

AÑO 3 -

EDICIÓN 108 - 2012

SUPLEMENTO Ingenieros Civiles



CiC
COLEGIO DE INGENIEROS
CIVILES DE COSTA RICA

Editorial

Ing. Mario Chavarría Gutiérrez
Presidente, Asociación Costarricense de Ingeniería de Transporte (Acitra)

Competitividad y transporte

La publicación del World Economic Forum de su Informe Global de Competitividad 2010-2011 anunciaba que el índice para Costa Rica la ubicaba en la posición 56, mientras que Panamá lideraba en América Central en la posición 53 y era, junto con Guatemala y Nicaragua, los países de la región que habían mejorado su posición respecto del año anterior. Chile, Puerto Rico y Barbados fueron las únicas tres economías de América Latina y del Caribe que se clasificaron ese año entre los 50 primeros puestos del mundo, al igual que lo hicieron el año siguiente, cuando el informe 2011-2012 de ese foro así lo indicaba.

Pero aparte de esos tres países, Panamá también se había colado ya (puesto 49) entre las 50 primeras posiciones. La publicación destaca que ese logro obedeció, entre otros aspectos, al progreso panameño mostrado en temas de infraestructura portuaria y transporte aéreo. Para este período, Costa Rica descendió hasta la posición 61.

La paradoja es que nuestro país ocupa mejores posiciones a nivel mundial en otros indicadores tales como el índice de competitividad tecnológica o el índice de desarrollo humano (IDH). Y esto es así porque Costa Rica ha obtenido logros asombrosos en aspectos tales como educación, salud, electrificación y telefonía, lo que le permite codearse con países del llamado primer mundo. Pero también es cierto que ha habido un rezago notorio de más de 30 años en un tema fundamental para el desarrollo pleno y

competitivo de cualquier economía, como lo es el de la infraestructura y los servicios asociados al transporte, situación que ha sido provocada no sólo por la falta de inversiones para el desarrollo y la conservación de la infraestructura vial, sino también por la lenta implementación de soluciones en campos tan sensibles como el transporte marítimo y el aéreo. Y no debemos olvidar que para mejorar el transporte público urbano seguimos debatiendo desde hace varias décadas cuáles serían las mejores opciones para incrementar las alternativas de movilidad de los ciudadanos. Mientras tanto, deben seguir sufriendo el calvario diario de usar un sistema de transporte radial, desintegrado y con múltiples deficiencias operativas, magnificadas por una red vial inadecuada e insuficiente.

Panamá, por su parte, con voluntad política y firmeza, emprendió hace pocos años el mejoramiento de su red vial, está construyendo su sistema de metro y ampliando su canal interoceánico, acciones que han sido parte de su éxito competitivo.

En Costa Rica podemos concordar o disentir de los modelos usados por los panameños para llegar a esas soluciones (concesión de obra pública, privatización de servicios o regímenes de competencia), pero sin duda su empeño y voluntad podrían ser inspiradores para quienes tienen el poder y la oportunidad de implementar las soluciones necesarias para nuestros graves problemas de transporte.

SUPLEMENTO INGENIEROS CIVILES

Consejo editorial de suplemento de Ingenieros:

- Debby Malca, Publisher
- Karen Retana, Coord. Editorial



Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica

- Ing. Carolina Maliaño Monge
- Ing. Catalina Chaves A.
- Ing. Juan José Umaña Vargas

El rol de la SIECA en el marco del transporte intrarregional

Ing. Lucrecia Beatriz Ruiz
Jefe de la Unidad de Transporte
Secretaría de Integración Económica Centroamericana, SIECA



La SIECA, creada en el marco del Tratado General de Integración Económica Centroamericana de 1960, tiene dentro de sus funciones velar por la correcta aplicación de los tratados y demás instrumentos jurídicos relacionados con la integración económica centroamericana.

