



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



programa de infraestructura
del transporte

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-GM-02-2014

Asesoría Técnica: DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD Y UBICACIÓN DE ESTACIONES DE PESAJE EN LA RED VIAL NACIONAL DE COSTA RICA

Preparado por:

Unidad de Gestión Municipal



San José, Costa Rica
Enero, 2014



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la ley 8114 según la reforma aprobada en la ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.


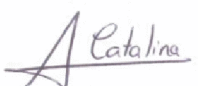
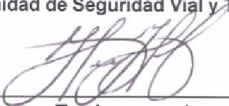


1. Informe LM-PI-GM-02-2014		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: ASESORÍA TÉCNICA: DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD Y UBICACIÓN DE ESTACIONES DE PESAJE EN LA RED VIAL NACIONAL DE COSTA RICA		4. Fecha del Informe Enero, 2014
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias Asesoría Técnica solicitada mediante oficio DSUR-01-03-009 del Consejo Nacional de Vialidad.		
9. Resumen <p><i>El tránsito de vehículos pesados (especialmente si sobrepasan el tonelaje permitido) es uno de los factores de mayor significancia en el deterioro de la infraestructura vial de Costa Rica, pues disminuye considerablemente la vida útil de los pavimentos; de ahí la importancia de un adecuado control de los tonelajes de mercancías con los cuales circulan. Por lo tanto, debido a las disposiciones de acatamiento obligatorio impuestas por la Contraloría General de la República al CONAVI, en el Informe DFOE-IFR-IF-07-2013 con respecto a las estaciones de pesaje; el CONAVI solicita formalmente la colaboración en forma de Asesoría Técnica por parte del LanammeUCR, mediante el oficio DSUR-01-03-009, para que elabore un estudio técnico en el que se den recomendaciones de los principales sitios en los cuales son necesarias estaciones de pesaje en las carreteras de la Red Vial Nacional de Costa Rica, que permitan regular el peso de los vehículos pesados.</i></p> <p><i>Para cumplir con este objetivo, se genera una matriz de distribución de viajes que muestre el flujo de toneladas métricas de productos agropecuarios y de construcción anual por las principales carreteras del país; y con base en esto y otras características de relevancia, se determina una recomendación para la ubicación de las estaciones de pesaje.</i></p> <p><i>De los resultados obtenidos, se deduce que las principales rutas en el tránsito de toneladas métricas son la 1, 2, 27 y 32, con un aproximado de entre dos y 4.5 millones de toneladas métricas anuales. Del análisis de los datos, se obtiene como resultado final que es necesario un total de 13 estaciones de pesaje para controlar el peso de los vehículos de carga que transitan a nivel nacional. Sin embargo, de las estaciones propuestas, ya cuatro de ellas están en funcionamiento actualmente (Moín, Ochomogo, Esparza y Cañas). Además, se recomienda elaborar encuestas Origen-Destino de vehículos de carga y conteos con clasificación de vehículos pesados, para validar los datos aquí descritos.</i></p>		
10. Palabras clave Vehículos de carga, toneladas métricas, productos agropecuarios e industriales, estaciones de pesaje	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 38
13. Preparado por:		
Ing. Jaime Allen Monge, MSc. Ingeniero de Transportes Coordinador Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 16 / 01 / 2014	Ing. Ana Catalina Vargas Sobrado Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 16 / 01 / 2014	Colaboradores: Jonathan Monge Cubillo Asistente de Ingeniería Unidad de Gestión Municipal
14. Revisado por: Ing. Henry Hernández Vega, MSc. Ingeniero de Transportes Unidad de Seguridad Vial y Transportes  Fecha: 16 / 01 / 2014	15. Revisado: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: / /	16. Aprobado por: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc. Director LanammeUCR  Fecha: 16 / 01 / 2014



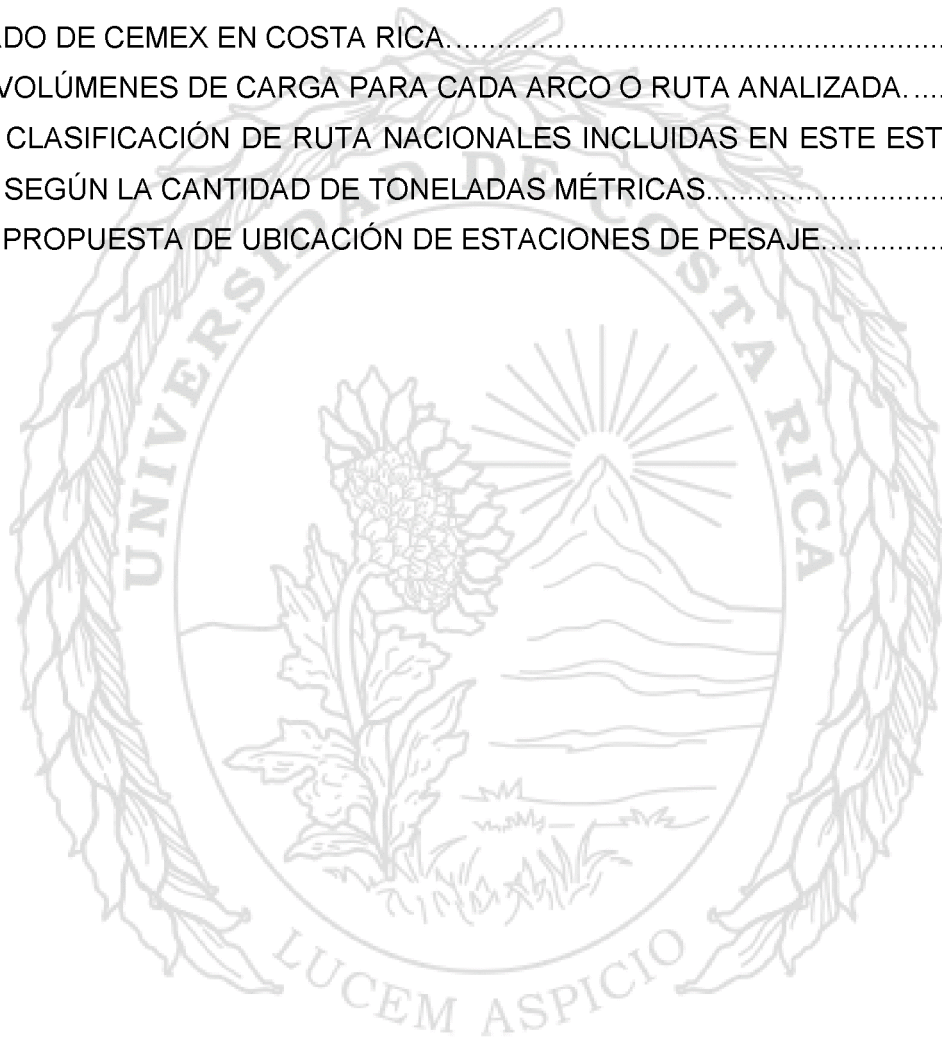
TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ESTACIONES DE PESAJE EN COSTA RICA.....	6
2. ALCANCES Y LIMITACIONES	7
3. METODOLOGÍA.....	10
A. SECTOR AGROPECUARIO.....	12
B. SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	19
4. MATRIZ ORIGEN-DESTINO.....	21
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	23
6. CONCLUSIONES	30
7. RECOMENDACIONES	31
8. BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	34
ANEXO 1. ECUACIONES DEL MODELO DE GRAVEDAD.....	34
ANEXO 2. MATRIZ ORIGEN DESTINO PARA LAS RUTAS NACIONALES.....	36
ANEXO 3. ESTACIONES DE PESAJE ESTIPULADAS POR EL CONAVI.....	37
ANEXO 4. VEHÍCULOS DE CARGA PESADOS EN DIVERSAS ESTACIONES DURANTE ALGUNOS MESES DEL AÑO 2013.....	38



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. RUTAS DE TRANSPORTE PARA VEHÍCULOS PESADOS, SEGÚN LA DGIT, MOPT.....	11
FIGURA 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS NODOS DE PRODUCCIÓN Y SALIDA DEL MODELO.....	18
FIGURA 3. PRINCIPALES CENTROS DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CEMENTO Y AGREGADO DE CEMEX EN COSTA RICA.....	19
FIGURA 4. VOLÚMENES DE CARGA PARA CADA ARCO O RUTA ANALIZADA.....	25
FIGURA 5. CLASIFICACIÓN DE RUTA NACIONALES INCLUIDAS EN ESTE ESTUDIO DE ACUERDO SEGÚN LA CANTIDAD DE TONELADAS MÉTRICAS.....	26
FIGURA 6. PROPUESTA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES DE PESAJE.....	29





ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TOTAL DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA AL AÑO 2013 POR REGIÓN SOCIOECONÓMICA (EN TONELADAS MÉTRICAS).....	13
TABLA 2. EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS POR LAS PRINCIPALES ADUANAS (EN TONELADAS MÉTRICAS).....	13
TABLA 3. TONELADAS MÉTRICAS DE LAS EXPORTACIONES Y EL MOVIMIENTO INTERNO DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN CADA REGIÓN SOCIOECONÓMICA.....	14
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN EN CADA NODO.....	15
TABLA 5. PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN CADA NODO DE LAS REGIONES SOCIOECONÓMICAS.....	16
TABLA 6. EXPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS POR ADUANA (EN TONELADAS MÉTRICAS) PARA EL AÑO 2013.....	16
TABLA 7. IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS POR ADUANA (EN TONELADAS MÉTRICAS) PARA EL AÑO 2013.....	17
TABLA 8. CANTIDAD DE METROS CUADRADOS CONSTRUIDOS ANUALMENTE EN CADA PROVINCIA.....	20
TABLA 9. PORCENTAJE ANUAL DE METROS CUADRADOS CONSTRUIDOS EN CADA PROVINCIA.....	21



1. SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ESTACIONES DE PESAJE EN COSTA RICA

La Contraloría General de la República, mediante el Informe DFOE-IFR-IF-07-2013 presentado en agosto de 2013, menciona la carencia de criterios técnicos para la ubicación, diseño, construcción y operación de las estaciones de pesaje en Costa Rica; por lo que para mejorar esta situación, determina algunas disposiciones de acatamiento obligatorio para diversas instituciones gubernamentales.

