



**Plan Nacional de Transportes
de
Costa Rica**

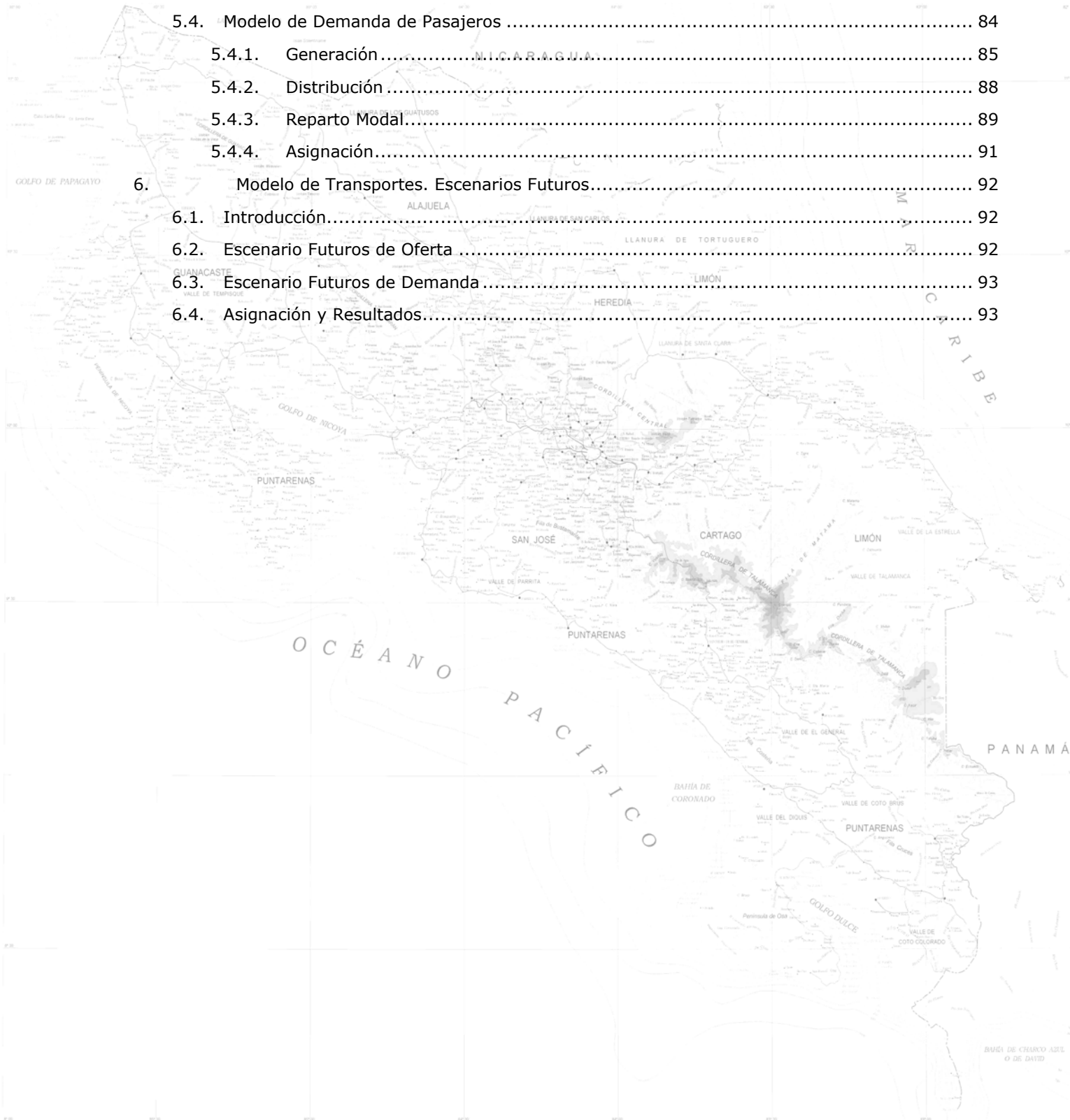
**Tercer Informe Parcial
ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE.
METODOLOGÍA.**

Diciembre de 2010

ÍNDICE

	Pág.
1. Preámbulo	7
2. Información de Partida	8
2.1. Zonificación	8
2.2. Variables Socioeconómicas	13
2.2.1. Población	13
2.2.2. Empleo	15
2.2.3. Motorización	18
2.2.4. Vivienda.....	22
2.2.5. Empresas	25
2.2.6. Producto Interno Bruto. PIB	28
3. Situación Actual	29
3.1. Transporte por Carreteras	30
3.1.1. Oferta Modo Carretera	30
3.1.2. Demanda Modo Carretera	35
3.2. Transporte Aéreo	43
3.2.1. Oferta Modo Aéreo.....	43
3.2.2. Demanda Modo Aéreo	46
3.3. Transporte Ferroviario	46
3.3.1. Oferta Modo Ferroviario.....	46
3.3.2. Demanda Modo Ferroviario	49
3.4. Transporte Marítimo	51
3.4.1. Oferta Modo Marítimo	51
3.4.2. Demanda Modo Marítimo	53
4. Modelo de Transportes. Generalidades	59
4.1. Introducción.....	59
4.2. Consideraciones Generales de la Metodología.....	59
4.3. Características principales del software	61
5. Modelo de Transportes. Escenario Base.....	63
5.1. Introducción.....	63
5.2. Zonificación	64
5.3. Modelo de Oferta	72
5.3.1. Modo Carretera	73

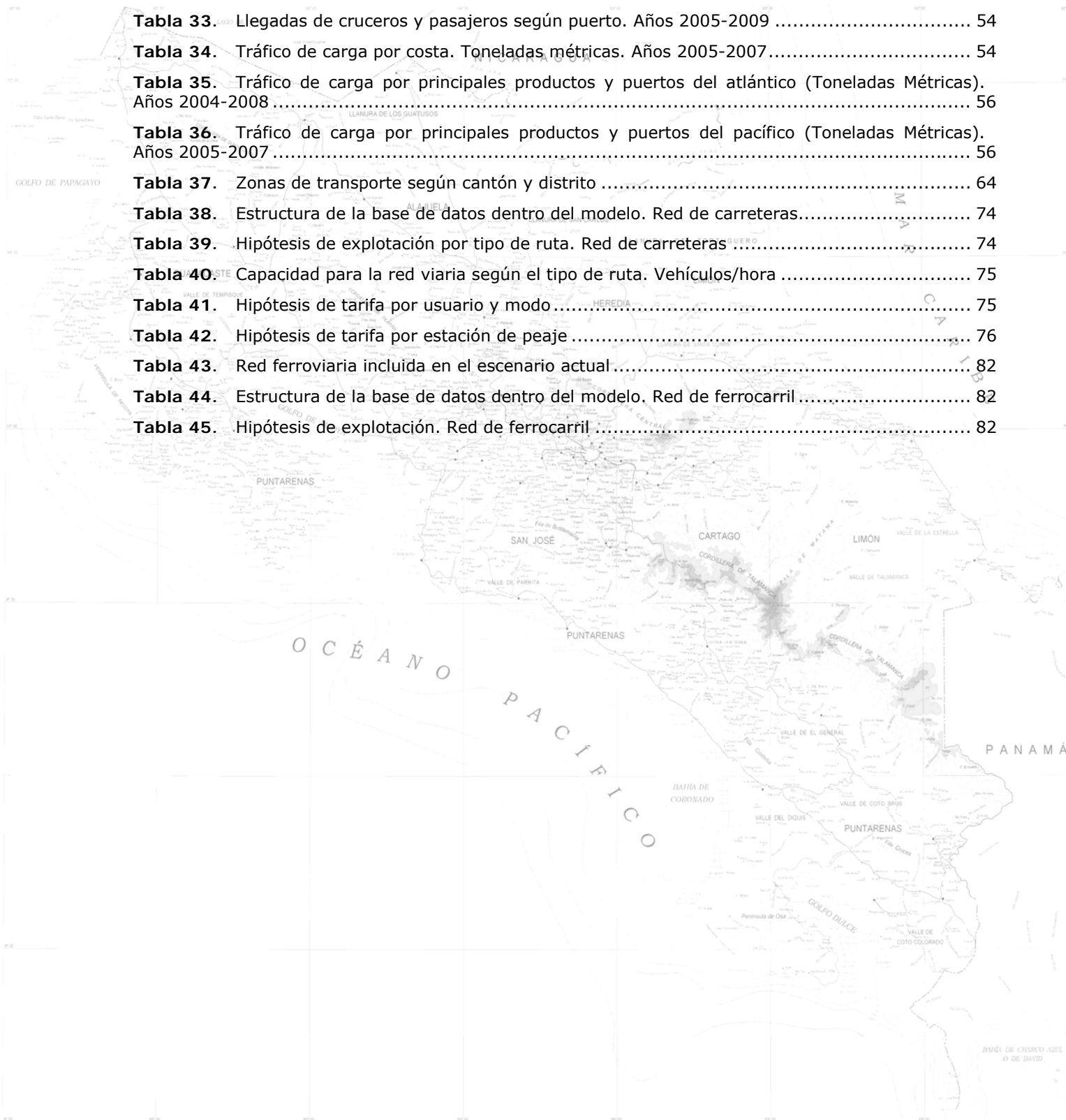
5.3.2.	Modo Ferroviario	82
5.4.	Modelo de Demanda de Pasajeros	84
5.4.1.	Generación	85
5.4.2.	Distribución	88
5.4.3.	Reparto Modal	89
5.4.4.	Asignación	91
6.	Modelo de Transportes. Escenarios Futuros	92
6.1.	Introducción	92
6.2.	Escenario Futuros de Oferta	92
6.3.	Escenario Futuros de Demanda	93
6.4.	Asignación y Resultados	93



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución administrativa. Provincias, cantones y distritos	9
Tabla 2. Distribución de la población por provincia. Años 2002-2008	13
Tabla 3. Distribución de la población por cantón. Años 2002-2008	13
Tabla 4. Población total por condición de actividad. Años 2002-2008	16
Tabla 5. Distribución de ocupados a nivel cantón. Años 2002-2008	16
Tabla 6. Vehículos automotores en circulación según tipo. Años 2002-2008.....	18
Tabla 7. Índice de Motorización. Años 2002-2008	19
Tabla 8. Total de vehículos automotores en circulación según cantón. Años 2002-2008.....	19
Tabla 9. Total de viviendas ocupadas y promedio de habitantes. Años 2002-2008	22
Tabla 10. Total de viviendas según cantón. Años 2002-2008.....	22
Tabla 11. Total del número de empresas según sectores de actividad económica. Año 2008	25
Tabla 12. Distribución de empresas según cantón. Año 2008	26
Tabla 13. Producto Interno Bruto a precios constantes según rama de actividad (millones de colones). Años 2002-2008.....	28
Tabla 14. Longitud de la red vial por tipo de superficie de rodamiento (kilómetros)	30
Tabla 15. Listado de rutas de la red vial nacional primaria según provincias	31
Tabla 16. Listado de rutas de la red vial nacional secundarias según provincias	32
Tabla 17. Listado de rutas de la red vial nacional terciaria según provincias	33
Tabla 18. Transporte de pasajeros por carreteras según modo (viajeros/día). Año 2010.....	36
Tabla 19. Transporte internacional de carga por carreteras según frontera (millones de toneladas). Año 2007	36
Tabla 20. Número de autobuses en los puntos de aforo de los trabajos de campo	39
Tabla 21. Rutas de la red vial con estación de peaje	40
Tabla 22. Historial de conteo de vehículos por estación de peaje. Años 1998-2007.....	40
Tabla 23. Tránsito promedio diario (TPD) de puntos de aforos del plan de investigación directa, según ruta y tipo de vehículo. Año 2010.....	41
Tabla 24. Matriz en Vehículo Privado según provincias. Viajes/día. Año 2010.....	42
Tabla 25. Matriz en autobús según provincias. Viajes/día. Año 2010	43
Tabla 26. Listado de aeródromos según tipo, propiedad, provincia, cantón y clase de superficie	44
Tabla 27. Pasajeros y mercancías (miles de toneladas). Aeródromo Juan Santamaría. Años 1999-2007	46
Tabla 28. Mercancías por línea de ferrocarril. Toneladas al año. Años 2001-2007	49
Tabla 29. Mercancías por línea de ferrocarril y producto. Toneladas al año. Años 2004-2007	50
Tabla 30. Pasajeros línea urbana Pavas – San Pedro. Viajeros al año. Años 2007-2009.....	50
Tabla 31. Rutas vigentes autorizadas por ARESEP para los servicios de cabotaje.....	52

Tabla 32. Llegadas de cruceros y pasajeros. Años 1993-2008	54
Tabla 33. Llegadas de cruceros y pasajeros según puerto. Años 2005-2009	54
Tabla 34. Tráfico de carga por costa. Toneladas métricas. Años 2005-2007.....	54
Tabla 35. Tráfico de carga por principales productos y puertos del atlántico (Toneladas Métricas). Años 2004-2008	56
Tabla 36. Tráfico de carga por principales productos y puertos del pacífico (Toneladas Métricas). Años 2005-2007	56
Tabla 37. Zonas de transporte según cantón y distrito	64
Tabla 38. Estructura de la base de datos dentro del modelo. Red de carreteras.....	74
Tabla 39. Hipótesis de explotación por tipo de ruta. Red de carreteras	74
Tabla 40. Capacidad para la red viaria según el tipo de ruta. Vehículos/hora	75
Tabla 41. Hipótesis de tarifa por usuario y modo	75
Tabla 42. Hipótesis de tarifa por estación de peaje	76
Tabla 43. Red ferroviaria incluida en el escenario actual	82
Tabla 44. Estructura de la base de datos dentro del modelo. Red de ferrocarril	82
Tabla 45. Hipótesis de explotación. Red de ferrocarril	82



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución administrativa. Provincias y cantones	8
Figura 2. Distribución de la población por cantón. Año 2008	15
Figura 3. Distribución de ocupados por cantón. Año 2008	18
Figura 4. Distribución Vehicular. Año 2008.....	19
Figura 5. Distribución de vehículos en circulación por cantón. Año 2008	21
Figura 6. Distribución de viviendas por cantón. Año 2008	25
Figura 7. Distribución de empresas por cantón. Año 2008	27
Figura 8. Producto Interno Bruto a precios constantes. Años 2002-2008	29
Figura 9. Distribución de la red vial por tipo de rodamiento	30
Figura 10. Red Vial Nacional.....	31
Figura 11. Red de autobús según tipo de línea	35
Figura 12. Ubicación de las estaciones de recuento en la red vial nacional.....	37
Figura 13. Ubicación de los puntos de aforo de los trabajos de campo	38
Figura 14. Ubicación de los puntos de aforo de los trabajos de campo, detalle	39
Figura 15. Mapa de aeródromos.....	43
Figura 16. Red líneas ferroviarias del Atlántico y del Pacífico	47
Figura 17. Red línea urbana San José - Heredia.....	47
Figura 18. Red línea urbana Pavas – San Pedro.....	48
Figura 19. Ubicación de los puertos.....	52
Figura 20. Línea del servicio de cabotaje Puntarenas - Paquera	53
Figura 21. Demanda servicio de la línea Puntarenas-Paquera. Viajeros y vehículos. Años 1996-2006	59
Figura 22. Zonas de transporte.....	72
Figura 23. Red de carretera. Situación actual.....	78
Figura 24. Red de carretera. Situación actual. Detalle	79
Figura 25. Red de carretera. Situación actual. Asignación Preliminar	80
Figura 26. Red de carretera. Situación actual. Asignación Preliminar. Detalle.....	81
Figura 27. Red de ferrocarril. Situación actual.....	83

1. Preámbulo

Este informe presenta las diversas medidas adoptadas en el desarrollo del modelo de transporte de Costa Rica en la situación actual y la base para el desarrollo de escenarios futuros.

Un modelo es una representación simplificada de la realidad. Es una abstracción utilizada para lograr una mayor claridad al acercarse a la realidad, incluyendo su variedad y complejidad reducida, con el modelo, a niveles que puedan entender y analizar adecuadamente los detalles.

El objetivo de las tareas relativas a la modelización de la red del sistema de transporte de Costa Rica es construir una herramienta para reproducir el comportamiento de dicha red en la situación actual y predecir el comportamiento esperado en los escenarios futuros.

El informe está estructurado tal como se describe a continuación:

Una primera parte que incluye la información general de partida: delimitación del área de estudio y zonificación inicial, y datos socioeconómicos disponibles que servirán como base para el modelo.

Una segunda parte que analiza la información de la oferta y la demanda por modo de transporte recogida en la etapa de levantamiento de la información general, para establecer una caracterización de la situación actual.

En la tercera parte se describe la metodología general para el desarrollo de modelos de transporte y las principales características del programa informático utilizado para su aplicación.

La cuarta parte detalla los pasos del proceso seguido para la modelización del escenario base:

- Zonificación para el modelo.
- Estructuración del modelo de oferta en el programa informático utilizado.
- Metodología y desarrollo del modelo de demanda.

Por último, se incluye la base para la estimación de los escenarios futuros.

2. Información de Partida

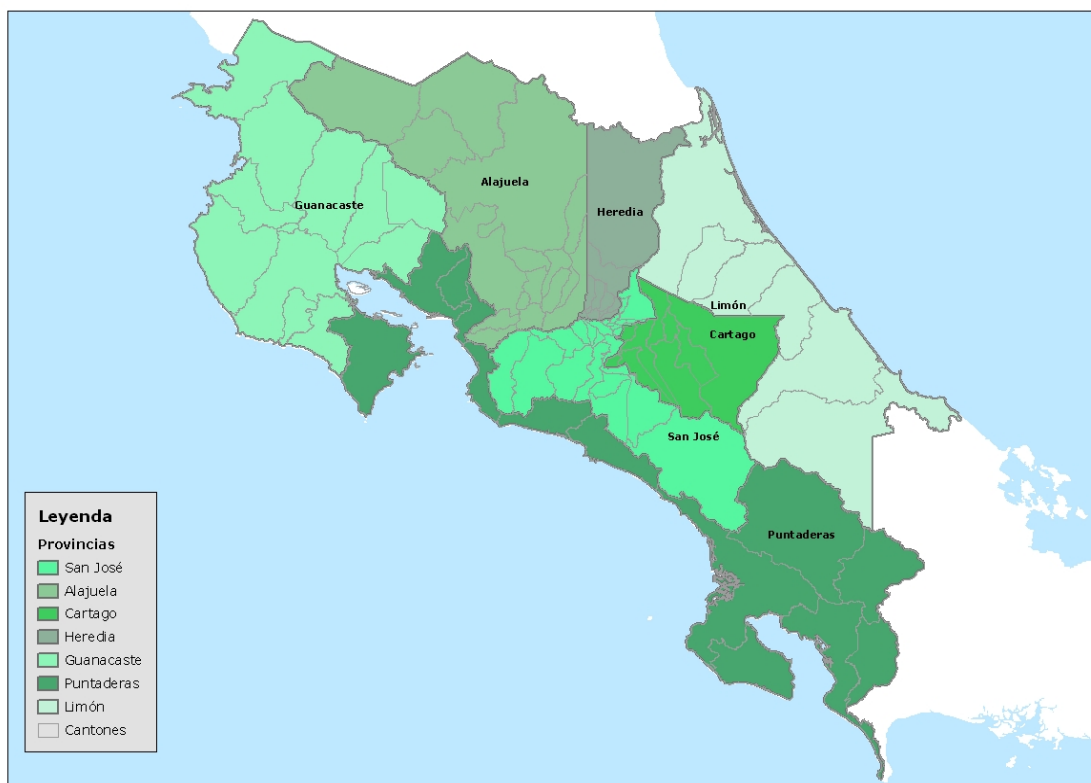
2.1. Zonificación

Todo el proceso de modelización de la red de transportes debe tener una referencia espacial que relacione la red (oferta) con los datos de movilidad (demanda). Por lo tanto es necesario delimitar la zona de estudio y su zonificación.

El objetivo de la zonificación es configurar la base de referencia espacial para los datos de los flujos de viajes y las variables explicativas utilizadas en el proceso de modelización. El nivel de desagregación depende de la infraestructura analizada y el área de estudio.

Las normas habituales de desagregación se corresponden con las divisiones administrativas de los países y las zonas deberán tener una cierta homogeneidad en los parámetros que afectan a la movilidad.

Figura 1. Distribución administrativa. Provincias y cantones



Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

En el caso del Plan Nacional de Transportes de Costa Rica, se considera como área de estudio todo el territorio del país, teniendo en cuenta los tráficos con origen y destino dentro del mismo.

Ahora bien, para la zonificación inicialmente se ha tomado como base la división administrativa del país en 7 provincias, 81 cantones y 471 distritos.

Tabla 1. *Distribución administrativa. Provincias, cantones y distritos*

Provincia	Canton	Distrito	Provincia	Canton	Distrito
San José	San José	Carmen		Alajuelita	Alajuelita
		Merced			San Josecito
		Hospital		San Antonio	
		Catedral		Concepción	
		Zapote		San Felipe	
		San Francisco de Dos Ríos		San Isidro	
		Uruca		San Rafael	
		Mata Redonda		Dulce Nombre de Jesús	
		Pavas		Patalillo	
		Hatillo		Cascajal	
	San Sebastián	San Ignacio			
	Escazú	Escazú		Guaitil	
		San Antonio		Palmichal	
	Desamparados	Desamparados		Cangrejal	
Sabanillas					
San Miguel		San Juan			
San Juan de Dios		Cinco Esquinas			
San Rafael Arriba		Anselmo Llorente			
San Antonio		León XIII			
Frailes		Colima			
Patarrá		San Vicente			
San Cristóbal		San Jerónimo			
Rosario		Trinidad			
Damas	San Pedro				
San Rafael Abajo	Sabanilla				
Gravilias	Mercedes				
Los Guido	San Rafael				
Puriscal	Santiago	San Pablo			
		San Pedro			
	Mercedes Sur	San Juan de Mata			
	Barbacoas	San Luis			
	Grifo Alto	Carara			
	San Rafael	Santa María			
Tarrazú	San Marcos	Jardín			
		Copey			
	San Lorenzo	Curridabat			
	San Carlos	Granadilla			
Aserri	Aserri	Sánchez			
		Tirrases			
	Tarbaca	Pérez Zeledón	San Isidro de El General		
	Vuelta de Jorco		General		
San Gabriel	Daniel Flores				
Legua	Rivas				
Monterrey	San Pedro				
Salitrillos	Platanares				
Mora	Colón	Pejibaye			
		Cajón			
	Guayabo	Barú			
Tabarcia	Río Nuevo				
Goicoechea	Piedras Negras	Páramo			
		San Pablo			
	Picagres	San Andrés			
	Guadalupe	Llano Bonito			
	San Francisco	San Isidro			
	Calle Blancos	Santa Cruz			
Mata de Plátano	San Antonio				
Santa Ana	Ipís				
	Rancho Redondo				
	Purrál				
	Brasil				

Provincia	Canton	Distrito
Alajuela	Alajuela	Alajuela
		San José
		Carrizal
		San Antonio
		Guácima
		San Isidro
		Sabanilla
		San Rafael
		Río Segundo
		Desamparados
San Ramón	San Ramón	Turrúcares
		Tambor
		Garita
		Sarapiquí
		San Ramón
		Santiago
		San Juan
		Piedades Norte
		Piedades Sur
		San Rafael
San Carlos	San Carlos	San Isidro
		Angeles
		Alfaro
		Volio
		Concepción
		Zapotal
		Peñas Blancas
		Quesada
		Florencia
		Aguas Zarcas
Alfaro Ruiz	Alfaro Ruiz	Venecia
		Pital
		Fortuna
		Tigra
		Palmera
		Venado
		Cutris
		Monterrey
		Pocosol
		Zarcelero
Valverde Vega	Valverde Vega	Laguna
		Tapezco
		Guadalupe
		Palmira
		Zapote
		Brisas
		Sarchí Norte
		Sarchí Sur
		Toro Amarillo
		San Pedro
Upala	Upala	Rodríguez
		Upala
		Aguas Claras
		San José (Pizote)
		Bijagua
		Delicias
		Dos Ríos
		Yolillal
		Los Chiles
		Los Chiles
Caño Negro		
El Amparo		
San Jorge		

Provincia	Canton	Distrito		
Grecia	Grecia	San Rafael		
		Buenavista		
		Cote		
		Katira		
		Grecia		
		San Isidro		
		San José		
		San Roque		
		Tacares		
		Río Cuarto		
San Mateo	San Mateo	Puente de Piedra		
		Bolívar		
		San Mateo		
		Desmonte		
		Jesús María		
		Atenas	Atenas	Jesús
				Mercedes
				San Isidro
				Concepción
				San José
Santa Eulalia				
Escobal				
Naranjo				
Naranjo	Naranjo			Naranjo
				San Miguel
		San José		
		Cirrí Sur		
		San Jerónimo		
		San Juan		
		Rosario		
		Palmitos		
		Palmares	Palmares	Palmares
				Zaragoza
Buenos Aires				
Santiago				
Candelaria				
Esquipulas				
Granja				
Poás				
Poás	Poás			San Pedro
				San Juan
		San Rafael		
		Carrillos		
		Sabana Redonda		
		Orotina	Orotina	Orotina
				Mastate
				Hacienda Vieja
				Coyolar
				Ceiba

Provincia	Canton	Distrito	Provincia	Canton	Distrito		
Cartago	Cartago	Oriental	Guanacaste	Santo Domingo	Santo Domingo		
		Occidental			San Vicente		
		Carmen			San Miguel		
		San Nicolás			Paracito		
		Agua Caliente (San Francisco)			Santo Tomás		
		Guadalupe (Arenilla)			Santa Rosa		
		Corralillo			Tures		
		Tierra Blanca			Pará		
		Dulce Nombre			Santa Bárbara		
		Llano Grande			San Pedro		
	Quebradilla	San Juan					
	Paraíso	Paraíso			Jesús	Santa Bárbara	Santa Bárbara
		Santiago			Santo Domingo		San Pedro
	La Unión	Orosí			Cachí	San Rafael	San Rafael
Llanos de Santa Lucía			San Josecito				
Tres Ríos		Santiago	San Isidro	Santiago			
		San Diego		Ángeles			
		San Juan		Concepción			
		San Rafael		San Isidro			
		Concepción		San José			
Jiménez	Dulce Nombre	Belén	Concepción				
	San Ramón		San Antonio				
Turrialba	Río Azul	Flores	Ribera				
	Juan Viñas		Asunción				
	Tucurrique	San Pablo	San Joaquín				
	Pejibaye		Barrantes				
	Turrialba	Turrialba	Sarapiquí	Llorente			
		La Suiza		San Pablo			
		Peralta	Rincón de Sabanilla				
		Santa Cruz	Puerto Viejo				
		Santa Teresita	La Virgen				
		Pavones	Horquetas				
Alvarado	Tuis	Liberia	Llanuras del Gaspar				
	Tayutic		Cureña				
Oreamuno	Santa Rosa	Nicoya	Liberia				
	Tres Equis		Cañas Dulces				
	La Isabel	Mayorga					
El Guarco	Chirripó	Santa Cruz	Nacascolo				
	Pacayas		Curubandé				
	Cervantes		Nicoya				
	Capellades		Mansión				
Heredia	Heredia	Barva	San Antonio				
			Mercedes	Quebrada Honda			
Heredia	Heredia	Barva	Sámara				
			San Francisco	Nosara			
			Ulloa	Belén de Nosarita			
			Vara Blanca	Santa Cruz			
			Barva	Bolsón			
	Barva	San Pedro	Bagaces	Veintisiete de Abril			
		San Pablo		Tempate			
		San Roque		Cartagena			
		Santa Lucía		Cuajiniquíl			
		San José de la Montaña		Diriá			

Provincia	Canton	Distrito	Provincia	Canton	Distrito
	Carrillo	Filadelfia Palmira Sardinal Belén		Montes de Oro	Miramar Unión San Isidro
	Cañas	Cañas Palmira San Miguel Bebedero Porozal		Osa	Puerto Cortés Palmar Sierpe Bahía Ballena Piedras Blancas
	Abangares	Juntas Sierra San Juan Colorado		Aguirre	Quepos Savegre Naranjito
	Tilarán	Tilarán Quebrada Grande Tronadora Santa Rosa Líbano Tierras Morenas Arenal		Golfito	Golfito Puerto Jiménez Guaycará Pavón
	Nandayure	Carmona Santa Rita Zapotal San Pablo Porvenir Bejuco		Coto Brus	San Vito Sabalito Aguabuena Limoncito Pittier
	La Cruz	La Cruz Santa Cecilia Garita Santa Elena		Parrita	Parrita
	Hojancha	Hojancha Monte Romo Puerto Carrillo Huacas		Corredores	Corredor La Cuesta Canoas Laurel
	Puntarenas	Puntarenas		Puntarenas Pitahaya Chomes Lepanto Paquera Manzanillo Guacimal Barranca Monte Verde Cóbano Chacarita Chira Acapulco El Roble Arancibia	Garabito
Limón					Limón Valle La Estrella Río Blanco Matama
Pococí					Guápiles Jiménez Rita Roxana Cariari Colorado
Siquirres			Siquirres Pacuarito Florida Germania Cairo Alegría		
Talamanca			Bratsi Sixaola Cahuíta Telire		
Esparza	Espíritu Santo San Juan Grande Macacona San Rafael San Jerónimo	Matina	Matina Batán Carrandi		
Buenos Aires	Buenos Aires Volcán Potrero Grande Boruca Pilás Colinas Chánguena Biolley Brunka	Guácimo	Guácimo Mercedes Pocora Río Jiménez Duacari		

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

2.2. Variables Socioeconómicas

Para caracterizar el modelo, es necesario conocer las variables socioeconómicas del área de estudio, para más adelante reproducir la movilidad según dichas variables.

2.2.1. Población

Costa Rica tiene una población total de 4.412.474 para el año 2008, siendo la provincia de San José la que mayor participación tiene (35%).

Tabla 2. Distribución de la población por provincia. Años 2002-2008

Provincia	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1 San José	1.435.449	1.454.020	1.471.946	1.489.237	1.505.851	1.522.749	1.539.837
2 Alajuela	767.141	777.997	788.607	799.454	810.165	821.390	833.081
3 Cartago	461.163	467.193	472.970	478.497	484.186	489.673	495.249
4 Heredia	378.681	383.936	388.970	394.045	398.865	403.907	408.926
5 Guanacaste	282.643	286.550	290.492	294.667	298.897	303.618	308.386
6 Puntarenas	384.303	390.340	396.496	402.646	408.654	414.730	421.182
7 Limón	366.484	372.966	379.819	386.163	392.616	399.241	405.813
Total	4.075.864	4.133.002	4.189.300	4.244.709	4.299.234	4.355.308	4.412.474

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

En los últimos años la tasa de crecimiento de población fue del 1,3%, con un máximo de 1,7% en Limón y un mínimo de 1,2% en San José y Cartago. Se dispone de datos de población desde 2002 hasta 2008 con desagregación por distritos (ver anexo), sin embargo para simplificación del documento a continuación se presenta por cantones con su respectiva tasa de crecimiento anual acumulado (c.a.a.).

