistema de semáforos, demarcar un carril exclusivo de giro a la izquierda desde la principal y eliminar la salida desde el Residencial que se ubica al Norte de la intersección.
- En el acceso Sur demarcar 2 carriles, uno de giro izquierdo y otro de giro derecho, ambos compartidos con la maniobra de movimiento directo.
- La parada de buses ubicada al Oeste de las Instalaciones Deportivas de la UCR, en sentido San José – Sabanilla, debe reubicarse para dar mucho más capacidad al acceso.

*Sector 6: Calazans.***▪ Intersección Residencias UCR**

- Colocar un nuevo sistema de semáforos y habilitar un carril extra en cada acceso de la intersección. El acceso Norte posee un derecho de vía muy limitado, por lo cual es necesario demarcar carriles angostos sobre la calzada existente. Con el propósito de poder demarcar un carril extra sobre el acceso Norte, es necesario entubar las alcantarillas existentes en ese acceso a ambos lados de la carretera.
- Demarcar un carril exclusivo para girar a la izquierda y un carril exclusivo para el movimiento directo en acceso Oeste de la Int. Residencias UCR.
- Sobre el acceso Este demarcar un carril exclusivo para girar a la izquierda y un carril exclusivo de movimiento directo.
- En el acceso Norte debe ser demarcado con un carril exclusivo para el giro a la derecha y un carril exclusivo para el giro a la izquierda.

- ***Intersección LANAMME***

- Colocar un nuevo sistema de semáforos y demarcar 2 carriles en el acceso Sur, uno de giro exclusivo a la derecha y otro de giro exclusivo a la izquierda. En el acceso Oeste deberá demarcarse 1 carril de giro a la derecha y 1 carril exclusivo de movimiento directo. Por su parte, desde el acceso Este deberá eliminarse la maniobra de giro a la izquierda.

- ***Intersección Universidad Latina – Lourdes***

- Eliminar la maniobra de giro a la izquierda desde el acceso Monterrey y colocar un nuevo sistema de semáforos de 2 fases en la Int. U Latina.
- La Ruta 203 necesita ser ampliada a 4 carriles a la menor brevedad posible, en el tramo de carretera ubicado frente a U Latina.

1.4 Mejoras propuestas a mediano plazo

A continuación se detallarán las 2 medidas principales a mediano plazo (al 2009), señaladas en ese informe, las cuales consisten en la construcción de un túnel bajo la carretera de Circunvalación, que unirá la Av. 4 San Pedro con la Av. 10 San José y un paso a desnivel sobre la actual Rotonda de La Bandera. Primero se darán las generalidades de cada una, luego los resultados de las evaluaciones con la demanda proyectada al año 2009 y finalmente una serie de recomendaciones finales para cada caso.

- *Construcción del túnel bajo la vía de Circunvalación.*

Generalidades

- Consiste en la conexión de la Av. 4 de San Pedro con Av. 10 de San José (Fig. 31), el cual se constituiría en el nuevo acceso a San Pedro desde el sector sureste del Cantón San José.
- Será necesario ampliar a 4 carriles el tramo comprendido entre la Int. Cemaco y el inicio de la Av. 4 en La Granja, dado que se recomienda utilizar la Av. 2 de San Pedro con sentido Este - Oeste y Av. 4 con sentido Oeste – Este, tal y como se muestra en la Fig. 4.
- La Av. 2 cuenta con 2 carriles desde la Int. Cemaco hasta Plaza Roosevelt y con 3 carriles desde esta última hasta la Int. BK.
- La Av. 4 deberá contar con 2 carriles hacia el este desde Av. 10 San José hasta la Int. Cemaco.
- Al conectar con el túnel la Av. 4 San Pedro y la Av. 10 San José, se produce una redistribución del flujo vehicular, debido principalmente a que existirá una ruta alterna por la cual los usuarios pueden desplazarse con mayor fluidez tanto de San José hacia San Pedro como en el sentido contrario.
- Se producirá una disminución del flujo vehicular que actualmente usa la Radial San Pedro.
- En sentido Oeste - Este la disminución es de un 25 % en el pico de la mañana y del 40 % en el pico de la tarde, volumen que se trasladará a la Av. 4 junto con el flujo

- vehicular que actualmente usa la AV. 10 San José, el cual tiene que desviarse hacia Av. 8 para salir en la Int. BK.
- En el sentido Este - Oeste la disminución es de un 55 % en la Radial San Pedro en el pico de la mañana y de un 50 % en el pico de la tarde.
 - Se deberá habilitar la Calle 2 y la Calle 4 aledañas al Colegio Metodista para el parqueo, para el ascenso o descenso de los estudiantes.
 - Las paradas de buses escolares en Calle 2, no deben obstaculizar el paso sobre las avenidas. También se deberá demarcar la Zona de Seguridad en Calle 2 y designar paradas después de la zona de cruce de escolares.
 - En Av. 4 frente a la Escuela Roosevelt, el cruce de escolares quedará protegido por las fases de semáforos que deberán colocarse en la intersección de Av. 4 con la Calle Central de San Pedro. En esta misma intersección se deben demarcar zonas de seguridad, tanto en la Calle central como en la Av. 4, zonas donde las fases del semáforo protegerán el cruce de peatones.
 - Al frente de la Esc. Roosevelt se deberá colocar una malla, lo cual obligará a los estudiantes a cruzar en la esquina donde se colocará el semáforo.
 - Las paradas de buses escolares se han de ubicar en la Calle Central, se deberá colocar solo una para seguridad de los estudiantes.

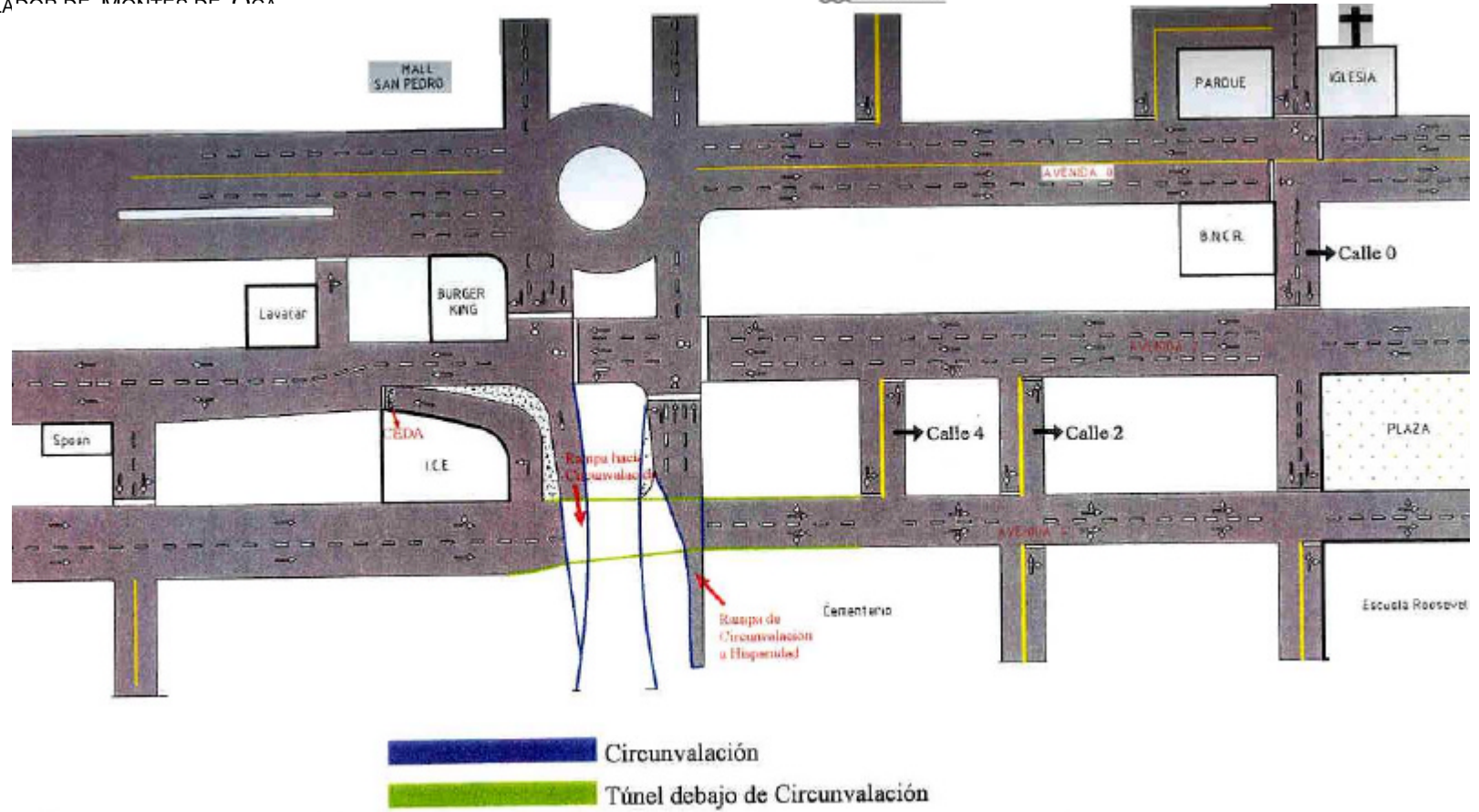


Figura 31. Opción propuesta a mediano plazo, escenario con túnel, demarcación de Av. 0, Av. 2 y Av. 4. (Fuente: INGETrans, 1999)

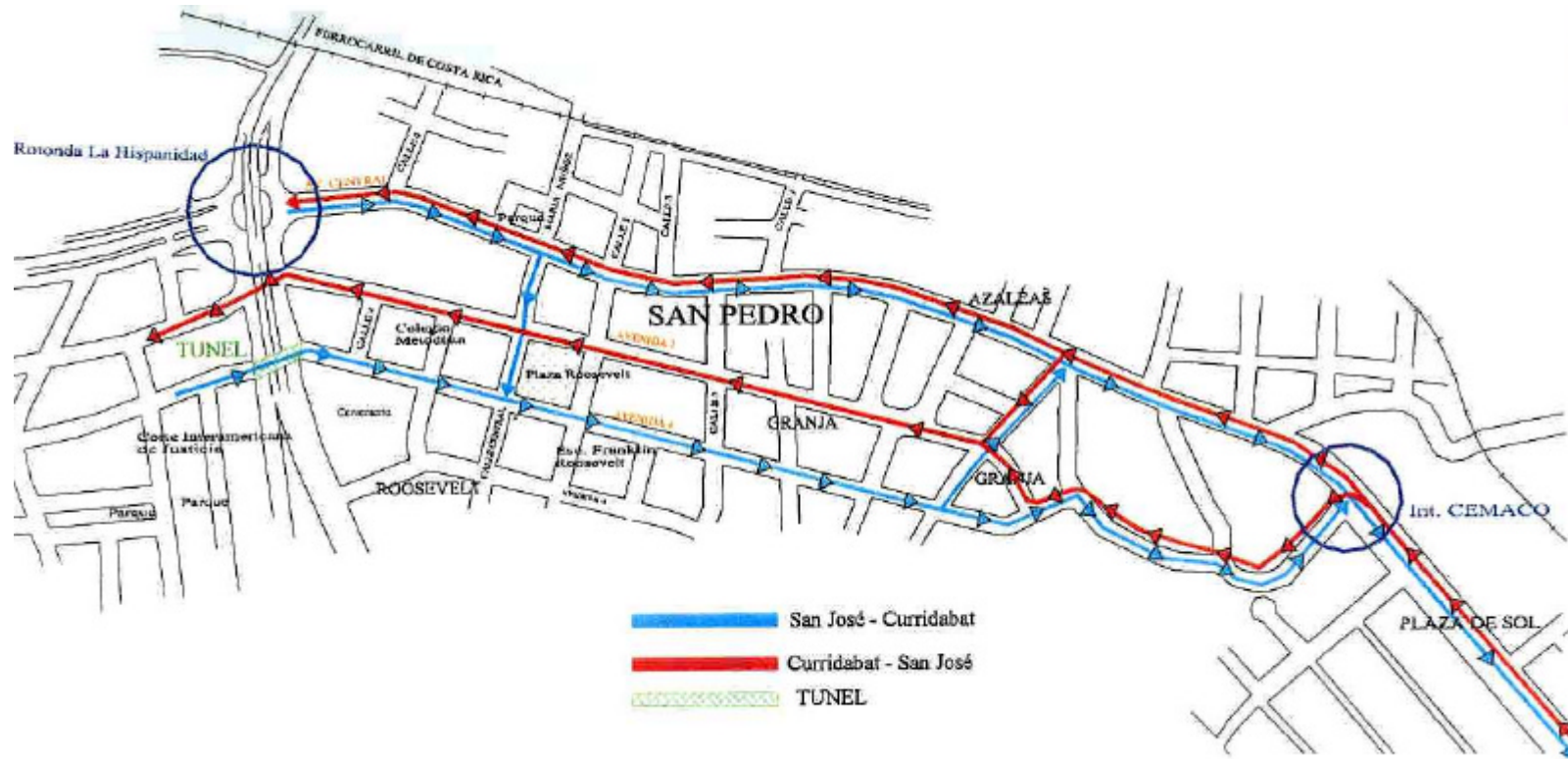


Figura 282. Acondicionamiento de vías con la habilitación del Túnel en Av. 4.

(Fuente: INGETrans, 1999)

- *Análisis de Demanda para el Año 2009*

En este estudio se determinaron las tasas de crecimiento de los tramos que conforman el área de estudio. En el siguiente cuadro se muestra la tasa de crecimiento histórico utilizado para las proyecciones de volumen al año 2009.

Tabla 1. Resumen de Tasas de Crecimiento Históricas.

Resumen de Tasas de Crecimiento Históricas y las Seleccionadas para Proyección del Flujo en el Año 2001						
Tramo o Via	Serie	n	Tasa Histórica	R ²	TPDA Saturación	Tasa Seleccionada
San José-San Pedro (Yoses)	1967-95	26	2.5%	0.807	45,000	2.5%
Rotonda-San Pedro (Music)	1985-94	9	4.5%	0.922	40,000	2.5%
Rotonda Bandera-San Pedro	1957-96	32	9.71%	0.969	77,000	1.0%
Rotonda San Pedro-Zapote	1984-96	12	18.6%	0.904	75,000	4.0%
Radial San Pedro-Curridabat (CFIA)	1957-99	33	6.71%	0.966	45,000	3.5%
Sabanilla-La Paulina	1957-99	32	9.34%	0.980	19,000	2.5%
Guadalupe-La Bandera	1991-95	4	8.19%	0.975	60,000	3.7%
Calle Los Negritos	1984-94	10	10.5%	0.965	20,000	2.5%
Guadalupe-La Paulina	1969-93	22	4.4%	0.731	25,000	2.5%

Fuente: INGEtrans Consultores.

- *Resultados con demanda proyectada al 2009*
- *Sector 2: San Pedro*
 - La construcción del túnel provoca que los niveles de servicio de la Int. Banco Nacional mejoran notablemente, debido principalmente a que con la nueva asignación de flujos, un % significativo del volumen de tránsito que actualmente utiliza la Radial San Pedro se trasladará a las avenidas 2 y 4.
 - En las Ints. Antiguo Banco Anglo y Banco Popular, así como las Ints. Av. 2 y AV. 4 con Calle Central, en costado Oeste de la Plaza Roosevelt, se propone utilizar un semáforo que debe estar coordinado con los semáforos de la Int. Banco Nacional.
 - Con las proyecciones de demanda al 2009 el funcionamiento de las intersecciones para el 2009 es aceptable.
 - Al producirse un cambio de vías sobre la Av. 2 San Pedro (Fig. 32), la configuración de las intersecciones Burger King Este y Oeste cambiará con respecto a la situación actual. Además como la Av. 2 solo tendrá vía hacia el Oeste, la demarcación sobre esta calle será de 3 carriles hacia San José, esto implica que aumentará la actual capacidad de la intersección y por lo tanto, se dará una mejora en los niveles de servicio, hasta el punto de llegar a ser aceptables.