Dos de ellas van dirigidas al Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), como se mencionan a continuación:

"4.6 Elaborar formalmente los criterios técnicos necesarios para la ubicación, diseño, construcción y operación de las estaciones de pesaje, y remitirlos al Consejo de Administración del CONAVI para su aprobación. El cumplimiento de esta disposición se acreditará mediante el envío de una copia del oficio de remisión de esos criterios al citado Consejo, para lo cual se otorga un plazo de tres (3) meses calendario, contado a partir de la fecha de recepción de este informe.

4.7 Realizar los estudios técnicos respectivos, a efecto de precisar la cantidad y ubicación de las estaciones de pesaje para cubrir razonablemente la red vial nacional, resultados que deben ser consignados en un documento que se prepare para tales efectos y remitidos al Consejo de Administración del CONAVI para su respectiva aprobación. El cumplimiento de esta disposición se acreditará mediante el envío de una copia del oficio de remisión de esos estudios técnicos al citado Consejo, para lo cual se otorga un plazo de tres (3) meses calendario, contado a partir de la fecha de recepción de este informe."

Por lo tanto, ante dichos planteamientos, el CONAVI por medio del oficio DSUR-01-03-0091, presenta una solicitud formal al LanammeUCR para que desarrolle un estudio técnico en el que se plasmen las principales localidades en las cuales son necesarias estaciones de pesaje en las carreteras de la Red Vial Nacional, tomando en consideración algunos factores que se detallan a continuación:

Informe LM-PI-GM-02-2014	Fecha de emisión: 15 de enero de 2014	Página 6 de 38
--------------------------	---------------------------------------	----------------



- Corredores estratégicos de la Red Vial Nacional
- Tránsito promedio diario
- Clasificación vehicular
- Factores camión
- Cercanía a puntos estratégicos (muelles, fronteras)
- Tipos de estaciones de pesaje
- Tecnología respectiva según las condiciones de demanda de cada sitio
- Tiempo de pesaje
- Espacio para la cola de previo a la entrada
- Otros

Sin embargo debido a falta de información, no se lograron considerar todos esos aspectos en este documento, si no que se dio prioridad a los corredores estratégicos de la red vial nacional y la cercanía a puntos estratégicos de comercio internacional.

En resumen, este informe es una recomendación técnica de la cantidad y ubicación de estaciones de pesajes fijas y de estaciones de pesaje móviles en términos del volumen de movimiento de toneladas métricas de carga; así como la información más actualizada de la cantidad de camiones que pasan por las estaciones de pesaje.

Lo anterior, ya que uno de los factores de mayor relevancia en el daño de los pavimentos es causado por el tránsito de vehículos pesados, y si a esto se adiciona el hecho de que van con sobrepeso, se incrementa su influencia significativamente el deterioro de la infraestructura vial nacional.

2. ALCANCES Y LIMITACIONES

Para conocer las principales zonas en las cuales implementar estaciones de pesaje, es necesario realizar un estudio integral de las mercancías que se considerarán en el análisis, así como las rutas que optimizan los costos y tiempos de viaje de cada uno de los transportistas que circulan por la Red Vial Nacional.

La información utilizada proviene de diversas instituciones, algunas de ellas son: Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), Ministerio de Agricultura y



Ganadería (MAG), Cámara Costarricense de Transportistas Unitarios, Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT), Instituto Nacional de Estadística y Censos, y el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. La información fue provista por Pesos y Dimensiones del CONAVI.

Para esto, es imprescindible disponer de bases de datos que brinden información relacionada con las diversas zonas de producción agropecuaria, de minería no metálica, puntos de exportación del país, zonas de mayor población y construcción, y otros detalles que permitan conocer el comportamiento de los flujos de mercancías que atraviesan diariamente el país.

De tal manera que, para generar modelos de transporte que reflejen el comportamiento del transporte de carga por carreteras de nuestro país, es necesario plantear algunas suposiciones y limitaciones bajo las cuales se realiza el estudio, basados en la información disponible; dentro de ellas se tiene:

- El estudio se centra en la ubicación preliminar de las estaciones de pesaje, de manera que no se detalla la ubicación exacta de estas estaciones, ni se aborda el nivel operacional de las mismas. Por lo tanto, aspectos de diseño, congestiónamiento y seguridad vial quedan fuera del alcance de este informe.
- Solo se consideran aquellos sectores productivos para los cuales se tiene información completa (origen, destino y tonelaje), además, por ser una investigación de referencia se incluyen únicamente los productos principales agropecuarios.
- Las mercancías que se consideran son productos agropecuarios y de la construcción, no se consideran productos terminados industriales o productos agroalimentarios procesados con valor agregado.
- No existen estudios previos de distribución del transporte de carga que indiquen los principales orígenes y destinos, o las rutas de transporte de mercancías.



- El costo se determina por el tiempo de viaje exclusivamente, considerando una velocidad de operación y por simplificación en la modelación se desprecia el efecto del congestionamiento vial y se asume que el costo de cada viaje realizado por un transportista es independiente del flujo vehicular de la zona.
- Se asume una velocidad de operación de acuerdo con la clase jerárquica de la carretera sobre la cual transita. Esta suposición se hace debido a la falta de información de la velocidad de operación real de las diferentes rutas analizadas.
- Cada una de las rutas seleccionadas para cada origen y destino, corresponde a aquella que represente un tiempo menor para el transportista, por lo que se considera una única ruta por la cual transita el flujo de mercancías entre un nodo de producción y otro de salida: asignación todo o nada.
- La función de costo para cada viaje está representada por el tiempo de viaje de cada vehículo pesado entre un centro de producción y su destino final, ya sea de exportación o consumo interno.
- Se desprecian las condiciones topográficas de las zonas por las cuales deben transitar los vehículos pesados y la influencia de estas en las velocidades de operación. Se supone que la velocidad depende únicamente del tipo jerárquico de la carretera, y es independiente de las pendientes, curvaturas u otras características del diseño geométrico de las carreteras que pueda influir en el comportamiento de los vehículos pesados. Estas condiciones podrían ser incluidas y verificadas en estudios posteriores más detallados.
- En algunos casos se calcularon porcentajes de crecimiento para actualizar la información. Adicionalmente, algunos de los valores no estaban determinados para todos los meses del año, por lo que se completaron para un total de 12 meses.
- Para cada una de las regiones se utiliza una tasa igual de exportación sobre el trasiego total de mercancías, el cual corresponde a un 71.9%. Un análisis más



detallado podría realizarse en estudios posteriores utilizando información detallada que permita estimar un porcentaje independiente para cada producto por región producto por región del país.

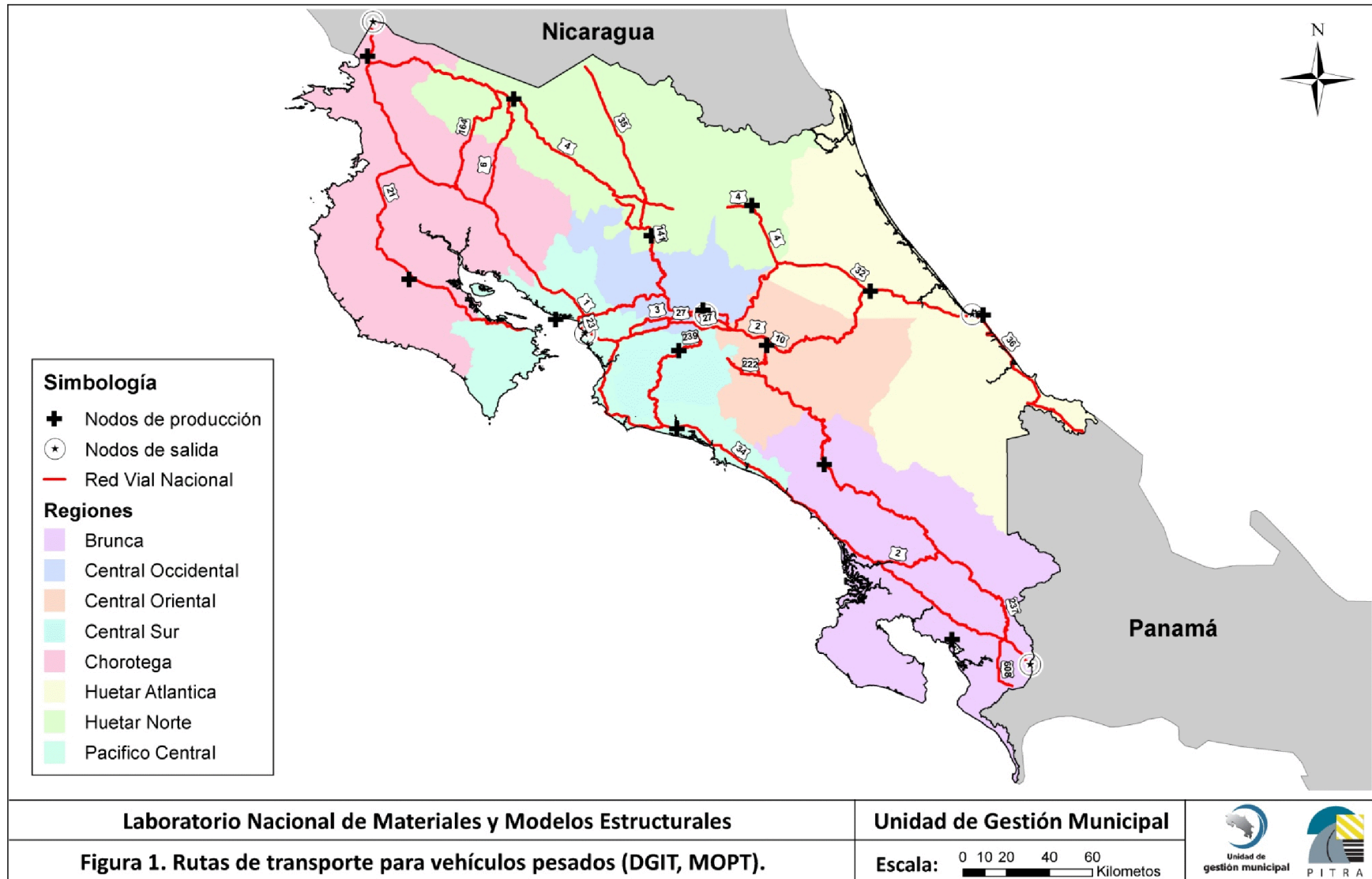
- No se considera el transporte internacional de mercancías (por ejemplo, mercancías entre Panamá y Nicaragua) como una de las posibles trayectorias a seguir dentro del modelo que se estudia, pues se asume que todo lo que entra al país será para consumo interno; de tal manera, se descarta la posibilidad de que lo importado por un puerto, sea exportado en otro puerto.