Tabla 3. Distribución de la población por cantón. Años 2002-2008

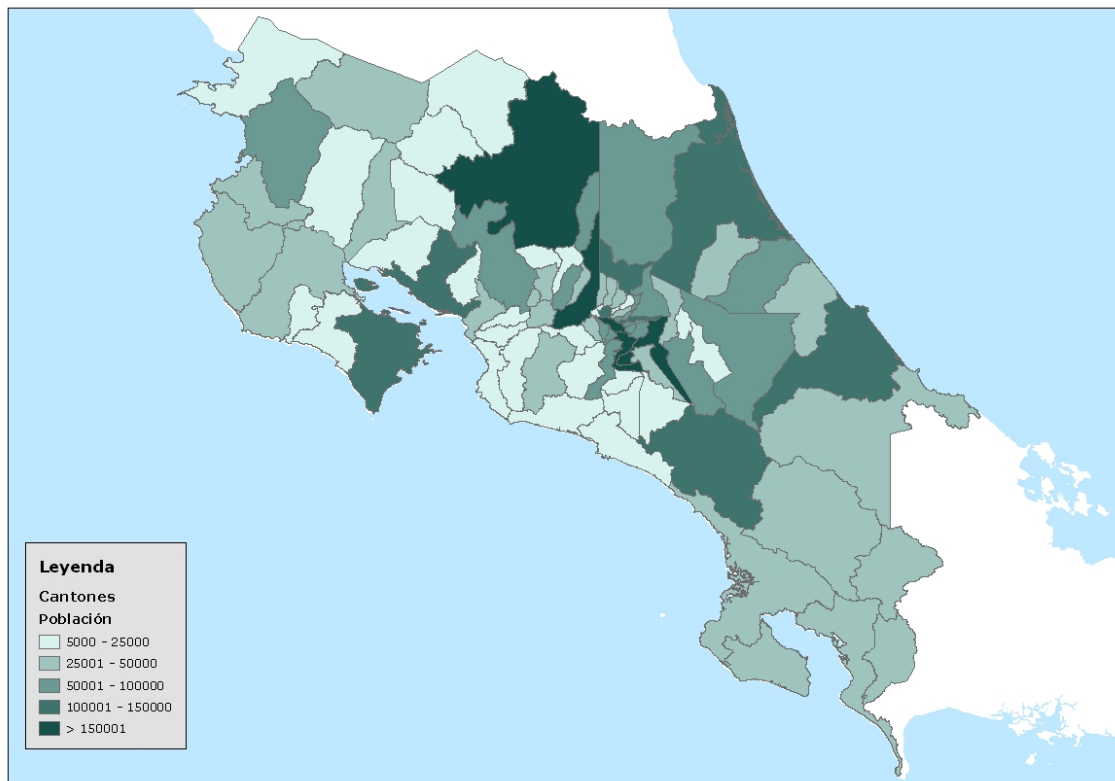
Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	c.a.a. %
101 San José	330.529	334.780	339.046	342.977	346.799	350.535	354.409	1,2
102 Escazú	56.002	56.734	57.533	58.311	59.091	59.811	60.673	1,3
103 Desamparados	206.707	209.636	212.451	215.051	217.568	220.182	222.675	1,2
104 Puriscal	31.202	31.508	31.777	32.085	32.364	32.633	32.937	0,9
105 Tarrazú	15.142	15.368	15.586	15.831	16.055	16.299	16.526	1,5
106 Aserrí	52.808	53.512	54.204	54.903	55.511	56.150	56.779	1,2
107 Mora	23.004	23.277	23.503	23.739	23.990	24.208	24.476	1,0
108 Goicoechea	124.704	125.971	127.295	128.574	129.692	130.932	132.156	1,0
109 Santa Ana	36.963	37.504	37.985	38.578	39.078	39.618	40.205	1,4
110 Alajuelita	75.419	76.656	77.807	78.978	80.017	81.166	82.298	1,5
111 Vázquez de Corr.	59.113	59.905	60.655	61.357	62.058	62.762	63.465	1,2
112 Acosta	19.839	20.086	20.300	20.480	20.678	20.820	21.033	1,0
113 Tibás	76.816	77.820	78.685	79.563	80.352	81.139	81.891	1,1
114 Moravia	53.273	53.777	54.280	54.765	55.195	55.688	56.122	0,9
115 Montes de Oca	53.357	53.866	54.325	54.733	55.149	55.598	56.068	0,8
116 Turrubares	5.175	5.240	5.278	5.328	5.385	5.451	5.504	1,0
117 Dota	6.940	7.027	7.127	7.216	7.323	7.426	7.504	1,3
118 Curridabat	64.998	65.915	66.759	67.541	68.317	69.088	69.900	1,2

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	c.a.a. %
119 Pérez Zeledón	130.982	132.799	134.563	136.293	138.146	140.028	141.835	1,3
120 León Cortés	12.476	12.639	12.787	12.934	13.083	13.215	13.381	1,2
201 Alajuela	237.966	241.176	244.349	247.588	250.814	254.017	257.382	1,3
202 San Ramón	72.567	73.489	74.359	75.182	76.025	76.961	77.907	1,2
203 Grecia	69.703	70.665	71.569	72.505	73.441	74.384	75.363	1,3
204 San Mateo	5.643	5.706	5.746	5.804	5.852	5.881	5.919	0,8
205 Atenas	23.743	23.980	24.207	24.474	24.702	24.922	25.160	1,0
206 Naranjo	40.134	40.619	41.056	41.561	41.987	42.447	42.918	1,1
207 Palmares	31.608	31.938	32.225	32.546	32.892	33.224	33.585	1,0
208 Poás	26.476	26.856	27.150	27.498	27.839	28.249	28.666	1,3
209 Orotina	16.651	16.876	17.076	17.310	17.536	17.737	17.970	1,3
210 San Carlos	137.499	139.815	142.289	144.784	147.302	150.067	152.903	1,8
211 Alfaro Ruiz	11.555	11.721	11.862	11.999	12.135	12.303	12.449	1,2
212 Valverde Vega	17.322	17.521	17.723	17.899	18.095	18.305	18.525	1,1
213 Upala	40.767	41.510	42.225	42.896	43.524	44.216	44.990	1,7
214 Los Chiles	21.523	21.973	22.427	22.870	23.282	23.717	24.130	1,9
215 Guatuso	13.984	14.152	14.344	14.538	14.739	14.960	15.214	1,4
301 Cartago	140.686	142.446	144.073	145.748	147.330	148.883	150.473	1,1
302 Paraíso	55.923	56.662	57.452	58.201	58.994	59.693	60.395	1,3
303 La Unión	85.506	86.591	87.667	88.556	89.525	90.544	91.553	1,1
304 Jiménez	14.934	15.140	15.315	15.497	15.627	15.780	15.937	1,1
305 Turrialba	73.161	74.190	75.156	76.050	76.978	77.836	78.753	1,2
306 Alvarado	13.078	13.215	13.336	13.482	13.648	13.781	13.955	1,1
307 Oreamuno	41.584	42.108	42.595	43.071	43.644	44.184	44.704	1,2
308 El Guarco	36.291	36.841	37.376	37.892	38.440	38.972	39.479	1,4
401 Heredia	110.887	112.462	113.966	115.426	116.764	118.170	119.670	1,3
402 Barva	34.584	35.082	35.486	35.941	36.369	36.856	37.272	1,3
403 Santo Domingo	36.899	37.321	37.670	38.053	38.420	38.806	39.152	1,0
404 Santa Bárbara	31.152	31.574	31.981	32.369	32.766	33.151	33.514	1,2
405 San Rafael	39.636	40.148	40.655	41.139	41.694	42.156	42.651	1,2
406 San Isidro	17.037	17.200	17.365	17.545	17.722	17.935	18.127	1,0
407 Belén	21.085	21.328	21.576	21.828	22.052	22.291	22.530	1,1
408 Flores	16.037	16.257	16.478	16.712	16.904	17.171	17.408	1,4
409 San Pablo	22.038	22.313	22.588	22.830	23.040	23.269	23.513	1,1
410 Sarapiquí	49.326	50.251	51.205	52.202	53.134	54.102	55.089	1,9
501 Liberia	50.359	51.295	52.251	53.247	54.281	55.395	56.520	1,9
502 Nicoya	44.834	45.348	45.897	46.421	46.982	47.555	48.139	1,2
503 Santa Cruz	43.333	43.888	44.361	44.895	45.490	46.138	46.890	1,3
504 Bagaces	17.087	17.283	17.531	17.754	17.978	18.248	18.508	1,3
505 Carrillo	29.298	29.661	30.151	30.691	31.222	31.865	32.509	1,7
506 Cañas	25.897	26.237	26.583	26.941	27.326	27.753	28.163	1,4
507 Abangares	17.289	17.477	17.662	17.863	18.049	18.240	18.421	1,1
508 Tilarán	19.045	19.281	19.508	19.776	19.968	20.230	20.454	1,2
509 Nandayure	10.567	10.690	10.784	10.908	11.022	11.135	11.261	1,1
510 La Cruz	18.004	18.402	18.722	19.070	19.414	19.807	20.194	1,9
511 Hojancha	6.930	6.988	7.042	7.101	7.165	7.252	7.327	0,9
601 Puntarenas	109.799	111.459	113.115	114.824	116.498	118.101	119.814	1,5
602 Esparza	25.503	25.830	26.131	26.450	26.716	27.028	27.370	1,2
603 Buenos Aires	43.526	44.332	45.126	45.811	46.478	47.194	47.948	1,6

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	c.a.a. %
604 Montes de Oro	11.806	11.904	12.030	12.170	12.307	12.424	12.570	1,1
605 Osa	27.592	27.923	28.271	28.579	28.964	29.369	29.783	1,3
606 Aguirre	21.705	22.009	22.393	22.796	23.189	23.657	24.123	1,8
607 Golfito	36.392	37.023	37.656	38.240	38.820	39.389	39.965	1,6
608 Coto Brus	43.570	44.297	44.991	45.669	46.286	46.926	47.606	1,5
609 Parrita	12.877	13.040	13.193	13.392	13.584	13.819	14.041	1,5
610 Corredores	40.274	40.969	41.716	42.487	43.211	43.858	44.558	1,7
611 Garabito	11.259	11.554	11.874	12.228	12.601	12.965	13.404	2,9
701 Limón	97.102	98.828	100.658	102.338	104.007	105.664	107.219	1,7
702 Pococí	111.201	113.091	115.099	116.895	118.787	120.825	122.832	1,7
703 Siquirres	56.246	57.095	58.011	58.813	59.636	60.491	61.349	1,5
704 Talamanca	28.328	29.033	29.706	30.383	31.072	31.821	32.555	2,3
705 Matina	36.058	36.775	37.487	38.190	38.901	39.631	40.321	1,9
706 Guácimo	37.549	38.144	38.858	39.544	40.213	40.809	41.537	1,7
Total	4.075.864	4.133.002	4.189.300	4.244.709	4.299.234	4.355.308	4.412.474	1,3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

Figura 2. Distribución de la población por cantón. Año 2008



Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

2.2.2. Empleo

La tasa de desempleo ha venido disminuyendo en el periodo analizado, sin embargo el último dato del INEC correspondiente al año 2009, representa un aumento en dicha tasa llegando a un 7,8%.

Tabla 4. Población total por condición de actividad. Años 2002-2008

Descripción		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total		3.997.883	4.088.773	4.178.755	4.266.185	4.353.843	4.443.100	4.533.162
Fuerza de Trabajo	Total	1.695.018	1.757.578	1.768.759	1.903.068	1.945.955	2.018.444	2.059.613
	Ocupados	1.586.491	1.640.387	1.653.879	1.776.903	1.829.928	1.952.652	1.957.708
	Desocupados	108.527	117.191	114.880	126.165	116.027	92.792	101.905
Población Inactiva	Total	2.302.865	2.331.195	2.409.996	2.363.117	2.407.888	2.424.656	2.473.549
	Menores de 12 años	937.056	921.594	928.275	916.438	917.797	900.927	901.565
	De 12 años o más	1.365.809	1.409.601	1.481.721	1.446.679	1.490.091	1.523.729	1.571.984
Tasa de Ocupación		51,8%	51,8%	50,9%	53,0%	53,3%	55,1%	53,9%
Tasa de Desempleo Abierto		6,4%	6,7%	6,5%	6,6%	6,0%	4,6%	4,9%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

Aunque para la serie disponible entre el año 2002 y el 2008 solo se tienen los datos de empleo para todo el país, con el censo del año 2000 que dispone de las tasas de ocupación y desempleo abierto por cantón y distrito, se pueden estimar valores muy aproximados para dicha serie con mayor desagregación.

A continuación se presentan los datos estimados de ocupación entre los años 2002 y 2008 por cantones. En el anexo se encuentran desagregados por distritos.

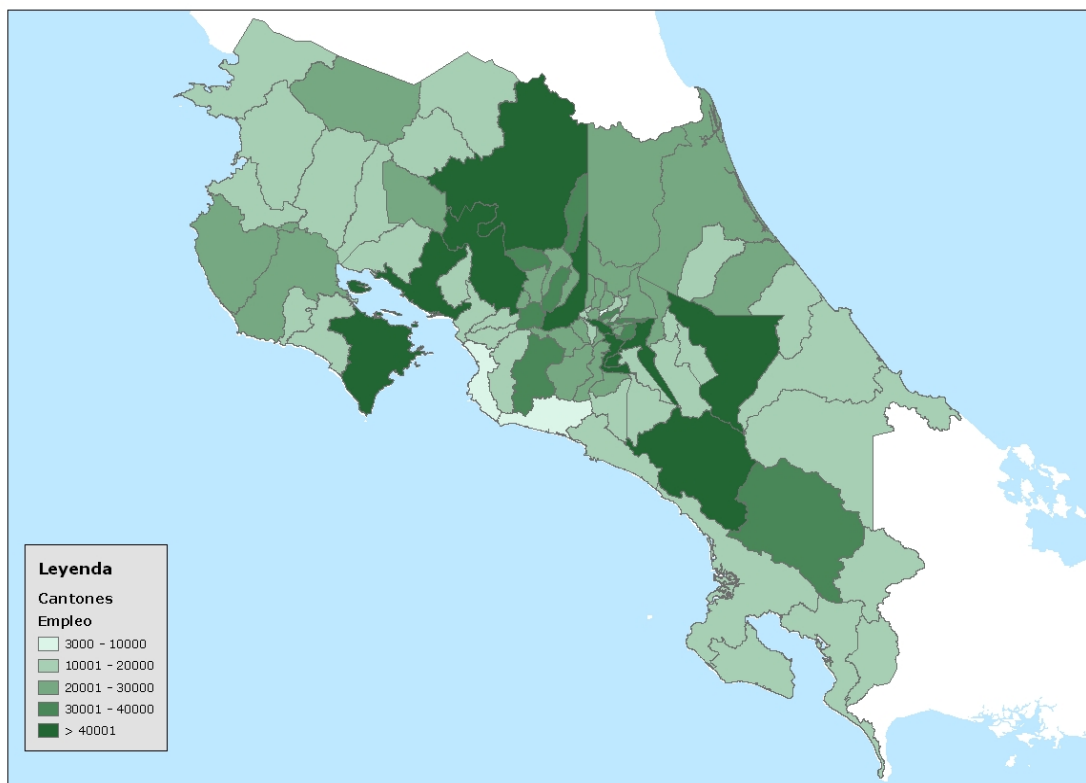
Tabla 5. Distribución de ocupados a nivel cantón. Años 2002-2008

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
101 San José	43.492	44.970	45.340	48.712	50.166	53.530	53.669
102 Escazú	12.387	12.808	12.913	13.874	14.288	15.246	15.285
103 Desamparados	46.099	47.665	48.057	51.632	53.173	56.739	56.885
104 Puriscal	28.003	28.954	29.192	31.364	32.300	34.466	34.555
105 Tarrazú	10.938	11.310	11.403	12.251	12.616	13.463	13.497
106 Aserrí	22.892	23.670	23.864	25.639	26.405	28.175	28.248
107 Mora	17.797	18.402	18.553	19.933	20.528	21.905	21.961
108 Goicoechea	27.160	28.083	28.314	30.420	31.328	33.429	33.515
109 Santa Ana	24.294	25.119	25.326	27.209	28.021	29.901	29.978
110 Alajuelita	19.199	19.851	20.014	21.503	22.145	23.630	23.691
111 Vázquez de Corr.	19.490	20.152	20.318	21.829	22.481	23.988	24.050
112 Acosta	17.151	17.734	17.880	19.210	19.783	21.110	21.164
113 Tibás	19.640	20.307	20.474	21.997	22.653	24.173	24.235
114 Moravia	11.859	12.262	12.363	13.283	13.679	14.597	14.634
115 Montes de Oca	16.781	17.351	17.494	18.795	19.356	20.654	20.708
116 Turrubares	11.954	12.360	12.462	13.389	13.788	14.713	14.751
117 Dota	10.796	11.163	11.255	12.092	12.453	13.288	13.323
118 Curridabat	16.679	17.245	17.387	18.681	19.238	20.528	20.581
119 Pérez Zeledón	35.373	36.575	36.876	39.619	40.801	43.538	43.650
120 León Cortés	20.616	21.317	21.492	23.091	23.780	25.374	25.440
201 Alajuela	51.997	53.764	54.206	58.238	59.976	63.998	64.164
202 San Ramón	44.532	46.045	46.423	49.877	51.365	54.810	54.952
203 Grecia	28.845	29.825	30.071	32.307	33.271	35.503	35.595
204 San Mateo	10.206	10.552	10.639	11.431	11.772	12.561	12.594
205 Atenas	25.191	26.047	26.261	28.215	29.057	31.006	31.086
206 Naranjo	23.490	24.288	24.488	26.310	27.095	28.912	28.987

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
207 Palmares	24.278	25.103	25.309	27.192	28.003	29.881	29.959
208 Poás	18.915	19.558	19.719	21.185	21.818	23.281	23.341
209 Orotina	15.671	16.203	16.336	17.552	18.075	19.288	19.338
210 San Carlos	43.988	45.483	45.857	49.268	50.738	54.141	54.281
211 Alfaro Ruiz	27.885	28.832	29.069	31.231	32.163	34.320	34.409
212 Valverde Vega	18.120	18.735	18.890	20.295	20.900	22.302	22.360
213 Upala	18.970	19.615	19.776	21.247	21.881	23.349	23.409
214 Los Chiles	11.678	12.075	12.174	13.080	13.470	14.374	14.411
215 Guatuso	9.702	10.031	10.114	10.866	11.190	11.941	11.972
301 Cartago	41.083	42.478	42.828	46.013	47.387	50.565	50.695
302 Paraíso	14.600	15.096	15.220	16.352	16.840	17.969	18.016
303 La Unión	31.223	32.284	32.550	34.971	36.015	38.430	38.529
304 Jiménez	10.395	10.748	10.836	11.642	11.990	12.794	12.827
305 Turrialba	34.310	35.476	35.768	38.428	39.575	42.229	42.339
306 Alvarado	11.048	11.424	11.518	12.374	12.744	13.598	13.633
307 Oreamuno	19.096	19.745	19.907	21.388	22.027	23.504	23.565
308 El Guarco	14.946	15.454	15.581	16.740	17.240	18.396	18.444
401 Heredia	20.057	20.738	20.909	22.464	23.135	24.686	24.750
402 Barva	22.191	22.945	23.134	24.855	25.596	27.313	27.384
403 Santo Domingo	30.239	31.266	31.524	33.868	34.879	37.218	37.315
404 Santa Bárbara	22.325	23.083	23.273	25.004	25.751	27.478	27.549
405 San Rafael	19.238	19.892	20.055	21.547	22.190	23.678	23.740
406 San Isidro	14.915	15.422	15.548	16.705	17.203	18.357	18.405
407 Belén	11.812	12.213	12.314	13.230	13.625	14.538	14.576
408 Flores	11.285	11.668	11.764	12.639	13.016	13.889	13.925
409 San Pablo	3.882	4.014	4.047	4.348	4.478	4.778	4.791
410 Sarapiquí	18.175	18.792	18.947	20.356	20.964	22.370	22.428
501 Liberia	14.915	15.422	15.548	16.705	17.203	18.357	18.405
502 Nicoya	18.718	19.354	19.513	20.965	21.591	23.039	23.098
503 Santa Cruz	23.845	24.655	24.858	26.707	27.504	29.348	29.424
504 Bagaces	12.710	13.142	13.250	14.235	14.660	15.643	15.684
505 Carrillo	10.875	11.245	11.337	12.180	12.544	13.385	13.420
506 Cañas	15.419	15.943	16.074	17.269	17.785	18.977	19.027
507 Abangares	11.781	12.181	12.281	13.195	13.588	14.500	14.537
508 Tilarán	20.577	21.276	21.451	23.046	23.734	25.326	25.391
509 Nandayure	15.726	16.260	16.394	17.613	18.139	19.355	19.406
510 La Cruz	11.285	11.668	11.764	12.639	13.016	13.889	13.925
511 Hojancha	12.056	12.466	12.568	13.503	13.906	14.839	14.877
601 Puntarenas	41.114	42.511	42.861	46.049	47.423	50.603	50.734
602 Esparza	15.309	15.829	15.959	17.146	17.658	18.842	18.891
603 Buenos Aires	27.798	28.742	28.979	31.134	32.063	34.214	34.302
604 Montes de Oro	9.418	9.738	9.818	10.549	10.863	11.592	11.622
605 Osa	15.387	15.910	16.041	17.234	17.748	18.939	18.988
606 Aguirre	10.403	10.756	10.844	11.651	11.999	12.803	12.837
607 Golfito	12.576	13.003	13.110	14.085	14.506	15.479	15.519
608 Coto Brus	15.923	16.464	16.599	17.834	18.366	19.598	19.649
609 Parrita	3.142	3.249	3.275	3.519	3.624	3.867	3.877
610 Corredores	12.915	13.353	13.463	14.465	14.896	15.895	15.936
611 Garabito	7.623	7.882	7.947	8.538	8.792	9.382	9.406
701 Limón	12.930	13.370	13.480	14.482	14.914	15.915	15.956
702 Pococí	19.876	20.551	20.720	22.261	22.926	24.463	24.527
703 Siquirres	19.317	19.973	20.137	21.635	22.281	23.775	23.837
704 Talamanca	11.789	12.189	12.289	13.203	13.597	14.509	14.547
705 Matina	10.655	11.017	11.107	11.933	12.289	13.114	13.148
706 Guácimo	15.521	16.048	16.180	17.384	17.903	19.103	19.153
Total	1.586.491	1.640.387	1.653.879	1.776.903	1.829.928	1.952.652	1.957.708

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEC

Figura 3. Distribución de ocupados por cantón. Año 2008



Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

2.2.3. Motorización

La mayor parte de vehículos automotores corresponde a automóviles particulares, llegando a más del 60%, seguida de camiones de carga de menos de 3500 kg. El índice de motorización es de 208 vehículos por cada 1000 habitantes, teniendo una tasa de crecimiento anual acumulado para el periodo 2002-2008 de 4,9%.

Tabla 6. Vehículos automotores en circulación según tipo. Años 2002-2008

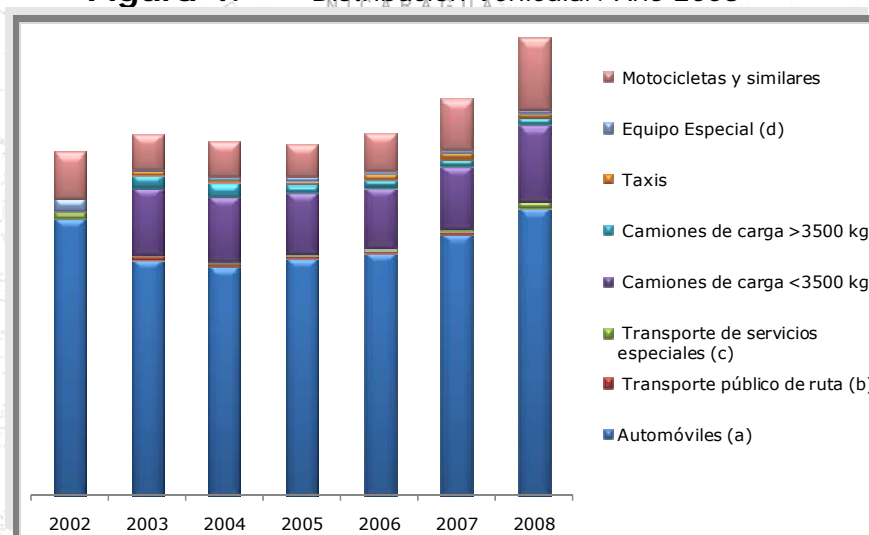
Descripción	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Automóviles ^(a)	559.147	474.179	459.782	476.389	489.396	525.376	577.192
Transporte público de ruta ^(b)	0	7.397	6.648	5.826	6.005	6.580	0
Transporte de servicios especiales ^(c)	12.891	4.216	4.620	5.747	5.262	5.765	13.894
Camiones de carga <3500 kg	0	133.497	129.011	121.755	119.245	125.104	152.768
Camiones de carga >3500 kg	0	24.528	28.314	15.525	13.839	14.484	15.320
Taxis	0	8.615	5.553	8.214	12.532	13.007	11.535
Equipo Especial ^(d)	25.842	5.663	8.361	7.380	7.002	7.503	9.359
Motocicletas y similares	91.883	70.326	68.186	64.385	76.207	100.083	139.166
Total	689.763	728.421	710.475	705.221	729.488	797.902	919.234

(a) Incluye automóviles y vehículos doble tracción de pasajeros particulares. (b) Incluye buses, microbuses y busetas de ruta.

(c) Incluye buses, microbuses y busetas de transporte privado (estudiantes, personas de empresa y turistas). En el año 2008 no se facilitó el dato desglosado por servicios especiales y público de ruta. (d) Incluye camiones tanques para transportar productos peligrosos, camiones de basura, maquinaria agrícola, remolques y otros.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

Figura 4. Distribución Vehicular. Año 2008



Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

Tabla 7. Índice de Motorización. Años 2002-2008

Descripción	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	c.a.a. %
Población	4.075.864	4.133.002	4.189.300	4.244.709	4.299.234	4.355.308	4.412.474	1,3
Total Vehículos	689.763	728.421	710.475	705.221	729.488	797.902	919.234	4,9
Índice de motorización (vehículos/1000habitantes)	169	176	170	166	170	183	208	3,5

Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

Para estimar el total de vehículos al año por cantón y distrito, se ha utilizado la información de vivienda del censo 2000, en donde se indica el porcentaje de viviendas con vehículo por distritos. De esta manera, se puede estimar una distribución porcentual por distritos sobre el total de vehículos al año.

En la siguiente tabla se presenta el total de vehículos automotores en circulación por cantón y en el anexo adjunto por distritos, y adicionalmente por tipo de vehículo.

Tabla 8. Total de vehículos automotores en circulación según cantón. Años 2002-2008

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
101 San José	75.211	79.426	77.469	76.897	79.543	87.002	100.232
102 Escazú	17.480	18.460	18.005	17.872	18.487	20.221	23.296
103 Desamparados	39.627	41.848	40.817	40.515	41.909	45.840	52.811
104 Puriscal	4.492	4.744	4.627	4.593	4.751	5.196	5.987
105 Tarrazú	1.616	1.707	1.665	1.653	1.709	1.870	2.154
106 Aserrí	7.826	8.264	8.061	8.001	8.276	9.053	10.429
107 Mora	4.214	4.450	4.340	4.308	4.456	4.874	5.616

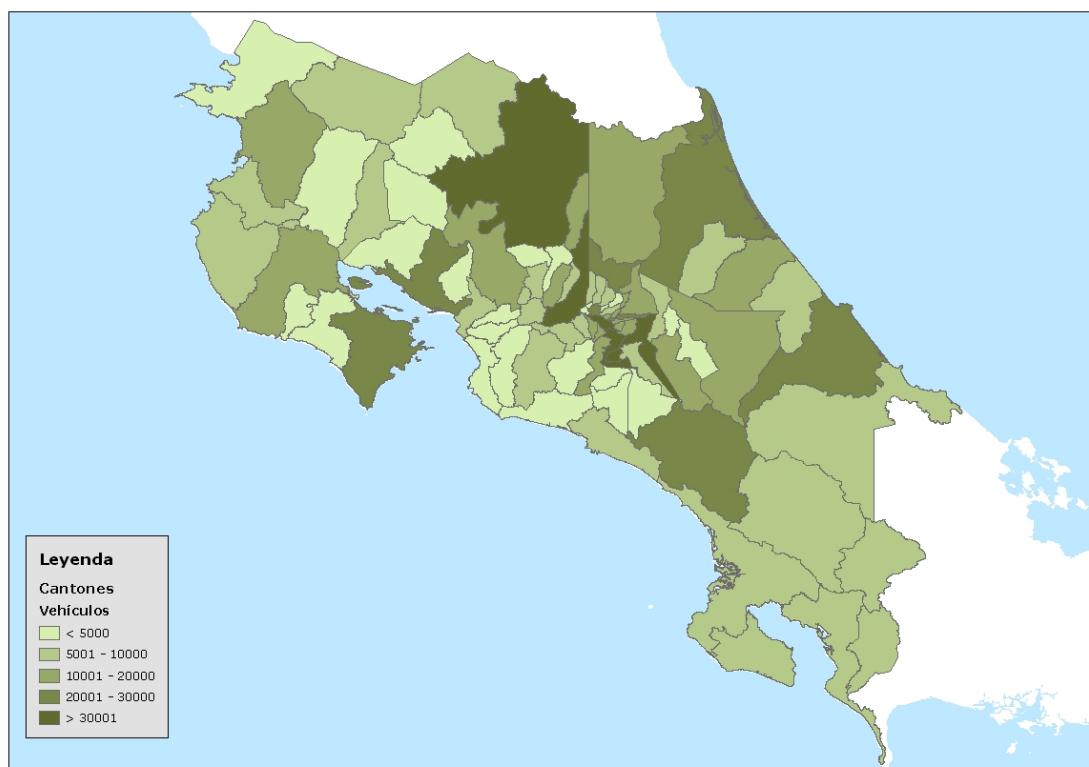
Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
108 Goicoechea	27.584	29.130	28.412	28.202	29.172	31.908	36.760
109 Santa Ana	9.677	10.219	9.967	9.894	10.234	11.194	12.896
110 Alajuelita	8.317	8.783	8.567	8.503	8.796	9.621	11.084
111 Vázquez de Coronado	14.296	15.097	14.725	14.617	15.120	16.538	19.052
112 Acosta	1.575	1.663	1.622	1.610	1.666	1.822	2.099
113 Tibás	19.931	21.048	20.529	20.377	21.078	23.055	26.561
114 Moravia	17.932	18.937	18.471	18.334	18.965	20.744	23.898
115 Montes de Oca	21.529	22.736	22.175	22.011	22.769	24.904	28.691
116 Turrubares	493	521	508	504	522	571	657
117 Dota	997	1.053	1.027	1.020	1.055	1.154	1.329
118 Curridabat	19.861	20.974	20.458	20.306	21.005	22.975	26.469
119 Pérez Zeledón	17.072	18.029	17.585	17.455	18.056	19.749	22.752
120 León Cortés	1.237	1.307	1.274	1.265	1.308	1.431	1.649
201 Alajuela	49.053	51.802	50.525	50.152	51.878	56.743	65.371
202 San Ramón	12.922	13.646	13.310	13.211	13.666	14.948	17.221
203 Grecia	14.529	15.344	14.966	14.855	15.366	16.807	19.363
204 San Mateo	814	860	839	833	861	942	1.085
205 Atenas	5.221	5.514	5.378	5.338	5.522	6.040	6.958
206 Naranjo	6.479	6.842	6.674	6.624	6.852	7.495	8.635
207 Palmares	6.384	6.742	6.576	6.527	6.752	7.385	8.508
208 Poás	4.825	5.095	4.970	4.933	5.103	5.581	6.430
209 Orotina	2.001	2.113	2.061	2.046	2.116	2.315	2.667
210 San Carlos	16.998	17.951	17.509	17.379	17.977	19.663	22.653
211 Alfaro Ruiz	2.231	2.356	2.298	2.281	2.359	2.581	2.973
212 Valverde Vega	3.476	3.671	3.581	3.554	3.676	4.021	4.633
213 Upala	1.383	1.461	1.425	1.414	1.463	1.600	1.843
214 Los Chiles	736	777	758	753	779	852	981
215 Guatuso	600	634	619	614	635	695	800
301 Cartago	26.668	28.162	27.468	27.265	28.203	30.848	35.539
302 Paraíso	7.083	7.480	7.295	7.241	7.491	8.193	9.439
303 La Unión	16.117	17.020	16.601	16.478	17.045	18.644	21.479
304 Jiménez	1.012	1.068	1.042	1.034	1.070	1.170	1.348
305 Turrialba	8.307	8.773	8.557	8.493	8.786	9.610	11.071
306 Alvarado	1.234	1.303	1.271	1.262	1.305	1.427	1.644
307 Oreamuno	6.275	6.627	6.463	6.416	6.636	7.259	8.363
308 El Guarco	5.653	5.969	5.822	5.779	5.978	6.539	7.533
401 Heredia	26.947	28.457	27.756	27.551	28.499	31.171	35.911
402 Barva	8.287	8.751	8.536	8.472	8.764	9.586	11.044
403 Santo Domingo	11.342	11.978	11.683	11.597	11.996	13.121	15.116
404 Santa Bárbara	6.955	7.344	7.164	7.111	7.355	8.045	9.268
405 San Rafael	8.915	9.414	9.182	9.114	9.428	10.312	11.880
406 San Isidro	3.793	4.005	3.907	3.878	4.011	4.387	5.054
407 Belén	5.983	6.318	6.163	6.117	6.328	6.921	7.974
408 Flores	4.943	5.220	5.091	5.054	5.228	5.718	6.588
409 San Pablo	6.056	6.396	6.238	6.192	6.405	7.006	8.071
410 Sarapiquí	3.064	3.236	3.156	3.133	3.241	3.545	4.084
501 Liberia	6.746	7.124	6.948	6.897	7.134	7.803	8.990
502 Nicoya	4.583	4.840	4.720	4.685	4.847	5.301	6.107
503 Santa Cruz	4.997	5.277	5.147	5.109	5.285	5.780	6.659
504 Bagaces	2.027	2.140	2.087	2.072	2.143	2.344	2.701

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
505 Carrillo	2.679	2.829	2.760	2.739	2.834	3.099	3.571
506 Cañas	2.693	2.844	2.773	2.753	2.848	3.115	3.588
507 Abangares	1.638	1.730	1.687	1.675	1.732	1.895	2.183
508 Tilarán	3.169	3.347	3.265	3.240	3.352	3.666	4.224
509 Nandayure	742	783	764	759	785	858	989
510 La Cruz	950	1.003	978	971	1.004	1.098	1.265
511 Hojancha	704	743	725	720	745	814	938
601 Puntarenas	9.336	9.859	9.616	9.545	9.873	10.799	12.441
602 Esparza	3.454	3.647	3.557	3.531	3.653	3.995	4.603
603 Buenos Aires	2.250	2.376	2.318	2.300	2.380	2.603	2.999
604 Montes de Oro	1.669	1.763	1.719	1.707	1.765	1.931	2.225
605 Osa	1.921	2.029	1.979	1.964	2.032	2.222	2.560
606 Aguirre	2.388	2.522	2.460	2.442	2.526	2.762	3.183
607 Golfito	2.555	2.698	2.631	2.612	2.702	2.955	3.405
608 Coto Brus	3.310	3.495	3.409	3.384	3.501	3.829	4.411
609 Parrita	1.222	1.290	1.258	1.249	1.292	1.413	1.628
610 Corredores	3.810	4.024	3.925	3.896	4.030	4.408	5.078
611 Garabito	1.609	1.699	1.657	1.645	1.701	1.861	2.144
701 Limón	8.666	9.152	8.926	8.860	9.165	10.025	11.549
702 Pococí	10.431	11.016	10.744	10.665	11.032	12.066	13.901
703 Siquirres	3.469	3.663	3.573	3.547	3.669	4.013	4.623
704 Talamanca	1.159	1.224	1.194	1.185	1.226	1.341	1.545
705 Matina	1.666	1.759	1.716	1.703	1.762	1.927	2.220
706 Guácimo	2.667	2.817	2.747	2.727	2.821	3.085	3.555
Total	689.763	728.421	710.475	705.221	729.488	797.902	919.234

Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

Figura 5. Distribución de vehículos en circulación por cantón. Año 2008





Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

2.2.4. Vivienda

El número de viviendas ha venido teniendo un crecimiento mayor que el de población en los últimos años, con lo cual el promedio de habitantes es cada vez menor llegando a 3,7 personas por vivienda en el año 2008.