- En la Int. Antiguo Gimnasio Olímpico, entre Av. 10 San José y la calle que pasa al frente del Restaurante Spoon – San Pedro, se tendrá que instalar un sistema de semáforos, ya que si se deja con la actual señal de ALTO, el nivel de servicio sería inadecuado.
 - En las intersecciones alrededor del Centro Comercial Muñoz y Nanne, con los cambios de flujo vehicular producidos por la apertura del túnel, se obtuvo que la operación de las intersecciones Higuierón, Muñoz y Nanne y Banco Interfin será aceptable.
 - Específicamente para la Int. Interfin se recomienda que antes del 2009 se demarquen 2 carriles en el acceso secundario, uno para giro derecho y otro para giro izquierdo. El ancho de esta calle es de 9.2, consecuentemente es posible demarcar 2 carriles de 3 m y un carril de 3.2 m
 - Con respecto a la Int. Higuierón – Av. 2, los resultados indican que para el año 2009 la intersección va a operar a capacidad, principalmente en el período pico de la mañana. Esto significa que la vida útil de la Intersección se agotará en 10 años.
 - Mientras que la Int. Higuierón Av. 4, funciona con un nivel de servicio aceptable, en ambos períodos pico.
 - El sistema de semáforos de cada una de estas 2 intersecciones debe de estar coordinado con el semáforo de la Int. Higuierón – Av. 0, de forma que cuando los vehículos que giran a la izquierda desde la Radial San Pedro llegan a la Av. 2, tengan la luz del semáforo en verde, así se mejora el nivel de servicio de esta intersección y se evita un posible rebote de colas hasta la Radial San Pedro.
- *Sector 3: Sector Este*
- La única intersección del sector Este de San Pedro que se ve afectada por la apertura del túnel es la Int. Cemaco. El análisis de capacidad de la Int. Cemaco, al considerar la instalación de un sistema de semáforos coordinado con los semáforos de la Int. KFC, indica que el funcionamiento es adecuado para los volúmenes proyectados para el año 2009.
 - Con respecto a la Int. KFC, los resultados del análisis de capacidad con los volúmenes proyectados al 2009 indican que la intersección estará funcionando a su máxima capacidad, esto significa que al final de los 10 años, la intersección agotará su vida útil.
 - En cuanto al funcionamiento de la Int. CFIA (Freses – Ruta 2) durante el año 2009, al considerar la instalación del sistema de semáforos y la eliminación del giro a la izquierda desde el acceso Oeste hacia el Barrio Freses, el nivel de servicio para el volumen en la vía principal mejora considerablemente.
 - El volumen vehicular que hace la maniobra de giro a la izquierda en la Int. CFIA debe trasladarse a la intersección que se encuentra 100 m al Oeste (Int. La Artística). Con el análisis funcional, tomando en cuenta, la instalación de un sistema de semáforos sincronizado con los semáforos de las Ints. CFIA y POPS, el funcionamiento de la intersección es adecuado para los volúmenes proyectados para el año 2009.
 - Para la Int. Antiguo Café Dorado se determinó que debe ampliarse la carretera principal para que existan 2 carriles para el movimiento directo desde el acceso Este, uno de ellos compartido con el movimiento de giro derecho, lo cual implicaría ampliar a 2 carriles por sentido el puente ubicado sobre el Río Puruses.

- Aún con la puesta en práctica de los cambios recomendados el análisis funcional con los volúmenes proyectados al año 2009, demuestra que varios de los accesos de las Ints. Antiguo Café Dorado y Concepción presentan un nivel de acceso inaceptable, pues poseen una relación volumen / capacidad muy cercana a 1, lo cual indica que ambas intersecciones agotan su vida útil al cabo de 10 años.

Resumen de recomendaciones

1. Las intersecciones Antiguo Banco Anglo y Banco Popular, así como las intersecciones de Av. 2 y Av. 4, deben de contar con un sistema de semáforos que este coordinado con los de la Int. Banco Nacional.
2. Las Ints. Higuerón - Av. 2 e Higuerón - Av. 4, se recomienda colocar un sistema de semáforos que esté coordinado con el semáforo de la Int. Higuerón - Av. 0.
3. En la Int. Cemaco cada uno de los movimientos permitidos debe contar con 2 carriles. También se recomienda la instalación de un sistema de semáforos coordinada con el de la Int. KFC.
4. Ampliar a 4 carriles el tramo comprendido entre la Int. Cemaco y el inicio de la Av. 4 en La Granja, dado que se recomienda utilizar la Av. 2 San Pedro con sentido Este a Oeste y la Av. 4 con sentido de Oeste a Este.
5. Demarcar 2 carriles en la Av. 2, desde la Int. Cemaco hasta la Plaza Roosevelt y 3 carriles desde esta última hasta la Int. Burger King, mientras que la Av. 4 deberá contar con 2 carriles hacia el Este desde la Av. 10 de San José hasta la Int. Cemaco.
6. Coordinar el sistema de semáforos de las intersecciones Higuerón – Av. 2 y Av. 4 con los semáforos de la Int. Higuerón – Av. 0, así cuando los vehículos que giran a la izquierda desde la Radial San Pedro y lleguen a la Av. 2, tengan la luz del semáforo en verde, para mejorar el nivel de servicio de esta intersección y evitar un posible rebote de colas hasta la Radial San Pedro.
7. Restringir el estacionamiento sobre Av. 4, al frente del Colegio Metodista y utilizar como zona de parqueo ya sea la Calle 2 o la Calle 4, pues ambas poseen suficiente capacidad de reserva.
8. Colocar una malla para que los estudiantes se vean obligados a cruzar en la Int. Av. 4 y Calle Central, esquina donde se colocará el semáforo y se demarcará una zona de seguridad para el paso peatonal.
9. Las paradas de los autobuses escolares, tanto de la Escuela Roosevelt como del Colegio Metodista, deben ser reubicadas ya sea en la Calle 2, Calle Central o en Calle 1, en las partes adyacentes a las instituciones.
10. Con respecto a la Int. Antiguo Gimnasio Olímpico (Int. Av. 10 San José y calle frente a Spoon San Pedro), debido a que actualmente esta carretera tiene el sentido de la vía contraria a lo recomendado, se sugiere realizar conteos de chequeo para confirmar que las magnitudes de los volúmenes pronosticados para esta intersección son correctos, una vez realizados los cambios propuestos.
11. En la Int. Interfin, antes del año, se deben demarcar 2 carriles en el accesos secundario, uno para el giro a la derecha y otro para la maniobra de giro a la izquierda.
12. Mientras que para el año 2009, tanto en la Int. Av. 2 – Calle 1 como en la Int. Antiguo Gimnasio Olímpico, es necesaria la colocación de un sistema de semáforos.

- *Construcción del a desnivel en la Rotonda La Bandera y la ampliación de la Radial a Sabanilla.*

Generalidades

- Consiste en un acceso directo hacia la Radial Sabanilla, que se inicia en la Int. Subarú, en la Radial Los Yoses, pasa por el Bulevar Dent y llega hasta la Rotonda La Bandera y luego a la Rotonda Betania, como se observa en la Fig. 33.
- Esta opción incluye la construcción de una intersección a desnivel en la actual Rotonda La Bandera, un puente sobre la Int. Derecho, un paso subterráneo en el sentido Bulevar Circunvalación (Fig. 34). Además de cambios en algunas de las intersecciones de la Radial Los Yoses y de la Radial Sabanilla.
- También se contempla construir una rampa a desnivel desde el acceso Sabanilla hasta el Bulevar Circunvalación, para el flujo de vehículos que desde Sabanilla se dirija hacia la Rotonda de La Hispanidad.
- Donde actualmente se encuentra la Rotonda La Bandera se deberá construir un grupo de intersecciones para que se puedan realizar los otros movimientos, que por la magnitud de esos flujos, no son tan importantes como los volúmenes de Circunvalación y de la Radial Sabanilla.
- Como el rebote de colas que se produce desde la Rotonda La Bandera causa el bloqueo temporal de varios accesos de la Rotonda Betania, al eliminarse el cuello de botella existente en La Bandera, se descongestionarían también las intersecciones vecinas.
- Con la habilitación del paso entre el Bulevar Dent y la Radial Sabanilla y con la construcción del túnel se lograría, además de descongestionar la Radial Sabanilla, mejorar la operación de la Rotonda de la Fuente de La Hispanidad; dado que un porcentaje alto de los usuarios del corredor Los Yoses se trasladaría a utilizar el Bulevar Dent para dirigirse a Sabanilla.

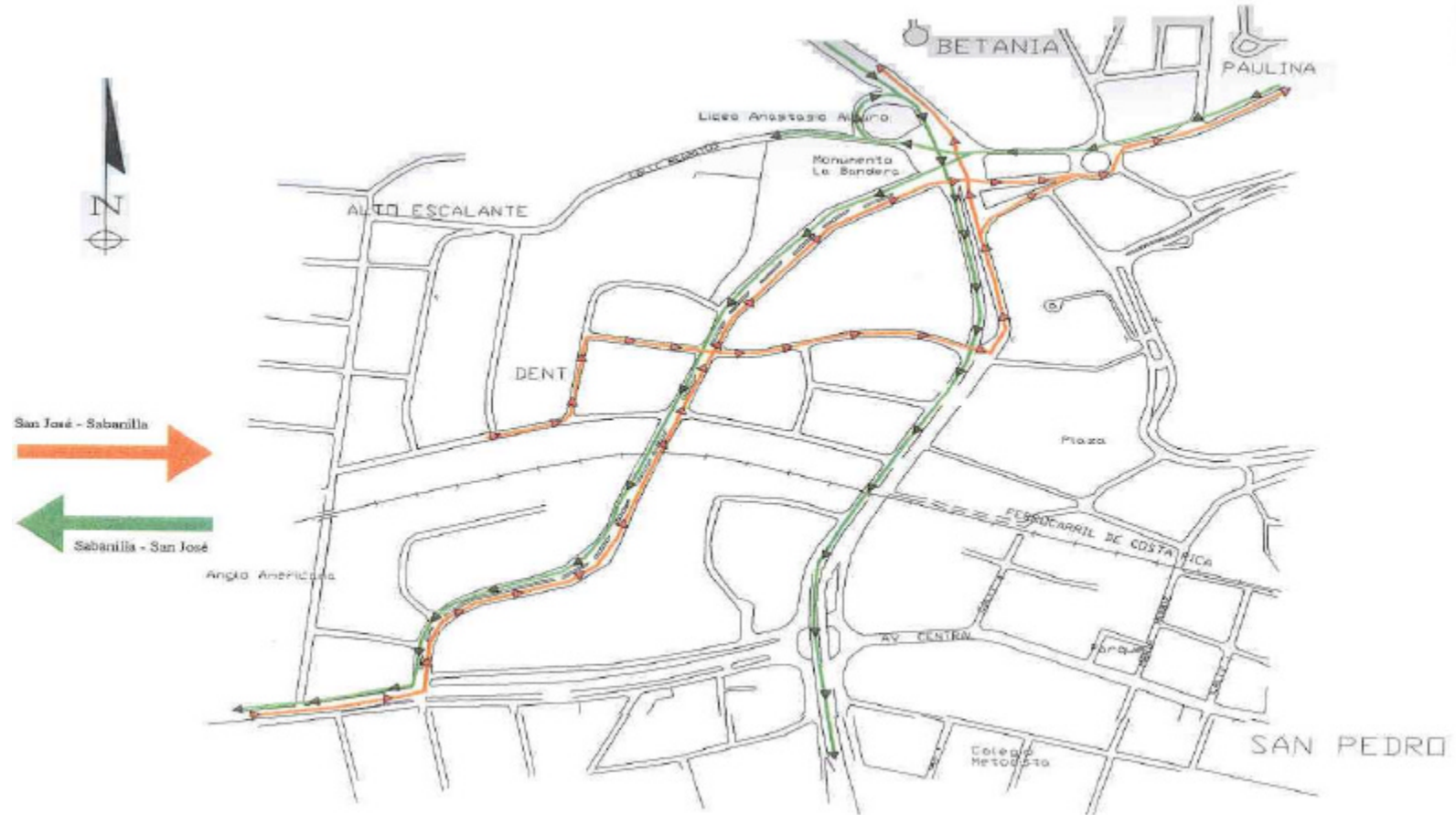


Figura 293. Cambios en el sentido de las vías con la construcción del paso a desnivel sobre la Rotonda La Bandera. (Fuente: INGETrans, 1999)

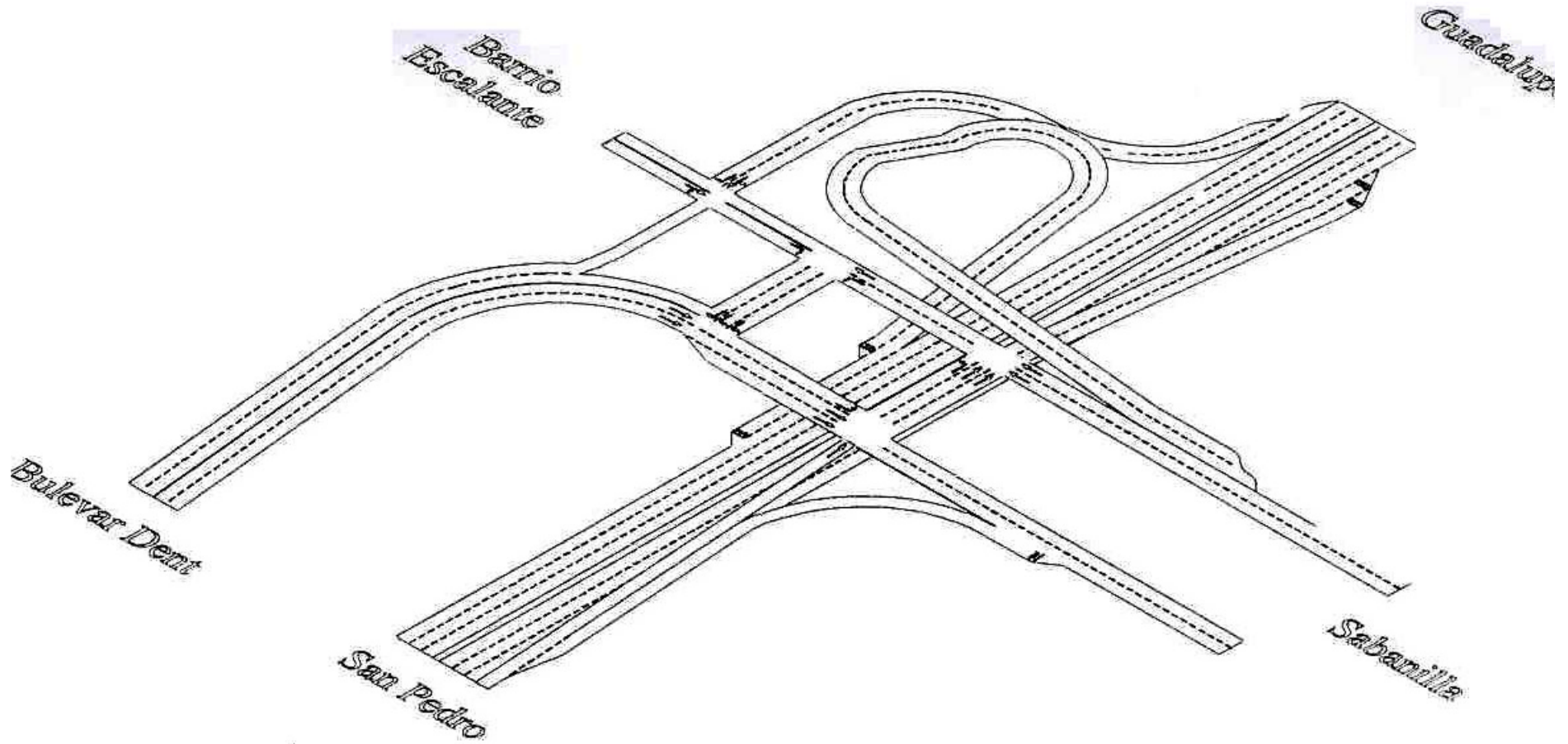


Figura 304. Intersección a desnivel sobre la actual Rotonda La Bandera. (Fuente: INGETrans, 1999)

- *Resultados con demanda proyectada al 2009*
- *Sector 1: Los Yoses*
 - En la 1ª Entrada a Los Yoses, el análisis de capacidad indica que para el año 2009 no se presentarán problemas de congestión. Por su parte en la Int. AM/PM, considerando los cambios en la configuración detallados con anterioridad, los niveles de servicio son aceptables para el volumen proyectado para el año 2009.
 - En cuanto a la Int. Subaru, la configuración recomendada en las medidas a corto plazo cambia significativamente con respecto a la situación actual, pues debe incluir 2 carriles adicionales para la maniobra de giro a la izquierda. Además de trasladar hasta esta intersección el paso peatonal que en la actualidad se realiza en la Int. AM/PM. El análisis funcional indica que si el sistema de semáforos se optimiza y se sincroniza con el de las intersecciones 1ª Entrada a Los Yoses y AM/PM, el nivel de servicio en la Int. Subaru es adecuado en el 2009.
- *Sector 2: San Pedro*
 - Del análisis de capacidad de la Rotonda Fuente de La Hispanidad se concluye que, la vida útil de la misma se agota antes de 10 años, ya que el volumen desde Sabanilla, proyectado para el año 2009, es mayor que la capacidad de acceso.
 - Por otro lado, el volumen proyectado para las maniobras Zapote – San José, San Pedro – San José y San Pedro – Zapote, para el año 2009, es muy cercano al valor de capacidad de los carriles desde los que se realizan estos movimientos.
- *Sector 4: Circunvalación*
 - Con los cambios propuestos en la Int. Dent, donde en c/u de sus accesos solo se permiten los movimientos directo y de giro derecho desde todos los accesos, se obtuvo que el funcionamiento de la intersección es adecuado.
 - Para la Int. Librería Internacional se recomienda que antes del año 2009, si se habilita el paso entre el Bulevar Dent y la Radial Sabanilla, se instale un sistema de semáforos. Para el adecuado funcionamiento de esta intersección es necesario habilitar un carril adicional en el acceso Oeste de manera que en la vía principal exista un carril por sentido para el movimiento directo y otro exclusivo para el giro izquierdo desde San José.
 - Para la intersección ubicada 100 m Norte de la Int. Dent se concluye que, para los flujos proyectados al 2009, la operación de la intersección es adecuada.
 - Es importante mencionar que para el adecuado funcionamiento de las 2 intersecciones que se ubican bajo el puente debe proveerse un carril de aceleración para la rampa que va hacia Sabanilla. Además, las intersecciones deben estar coordinadas entre sí y las fases de los semáforos deben proteger el paso de peatones en los accesos Sur de ambas intersecciones, dado que este sitio es utilizado por gran cantidad de estudiantes de la UCR.