En este informe se presenta una estimación preliminar de los volúmenes de carga y los corredores más importantes de la red vial, sin embargo, para estimar de forma más certera los volúmenes y las rutas, debe contarse con información más detallada y realizarse encuestas al transporte de carga.

3. METODOLOGÍA

Para conocer la distribución del flujo vehicular de carga entre zonas de producción (Origen) y cada sitio final de entrega (Destino), inicialmente, se debe conocer cuáles son las rutas de circulación que los transportistas utilizan en sus recorridos.

En la Figura 1, se muestra un mapa que esquematiza cada unas las rutas definidas por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT) del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) que cumplen con los requerimientos del Decreto Ejecutivo No. 24715-M.O.P.T.-M.E.I.C.-S "Reglamento para el Transporte Terrestre de Producto Peligrosos"; dicho decreto involucra las carreteras estipuladas en el Decreto Ejecutivo No. 26123-H-MOPT "Reglamento de Habilitación de Rutas de Paso Obligatorio para los vehículos Automotores del Tránsito Aduanero, Interno o Internacional, de mercancías sujetas al Control Aduanero en la República y Fijación de los Tiempos de Rodaje entre Aduanas" (documento que regula las rutas por las cuales los miembros de la Cámara Costarricense de Transportistas Unitarios pueden transitar). Las rutas descritas en estos documentos se asumen como los principales corredores de transporte de carga en el país.





A partir de las rutas detalladas en la Figura 1, se realiza una asignación preliminar todo o nada, según la cual, aquellas rutas que presenten un mayor costo para el transporte no serán utilizadas por los productores. El costo del transporte es calculado en función directamente proporcional al tiempo de viaje.

Mediante esta asignación se seleccionan las rutas principales por las que se realiza el movimiento de mercancías, resultando en corredores únicos que conectan cada nodo de producción con un nodo de consumo. Los nodos de generación o de producción se definen como centroides poblacionales en cada región, y los puntos de atracción se definen según las principales aduanas de salida.

Sin embargo debido al consumo interno, los nodos colocados en cada una de las regiones funcionan como nodos de generación de viajes en el caso de la producción agropecuaria, y también como nodos de atracción en el caso de transporte interno de mercancías.

Para modelar el flujo de carga en la red vial nacional se desarrolla una matriz Origen-Destino, en la cual se consideran dos aspectos básicos: la generación y atracción de viajes. Para la generación de viajes se cuantifica el volumen de producción de cada región socioeconómica del territorio nacional, y para la atracción, se considera el consumo interno de cada una de estas regiones; para este estudio se considera aspectos del sector agropecuario y de construcción. A continuación, se presentan los datos recolectados para cada uno de estos sectores (fueron proyectados al año de estudio, el año 2013):

a. Sector agropecuario

Para determinar la cantidad de productos agropecuarios producidos en el territorio nacional, se emplean datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), según se detalla en la Tabla 1. Sin embargo, estos datos inicialmente estaban dados para el año 2009, por lo que empleó una tasa de crecimiento de 0.9% para proyectarlos al año 2013 (se asumió la misma tasa de crecimiento para todos los productos, este valor podría ser verificado en posibles estudios posteriores más detallados).

Tabla 1. Total de producción agropecuaria al año 2013 por región socioeconómica (en toneladas métricas).

Producción agropecuaria por Región	Total Producción (T-m)
Huétar Norte	1 265 380
Huétar Atlántica	1 719 288
Brunca	1 309 366
Pacífico Central	301 996
Chorotega	2 545 689
Central Occidental	596 516
Central Oriental	220 084
Central Sur	61 453
Total	8 019 771

Fuente: MAG, 2009.

Posteriormente, se emplearon valores de la cantidad total de importaciones y exportaciones según datos de las aduanas de entrada y salida, respectivamente. Estos datos fueron facilitados por SEPSA y se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Exportaciones e importaciones de productos agropecuarios por las principales aduanas (en toneladas métricas).

	Año 2012 (tm)	Año 2013 (tm)	Porcentaje al 2013
Exportación	3 980 785	5 880 716	71,9%
Importación	2 307 771	2 299 593	28,1%
TOTAL	6 288 556	8 180 309	100%

Fuente: SEPSA, 2013.

De acuerdo con los datos de la Tabla 2 se puede observar que el porcentaje de exportación es de un 71,9%; es decir, que del 100% de producción agropecuaria nacional ese porcentaje tiene destino internacional, tanto que el 28,1% restante se mantiene en territorio nacional para el consumo interno.

A raíz de estos valores, surge el supuesto de que **todas las regiones de producción agropecuaria tiene el mismo porcentaje para la exportación directa**, por lo que un 71.9% de sus producciones se dirigirá hasta los correspondientes puertos nacionales. De tal

manera, en la Tabla 3 se muestra tanto la producción total de exportación de cada una de las regiones, como las toneladas métricas para consumo interno.

Tabla 3. Toneladas métricas de las exportaciones y el movimiento interno de la producción agropecuaria en cada región socioeconómica.

Región	Exportación	Movimiento interno	Producción total
Huétar Norte	909 808	355 572	1 265 380
Huétar Atlántica	1 236 168	483 120	1 719 288
Brunca	941 434	367 932	1 309 366
Pacífico Central	217 135	84 861	301 996
Chorotega	1 830 350	715 339	2 545 689
Central Occidental	428 895	167 621	596 516
Central Oriental	158 241	61 844	220 084
Central Sur	44 184	17 268	61 453
Total	5 766 216	2 253 556	8 019 771

Fuente: MAG, 2009.

Asimismo, la ubicación geográfica de los nodos de producción en cada región socioeconómica se determinó con base en los mayores centros poblacionales y productivos del país; y los nodos de salida se colocaron en los principales puertos del territorio nacional.

Como se muestra en la Tabla 4, para cada una de las regiones socioeconómicas se determinó los nodos o principales centros poblacionales, de manera que con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se realizó una distribución porcentual de la población para cada nodo de producción.

Por lo tanto, con base en estas distribuciones porcentuales se distribuyó el total de producción de toneladas métricas agropecuarias de cada región en cada uno de los nodos específicamente (ver valores en la Tabla 5).

Tabla 4. Distribución porcentual de la población en cada nodo.

Región socioeconómica	Nodo	Población	Porcentaje
Huétar Norte	Guatuso	59 461	1,4%
	Ciudad Quesada	187 480	4,4%
	Sarapiquí	57 147	1,3%
Huétar Atlántica	Pococí	224 014	5,2%
	Limón	162 848	3,8%
Brunca	Pérez Zeledón	209 211	4,9%
	Golfoito	119 434	2,8%
Pacífico Central	Parrita Aguirre	60 205	1,4%
	Puntarenas	183 090	4,3%
Chorotega	Nicoya	142 286	3,3%
	La Cruz	184 667	4,3%
Central Occidental	Alajuela	951 258	22,1%
Central Oriental	Cartago	1 568 577	36,5%
Central Sur	Puriscal	192 034	4,5%
Total		4 301 712	100%

Una vez determinada la producción en todo el territorio nacional, es necesario conocer los movimientos que se realizan en los diferentes puntos de intercambio de mercancías, ya sean puertos marítimos o terrestres. Para ello, se emplearon bases de datos de aduanas proporcionadas por SEPSA, las cuales se proyectaron al año 2013 por métodos lineales; en aquellos casos en los que debiese completarse la información para abarcar los doce meses del año, se supuso que la producción del segundo semestre del año es superior a la del primer semestre, por lo que en lugar de multiplicar por 12, se multiplicó por 13 (se utiliza un factor de 13 para tomar en cuenta que en los últimos meses del año aumenta significativamente el consumo de mercancías).

Tabla 5. Producción agropecuaria en cada nodo de las regiones socioeconómicas.

Región	Producción (tm)	Nodos	Generación (tm)
Huétar Norte	1 265 379	Guatuso	247 431
		Quesada	780 147
		Sarapiquí	237 802
Huétar Atlántica	1 719 287	Pococí	995 560
		Limón	723 727
Brunca	1 309 366	Pérez Zeledón	833 525
		Golfito	475 841
Pacífico Central	301 995	Aguirre Parrita	74 731
		Puntarenas	227 265
Chorotega	2 545 688	Nicoya	1 107 853
		La Cruz	1 437 836
Central Occidental	596 516	Alajuela	596 516
Central Oriental	220 084	Cartago	220.084
Central Sur	61 452	Puriscal	61 453

A continuación en la Tabla 6 y Tabla 7, se muestra el tonelaje métrico (calculado para el año 2013) de exportación e importación para diferentes aduanas en Costa Rica, respectivamente.

Tabla 6. Exportaciones de productos agropecuarios por aduana (en toneladas métricas) para el año 2013.