Tabla 9. Total de viviendas ocupadas y promedio de habitantes. Años 2002-2008

Descripción	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	c.a.a. %
Número Viviendas	999.587	1.040.612	1.082.662	1.114.210	1.155.926	1.182.108	1.223.129	3,4
Ocupantes	3.997.883	4.088.773	4.178.755	4.266.185	4.353.843	4.443.100	4.533.162	2,1
Personas por vivienda	4,2	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,7	-2,1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

La serie de viviendas se conoce para el total del país, sin embargo se puede estimar tanto por cantones como por distritos, teniendo en cuenta los indicadores de vivienda del censo del año 2000 que dispone de datos según estas desagregaciones. A continuación se presentan los datos de viviendas según cantones, y en el anexo adjunto se encuentran según distritos y, adicionalmente los indicadores del censo.

Tabla 10. Total de viviendas según cantón. Años 2002-2008

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
101 San José	84.356	87.818	91.367	94.029	97.550	99.759	103.221

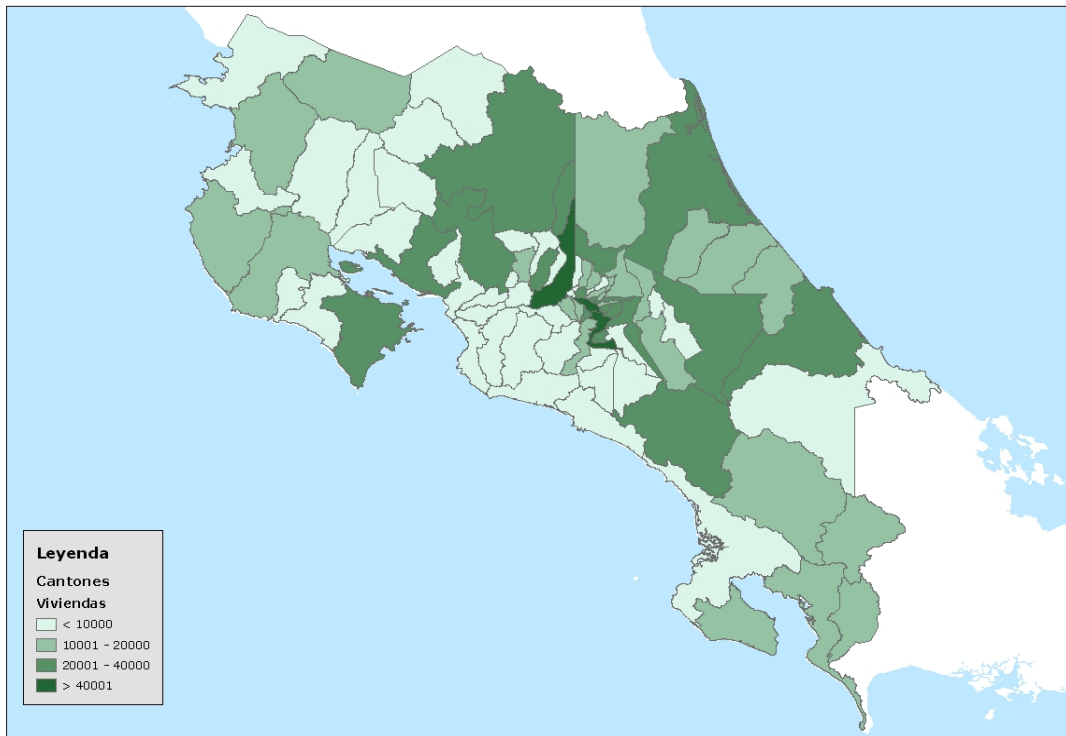
Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
102 Escazú	14.082	14.660	15.252	15.697	16.284	16.653	17.231
103 Desamparados	50.705	52.786	54.919	56.519	58.635	59.963	62.044
104 Puriscal	7.908	8.232	8.565	8.814	9.144	9.352	9.676
105 Tarrazú	3.607	3.755	3.907	4.021	4.171	4.266	4.414
106 Aserrí	12.796	13.321	13.860	14.263	14.797	15.133	15.658
107 Mora	5.842	6.082	6.327	6.512	6.755	6.908	7.148
108 Goicoechea	32.004	33.317	34.663	35.673	37.009	37.847	39.161
109 Santa Ana	9.182	9.558	9.945	10.234	10.618	10.858	11.235
110 Alajuelita	17.424	18.139	18.872	19.422	20.149	20.605	21.320
111 Vázquez de Corronado	14.804	15.412	16.035	16.502	17.120	17.507	18.115
112 Acosta	4.806	5.003	5.206	5.357	5.558	5.684	5.881
113 Tibás	19.739	20.549	21.379	22.002	22.826	23.343	24.153
114 Moravia	14.314	14.901	15.503	15.955	16.552	16.927	17.515
115 Montes de Oca	15.621	16.262	16.919	17.412	18.064	18.473	19.114
116 Turrubares	1.340	1.395	1.452	1.494	1.550	1.585	1.640
117 Dota	1.693	1.762	1.834	1.887	1.958	2.002	2.071
118 Curridabat	16.553	17.232	17.928	18.451	19.142	19.575	20.255
119 Pérez Zeledón	30.862	32.129	33.427	34.401	35.689	36.498	37.764
120 León Cortés	2.970	3.092	3.217	3.311	3.435	3.512	3.634
201 Alajuela	59.257	61.689	64.181	66.052	68.525	70.077	72.508
202 San Ramón	18.112	18.855	19.617	20.189	20.945	21.419	22.163
203 Grecia	17.152	17.856	18.578	19.119	19.835	20.284	20.988
204 San Mateo	1.517	1.579	1.643	1.690	1.754	1.793	1.856
205 Atenas	6.103	6.353	6.610	6.802	7.057	7.217	7.467
206 Naranjo	9.606	10.000	10.404	10.707	11.108	11.360	11.754
207 Palmares	7.735	8.052	8.377	8.621	8.944	9.147	9.464
208 Poás	6.356	6.617	6.884	7.085	7.350	7.516	7.777
209 Orotina	4.401	4.582	4.767	4.906	5.089	5.205	5.385
210 San Carlos	31.515	32.809	34.134	35.129	36.444	37.270	38.563
211 Alfaro Ruiz	2.766	2.879	2.996	3.083	3.199	3.271	3.384
212 Valverde Vega	4.196	4.368	4.545	4.677	4.852	4.962	5.134
213 Upala	8.674	9.030	9.395	9.669	10.031	10.258	10.614
214 Los Chiles	4.357	4.536	4.719	4.857	5.039	5.153	5.332
215 Guatuso	3.299	3.435	3.573	3.678	3.815	3.902	4.037
301 Cartago	32.478	33.811	35.177	36.202	37.558	38.409	39.741
302 Paraíso	12.852	13.379	13.920	14.325	14.862	15.198	15.726
303 La Unión	20.212	21.042	21.892	22.530	23.373	23.903	24.732
304 Jiménez	3.639	3.788	3.942	4.056	4.208	4.304	4.453
305 Turrialba	18.146	18.891	19.654	20.227	20.984	21.460	22.204
306 Alvarado	2.885	3.003	3.124	3.215	3.336	3.411	3.530
307 Oreamuno	9.095	9.468	9.851	10.138	10.518	10.756	11.129
308 El Guarco	8.056	8.387	8.726	8.980	9.316	9.527	9.858
401 Heredia	27.488	28.616	29.773	30.640	31.787	32.507	33.635
402 Barva	8.287	8.627	8.976	9.237	9.583	9.800	10.140
403 Santo Domingo	9.510	9.900	10.300	10.600	10.997	11.246	11.636
404 Santa Bárbara	7.586	7.897	8.216	8.456	8.772	8.971	9.282
405 San Rafael	9.874	10.279	10.695	11.006	11.419	11.677	12.082
406 San Isidro	4.207	4.379	4.556	4.689	4.865	4.975	5.147
407 Belén	5.052	5.259	5.472	5.631	5.842	5.974	6.182
408 Flores	4.043	4.209	4.379	4.507	4.675	4.781	4.947
409 San Pablo	5.466	5.690	5.920	6.092	6.320	6.464	6.688
410 Sarapiquí	11.369	11.836	12.314	12.673	13.148	13.445	13.912
501 Liberia	11.607	12.083	12.571	12.938	13.422	13.726	14.202
502 Nicoya	11.458	11.928	12.410	12.772	13.250	13.550	14.020
503 Santa Cruz	11.163	11.621	12.091	12.443	12.909	13.201	13.660

Cantón	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
504 Bagaces	4.280	4.456	4.636	4.771	4.950	5.062	5.238
505 Carrillo	6.948	7.233	7.525	7.745	8.035	8.217	8.502
506 Cañas	6.308	6.567	6.832	7.031	7.294	7.460	7.718
507 Abangares	4.411	4.592	4.777	4.916	5.101	5.216	5.397
508 Tilarán	4.896	5.097	5.303	5.457	5.662	5.790	5.991
509 Nandayure	2.656	2.765	2.877	2.960	3.071	3.141	3.250
510 La Cruz	3.579	3.726	3.877	3.990	4.139	4.233	4.380
511 Hojancha	1.611	1.677	1.744	1.795	1.863	1.905	1.971
601 Puntarenas	27.699	28.836	30.001	30.875	32.031	32.756	33.893
602 Esparza	6.696	6.971	7.252	7.463	7.743	7.918	8.193
603 Buenos Aires	9.288	9.670	10.060	10.354	10.741	10.985	11.366
604 Montes de Oro	3.184	3.314	3.448	3.549	3.682	3.765	3.896
605 Osa	6.828	7.108	7.396	7.611	7.896	8.075	8.355
606 Aguirre	5.586	5.816	6.051	6.227	6.460	6.606	6.836
607 Golfito	9.280	9.661	10.051	10.344	10.731	10.974	11.355
608 Coto Brus	10.201	10.620	11.049	11.371	11.797	12.064	12.483
609 Parrita	3.435	3.576	3.720	3.829	3.972	4.062	4.203
610 Corredores	10.008	10.418	10.839	11.155	11.573	11.835	12.246
611 Garabito	2.894	3.013	3.135	3.226	3.347	3.423	3.541
701 Limón	24.946	25.969	27.019	27.806	28.847	29.501	30.524
702 Pococí	27.099	28.211	29.351	30.207	31.338	32.047	33.159
703 Siquirres	13.660	14.220	14.795	15.226	15.796	16.154	16.714
704 Talamanca	6.207	6.462	6.723	6.919	7.178	7.341	7.595
705 Matina	8.628	8.982	9.345	9.617	9.977	10.203	10.558
706 Guácimo	9.137	9.512	9.896	10.184	10.566	10.805	11.180
Total	999.587	1.040.612	1.082.662	1.114.210	1.155.926	1.182.108	1.223.129

Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC



Figura 6. Distribución de viviendas por cantón. Año 2008



Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

2.2.5. Empresas

Aunque la cifra presentada por el INEC para el año 2008, específicamente por el Directorio de Unidades Institucionales y Establecimiento, no refleja la totalidad de las empresas del sector privado, su desagregación según cantón y distrito puede servir para estimaciones posteriores de flujos de tráfico generados, teniendo en cuenta la distribución del número de empresas en la zona de estudio.

Tabla 11. Total del número de empresas según sectores de actividad económica. Año 2008

Sector de Actividad	2008
Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca	3.321
Explotación de minas y canteras	31
Industrias Manufactureras	3.098
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	51
Suministro de agua ^(a)	190
Construcción	1.694
Comercio al por mayor y al por menor ^(b)	16.788
Transporte y almacenamiento	859
Alojamiento y servicios de comida.	5.184
Información y comunicación.	707
Actividades financieras y de seguros.	348
Actividades inmobiliarias	557

Sector de Actividad	2008
Actividades profesionales, científicas y técnicas	2.000
Actividades administrativas y servicios de apoyo	1.421
Administración pública y defensa (c)	9
Enseñanza	666
Servicios sociales y relacionados con la Salud humana.	1.558
Artes, entretenimiento y recreación	618
Otras actividades de servicio	3.145
Actividades de los hogares en calidad de empleadores (d)	7
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	7
No definido	3.629
Total (e)	45.888

(a) Incluye alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento

(b) Incluye reparación de los vehículos de motor y de las motocicletas

(c) Incluye planes de seguridad social de afiliación obligatoria.

(d) Incluye actividades indiferenciadas de producción de bienes y servicios de los hogares para uso propio.

(e) El Directorio de Unidades Institucionales y Establecimientos (DUIE)-2008 no contiene la totalidad de las empresas del sector privado ya que es el resultado de la suma de los establecimientos detectados en un censo de 39 distritos del país y los contenidos en un registro administrativo para el resto de los distritos.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

El principal sector de actividad es el comercio con un porcentaje importante de participación, el 37%, teniendo en cuenta que el segundo, alojamiento y servicio de comida, tiene una participación del 11%. A continuación se presenta la distribución del número de empresas según cantón para el año 2008. En el anexo adjunto se encuentra por distritos para el mismo año.

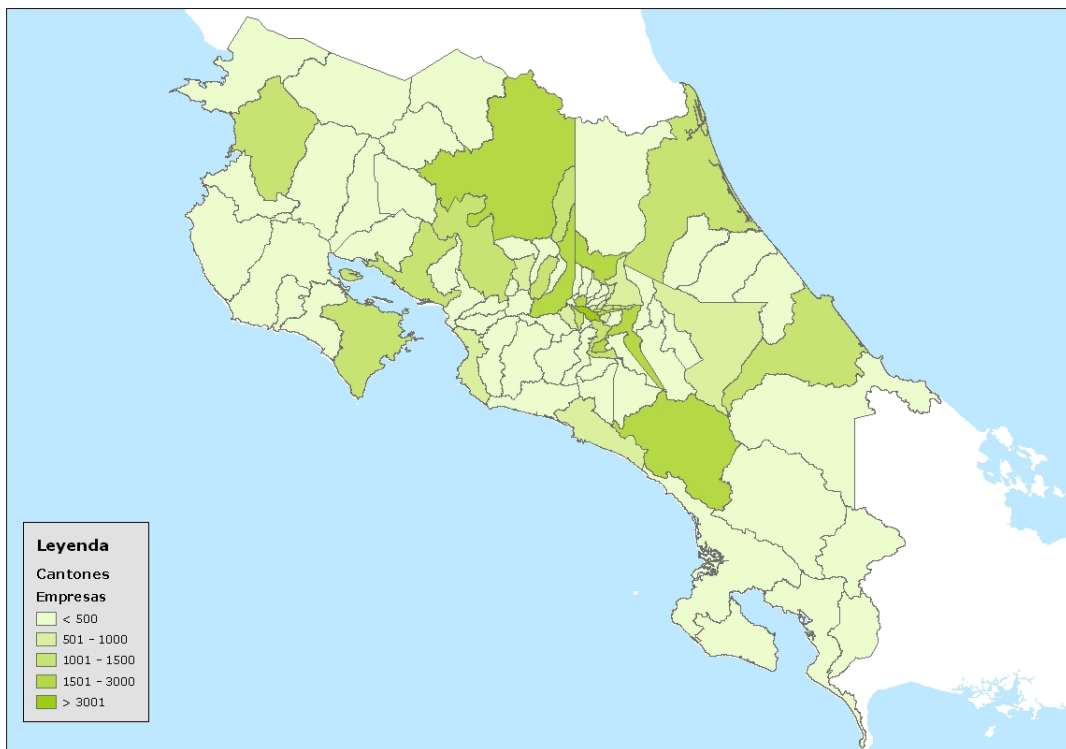
Tabla 12. Distribución de empresas según cantón. Año 2008

Cantón	2008	Cantón	2008
101 San José	8.751	401 Heredia	2.336
102 Escazú	1.359	402 Barva	139
103 Desamparados	1.112	403 Santo Domingo	336
104 Puriscal	142	404 Santa Bárbara	153
105 Tarrazú	108	405 San Rafael	192
106 Aserrí	102	406 San Isidro	94
107 Mora	153	407 Belén	426
108 Goicoechea	1.479	408 Flores	184
109 Santa Ana	745	409 San Pablo	77
110 Alajuelita	76	410 Sarapiquí	151
111 Vázquez de Coronado	541	501 Liberia	1.043
112 Acosta	41	502 Nicoya	329
113 Tibás	917	503 Santa Cruz	484
114 Moravia	793	504 Bagaces	91
115 Montes de Oca	1.555	505 Carrillo	216
116 Turrubares	20	506 Cañas	166
117 Dota	47	507 Abangares	96
118 Curridabat	875	508 Tilarán	170
119 Pérez Zeledón	1.557	509 Nandayure	93
120 León Cortés	35	510 La Cruz	53
201 Alajuela	2.623	511 Hojancha	60
202 San Ramón	1.040	601 Puntarenas	1.016
203 Grecia	1.052	602 Esparza	159
204 San Mateo	32	603 Buenos Aires	94

Cantón	2008	Cantón	2008
205 Atenas	157	604 Montes de Oro	80
206 Naranjo	601	605 Osa	218
207 Palmares	231	606 Aguirre	767
208 Poás	137	607 Golfito	274
209 Orotina	123	608 Coto Brus	125
210 San Carlos	1.999	609 Parrita	153
211 Alfaro Ruiz	172	610 Corredores	141
212 Valverde Vega	178	611 Garabito	659
213 Upala	126	701 Limón	1.196
214 Los Chiles	70	702 Pococí	1.151
215 Guatuso	48	703 Siquirres	153
301 Cartago	1.858	704 Talamanca	144
302 Paraíso	155	705 Matina	59
303 La Unión	285	706 Guácimo	78
304 Jiménez	21	Total (a)	45.888
305 Turrialba	893		
306 Alvarado	48		
307 Oreamuno	135		
308 El Guarco	138		

(a) El Directorio de Unidades Institucionales y Establecimientos (DUIE)-2008 no contiene la totalidad de las empresas del sector privado ya que es el resultado de la suma de los establecimientos detectados en un censo de 39 distritos del país y los contenidos en un registro administrativo para el resto de los distritos.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

Figura 7. Distribución de empresas por cantón. Año 2008



Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC

2.2.6. Producto Interno Bruto. PIB

El producto interno bruto del país ha tenido un crecimiento anual acumulado en el periodo analizado del 4,3%.

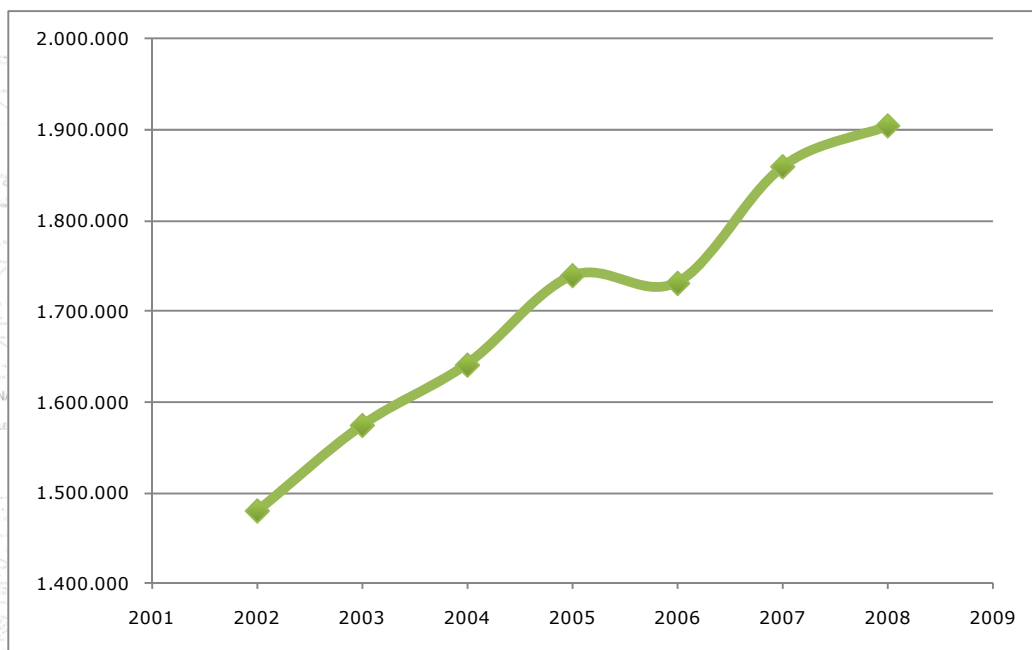
Tabla 13. *Producto Interno Bruto a precios constantes según rama de actividad (millones de colones). Años 2002-2008*

Concepto	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Producto Interno Bruto a precios de mercado	1.480.316	1.575.080	1.642.736	1.739.844	1.732.506	1.859.648	1.904.392
Menos: impuestos sobre los productos y las importaciones (netos de Subvenciones)	138.988	143.580	146.028	150.827	159.195	179.520	187.614
Valor agregado bruto a precios básicos	1.341.328	1.431.500	1.496.708	1.589.017	1.732.506	1.859.648	1.904.392
Agricultura, silvicultura y pesca	148.946	159.939	161.100	167.182	189.331	198.928	196.181
Extracción de minas y canteras	1.351	1.408	1.516	16.218	2.050	2.017	1.982
Industria manufacturera	322.660	349.857	363.691	403.100	446.541	477.869	457.398
Construcción	56.987	59.742	63.531	63.251	74.849	90.991	100.409
Electricidad y agua	43.705	46.258	48.127	50.423	54.043	55.331	55.719
Comercio, restaurantes y hoteles	262.062	270.898	281.484	293.059	306.924	327.896	340.194
Transporte, almacenaje y comunicaciones	169.480	192.710	216.143	237.921	261.485	285.200	306.528
Servicios financieros y seguros	61.248	68.201	74.762	79.217	88.562	99.006	108.926
Actividades inmobiliarias	73.163	75.097	77.590	79.920	83.369	87.162	91.066
Otros servicios prestados a empresas	49.732	53.840	58.078	61.832	74.548	82.947	93.397
Servicios de administración pública	35.637	36.002	36.711	37.466	37.704	38.306	39.195
Servicios comunales, sociales y personales	159.863	162.286	164.377	169.596	174.885	182.087	187.749
Menos: servicios de intermediación financiera medidos indirectamente (SIFMI)	40.505	44.738	50.399	55.572	61.784	68.094	74.352

Fuente: Instituto Nacional de Estadística - INEC

Ahora bien el crecimiento anual del PIB no ha sido constante, el mayor fue para el año 2007 llegando a 7,3% y el menor en 2006 con un crecimiento negativo de 0.4%.

Figura 8. *Producto Interno Bruto a precios constantes. Años 2002-2008*



Fuente: Elaboración propia a partir de información del INEC.

3. Situación Actual

Para la modelización se considera "la oferta de transporte", tanto en infraestructura (carreteras, ferrocarriles, etc.) como en los servicios ofrecidos a los usuarios (servicios de autobús, ferrocarril, etc.).

En cuanto a "la demanda de transporte" se considera el número de usuarios (pasajeros) que utilizan la oferta de transporte para su movilidad. La demanda de transporte se introduce en el modelo a través de las matrices de origen-destino.

Las matrices que se presentan en este capítulo son una agregación de datos por provincias (7x7). En el anexo adjunto se presentarán por zonas de transporte, según la zonificación que se explica más adelante (5.2 Zonificación).

En este capítulo se caracteriza la oferta y la demanda de la situación actual, con el objetivo de revisar y analizar la información recogida en la etapa de levantamiento de la información general, para establecer su utilidad y solvencia durante el resto de las etapas de construcción y calibración del modelo.

3.1. Transporte por Carreteras

3.1.1. Oferta Modo Carretera

El transporte por carretera es el principal medio de movilización de personas y mercancías del país. La red vial nacional de aproximadamente 7.600 kilómetros, está formada por las carreteras primarias, secundarias y terciarias.

Tabla 14. Longitud de la red vial por tipo de superficie de rodamiento (kilómetros)

Tipo de red y superficie de rodamiento	Longitud
Red Total	36.654
Pavimentada	9.359
Lastre o grava y tierra	27.295
Red Vial Nacional ⁽¹⁾	7.640
Pavimentada	4.905
Lastre o grava y tierra ⁽²⁾	2.735
Red Vial Cantonal ⁽³⁾	29.014
Pavimentada	4.454
Lastre o grava y tierra	24.560

(1) Incluye Vías en Concreto y Calles de Travesía

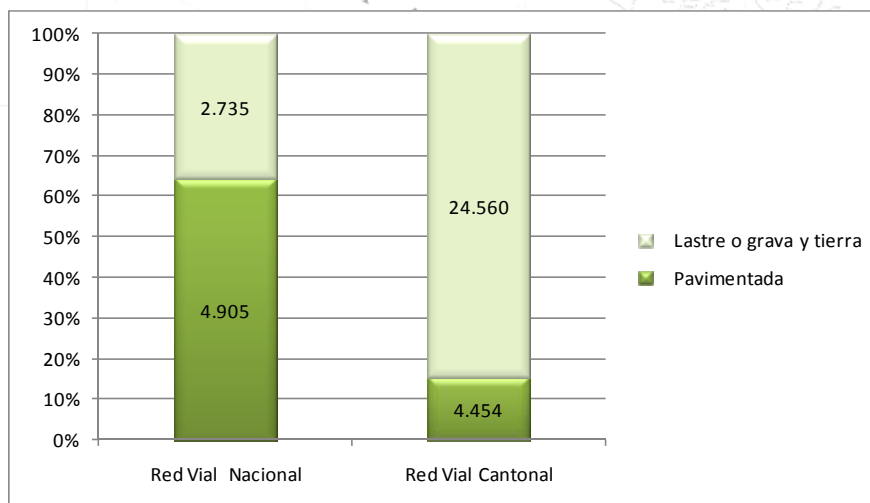
(2) Estimada por el método Vizir con un 98,65% del inventario de la Red Asfáltada (incluyendo travesías)

(3) Estimación basada en el inventario de la Red Vial Cantonal del SPEM (Sistema de programación y Ejecución del mantenimiento)

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT

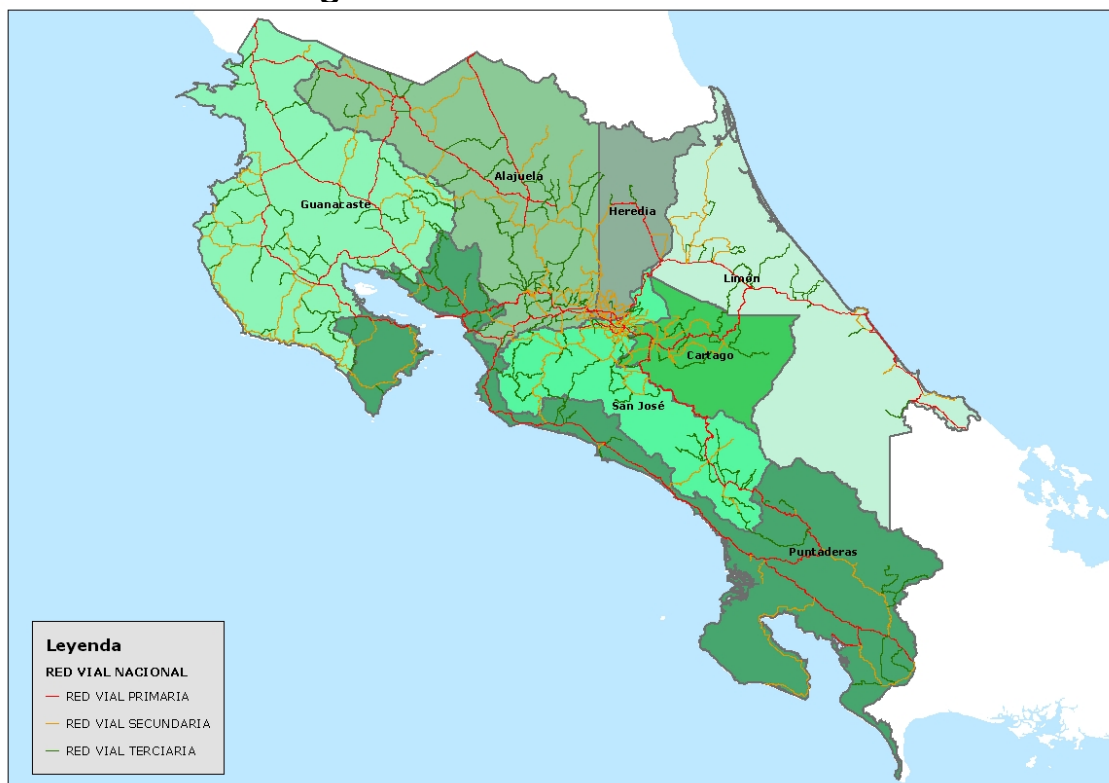
Más del 60% de la red vial nacional es pavimentada, mientras en la red vial cantonal solo representa el 15%.