- *Sector 5: Sabanilla*

- La operación del conjunto de intersecciones, rampas y el túnel a construir en la actual Rotonda La Bandera, con el volumen proyectado al 2009 es adecuada.
- La operación de la Rotonda Betania, considerando la instalación de un sistema de semáforos y los otros cambios propuestos en las medidas a corto plazo es adecuada para los volúmenes al 2009.
- Los resultados del análisis de capacidad para la Int. La Paulina indican que con la instalación del sistema de semáforos y la ampliación de la Radial Sabanilla, la operación de las intersecciones es adecuada, tanto en el pico de la mañana como en el de la tarde.
- En la Int. Farmacia La Paulina, al considerar la demarcación de 2 carriles por sentido para los movimientos directos desde la principal, se obtuvo un funcionamiento adecuado para el año 2009.
- El análisis de capacidad de la Int. Instalaciones Deportivas de la UCR, considerando la puesta en práctica de las medidas a corto plazo sugeridas y la ampliación de la Radial Sabanilla, indica que el funcionamiento de la intersección es aceptable.
- Para el adecuado funcionamiento de las intersecciones de la Radial Sabanilla es necesaria la reubicación de algunas de las paradas de autobuses, conjuntamente con la construcción de bahías y un adecuado mantenimiento de la carpeta asfáltica, tanto para la Radial Sabanilla, como para las calles secundarias, así como de las alcantarillas y caños.

Resumen de recomendaciones

1. Habilitar 2 carriles para la maniobra de giro izquierdo en la Int. Subarú, para lo cual es necesario eliminar la marginal y la isla divisoria.
2. Coordinar y sincronizar entre sí los sistemas de semáforos de las intersecciones 1^a Entrada a Los Yoses, AM/PM y Subarú, de forma tal que se le dé prioridad al flujo principal.
3. Modificar la operación del sistema de semáforos que se recomienda instalar en la Int. Dent, de modo que opere a 2 fases a partir del momento en que se habilite el paso entre el Bulevar Dent y la Radial Sabanilla. En esta intersección deberá permitirse solamente los movimientos directo y de giro derecho desde todos los accesos.
4. Instalar un sistema de semáforos en la intersección ubicada 100 m al Norte de la Int. Dent, el cual debe estar coordinado con el sistema de semáforos de esta última. Además, se recomienda ampliar el acceso Norte para incluir un carril exclusivo de giro izquierdo, de modo que la geometría de este acceso posea 2 carriles de movimiento directo, uno de ellos compartido para el giro derecho, aunado a un carril exclusivo para realizar la maniobra de giro izquierdo.
5. Antes del año 2009 se debe instalar un sistema de semáforos en la Int. Librería Internacional, habilitar un carril adicional en el acceso Oeste de esta intersección, de manera que en la vía principal exista un carril por sentido para el movimiento directo y otro exclusivo para el giro a la izquierda desde San José.
6. Construir un puente en el sentido del Bulevar Circunvalación, en la actual Int. Derecho, debe contar con 3 carriles por sentido para que transite el volumen sobre

- Circunvalación, y con rampas para los flujos que realizan los giros. La rampa UCR – Sabanilla debe contar con un carril de aceleración.
7. Construir un conjunto de 4 intersecciones controladas con semáforos, en el sitio donde actualmente se encuentra la Rotonda La Bandera, sobre el túnel del Bulevar Circunvalación.
 8. Habilitar una rampa a desnivel desde el acceso Sabanilla hasta el Bulevar Circunvalación, para el volumen que se dirige desde Sabanilla hacia la Rotonda de La Hispanidad. La rampa deberá contar con 2 carriles, cada uno con una longitud de aceleración de aproximadamente 100 m.
 9. En la Rotonda Betania, el acceso Guadalupe debe habilitarse solo con vía de Norte a Sur, conjuntamente con la demarcación del acceso secundario de la Int. La Paulina con sentido Norte – Sur.
 10. Antes del año 2004 ya debe haberse instalado un sistema de semáforos en la Rotonda Betania, el cual debe operar a 2 fases y estar sincronizado con la Int. La Paulina. Al instalar el sistema de semáforos, en esta intersección deberá eliminarse la maniobra de giro a la izquierda desde el acceso Este, de manera que se habiliten 3 carriles para el movimiento directo y un carril exclusivo para el movimiento de giro a la derecha hacia la UCR. Por su parte, en el acceso Norte se debe construir un carril de giro izquierdo compartido con el movimiento directo hacia la UCR, además se debe habilitar 2 carriles para el movimiento de giro derecho hacia la nueva intersección a desnivel.
 11. En la Int. La Paulina instalar un sistema de semáforos de 2 fases, además demarcar 2 carriles para la maniobra de giro izquierdo y un carril para el movimiento directo, mientras que el acceso Este deberá contar con 3 carriles para el movimiento directo, uno de los cuales será compartido para realizar la maniobra de giro derecho.
 12. Mientras que en la Int. Farmacia La Paulina demarcar 2 carriles por sentido para los movimientos directos desde la principal.
 13. En la Int. Instalaciones Deportivas de la UCR demarcar sobre la carretera principal 2 carriles por sentido para el movimiento directo y un carril por sentido para el giro izquierdo.

- *Métodos de Análisis*

Para realizar las recomendaciones propuestas anteriormente se utilizó el modelo de simulación TRAF-NETSIM, con el que se obtuvieron una serie de indicadores de efectividad de la operación de algunas de las intersecciones en el área de estudio a continuación se presentan unas tablas donde se muestran estos resultados:

Tabla 2. Medidas de efectividad para la Intersección Subaru en Período Pico a.m.

**MEDIDAS DE EFECTIVIDAD
INTERSECCION SUBARU, PERIODO PICO AM**

MEDIDA DE EFECTIVIDAD	Situación Actual	Situación Propuesta 2004	% de Cambio	Situación Propuesta 2009	% de Cambio
		Giro Izquierdo a Dent		Giro Izquierdo a Dent	
Razón Tmov / Ttot	0.6	0.68	11.76	0.66	9.09
T. retraso (s/veh)	0.5	0.33	-51.52	0.36	-38.89
% prom. paradas	89.7	62.4	-43.75	64.1	-39.94
Veloc. prom. (kph)	29.5	33.4	11.68	32.5	9.23
T.colas (s/veh)	0.29	0.18	-61.11	0.2	-45.00
Veh.-km	2017	2041.17	1.18	2319.16	13.03
Rel. de veh. entrando	99.57	100	0.43	100	0.43
Consumo gas (l)	467.7	447.7	-4.47	518	9.71
Emisión de gas (kg/km h)	HC	0.077	0.078	0.089	13.48
	CO	3.592	3.775	4.31	16.66
	NOX	0.245	0.243	0.281	12.81

Tabla 3. Medidas de efectividad para la Intersección Subaru en Período Pico p.m.

**MEDIDAS DE EFECTIVIDAD
INTERSECCION SUBARU, PERIODO PICO PM**

MEDIDA DE EFECTIVIDAD	Situación Actual	Situación Propuesta 2004	% de Cambio	Situación Propuesta 2009	% de Cambio
		Giro Izquierdo a Dent		Giro Izquierdo a Dent	
Razón Tmov / Ttot	0.36	0.59	38.98	0.56	35.71
T. retraso (s/veh)	1.26	0.45	-180.00	0.49	-157.14
% prom. paradas	93.1	69.2	-34.54	73.5	-26.67
Veloc. prom. (kph)	17.9	29	38.28	27.6	35.14
T.colas (s/veh)	0.9	0.27	-233.33	0.3	-200.00
Veh.-km	2173.93	2061.15	-5.47	2349.75	7.48
Rel. de veh. entrando	89.01	100	10.99	99.8	10.81
Consumo gas (l)	648.1	507	-27.83	601.6	-7.73
Emisión de gas (kg/km h)	HC	0.101	0.09	0.108	6.48
	CO	4.332	4.458	5.317	18.53
	NOX	0.316	0.287	0.346	8.67

Tabla 4. Medidas de efectividad para la Intersección Rotonda de La Hispanidad en Período Pico a.m.

**MEDIDAS DE EFECTIVIDAD
INTERSECCIONES BURGER KING Y ROTONDA HISPANIDAD, PERIODO PICO AM**

MEDIDA DE EFECTIVIDAD	Situación Actual	Situación Prop. Túnel en Av4 y Rot. Bandera 2004	% de Cambio	Situación Prop. Túnel en Av4 y Rot. Bandera 2009	% de Cambio	
Razón Tmov / Ttot	0.64	0.71	9.86	0.63	-1.59	
T. retraso (s/veh)	0.68	0.46	-47.83	0.68	0.00	
% prom. paradas	91.7	73.4	-24.93	101.6	9.74	
Veloc. prom. (kph)	30.3	33	8.18	29	-4.48	
T.colas (s/veh)	0.37	0.25	-48.00	0.39	5.13	
Veh.-km	5496.39	5428.04	-1.26	6261.4	12.22	
Rel. de veh. entrando	99.43	100.00	0.57	100.00	0.57	
Consumo gas (l)	1209	1101.2	-9.79	1364.1	11.37	
Emisión de gas (kg/km h)	HC	0.121	0.123	1.63	0.152	20.39
	CO	5.405	5.462	1.04	6.498	16.82
	NOX	0.374	0.377	0.80	0.467	19.91

Tabla 5. Medidas de efectividad para la Intersección Rotonda de La Hispanidad en Período Pico p.m.

**MEDIDAS DE EFECTIVIDAD
INTERSECCIONES BURGER KING Y ROTONDA HISPANIDAD, PERIODO PICO PM**

MEDIDA DE EFECTIVIDAD	Situación Actual	Situación Prop. Túnel en Av4 y Rot. Bandera 2004	% de Cambio	Situación Prop. Túnel en Av4 y Rot. Bandera 2009	% de Cambio	
Razón Tmov / Ttot	0.6	0.77	22.08	0.62	3.23	
T. retraso (s/veh)	0.87	0.34	-155.88	0.69	-26.09	
% prom. paradas	90.7	59.4	-52.69	75.7	-19.82	
Veloc. prom. (kph)	28.1	36.3	22.59	29.5	4.75	
T.colas (s/veh)	0.49	0.17	-188.24	0.45	-8.89	
Veh.-km	4999.71	4741.56	-5.44	5442.6	8.14	
Rel. de veh. entrando	99.77	99.94	0.17	99.40	-0.37	
Consumo gas (l)	1104	911.5	-21.12	1157	4.58	
Emisión de gas (kg/km h)	HC	0.109	0.104	-4.81	0.131	16.79
	CO	4.712	4.723	0.23	5.653	16.65
	NOX	0.337	0.317	-6.31	0.396	14.90

Tabla 6. Medidas de efectividad para la Intersección Rotonda La Bandera en Período Pico a.m.

**MEDIDAS DE EFECTIVIDAD
ROTONDA LA BANDERA, PERIODO PICO AM**

MEDIDA DE EFECTIVIDAD	Situación Actual	Situación Propuesta 2004 Túnel en Bandera y Semáf. en Betania	% de Cambio	Situación Propuesta 2009 Túnel en Bandera y Semáf. en Betania	% de Cambio		
Razón Tmov / Ttot	0.24	0.49	51.02	0.4	40.00		
T. retraso (s/veh)	4.18	1.37	-205.11	1.96	-113.27		
% prom. paradas	241.5	139.8	-72.75	144.8	-66.78		
Veloc. prom. (kph)	11.6	24.3	52.26	19.9	41.71		
T.colas (s/veh)	3.23	0.9	-258.89	1.36	-137.50		
Veh.-km	5305.55	10238.18	48.18	11069.15	52.07		
Rel. de veh. entrando	77.41	97.83	20.87	93.62	17.31		
Consumo gas (l)	1899.6	2469.7	23.08	2908.5	34.69		
Emisión de gas (kg/km h)	HC	0.167	0.223	25.11	0.255	34.51	
		CO	6.773	11.153	39.27	12.027	43.69
			NOX	0.502	0.695	27.77	0.788

Tabla 7. Medidas de efectividad para la Intersección La Bandera en Período Pico a.m.

**MEDIDAS DE EFECTIVIDAD
ROTONDA LA BANDERA, PERIODO PICO PM**

MEDIDA DE EFECTIVIDAD	Situación Actual	Situación Propuesta 2004 Túnel en Bandera y Semáf. en Betania	% de Cambio	Situación Propuesta 2009 Túnel en Bandera y Semáf. en Betania	% de Cambio		
Razón Tmov / Ttot	0.38	0.66	42.42	0.61	37.70		
T. retraso (s/veh)	2	0.66	-203.03	0.84	-138.10		
% prom. paradas	220.4	115.8	-90.33	119	-85.21		
Veloc. prom. (kph)	18.1	32.9	44.98	30.3	40.26		
T.colas (s/veh)	1.35	0.32	-321.88	0.45	-200.00		
Veh.-km	6553.98	12334	46.86	13876	52.77		
Rel. de veh. entrando	97.59	100	2.41	99	1.42		
Consumo gas (l)	1913.3	2625	27.11	3040	37.06		
Emisión de gas (kg/km h)	HC	0.179	0.249	28.11	0.283	36.75	
		CO	8.141	13.404	39.26	14.827	45.09
			NOX	0.575	0.796	27.76	0.904

1.5 Bibliografía

1. INGEtrans Consultores (Ing. Mario P. Durán, Director). **“Análisis Funcional y Optimización de la Red Vial de la Ciudad de San Pedro de Montes de Oca”** Informe de Avance N°2. Costa Rica, julio de 1999.
2. INGEtrans Consultores (Ing. Mario P. Durán, Director). **“Análisis Funcional y Optimización de la Red Vial de la Ciudad de San Pedro de Montes de Oca”** Informe de Avance N°3. Costa Rica, diciembre de 1999.