Aduana	Exportaciones (tm)
Central	108 039
Caldera	571 281
Peñas Blancas	247 052
Santa María	349 026
Limón	4 296 033
Paso Canoas	275 630
La Anexión	33 652
Total	5 880 716

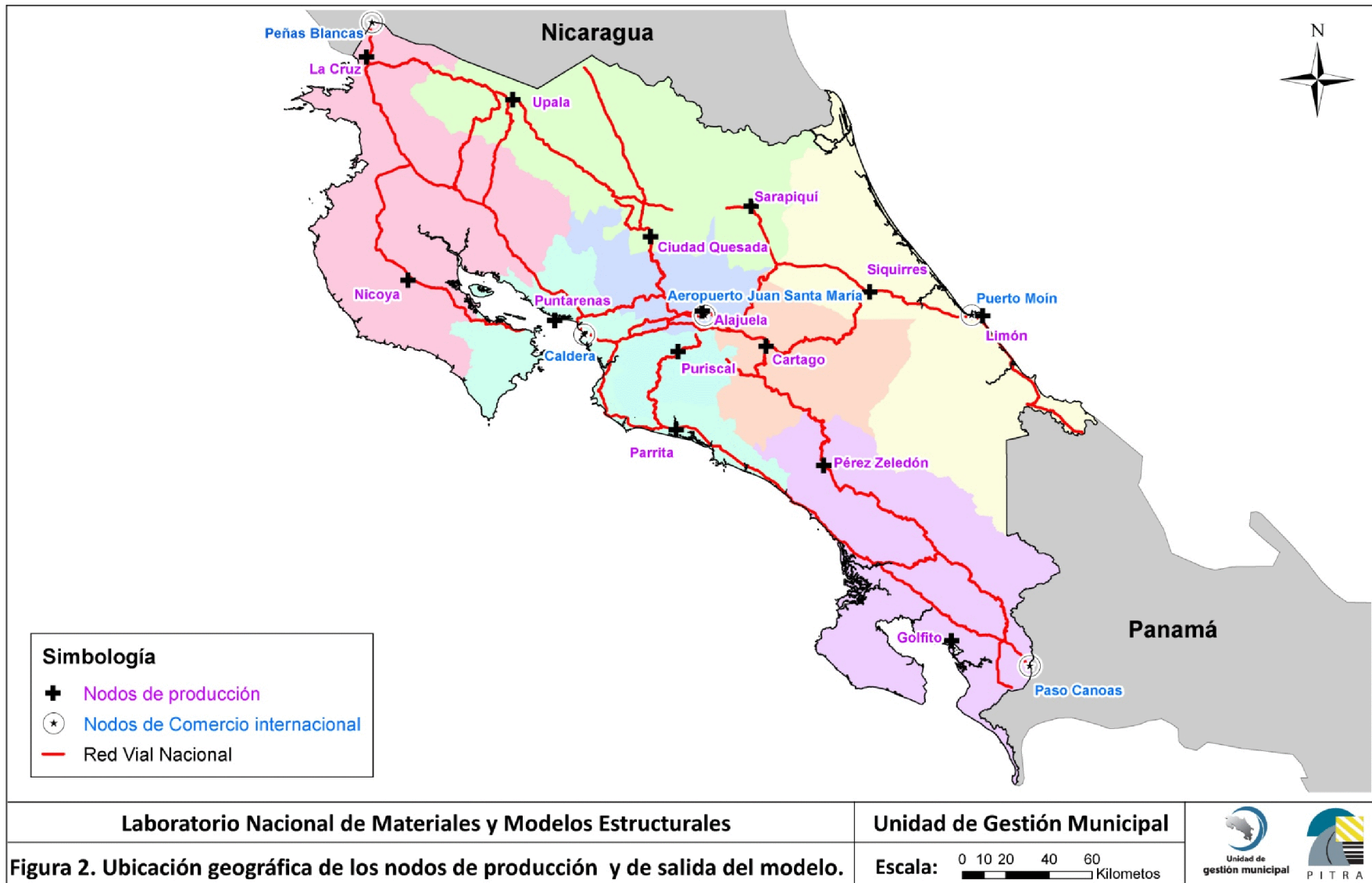
Fuente: SEPSA, 2013.

Tabla 7. Importaciones de productos agropecuarios por aduana (en toneladas métricas) para el año 2013.

Aduana	Importaciones (tm)
Central	34 551
Caldera	1 697 374
Peñas Blancas	391 388
Santa María	82 016
Limón	191 345
Paso Canoas	30 373
La Anexión	64 175
Total	2 491 225

Fuente: SEPSA, 2013.

Si se analiza en detalle la Tabla 3 y la Tabla 6, se puede observar que entre los datos obtenidos por el MAG y por SEPSA para las exportaciones de toneladas métricas, existe una diferencia del 1.1%; sin embargo, ésta se considera dentro del margen de error aceptable (menos de 2%) y por lo tanto, se realiza una corrección, en la cual se mantiene el total de los destinos y la diferencia se distribuye proporcionalmente para cada uno de los orígenes. Finalmente, los nodos de salida se toman según las principales aduanas, detalladas por SEPSA. En la Figura 2, se muestran los nodos de generación y atracción de viajes.



b. Sector de la construcción

Los agregados y el cemento provenientes de diversos sectores del país se transportan a través de la red vial nacional en grandes cantidades de toneladas métricas, por lo que se considera necesario incluirlos en este estudio técnico.

Para esta sección del análisis, se consideraron dos únicas fuentes de producción y corresponden a las dos principales empresas del país en esta materia: Holcim y Cemex.

Para asignar la producción a cada región socioeconómica (origen de los materiales), se procedió de manera distinta según la empresa. En el caso de Cemex que se genera una cantidad aproximada anual de 900 mil toneladas métricas, se distribuyeron equitativamente en 4 centros productivos correspondientes a cada región socioeconómica a la que pertenecieran (se asigna un total de 225 mil toneladas métricas a cada planta de producción), como se muestra en la Figura 3.

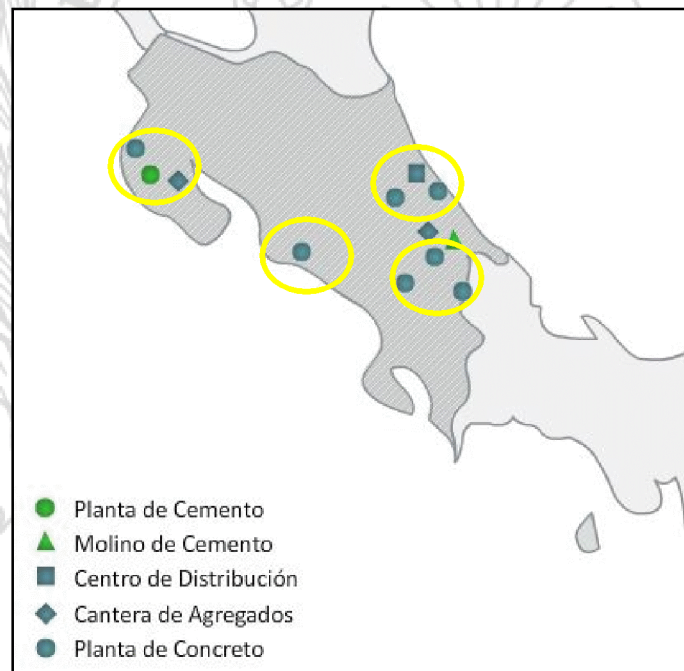


Figura 3. Principales centros de producción y distribución de cemento y agregado de Cemex en Costa Rica.

Tomado de: <http://www.cemexlatam.com/ES/AcercaNosotros/CostaRica.aspx>.

En caso de la producción de Holcim, se tiene una producción aproximada de 170 mil toneladas métricas de materiales en cada una de las principales plantas: una en Aguacaliente de Cartago, y otra en Guápiles.

Se conoce que la cantidad de metros cuadrados de construcción está directamente relacionada con el volumen de cemento y agregados extraídos de la explotación minera. Por lo tanto, para determinar la distribución de viajes de los vehículos pesados que transportan el cemento y los agregados, es necesario determinar hacia cuáles zonas del país (destino) se dirigen estos materiales.

Para ello, se emplearon datos del INEC, pues como se muestra en la Tabla , se evidencia el comportamiento histórico de la cantidad de metros cuadrados construidos en las siete provincias de Costa Rica.

Tabla 8. Cantidad de metros cuadrados construidos anualmente en cada provincia.

Año	Área (m ²)						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Provincia							
San José	1 148 785	1 153 716	1 064 251	762 894	797 563	976 840	1 029 861
Alajuela	651 556	712 988	740 769	554 845	456 899	541 463	527 930
Cartago	309 369	326 221	402 973	181 154	253 499	404 094	358 258
Heredía	592 415	459 559	504 795	356 381	392 289	514 911	489 440
Guanacaste	624 276	711 195	629 029	273 247	233 695	211 828	222 243
Puntarenas	540 936	554 470	553 594	260 775	214 179	330 665	252 361
Limón	130 026	178 803	165 761	136 695	130 089	174 023	151 250
Total	3 997 363	4 096 952	4 061 172	2 525 991	2 478 213	3 153 824	3 031 343

Fuente: INEC, 2013.

Con base en la información de la tabla anterior, se determina el porcentaje anual correspondiente a cada provincia que permite determinar el porcentaje promedio histórico para cada una de ellas; pues basándose en una muestra de un total de siete años se obtienen datos representativos del crecimiento constructivo de cada zona. Estos promedios se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Porcentaje anual de metros cuadrados construidos en cada provincia.

Año	Porcentaje anual							Promedio
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Provincia								
San José	29%	28%	26%	30%	32%	31%	34%	30%
Alajuela	16%	17%	18%	22%	18%	17%	17%	18%
Cartago	8%	8%	10%	7%	10%	13%	12%	10%
Heredia	15%	11%	12%	14%	16%	16%	16%	14%
Guanacaste	16%	17%	15%	11%	9%	7%	7%	12%
Puntarenas	14%	14%	14%	10%	9%	10%	8%	11%
Limón	3%	4%	4%	5%	5%	6%	5%	5%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

4. MATRIZ ORIGEN-DESTINO

Con los datos determinados en la sección anterior, es posible estimar una matriz preliminar Origen-Destino que especifique la cantidad de toneladas métricas que se desplazan desde cada nodo de producción a cada uno de los nodos de salida para los sectores agropecuario y de construcción, manteniendo los supuestos planteados inicialmente.

En esta matriz, cada una de las columnas corresponde a los nodos de generación de viajes es decir, cada una de las regiones socioeconómicas donde se producen los productos agropecuarios y se extrae materiales para la construcción y también los puertos por donde ingresa materia para el consumo interno del país. Las filas corresponden a los destinos finales donde se dirigen estas materias, ya sean los puertos por los cuales se exportan o las regiones socioeconómicas que los atraen para el consumo de sus habitantes.