Figura 9. Distribución de la red vial por tipo de rodamiento



Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT

Figura 10. Red Vial Nacional



Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT

Las principales rutas son las incluidas en la red vial nacional, fundamentalmente las 19 rutas de la red primaria. Sin embargo la totalidad de las rutas de la red vial nacional cubren gran parte del territorio nacional, como se puede ver en la figura.

A nivel provincial existe una oferta importante de red de carreteras, quizá la red menos densa es en la provincia de Limón, sin embargo se puede destacar que esta provincia cuenta con un área silvestre protegida significativa.

Tabla 15. Listado de rutas de la red vial nacional primaria según provincias

RUTA	PROVINCIA
1	San Jose, Alajuela, Heredia, Guanacaste, Puntarenas
2	San Jose, Cartago, Puntarenas
3	San Jose, Alajuela, Heredia
4	Alajuela, Heredia, Guanacaste, Limón
5	San Jose, Heredia
6	Alajuela, Guanacaste
10	Cartago, Limón
14	Puntarenas
17	Puntarenas
18	Guanacaste
21	Guanacaste, Puntarenas
22	San Jose
23	Puntarenas
27	San Jose, Alajuela, Puntarenas

RUTA	PROVINCIA
32	San Jose, Heredia, Limón
34	Alajuela, Puntarenas
35	Alajuela
36	Limón
39	San Jose

Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT

Tabla 16. Listado de rutas de la red vial nacional secundarias según provincias

RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA
100	San Jose	146	Alajuela	218	San Jose, Cartago
101	San Jose	147	San Jose, Alajuela	219	Cartago
102	San Jose	148	Alajuela	220	San Jose, Heredia
103	Heredia	149	Limón	221	San Jose, Cartago
104	San Jose	150	Guanacaste	222	San Jose, Cartago
105	San Jose	151	Guanacaste	223	Puntarenas
106	Heredia	152	Guanacaste	224	Cartago
107	Alajuela	154	Alajuela	225	Cartago
108	San Jose	155	Guanacaste	226	San Jose
109	San Jose	156	Alajuela	227	Alajuela
110	San Jose	157	Guanacaste	228	Cartago
111	Alajuela, Heredia	158	Guanacaste	229	Heredia
112	Heredia	159	Guanacaste	230	Cartago
113	Heredia	160	Guanacaste, Puntarenas	231	Cartago
114	Heredia	161	Guanacaste	232	Cartago
115	Heredia	163	Guanacaste, Puntarenas	233	Cartago
116	Heredia	164	Alajuela, Guanacaste	234	Limón
117	San Jose, Heredia	165	Guanacaste	235	Puntarenas
118	Alajuela	167	San Jose	235	Puntarenas
119	Alajuela, Heredia	168	Puntarenas	236	Cartago
120	Alajuela, Heredia	169	Alajuela	237	Puntarenas
121	San Jose	170	Alajuela, Guanacaste	238	Puntarenas
122	Alajuela, Heredia	171	Heredia	239	San Jose, Puntarenas
123	Alajuela, Heredia	174	San Jose	240	Limón
124	Alajuela	175	San Jose	241	Limón
125	Alajuela	176	San Jose	242	San Jose
126	Alajuela, Heredia	177	San Jose	243	San Jose, Puntarenas
127	Heredia	180	Guanacaste	244	San Jose
128	Heredia	200	San Jose	245	Puntarenas
129	Heredia	201	San Jose	246	Puntarenas
130	Alajuela	202	San Jose, Cartago	247	Limón
131	Alajuela, Puntarenas	203	San Jose	248	Limón
132	Puntarenas	204	San Jose	249	Limón
133	Guanacaste	205	San Jose	250	Alajuela
135	Alajuela	206	San Jose	251	San Jose, Cartago

RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA
136	San Jose, Alajuela	207	San Jose	252	San Jose
137	San Jose, Alajuela	209	San Jose	253	Guanacaste
138	Alajuela	210	San Jose	254	Guanacaste
139	Alajuela	211	San Jose	255	Guanacaste
140	Alajuela	212	San Jose	256	Limón
141	Alajuela	213	San Jose		
142	Alajuela, Guanacaste	214	San Jose		
143	Alajuela, Guanacaste	215	San Jose		
144	Puntarenas	216	San Jose		
145	Guanacaste	217	San Jose		

Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT

Tabla 17. Listado de rutas de la red vial nacional terciaria según provincias

RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA
301	San Jose, Puntarenas	607	Puntarenas	746	Alajuela
303	San Jose	608	Puntarenas	747	Alajuela
304	San Jose, Cartago	609	Puntarenas	748	Alajuela
306	San Jose	610	Puntarenas	749	Alajuela
307	San Jose	611	Puntarenas	750	Alajuela
308	San Jose, Heredia	612	Puntarenas	751	Alajuela
309	San Jose	613	Puntarenas	752	Alajuela
310	San Jose	614	Puntarenas	753	Alajuela
311	San Jose	615	Puntarenas	755	Puntarenas
312	San Jose	616	Puntarenas	756	Alajuela, Puntarenas
313	San Jose	617	Puntarenas	757	Alajuela
314	San Jose	618	Puntarenas	801	Limón
315	San Jose	619	Guanacaste, Puntarenas	802	Limón
316	San Jose	620	Puntarenas	803	Limón
317	San Jose	621	Puntarenas	804	Limón
318	San Jose, Puntarenas	622	Puntarenas	805	Limón
319	San Jose	623	Guanacaste, Puntarenas	806	Limón
320	San Jose, Puntarenas	624	Puntarenas	807	Limón
321	San Jose	625	Puntarenas	809	Limón
322	San Jose	702	Alajuela	810	Limón
323	San Jose	703	Alajuela	811	Limón
324	San Jose	704	Alajuela	812	Limón
325	San Jose	705	Alajuela	813	Limón
326	San Jose	706	Alajuela	814	Limón
327	San Jose	707	San Jose, Alajuela	816	Limón
328	San Jose	708	Alajuela	901	Guanacaste
329	San Jose	709	Alajuela	902	Guanacaste
330	San Jose	710	Alajuela	903	Guanacaste
331	San Jose	711	Alajuela	904	Guanacaste
332	San Jose	712	Alajuela	905	Guanacaste
333	San Jose	713	Alajuela	906	Guanacaste
334	San Jose	714	Alajuela	907	Guanacaste
335	San Jose	715	Alajuela	909	Guanacaste
336	San Jose	716	Alajuela	910	Guanacaste
401	Cartago	716	Alajuela	911	Guanacaste

RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA	RUTA	PROVINCIA
402	Cartago	717	Alajuela	912	Guanacaste
403	Cartago	718	Alajuela	913	Guanacaste
404	Cartago	719	Alajuela	914	Guanacaste
405	Cartago	720	Alajuela	915	Guanacaste
406	San Jose	721	Alajuela	917	Alajuela, Guanacaste
407	Cartago	722	Alajuela	918	Guanacaste
408	Cartago	723	Alajuela	920	Guanacaste
409	San Jose	725	Alajuela	921	Guanacaste
411	Cartago	726	Alajuela	922	Guanacaste
413	Cartago	727	Alajuela	923	Guanacaste
414	Cartago	728	Alajuela	925	Guanacaste
415	Cartago, Limón	729	Alajuela	926	Guanacaste
416	Cartago	730	Alajuela	927	Guanacaste
417	Cartago	731	Alajuela	928	Guanacaste
502	Heredia	732	Alajuela	929	Guanacaste
503	Heredia	733	Alajuela	930	Guanacaste
504	Heredia	734	Alajuela, Guanacaste	931	Guanacaste
505	Heredia	735	Alajuela	933	Guanacaste
506	Heredia	737	Alajuela	934	Guanacaste
601	Guanacaste, Puntarenas	738	Alajuela	935	Guanacaste
602	Guanacaste, Puntarenas	739	Alajuela	936	Alajuela, Guanacaste
603	Puntarenas	741	Alajuela		
604	Puntarenas	742	Alajuela, Puntarenas		
605	Puntarenas	744	Alajuela		
606	Guanacaste, Puntarenas	745	Alajuela, Heredia		

Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT.

En total la red nacional cuenta con 325 rutas, de las cuales 19 son de la red principal, 130 de la secundaria y 176 de la terciaria.

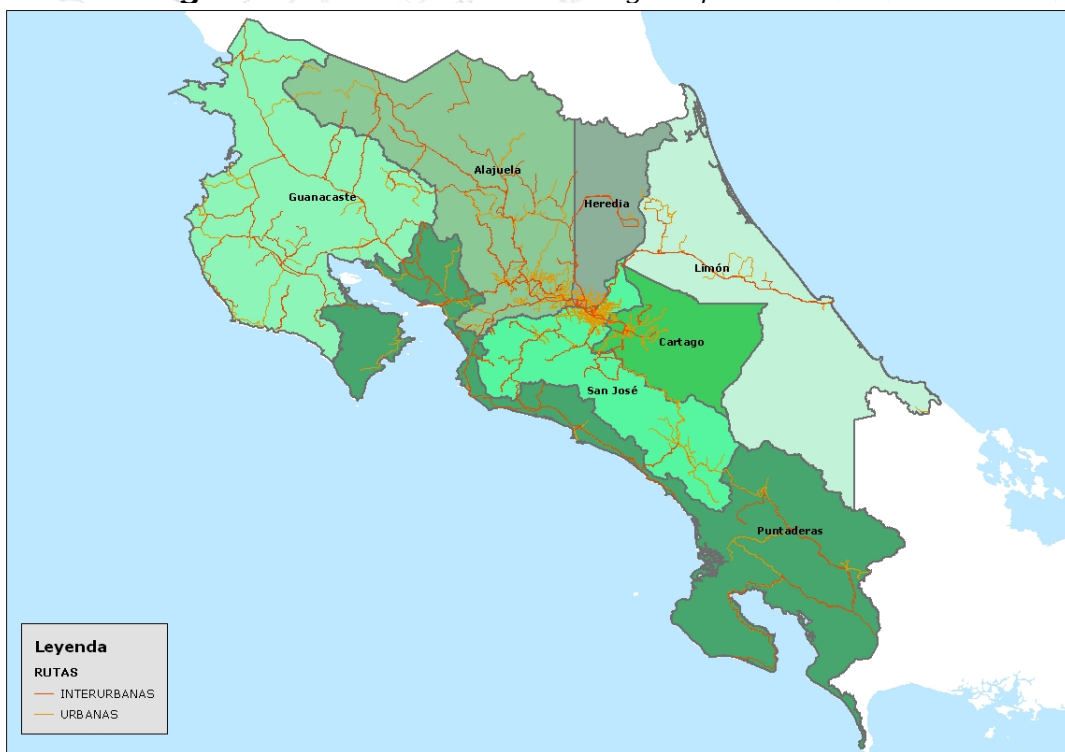
En cuanto a las líneas de autobús, existen más de 600 rutas, la mayoría de las cuales tiene un carácter urbano, si se atiende a su recorrido. Las empresas que operan los servicios son numerosas, alrededor de 400, con lo cual la mayoría de empresas tienen una o dos líneas en operación.

El promedio de la flota a nivel nacional es de 12 autobuses, sin embargo en la región central y específicamente en el área metropolitana de San José, en donde el número de rutas es importante, algunas empresas cuentan con una flota de alrededor 100 autobuses.

Para la modelización se tendrán en cuenta las rutas interurbanas, y las urbanas que en su recorrido discurren por más de una zona de transporte (5.2. Zonificación), esto se explicará más en detalle en el capítulo 5.3. Modelo de Oferta.

En la siguiente figura se muestra la red de líneas de autobús discriminadas por urbanas e interurbanas. Adicionalmente, se presenta en el anexo adjunto, una tabla con el listado de las rutas según código, descripción, tipo y provincia.

Figura 11. Red de autobús según tipo de línea



Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT

3.1.2. Demanda Modo Carretera

En el modo carretera para el flujo de pasajeros se emplea tanto el vehículo privado como el transporte público, teniendo este último una participación importante.

Para describir la demanda actual se utilizan los resultados de los trabajos de campo realizados para este proyecto, conjuntamente con los resultados del "Estudio de Oferta y Demanda de la GAM - PRUGAM" realizado en el año 2007.

Con los trabajos de campo se estima que la demanda en vehículo privado para un día medio del año 2010 equivale a 195.074 viajeros, sin incluir viajes internos a la GAM. Para los viajes internos a la GAM que han utilizado los resultados obtenidos en el estudio realizado en el año 2007, en donde se estimaron 111.545 viajeros en vehículo privado para una hora media del año 2010, los cuales corresponderían a

1.487.267 viajeros para un día medio¹. Es decir la demanda total en vehículo privado de la red vial del país se estimaría 1.682.341 viajeros diarios.

Siguiendo el mismo procedimiento para la demanda en autobús, que en los trabajos de campo se estima en 233.144 viajeros diarios, que sumados con los resultados del estudio del año 2007, 2.429.080 viajeros diarios (182.181 viajeros hora media), equivaldría a una demanda total de 2.662.224 viajeros diarios en autobús.

Dados estos resultados es importante destacar la participación del autobús en la demanda de pasajeros de la red de carretera que es más del 60%.

Tabla 18. *Transporte de pasajeros por carreteras según modo (viajeros/día). Año 2010*

Modo	Viajeros/día
Vehículo Privado	1.682.341
Autobús	2.662.224

Fuente: Elaboración propia a partir de información de resultados del trabajo de campo y del PRUGAM

En cuanto a la demanda de mercancías en la red viaria del país es muy poca la información con la se cuenta. En el anuario estadístico del MOPT para el año 2007, se presenta el transporte de carga importada y exportada, que equivale a un total de 1.514.639 millones de toneladas para dicho año.

Es decir, que la red viaria soporta un tráfico de mercancías que va dirigida a los países limítrofes, faltando incluir los flujos internos.

Tabla 19. *Transporte internacional de carga por carreteras según frontera (millones de toneladas). Año 2007*

Frontera	Exportaciones	Importaciones
Norte	851.486	383.586
Sur	213.026	66.541
TOTAL	1.064.512	450.126

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT

Ahora bien, para determinar cuáles son las rutas de la red vial nacional que tienen que soportar un mayor tráfico, se efectuaron conteos en los trabajos de campo

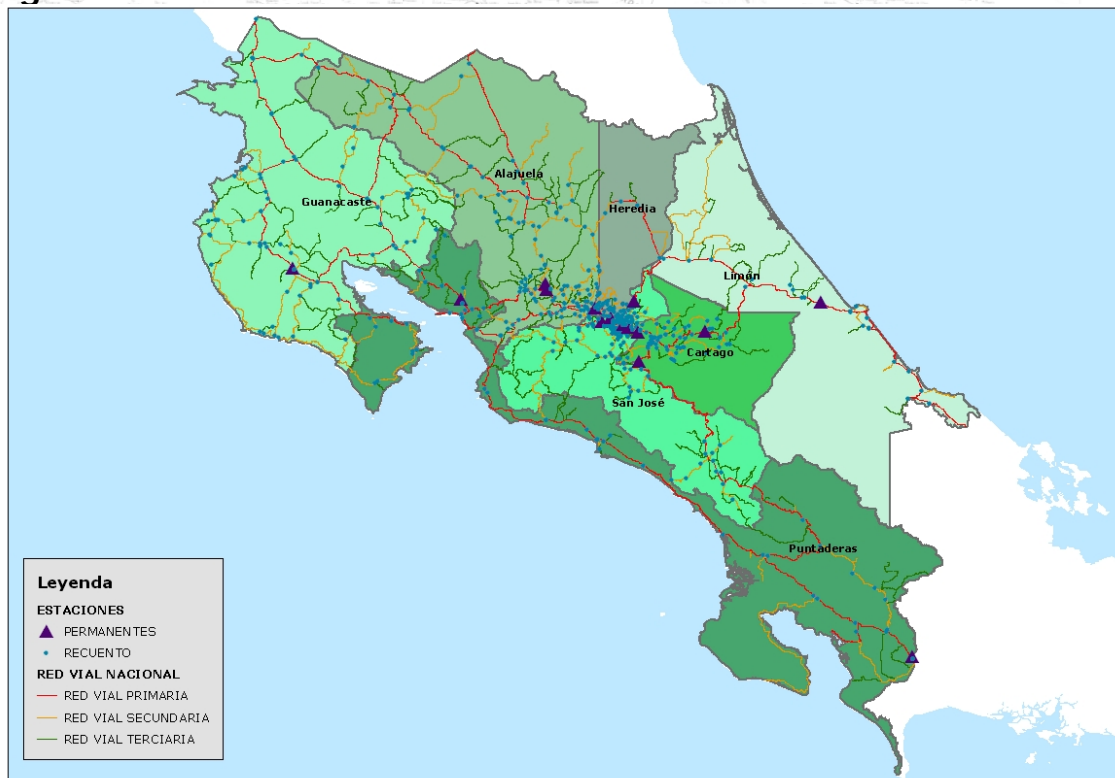
¹ La proporción de hora pico contra el promedio anual de tránsito diario [TPD] es de 7 a 7,5% para los corredores que conectan ciudades locales y principales, según el estudio "Estadísticas y predicciones del tráfico de carreteras de la República de Costa Rica" realizado en 2000 por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA.

realizados para este estudio, así como también se efectuó una revisión y comprobación de la información de los tráficos de las estaciones de recuento instaladas en la red vial nacional.

Los resultados de los aforos del plan de investigación directa, servirán también más adelante en la calibración del escenario actual, para que los flujos del viario en el modelo se ajusten lo mejor posible a la situación actual.

Las estaciones de recuento se encuentran instaladas a lo largo de la red vial nacional, alrededor de 500 estaciones, sin embargo al comprobar que la información no es muy completa en la gran mayoría de ellas, inicialmente para la caracterización de la situación actual, además de los aforos del plan de investigación directa, se tendrán en cuenta las 15 estaciones permanentes principales. De las cuales, gran parte (14) están ubicadas en rutas primarias.

Figura 12. *Ubicación de las estaciones de recuento en la red vial nacional.*



Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT

Las 15 estaciones permanentes escogidas tienen un historial de conteo desde el año 1999, con los últimos datos publicados en el año 2007. De las que se deduce que los tráficos de tránsito promedio diario (TPD) de todas las estaciones no presentan un

crecimiento anual acumulado constante, teniendo crecimientos que van desde un 3% hasta un máximo del 12%.

Es posible sin embargo, que estas estaciones no hayan funcionado de forma permanente durante todo este tiempo, y por tanto los datos no sean del todo fiables, no obstante sirven como información inicial para evaluar de una forma preliminar las principales rutas del país, así como también para contrastar los resultados del plan de investigación directa.

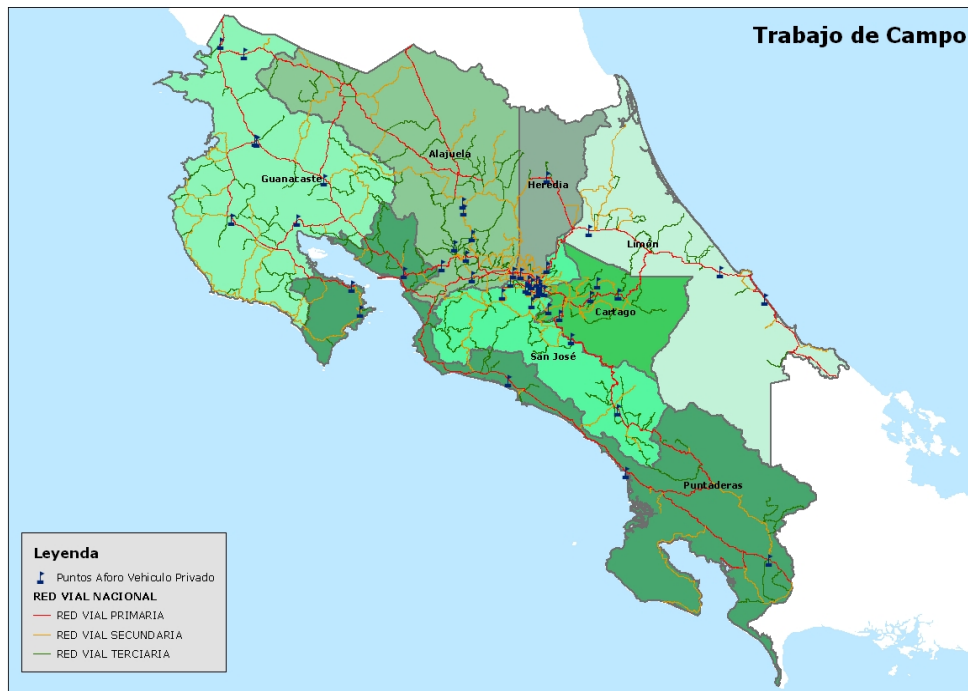
Los mayores tráficos se presentan en las estaciones permanentes de recuento 1 y 15, ubicadas en la provincia de San José, con TPD cercanos a 90.000. En el anexo se encuentra de manera informativa, los datos publicados en el anuario del año 2007 para las 15 estaciones permanentes, así como también un listado general de las estaciones de recuento con su ubicación, descripción y TPD, según la ruta de la red vial nacional.

De los 48 aforos realizados en el plan de investigación directa se obtuvieron además del TPD para cada punto, la distribución en los diferentes tipos de vehículos. Los mayores tráficos se presentan en la rutas 1 y 2, ubicadas en la provincia de San José. De estos aforos también se deduce que el vehículo privado tiene una participación importante de casi el 70%.

Para la demanda de autobús, se cuenta con datos de demanda de la ARESEP para algunas líneas y adicionalmente en el plan de investigación directa se efectuaron conteos de autobuses en los puntos más importantes de San José.

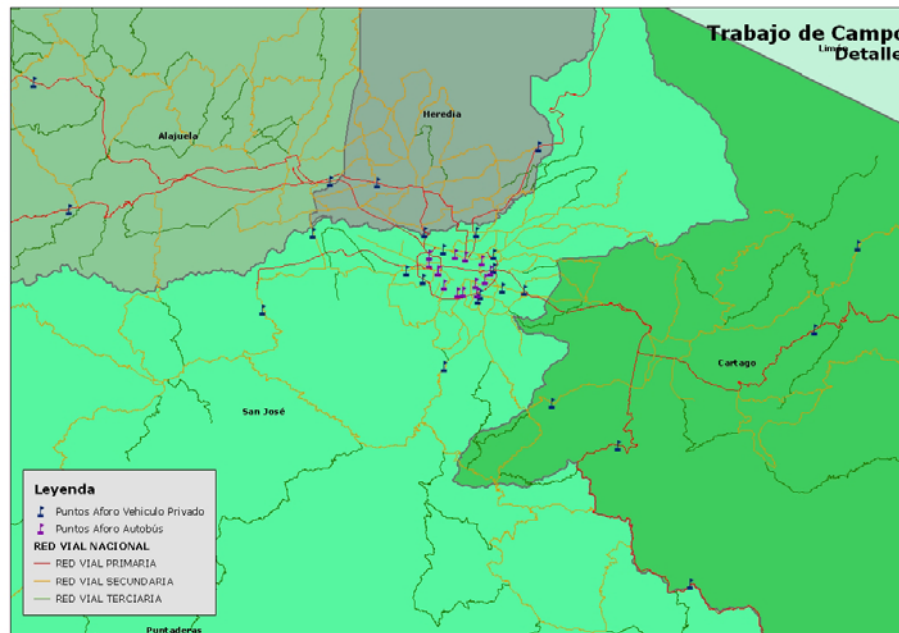
En el anexo adjunto se encuentra una tabla con la oferta del listado de rutas de autobús, adicionalmente algunas de ellas tienen el dato de viajeros para el año 2008 que publicó la ARESEP. En los siguientes gráficos se muestra los puntos de aforo de los trabajos de campo de campo, con un detalle de zona GAM. Igualmente se presenta una tabla con los resultados de los 14 puntos de aforo de autobús.

Figura 13. *Ubicación de los puntos de aforo de los trabajos de campo*



Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT y de los trabajos de campo

Figura 14. Ubicación de los puntos de aforo de los trabajos de campo, detalle



Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT y de los trabajos de campo

Tabla 20. Número de autobuses en los puntos de aforo de los trabajos de campo

Número de ruta	Ubicación de la estación	Sentido 1	Sentido 2	Total
1	Autopista General Cañas	1.323	1.119	2.442
2	San Pedro - Tres Ríos	1.285	1.502	2.787
5	Tibás	804	621	1.425

27	Santa Ana	558	625	1.183
104	Pavas	678	515	1.193
108	Uruca	533	590	1.123
110	Hatillo - Alajuelita	572	650	1.222
167	Escazú	239	226	465
204	Zapote	68	69	137
209	Desamparados	1.220	1.239	2.459
213	Paso Ancho	158	155	313
214	San Sebastián	766	714	1.480
215	Curridabat	334	419	753
218	Guadalupe - Moravia	908	1.272	2.180

Fuente: Elaboración propia a partir de información de los resultados de los trabajos de campo

Adicionalmente es importante mencionar, que actualmente hay 5 rutas con peaje, todas ellas rutas primarias, de las que se dispone de un historial de conteo de vehículos desde al año de 1998.

Tabla 21. Rutas de la red vial con estación de peaje

Ruta	Nombre carretera	Estación de peaje	Descripción de la ruta de peaje	Long. la ruta
1	General Cañas	Río Segundo (km 13 - Ruta N° 1)	Sabana Calle 42 Avenida de las Américas - Aeropuerto Juan Santamaría	15,0 km
1	Bernardo Soto	Naranjo (km 45 - Ruta N°1)	Aeropuerto Juan Santamaría - Entrada a San Ramón de Alajuela	40,7 km
2	Florencio del Castillo	Tres Ríos (km 13 - Ruta N° 2)	Intersección La Galera - Intersección de Taras, Cartago	14,1 km
27	Próspero Fernández	Escazú (km 7 de la ruta N°27)	Gimnasio Nacional Sabana - Brasil de Santa Ana	14,7 km
32	Braulio Carrillo	Zurquí (km 13 de la ruta N°32)	Barrio Amón Calle 3 avenida 9 - entrada Guápiles	63,6 km

Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos - ARESEP

Tabla 22. Historial de conteo de vehículos por estación de peaje. Años 1998-2007

Año	Total Anual	Vehículos por puesto de peaje				
		Zurquí	Escazú	Tres Ríos	Naranjo	Río Segundo
1998	19.522.744	1.075.189	4.134.073	4.096.992	2.183.380	8.033.110
1999	19.348.747	1.136.882	4.675.951	4.239.546	1.164.630	8.131.738
2000	19.429.037	1.124.028	5.376.333	4.434.320	-	8.494.356
2001	21.092.840	1.156.306	6.142.286	5.099.017	-	8.695.231
2002	21.236.682	1.159.356	6.407.981	5.360.214	-	8.309.131
2003	24.453.590	1.279.106	6.928.262	5.432.090	2.416.540	8.397.592
2004	25.426.459	1.326.107	7.673.597	5.305.858	3.088.551	8.032.346
2005	25.300.642	1.290.189	8.252.054	5.521.413	3.138.914	7.098.072
2006	27.842.027	1.359.893	8.831.537	5.842.909	3.294.822	8.512.866
2007	28.956.036	1.481.949	8.491.274	6.996.956	3.487.882	8.497.975

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT

Tabla 23. Tránsito promedio diario (TPD) de puntos de aforos del plan de investigación directa, según ruta y tipo de vehículo. Año 2010.

Número de ruta	Ubicación de la estación	Livianos	Motos	Taxis	Buses	Buse tas	Semi pesados	Cam 2 ejes	Cam 3 ejes	Cam 5 ejes	Especial	Total
1	La Cruz-Frontera	1.051	65	198	143	54	135	39	8	406	0	2.100
1	Liberia-Cañas	7.792	349	51	476	352	310	1.133	188	1.272	14	11.936
1	San Joaquín-Barranca	5.357	356	71	801	332	693	1.089	345	1.736	1	10.781
1	Est. Pesaje de Cañas	6.269	377	87	240	154	519	552	181	863	1	9.243
1	Peaje Naranjo	14.013	614	122	651	916	1.956	1.878	520	1.819	9	22.498
1	Peaje Aeropuerto	63.433	5.297	1.918	3.087	1.253	1.486	5.420	919	2.717	9	85.538
1	Hacia Puntarenas Rio Jesús San Ramon-Cambronero	13.824	403	87	835	285	330	2.254	198	4.267	14	22.498
2	Estación policía Gaff	2.094	18	6	124	147	92	316	31	342	1	3.170
2	Salida de S.Isidro hacia el sur	6.061	791	36	253	202	384	276	119	128	2	8.253
2	Salida Neily hacia frontera	3.260	372	514	111	133	143	117	83	143	1	4.878
2	Punta mala	1.724	144	16	12	81	178	69	49	191	1	2.465
2	Intersec. La galera	70.909	5.624	2.810	3.668	1.148	1.941	2.743	593	693	19	90.148
2	Zona sur en la cangreja s. Isidro del tejar	2.375	69	19	141	133	477	308	63	258	4	3.847
3	Ctra.la Uruca-Heredia (Pte. Río Virilla)	32.530	6.281	1.435	1.920	322	758	2.216	320	247	303	46.332
3	Ctra. Heredia-San Joaquín De Flores	17.594	2.438	1.060	1.167	497	1.308	1.267	186	86	47	25.648
3	Salida de Atenas en sabana larga- Atenas Orotina	6.711	239	161	135	356	964	491	69	9	5	9.141
4	Inocentes hacia la frontera	596	41	5	12	2	5	56	13	56	0	786
4	Sarapiquí	1.742	412	131	132	68	227	147	37	254	2	3.152
10	Turrialba cerca del CATIE	2.256	246	293	131	105	180	60	28	52	1	3.352
10	Cervantes- cerca del puente quebrada honda	2.500	176	7	110	53	235	266	56	113	6	3.521
18	Puente de la Amistad	1.265	32	4	115	197	137	286	82	467	0	2.584
21	Salida de Liberia hacia Sta. Cruz	6.229	293	80	304	324	97	453	77	102	2	7.960
21	Salida de Sta. Cruz dirección Naranjo	3.539	251	67	111	84	139	261	29	48	0	4.529
21	Playa naranjo (ferry)	697	198	48	48	0	8	95	0	8	0	1.101
32	Guápiles	7.348	796	529	450	483	385	1.151	311	1.288	5	12.747
32	Est. Pesaje de Búfalo	5.310	363	37	361	258	579	400	468	3.343	2	11.120
32	San Luis Tunel Zurqui	7.788	199	69	312	157	691	653	408	2.963	17	13.257
34	Ctra. Costanera sur; damas	2.999	526	81	125	333	321	164	77	186	7	4.818
36	Rio banano	1.821	206	59	157	227	66	258	56	112	0	2.962
39	Circunv. Sector Hatillos	47.838	6.413	1.729	211	699	2.271	4.383	660	610	568	65.381
39	Circunv. Sector San Pedro	11.706	1.763	2.235	2.450	259	193	324	11	27	5	18.974
102	Radial a tibás	18.246	4.821	6.394	3.522	747	1.174	719	117	59	47	35.847
108	La uruca (bomba shell)	25.406	6.209	1.998	1.603	241	1.714	1.376	269	1.045	72	39.932
141	Salida Cdad. Quesada hacia R-35	11.418	1.259	736	654	328	499	380	143	82	8	15.508
141	Naranjo a Cdad. Quesada	6.799	357	183	165	158	598	488	251	271	5	9.274
141	Zarcelero hacia naranjo- san juanillo	3.452	100	27	93	72	342	327	83	194	5	4.695

Número de ruta	Ubicación de la estación	Livianos	Motos	Taxis	Buses	Buse tas	Semi pesados	Cam 2 ejes	Cam 3 ejes	Cam 5 ejes	Especial	Total
147	Ctra. San Antonio De Belén-Santa Ana	13.718	1.498	369	202	630	1.007	783	399	197	24	18.829
167	Ctra. Vieja San José (La Sabana)-Escazú (Anonos)	16.813	3.914	1.861	343	905	107	2.671	974	69	0	27.656
209	Radial a Desamparados	23.259	4.573	4.113	3.859	605	1.537	1.032	190	63	14	39.244
209	Inmediaciones del ram luna- Aserri Tabarca	2.440	707	26	141	0	187	35	46	18	3	3.603
211	Radial s.fco. De dos ríos	27.093	4.223	3.808	1.273	641	2.349	2.846	532	501	430	43.695
215	Zapote (multiplaza del este)	34.076	4.115	3.298	1.759	874	1.698	1.005	264	296	299	47.685
218	Radial a Guadalupe	20.951	3.617	4.299	4.175	231	1.024	549	108	325	28	35.308
228	Hacia corralillo cerca de Colpachi	436	99	12	22	6	104	32	6	2	2	721
230	Salida de Capellades cerca de Sta Teresa-Capellad	707	69	1	32	52	239	97	10	7	7	1.222
239	Salida de ciudad Colon hacia Puriscal y Tabarcia	4.810	834	81	261	12	502	142	97	14	9	6.761
621	Paquera (salida ferry)	580	76	31	27	20	39	66	13	5	0	858
702	Los Angeles norte S. Ramon hacia la tigra San Carlos	1.004	68	19	36	183	160	100	16	38	6	1.630

Fuente: Elaboración propia a partir de información de los resultados del plan de investigación directa

Tabla 24. Matriz en Vehículo Privado según provincias. Viajes/día. Año 2010

ORIGEN/ DESTINO	1	2	3	4	5	6	7	Total general
1	735.740	9.398	12.787	16.420	6.204	6.253	5.000	791.802
2	22.545	199.263	278	18.040	3.320	6.480	923	250.849
3	28.007	563	107.844	2.676	2.065	744	1.192	143.090
4	42.961	8.961	1.197	97.547	1.102	2.611	1.327	155.706
5	4.337	2.150	1.258	935	27.563	3.363	400	40.006
6	4.406	2.690	1.203	912	4.072	8.256	1.055	22.594
7	4.208	1.020	1.251	938	1.150	1.064	13.565	23.196
Total general	842.204	224.045	125.818	137.468	45.476	28.771	23.462	1.427.244

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Matriz en autobús según provincias. Viajes/día. Año 2010

ORIGEN/ DESTINO	1	2	3	4	5	6	7	Total general
1	865.117	23.217	36.956	38.630	7.866	17.027	8.143	996.956
2	102.009	346.313	5.046	63.626	7.777	19.541	3.998	548.309
3	156.615	3.742	268.788	10.886	1.285	9.635	1.776	452.727
4	61.711	16.216	4.371	111.288	798	1.892	1.100	197.376
5	3.018	960	2.494	1.413	7.264	6.093	855	22.097
6	3.983	1.640	1.163	2.530	2.348	14.206	819	26.689
7	479	554	1.025	742	225	1.200	17.412	21.637
Total general	1.192.931	392.642	319.843	229.115	27.563	69.594	34.103	2.265.791

Fuente: Elaboración propia

3.2. Transporte Aéreo

3.2.1. Oferta Modo Aéreo

Costa Rica dispone de una dotación de 116 aeródromos, con tres tipologías diferentes: internacionales (4), nacionales (112) y helipuertos (7). Los nacionales incluyen 3 aeródromos de ultraligeros.