SECCIÓN VIII

**Resumen de Informe: Reorganización del
Transporte Público Colectivo en Montes
de Oca (INGETRans Consultores S.A.)**

Reorganización del Transporte Público Colectivo en el Cantón de Montes de Oca

1.1 Introducción

El siguiente informe consiste en un resumen de las propuestas hechas por L.C.R. Logística S.A., para la reorganización del transporte público colectivo que esta Consultora llevó a cabo para el Área Metropolitana de San José, de este estudio se extraen en el presente informe las propuestas concernientes al Cantón de Montes de Oca.

En primera instancia se presenta una descripción general del esquema operativo actual del transporte público, una propuesta inicial de reorganización de ese sistema, una discusión preliminar del modo técnico en el que se puede realizar la transición del sistema actual al propuesto, y una estimación preliminar de la demanda de transporte público actual y proyectada en la región en estudio. En ese informe se busca como propósito fundamental aportar información base sobre la cual se puede desarrollar una discusión técnica para reorganizar el transporte público colectivo.

Como las directrices generales que los autores¹ han considerado en el proceso de replanteamiento del sistema de transporte público colectivo se encuentran:

- El transporte colectivo constituye un servicio público, operado por empresas privadas, de alto beneficio para la economía costarricense y cuya misión es satisfacer las necesidades de movilidad de los usuarios y por ende, ha de estar estructurado en función de las necesidades de estos.
- El servicio de transporte público debe ser visualizado como un sistema compuesto, a nivel operativo, por sectores, cada uno de ellos conformado por un conjunto de rutas integradas entre sí.
- Las rutas de transporte público dentro de cada sector deben estar integradas entre sí, orientadas a satisfacer las necesidades de los usuarios de la mejor manera y técnicamente factible a la vez. En la medida de lo posible, los nuevos desarrollos residenciales en cada sector deben ser atendidos por rutas que no tengan que ingresar al casco central de San José.
- Todas las rutas en cada sector deben ser definidas con base en las características del uso del suelo, las proyecciones de demanda de transporte, las condiciones físicas de la infraestructura vial y los planes de desarrollo urbano.
- La operación del servicio de transporte público en cada sector deberá ser desarrollado por una sola empresa. Deberá existir la cantidad mínima posible de sectores que conduzcan a atender las necesidades de los usuarios de la mejor manera posible de acuerdo con las condiciones de la demanda de transporte, que permitan a las empresas operadoras manejar una escala adecuada que les facilite la consolidación de una buena estructura empresarial, y que agilicen los procesos de integración de servicios a escala metropolitana.

¹ Castro, Leonardo y Otros. L.C.R. Logística S.A. Reorganización del Transporte Público Colectivo en el Área Metropolitana de San José.

1.2 Características operativas del transporte público antes del proceso de reorganización

El área urbana de San Pedro de Montes de Oca forma parte de una región urbana de tipo polinuclear con núcleos terciarios de población en la periferia. Esta región posee una inercia de desarrollo urbano de tipo radial a lo largo de vías de transporte que comunican los núcleos terciarios de la periferia con el centro de la ciudad de San José.

Cabe destacar, que uno de los aspectos más sintomáticos de la necesidad de replantear la operación del transporte público en el Área Metropolitana de San José, es el crecimiento desproporcionado de modos de transporte de poca capacidad y bajos niveles de eficiencia en el Área Metropolitana de San José, lo cual se respalda con los estudios donde se observa que a lo largo de la década de los 90 la cantidad de vehículos particulares y taxis ingresando y saliendo del centro de San José ha ido en aumento, mientras que la flota de autobuses ha permanecido con muy poca variación durante toda esa década. Entre otras cosas, este comportamiento refleja la existencia de una flota de autobuses prácticamente estancada y saturada, y cada vez más deteriorada, aunado al limitante poder adquisitivo de la mayor parte de la población para poder comprar un automóvil. Entonces consecuentemente, se observa un aumento desproporcionado de la oferta de taxis legales e ilegales, así como de otros servicios con relativamente poca capacidad de transporte por vehículo como es el caso de los microbuses y las busetas.

Sin embargo, no se debe dejar de lado que históricamente la mayor carga de transporte de personas hacia y desde el centro de San José la ha llevado el modo autobús.

Para el caso específico del transporte público del corredor San Pedro - Curridabat se reportan los niveles de ocupación de pasajeros por unidad de autobús y el porcentaje de pasajeros en autobús para la hora pico de la mañana (6 - 8 a.m.) de la siguiente forma:

Tabla 1. Niveles de ocupación pasajeros por unidad de autobús y porcentaje pasajeros en autobús (6 - 8 a.m.)

Ruta	Flujo sale de San José		Flujo entra a San José	
	% pasajeros en autobús	Factor de ocupación (pas/unidad)	% pasajeros en autobús	Factor de ocupación (pas/unidad)
San Pedro Curridabat	80.9	28.6	86.8	47.9
Zapote (R.204)	42.1	26.5	30.3	31.2
Zapote (R.215)	73.5	40.1	39.4	29.5

Fuente: Datos de la Dirección de Planificación, MOPT.

Como se puede ver de los datos de la anterior tabla, se presenta un % de ocupación mayor para los autobuses que se dirigen hacia San José para la ruta de interés (San Pedro Curridabat), esto se acentúa más si se comparan los factores de ocupación, ya que se presenta un valor de 47.9 para el flujo que entra a San José en contraposición con un 28.6 para el flujo que sale. Como también se puede ver, para las otras dos rutas en la tabla, estas diferencias no siguen el mismo patrón, y por el contrario se presenta un flujo mayor en los buses que salen de San José, esto tiene que ver quizás con la ocupación y los empleos en el cantón, ya que para el caso de San Pedro y Curridabat, según los datos

del estudio, se esperaría que la mayor cantidad de personas se dirija a sus trabajos o estudios en San José, mientras que en Zapote sean más bien personas que salen de San José para dirigirse hacia Zapote a sus trabajos o estudios en las horas de la mañana.

Tabla 2. Pasajeros en Autobús por hora pico entrando a San José (7 – 8 a.m.)

Corredor	1996					1995				
	6 – 7 a.m..		7 – 8 a.m..		Total	6 – 7 a.m..		7 - 8 a.m..		Total
	Personas	% del pico	Personas	% del pico		Personas	% del pico	Personas	% del pico	
Guadalupe	7371	47.4	8165	52.6	15536	6355	46.9	7197	53.1	13552
San Pedro Curridabat						7331	41.8	10192	58.2	17523
Zapote (R.204)	559	45.9	659	54.1	1218	609	50.1	606	49.9	1215
Zapote (R.215)	861	35.1	1591	64.9	2452					

Fuente: Datos de la Dirección de Planificación, MOPT.

De estos datos se puede ver la desventaja de contar con información para San Pedro solo para el año de 1995, aún así se puede decir que las diferencias porcentuales son muy marcadas según la hora pico analizada, ya que el rango de variación normal es entre 45 – 55 %. Por otra parte se puede ver que el total de pasajeros para el corredor de San Pedro es superior a los de los corredores cercanos, y si se examinan las tendencias de los corredores vecinos, se podría estimar que el total de pasajeros para San Pedro debe haber aumentado considerablemente para 1996 y más para el 2000.

El concepto de hora pico establece que es la hora que representa un 55% del total de viajes estimados para las horas analizadas, con este criterio se puede ver que la hora pico no es la misma para todos los corredores y que para el caso específico de San Pedro, esta se da de 7 a 8 a.m..

1.3 Distribución Geográfica de los Flujos de Transporte

Se analizó la distribución espacial y temporal de los flujos de transporte con los datos históricos hasta 1999. Se complementaron los conteos históricos de la encuesta cordón con conteos realizados en 1999, que representan la cantidad de pasajeros transportados y las unidades de autobuses para los diferentes corredores. A continuación se presenta un cuadro que resumen la situación para Montes de Oca y algunos corredores vecinos:

Tabla 3 Serie histórica de conteos de pasajeros en autobús (7 - 8 a.m.)

Corredor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1999	Diferencia % 1996- 1999
San Pedro San José - San José	8245	8109	8462	7732	7399	1019	1033	8626	4.62 %
San Pedro	4246	4352	3996	4000	3719	2	8	4217	-0.68%
Guadalupe San José - San José	6730	7002	8655	6617	7858	7197	8165	6845	1.71%
Guadalupe	2720	2643	2694	2367	2325	2286	2382	3055	12.32%
Zapote San José	-	-	-	-	-	606	659	696	-
San José Zapote (Corte)	-	-	-	-	-	671	545	657	-
Zapote San José	-	-	-	-	-	-	1591	1056	-
San José Zapote (Pista)	-	-	-	-	-	-	1601	1230	-

Fuente: Datos de la Dirección de Planificación, MOPT.

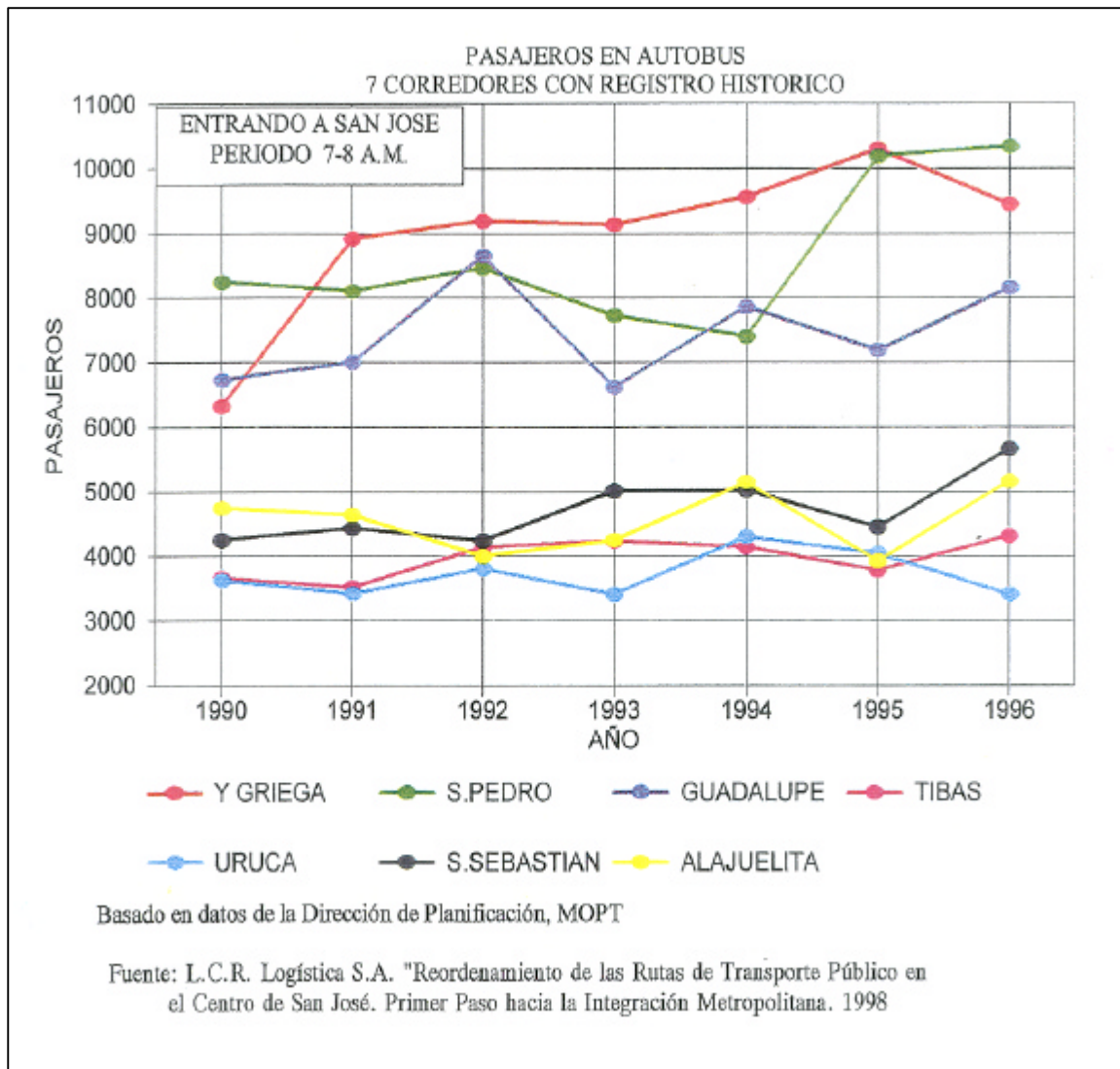
Tabla 4 Serie histórica de conteos de autobuses en autobús (7 - 8 a.m.)

Corredor	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1999	Diferencia % 1996- 1999
San Pedro San José - San José	148	157	163	152	162	201	203	199	34.32%
San Pedro	142	146	148	139	153	148	157	116	-18.13%
Guadalupe San José - San José	132	140	155	139	147	135	157	137	4.04%
Guadalupe	106	113	117	96	106	91	113	110	4.09%
Zapote San José	-	-	-	-	-	-	18	14	-
S. José Zapote (Corte)	-	-	-	-	-	-	19	16	-
Zapote San José	-	-	-	-	-	-	44	19	-
San José Zapote (Pista)	-	-	-	-	-	-	39	30	-

Fuente: Datos de la Dirección de Planificación, MOPT.

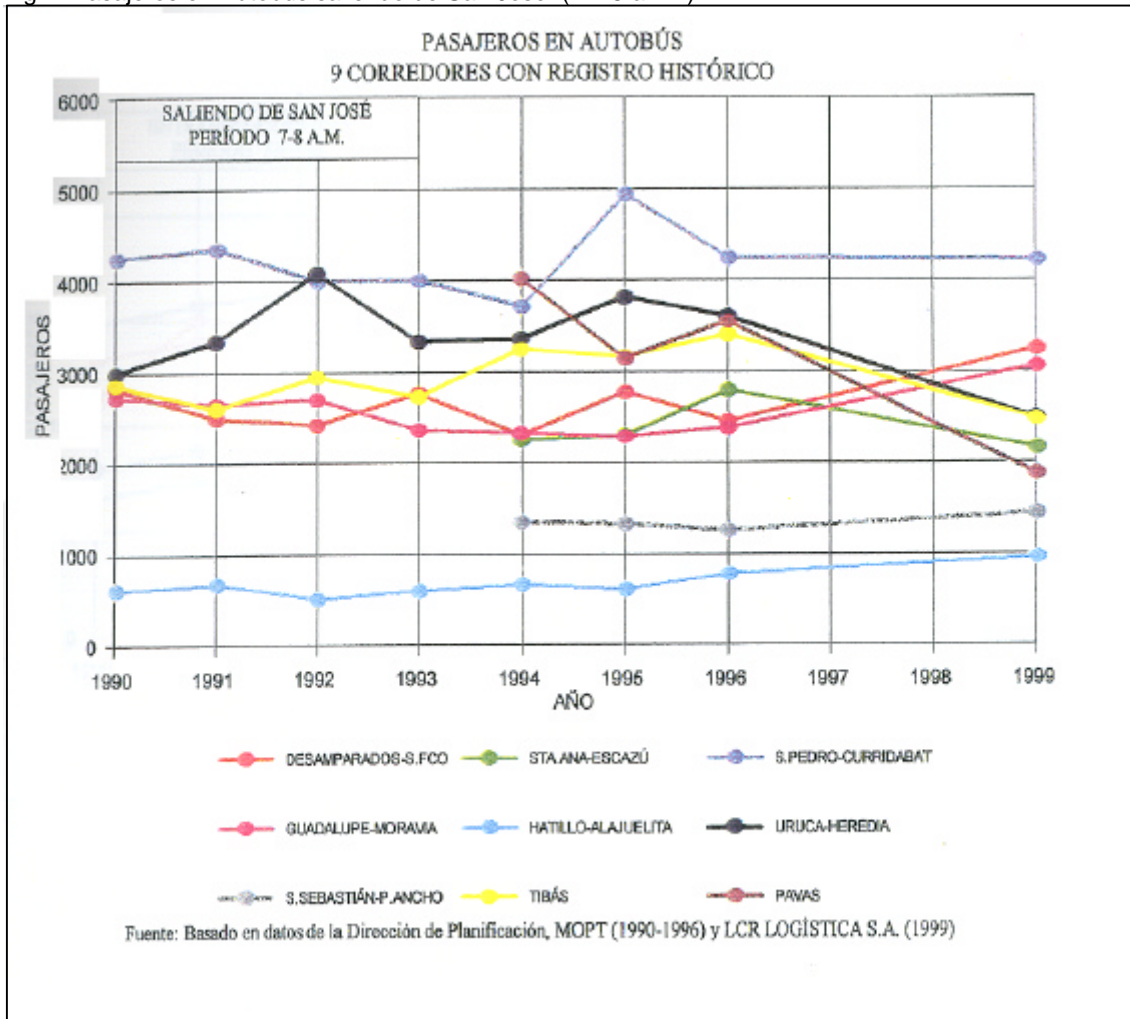
Del estudio se puede determinar que la mayor parte de los autobuses ingresan a San José provenientes de los corredores del Este, donde se encuentra San Pedro. En la siguiente figura se muestra este fenómeno:

Fig. 1 Pasajeros en Autobús entrando a San José (7 – 8 a.m..)