Por lo tanto, para el sector agropecuario, en las columnas se emplea el valor total de producción (Oferta/Origen) que corresponde a los valores de la columna "Producción total" mostrados en la Tabla 5; y se le adiciona el total de toneladas métricas de agregado y cemento de las compañías Holcim y Cemex. Para el caso de las columnas de los puertos, en las cuales la producción es representada por las toneladas métricas de materia agropecuaria que se importa anualmente al país, el valor corresponde a las toneladas métricas mostradas en la Tabla 7.



Sin embargo, se aclara que estos valores debieron ser corregidos debido a que la procedencia de los datos de los orígenes y destinos provenientes de diversas fuentes (MAG y SEPSA). Se presentaba una diferencia de 1,1% entre los orígenes y los destinos, por lo que esta diferencia se distribuye proporcionalmente a cada uno de los orígenes, manteniendo los destinos constantes.

Con respecto al total de toneladas métricas de los destinos, también se debe adicionar tanto lo agropecuario como lo de la construcción. Para el sector agropecuario exportado, se utilizan los valores dados por aduana respectiva presentados en la Tabla 6; mientras que los totales de atracción de viajes de las regiones socioeconómicas, están representados tanto por lo destinado para el movimiento interno como por las importaciones. La Tabla 3 y Tabla 7 presentan las estimaciones del total de toneladas métricas del movimiento interno y de las importaciones, respectivamente. Estos valores son distribuidos por regiones socioeconómicas de acuerdo con distribución porcentual de la población mostrada en la Tabla 4.

Además, para los destinos finales de la matriz en el sector de la construcción, se utilizan los metros cuadrados de construcción de la Tabla ; sin embargo, como las matrices se han estudiado por región socioeconómica, los valores son reasignados. Para ello, se determina una cantidad de metros cuadrados a cada una de las provincias según los porcentajes promedio presentados en la Tabla 9; y posteriormente, son reasignados a las regiones socioeconómicas al aplicarse el porcentaje poblacional respectivo a cada una de ellas presentado en la Tabla 4.

Finalmente, una vez que se tiene la demanda y oferta total para cada nodo de producción y de salida, se procede a aplicar el modelo de transporte denominado "Modelo de gravedad", pues éste permite determinar las proporciones en que se distribuyen los flujos de mercancías a lo largo de la red vial nacional, entre cada origen y destino.

El modelo de gravedad utilizado es un tipo de modelo agregado de demanda de mercancías. Según se detalla en el texto Modelos de Transporte (Ortuzar y Willumsen, 2008), el enfoque utilizado por Kim y Hinkle (1982) para modelar los movimientos de mercancías estatales implica:



- Estimar la generación y atracción por zona.
- Distribuir los viajes. Los modelos más comunes son modelos de regresión lineal o modelos de gravedad.
- Asignación a las rutas.

Además, las técnicas para sumar los viajes dependen del tipo de producto, según se detalla en Modelos de transporte (Ortuzar y Willumsen, 2008):

“...Para algunos productos homogéneos como son el azúcar, los productos derivados del petróleo, el mineral de hierro, el carbón, el cemento, los fertilizantes, el grano, etc., se pueden realizar encuestas directas sobre la oferta y la demanda. Éstas pueden pronosticarse con estudios de la propia industria o sector. Este método es útil para los transportes interurbanos pero no se recomienda para problemas urbanos”.

En el Anexo 1 se explica en detalle la aplicación de este modelo de gravedad, y en el Anexo 2 se muestran los volúmenes estimados con la matriz Origen-Destino completa (considerando las toneladas métricas de la producción agropecuaria y construcción), en la cual se presenta la distribución de viajes de la carga en los nodos de la red modelada.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La ubicación de una estación de pesaje requiere de la consideración de factores sociales, económicos, geográficos, políticos, entre otros. Estos se deben integrar para obtener una estación de control eficiente.

De acuerdo con la matriz Origen-Destino presentada en el Anexo 2, es posible determinar cuáles son las rutas nacionales por las cuales circula la mayor cantidad de toneladas métricas de producción nacional e importación. Utilizando este criterio, se identifican los puntos en los cuales se considera pertinente disponer de una estación de control de pesaje.

En la Figura 4, se observa la cantidad de toneladas métricas que son transportadas por cada uno de los arcos definidos entre los nodos de producción y de atracción; y en la Figura 5, se muestra gráficamente los resultados obtenidos producto de las distribuciones de viajes de la matriz Origen-Destino del Anexo 2, en el cual el peso es distribuido en cinco rangos de un



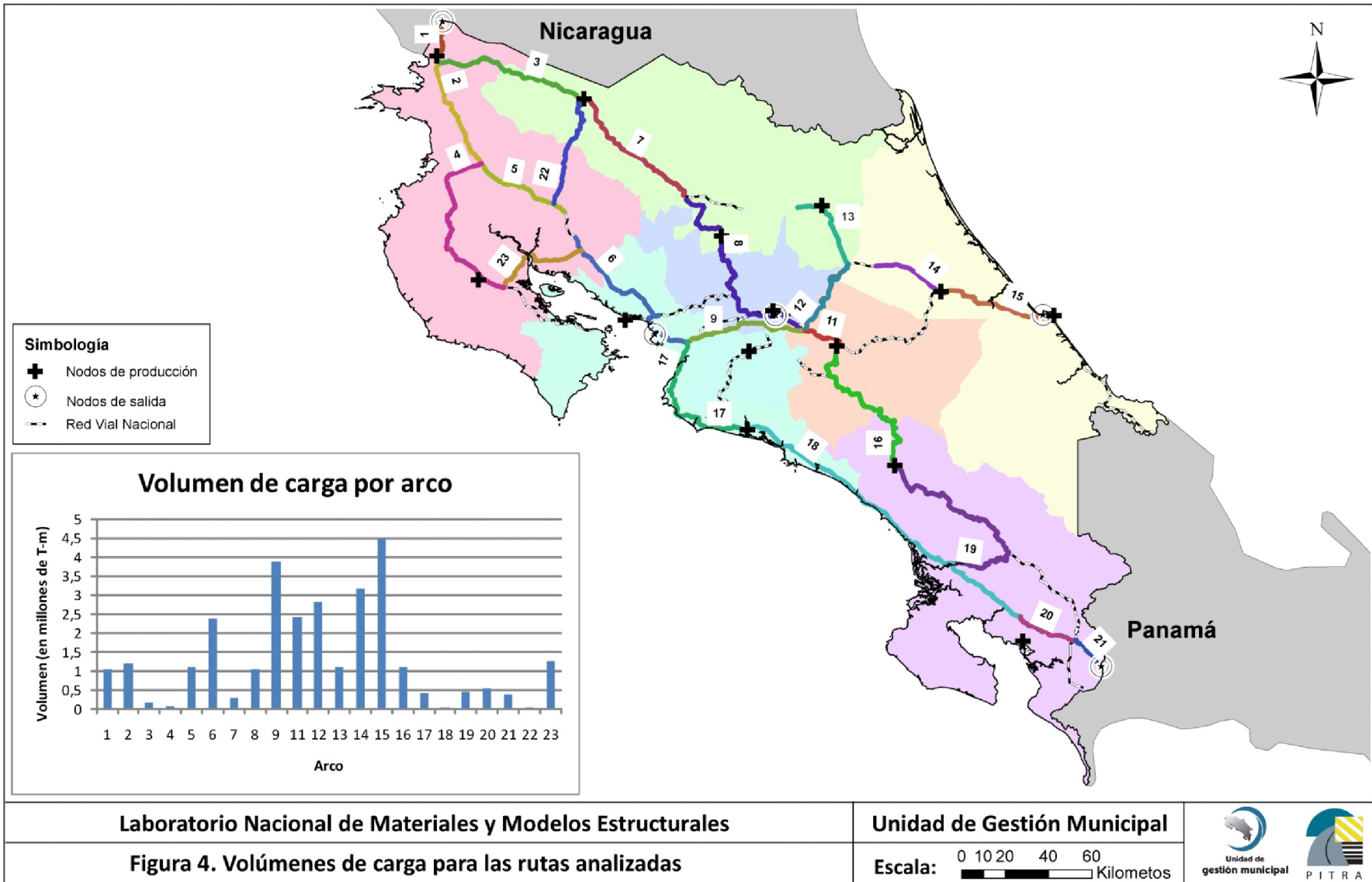
millón de toneladas métricas cada uno, hasta un valor máximo de cinco millones de toneladas. Para ello, se tiene que el color rojo es el arco por el cual circula mayor flujo de las toneladas métricas de la producción agropecuaria y construcción (4-5 millones de tm anuales), que como se puede observar, es el tramo que se dirige hacia el puerto en Limón.