Figura 15. Mapa de aeródromos



Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT

La totalidad de los aeródromos internacionales son propiedad del estado, mientras que en los aeródromos nacionales solo el 30% son del estado, el resto son privados de los que la mitad son aeródromos particulares de servicio público. Las provincias con el mayor número de aeródromos son Limón, Puntarenas y Guanacaste.

Tabla 26. Listado de aeródromos según tipo, propiedad, provincia, cantón y clase de superficie

Nombre	Propiedad ⁽¹⁾	Provincia	Cantón	Clase de Superficie
INTERNACIONAL				
Juan Santamaría MROC (Alajuela)	Estado	Alajuela	Alajuela	Asfalto
Limón MRLM (Limón)	Estado	Limón	Limón	Asfalto
Daniel Oduber (Liberia)	Estado	Guanacaste	Liberia	Asfalto
Tobías Bolaños MRPV (Pavas)	Estado	San José	San José	Asfalto
NACIONAL DEL ESTADO				
Amubri MRAM (Limón)	Estado	Limón	Talamanca	Zacate
Barra del Colorado MRBC (Pococí)	Estado	Limón	Pococí	Asfalto
Barra de Tortuguero MRBT (Pococí)	Estado	Limón	Pococí	Asfalto
Barra de Parismina MRBP (Pococí)	Estado	Limón	Guácimo	Asfalto
Bataan (Monte Líbano) MRBN (Limón)	Estado	Limón	Matina	Asfalto
Buenos Aires MRBA (Puntarenas)	Estado	Puntarenas	Buenos Aires	Concreto
Carate MRCE (Golfito)	Estado	Puntarenas	Golfito	Grava
Chacarita	Estado	Puntarenas	Puntarenas	Asfalto
Don Diego MRDD (Limón)	Estado	Limón	Talamanca	Grava / Zacate
Drake MRDK (Puntarenas)	Estado	Puntarenas	Osa	Grava
Esterillos (Finca) MRET (Parrita)	Estado	Puntarenas	Parrita	Grava
Golfito MRGF (Golfito)	Estado	Puntarenas	Golfito	Asfalto
Guápiles MRGP (Pococí)	Estado	Limón	Pococí	Concreto
Guatuso MRGT (Alajuela)	Estado	Alajuela	Guatuso	Asfalto
La Managua MRQP (Quepos)	Estado	Puntarenas	Aguirre	Asfalto
Laurel MRLE (Puntarenas)	Estado	Puntarenas	Golfito	Asfalto
Murciélago MRMC (La Cruz)	Estado	Guanacaste	La Cruz	Grava / Zacate
Nicoya MRNC (Nicoya)	Estado	Guanacaste	Nicoya	Lastre
Nosara MRSN (Nicoya)	Estado	Puntarenas	Nicoya	Asfalto
Palmar Sur MRPM (Palmar Sur)	Estado	Osa	Osa	Asfalto
Puerto Jiménez MRPJ (Puntarenas)	Estado	Puntarenas	Golfito	Asfalto
Rancho Humo MRRH (Santa Cruz)	Estado	Guanacaste	santa Cruz	Zacate
San Isidro del General MRSI (Pérez Zeledón)	Estado	San José	P. Zeledón	Asfalto
San Vito Java MRSV (Coto Brus)	Estado	Puntarenas	Coto Brus	Asfalto
Shiroles MRSH (Talamanca)	Estado	Limón	Talamanca	Grava
Sirena MRSN (Golfito)	Estado	Puntarenas	Golfito	Zacate
Sixaola MRSX (Sixaola)	Estado	Limón	Talamanca	Asfalto
Tambor MRTR (Nicoya)	Estado	Guanacaste	Nicoya	Asfalto
Upala MRUP (Upala)	Estado	Alajuela	Upala	Asfalto
NACIONAL PRIVADOS				
Los Chiles MRLC (Los Chiles)	Particular	Alajuela	Los Chiles	Asfalto
Altamira de San Carlos MRAT (San Carlos)	A.P.S.P.	Alajuela	San Carlos	Zacate
Arenal MRAN (San Carlos)	Particular	Alajuela	San Carlos	Lastre/Compactado
El Descanso de Poco Sol MRED (San Carlos)	Particular	Alajuela	San Carlos	Zacate
Hacienda Homuha MRHH (San Carlos)	Particular	Alajuela	San Carlos	Zacate
Las Islas MRIS (San Carlos)	Particular	Alajuela	San Carlos	Asfalto
Quebrada Azul MRQA (Florencia)	Particular	Alajuela	San Carlos	Lastre/Zacate
San Cristóbal MRSB (San Carlos)	Particular	Alajuela	San Carlos	Zacate
Sarapiquí MRSQ (San Carlos)	Particular	Alajuela	San Carlos	Asfalto
La Garroba MRLG (Upala)	Particular	Alajuela	Upala	Zacate
Atirro MRAR (Turrialba)	A.P.S.P.	Cartago	Turrialba	Lastre
Ciruelas MRCI (Bagaces)	A.P.S.P.	Guanacaste	Bagaces	Grava
Las Piedras MRLP (Cañas)	Particular	Guanacaste	Cañas	Lastre
Mojica MRMJ (Cañas)	A.P.S.P.	Guanacaste	Cañas	Lastre

Nombre	Propiedad ⁽¹⁾	Provincia	Cantón	Clase de Superficie
Taboga MRTG (Cañas)	A.P.S.P.	Guanacaste	Cañas	Lastre
Hacienda La Pacífica MRHP (Cañas)	Particular	Guanacaste	Cañas	Lastre
Montelimar MRML (Garabito)	Particular	Guanacaste	Garabito	Zacate
La Roca MRLR (Abangares)	A.P.S.P.	Guanacaste	Las Juntas	Zacate
Monte Alto MRMA (Abangares)	A.P.S.P.	Guanacaste	Las Juntas	Grava
La Flor MRLF (Liberia)	A.P.S.P.	Guanacaste	Liberia	Asfalto
La Cueva MRLV (Liberia)	Particular	Guanacaste	Liberia	Lastre
Las Trancas MRLT (Liberia)	A.P.S.P.	Guanacaste	Liberia	Zacate
Pelón Nuevo MRPN (Liberia)	A.P.S.P.	Guanacaste	Liberia	Lastre/Zacate
Islita MRIA (Nandayure)	Particular	Guanacaste	Nandayure	Grava
Palo Arco MRPA (Nandayure)	Particular	Guanacaste	Nandayure	Concreto
Agropecuaria Playa Caletas MRPT (Nicoya)	Particular	Guanacaste	Nicoya	Zacate
Cabo Velas MRCV (Nicoya)	Particular	Guanacaste	Nicoya	Asfalto
Carrillo MRCR (Nicoya)	A.P.S.P.	Guanacaste	Nicoya	Lastre
La Guinea MRLN (Nicoya)	Particular	Guanacaste	Nicoya	Zacate
Talolinga MRTL (Nicoya)	Particular	Guanacaste	Nicoya	Lastre
La Zampoña MRLA (Guanacaste)	Particular	Guanacaste	Santa Cruz	Lastre
La Zopilota MRLZ (Guanacaste)	Particular	Guanacaste	Santa Cruz	Lastre
Peñas Blancas MRPS (Santa Cruz)	Particular	Guanacaste	Santa Cruz	Lastre
Tamarindo de Santa Cruz MRTM (Santa Cruz)	Particular	Guanacaste	Santa Cruz	Asfalto
Río Frío MRRF (Río Frío)	A.P.S.P.	Heredia	Horquetas	Concreto
Hacienda Río Cuarto MRHO (Sarapiquí)	Particular	Heredia	Sarapiquí	Zacate
Bremen MREM (Guácimo)	A.P.S.P.	Limón	Guácimo	Zacate
DUACARI -2 MRDC (Guápiles)	Particular	Limón	Guácimo	Asfalto
San Pedro MRSP (Limón)	A.P.S.P.	Limón	Guácimo	Concreto
Yucatica MRYT (Guácimo)	Particular	Limón	Guácimo	Lastre/Zacate
Santa María de Guácimo MRSO (Guápiles)	A.P.S.P.	Limón	Guápiles	Asfalto
Aerotortuguero MRAO(Roxana)	Particular	Limón	Pococí	Asfalto
El Ceibo MREO (Ticabán)	Particular	Limón	Pococí	Zacate
Hacienda La Suerte MRHS(Pococí)	Particular	Limón	Pococí	Grava
Roxana Farms MRRX (Limón)	A.P.S.P.	Limón	Pococí	Concreto
Santa Clara de Guápiles MRSG (Limón)	A.P.S.P.	Limón	Pococí	Asfalto
Ticabán MRTB (Pococí)	A.P.S.P.	Limón	Pococí	Asfalto
Babilonia MRBB (Siquirres)	A.P.S.P.	Limón	Siquirres	Lastre
El Carmen de Siquirres MREC (Siquirres)	A.P.S.P.	Limón	Siquirres	Concreto
Las Lomas MRLL (Siquirres)	A.P.S.P.	Limón	Siquirres	Zacate
San Alberto MRSA (Limón)	A.P.S.P.	Limón	Siquirres	Asfalto
Aerodamas MRAD (Quepos)	Particular	Puntarenas	Aguirre	Concreto
Coto 47 MRCC (Corredores)	A.P.S.P.	Puntarenas	Corredores	Asfalto
Hacienda Jaco MRHJ (Puntarenas)	A.P.S.P.	Puntarenas	Garabito	Zacate
Punta Banco MRPO (Puntarenas)	Particular	Puntarenas	Golfito	Zacate
Aranjuez MRAJ (Miramar)	A.P.S.P.	Puntarenas	M. de Oro	Lastre
Finca Dieciocho MRDO (Puntarenas)	A.P.S.P.	Puntarenas	Osa	Grava
Finca Delicias MRFD (Palmar Sur)	A.P.S.P.	Puntarenas	Osa	Concreto
Finca 10 o Nuevo Palmar MRFI (Puntarenas)	A.P.S.P.	Puntarenas	Osa	Lastre
Finca 63 (Coto 63) MRFS (Puntarenas)	A.P.S.P.	Puntarenas	Osa	Grava
La Ligia MRLI (Parrita)	A.P.S.P.	Puntarenas	Parrita	Grava
La Yolanda MRLY (Parrita)	Particular	Puntarenas	Parrita	Lastre
Rancho Nuevo MRRN(Parrita)	A.P.S.P.	Puntarenas	Parrita	Zacate
Playa Blanca MRPB (Puntarenas)	A.P.S.P.	Puntarenas	Pto. Jiménez	Lastre/Zacate
Dos Marías MRDM (Chorotega)	Particular	Puntarenas	Puntarenas	Lastre/Zacate
Santa Fe MRSF (Pérez Zeledón)	Particular	San José	Pérez Zeledón	Lastre

(1) A.P.S.P.: Aeródromos particulares de Servicio Público. Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT

El Aeropuerto Internacional Juan Santamaría que está ubicado aproximadamente a 17 kilómetros al noroeste de la ciudad de San José, es el único Aeropuerto entre los

cuatro aeropuertos internacionales con capacidad organizativa para atender vuelos de itinerario.

Sin embargo, es el Aeropuerto Tobías Bolaños que está ubicado en el distrito de Pavas aproximadamente 8 kilómetros al noroeste de San José y a 11 kilómetros al sureste del Aeropuerto Juan Santamaría, la principal base para la aviación general del país, ya que en él se realizan la mayoría de las operaciones de vuelos privados, fletados, turísticos y de escuelas de aviación.

Aproximadamente el ochenta por ciento de las aeronaves registradas de la aviación general de Costa Rica, son las que utilizan este aeropuerto.

3.2.2. Demanda Modo Aéreo

El aeródromo internacional Juan Santamaría, tiene principalmente un flujo de demanda internacional, la demanda nacional en el año 2007 solo representó el 6% del flujo total de pasajeros del aeródromo Juan Santamaría.

La situación del flujo de mercancías a nivel nacional tiene una representación nula en dicho aeródromo.

Tabla 27. Pasajeros y mercancías (miles de toneladas).
Aeródromo Juan Santamaría. Años 1999-2007

Año	Nacionales		Internacionales	
	Pasajeros	Mercancías	Pasajeros	Mercancías
1999	166.637	77	2.090.843	80.234
2000	166.254	70	1.994.615	77.067
2001	136.442	22	1.972.374	67.831
2002	140.468	0	2.142.030	83.066
2003	166.315	0	2.418.084	77.959
2004	130.301	0	2.761.767	78.363
2005	134.101	0	3.109.339	64.338
2006	262.411	0	3.394.010	83.032
2007	280.339	0	3.982.004	94.270

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT

Igualmente es importante mencionar que al ser Costa Rica un país poco extenso, las distancias son cortas y por tanto históricamente la demanda nacional aérea de pasajeros y mercancías ha tenido un crecimiento muy bajo, debido a la competencia con el transporte de carretera.

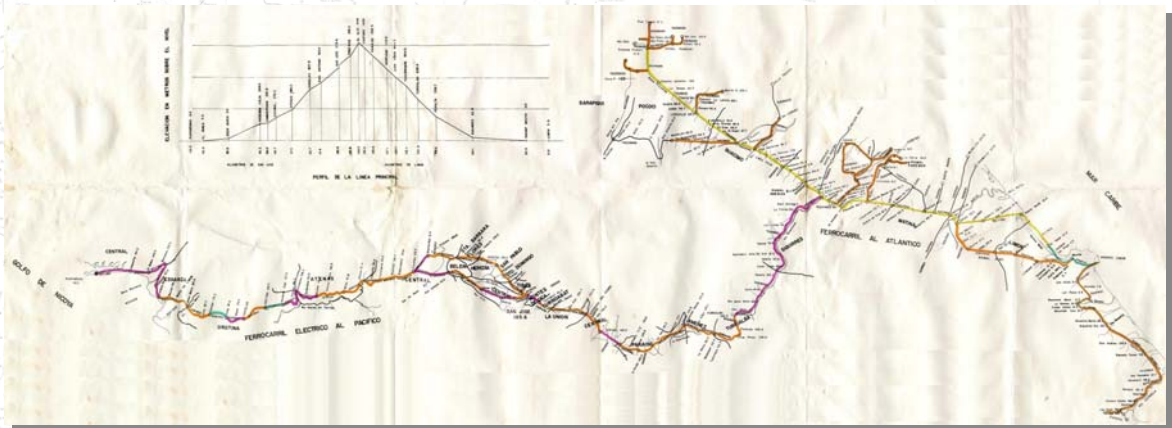
3.3. Transporte Ferroviario

3.3.1. Oferta Modo Ferroviario

Costa Rica cuenta con dos líneas ferroviarias de ámbito nacional (ferrocarril al atlántico y ferrocarril al pacífico), así como dos líneas urbanas de pasajeros (San

José – Heredia y Pavas – San Pedro). Actualmente se encuentra en servicio a nivel nacional solamente parte de la red del ferrocarril al atlántico para el flujo de mercancías, y para el flujo de pasajeros unos pocos kilómetros para trenes turísticos en el ferrocarril del atlántico y del pacífico. En la siguiente figura se presenta la red de estas dos líneas, sin embargo es importante recordar que en servicio se encuentra una mínima parte de los tramos.

Figura 16. Red líneas ferroviarias del Atlántico y del Pacífico

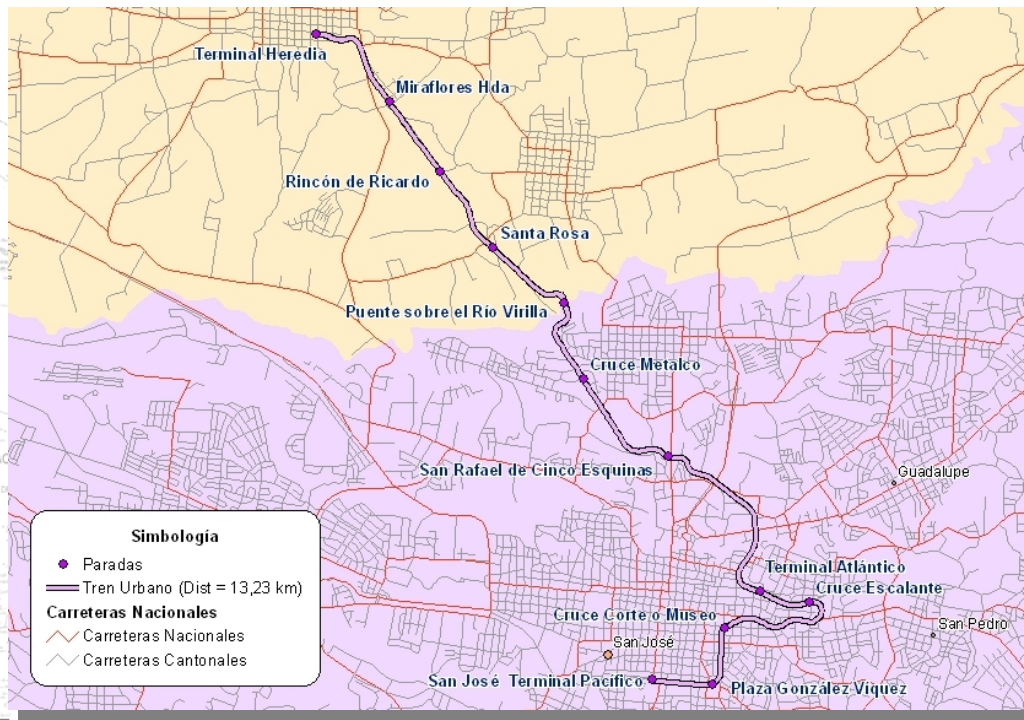


Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos - ARESEP

La línea San José–Heredia, que reactivó el servicio en 2009, tiene un tiempo medio de recorrido de 30 minutos, con 13,2 kilómetros y 12 paradas. En la línea Pavas–San Pedro, el tiempo medio es de 70 minutos, con 15,8 kilómetros y 17 paradas.

Figura 17. Red línea urbana San José - Heredia

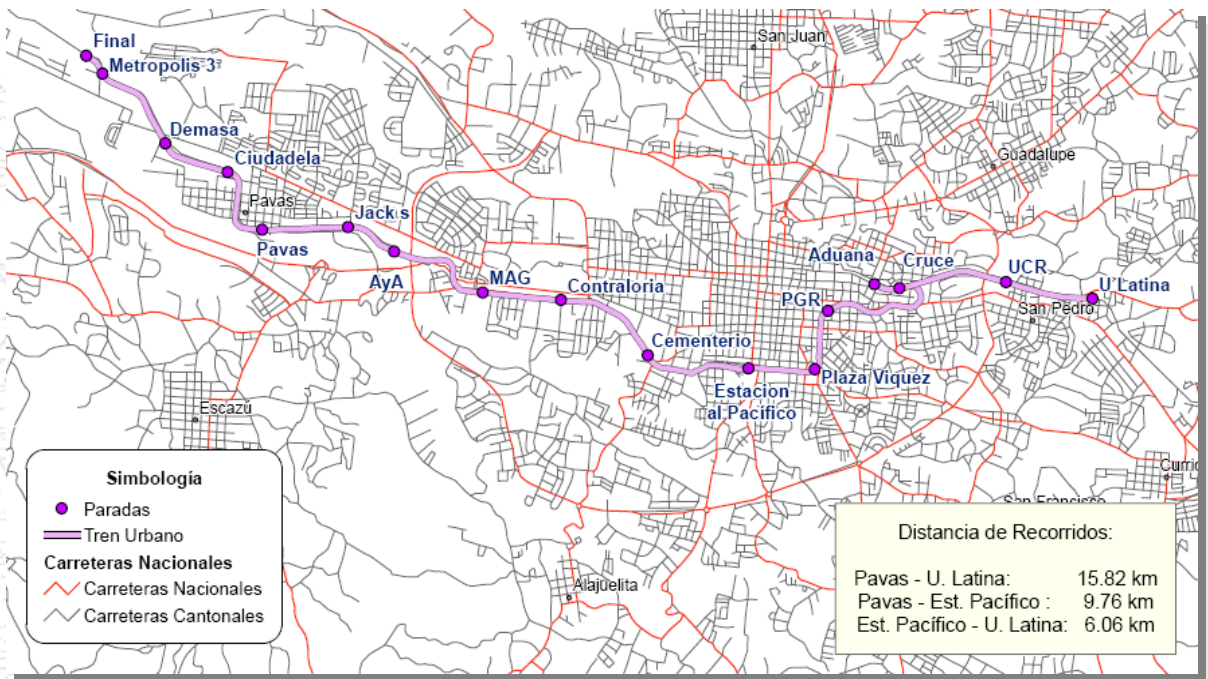




Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos - ARESEP

Aunque la diferencia en longitud de recorrido es solo de poco más de 2 kilómetros, la diferencia en tiempos de recorrido es más del doble para la línea Pavas-San Pedro. Esto se debe principalmente al mayor número de paradas para esta línea, aunque también influye el trazado de la línea que igualmente contiene más tramos curvos, así como también más intersecciones con viarios de altos flujos vehiculares.

Figura 18. Red línea urbana Pavas – San Pedro



Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos - ARESEP

3.3.2. Demanda Modo Ferroviario

Según la evaluación de resultados del Instituto Costarricense de Ferrocarriles- INCOFER al cierre del año 2009, se movilizaron en el ferrocarril del Atlántico 2.893.578 cajas de banano y 59.222 toneladas métricas de acero.

Los trenes turísticos del pacífico y el atlántico movilizaron 19.450 pasajeros, y los trenes urbanos movizaron un total de 1.291.765 pasajeros, correspondiendo el 73% a la línea Pavas – San Pedro y el restante 26% a la línea San José – Heredia, debiéndose su baja participación, a que su entrada en operación se dio precisamente en el año 2009.

En el manual estadístico del año 2007 presentado por el MOPT, se presenta una serie de la demanda de mercancías según línea entre los años 2001 y 2007. Para la estimación de la serie de demanda entre los años 2004 y 2007 por productos se utilizaron datos del INCOFER.

Tabla 28. Mercancías por línea de ferrocarril. Toneladas al año. Años 2001-2007

Año	Al Pacífico	Al Atlántico	TOTAL
2001	58.629	140.723	199.352
2002	54.960	126.232	181.192
2003	14.078	105.152	119.230
2004	637	144.953	145.589
2005	12.089	118.985	131.074

2006	12.384	234.619	247.003
2007	0	231.254	231.254

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transporte - MOPT

Tabla 29. Mercancías por línea de ferrocarril y producto. Toneladas al año. Años 2004-2007

Año	Tipo de Producto	Al Pacífico	Al Atlántico	Total
2004	Banano	0	110.960	110.960
	Hierro	637	33.993	34.629
	Granos	0	0	0
2005	Banano	0	73.697	73.697
	Hierro	2.861	45.288	48.149
	Granos	9.229	0	9.229
2006	Banano	0	173.034	173.034
	Hierro	2.593	61.585	64.178
	Granos	9.791	0	9.791
2007	Banano	0	105.082	105.082
	Hierro	0	126.172	126.172
	Granos	0	0	0
2008	Banano	0	105.082	105.082
	Hierro	0	126.172	126.172
	Granos	0	0	0
2009	Banano	0	105.082	105.082
	Hierro	0	126.172	126.172
	Granos	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOPT y del INCOFER

La línea del pacífico estuvo en servicio para mercancías hasta el año 2006, cuando transportó un total de 12.384 toneladas de hierro y granos. La línea del atlántico continúa en funcionamiento para mercancías de banano y hierro, presentando un crecimiento anual acumulado del 9% entre los años 2004 y 2009.

En relación con el servicio de transporte de pasajeros de las líneas del atlántico y del pacífico, se movilizaron un total de 45.350 pasajeros, repartidos en 22.800 y 22.550, respectivamente con los trenes turísticos durante el año 2008, y un total de 19.450 para el año 2009, lo que representa una pérdida de viajeros en los últimos dos años.

En cuanto a las líneas urbanas, la línea urbana Pavas – San Pedro que viene prestando servicio desde el año 2005, ha tenido una pérdida de viajeros en los últimos años (-2% para estaciones del 2010 y -19% para el año 2009), a pesar del importante crecimiento (35%) que tuvo en el año 2008, según los datos oficiales publicados en la evaluación de resultados del MOPT.

Tabla 30. Pasajeros línea urbana Pavas – San Pedro. Viajeros al año. Años 2007-2009

Año	Línea Pavas - San Pedro
2007 ⁽¹⁾	871.625
2008 ⁽¹⁾	1.175.091
2009 ⁽¹⁾	950.554
2010 ⁽²⁾	928.973

(1) Sacados de la evaluación de resultados del año correspondiente publicada por el MOTPT

(2) Estimada a partir de los resultados del trabajo de campo, 4.032 viajeros diarios y un ratio de 19,2 días/mes (presentado por la ARESEP).

Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOTPT, de la ARESEP y de los trabajos de campo

La línea urbana San José – Heredia, que entró en servicio en el año 2009 logró movilizar 341.211 pasajeros en ese año. Según los resultados de los trabajos de campo su demanda ha aumentado considerablemente, ya que se estiman en 3.868 viajeros diarios, lo que representarían 891.197 viajeros al año, utilizando un ratio de 19,2 días al mes (presentado por la ARESEP).

3.4. Transporte Marítimo

3.4.1. Oferta Modo Marítimo

Costa Rica cuenta con 5 puertos marítimos internacionales en la costa pacífica y un complejo portuario (2 puertos) en la costa atlántica.

Los puertos de la costa pacífica son:

- Puntarenas: atiende el atraque de buques cruceros. La temporada de cruceros en la costa pacífica se concentra en los meses de noviembre y abril cuando, las condiciones marítimas son óptimas.
- Caldera: es el principal puerto para el comercio internacional de la costa pacífica y su tráfico principal es de importación de granos, vehículos y carga en general. En los últimos años se ha incrementado notablemente el arribo de barcos de contenedores, graneleros, cruceros y atuneros.
- Quepos: se utiliza para el atraque de barcos pequeños, como embarcaciones comerciales, de turismo y de pesca artesanal.
- Golfito: actualmente el puerto sirve para la exportación de aceite de palma y de algunos productos agropecuarios, adicionalmente para la explotación pesquera artesanal, turismo y alguna actividad comercial.
- Punta Morales: es para uso exclusivo de la exportación de azúcar, aunque recientemente se ha utilizado para la descarga y carga de alcohol.

- Muelle de Cuajiniquil: puerto nacional ubicado en el distrito de Cuajiniquil, cantón de La Cruz. Está administrado por la municipalidad del lugar, y está dedicado exclusivamente para la comercialización de pesca artesanal y para el atraque de yates de turismo.

Los puertos de la costa atlántica son:

- Limón: ubicado junto a la ciudad de Limón, a 160 kilómetros por tierra de la capital. Puestos de atraque: Muelle Alemán, Rampa ro-ro, Muelle cruceros, Muelle 70. Moviliza carga contenedorizada y carga general, por este puerto se atiende la mayor cantidad de cruceros.
- Moín: Puestos de Atraque: 5-1 (muelle petrolero), 5-2 (Rampa ro-ro), bananero, 5-3, 5-4, 5-5 y 5-6 (Taiwanés).

Figura 19. Ubicación de los puertos



Fuente: Elaboración propia a partir de información del MOTP.