Como se ve de la figura 1, el corredor de San Pedro, al igual que los de Guadalupe y Desamparados han representado el mayor flujo de transporte hacia San José en las horas de la mañana durante ya varios años; a partir de 1994, el sector de San Sebastián y Paso Ancho ya a contribuir también con este flujo de forma importante. Además se puede ver el comportamiento a través de los años de 1990 a 1999, donde en el caso específico de San Pedro se da una primer pico en 1992 y en crecimiento muy significativo para 1995 y 1996; para años posteriores parece haber una disminución relativamente significativa del flujo de pasajeros en autobús.

Fig. 2 Pasajeros en Autobús saliendo de San José (7 – 8 a.m..)



En la figura 2 se muestra el mismo análisis pero en el sentido saliendo de San José, como se puede ver el corredor San Pedro Curridabat es el más significativo de todos para los años de estudio, esto evidencia como en este sector no solo se da un flujo de personas saliendo del cantón, sino que también es muy importante el flujo de personas entrando por las mañanas a este.

Se pueden identificar dos grupos de corredores urbanos en la GAM, los que aportan una gran cantidad de viajeros hacia el centro de la ciudad, como San Francisco - Desamparados, San Pedro – Curridabat y Guadalupe – Moravia, y aquellos en los que los niveles de viajeros moderados. Evidentemente esto significa que la mayor carga de flujos en transporte público ocurría desde el Este de San José.

1.4 Trazado de las Rutas Regulares de Transporte Público

En la Figura 3 se muestra un esquema General Operativo del Transporte Público, en este se pueden ver los sectores que influyen en el tránsito del área Metropolitana. Se puede ubicar el sector de San Pedro.

Los trazados de las rutas hasta el momento inician en los poblados, en las periferias de la ciudad y se dirigen todas hacia el centro de San José, por lo que se contribuye al congestionamiento de la zona. En la figura 4 se muestran los patrones de vencimiento de las concesiones de rutas de transporte público y permisos. Como se puede ver las concesiones para las rutas del corredor de San Pedro vencen a más tardar este año o en unos pocos casos entre el 2001 y el 2003, por lo que sería fácil aplicar un sistema de reordenamiento del transporte público si se actúa con rapidez.

Actualmente, el corredor a San Pedro y Curridabat comprende 26 rutas diferentes, las cuales entran al centro de San José, por lo que se contribuye al congestionamiento vial, principalmente del tramo de carretera que va desde la fuente de la Hispanidad hasta San José centro.

Es importante destacar que a la altura de la fuente de la Hispanidad se unen la mayoría de las rutas del corredor, por lo que esta zona sufre de problemas de congestionamiento la mayor parte del tiempo. La única ruta que no se integra en este sector es la de Barrio Escalante. En la figura 5 se presentan las rutas de transporte público para el corredor San Pedro Curridabat como se encuentran en la actualidad.

En la siguiente tabla se presentan algunas características importantes para las rutas del Corredor San Pedro Curridabat, se debe recordar que estos datos corresponden a estudios de 1996, por lo que están un poco desactualizados.

Tabla 5. Características Operacionales: Rutas de Transporte Público para el Corredor San Pedro Curridabat

Código	Ruta	Longitud (m)	Frecuencia hora pico (min.)	Frecuencia Regular (min.)	Tarifa (col.)	Flota Vehicular
16 A	Barrio Escalante	8365	15	15	40	3
50	San Pedro Santa Marta	6882	6	8	45	48
50	San Pedro Guayabos	8390	ND	ND	50	ND
50 A	San Pedro San Rafael	10616	20	30	60	ND
51	San Pedro Vargas Araya	7124	6	6	45	28
51 A	San Pedro Carmiol	6048	10	15	45	ND
52	San Pedro Cedros	7635	6	8	45	ND
53	San Pedro Barrio Pinto	6171	12	30	45	ND
54	San Pedro Calle Siles	6059	30	60	45	ND
56	San Pedro San Ramón	13127	8	20	85	12
57	San Pedro Granadilla	9658	10	15	60	ND
58	San Pedro Concepción	13134	ND	ND	90	18

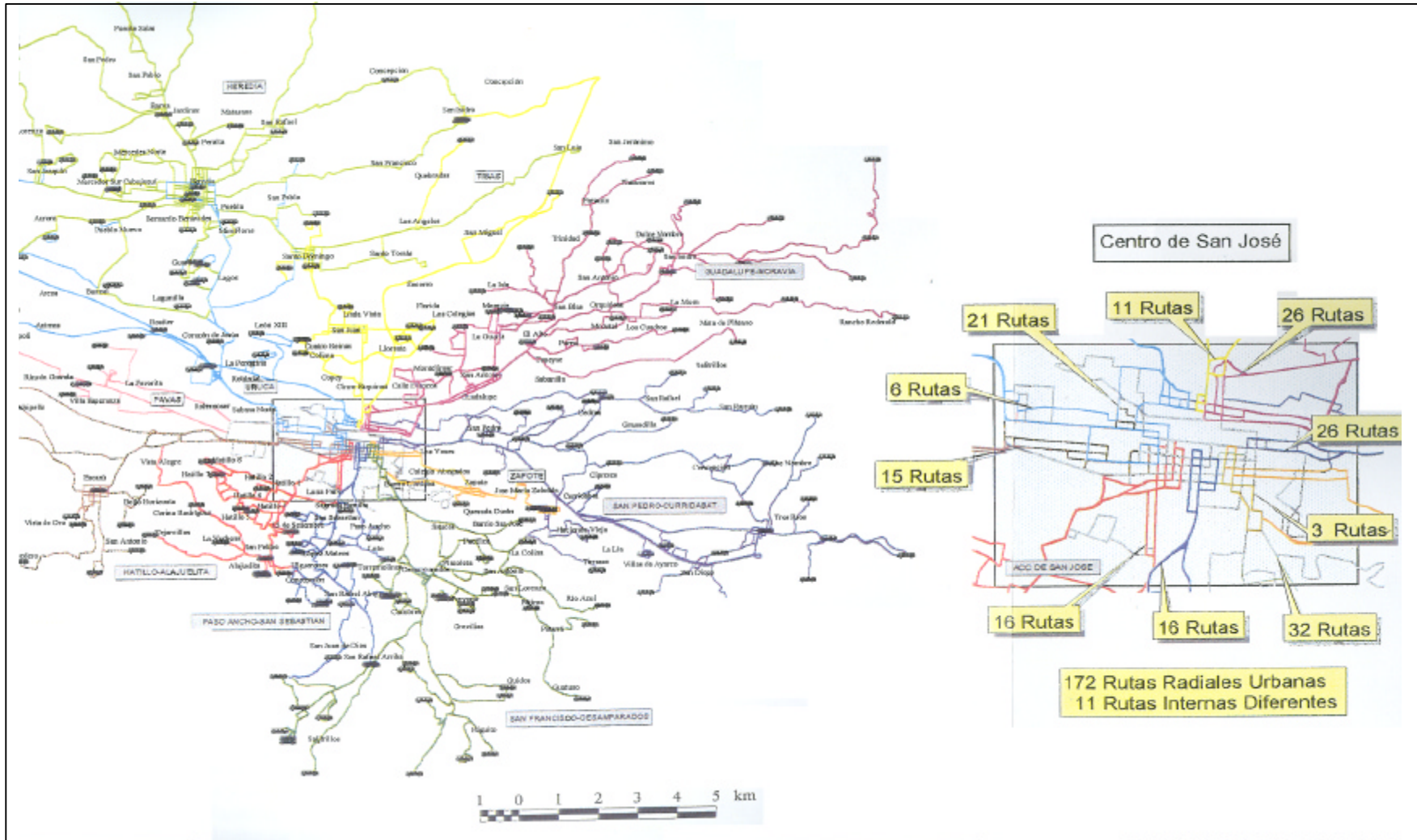
Código	Ruta	Longitud (m)	Frecuencia hora pico (min.)	Frecuencia Regular (min.)	Tarifa (col.)	Flota Vehicular
59	San Pedro La Lía	12017	ND	ND	55	7
60	San Pedro Curridabat	8465	ND	ND	ND	ND
60 A	San Pedro Cipreses	9475	30	60	45	ND
61	San Pedro Tirrases	12388	ND	ND	75	8
62	San Pedro Sabanilla	9204	4	5	60	17
62 A	San Pedro Sabanilla (buseta)	9204	ND	ND	ND	7
65	Zapote corte	7314	3	8	40	26
65 A	Zapote Pista	11579	3	8	40	ND
65 B	Zapote Curridabat (microbuses)	11776	4	7	ND	ND
301	San Pedro Tres Ríos	14383	4	7 - 8	65	29
301 A	San Pedro San Vicente	17184	ND	ND	90	13
301 A	SD San Pedro San Vicente	17184	ND	ND	90	4
303	San Pedro San Diego	22455	ND	ND	75	14
304	San Pedro Villas de Ayarco	10119	ND	ND	70	ND
305	San Pedro Montufar	10640	ND	ND	70	19
306	San Pedro El Carmen SJ	15690	20	60	70	5
309	San Pedro Tres Ríos (buseta)	16811	ND	ND	ND	17
345	Tres Ríos Concepción	ND	30	60	35	7
346	San Pedro Dulce Nombre	16335	60	60	75	4

Como se puede ver son muchas las rutas involucradas en el Corredor; además se puede ver como la frecuencia de autobuses no siempre cambia de hora pico a hora regular, solo en caso de las rutas principales o en aquellas donde la frecuencia regular es de una hora.

Servicios Especiales

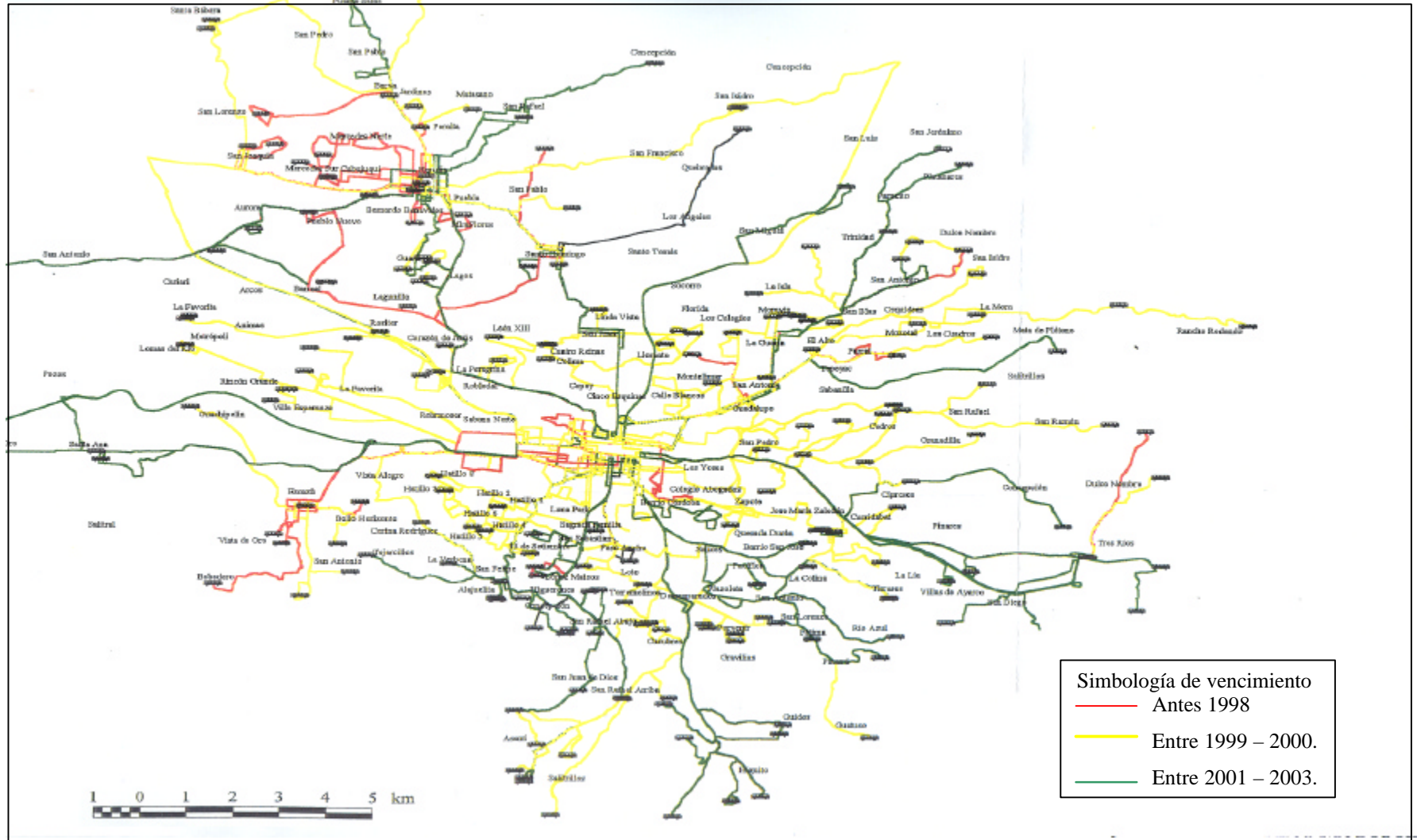
Incluyen aquellos utilizados para transportar estudiantes y trabajadores a los diversos centros de trabajo. El uso de estos servicios se tornó muy importante en la década de los noventa. En los expedientes del MOPT se tenían registrados hasta marzo del 99, 512 servicios de estudiantes y 156 servicios de trabajadores en todo el país, aproximadamente un 90 % de estos correspondían al área metropolitana de San José. Se debe tomar en cuenta que estos servicios, con excepción de los de la Universidad de Costa Rica, representan solo un autobús en las horas pico, entrando en la mañana y

Fig.3 Esquema General Operativo de Transporte Público Para la Región de Influencia: Area Metropolitana de San José



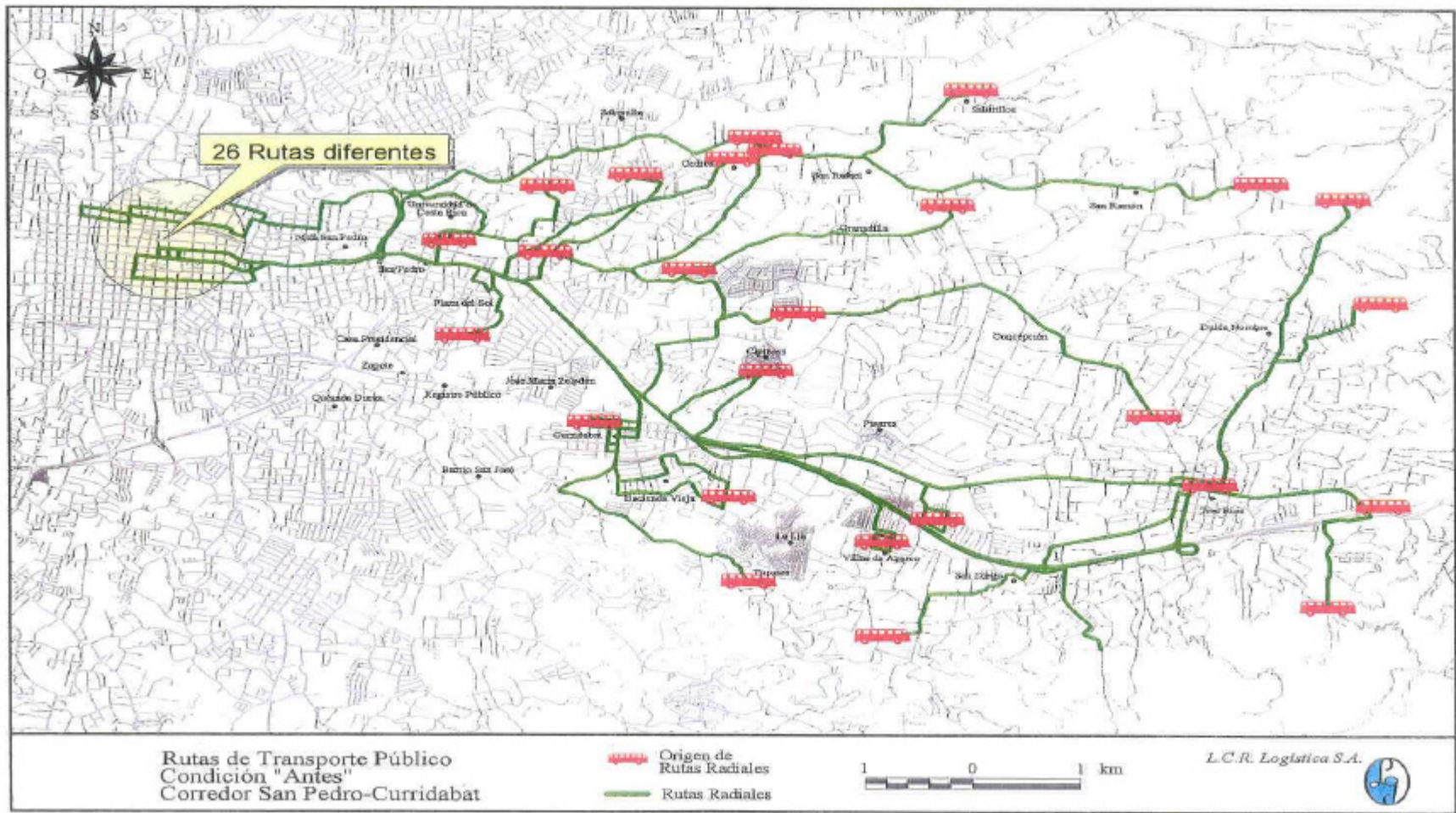
Fuente: LCR Logística S.A.