El Protocolo al Tratado General de Integración Económica Centro-americana (1993), también conocido como Protocolo de Guatemala, establece que los estados promoverán el desarrollo de la infraestructura física y de los servicios, particularmente energía, transporte y telecomunicaciones, para incrementar la eficiencia y la competitivi-

dad de los sectores productivos, nacionales, regionales e internacionales, a través de la promoción de la armonización de las políticas de prestación de servicios en los sectores de infraestructura.

Mediante el Protocolo de Tegucigalpa de 1991, la Reunión de Ministros de Transporte de Centroamérica (REMITRAN) se convirtió en el Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN) para apoyar el proceso de integración regional en materia de infraestructura y transporte

Dentro de ese marco, Centroamérica avanza en el proceso de constituir un área económica integrada, en la que se pueda movilizar

las mercancías por sistemas de transporte intermodales de un océano a otro sin inconvenientes, en un contexto de facilitación creciente del comercio intrarregional

Uno de los objetivos de COMITRAN es continuar facilitando la libre movilidad, así como la armonización de políticas y marcos regulatorios con el fin de fomentar la competitividad y el desarrollo de la región, según lo establece la publicación El Sector Transporte para la Competitividad e Integración de Centroamérica (1997)

La política aprobada por el concejo va encaminada a apoyar y promover los siguientes temas:



- Modernización de la infraestructura y servicios de transporte.
- Competencia y complementariedad entre modos de transporte.
- Fortalecimiento del rol planificador y regulador del Estado en cada país y de la coordinación regional.
- Racionalización de la inversión pública con el criterio de subsidiaridad.
- Promoción de financiamiento y gestión privada de infraestructura pública.
- Incorporación de aspectos de impacto ambiental.
- Promoción de la facilitación al transporte por medio de la coordinación intersectorial.

En el año 2000, el Consejo aprobó el Plan 2000–2010 a nivel multimodal contenido en el Estudio Centroamericano de Transporte (ECAT), del cual se ha implementado varias recomendaciones a nivel regional

En relación con la armonización de normas, el COMITRAN ha aprobado manuales centroamericanos, los cuales han sido elaborados en forma conjunta con técnicos especialistas de los ministerios de transporte de la región, los cuales son de cumplimiento obligatorio. Ellos son:

- Acuerdo centroamericano sobre circulación por carreteras (2002).
- Acuerdo centroamericano sobre señales viales uniformes (2002).

- Normas ambientales para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras (2002).
- Diseño de pavimentos (2002).
- Especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales. 2ª edición (2004).
- Fortalecimiento regional del marco legal, regulatorio e institucional para concesio-

nes viales en los países del Plan Puebla Panamá (2006).

- Normas para el transporte terrestre de mercancías y residuos peligrosos (2009).
 - Normas para la revisión mecánica de vehículos (2009).
- Seguridad vial (2009).
- Plan de modernización del sistema institucional y empresarial del transporte terrestre en Centroamérica (2009).
 - Propuestas formuladas para mejorar la eficiencia, productividad y profesionalización de pequeños y medianos transportistas terrestres (2009).
 - Mantenimiento de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial, 3ª edición (2010).
 - Gestión de riesgo en puentes (2010).
 - Normas para el diseño geométrico de las carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial, 3ª edición (2011).

Los documentos anteriores pueden ser consultados en www.sieca.int y constituyen una evidencia palpable del avance y actualización que la región mantiene en esta materia.



Enfoque DEA para analizar desempeño en transporte público

Ing. Carlos Contreras-Montoya, D.Sc.
División de Transportes – MOPT
Vicepresidente de ACITRA



En la industria de transporte público de pasajeros en América Latina los análisis del costo y de la eficiencia del proceso productivo han sido postergados. Las relaciones entre los diferentes insumos (trabajo, capital, energía) en la producción del servicio, y la productividad y eficiencia asociadas a cada uno y al conjunto son de estimación generalmente compleja. Esa complejidad se amplía debido a la dependencia entre insumos y productos, a la mezcla entre insumos en la estimación de costos, a la tecnología empleada y a la definición del producto. Además, hay condiciones operacionales exógenas, del entorno institucional y del impacto del tipo de propiedad (pública, privada o mixta).