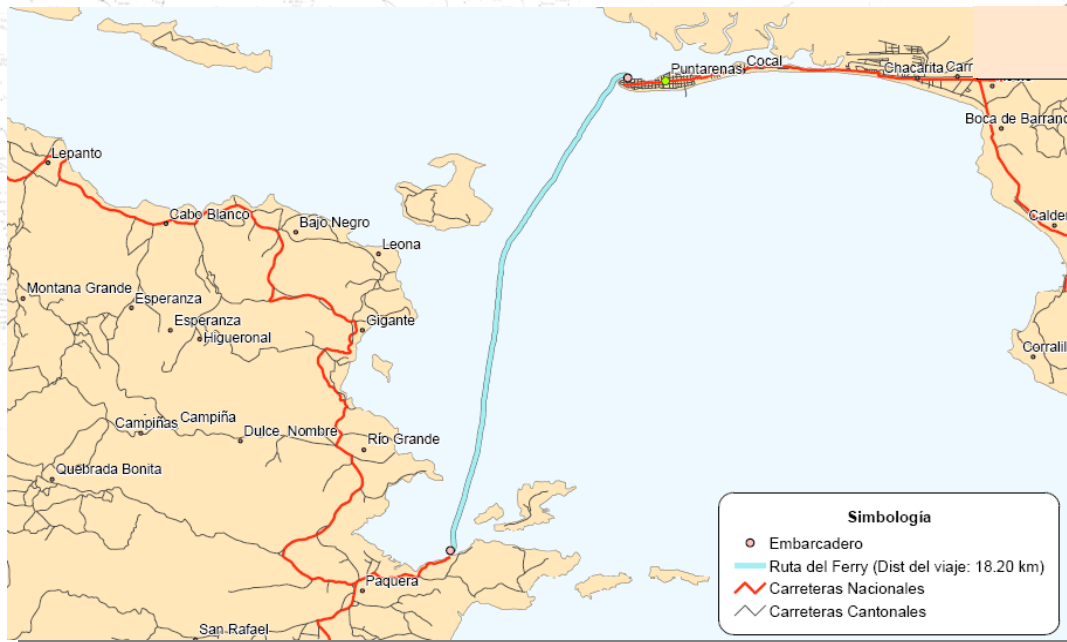
Adicionalmente, existen algunos servicios de cabotaje, que según ARESEP son de cabotaje mayor y menor, como se ve en el cuadro adjunto. De estos servicios de cabotaje el más importante es el de modalidad ferry entre Puntarenas y Paquera y viceversa.

Tabla 31. Rutas vigentes autorizadas por ARESEP para los servicios de cabotaje

Empresa	Ruta de Cabotaje
Cabotaje Mayor:	
COONATRAMAR, R.L	Puntarenas-Playa Naranjo
Naviera Tambor S.A	Puntarenas-Paquera Viceversa /modalidad Ferry
Cabotaje Menor:	
Anabella Morales Carpio	Puntarenas-Isla de Chira y Viceversa
Inversiones LEGU de Costa de Pájaros S.A.	Costa de Pájaros - Isla Chira y Viceversa
COOPETRACA R. L.	Pavona-Barra de Tortuguero y viceversa
Viajes y Transportes Clic-Clic, S.A.	Pavona-Barra de Tortuguero y viceversa
ADIP (Asociación de Desarrollo Integral de Paquera)	Puntarenas-Paquera y Viceversa /modalidad lancha
Edwin Castro Vásquez	Puerto Jiménez-Golfito y Viceversa

Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos – ARESEP

Figura 20. Línea del servicio de cabotaje Puntarenas - Paquera



Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos – ARESEP

3.4.2. Demanda Modo Marítimo

La demanda de pasajeros de los puertos en los últimos años presenta un crecimiento muy variable año tras año, sin embargo el crecimiento acumulado entre el periodo de 1993 y 2009 es del 8%, llegando a 365.713 viajeros para este último.

Tabla 32. Llegadas de cruceros y pasajeros. Años 1993-2008

Año	Cruceros	Var. %.	Pasajeros	Var. %.
1993	149	77,4	111.993	57,1
1994	173	16,1	155.584	38,9
1995	164	-5,2	139.428	-10,4
1996	168	2,4	158.742	13,9
1997	202	20,2	201.386	26,9
1998	220	8,9	224.405	11,4
1999	253	15,0	235.039	4,7
2000	199	-21,3	189.814	-19,2
2001	195	-2,0	188.596	-0,6
2002	186	-4,6	222.496	18,0
2003	202	8,6	275.585	23,9
2004	215	6,4	318.103	15,4
2005	192	-10,7	280.017	-12,0
2006	237	23,4	345.346	23,3
2007	216	-8,9	321.762	-6,8
2008	238	10,2	319.705	0,6
2009	253	6,3	365.713	14,1

Fuente: Instituto Costarricense de Turismo - ITC

Los puertos de la costa atlántica tienen una demanda mayor de viajeros, llegando a ser casi el 65%.

Tabla 33. Llegadas de cruceros y pasajeros según puerto. Años 2005-2009

Año	PACÍFICO (Caldera, Puntarenas y Golfito)		CARIBE (Puerto Limón)		Total	
	Cruceros	Pasajeros	Cruceros	Pasajeros	Cruceros	Pasajeros
2005	72	95.667	120	184.350	192	280.017
2006	97	141.467	140	204.179	237	345.646
2007	86	105.062	130	216.700	216	321.762
2008	103	120.277	135	199.428	238	319.705
2009	118	131.596	135	234.117	253	365.713

Fuente: Instituto Costarricense de Turismo - ITC

En cuanto a la demanda de mercancías se presenta un importante flujo de importaciones y exportaciones.

Tabla 34. Tráfico de carga por costa. Toneladas métricas. Años 2005-2007

Año	Atlántico			Pacífico		
	Importación	Exportación	Total	Importación	Exportación	Total
2005	3.971.512	4.175.710	8.147.222	2.712.260	538.058	3.250.318
2006	4.287.487	5.059.547	9.347.034	2.893.258	583.487	3.476.745
2007	4.650.528	5.269.919	9.920.447	3.131.425	550.984	3.682.409

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la JAPDEVA y el INCOP

Para la costa atlántica el puerto de Moín es el que mayor flujo presenta, teniendo una participación equitativa entre importaciones y exportaciones. Su principal producto de importación es el petróleo y de exportación el banano.

En la costa pacífica las importaciones son mucho mayores que las exportaciones, con una participación casi total del puerto Caldera.

En cuanto a la demanda de cabotaje es importante destacar el servicio de la línea Puntarenas – Paquera, ya que según un estudio realizado por la Dirección de infraestructura de la División Marítimo Portuario del MOPT, este servicio tuvo una demanda de más de 600.000 viajeros en año 2006.

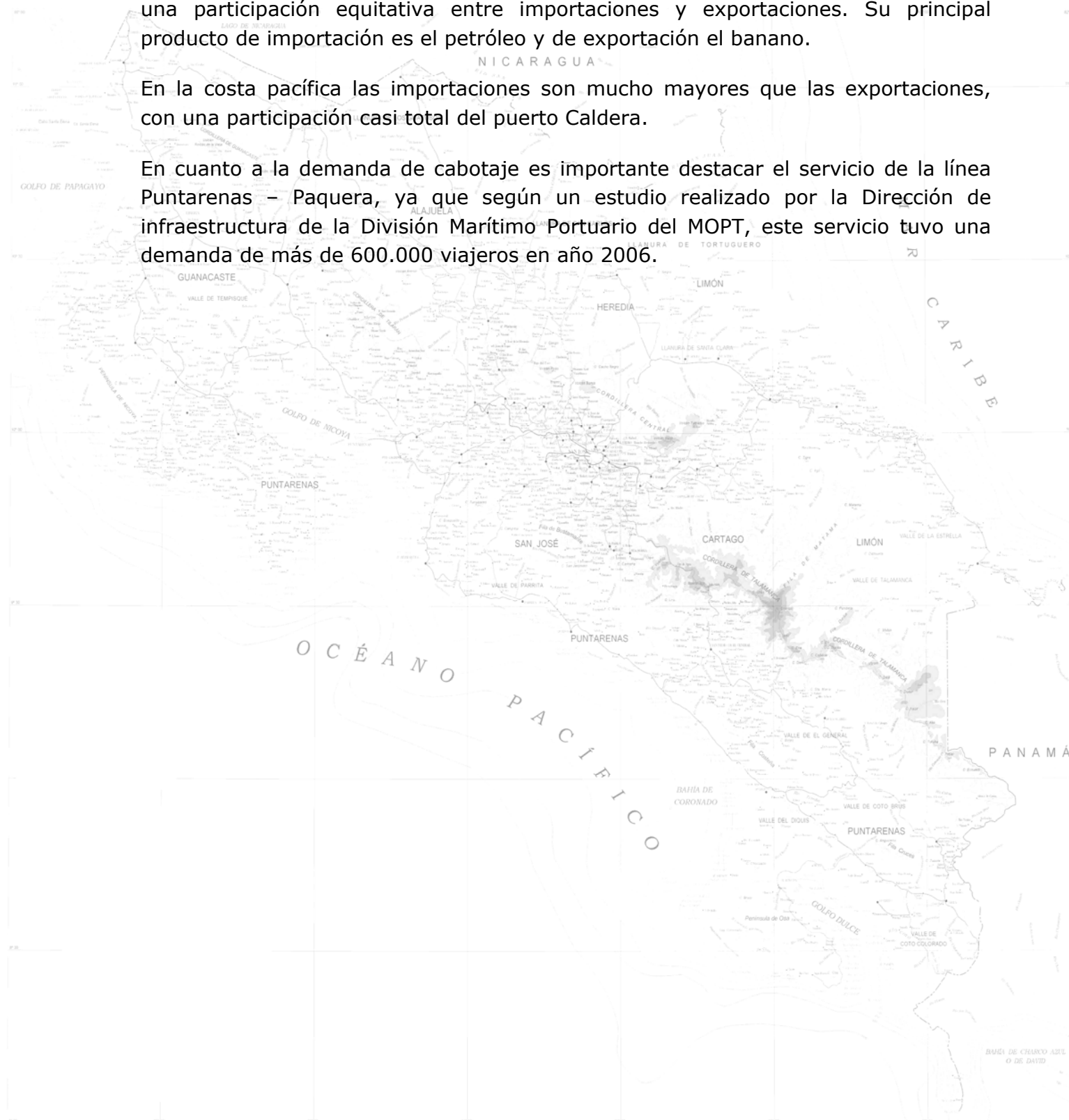


Tabla 35. Tráfico de carga por principales productos y puertos del atlántico (Toneladas Métricas). Años 2004-2008

Producto	2004		2005		2006		2007		2008	
	Limón	Moín	Limón	Moín	Limón	Moín	Limón	Moín	Limón	Moín
Papel y cartón	207.864	251.775	201.990	244.659	235.185	284.867	263.008	318.567	240.906	291.797
Hierro	127.992	42.091	120.495	39.626	132.144	43.457	157.545	51.810	260.245	85.584
Textiles	58.728	3.707	58.149	3.670	52.631	3.322	39.703	2.506	27.187	1.716
Productos químicos	182.834	111.606	164.171	100.213	144.372	88.128	159.128	97.136	188.394	115.000
Resinas	32.864	84.766	32.386	83.532	36.118	93.161	35.567	91.738	36.632	94.485
Fertilizantes	19.881	9.405	18.519	8.761	16.232	7.679	35.755	16.914	46.868	22.171
Petróleo y derivados	18.017	1.990.119	17.845	1.971.137	19.307	2.132.686	20.082	2.218.260	21.327	2.355.783
Vehículos y repuestos	34.620	24.111	39.438	27.466	40.754	28.382	58.251	40.568	57.596	40.112
Otros productos	529.397	309.722	529.609	309.846	586.141	342.921	658.649	385.341	652.265	381.606
TOTAL IMPORTACIÓN	1.212.197	2.827.302	1.182.600	2.788.912	1.262.885	3.024.602	1.427.688	3.222.840	1.531.420	3.388.254
Banano	37.726	1.891.776	34.228	1.716.324	42.933	2.152.879	44.764	2.244.667	41.471	2.079.546
Café	73.988	25.660	68.835	23.873	60.417	20.953	54.197	18.796	66.548	23.080
Verduras	54.773	130.957	57.324	137.057	71.927	171.970	39.840	95.254	72.182	172.581
Frutas frescas	90.725	833.709	115.003	1.056.810	137.848	1.266.740	147.771	1.357.922	154.859	1.423.058
Plantas y hortalizas	17.108	52.234	17.468	53.333	18.553	56.644	22.149	67.625	24.847	75.861
Textiles	54.240	3.423	57.456	3.626	49.179	3.104	43.216	2.728	28.297	1.786
Otros productos	533.850	240.721	575.066	259.307	693.631	312.769	779.501	351.489	703.268	317.115
TOTAL EXPORTACIÓN	862.410	3.178.480	925.380	3.250.330	1.074.487	3.985.060	1.131.438	4.138.481	1.091.472	4.093.027
TOTAL	2.074.606	6.005.783	2.107.980	6.039.242	2.337.372	7.009.662	2.559.125	7.361.322	2.622.892	7.481.281

Fuente: Junta de Administración Portuaria y Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica - JAPDEVA

Tabla 36. Tráfico de carga por principales productos y puertos del pacífico (Toneladas Métricas). Años 2005-2007

Producto	2005			2006			2007		
	Caldera	Puntarenas	Punta morales	Caldera	Puntarenas	Punta morales	Caldera	Puntarenas	Punta morales
Mercadería general	2.839			4.605	594		20.213	521	
Hierro	153.920	1.985		209.645			208.401		
Vehículos	28.986	84		35.016	224		50.635		
Papel	2.180			0			0		
Contenedores	418.316	14.367		548.912	17.014		632.027		
Fertilizantes a sacos	4.721	3.565		16.197			13.203		
Sal en sacos	3.021			0	2.716		0		
Frutas en contenedor	13.097			2.996			0		
Cemento en paletas	9.757			0			0		

Producto	2005			2006			2007		
	Caldera	Puntarenas	Punta morales	Caldera	Puntarenas	Punta morales	Caldera	Puntarenas	Punta morales
Aceite de girasol	0			696			985		
Aceite quemado	1.404	972		1.248	432		2.087	234	
Combustible	19.476			55.632			91.334		
Maíz a granel	650.335	26.350		670.446	1.550		653.665		
Frijol de soya a granel	237.911	10.250		247.628	3.568		282.149		
Cascarilla de soya							2.678		
Trigo a granel	212.841	22.244		229.642	1.519		233.161		
Sal	9.190			6.842	10.155		24.148		
Malta a granel	18.271			12.533	3.582		17.739		
Arroz a granel	146.145			147.816	10.790		182.645		
Oxido de hierro	11.497			0			0		
Yeso a granel	86.149			58.115			84.942		
Urea a granel	5.811			0			23.785		
Fertilizantes	177.214	184.159		261.840	54.999		192.742		
Soda ash a granel	18.319			26.009			27.556		
Carbón mineral a granel	0			15.752			0		
Coke de petróleo a granel	128.744			114.717			118.709		
Harina soya							10.436		
Atún a granel	0			684					
Muriato de potasio							17.200		
Destilado seco							67.454		
Urea		8.072							
Alcohol			80.068			119.144			152.470
Azúcar									20.306
TOTAL IMPORTACIÓN	2.360.144	272.048	80.068	2.666.971	107.143	119.144	2.957.894	755	172.776
Mercadería general	371	5		1.022	943		516	607	
Vehículos	82			130	7		170		
Contenedores	127.072	11.286		270.919	8.934		287.212		
Cemento en sacos	30.265			5.750			0		
Banano en paletas	44.691			2.532			0		
Frutas en contenedor	17.790			8.940	928		79.875	48	
Frutas en paletas	11.720			26.096					
Clinker a granel	24.893			0			0		
Ganado en pie	1.144			377			0		
Alcohol			98.032			137.213			91.773
Melaza			25.850						
Azúcar			144.857			119.696			90.783
TOTAL EXPORTACIÓN	258.028	11.291	268.739	315.766	10.812	256.909	367.773	656	182.555

Producto	2005			2006			2007		
	Caldera	Puntarenas	Punta morales	Caldera	Puntarenas	Punta morales	Caldera	Puntarenas	Punta morales
TOTAL	2.618.172	283.339	348.807	2.982.737	117.955	376.053	3.325.668	1.411	355.331

Fuente: Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico - INCOF

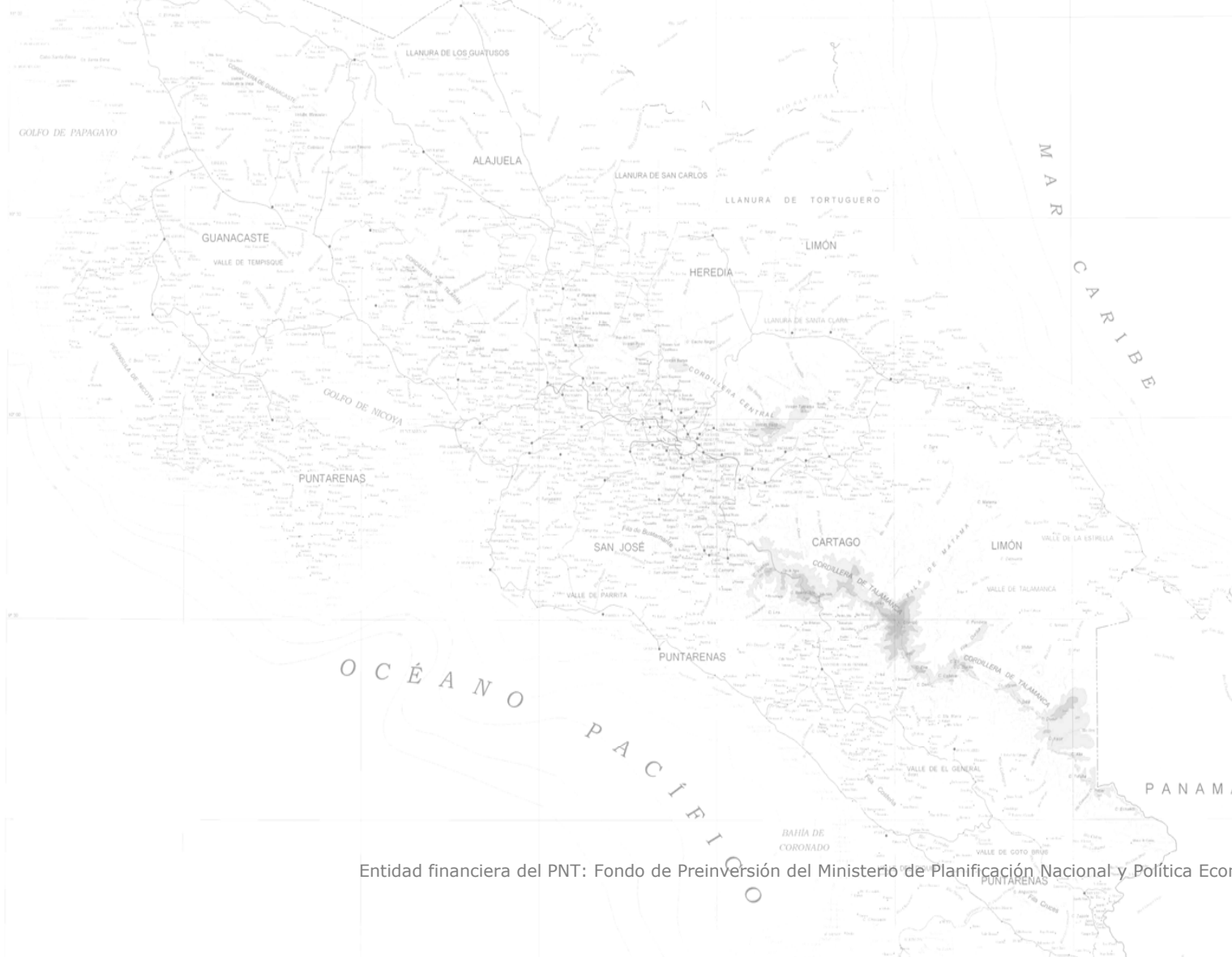
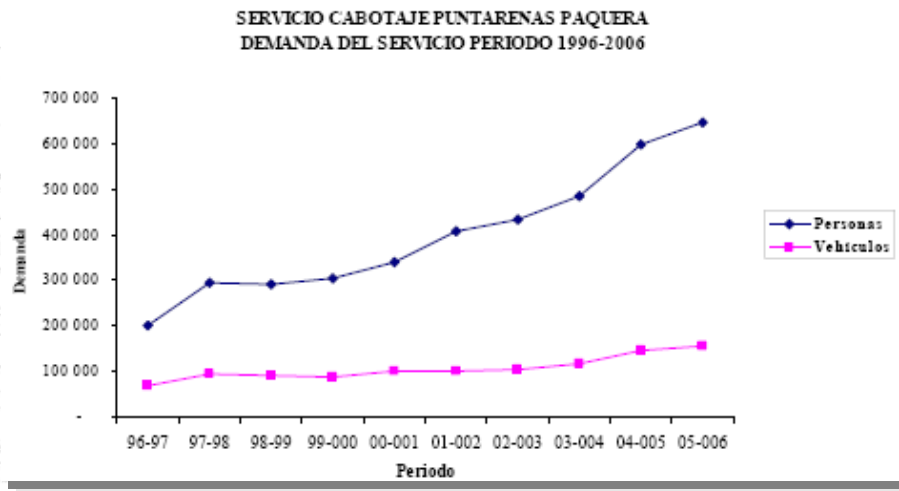


Figura 21. Demanda servicio de la línea Puntarenas-Paquera. Viajeros y vehículos. Años 1996-2006



Fuente: Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico – INCOP

4. Modelo de Transportes. Generalidades

4.1. Introducción

El objetivo fundamental del modelo de transporte es el de desarrollar una herramienta de previsión de tráfico que permita apoyar las decisiones futuras en cuanto a nuevas infraestructuras y/o medidas para la gestión del transporte (económico, el nivel de calidad de los servicios,...) de manera que se pueda potenciar o penalizar la utilización de los diferentes modos de transportes.

Para lograr este objetivo se implementarán procesos de estudios estadísticos, de análisis matemáticos, de enfoque socio-económico y el modelo.

En general, el modelo derivado del estudio podrá realizar pronósticos de la demanda de transporte y su distribución modal, en función de los escenarios (nuevas infraestructuras, variación de los precios, modificaciones en los servicios, etc.) y los horizontes temporales propuestos.

4.2. Consideraciones Generales de la Metodología

El desarrollo del modelo está enmarcado dentro del Plan Nacional de Transportes de Costa Rica, por lo tanto, la zona del estudio se corresponde con todo el territorio nacional.

De acuerdo con este alcance y teniendo en cuenta que la información socioeconómica y de tráfico disponible es anual, se ha considerado la misma referencia temporal en el modelo.

Se trata, por tanto, de un modelo macro de transportes que permite predecir la distribución de una matriz origen-destino (demanda) sobre las redes de los diferentes modos de transporte (oferta).

El modelo desarrollado se basa en una estructura general de modelización denominada modelo clásico de transporte de cuatro etapas. Esta estructura, desarrollada en los años 60, ha permanecido relativamente inalterada a pesar de las importantes mejoras experimentadas en las técnicas de modelización durante los últimos años.

El enfoque comienza considerando una zonificación para el ámbito de estudio con objeto de obtener zonas de transporte que presenten cierta homogeneidad en los parámetros que influyen en la movilidad.

El siguiente aspecto a desarrollar es la caracterización del sistema de redes de transporte (oferta), atendiendo a infraestructuras (longitud, número de carriles/vías, etc.), costes (tarifas, peajes, coste del carburante, etc) y características funcionales (tiempos, velocidades, recorridos, etc.). La variación de estas variables va a permitir la simulación de los diferentes escenarios de oferta, tanto de infraestructuras como de medidas de gestión del transporte.

En paralelo a la caracterización de la oferta, es necesario determinar los modelos matemáticos que reproduzcan la movilidad generada del ámbito del estudio (demanda), es decir, los viajes producidos y atraídos por cada una de las zonas de transporte, en función de las variables socioeconómicas de cada una de ellas (población, empleo, viviendas, índice de motorización, PIB, empresas, etc.).

El paso siguiente es repartir estos viajes a diferentes destinos, en otras palabras, su distribución en el espacio, aplicando métodos matemáticos iterativos, dando lugar a la matriz de viajes origen-destino (O-D).

La tercera etapa consiste en modelizar la elección de modo o reparto modal, y esto tiene como resultado la asignación de los viajes de la matriz O-D según los diferentes modos de transporte.

Finalmente, la última etapa del modelo de transportes consiste en la asignación de los viajes en cada modo a su red correspondiente.

Una vez calibrado y validado el modelo según las condiciones del año base, a partir de datos de aforos y encuestas, es cuando puede ser aplicado a uno o más horizontes de planificación futuros. Para hacer esto se deben plantear escenarios

que describan las características relevantes del sistema de transporte y las variables de planificación en situaciones futuras.

La simulación de los distintos escenarios propuestos se llevará a cabo introduciendo, tanto, las nuevas infraestructuras o posibles variaciones en las existentes, como, las medidas de gestión del transporte que se traducirán en variaciones de los parámetros relativos al coste de los diferentes modos y/o a las características funcionales de la red. Asimismo se proyectarán a futuro las mismas variables socioeconómicas utilizadas en el modelo de demanda (primera etapa), considerando los crecimientos vegetativos y los producidos por nuevos desarrollos urbanísticos, industriales o turísticos.

Los resultados obtenidos permitirán evaluar los escenarios futuros y las alternativas de funcionamiento de la red de transporte de Costa Rica, con objeto de determinar las políticas y actuaciones más apropiadas para satisfacer la demanda en la zona de estudio y conseguir un equilibrio modal adecuado.

En los apartados correspondientes a la modelización del escenario base y los escenarios futuros se describirá de forma detallada cómo se abordarán cada una de las fases anteriores, los datos de partida utilizados, la representación de las redes de transporte, las posibles variables a utilizar para la caracterización de la oferta, las posibles formulaciones e hipótesis para la estimación de la demanda.

Para el desarrollo de la metodología anteriormente descrita en el presente modelo se ha utilizado TransCAD (ver capítulo 4.3), un potente software empleado para la planificación del transporte que incluye todas las funciones para la modelización clásica de cuatro etapas (generación, distribución, reparto modal y asignación).

4.3. Características principales del software

TransCAD es un sistema de información geográfica (SIG), diseñado especialmente por profesionales del transporte, que permite almacenar, visualizar y analizar los datos relativos al transporte. A diferencia de otros paquetes informáticos de transporte, TransCAD, combina, en una plataforma integrada, las propiedades de un SIG y las capacidades de un modelo de transportes.

Las principales razones que respaldan el uso de este software son entre otras:

- Es multimodal: permite modelizar diferentes tipos de redes y efectuar las asignaciones teniendo en cuenta las particularidades de cada modo:
 - El procedimiento de asignación el modelo de la red de carreteras puede tener en cuenta las limitaciones de capacidad (secciones congestionadas, aumento de los tiempos de viaje) a la hora de elegir una ruta.

- Los procedimientos de asignación de las redes de transporte (autobús, tren) pueden tener en cuenta las características del servicio (líneas, correspondencias, horarios, tarifas, etc.) para efectuar la elección de la ruta.
- Consta de las cuatro etapas: TransCAD incluye las cuatro etapas clásicas de los modelos de transporte: la generación, la distribución, el reparto modal y la asignación. El lenguaje de programación integrado permite por otra parte automatizar la secuencia de las cuatro grandes etapas.
- Permite trabajar con viajeros y mercancías: todas las redes se pueden describir, incluyendo transferencias intermodales (trasbordos).
- Cuenta con una interfaz de usuario muy amigable: la interfaz utilizada por TransCAD es muy fácil de usar e implementar, es una interfaz clásica tipo Windows que se ejecuta a través de menús y cuadros de diálogo. Puede ser simplificado aún más con la creación de cuadros de diálogo para automatizar la secuencia de los diferentes procedimientos. Permitiendo así:
 - Identificar todos los parámetros que se pueden modificar.
 - Describir cada archivo Excel (cálculos o resultados) con una hoja de características del archivo y sus correspondientes parámetros.
 - Permite automatizar las tareas repetitivas por medio de los archivos en Excel, TransCAD y Access.
- Dispone de un Sistema de Información Geográfico: una de las particularidades de TransCAD es que ofrece un potente SIG totalmente integrado a los diferentes procedimientos de planificación de transportes. Esta integración facilita el trabajo del planificador que interviene en todas las etapas del estudio, así:
 - Creación de redes y análisis de oferta: importación de archivos SIG de numerosos formatos, incluyendo Mapinfo, verificación de conectividad, fusión de diferentes redes...
 - Demanda: importación de archivos SIG para la elaboración de la superficie de zonificación, creación de centroides, conexión automática de los centroides con la red, fusión de zonas y agregar atributos.
 - Análisis temáticos de todos los archivos geográficos: imágenes de los datos de entrada y de los resultados (incluyendo asignaciones), sin necesidad de cambiar de software (cargas por troncos, por líneas, subidos/bajados en estaciones).

- Análisis específicos: cálculo de las características socio-demográficas de intersección de zonas (por ejemplo, la población atendida), lectura de archivos GPS para incluir imágenes y el análisis de tiempos medios de viaje.

5. Modelo de Transportes. Escenario Base

5.1. Introducción

Inicialmente se definirá la zona de estudio y su zonificación, luego se construirá el modelo de oferta, para finalmente desarrollar el modelo de demanda y su respectiva calibración.

El año tomado como punto de partida (escenario de referencia) es el 2008, debido a que se dispone de la información socioeconómica y de demanda más homogénea. Sin embargo, el "escenario base" se definirá para el año 2010, ya que los datos para efectuar la calibración del modelo (trabajos de campo) corresponden a este año.

Es decir, las variables socioeconómicas y la demanda del escenario de referencia se proyectarán al año 2010, para así construir, desarrollar y calibrar en dicho año el escenario base.

Debido a la escasa información disponible a nivel nacional del modo marítimo (cabotaje) y del aéreo, así como de su reducida representatividad en el reparto modal tanto de la demanda de pasajeros como de las mercancías, estos dos modos (marítimo y aéreo) quedan fuera de la definición del escenario base, y por tanto dicho escenario se construirá para los modos terrestres (carretera y ferrocarril).

Se tendrán en cuenta tres líneas de ferry Puntarenas-Paquera, Puntaderas-Playa Naranjo y Golfito-Puerto Jiménez, sin embargo estas líneas se incluirán dentro de la red de carreteras, como se explicará más adelante.

Es importante destacar que tanto la demanda aérea como marítima, está considerada ya como perteneciente a alguno de los otros modos (carretera o ferroviaria), dado que son auxiliares o complementarios para el modo aéreo o portuario en la movilidad de los flujos de estos (el viajero que accede al aeropuerto o puerto ha tenido que llegar por medios terrestres), por lo que la evolución tendencial de esa demanda será tenida en cuenta junto con las variaciones de cada escenario y modo de transporte.

El escenario actual se definirá solamente para la demanda de pasajeros, debido a que la demanda de mercancías en la red ferroviaria es muy escasa. Sin embargo, el modelo de oferta se definirá de tal forma que se le facilite al MOPT si lo requiere más adelante, incluir la oferta y demanda de mercancías.

5.2. Zonificación

Como se mencionó anteriormente, todo el proceso de modelización de la red de transporte deberá tener una referencia espacial que conecte la red (oferta) con los datos de movilidad (demanda).

En el caso de Costa Rica, el país se define como el área de estudio, tomando como punto de partida para efectuar la zonificación del modelo en zonas de transporte, su división administrativa en 81 cantones y 471 distritos.

Inicialmente, se dividió en 81 zonas de transporte, sin embargo teniendo en cuenta que algunos cantones tenían unas dimensiones muy grandes, y que en la zona de la Gran Área Metropolitana (GAM) es donde se presentan los mayores flujos de demanda, se ha llegado finalmente a 108 zonas de transporte, utilizando adicionalmente la división por distritos.

Para determinar las 108 zonas de transporte se ha tenido en cuenta su homogeneidad, que se entiende dada por la división en distritos y cantones, así como también se ha verificado que se mantuviera una conectividad entre ellas por medio de la red de carreteras utilizada en el modelo.

Es importante destacar que se ha considerado la GAM como gran centro generador y atractor de viajes, y por tanto su zonificación ha tenido un tratamiento particular de manera que se puedan reflejar los flujos entre las principales poblaciones tanto fuera como dentro de la GAM.

Por otra parte, considerando los países limítrofes al norte y sur del país que cuentan con una conexión por carretera, se incluyen adicionalmente dos zonas exteriores correspondientes a Nicaragua y Panamá.

En conclusión, la zonificación para el modelo serían en total 110 zonas, de las cuales, 108 son internas y 2 externas. En la siguiente figura se muestra el resultado, y se resume en la tabla el total de zonas de transporte, indicando los cantones y distritos que incluye cada una.