Fig. 4 Patrón General de Vencimiento de Concesiones y Permisos.



Fuente: LCR Logística S.A.

Fig.5 Rutas de Transporte Público en la zona del Corredor San Pedro Curridabat en la actualidad.



Fuente: LCR Logística S.A.

saliendo en la tarde. El sistema de servicios de autobús de Universidad de Costa Rica en comparación con las rutas regulares, cubre sectores periféricos importantes con una amplia cobertura.

1.5 Reorganización del Transporte Público en el Area Metropolitana de San José

La sectorización del servicio de transporte público, donde cada corredor sea servido por una sola empresa, es necesaria para eliminar una gran cantidad de distorsiones.

En el proceso de ordenamiento en el centro, las paradas de cada corredor han sido agrupadas alrededor de un mismo nodo, así el usuario ya no necesita conocer las paradas por ruta, sino que solamente se requiere que visualice los nodos por cada corredor. Además esto puede ser de gran utilidad si se decide habilitar lugares especiales para las terminales de autobuses para cada corredor, como se ha tratado de establecer.

Transporte Público y Desarrollo Urbano

Existe una gran interdependencia y dinamismo entre el transporte público y el desarrollo urbano. El transporte público debe acoplarse a un esquema de desarrollo urbano, pero al mismo tiempo un patrón de desarrollo urbano puede ser favorecido y promovido por un esquema de transporte. Uno de los principales problemas del transporte público es la debilidad en los controles de la delincuencia y las actividades informales.

Desde el punto de vista metropolitano, en 1999 se tenían varios problemas prácticos:

- Una rutina de conductores de autobuses cuyo objetivo es competir por los usuarios.
- En dicha competencia se ven involucradas hasta 32 rutas en una sola vía radial, contribuyendo con la congestión al darse rebasamientos repetitivos entre autobuses.
- Algunos autobuses consumían hasta 5 minutos por parada, a la espera de más usuarios, lo que originaba desesperación en los usuarios que ya estaban en el autobús, los que recurrían a servicios de taxis o especiales para no perder tiempo.
- Se daba sentido al concepto de “barrer una ruta” donde el operador está dispuesto a un porcentaje de pérdidas por usuario “no registrado” por los conductores.

Para conseguir una integración adecuada del transporte público, se requería desarrollar un ordenamiento metropolitano que redujera la gran cantidad de distorsiones del servicio, facilitar los procesos de negociación con empresarios, la operación del sistema y la percepción que tenía la gente. Una de las primeras soluciones es que cada corredor esté servido por una sola empresa, para eliminar las distorsiones; ya las paradas de cada corredor habían sido agrupadas en el centro en nodos por corredor, para que el usuario no tuviera que conocer cada parada de cada ruta, sino asociara todo el corredor por nodos.

Necesidad de jerarquizar el transporte en el Área Metropolitana de San José

- Es necesario definir cuales calles constituyen conectadores y cuales pueden ser utilizadas para movimientos locales
- Los conectores deben permitir el flujo expedito del tránsito, sujetos a restricciones en el aparcamiento de la vía, con prioridad en la coordinación de semáforos, en la medida

de lo posible no deben tener paradas de autobuses y deben gozar de un mantenimiento de su infraestructura que sea acorde con las necesidades.

- Las rutas de transporte público deben ser sometidas a un proceso de jerarquización, donde se incluyan criterios como los niveles de demanda, la función urbanística y la función operativa.
- Si se cuenta con un sistema integrado debidamente jerarquizado, el concepto de competencia se cambia por el de complementariedad.
- La red primaria requiera ser integrada y no atomizada como lo está actualmente, teniendo como base aspectos tales como la velocidad de operación, la frecuencia y la contabilidad.
- Es necesario recuperar la fidelidad del usuario hacia el transporte público, con educación y conciencia de que no todas las rutas de transporte público tienen porque llegar al centro de San José; además ir eliminando la resistencia de los usuarios a los transbordos e incrementar los servicios de rutas intersectoriales y nodos de integración.

Red Primaria de Transporte Público

La recomendación para la red primaria de transporte tiene dos etapas, a corto y a mediano plazo. La definición de rutas primarias fue hecha con base en los siguientes criterios:

- La de tipo radial debe comunicar dos o más núcleos urbanos terciarios con el núcleo urbano primario (San José)
- La primaria de tipo intersectorial debe comunicar tres o más núcleos terciarios sin pasar por San José.
- La red primaria debe estar complementada por una red secundaria asociada.

En la figura 6 se muestra los planes a corto plazo que constituyen la solución propuesta por el informe. Como se ve en esta figura, las rutas sectoriales que pasarían por San Pedro sería las que comunicarían Desamparados con Moravia y Hatillo con Guadalupe, las demás rutas sectoriales están alejadas de la zona de influencia para Montes de Oca. Así mismo se puede ver que el corredor de San Pedro Curridabat sería considerado como una Ruta Radial, que comunicaría a Tres Ríos, Curridabat y San Pedro (núcleos urbanos terciarios) con el sector Este del centro de San José.

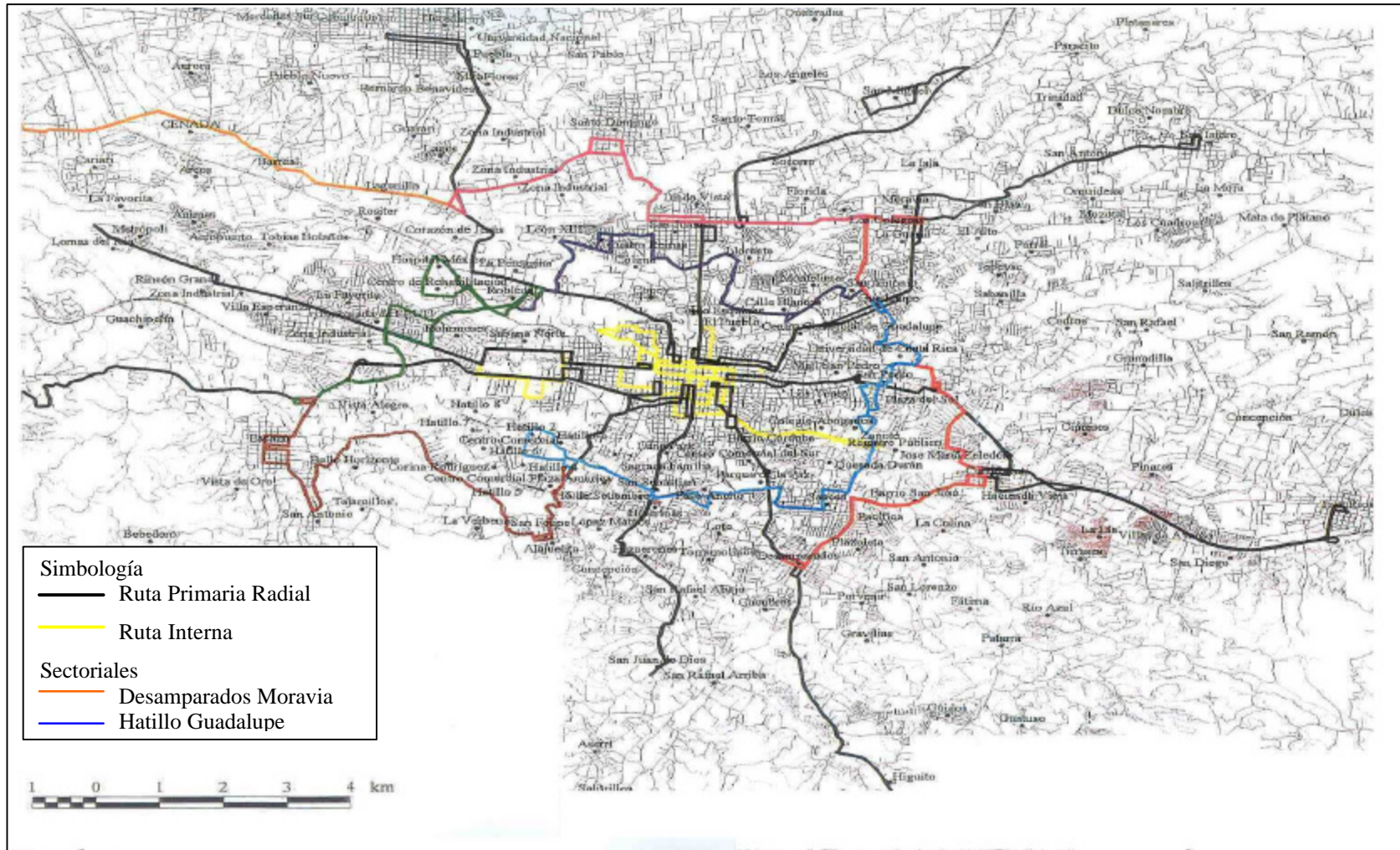
La otra alternativa que plantea el estudio es a mediano plazo, donde se pretende una mayor integración de las rutas primarias y las intersectoriales y además plantea la construcción de rutas diametrales, siendo la más influyente para Montes de Oca la Ruta Diametral de Curridabat Heredia. En la figura 7 se muestra un diagrama de esta propuesta.

Componentes de la Red Primaria

Para la zona de influencia al cantón de Montes de Oca y sus alrededores se pretende:

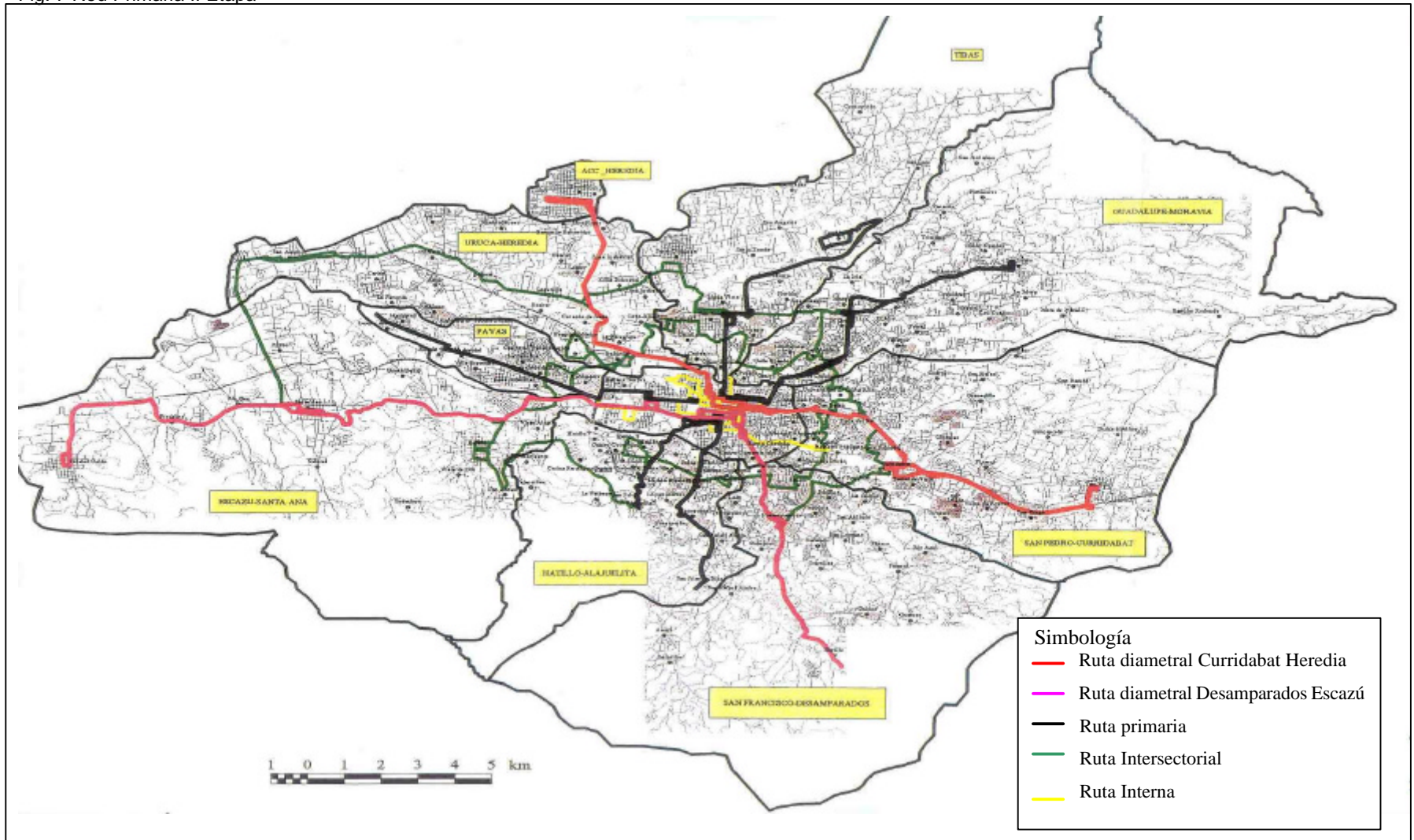
- Ruta Tres Ríos: comunicación directa de núcleos terciarios con San José
 - Ruta Tres Ríos – Curridabat – San Pedro – San José.
- Rutas Intersectoriales: comunican núcleos terciarios sin pasar por San José;
 - Ruta Hatillo – Paso Ancho – Zapote – San Pedro – Guadalupe.
 - Ruta Desamparados – Curridabat – Guadalupe – Moravia.
- Rutas de Distribución: movilizan las personas en el centro de San José

Fig. 6 Red Primaria I Etapa.



Fuente: LCR Logística S.A.

Fig. 7 Red Primaria II Etapa



Fuente: LCR Logística S.A.

- Nodos de Interconexión: zonas de transbordo organizados y debidamente armonizadas en el entorno urbano.
 - Puntos extremos de la Radial mencionada.
- Terminales: infraestructura adecuada en los puntos terminales de rutas.
 - Puntos extremos de la Radial mencionada.
- Paradas de Tránsito: ubicadas cada 100 metros como máximo y 300 metros como mínimo y con las facilidades mínimas para el usuario.