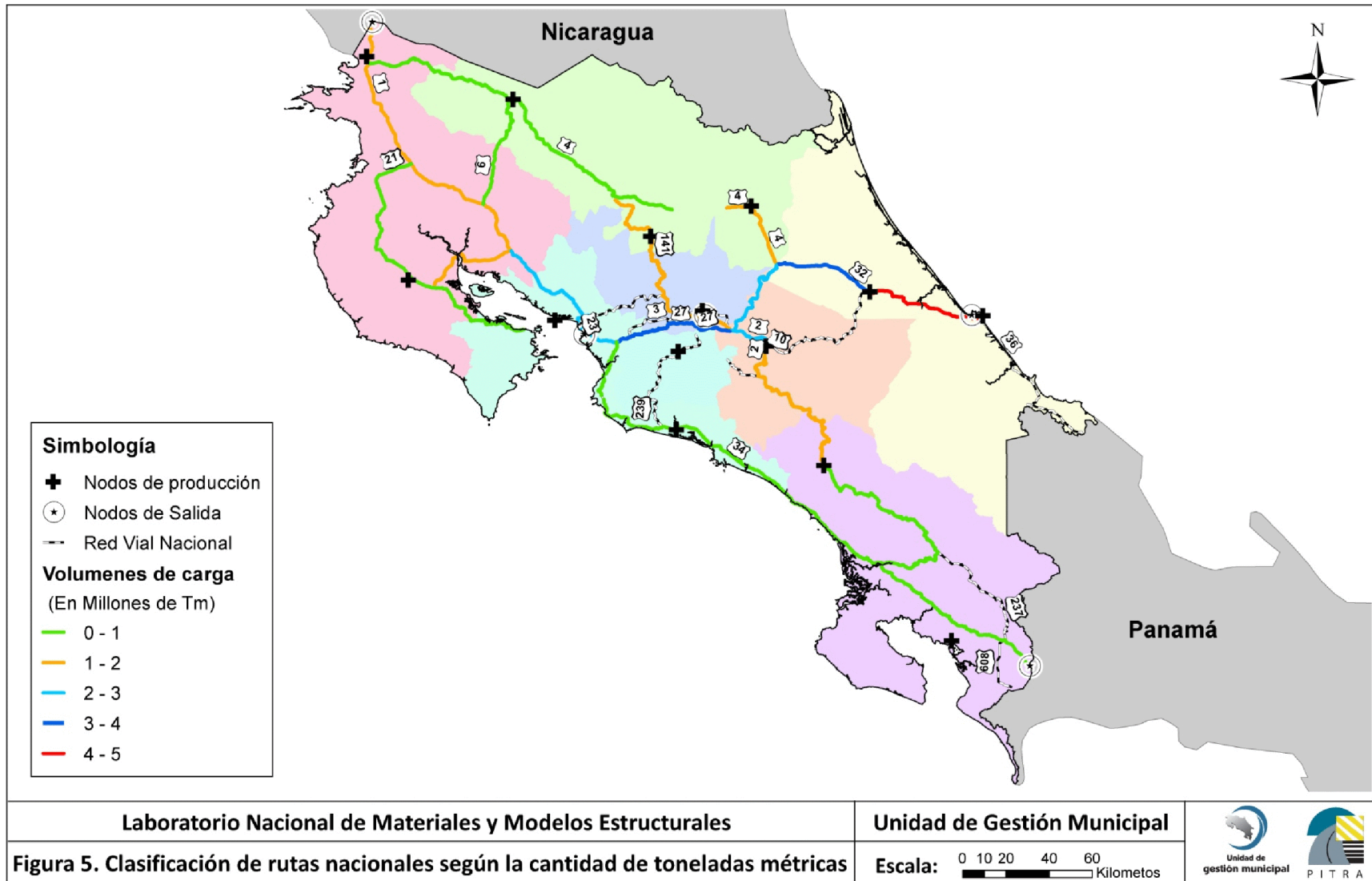
En la Figura 5 se muestran además, rutas en línea discontinua, que representan las rutas por las cuales el transporte de carga no se considera, debido a su costo de viaje mayor en la asignación todo o nada.

Por otro lado, como se muestra en el Anexo 3, el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) tiene ubicadas las secciones de control de peso actuales, así como aquellas que se planean incorporar tanto en el año 2014, como otras por incorporar a mediano plazo. La matriz Origen-Destino del Anexo 2 se usa para hacer una comparación entre ambas informaciones.

De acuerdo con información brindada por CONAVI, existe actualmente un contrato con la empresa estatal Radiográfica Costarricense S.A. (RACSA), en el cual existen cinco estaciones automatizadas: tres de ellas están funcionamiento y otras dos se planea implementarlas el próximo año. Además, se tiene proyectada la implementación de seis estaciones en el mediano plazo. Estas estaciones se encuentran detalladas a continuación:

- Estaciones en funcionamiento:
 - ✓ Ruta 32: Dos estaciones a 18 km del complejo portuario Limón – Moín.
 - ✓ Ruta 1: Una estación en Guanacaste.
- Estaciones por implementar en el año 2014:
 - ✓ Ruta 1: Una estación en Esparza.
 - ✓ Ruta 2: Una estación en Cartago.
 - ✓
- Estaciones por implementar a mediano plazo:
 - ✓ Ruta 35: Dos estaciones en San Carlos.
 - ✓ Ruta 34: Dos estaciones en Aguirre.
 - ✓ Ruta 2: Dos estaciones en Osa y Golfito.







También existen cuatro estaciones temporales de control semi-automatizado que se espera que desaparezcan cuando entren en funcionamiento las estaciones automatizadas. Adicionalmente, en el Departamento de Pesos y Dimensiones se dispone de una estación de pesaje dinámico semiautomático.

Por lo tanto, teniendo en consideración las fuentes de información presentadas anteriormente, se propone la colocación de 9 estaciones de pesaje a lo largo de la red nacional, las cuales se muestran a continuación en la Figura 6.

En el análisis realizado para proponer las nueve estaciones adicionales, se consideran dos aspectos básicos: primeramente, se buscó que las carreteras de mayor tráfico de toneladas métricas (determinadas mediante la matriz Origen-Destino, pertenecientes a los rangos más altos del mapa de la Figura 6, y resaltadas en colores anaranjado, celeste, azul y rojo) tuviesen una estación de pesaje asignada.

Como segundo parámetro, se consideran los principales puntos de entrada y salida de mercancías al país. Esto ya que uno de los factores de mayor relevancia en el daño de los pavimentos es causado por el tránsito de vehículos pesados, y si a esto se adiciona el hecho de que van con sobrepeso, entonces se incrementaría su influencia significativamente en el deterioro de la infraestructura vial nacional. Por lo tanto, la existencia de una estación de pesaje en estos puntos evitaría por completo la entrada de vehículos con sobrecargas al país.

Es importante mencionar, que la secuencia numérica de cada estación, establece un orden de prioridad para su implementación.

En total, se recomienda implementar un total de 13 estaciones de pesaje para cubrir la red vial nacional; sin embargo, de éstas 4 ya están en funcionamiento, y son las mostradas en la Figura 6 mediante las letras A, B, C y D, es decir, en Limón, Cartago, Esparza y Cañas, respectivamente. En la actualidad, las estaciones de Limón y Cañas se encuentran operando debidamente, pero las de Esparza y Ochomogo corresponden a estaciones temporales. A continuación, se describe la ubicación aproximada de cada una de las estaciones propuestas mostradas en el mapa de la Figura 6.



- **Estación 1:** Ruta 27 por la zona de Atenas, pues la reciente construcción de esta carretera disminuye los tiempos de viaje y por ende se convierte en una ruta de interés para los transportistas. Además, como se muestra en la Figura 6, corresponde a una de las tres rutas por las cuales transita la mayor cantidad de toneladas métricas anualmente (3-4 millones tm anuales).

- **Estación 2:** Ruta 32 en el cantón de Guácimo, en un tramo en el cual se tiene que la cantidad de toneladas métricas que circulan se encuentran en el rango de entre 3 y 4 millones anualmente.

Con la apertura del corredor entre vuelta de Kooper y Chilamate, debe considerarse instalar una estación de pesaje adicional en este corredor.

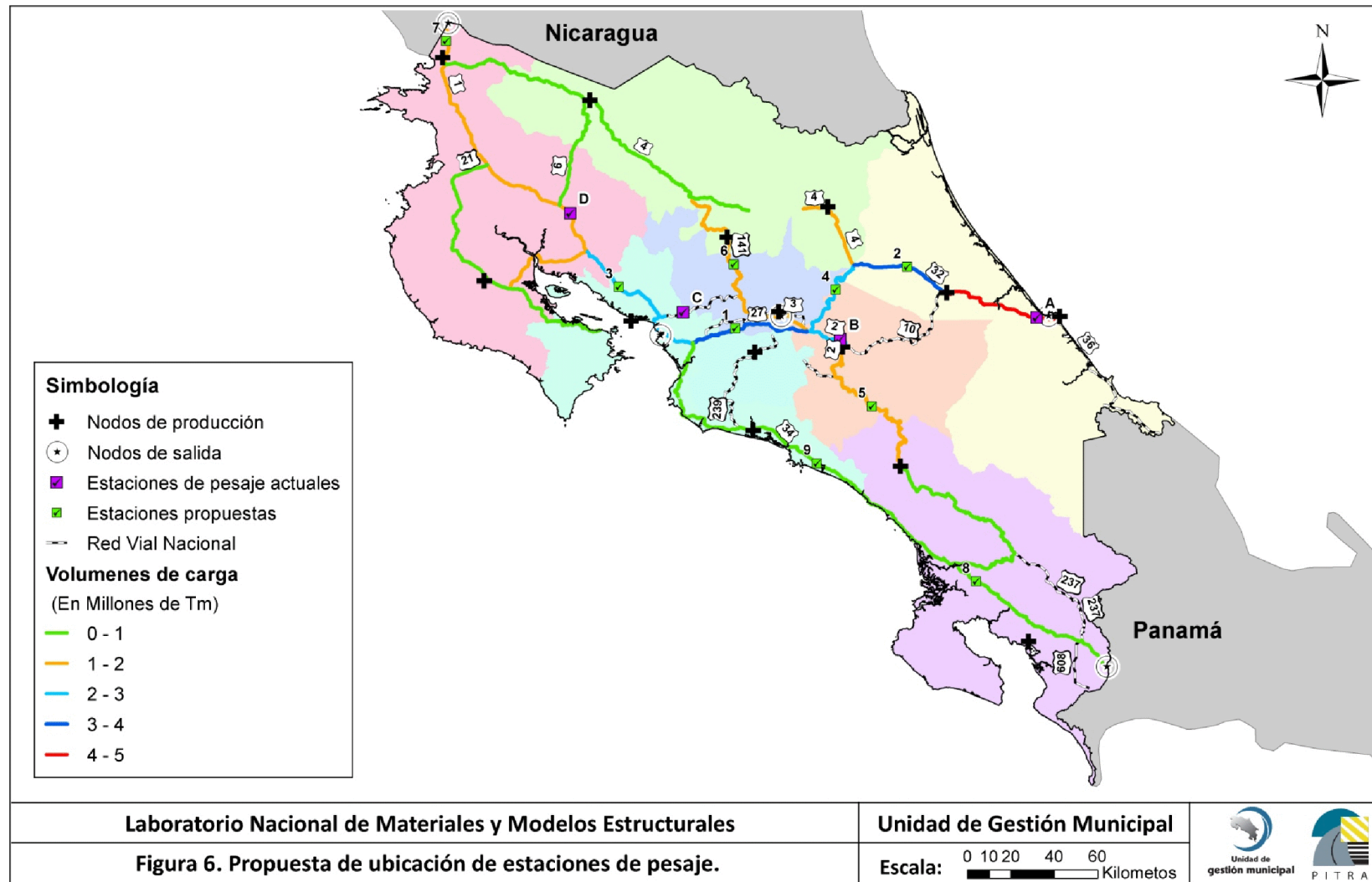
- **Estación 3:** Ruta 1, en el cantón de Puntarenas. Con esta estación, se podría regular los pesos de los vehículos pesados que vienen de Guanacaste o del tráfico que se dirige a otros países de Centroamérica, pero que tratasen de evitar la actual estación de pesaje ubicada en Cañas. (2-3 millones tm anuales).