Tabla 37. Zonas de transporte según cantón y distrito

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
1	San José	10107	Uruca
		10109	Pavas
2	San José	10102	Merced
		10103	Hospital
		10108	Mata Redonda
		10110	Hatillo
		10101	Carmen
3	San José	10104	Catedral
		10105	Zapote
		10106	San Francisco de Dos Ríos
		10111	San Sebastián
		10201	Escazú
4	Escazú	10202	San Antonio

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
5	Desamparados	10203	San Rafael
		10301	Desamparados
		10302	San Miguel
		10303	San Juan de Dios
		10304	San Rafael Arriba
		10305	San Antonio
		10307	Patarrá
		10310	Damas
		10311	San Rafael Abajo
		10312	Gravilias
6	Desamparados	10306	Frailes
		10308	San Cristóbal
		10309	Rosario
7	Puriscal	10401	Santiago
		10402	Mercedes Sur
		10403	Barbacoas
		10404	Grifo Alto
		10405	San Rafael
		10406	Candelarita
		10407	Desamparaditos
		10408	San Antonio
		10409	Chires
8	Tarrazú	10501	San Marcos
		10502	San Lorenzo
		10503	San Carlos
9	Aserrí	10601	Aserrí
		10607	Salitrillos
10	Aserrí	10602	Tarbaca
		10603	Vuelta de Jorco
		10604	San Gabriel
		10605	La Legua
		10606	Monterrey
11	Mora	10701	Colón
		10702	Guayabo
		10703	Tabarcia
		10704	Piedras Negras
		10705	Picagres
12	Goicoechea	10801	Guadalupe
		10802	San Francisco
		10803	Calle Blancos
		10804	Mata de Plátano
		10805	Ipís
		10806	Rancho Redondo
		10807	Purrál
13	Santa Ana	10901	Santa Ana
		10902	Salitral
		10903	Pozos
		10904	Uruca
		10905	Piedades
		10906	Brasil
14	Alajuelita	11001	Alajuelita
		11002	San Jocesito
		11003	San Antonio
		11004	Concepción
		11005	San Felipe
15	Vázquez de Coronado	11101	San Isidro
		11102	San Rafael
		11104	Patalillo
16	Vázquez de Coronado	11103	Dulce Nombre de Jesús
		11105	Cascajal
17	Acosta	11201	San Ignacio
		11202	Guaitil

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
		11203	Palmichal
		11204	Cangrejal
		11205	Sabanillas
18	Tibás	11301	San Juan
		11302	Cinco Esquinas
		11303	Anselmo Llorente
		11304	León XIII
		11305	Colina
19	Moravia	11401	San Vicente
		11402	San Jerónimo
		11403	Trinidad
20	Montes de Oca	11501	San Pedro
		11502	Sabanilla
		11503	Mercedes
		11504	San Rafael
21	Turrubares	11601	San Pablo
		11602	San Pedro
		11603	San Juan de Mata
		11604	San Luis
22	Dota	11701	Santa María
		11702	Jardín
		11703	Copey
23	Curridabat	11801	Curridabat
		11802	Granadilla
		11803	Sánchez
		11804	Tirrases
24	Perez Zeledón	11901	San Isidro de El General
		11902	General
		11903	Daniel Flores
		11904	Rivas
		11905	San Pedro
		11906	Platanares
		11907	Pejibaye
		11908	Cajón
		11909	Barú
		11910	Río Nuevo
		11911	Páramo
25	Leon Cortes	12001	San Pablo
		12002	San Andrés
		12003	Llano Bonito (San Rafael)
		12004	San Isidro
		12005	Santa Cruz
		12006	San Antonio
26	Alajuela	20105	Guácima
		20108	San Rafael
		20111	Turrúcares
27	Alajuela	20102	San José
		20104	San Antonio
		20112	Tambor
		20113	Garita
28	Alajuela	20101	Alajuela
		20109	Río Segundo
		20110	Desamparados
29	Alajuela	20103	Carrizal
		20106	San Isidro
		20107	Sabanilla
30	Alajuela	20114	Sarapiquí
31	San Ramón	20201	San Ramón
		20202	Santiago
		20203	San Juan
		20204	Piedades Norte
		20205	Piedades Sur
		20206	San Rafael

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
32	Grecia	20207	San Isidro
		20208	Angeles
		20209	Alfaro
		20210	Volio
		20211	Concepción
		20212	Zapotal
		20213	Peñas Blancas
33	Grecia	20306	Río Cuarto
34	San Mateo	20301	Grecia
		20302	San Isidro
		20303	San José
		20304	San Roque
		20305	Tacares
		20307	Puente Piedras
		20308	Bolívar
35	Atenas	20401	San Mateo
		20402	Desmonte
		20403	Jesús María
		20501	Atenas
36	Naranjo	20502	Jesús
		20503	Mercedes
		20504	San Isidro
		20505	Concepción
		20506	San José
		20507	Santa Eulalia
		20508	Escobal
		37	Palmares
20602	San Miguel		
20603	San José		
20604	Cirrí Sur		
20605	San Jerónimo		
20606	San Juan		
20607	Rosario		
38	Poás	20701	Palmares
		20702	Zaragoza
		20703	Buenos Aires
		20704	Santiago
		20705	Candelaria
		20706	Esquipulas
		20707	Granja
39	Orotina	20801	San Pedro
		20802	San Juan
		20803	San Rafael
		20804	Carrillos
		20805	Sabana Redonda
40	San Carlos	20901	Orotina
		20902	Mastate
		20903	Hacienda Vieja
		20904	Coyolar
		20905	Ceiba
40	San Carlos	21001	Quesada
		21002	Florencia
		21003	Buenavista
		21004	Aguas Zarcas
		21005	Venecia
		21006	Pital
		21007	Fortuna
		21008	Tigra
		21009	Palmera
		21010	Venado
		21011	Cutris
		21012	Monterrey
		21013	Pocosol

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
41	Alfaro Ruiz	21101	Zarcero
		21102	Laguna
		21103	Tapezco
		21104	Guadalupe
		21105	Palmira
		21106	Zapote
		21107	Brisas
42	Valverde Vega	21201	Sarchí Norte
		21202	Sarchí Sur
		21203	Toro Amarillo
		21204	San Pedro
		21205	Rodríguez
43	Upala	21301	Upala
		21302	Aguas Claras
		21303	San José (Pizote)
		21304	Bijagua
		21305	Delicias
		21306	Dos Ríos
		21307	Yolillal
44	Los Chiles	21401	Los Chiles
		21402	Caño Negro
		21403	El Amparo
		21404	San Jorge
45	Guatuso	21501	San Rafael
		21502	Buenavista
		21503	Cote
46	Cartago	30105	Aguacaliente (San Francisco)
		30109	Dulce Nombre
47	Cartago	30107	Corralillo
48	Cartago	30101	Oriental
		30102	Occidental
		30106	Guadalupe (Arenilla)
		30111	Quebradilla
49	Cartago	30103	Carmen
		30104	San Nicolás
50	Cartago	30108	Tierra Blanca
		30110	Llano Grande
51	Paraíso	30201	Paraíso
		30202	Santiago
		30204	Cachí
		30205	Llanos de Santa Lucia
52	Paraíso	30203	Orosi
53	La Unión	30301	Tres Ríos
		30302	San Diego
		30303	San Juan
		30304	San Rafael
		30305	Concepción
		30306	Dulce Nombre
		30307	San Ramón
		30308	Río Azul
54	Jiménez	30401	Juan Viñas
		30402	Tucurrique
		30403	Pejibaye
55	Turrialba	30502	La Suiza
56	Turrialba	30507	Tuis
		30508	Tayutic
		30510	Tres Equis
57	Turrialba	30501	Turrialba
		30503	Peralta
		30504	Santa Cruz
		30505	Santa Teresita
		30506	Pavones

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
58	Alvarado	30509	Santa Rosa
		30601	Pacayas
		30602	Cervantes
		30603	Capellades
59	Oreamuno	30705	Santa Rosa
60	Oreamuno	30701	San Rafael
		30702	Cot
		30703	Potrero Grande
		30704	Cipreses
61	El Guarco	30802	San Isidro
62	El Guarco	30801	Tejar
		30803	Tobosi
		30804	Patio de Agua
63	Heredia	40101	Heredia
		40102	Mercedes
		40103	San Francisco
		40104	Ulloa
64	Heredia	40105	Vara Blanca
65	Barva	40202	San Pedro
		40206	San José de la Montaña
66	Barva	40201	Barva
		40203	San Pablo
		40204	San Roque
		40205	Santa Lucía
		40303	San Miguel
67	Santo Domingo	40304	Paracito
		40307	Tures
		40308	Pará
		40301	Santo Domingo
68	Santo Domingo	40302	San Vicente
		40305	Santo Tomás
		40306	Santa Rosa
		40401	Santa Bárbara
69	Santa Bárbara	40402	San Pedro
		40403	San Juan
		40404	Jesús
		40406	Purabá
		40405	Santo Domingo
		40504	Ángeles
71	San Rafael	40505	Concepción
		40501	San Rafael
72	San Rafael	40502	San Josecito
		40503	Santiago
		40602	San José
73	San Isidro	40603	Concepción
		40601	San Isidro
74	San Isidro	40604	San Francisco
		40701	San Antonio
		40702	Ribera
75	Belén	40703	Asunción
		40801	San Joaquín
		40802	Barrantes
76	Flores	40803	Llorente
		40901	San Pablo
77	San Pablo	41001	Puerto Viejo
		41002	La Virgen
		41003	Horquetas
		41004	Llanuras del Gaspar
		41005	Cureña
78	Sarapiquí	50101	Liberia
		50102	Cañas Dulces
		50103	Mayorga

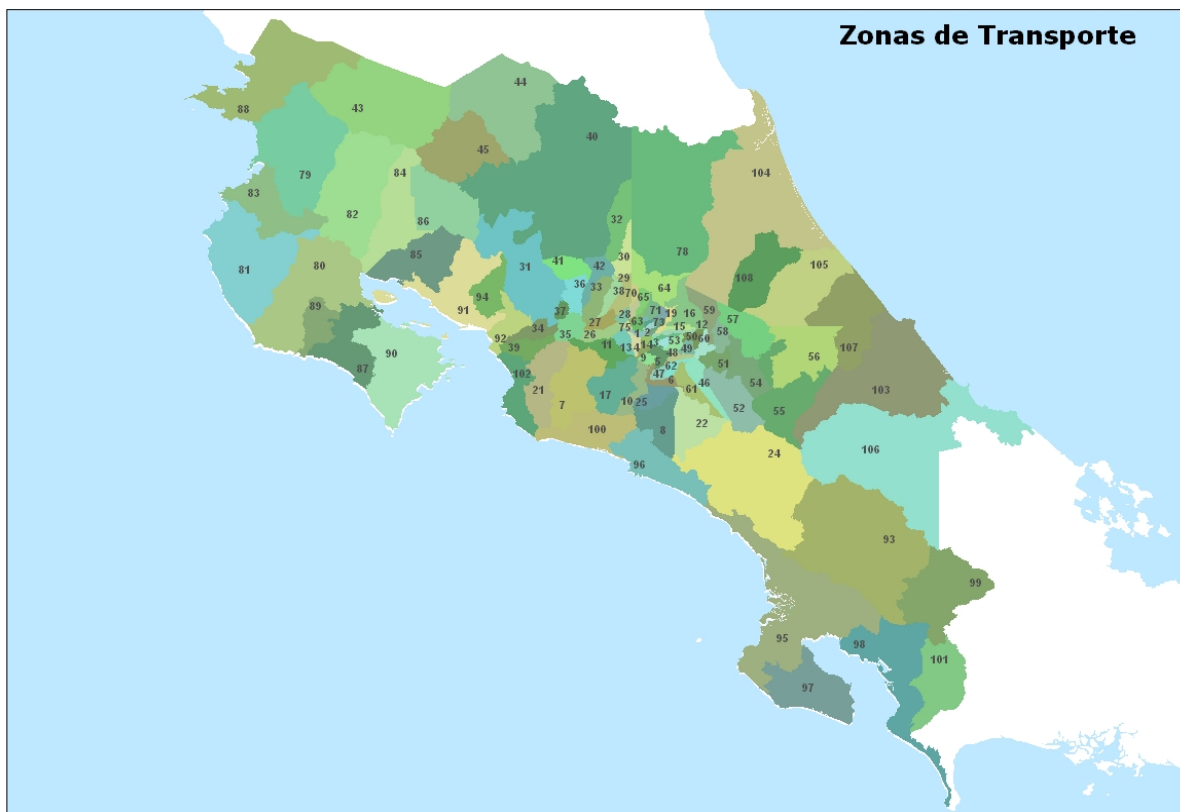
Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
		50104	Nacascolo
		50105	Curubandé
80	Nicoya	50201	Nicoya
		50202	Mansión
		50203	San Antonio
		50204	Quebrada Honda
		50205	Sámara
		50206	Nosara
		50207	Belén Nosarita
81	Santa Cruz	50301	Santa Cruz
		50302	Bolsón
		50303	Veintisiete de Abril
		50304	Tempate
		50305	Cartagena
		50306	Cuajiniquil
		50307	Diriá
		50308	Cabo Velas
		50309	Tamarindo
82	Bagaces	50401	Bagaces
		50402	Fortuna
		50403	Mogote
		50404	Río Naranjo
83	Carrillo	50501	Filadelfia
		50502	Palmira
		50503	Sardinal
		50504	Belén
84	Cañas	50601	Cañas
		50602	Palmira
		50603	San Miguel
		50604	Bebedero
		50605	Porozal
85	Abangares	50701	Juntas
		50702	Sierra
		50703	San Juan
		50704	Colorado
86	Tilarán	50801	Tilarán
		50802	Quebrada Grande
		50803	Tronadora
		50804	Santa Rosa
		50805	Líbano
		50806	Tierras Morenas
		50807	Arenal
87	Nandayure	50901	Carmona
		50902	Santa Rita
		50903	Zapotal
		50904	San Pablo
		50905	Porvenir
		50906	Bejuco
88	La Cruz	51001	La Cruz
		51002	Santa Cecilia
		51003	Garita
		51004	Santa Elena
89	Hojancha	51101	Hojancha
		51102	Monte Romo
		51103	Puerto Carrillo
		51104	Huacas
90	Puntarenas	60104	Lepanto
		60105	Paquera
		60111	Cóbano
91	Puntarenas	60101	Puntarenas
		60102	Pitahaya
		60103	Chomes
		60106	Manzanillo

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
		60107	Guacimal
		60108	Barranca
		60109	Monte Verde
		60112	Chacarita
		60113	Chira
92	Esparza	60114	Acapulco
		60201	Espíritu Santo
		60202	San Juan Grande
		60203	Macacona
		60204	San Rafael
93	Buenos Aires	60205	San Jerónimo
		60301	Buenos Aires
		60302	Volcán
		60303	Potrero Grande
		60304	Boruca
		60305	Pilas
		60306	Colinas
		60307	Chánguena
94	Montes de Oro	60308	Biolley
		60401	Miramar
		60402	Unión
95	Osa	60403	San Isidro
		60501	Puerto Cortés
		60502	Palmar
		60503	Sierpe
		60504	Bahía Ballena
96	Aguirre	60505	Piedras Blancas
		60601	Quepos
		60602	Savegre
97	Golfito	60603	Naranjito
		60702	Puerto Jiménez
98	Golfito	60701	Golfito
		60703	Guaycará
		60704	Pavón
		60801	San Vito
99	Coto Brus	60802	Sabalito
		60803	Aguabuena
		60804	Limoncito
		60805	Pittier
		60901	Parrita
100	Corredores	61001	Corredor
		61002	La Cuesta
		61003	Canoas
		61004	Laurel
101	Garabito	61101	Jacó
		61102	Tárcoles
102	Limón	70101	Limón
		70103	Río Blanco
		70104	Matama
		70102	Valle La Estrella
103	Pococí	70201	Guápiles
		70202	Jiménez
		70203	Rita
		70204	Roxana
		70205	Cariari
		70206	Colorado
104	Siquirres	70301	Siquirres
		70302	Pacuarito
		70303	Florida
		70304	Germania
		70305	Cairo
		70306	Alegría
105	Talamanca	70401	Bratsi

Zona de Transporte	Cantón	Código Distrito	Nombre Distrito
107	Matina	70402	Sixaola
		70403	Cahuita
		70501	Matina
		70502	Batán
108	Guácimo	70503	Carrandi
		70601	Guácimo
		70602	Mercedes
		70603	Pocora
		70604	Río Jiménez
109		70605	Duacaré
110			Nicaragua
			Panamá

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Zonas de transporte



Fuente: Elaboración propia

5.3. Modelo de Oferta

La oferta de transportes en Costa Rica será codificada utilizando el software de simulación TransCAD para implementar las redes de cada modo. Del mismo modo, se caracterizará geométrica y funcionalmente el escenario base (2010).

Para la representación a nivel geométrico se ha realizado un grafiado esquemático de las distintas redes en TransCAD a partir de los mapas de carreteras y de la red ferroviaria del MOPT. La esquematización de la oferta en TransCAD estará definida principalmente por los siguientes elementos:

- **Arcos o "links":** definen las secciones de cada red modal en ambas direcciones. Contienen la información intrínseca sobre los atributos funcionales que las definen, como longitud, velocidad media, el tipo de transporte de circulación permitido (vehículo privado, autobús, ferrocarril), costo, entre otros. Cada elemento de la red (carretera y ferroviaria) está subdividido en varios arcos, de forma que permita representar tramos con distintas características geométricas (número de carriles, vía sencilla o doble,...) o funcionales (velocidades, penalizaciones en tiempos/velocidades motivadas por: controles policiales, mal estado de conservación de la red, tarifas, etc.). Tanto la subdivisión en arcos como la información que contiene cada uno de ellos son variables y son susceptibles de ser modificadas para la caracterización de los distintos escenarios.
- **Nodos:** los nodos de la red son los elementos de unión entre los arcos. Permiten definir el final de las líneas, las intersecciones entre ellas y los cambios de características en los distintos tramos de la red.

Asimismo la modelización de la oferta requiere la definición de una serie de elementos complementarios que van a permitir asociar la demanda a la red:

- **Centroides:** obtenidos a partir de la zonificación del área de estudio. Se corresponden con el centro representativo de cada zona de transporte origen o destino de demanda de viajes.
- **Conectores:** son los elementos que conectan los centroides con uno o más nodos de la red. Estos representan el tiempo de acceso y dispersión entre una zona y la red de transporte.

A continuación, se muestra la oferta de transporte implementada para cada modo, así como las hipótesis consideradas de cada red.

5.3.1. Modo Carretera

Sobre la base de diversas informaciones recogidas, se construyó una red de carreteras en toda el área de estudio correspondiente a la situación actual. Para un modelo de transporte a nivel nacional con la zonificación indicada anteriormente, la

oferta de transporte que se considera convenientemente adecuada es la representada por la red vial nacional (primaria, secundaria y terciaria), lo que implica aproximadamente 7.600 km de carreteras.

Se incluirá como parte de la red de carreteras las líneas de ferry Puntarenas-Paquera, Puntaderas-Playa Naranjo y Golfito-Puerto Jiménez, con sus respectivas hipótesis (características) como se verá más adelante.

La codificación se realizó en TransCAD, según el mapa que se muestra de la red. La estructura común de datos para todas las secciones, y que la caracteriza con una cierta cantidad de información es la siguiente:

Tabla 38. Estructura de la base de datos dentro del modelo. Red de carreteras

CAMPO	DESCRIPCIÓN
ID	Número del objeto generado por TransCAD
Tipo	Tipo de ruta (primaria, secundaria, terciaria)
Distancia	Longitud de la sección (km)
Velocidad_VP	Velocidad media de vehículo privado (km/h)
Velocidad_BUS	Velocidad media de bus (km/h)
Velocidad_PES	Velocidad media de vehículos pesados (km/h)
Tiempo_VP	Tiempo de viaje calculado sobre la base de Velocidad_VP (horas)
Tiempo_BUS	Tiempo de viaje calculado sobre la base de Velocidad_BUS (horas)
Tiempo_PES	Tiempo de viaje calculado sobre la base de Velocidad_PES (horas)
Coste/km_VP	Coste medio de transporte para el usuario (Colones/km) pasajero (Vehículo Privado)
Peaje/km_VP	Para secciones de la red primaria con peaje (Colones/km) vehículo privado
COSTE_TOTAL_VP	COSTE TOTAL de transporte por sección en Vehículo Privado (Colones) = (Coste/km_VP + Peaje/km_VP) * DISTANCIA (km)
Coste/km_BUS	Coste medio de transporte para el usuario (Colones/km) pasajero (BUS)
COSTE_TOTAL_BUS	COSTE TOTAL de transporte por sección en BUS (Colones) = Coste/km_BUS * DISTANCIA (km)
Coste/ton-km_PES	Coste medio de transporte para el usuario (Colones/ton-km) Mercancías
Peaje/km_PES	Para secciones de la red primaria con peaje (Colones/ton-km) vehículos pesados (mercancías)
COSTE_TOTAL_PES	COSTE TOTAL de transporte por sección para mercancías (Colones) = (Coste/km_PES + Peaje/km_PES) * DISTANCIA (km)
N_Carriles	Número de carriles/sentido de la sección
CAPACIDAD	Capacidad de vehículos por sentido
ZONA	Número de la zona de transporte (por centroide)

Fuente: Elaboración propia

Como se indicó anteriormente, la estructura de la base de datos incluye campos para características de la oferta de mercancías, que no se rellenarán para este modelo. Las hipótesis de explotación según la red vial definida en el modelo se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 39. Hipótesis de explotación por tipo de ruta. Red de carreteras

TIPO DE RUTA	Velocidad media VP (km/h) ⁽¹⁾	Velocidad media BUS (km/h) ⁽²⁾	Número de carriles por sentido ⁽³⁾
--------------	--	---	---

Primaria	90 a 40	65	6 a 2
Secundaria	70 a 30	50	4 a 1
Terciaria	50 a 20	35	2-1
Ferry ⁽⁴⁾	15	NA	NA

(1) A partir de la información entregada por el MOPT de la totalidad de la red vial nacional, cada tronco tendrá su velocidad correspondiente entre el rango indicado

(2) Se ha estimado como promedio de la velocidad media en VP para cada tipo de ruta

(3) A partir de la información entregada por el MOPT de la totalidad de la red vial nacional, cada tronco tendrá su número de carriles correspondiente entre el rango indicado

(4) La velocidad en la línea del ferry se ha estimado a partir de información del ICT y de la ARECEP, tiempo 1:15 horas y distancia 18,2km, respectivamente

NA: no aplica

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la capacidad, es un concepto general que establece el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM) como "el número máximo de vehículos que razonablemente se puede cargar en una determinada sección de una carretera o un camino en una dirección (o en ambas direcciones, por un camino de dos vías), con características geométricas y de tráfico que son específicos para un período de tiempo (una hora, por lo general).

Esta definición implica que todo el tráfico que supera el número máximo indicado de los vehículos que causan la congestión del tráfico genera la reducción de velocidad, por lo tanto pérdida de tiempo y costes adicionales para los usuarios de la carretera.

La capacidad máxima indicada en el manual para una carretera convencional, es de 1.700 vehículos/hora, así las hipótesis inicialmente tomadas son las siguientes.

Tabla 40. Capacidad para la red viaria según el tipo de ruta. Vehículos/hora

TIPO DE RUTA	Número de carriles por sentido	Capacidad por carril (Veh/hora)
Primaria	6 a 2	1.700
Secundaria	4 a 1	1.200
Terciaria	2-1	600

Fuente: Elaboración propia

Estas hipótesis de partida para datos de capacidad podrían variar en la etapa de calibración del modelo de demanda, si fuera necesario definir individualmente algunos segmentos de red según sus características geométricas específicas.

Igualmente, para la calibración posterior de los modelos de demanda (5.4 Modelo de Demanda de Pasajeros) se requiere información sobre el tiempo de viaje y el coste medio de transporte a los usuarios (pasajeros), para poder estimar el coste generalizado de transporte para cada modo y cada par origen-destino. Esta información fue descargada en el modelo en los campos correspondientes de la base de datos de la red de carretera, siguiendo las siguientes hipótesis de tarifa.

Tabla 41. Hipótesis de tarifa por usuario y modo

MODO		Tarifa
Pasajeros	Vehículo Privado (1)	56,3 Colones/Km
	Autobús (2)	26,3 Colones/Km
	Ferry (3)	44,5 Colones/Km

(1) Estimada a partir de las tarifas vigentes de hidrocarburos de la ARESEP y de la distribución de demanda de combustibles dados por la Refinería Costarricense de Petróleo - RECOPE

(2) Estimada a partir de los datos de distancia y tarifa autorizada de la ARESEP

(3) Estimada a partir de la tarifa autorizada por al ARESEP

Fuente: Elaboración propia

La tarifa media en vehículo privado se ha estimado a partir de un consumo medio por vehículo de 10 litros por 100 kilómetros y un coste medio por litro de carburante de 563 colones. El coste medio por litro de carburante se ha obtenido a partir de la siguiente información:

- Precio por tipo de combustible, dados por la ARESEP: Súper 587 colones, Plus 91, 562 colones y Diesel, 498 colones.
- Porcentaje de distribución de la demanda de combustibles, dados por la RECOPE: Súper 52,4%, Plus 29,1% y Diesel 18,5%.

Las hipótesis de tarifa por estación de peaje son las estipuladas por la ARESEP.

Tabla 42. Hipótesis de tarifa por estación de peaje

Estación de Peaje	Tarifa (Colones/Km)	Estación de Peaje	Tarifa (Colones/Km)
General Cañas		Próspero Fernandez	
Liviano	5,0	Liviano	5,1
Mediano	10,0	Mediano	10,2
Buses	10,0	Buses	10,2
Furgones	16,7	Furgones	17,0
Motos	3,3	Motos	3,4
Bernardo Soto		Braulio Carrillo	
Liviano	3,7	Liviano	3,9
Mediano	9,2	Mediano	11,8
Buses	9,2	Buses	5,9
Furgones	23,3	Furgones	29,5
Motos	1,2	Motos	0,8
Florencio del Castillo			
Liviano	5,3		
Mediano	10,6		
Buses	10,6		
Furgones	17,7		
Motos	3,5		

Fuente: Autoridad Reguladora de Servicios Públicos - ARESEP

La tarifa media para pasajeros en autobús se ha estimado como un promedio de tarifa vigente autorizada por la ARESEP, según la distancia correspondiente para las rutas prestadas a nivel nacional, tanto urbanas como interurbanas.

Igualmente para la línea del ferry, la tarifa autorizada por la ARESEP es de 810 colones, y con una distancia de 18,2 kilómetros, se estima en 44,5 colones/km su tarifa media.

La red de autobús se proyecta sobre la misma red de carreteras, indicando con los atributos correspondientes a las rutas de autobús (velocidad, coste) cuales son los tramos de la red vial donde están permitidas, partiendo de la información de oferta suministrada por la ARESEP.

Las figuras 25 y 26, se corresponden a una asignación preliminar realizada sobre la red de carreteras con la matriz de vehículo privado. En donde se demuestra que la ruta que mayor tráfico soporta es la uno.

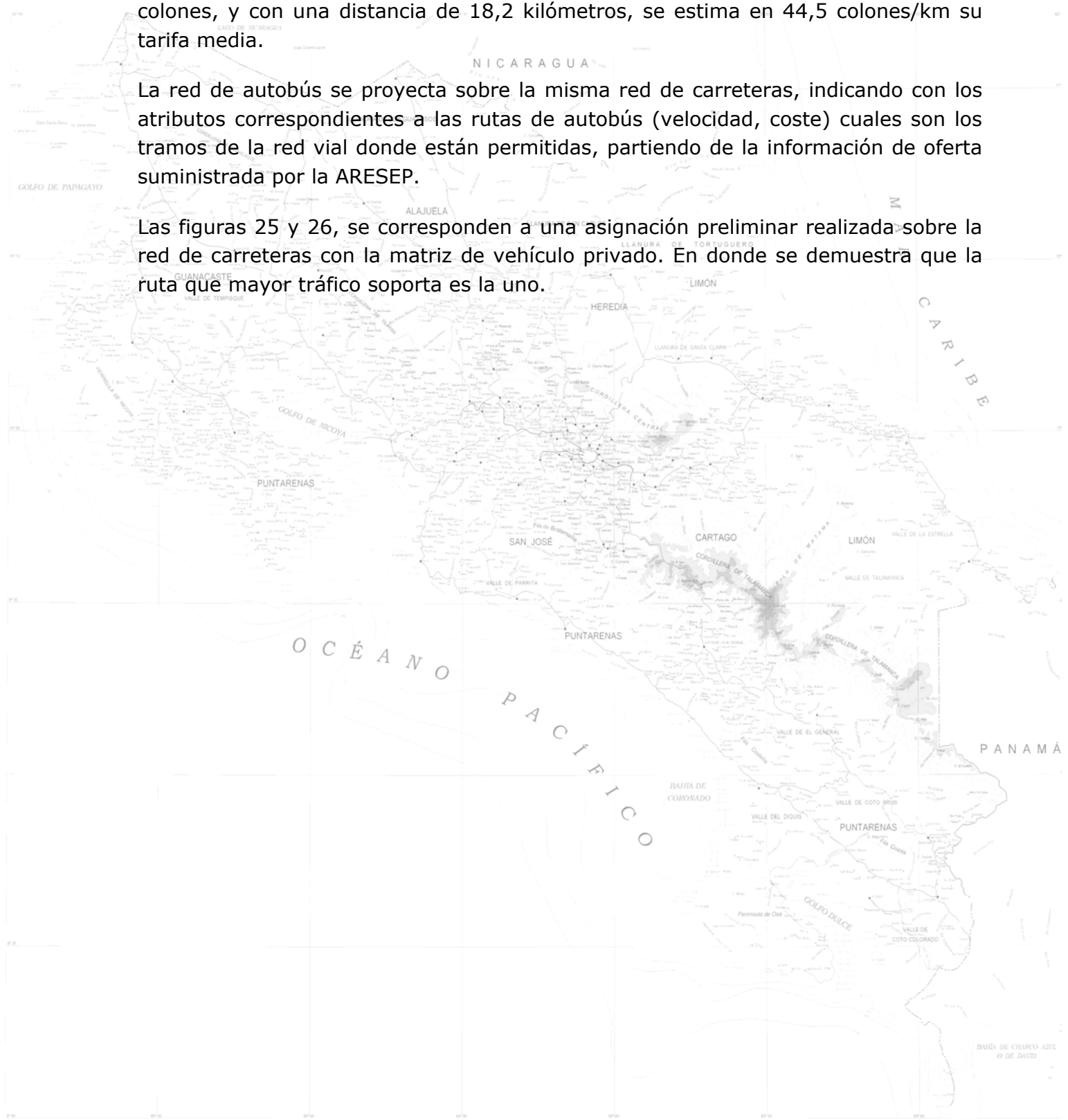
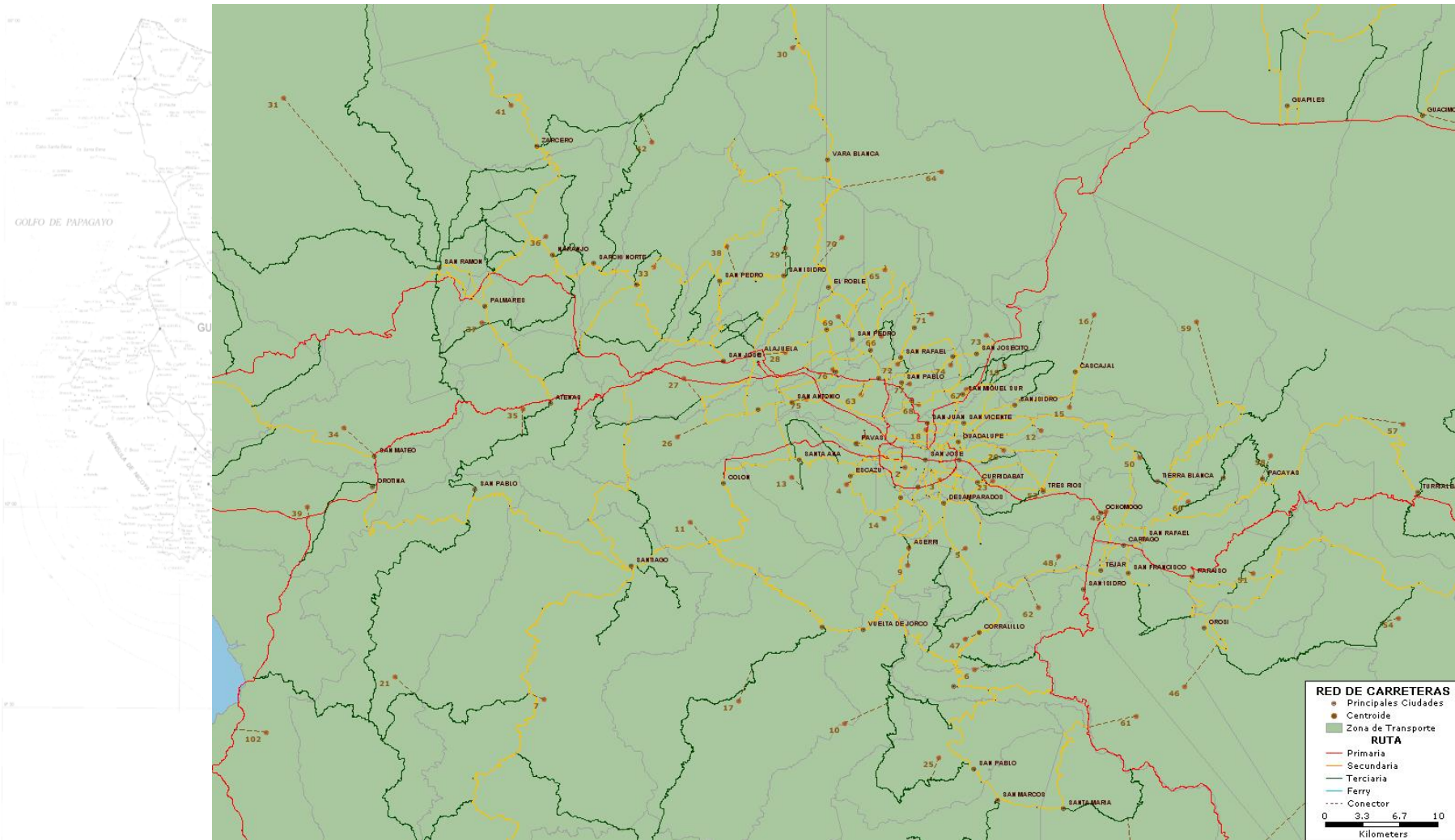