Cambio de Cultura

Una razón importante por la cual se había fortalecido los servicios informales y los servicios especiales, era la fidelidad del usuario hacia el transporte público regular formalmente autorizado. Los usuarios percibían a los operadores de rutas regulares y al Estado como enemigos, mientras a los informales como amigos que les ayudaban a resolver sus problemas de movilidad. Entre los principales problemas de la cultura del usuario estaban las ideas de que todas las rutas debían llegar al centro de San José, además de considerar que el centro era el Parque Central de San José, y existía una gran resistencia de los usuarios a los transbordos.

1.6 Proceso de Transición del Sistema Actual al Sistema Integrado

Para hacer el cambio se presentan dos enfoques: un cambio súbito o la implantación por etapas. Se considera más conveniente el segundo, pues el usuario, el operador y el Estado como regulador deben pasar por un proceso de adaptación y aprendizaje, aparte el sistema requiere alcanzar una estabilidad de forma paulatina y pasar por un proceso de retroalimentación. El costo social y económico de un cambio brusco de un esquema de operación a otro más moderno es poco importante frente al costo que significa permitir la consolidación de un sistema anárquico para el transporte público, caracterizado por la informalidad. Para obtener un resultado satisfactorio del proyecto se recomienda el esquema cronológico de la figura 8 para poner en marcha la modernización.

El esquema plantea los periodos más adecuados para cada etapa de la modernización vial, se debe considerar que este proceso abarca toda la zona metropolitana, no solo lo concerniente al cantón de Montes de Oca.

Aspectos Operativos Básicos Propuestos

En el cuadro de la figura 9 se muestran las diferentes alternativas que se plantean en este informe. Estas alternativas se diferencian de la alternativa nula (no hacer nada), y se requiere del cumplimiento de los siguientes pasos previos:

- La unidad operativa debe ser el sector y no la ruta, el análisis de rentabilidad debe realizarse con base en sectores.
- En cada sector las rutas deben complementarse entre sí.
- La rentabilidad individual no debe ser el único factor justificante de la existencia de una ruta, deben tomarse en cuenta la cobertura, equidad y eficacia.
- Las rutas primarias deben ser de alta frecuencia.
- Las rutas secundarias deben complementar a las rutas primarias dentro de cada sector.

- Los autobuses no deben ser estacionados a la espera de usuarios por largos períodos.
- En cada sector el ente operador del servicio de transporte público debería estar en condiciones de ofrecer servicios bajo diferentes esquemas de paradas (regulares, directos y expresos) o para diferentes horas del día (regulares, pico y especiales).

Fig. 8 Esquema Cronológico de Modernización

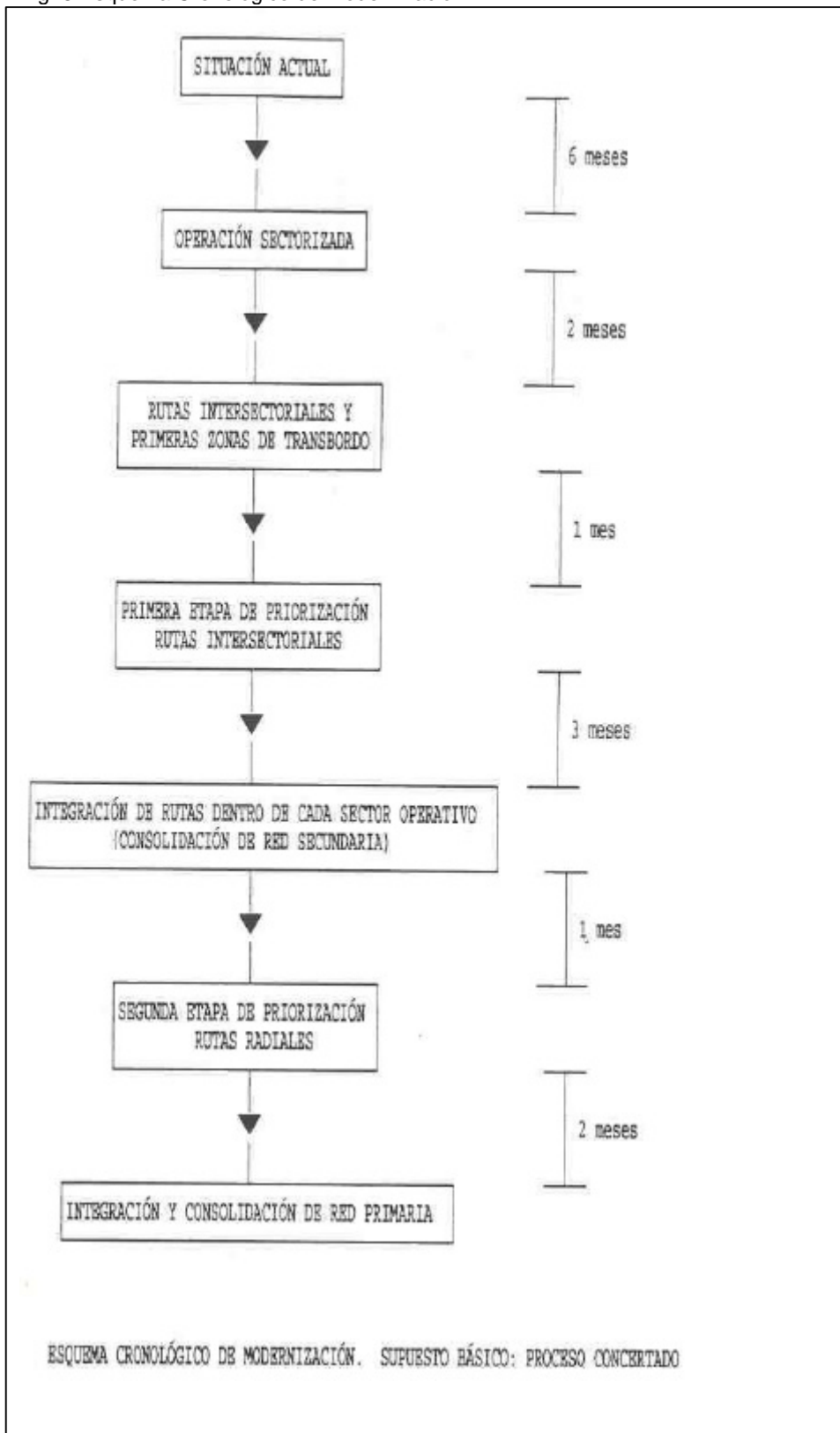


Fig. 9 Diferencias Operativas entre la Alternativa Nula y la Propuesta.

DIFERENCIAS OPERATIVAS ENTRE LA ALTERNATIVA NULA Y LA PROPUESTA

ASPECTO OPERATIVO	ALTERNATIVA NULA	⇄	ALTERNATIVA PROPUESTA
UNIDAD OPERATIVA	Ruta	→→→→→	Sector
RELACIÓN ENTRE RUTAS	Competencia	→→→→→	Complementariedad
PATRÓN DE SERVICIOS	Sistema radial conceptualizado para los períodos pico pero funcionando de la misma manera todo el día.	→→→→→	A nivel metropolitano es un patrón reticular con predominancia radial alrededor del centro de San José. A nivel sectorial es de tipo de columna de pescado, pero con flexibilidad para atender necesidades específicas durante los períodos pico matutinos. Pueden existir servicios regulares, expresos o directos en esos períodos.
UNIDAD DE ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	Ruta	→→→→→	Sector
JERARQUIZACIÓN DE RUTAS URBANAS	Inexistente	→→→→→	Rutas primarias Rutas secundarias Rutas distribuidoras
MECANISMO DE CRECIMIENTO DE COBERTURA	Los nuevos desarrollos implican nuevas rutas radiales	→→→→→	Los nuevos desarrollos se atienden a partir de rutas secundarias.
ESQUEMA TARIFARIO	Por ruta	→→→→→	Por sector o subsector de servicio.
MECANISMO DE COBRO	Directo por los conductores de autobuses	→→→→→	Sistema de pago previo, sin manejo de efectivo dentro de los autobuses
FLOTA	No hay optimización a base de diversificación de unidades por cada operador. A pesar de esto, el tipo de autobús no está estandarizado a nivel metropolitano.	→→→→→	Flota diversificada para atender condiciones particulares en cada sector. Cuatro tipo de autobuses estandarizados: grandes (alta capacidad), convencionales, pequeños y microbuses.
UMBRAL DE DESARROLLO HACIA FUTURO (VIDA ÚTIL) A PARTIR DE 1999	No más de 5 años, pues el modelo de desarrollo ya estaba prácticamente agotado	→→→→→	Entre 25 y 30 años, permitiendo la transición a sistemas más masivos.

Aspectos relacionados con los usuarios, operadores y ente regulador

Bajo el nuevo esquema propuesto en este estudio, aspectos como la disponibilidad y la accesibilidad serían mejoradas a través de la implantación de rutas secundarias, para aumentar el área de cobertura de la red de transporte público. Además contribuirían las rutas primarias intersectoriales, permitiendo reducir los tiempos totales para viajes entre orígenes y destinos periféricos. Para aumentar las velocidades de operación se plantea la reducción de los tiempos de abordaje y desabordaje de los usuarios, esto evitando que los conductores de las unidades se encarguen de cobrar la tarifa mediante mecanismos de pago automatizado; además con puertas más anchas para aumentar las tasas de flujo en ambas operaciones.

La rutina de los usuarios debe ser cambiada mediante educación sobre la necesidad de adecuar el sistema a nuevas necesidades y condiciones del desarrollo urbano. Además concientizar a las personas que no utilizan este servicio de su importancia de este para la sociedad como conjunto.

En cuanto a los operadores, se busca consolidar el desarrollo de rasgos en cada sector:

- Reducir la competencia y prestar mayor atención a las necesidades de los usuarios.
- Aumentar la flexibilidad de extensión de la cobertura de la red.
- Flexibilidad en la prestación de servicios diferenciados en períodos pico.
- Optimización en el uso de la flota en períodos no pico.
- Mejor capacidad empresarial, escala de operación y tecnificación.
- Capacidad de optimización operativa de la flota con 4 tipos de autobuses (grandes, convencionales, pequeños y microbuses).

La Comisión Técnica de Transportes (CTT) y la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos establece que las funciones del ente Regulador son:

- Monitorear permanentemente el entorno de operación del transporte público.
- Controlar aspectos relacionados con la función metropolitana del transporte público, su nivel de servicio y la administración de las relaciones demanda - oferta.
- Velar por el cumplimiento de las normativas.
- A nivel de planificación, la CTT debe definir políticas claras sobre la operación del transporte público, desarrollar los planes de mejoramiento de infraestructura de apoyo para garantizar su sostenibilidad y crecimiento.

1.7 Perfil Técnico General del Sistema Propuesto

Como ya se ha mencionado, el sistema propuesto plantea una red primaria, radiales y intersectoriales. Los criterios que se utilizaron como bases para definir las rutas primarias radiales fueron:

- Patrones de demanda.
- Patrones de desarrollo urbano en 1999 y hacia futuro.
- Tendencia de crecimiento del Área Metropolitana de San José.
- Infraestructura vial existente.
- Infraestructura de transporte público existente.

Sectorización

Un sector operativo es un área geográfica que incluye uno o más núcleos terciarios (menos de 75000 habitantes), servidos por rutas de transporte público que se integran entre sí y que tributan a una misma vía principal o radial.

Dentro de la sectorización recomendada, el cantón de Montes de Oca pertenece al sector llamado San Pedro-Curridabat, este incluye gran parte del cantón junto con parte de Curridabat y Tres Ríos. El área de este sector es de 67.8 km², e incluye los barrios de: Tres Ríos, San Diego de Tres Ríos, Tirrases, La Lía, Hacienda Viaja, Curridabat, Plaza del Sol, San Pedro, Lomas de Ayarco, Pinares, Cipreses, Concepción de Tres Ríos, Granadilla, San Rafael, San Ramón, Salitrillos, Sabanilla, Betania, Vargas Araya, Lourdes, Barrio Pinto, y Universidad de Costa Rica. Las rutas involucradas en este sector ya se habían mencionado en la tabla 5.

Rutas Intersectoriales y Zonas de Tránsito

La ruta intersectorial existente, la Periférica, deberá desaparecer, pues será sustituida por siete rutas intersectoriales, que atenderán las necesidades de movimientos periféricos de los usuarios. La consolidación de zonas de tránsito en los puntos de intersección de las radiales contribuirá a que el usuario cambie su percepción de nodos de integración. Las siete rutas intersectoriales se muestran en la figura 10.

Para lograr la integración de las rutas de cada sector se propone una red secundaria por cada sector, donde los puntos de tránsito entre la primaria y la secundaria coincidan. También se diseñaría integrar una sola tarifa por sector o adoptar un sistema de tarjetas mensuales. Para mejorar el transporte público se dará prioridad de vía a los autobuses en las vías radiales.

Se recomiendan en total 17 nodos de integración, que permitan el intercambio de usuarios entre rutas primarias o entre rutas secundarias y primarias. El correspondiente al Cantón de Montes de Oca fue el nodo Radial “Tres Ríos – San Pedro – San José” ubicados en el centro de Curridabat y el centro de San Pedro.

Una vez consolidados las rutas primarias, los nodos y las rutas radiales con sus redes secundarias se unirán las radiales con el centro de San José utilizando para ello conceptos urbanísticos de formación de ejes de desarrollo. En la figura 11 se muestra la propuesta para la red secundaria para el sector de San Pedro – Curridabat.

Tecnología Rodante

Existen 4 tipos de vehículos básicos para el sistema:

- Autobuses de alta capacidad: para uso durante períodos pico en rutas primarias radiales; con capacidad de más de 125 personas por unidad, con tres puertas de doble canal.
- Autobuses convencionales: para uso en rutas primarias y secundarias, con capacidad de entre 50 y 90 personas por unidad, con dos puertas de doble canal.
- Autobuses pequeños: en rutas secundarias, con dos puertas de un solo canal.
- Microbuses: para servicios de apoyo o requerimientos particulares, con una sola puerta de un solo canal.

Sistema de Cobro

Sistema de pago previo para reducir los tiempos de espera en paradas, a fin de lograr un mejor nivel de servicio.

Las tarifas se definirán por subsector de servicio y no por rutas individuales; el cálculo de la tarifa debe hacerse considerando la operación de todas las rutas en su conjunto.