Si bien el enfoque más adelantado lo representaban las funciones de producción/costo, lo cierto es que es relevante la determinación de la frontera discreta de producción, con la debida detección de las empresas que utilizan más eficientemente sus insumos, para efecto de análisis tipo benchmarking o yardstick competition, entre otros. Además, es importante obtener la clasificación de las empresas según sus retornos de escala (constantes, crecientes o decrecientes), lo que permitirá contar con información fundamental del comportamiento promedio de la industria ante redefiniciones regulatorias. Una metodología que presenta esas ventajas es el análisis de la envolvente de datos DEA (Data Envelopment Analysis).

Conceptos de producción, costo, productividad y eficiencia técnica

Una función de producción describe las relaciones técnicas entre insumos y productos de un determinado proceso productivo. En términos conceptuales, esa función define las cantidades máximas de producto o de combinación de productos para un dado vector de insumos, una vez que supone que los productores trabajan con una lógica de maximización de producción o su dual de minimización del costo. Sin embargo, la frontera de producción refleja el estado de la tecnología de la industria; a partir de ese concepto se puede verificar que cada cambio tecnológico modificaría la frontera de



- No impone restricciones en la forma funcional de la producción. Puede utilizar juicios o pesos cuando sea necesario.
- Produce estimaciones específicas para cambios en los insumos o en los productos, para proyectar empresas ineficientes en la frontera.
- Empresas en la frontera satisfacen el óptimo de Pareto (no se puede mejorar una empresa sin empeorar las otras).
- Está enfocado en las fronteras reveladas de “mejor práctica”, no en tendencia central.

En el análisis DEA, la frontera de producción puede ser definida como la máxima cantidad de productos que pueden ser obtenidos dado un conjunto de insumos o recursos, lo que determina una frontera lineal por partes (piece-wise linear frontier), que comprende las observaciones Pareto-eficientes. (Ver gráfico)

producción, o sea, se desarrolla diferentes fronteras para una misma industria. Las empresas que consiguen operar sobre la frontera de producción son técnicamente eficientes, las demás son viables, pero técnicamente ineficientes.

- Los cálculos no requieren especificaciones o un conocimiento previo de pesos, o de precios para los insumos o productos.

Una aplicación en el sistema de transporte urbano de San José puede encontrarse en: http://www.mopt.go.cr/planificacion/centrotransferencia/RTM_09/Regulaci%C3%B3ntransporte.pdf

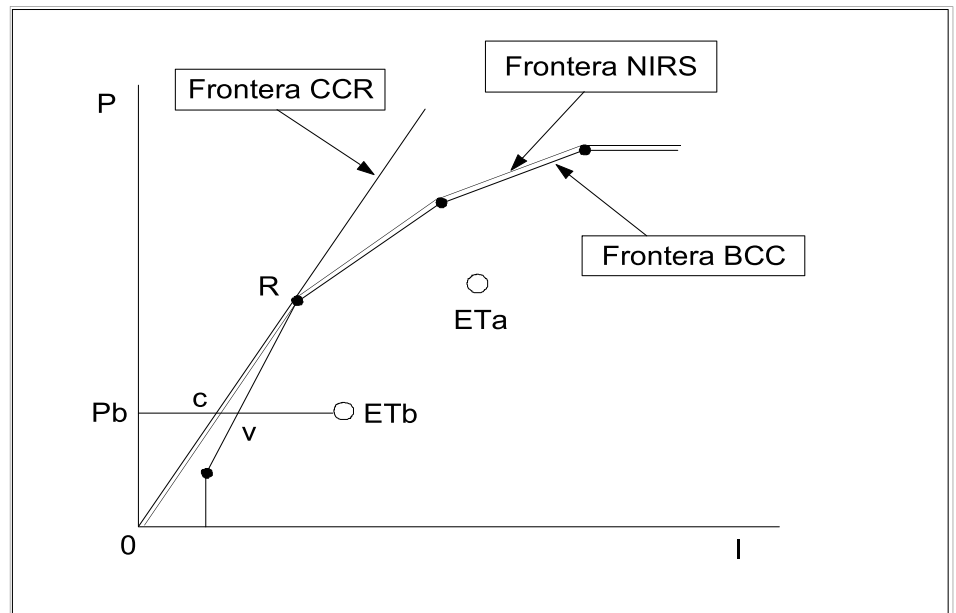
Un enfoque novedoso: el análisis por la envolvente de datos DEA