Figura 23. Red de carretera. Situación actual



Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo en TransCAD

Figura 24. Red de carretera. Situación actual. Detalle



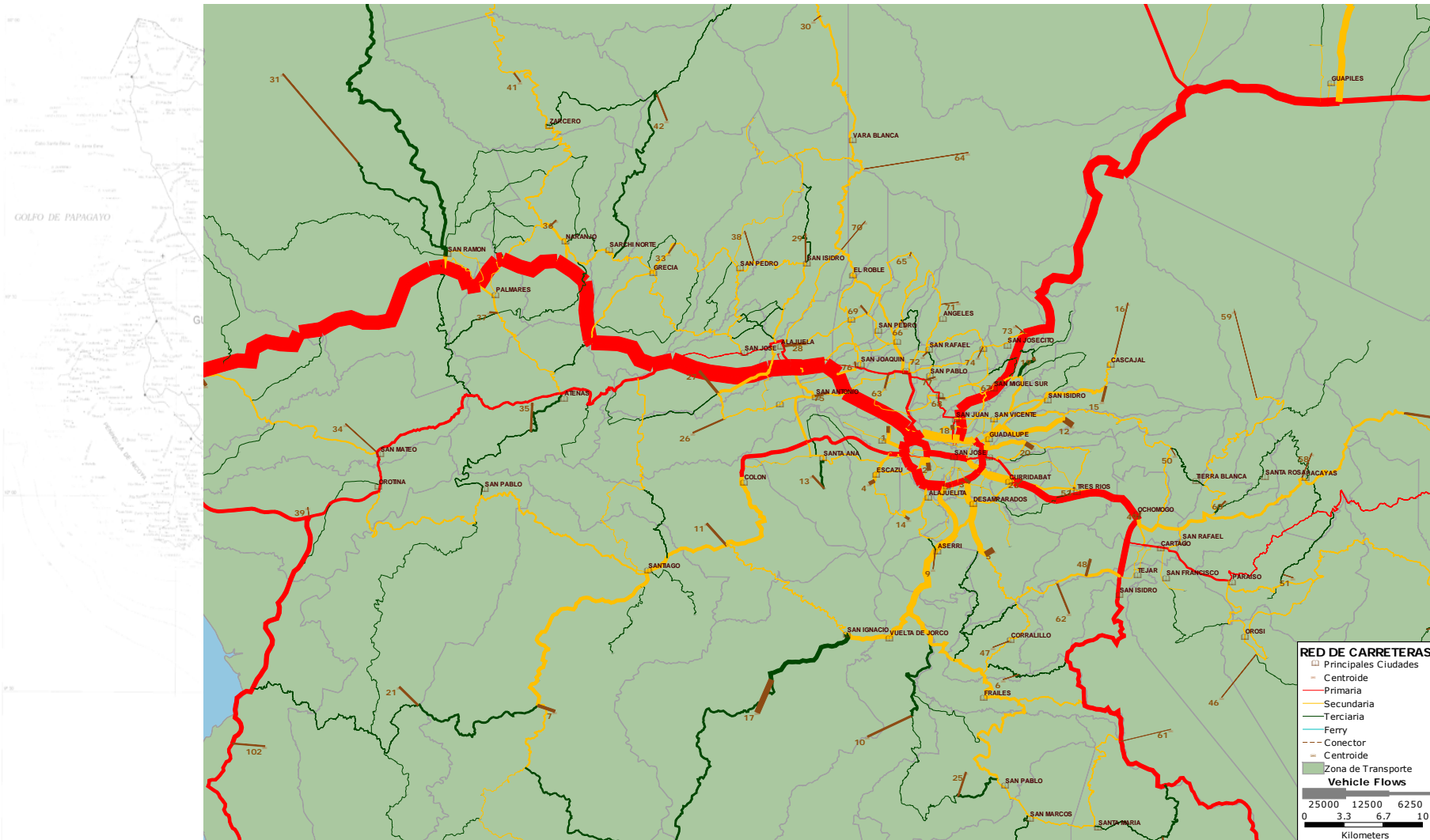
Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo en TransCAD

Figura 25. Red de carretera. Situación actual. Asignación Preliminar



Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo en TransCAD

Figura 26. Red de carretera. Situación actual. Asignación Preliminar. Detalle



Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo en TransCAD

5.3.2. Modo Ferroviario

Sobre la base de la diversa información recogida se ha construido la red ferroviaria, incluyendo inicialmente solo la red de las líneas urbanas. Las líneas del atlántico y del pacífico, no se tendrán en cuenta pues su representación en la demanda de pasajeros de la situación actual es prácticamente nula.

Tabla 43. Red ferroviaria incluida en el escenario actual

Línea	Longitud (Km)
Pavas - San Pedro	15,82
San José - Heredia	13,23

Fuente: Elaboración propia

Al igual que la red de carreteras, la codificación se realizó en TransCAD, según el mapa que se muestra de la red. La estructura común de datos para todas las secciones y que la caracteriza con una cierta cantidad de información es la siguiente:

Tabla 44. Estructura de la base de datos dentro del modelo. Red de ferrocarril

CAMPO	DESCRIPCIÓN
ID	Número del objeto generado por TransCAD
Tipo	vía única; vía doble
Pasajeros	1=sección con circulación de trenes de pasajeros; 0=sección sin circulación de trenes de pasajeros
Mercancías	1=sección con circulación de trenes de mercancías; 0=sección sin circulación de trenes de mercancías
DISTANCIA	Longitud de la sección(km)
Velocidad_P	Velocidad media de trenes de pasajeros (km/h)
Velocidad_M	Velocidad media de trenes de mercancías (km/h)
TIEMPO_P	Tiempo de recorrido calculado sobre la base de Velocidad_P (horas)
TIEMPO_M	Tiempo de recorrido calculado sobre la base de Velocidad_M (horas)
Coste/km_P	Coste medio de transporte para el usuario (Colones/km) Pasajeros
COSTE_TOTAL_P	Coste total de transporte de la sección para pasajeros (Colones) = Coste/km_P * DISTANCIA
Coste/ton-km_M	Coste medio de transporte para el usuario (Colones/ton-km) Mercancías
COSTE_TOTAL_M	Coste total de transporte de la sección para mercancías (Colones) = Coste/km_M * DISTANCIA
ZONA	número de la zona (centroide)

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en la red de carreteras, algunos de estos campos (caracterización de la oferta de mercancías) no se rellenarán en este modelo. Las hipótesis de explotación definidas en el escenario actual se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 45. Hipótesis de explotación. Red de ferrocarril

RUTAS LINEAS URBANAS	Velocidad media (km/h)	Tarifa media Pasajeros (Colones/Km)
Pavas - San Pedro ⁽¹⁾	14,5	26,6
San José - Heredia	25,1	26,5

(1) A partir de la información del último ajuste tarifario de la ARESEP, estimadas como promedio en la velocidad de los dos tipos de tren utilizados y en la tarifa de las tres tarifas estipuladas según los tramos indicados.

Fuente: Elaboración propia

La velocidad media y la tarifa para la línea San José – Heredia se han extraído de la resolución de la ARESEP RRG-9768 del año 2009. La tarifa media se ha estimado a partir de la máxima fijada de 350 Colones, que con un recorrido de 13,23 kilómetros, da como resultado 26,5 Colones/Km.

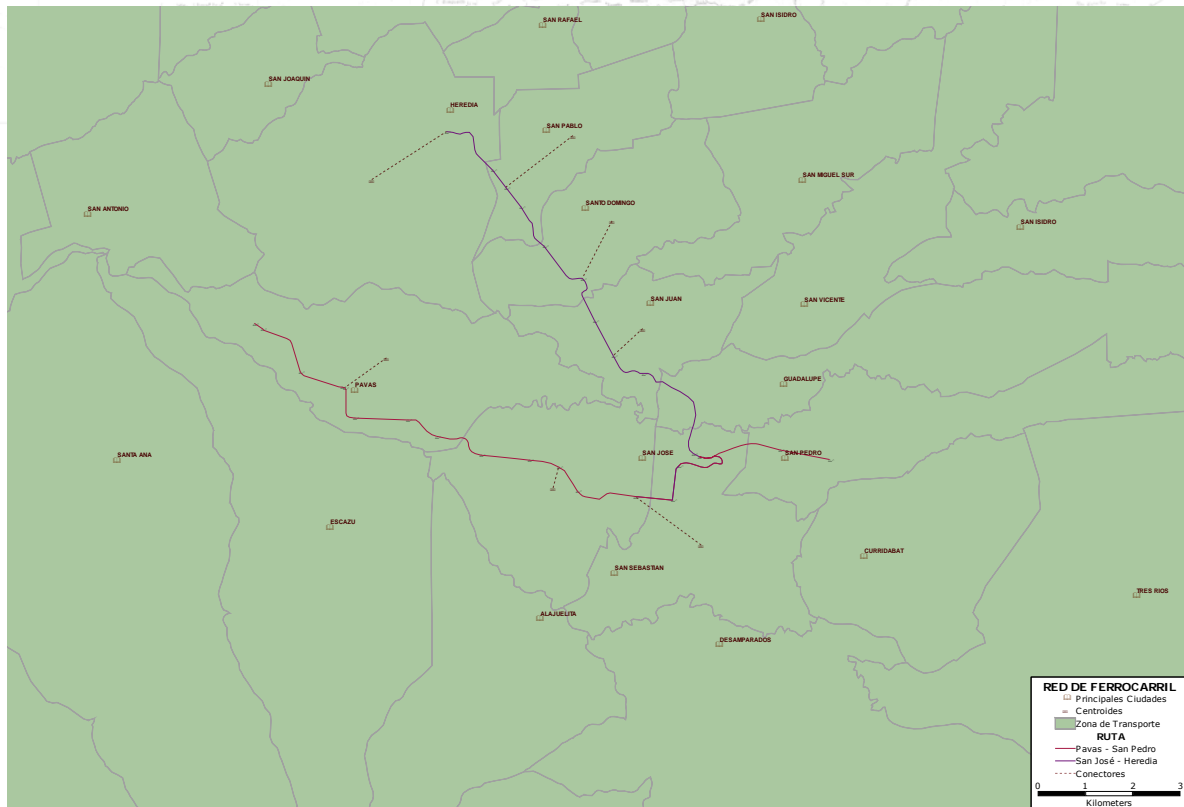
Para la línea Pavas – San Pedro, las hipótesis se han estimado a partir de la información incluida en la resolución de la ARESEP RRG-8873 del año 2008, así:

- Se realiza la operación con dos tipos de trenes, Apolo y Convencional, con una velocidad comercial promedio de 15,32 y 13,66 Km/h respectivamente.
- Las tarifas tope por trayecto, con su respectiva distancia de recorrido son las siguientes:

Tramo	Tarifa tope (Colones)	Distancia (Km)
Universidad Latina – Estación del Pacífico	200	6,1
Estación del Pacífico – Metrópoli III	200	9,5
Universidad Latina – Metrópoli III	400	15,5

Fuente: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos - ARESEP

Figura 27. Red de ferrocarril. Situación actual

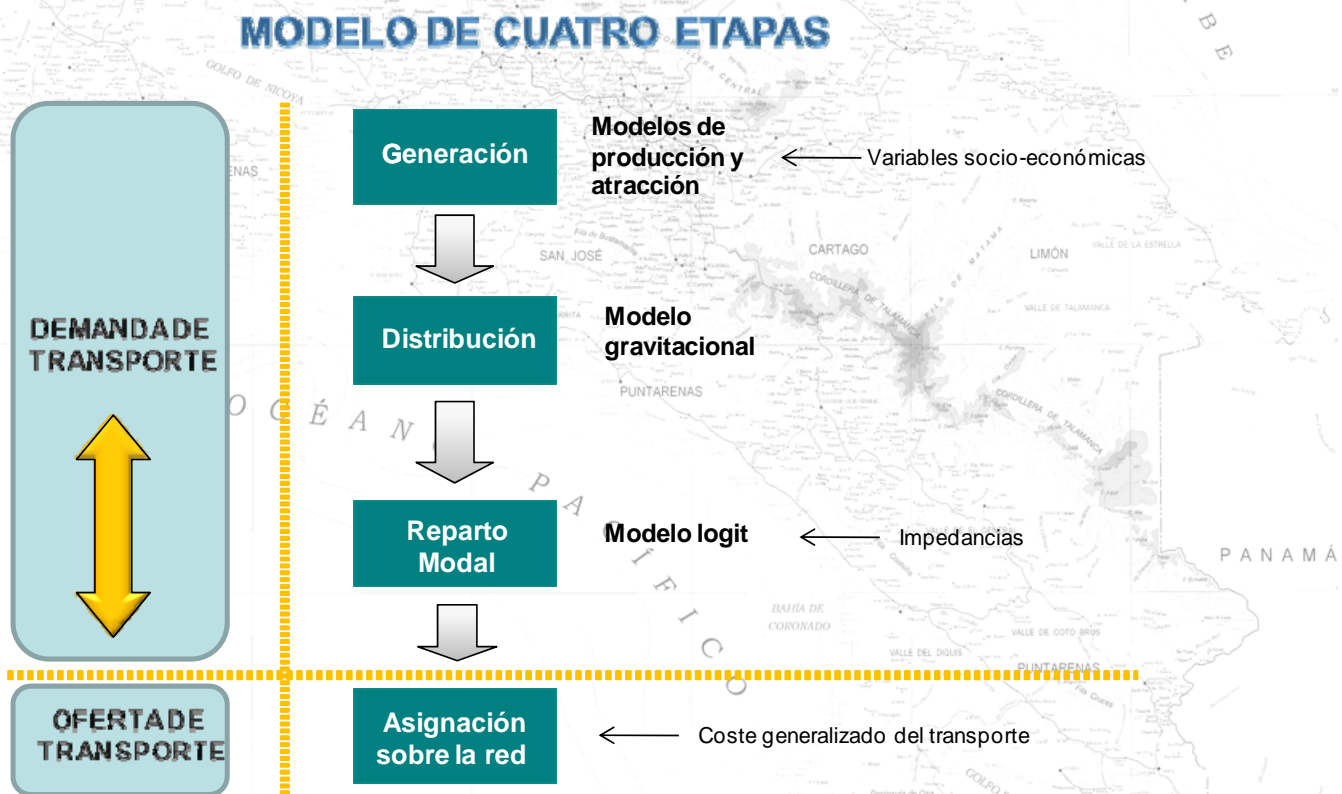


Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo en TransCAD

5.4. Modelo de Demanda de Pasajeros

El objetivo de esta fase es desarrollar un modelo o un conjunto de modelos diseñados fundamentalmente como expresiones matemáticas para explicar los viajes que se están produciendo actualmente y los que se producirán en el futuro entre cada par de zonas "i" y "j", para un modo determinado "m" y con un itinerario determinado de acuerdo en función de los datos de actividad socio-económica de las zonas "i" y "j" y de los costos de transporte entre "i" y "j", tanto en el modo "m" como en el resto de los modos según las condiciones de tráfico de cada segmento de red.

Para la estimación de los viajes que tendrán lugar en los diferentes escenarios dentro del área de este estudio, se utilizará un modelo secuencial de cuatro etapas, siguiendo un esquema similar al siguiente:



La demanda de transporte puede ser explicada a través de varios modelos:

- Modelo de generación de viajes
- Modelo de distribución de viajes

- Modelo de reparto modal
- Modelo de asignación

Acceptando que durante la elección del viaje, el usuario decide secuencialmente y sin interrelaciones:

- 1) Viajar o no viajar
- 2) A donde se dirige
- 3) Qué modo de transporte utilizar
- 4) Que itinerario escoger

En los capítulos siguientes se describen las metodologías que se seguirán en cada uno de los modelos mencionados anteriormente.

5.4.1. *Generación*

A continuación se expone la primera de las etapas en la modelización de la demanda, ya comentadas anteriormente.



En la etapa de generación se estiman los viajes producidos y atraídos por cada zona de transporte mediante el ajuste de modelos de regresión espacial multilineal, que explican la movilidad global del año base basándose en variables socioeconómicas simples.

En este planteamiento se basa la prognosis de la movilidad futura, asumiendo la hipótesis de que dicho modelo seguirá siendo válido en años futuros, mediante la estimación del crecimiento de las variables explicativas de la movilidad (mucho más sencillas de estimar a futuro que la movilidad).

La estimación futura de la movilidad así entendida evita distorsiones en la prognosis al basarse en el crecimiento de variables no correlacionadas entre sí.

El objetivo fundamental de esta fase consiste, por tanto, en desarrollar una herramienta de prognosis formada por expresiones matemáticas que relacionan una

serie de variables explicativas de la movilidad, de manera que sea posible calcular los viajes totales (producidos/atraídos) por cada zona de transporte. Debido a la simetría de las matrices O/D el total de viajes generados por zona coincide con el de atraídos, por lo que el análisis de regresión en uno y otro caso son equivalentes.

Los modelos de generación de viajes a utilizar, en este caso, serán modelos de regresión lineal desarrollados a partir de la información socioeconómica recopilada a nivel de distrito.

La elección de variables explicativas a incluir en el análisis estadístico de regresión lineal depende, en primer lugar, de la disponibilidad de información de la zona en estudio a nivel de distrito.

A continuación se enumeran las variables socioeconómicas disponibles a incluir en el análisis:

- Población: número de habitantes por distritos para el año 2008
- Densidad de población: variable obtenida como resultado de calcular para cada zona "j" en el año 2008:

$$Densidad_j = \frac{Población_{j,2008}}{Área_j} \text{ (Habitantes/km}^2\text{)}$$

- Empleo: distribuido por distritos para el año 2008
- Motorización: variable obtenida como resultado de calcular para cada zona "j" (según el tipo de vehículo) en el año 2008:

$$Motorización_j = \frac{Vehículos_j * 1000}{Población_j} \text{ (Vehículos/1000habitantes)}$$

- Vivienda: número de viviendas por distrito para el año 2008
- Empresas: número de empresas por distrito para el año 2008
- PIB: adicionalmente se tendrá en cuenta el Producto Interior Bruto a nivel nacional, pero desagregado según la proporción de cada distrito para alguna de las variables anteriores

Ahora bien, un modelo de regresión lineal es una herramienta matemática que sirve para explicar la relación entre una variable dependiente "Y" (en este caso los valores para cada zona de los viajes generados en el año 2008), las variables independientes "Xi" (en este caso las variables socioeconómicas definidas anteriormente) y un término aleatorio ε . Este modelo puede ser expresado mediante la ecuación siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \dots + \beta_p * X_p + \varepsilon$$

donde β_0 es la intersección de la recta con el eje de ordenadas o término "constante", las β_i son los parámetros correspondientes a cada variable independiente, y "p" es el número de variables independientes que explican la variable dependiente "Y".

Para la realización de este análisis estadístico, se utilizará el software especializado Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), que permite analizar el conjunto de los datos y variables disponibles en el modelo. Así, se llevará a cabo el ajuste de modelos de regresión lineal con procesos iterativos comprobando la bondad de las ecuaciones resultantes y fiabilidad real de las mismas (valor del coeficiente de correlación múltiple R^2 , existencia o no de colinealidad entre variables, grado de reducción que se obtiene en el error típico de los residuos al incorporar una variable, criterios de significación, criterio de tolerancia, etc.).

Existen diferentes métodos para seleccionar las variables independientes que debe incluir el modelo de regresión, y que serán utilizados en el análisis:

- **Inclusión.** Este método construye la ecuación de regresión utilizando todas las variables seleccionadas en la lista de independientes de un solo paso.
- **Exclusión.** Elimina en un solo paso todas las variables de la lista de independientes y ofrece los coeficientes de regresión que corresponderían a cada variable en el caso de que pasaran a formar parte de la ecuación de regresión.

El resto de métodos de selección de variables son métodos "por pasos", es decir, métodos que van incorporando o eliminando variables paso a paso dependiendo de que estas cumplan o no los criterios de selección:

- **Hacia delante.** Las variables se incorporan al modelo de regresión una a una. En el primer paso se selecciona la variable independiente que, además de

superar los criterios de entrada, más alto correlaciona con la dependiente. En los siguientes pasos se utiliza como criterio de selección el coeficiente de correlación parcial. La selección de variables se detiene cuando no quedan variables que superen el criterio de entrada.

- Hacia atrás. Comienza incluyendo en el modelo todas las variables seleccionadas en la lista de independientes y luego procede a eliminarlas una a una. La primera variable eliminada es aquella que, además de cumplir los criterios de salida, posee el coeficiente de regresión más bajo en valor absoluto. En cada paso sucesivo se van eliminando las variables con coeficientes de regresión no significativos, siempre en orden inverso al tamaño de su nivel crítico. La eliminación de variables se detiene cuando no quedan variables en el modelo que cumplan los criterios de salida.
- Pasos sucesivos. Este método es una especie de mezcla de los métodos hacia delante y hacia atrás. Comienza seleccionando la variable independiente que, además de superar los criterios de entrada, más alto correlaciona con la variable dependiente. A continuación selecciona la variable independiente que, además de superar los criterios de entrada, posee el coeficiente de correlación parcial más alto. Cada vez que se incorpora una nueva variable al modelo, las variables previamente seleccionadas son evaluadas nuevamente para determinar si siguen cumpliendo o no los criterios de salida. El proceso se detiene cuando no quedan variables que superen los criterios de entrada y las variables seleccionadas no cumplen los criterios de salida.

Para la elección de la ecuación que permita una mejor modelización de la movilidad se considera conveniente la realización de un análisis multicriterio.

Este análisis se plantea como herramienta en la elección del mejor modelo para la estimación de las matrices futuras de movilidad, dado que la bondad en el ajuste no viene sólo determinada por el valor que alcance R^2 , sino también de otros factores que es preciso tener en cuenta.

5.4.2. Distribución

El objetivo de esta etapa es distribuir los viajes generados estimados en la etapa anterior por zonas origen y destino conformando así las matrices de demanda.



La metodología propuesta para este paso es aplicar un modelo Fratar para la construcción de matrices futuras a partir de los datos de generación estimados.

Este método es habitualmente utilizado para la estimación de matrices completas cuando se conoce la de partida. Se basa en la estimación de una nueva matriz que respete la restricción de los viajes totales generados en cada área. Para la situación futura las modificaciones de las pautas de movilidad serán las mínimas posibles según las previstas de la matriz de partida.

5.4.3. Reparto Modal

El objetivo de esta etapa es determinar, para cada par de zonas O/D de la matriz global de viajes, cuántos se realizan en cada modo mediante la construcción de modelos que responden a formulaciones de tipo Logit y que reproducen la elección de modo del usuario.

Para que estos modelos sirvan como herramientas fiables de predicción de tráfico en los escenarios futuros es necesaria una calibración de éstos en el año base, de manera que los valores de demanda calculados se ajusten lo más posible a los aforados in situ en la investigación de campo.



Tomando como referencia los datos de matrices origen/destino del año 2008 para cada uno de los modos de transporte considerados, se construye y calibra el modelo de reparto modal en base a la segmentación de la demanda de la situación actual.

Con estos datos de referencia, el modelo de reparto modal responde a formulaciones de tipo Logit, que busca reproducir la elección de modo para cada tipo de viaje. El objetivo es, por tanto, estimar el reparto modal en cada relación O/D considerada de la matriz global de viajes (suma de las matrices de vehículo privado, autobús y ferrocarril).

Se plantean formulaciones de tipo Logit multinomial con tres elecciones de modo partiendo de la matriz global de viajes origen-destino para el año base (2008) según el siguiente esquema:



En el proceso de elección de modo para un determinado viaje, la utilidad de cada alternativa se formula linealmente por una expresión matemática que tiene en cuenta las características funcionales del viaje:

$$U_{MODE\ i} = \beta_1 \cdot T_{MODE\ i} + \beta_2 \cdot C_{MODE\ i} + K_{MODE\ i}$$

Donde:

- U_i : representa la utilidad de cada viaje.
- T_i : representa el tiempo total del viaje, compuesto de la suma de los tiempos de cada una de las etapas del desplazamiento: acceso y dispersión, espera y viaje.
- C_i : representa el coste económico del viaje.
- K_i : constante modal que recoge la predisposición de los individuos a elegir un determinado modo. Es una constante que en el modelo recogerá la preferencia por uno de los modos no basada en los atributos modelizados.
- β_1 : coeficiente que multiplica al tiempo total de viaje, definiendo así la importancia de este factor dentro de la función de utilidad.
- β_2 : coeficiente que multiplica al coste económico del viaje, definiendo así la importancia del factor económico en la función utilidad.

La calibración realizada del modelo da lugar a los valores de los coeficientes β_1 , β_2 y K_i , presentes en las funciones de utilidad definidas, de manera que la formulación genérica de los modelos de tipo logit adopta la forma:

$$P_{MODEi} = \frac{\exp(U_{MODEi})}{\sum_i \exp(U_{MODEi})}$$

Siendo P_{MODEi} la probabilidad de elegir el modo "i" de entre todos los posibles en cada caso.

5.4.4. Asignación

La asignación de la matriz origen-destino (demanda) en la red (oferta) es el cuarto paso del modelo clásico, que consiste en asignar los viajes existentes entre cada par de zonas de origen/destino entre los posibles caminos a través de la red definida propuesta que intenta minimizar el coste generalizado de todos los usuarios.



El método de cálculo elegido para el caso de los viajeros por carretera (modos de Vehículo privado y autobús) se denomina "equilibrio del usuario". Este método es un proceso iterativo en el que las condiciones de funcionamiento de la red (duración de la ruta en cada arco) dependen de los volúmenes de tráfico asignados a cada arco en la iteración o iteraciones anteriores. En cada iteración, que afecta la matriz completa de los viajes se cambia sucesivamente el tiempo de la ruta del viaje, que se vuelve a calcular en cada iteración a partir de una función de retardo. El proceso termina cuando se llega al punto de equilibrio, es decir, cuando ningún usuario de la red puede mejorar su costo generalizado por cambiar la ruta.

El término correspondiente a la función de retardo utilizado, que, a su vez, refleja la restricción de la capacidad de cada arco que se genera por el flujo de tráfico existente en cada iteración, responde a la fórmula siguiente:

$$t_i * \left[1 + \alpha_i * \left(\frac{x_i}{C_i} \right)^{\beta_i} \right]$$

Teniendo en cuenta que:

- t_i , es el tiempo de viaje con un flujo libre de circulación en el arco i
- C_i , es la capacidad de arco i

- x_i , es el flujo en el arco i
- α , constante
- β , constante

Esta función se ajustará inicialmente a la situación actual con los valores de los parámetros α y β de 0,15 y 1,50, respectivamente.

Este método ha sido implementado en TransCAD por un proceso llamado "Multimodal Multi-Class Assignment", que permite la asignación simultánea de las matrices correspondientes a los diferentes segmentos de demanda, en el caso de viajeros en modo autobús y en modo vehículo privado, considerando en cada caso los ratios de ocupación medios correspondientes.

6. Modelo de Transportes. Escenarios Futuros

6.1. Introducción

Una vez construido y calibrado el modelo para el año base 2010, los próximos escenarios de demanda para la obtención de la matriz de cada horizonte temporal definido, se determinarán mediante la asignación de cada escenario de red.

Los horizontes temporales a considerar serán 2 o 3 finalizando en el año 2035, con dos horizontes intermedios (previsiblemente 2015 y 2025), según las alternativas de futuro para los diferentes modos, previa confirmación con el cliente.

Para estos años, el crecimiento de la matriz total se estimará utilizando la información socio-económica disponible. Posteriormente, el reparto modal se hará aplicando la metodología del logit.

En última instancia, se realizarán los ajustes necesarios para reflejar adecuadamente la influencia que tienen sobre el reparto modal del transporte, la mejora de los servicios o las políticas de transporte (precio, intermodal, etc.).

Estos pasos se describirán más adelante con más detalles.

6.2. Escenario Futuros de Oferta

Una vez se tengan definidas las posibles futuras actuaciones para cada uno de los modos, se procederá a la implementación y codificación de las nuevas redes por

cada año de horizonte temporal. La caracterización geométrica y funcional de las nuevas actuaciones, conformarán la oferta de los escenarios futuros.

6.3. Escenario Futuros de Demanda

El cálculo de la demanda global en los años futuros por zona de transporte se realizará aplicando el modelo de generación correspondiente sobre las variables explicativas de la movilidad, proyectadas a futuro.

Posteriormente, aplicando los modelos de la etapa de distribución, se construyen las matrices origen-destino globales (todos los modos) de los escenarios futuros a partir de los volúmenes de viajes generados/atraídos por cada zona estimados en la etapa anterior. Para alcanzar estas previsiones, los datos socioeconómicos se analizarán con el fin de estimar la evolución del crecimiento de la demanda para los horizontes temporales considerados.

La aplicación de los modelos de reparto modal (3ª etapa) que han sido calibrados previamente permiten estimar matrices origen-destino por modo y horizonte temporal, a partir de las utilidades que ofrece cada red modal en los horizontes temporales, obtenidas a su vez de la caracterización funcional de los escenarios futuros de oferta.

6.4. Asignación y Resultados

La asignación (4ª etapa) de cada matriz origen-destino (modo y año) a su red modal correspondiente tendrá como resultado la carga de tráfico (pasajeros) en los tramos de cada red modal. La metodología de asignación en TransCAD es la expuesta anteriormente en el apartado 5.4.4 Asignación.