1.8 Demanda de Transporte Público en el Área Metropolitana de San José

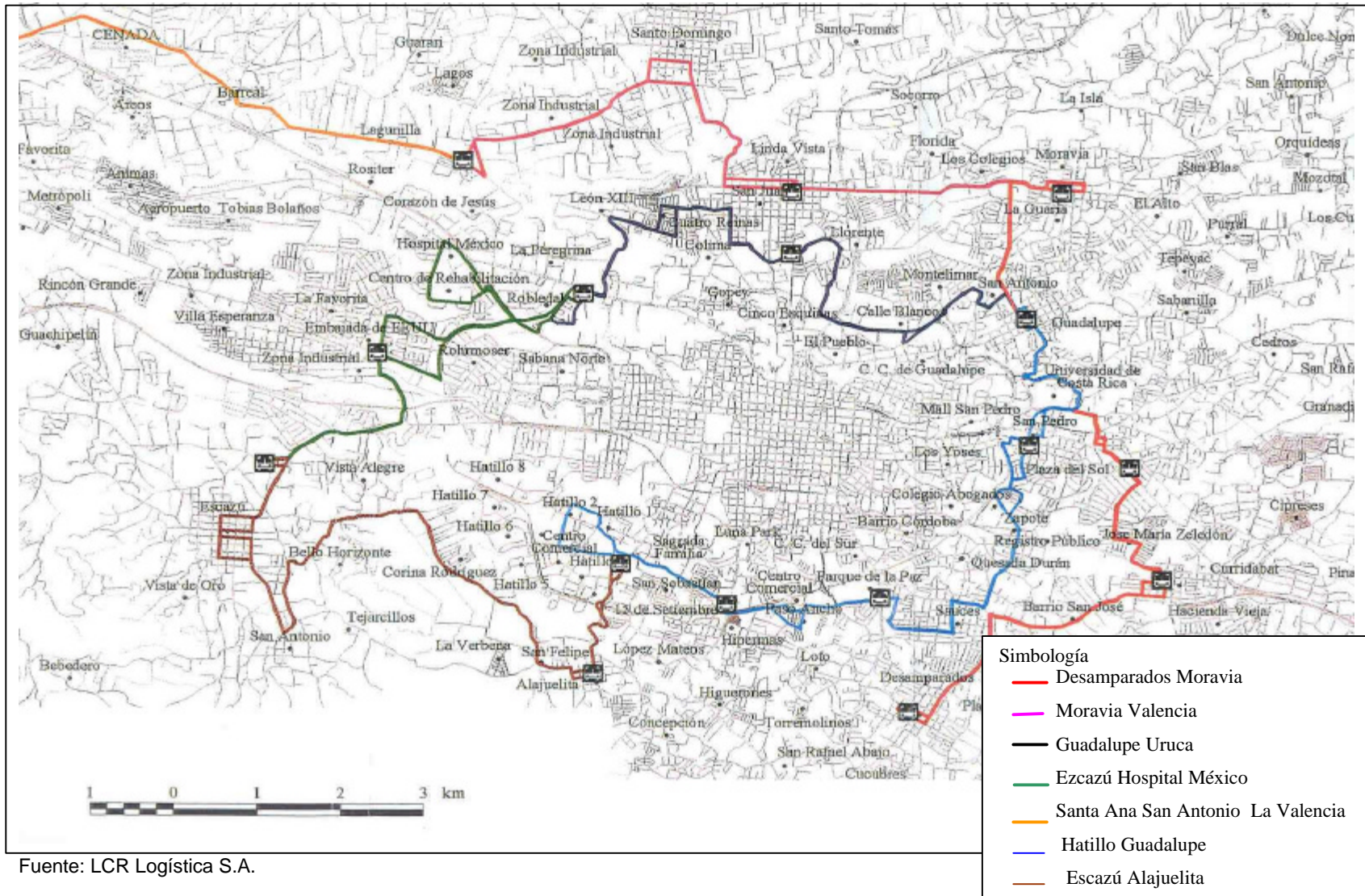
Resulta importante señalar que una parte importante de la demanda entre sectores periféricos ha sido absorbida en los últimos años, por rutas universitarias y otros servicios especiales, que integran el sistema paralelo de transporte público.

La demanda real es difícil de percibir, ya que en muchas ocasiones se presentan rutas indirectas, donde las personas tienen que pasar al centro de San José para realizar un transbordo y llegar al lugar que desean.

Los estudios de demanda se realizan con la única información necesaria, las encuestas cordón realizadas por el MOPT todos los años y hasta 1996, para las estimaciones de demanda se utilizó el programa SIATGAM. Por lo que la información obtenida tiene cierto grado de incertidumbre, además se integraron las 388 zonas en los sectores del estudio.

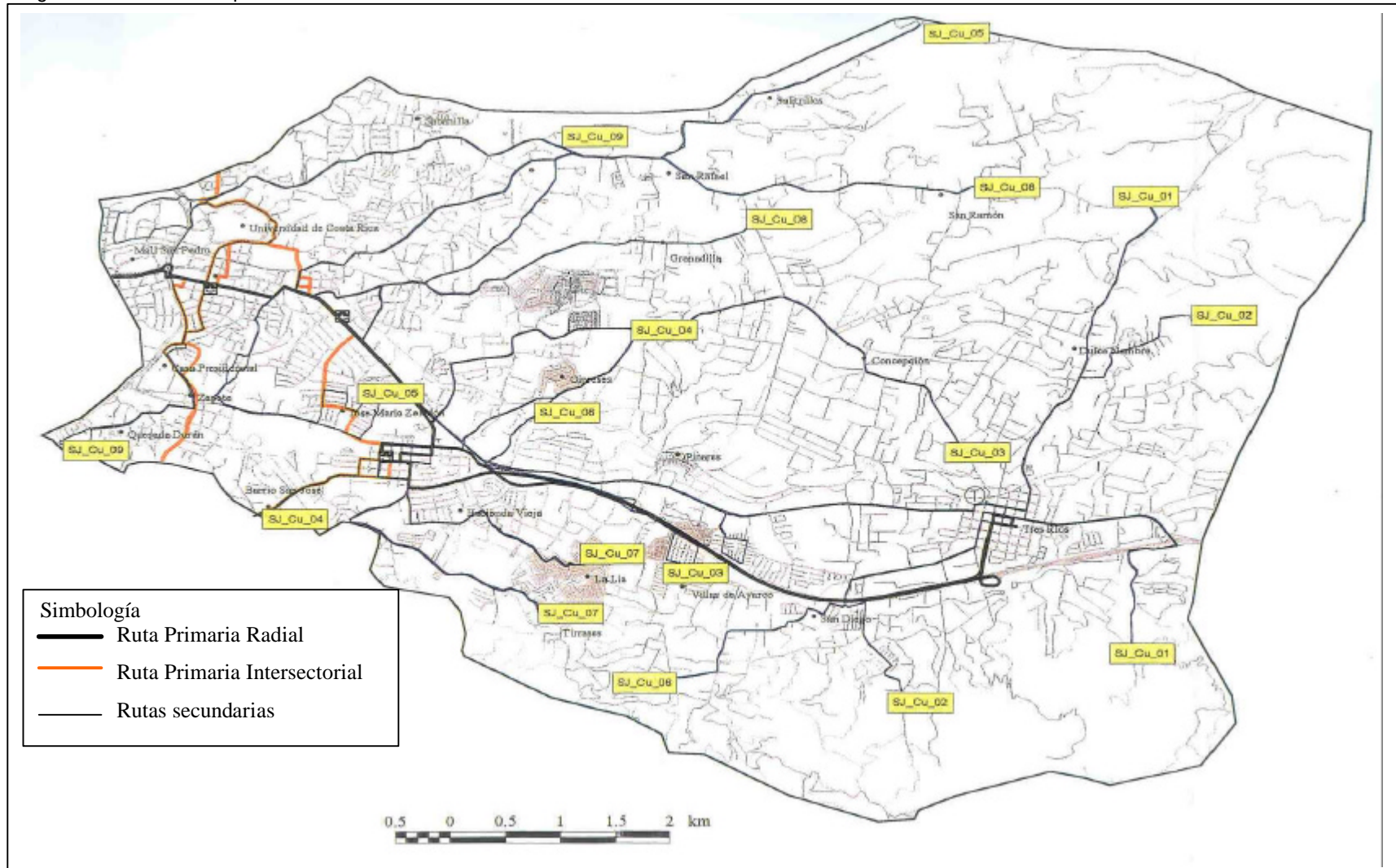
Las estimaciones que se realizaron de la demanda de transporte corresponden a los años 1999, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020. En las siguientes figuras se muestran estas estimaciones de la demanda, para diferentes situaciones.

Fig. 10 Rutas Intersectoriales Recomendadas



Fuente: LCR Logística S.A.

Fig. 11 Red Secundaria para el Sector San Pedro – Curridabat.



Fuente: LCR Logística S.A.

Fig. 12 Necesidad de Viajes Producidos en San José

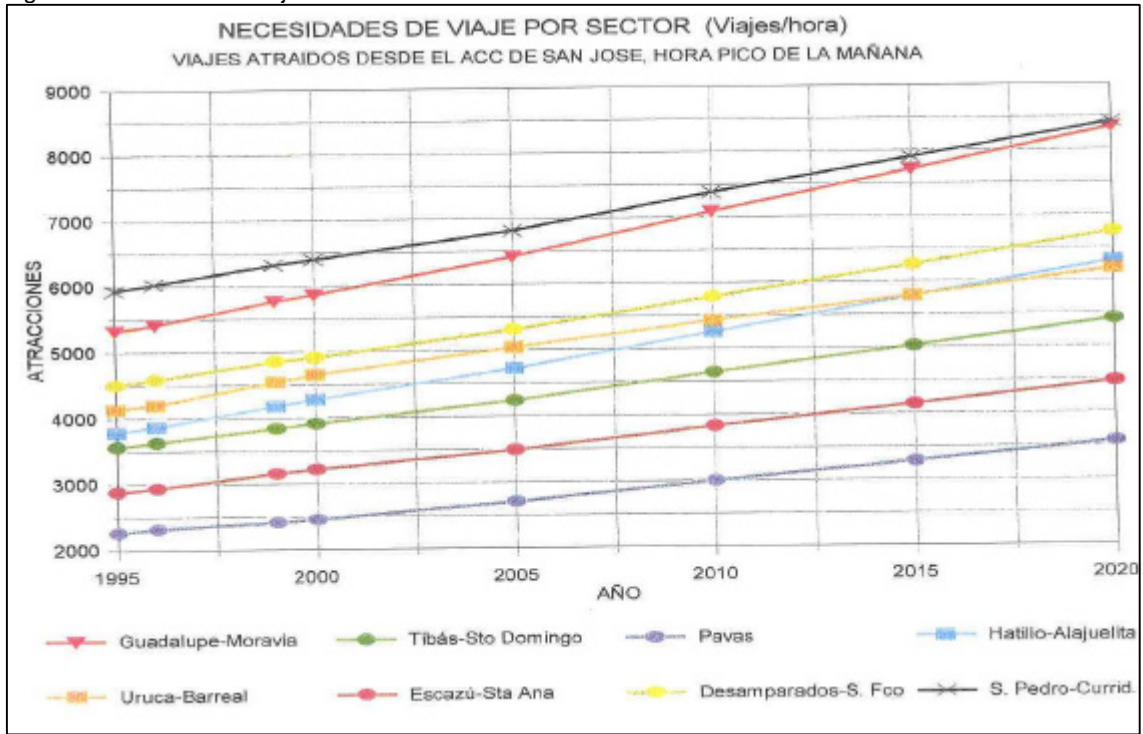


Fig. 13 Necesidad de Viajes Atraídos hacia San José

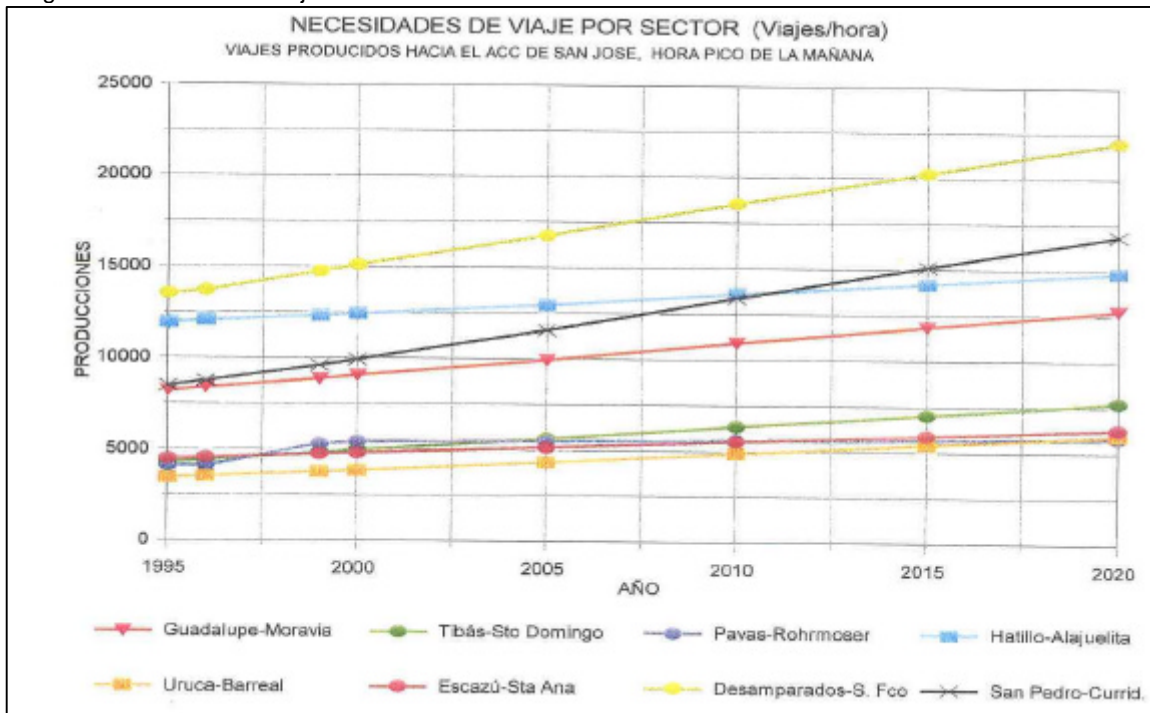
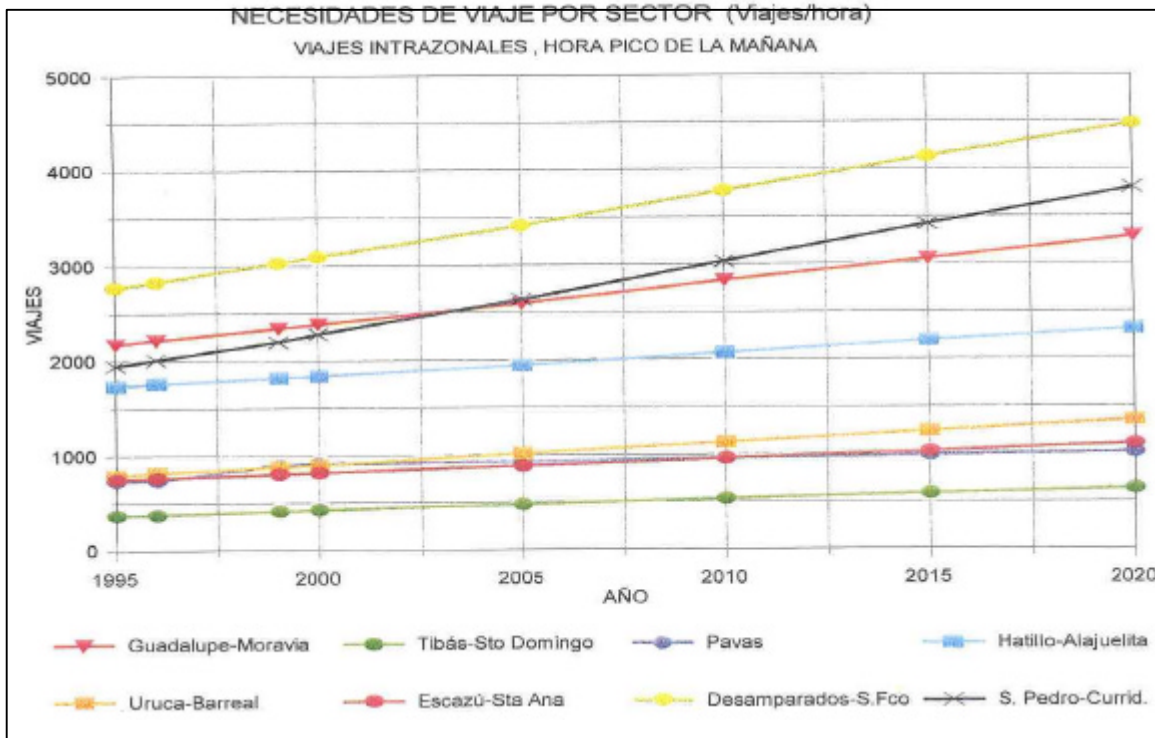


Fig. 14 Necesidad de Viajes ntersectoriales



Desde la perspectiva de cobertura, la alternativa nula y la propuesta exhiben una mayor flexibilidad para manejar el proceso de crecimiento, al estar basado este en la creación de nuevas rutas secundarias administradas por los mismos operadores sectoriales y no en nuevas rutas radiales administradas por nuevos operadores.

1.9 Bibliografía

1. L.C.R. Logística (Ing. Leonardo Castro Rodríguez. M.E., M.B.A., Director Técnico). "Reorganización del Transporte Público Colectivo en el Área Metropolitana de San José " Informe de Avance N°1. Costa Rica, marzo de1999.
2. L.C.R. Logística (Ing. Leonardo Castro Rodríguez. M.E., M.B.A., Director Técnico). "Reorganización del Transporte Público Colectivo en el Área Metropolitana de San José " Informe Final. Costa Rica, noviembre de1999.