El análisis DEA planteado por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) está basado en la determinación de la frontera eficiente (mejor práctica en la combinación producto-insumo) que se verifica en la práctica. Sus características son:

- Está enfocado en observaciones individuales, al contrario del uso de promedios a partir de muestras o de poblaciones.
- Produce una medida agregada para cada empresa en términos de la utilización de los factores de producción.
- Puede utilizar simultáneamente múltiples productos y múltiples insumos.
- Puede ser ajustado por la naturaleza de las variables según sean exógenas o endógenas y puede incorporar variables categóricas.

Gráfico

Fronteras para un gráfico de Insumo I y Producto P, con retornos constantes (CCR) y retornos variables (BCC, NIRS) en DEA.



Fuente: Carlos Contreras

Control de peso en la red vial primaria de Costa Rica

Por: Ing. Luis Fernando Vega Castro
Ing. José Antonio Vives Fernández, Msc.
Miembros de la Junta Directiva de ACITRA-CIC

En Costa Rica, la atención del control de peso en la red vial primaria no es novedosa. Ya en 1960, el gobierno de la República, mediante el decreto ejecutivo del 22 de marzo de ese año, estableció pesos y dimensiones máximos para los vehículos, y en diciembre de 1963 modificó el reglamento en cuestión y fijó pesos y dimensiones concordantes con los del "Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carretera" suscrito el año 1958 en Honduras y que había sido aprobado por la Asamblea Legislativa el 13 de septiembre de 1963.

En cuanto a equipos, se llegó a contar con siete estaciones fijas y dos equipos portátiles. En este momento existe un nuevo "Acuerdo Centroamericano sobre Circulación por Carretera" de principios de este siglo a la espera de refrendo en la Asamblea Legislativa.

Sin embargo, la falla de nuestro sistema de control es no haber sido capaz de atender los cambios significativos que ha tenido nuestra economía en el transcurso del tiempo y que provocaron que hasta hace poco tiempo estuvieran en uso rampas de pesaje estático fabricadas en los años sesenta, así como la reglamentación atinente.

Objetivo

De la información generada en los sitios de control, con especial énfasis en las aportadas en los dos puestos de control instalados en el Alto de Ochomogo y la de referencia (obtenida de entidades gubernamentales y académicas), incluidos los lineamientos de planificación urbana para el desarrollo sostenible del GAM señalados en el Plan Regional Urbano de la Gran



Área Metropolitana (PRUGAM), se pretende seguir acciones que produzcan mejoras en las vías urbanas de mayor volumen de la GAM, especialmente en las del corredor este-oeste (vía que comunica a San José con Cartago), que es en donde se ubican los puestos de control de carga antes indicados. Las acciones que se busca desarrollar tienen que ver con los siguientes aspectos: conservación vial, circulación vehicular, seguridad vial y ahorro generado al fisco producto de la implementación de controles de peso con la consecuente disminución de

la circulación de vehículos con sobrepeso y su proyección a mediano plazo.