- **Estación 4:** Ruta 32, entre las regiones central occidental y oriental de la Gran Área Metropolitana, en el sector Braulio Carrillo, y se propone con el ideal de regular los vehículos pesados que circulan por esta ruta (2-3 millones tm anuales).

- **Estación 5:** Ruta 2, dado que es una ruta de paso para transportistas internacionales (1-2 tm anuales) de la zona sur.

- **Estación 6:** Ruta 141, en el cantón de Alfaró Ruiz, Alajuela. Si bien la cantidad de toneladas métricas que transitan por esta zona se encuentran entre uno de los rangos menores (entre 1 y 2 millones) se toma en consideración ya que sin ésta, un transportista podría recorrer una distancia mucho mayor para llegar de Peñas Blancas hasta la GAM, pero sin tener que atravesar ninguna estación de pesaje. Además, controla el tránsito entre la zona norte y el valle central.

Para esta estación debe considerarse la apertura de la nueva carretera a San Carlos, e incluir una estación de pesaje en el tramo nuevo de la carretera.





- **Estación 7:** Ruta 1, en La Cruz de Guanacaste, para tener un mejor control de los pesos reales con los cuales transitan los vehículos pesados en Costa Rica, se considera necesario tener una estación de pesaje en cada uno de los principales puntos de entrada y salida de mercancías al país (1-2 millones tm anuales).

- **Estación 8:** Ruta 2, en Corredores de Puntarenas por las mismas razones mencionadas en las Estación 7, es que se propone otra estación de pesaje (<1 millón tm anuales).

- **Estación 9:** Ruta 34, la cual se ha convertido en un acceso importante para la zona sur, es que se propone colocar una estación en Garabito de Puntarenas, así controlar los vehículos pesados de la zona (<1 millón tm anuales).

De tal manera, con esta cantidad y distribución de estaciones, se pretende que los transportistas no puedan evitar este proceso de pesaje en las principales rutas de carga del país.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos luego de la distribución de viajes realizados, en este informe se concluyen los siguientes aspectos.

- Las rutas por las cuales se moviliza la mayor cantidad de mercancías medidas en toneladas métricas, mostradas en la Figura 6, corresponden a las rutas nacionales: 1, 2, 27 y 32. Si bien la ruta 27 está dada en concesión, es importante conocer la cantidad de toneladas métricas y verificar el nivel de cumplimiento de la regulación de los camiones que circulan anualmente a través de ella.
- Debido a que se empleó un sistema de distribución de mercancías "todo o nada" de acuerdo con las distancias por recorrer, un tramo de la ruta 1 (entre San Ramón y Puntarenas) no representa un elevado flujo de vehículos pesados, mas sí se reconoce que transitan vehículos pesados, se recomienda regular y contabilizar los vehículos pesados que circulan por este sector manteniendo la estación de Esparza.



- El puerto que mayor cantidad de toneladas métricas involucra es el puerto de Moín-Limón, y por esto su conexión con la GAM estaría controlada con: las estaciones 2 y 4 que se proponen (si se usara la ruta 32) o con la estación actual en Ochomogo (si los vehículos usasen la ruta 10 que viene por Turrialba).

7. RECOMENDACIONES

- Se propone un total de 13 estaciones de pesaje para poder tener un control adecuado y sistemático de las cargas que se transportan diariamente por la red vial nacional de Costa Rica; sin embargo, de éstas ya cuatro estaciones han operado en los últimos años.
- Se propone un plan quinquenal de implementación de estaciones de pesaje, en el cual los primeros cuatro años se implementen dos estaciones anuales, y en el quinto año se implemente la estación en la Ruta 34; esto de acuerdo con el nivel de prioridad mencionado en la sección de análisis de resultados de este mismo informe, y mostrado en la Figura 6.
- Es importante considerar que se espera que en el corto plazo la sección de la Ruta Nacional 4 Vuelta Kooper - Bajos del Chilamate se termine de construir y entre en funcionamiento, y con esto, los transportistas tendrían una opción para no incorporarse a la GAM para ir de la parte norte a la parte atlántica del país. Por lo tanto, se recomienda considerar la opción de implementar una estación de pesaje móvil que controle este tramo. También, con la construcción de este corredor existiría la posibilidad de la creación de un "puerto seco" entre Costa Rica y Nicaragua, por lo que estos factores podrían incidir a futuro en la necesidad de más estaciones de pesaje en este sector.
- Una situación similar se presenta con la construcción de la nueva ruta a San Carlos, por lo que se recomienda instalar una estación de pesaje en esta nueva carretera.



- Se recomienda trabajar en la recolección de datos que permitan desarrollar una matriz Origen-Destino sin los supuestos y limitaciones planteados en la sección dos de este informe. Pues si bien la matriz presentada en este informe, sí es congruente con las situaciones de la realidad, podría mejorar su precisión.
- Se propone la valoración de tener un programa de pesaje móvil para rutas no incluidas en el estudio o para programas de pesaje específicos (por ejemplo control de pesos durante periodos de zafra, o protección de rutas cantonales, etc).
- Para mejorar la ubicación y determinar el tipo y el diseño de las estaciones de pesaje WIM se recomienda consultar las siguientes dos fuentes:
 1. Design Guidelines for Developing Truck Inspection Stations (Bergan. A, Pidwerbesky. B). Sección dos: selección del sitio.
 2. Optimizing Truck Weigh Stations Locations on the Highway network of Saudi Arabia (AlGadhi. S, 2001) Pag 3-6.
La administración debe de valorar la inclusión del pesaje móvil como complemento para otras regiones o rutas no incluidas en este análisis.
- El desarrollo de medidas de efectividad permitirían medir resultados respecto a los objetivos que se quieren alcanzar a través de las estaciones de pesaje para lo cual se recomienda consultar la siguiente fuente:
 1. NCHRP Web Doc 13 Developing Measures of Effectiveness for Truck Weight Enforcement Activities.



8. BIBLIOGRAFÍA

- AlGadhi. S (2001). *Optimizing Truck Weigh Stations Locations on the Highway network of Saudi Arabia*. Arabia Saudita..
- Bergan. A, Pidwerbesky. B (Sin Fecha) *Design Guidelines for developing Truck Inspection Stations*.
- Cámara Costarricense de Transportistas unitarios (2013). *Oficio 045-2013. Presidencia CCTU*. San Juan de Tibás, San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad (2013). Oficio DSUR 01-13-0091. Dirección de servicios al usuario y recaudación. San Pedro, San José, Costa Rica.
- Consejo Nacional de Vialidad (2013). Oficio DSUR 01-13-0117. Dirección de servicios al usuario y recaudación. San Pedro, San José, Costa Rica.
- Huapaya. S (2011). *Situación Minera de la región Central 1 "CRC1" Periodo 2010-2011*. Costa Rica. Dirección General de Geología y Minas. Ministerio de Ambiente y Energía.
- Kim, T.J. y Hinkle, J. (1982). *Model for statewide freight transportation planning*. Transportation Research Record 889, 15-19.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2013). Anuario de información de tránsito 2013. San José, Costa Rica.
- Ortuzar. J, Willumsen.L (2008) *Modelos de transporte*. España. Universidad de Cantabria.
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (2013). Oficio SEPSA-189-13 Dirección Ejecutiva. San José, Costa Rica.

ANEXOS

Anexo 1. Ecuaciones del modelo de gravedad

A continuación, se explica en resumen los procedimientos a seguir para completar la matriz. En la Ecuación 1, se presenta la fórmula que permite encontrar cada uno de los valores internos de la matriz; es decir, en el caso de estudio se muestra las toneladas métricas que van de cierto nodo de producción, hasta cierto nodo de salida.

$$T_{ij} = A_i * B_j * O_i * D_j * \exp(-C_{ij}) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde cada una de las variables corresponde a:

T_{ij} : Toneladas de producto transportado desde i hasta j .

A_i, B_j : Factores de balanceo.

O_i, D_j : Oferta y demanda del producto en la zona i, j .

C_{ij} : Costos del transporte desde la zona i hasta la zona j .

Los valores de oferta y demanda se explicaron anteriormente en el apartado 4; y los factores de balanceo son calculados por medio de las fórmulas mostradas en la Ecuación 2 y Ecuación 3. Para determinar el valor real de los factores de balanceo es necesario iterar varias veces hasta que estos converjan y se consiga como máximo un porcentaje de error de 2% en los valores A_i y B_i .

$$A_i = \frac{1}{\sum_j (B_j * D_j * C_{ij})} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$B_i = \frac{1}{\sum_j (A_j * O_j * C_{ij})} \quad \text{Ecuación 3}$$

Para este estudio, los costos (C_{ij}) asociados a cada uno de los viajes de los transportistas son representados por el tiempo de viaje (t); de tal manera que para calcular este valor, fue



necesario calcular aproximadamente las distancias entre cada uno de los nodos de producción y de salida, y aplicar la fórmula de la Ecuación 4.

$$C = t = \frac{\text{velocidad (km/h)}}{\text{distancia (km)}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Es importante recalcar que para determinar la distancia de la Ecuación 4, se calcularon las distancias de las posibles trayectorias sobre la red vial nacional entre cierto nodo de producción y de salida, y la que se introdujo en Ecuación 4 es aquella con el menor número de kilómetros, despreciando las demás rutas entre ambos nodos.