Actividad de transporte de carga

Según lo dispuesto por el PRUGAM para el transporte de carga, se pretende que utilice principalmente vías interregionales y regionales, así como la implementación de áreas de "quiebre de carga" para facilitar su distribución en las ciudades, cuya implementación debe generarla el MOPT y las municipalidades.

Ello por el gran volumen de vehículos de carga que acceden como medio de paso a los cascos centrales de las ciudades, debido a la falta de rutas de conectividad regionales, apropiados controles de peso, horarios de movilización de carga y el poco uso del ferrocarril.

Control de la carga circulante

El LANAMME de la UCR, efectuó entre el año 2005 al 2006 un estudio de carga, el cual fue presentado en el 2007. En éste estudio se analizó cinco rutas nacionales (Número 1, dos tramos; 2, 2 tramos; 27, 32 y 141), dentro de las cuales se ubica la del corredor en estudio (carretera Florencio del Castillo). Es muy importante acotar que dicho estudio fue efectuado por medio de muestras, que posteriormente fueron validadas, en especial en lo concerniente a la obtención del tránsito promedio diario y la conformación de la flota de vehículos de carga. Asimismo, durante la realización de estas mediciones se informó a los conductores que se trataba de un estudio, por lo que no serían sujetos a sanción alguna.

Factor camión

Como es conocido, los factores de equivalencia de carga (LEF) expresan el daño producido por eje, lo que hace necesario expresar este daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, de ahí la importancia de la definición del factor camión (TF), como la suma de los LEF de cada vehículo.

Los factores de equivalencia de carga (LEF) del corredor en estudio fueron determinados en conformidad con los datos producidos en los puestos de control de vehículos de carga del Alto de Ochomogo (se controla más de 20 mil vehículos, por sentido, por mes) y fueron comparados con los obtenidos por el LANAMME para este mismo corredor.

En la siguiente tabla se resume los valores obtenidos, y se los compara también con los usados en Estados Unidos, en donde existe un estricto control y apego a la normativa; eso sí, con la salvedad que los límites de peso máximo por eje son mayores.

Estudio de cargas – LANAMME		
C2 0,827	C3 3,202	T3 S2 3,021
Control de peso contratado		
C2 0,59	C3 1,31	T3 S2 1,95
Utilizados para diseño de pavimentos en Costa Rica (antes 2009)		
C2 1,00	C3 1,45	T3 S2 2,7
EEUU		
C2 [0,19;0,41]	C3 [0,45;1,26]	T3 S2 [1,05;1,67]

Fuente: LANAMME

De la tabla se desprende que con el control de peso contratado, al ser los factores camión menores a los obtenidos por el LANAMME para el mismo número de ejes equivalentes de diseño, la vida útil aumentaría.

Asimismo la composición de la flota para el corredor en estudio se expone a continuación:

Clase de vehículo	Porcentaje del total (%)
C2	50,0
C3	13,0
T3-S2	26,5
Autobuses	9,0
Otros	1,50
Total	100,0

Fuente: LANAMME

De este estudio se puede inferir que con los puestos de control instalados en este corredor ha existido una disminución de la circulación de vehículos de carga con sobrepeso, expresado por los factores camión obtenidos. No obstante, habrá que continuar sostenidamente con ese control para que la vía realmente cumpla su cometido (duración, transitabilidad, desempeño, funcionalidad, comodidad).

Por otra parte, el PRUGAM promueve una disminución de la carga circulante por carretera dentro de su espacio, para esos efectos es necesario que se efectúe de forma eficiente y segura los movimientos de carga. En primera instancia se debe mejorar las ferrovías (actualmente en proceso) y crear las zonas de “quiebre de carga” (centros de acopio), aumentar el número de carriles de las vías existentes y la creación de nuevas, en las que exista un carril exclusivo para vehículos de carga.

“Como es conocido, los factores de equivalencia de carga (LEF) expresan el daño producido por eje, lo que hace necesario expresar este daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, de ahí la importancia de la definición del factor camión (TF), como la suma de los LEF de cada vehículo”.