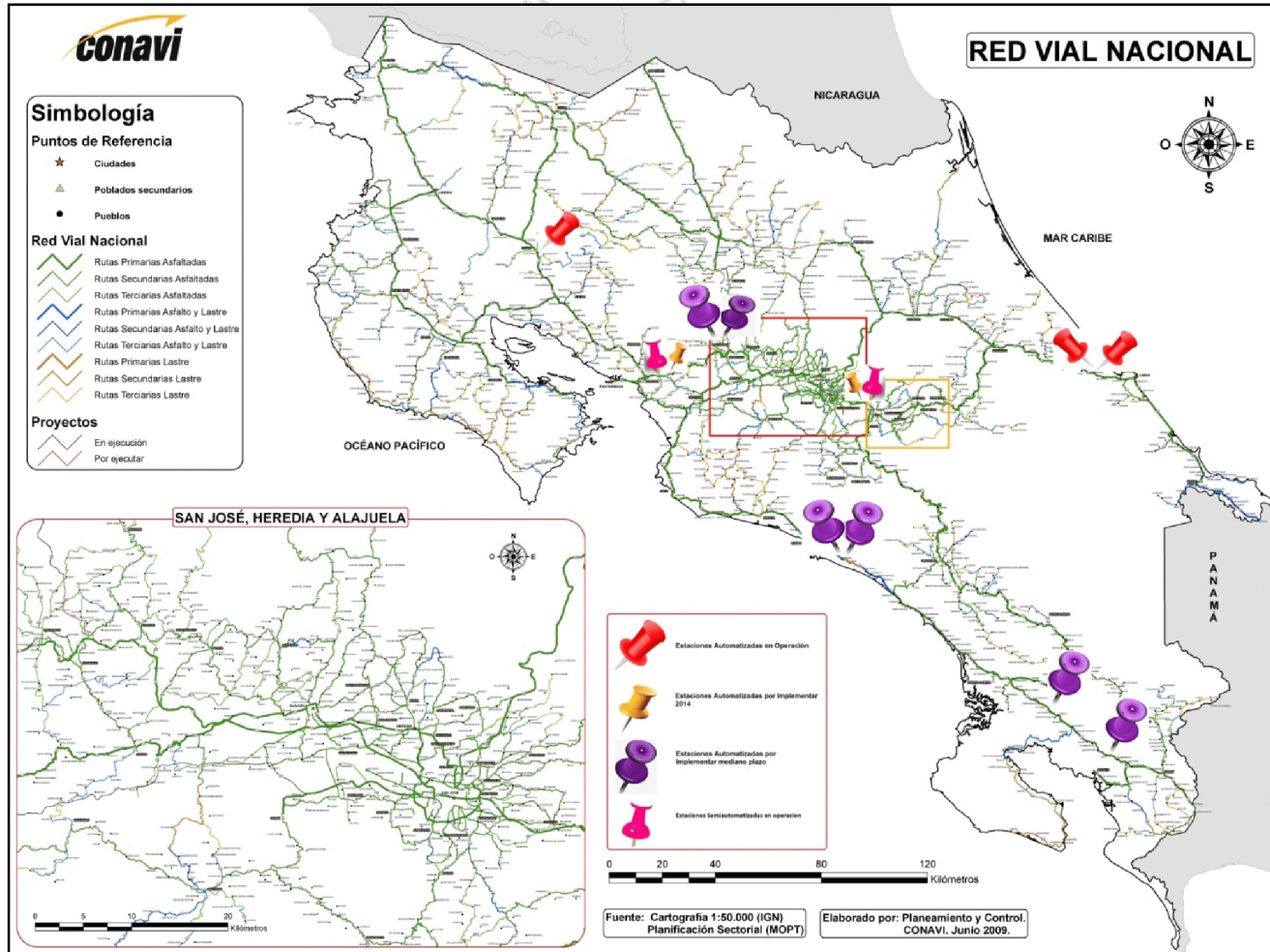




Anexo 2. Matriz origen destino para las rutas nacionales.



Anexo 3. Estaciones de pesaje estipuladas por el CONAVI.



Fuente: CONAVI, 2013.

Anexo 4. Vehículos de carga pesados en diversas estaciones durante algunos meses del año 2013.

Tabla 4.1. Número de camiones pesados en las estaciones indicadas durante el 2013.

Mes	Cañas-San José		Limón -San José	
	Días	Total pesados	Días	Total pesados
Marzo	23-31	2799	-	-
Abril	01- 30	18313	01- 30	10044
Mayo	01- 31	17951	01- 26	9725
Junio	01- 30	15962	02- 30	9920
Julio	01- 31	17382	01- 31	18002
Agosto	01- 31	16309	01- 31	20188
Septiembre	01- 30	15506	01- 30	19957

Fuente: CONAVI, 2013.

Tabla 4.2 Número de camiones pesados en las estaciones indicadas durante el 2013 (cont.).

Mes	San José-Limón		Esparza		Ochomogo	
	Días	Total pesados	Días	Total pesados	Días	Total pesados
Enero	-	-	01- 31	2691	-	-
Febrero	-	-	01- 28	8175	-	-
Marzo	19 - 21	2231	01- 27	8783	20 - 27	2172
Abril	01- 30	8699	01- 30	7608	17 - 30	5987
Mayo	01- 31	14788	01- 31	7665	02- 31	18300
Junio	01- 30	11672	01- 29	2742	03- 28	21033
Julio	01- 31	14315	01- 31	8152	01- 31	22827
Agosto	01- 31	22710	01- 31	7279	01- 30	19478
Septiembre	01- 30	14748	02- 30	7287	02- 30	24630
Octubre	-	-	1	272	1	1225

Fuente: CONAVI, 2013.

Matriz de Viajes (en T-m)

D/O	Generación																				Total (en T-m)
	Huetar Norte Guatuso	Huetar Norte Sarapiquí	Huetar Norte Quesada	Huetar Atlántica Siquirres Pococí	Huetar Atlántica Limón	Brunca Pérez Zeledón	Brunca Golfito	Pacífico Central Parrita	Pacífico Central Puntarenas	Chorotega Nicoya	Chorotega La Cruz	Central Occidental Alajuela	Central Oriental Cartago	Central Sur Puriscal	Caldera	Peñas Blancas	Santa María	Limón	Paso Canoas	B (j)	
Caldera	20.695	1.526	32.678	12.128	585	18.970	5.785	46.278	48.410	269.595	191.392	19.774	8.772	2.733	0	0	0	0	0	0,66	679.321
Peñas Blancas	4.468	6	613	18	3	106	13	179	229	17.177	257.747	67	75	2	0	0	0	0	0	0,13	280.705
Santa María	9.368	2.940	53.664	22.855	1.475	40.034	3.371	21.310	12.982	57.816	49.281	52.390	18.746	2.794	0	0	0	0	0	0,97	349.026
Limón Moin	100.480	413.650	302.195	692.423	980.888	356.205	61.046	121.284	73.202	420.738	301.995	248.526	194.214	29.189	0	0	0	0	0	5,69	4.296.034
Paso Canoas	229	59	1.032	595	39	21.333	235.522	8.658	578	3.250	2.576	727	980	53	0	0	0	0	0	1,85	275.631
Huetar Norte Guatuso	15.939	8	1.964	65	11	340	24	842	292	13.005	42.776	220	148	17	5.131	28.624	61	71	15	0,18	109.551
Huetar Norte Sarapiquí	394	5.210	2.453	6.749	2.300	4.530	365	1.333	792	4.464	3.451	3.132	2.374	214	18.676	2.048	938	14.355	195	1,17	73.975
Huetar Norte Quesada	17.458	442	91.719	5.647	303	9.968	1.181	8.421	5.075	27.615	50.038	10.241	4.382	380	72.039	34.918	3.084	1.889	613	0,43	345.415
Huetar Atlántica Siquirres	1.528	3.219	14.951	86.592	1.836	18.155	1.503	5.154	3.347	18.450	14.812	11.820	8.975	889	70.791	2.772	3.478	11.461	936	0,90	280.670
Huetar Atlántica Limon	1.692	6.967	5.090	11.663	18.328	6.000	1.028	2.043	1.233	7.087	5.087	4.186	3.271	492	21.694	3.336	1.426	103.120	387	1,34	204.129
Brunca Pérez Zeledón	3.831	1.035	12.648	8.700	467	269.084	25.343	4.549	3.016	20.132	13.955	9.395	12.561	787	53.064	7.669	2.920	2.825	16.079	0,72	468.061
Brunca Golfito	82	25	447	215	23	7.560	109.810	3.094	205	1.176	729	244	345	8	4.828	287	73	144	52.958	0,51	182.253
Pacífico Central Parrita	634	92	3.223	745	46	1.372	3.129	25.434	1.635	9.334	7.162	1.557	666	102	39.048	3.899	469	290	1.968	0,53	100.805
Pacífico Central Puntarenas	3.934	217	7.700	1.918	111	3.606	820	6.481	12.101	46.570	33.317	3.759	1.667	295	161.913	19.804	1.132	694	521	0,19	306.559
Chorotega Nicoya	2.494	17	596	150	9	342	67	526	662	145.844	35.554	238	137	17	12.817	21.101	72	57	42	0,15	220.742
Chorotega La Cruz	2.831	5	372	42	2	82	14	139	163	12.270	157.998	70	35	8	3.140	109.273	21	14	11	0,05	286.491
Central Occidental Alajuela	20.834	6.004	108.998	47.510	2.996	81.315	6.848	43.284	26.368	117.432	100.096	110.602	38.075	5.676	463.953	40.910	32.049	16.535	4.598	0,41	1.274.082
Central Oriental Cartago	35.613	11.586	118.700	91.813	4.769	256.689	24.713	47.119	29.771	171.464	128.485	99.546	124.008	9.534	523.833	116.150	29.186	32.887	15.777	0,50	1.871.644
Central Sur Puriscal	7.606	1.912	29.574	16.691	1.453	30.825	1.003	13.239	9.663	40.176	56.679	26.513	17.498	8.933	299.492	4.713	7.985	9.072	1.556	0,52	584.586
A (i)	2,74	0,09	0,71	0,28	0,04	0,81	2,20	1,30	0,70	3,38	6,28	0,30	0,27	0,39	2,45	28,28	0,93	2,50	16,50		
Total (en T-m)	250.109	454.922	788.618	1.006.517	1.015.646	1.126.514	481.587	359.368	229.723	1.403.593	1.453.128	603.007	436.932	62.122	1.750.421	395.505	82.894	193.416	95.658		12.189.679

Anexo 2. Matriz Origen-Destino: Distribución de viajes de vehículos pesados por la red vial nacional.