

# AVANCES EN EL DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA HUELLA ENERGÉTICA DE UNA AUTOPISTA Y EL TRÁFICO ASOCIADO.

**AUTOR**  
 Ruben Laina Relajo.  
 OHL Concesiones.  
 rlaina@ohlconcesiones.com



## PARTICIPANTES DEL PROYECTO Y FINANCIACIÓN:

El Proyecto OASIS (Operación de Autopistas Seguras, Inteligentes y Sostenibles) está promovido por un conjunto de empresas (OHL-Concesiones, IRIDIUM, ABERTIS, OHL, DRAGADOS, GEOCISA, GMV, ASFALTOS AUGUSTA, HIDROFERSA, EIPSA, PyG. CPS, AEC) y cofinanciado por el programa CENIT del CDTI de Ministerio de Ciencia e Innovación.

La tarea recogida en este póster está liderada por OHL Concesiones y desarrollada por dos equipos de la Universidad Politécnica de Madrid: Departamento de Construcción y Vías Rurales y TRANSyT y la empresa Torre de Comares El objetivo principal es obtener una herramienta fiable para medir y comparar la huella energética de autopistas en todo su ciclo de vida e incluyendo la demanda de tráfico asociada.

### RESUMEN:

Se está elaborando un indicador que se enmarca dentro de los estudios de impactos ambientales que se han ido incorporando en la normativa española y europea y se ha tomado como referencia la definición de "huella ecológica" como medida de la sostenibilidad ambiental, tal y como publicaron Wackernagel en 1996 (EN Best et al, 2008).

Los objetivos pasan por diseñar una herramienta para la comparación de alternativas de proyecto en la fase de licitación, incluso en etapa anterior de planificación, y para evaluar las alternativas de operación de un proyecto dado, considerando la gestión del tráfico y la conservación de la vía. Se han estudiado e incorporado criterios de metodologías que pueden tomarse como referencia, normativas españolas o internacionales como las normas ISO (análisis de ciclo de vida, UNE EN ISO 14044), de sectores que ya han implantado herramientas de evaluación energética, la herramienta VERDE (GBC España) en edificación o metodologías de evaluación de la sostenibilidad del transporte aplicadas en otros países (Material Input per Service, Rithoff et al 2002). La evaluación conjunta de la infraestructura y su tráfico a lo largo de su ciclo de vida es la parte más innovadora de esta tarea. Actualmente no existe normativa alguna a nivel europeo para la clasificación energética de autopistas y tampoco se han publicado a nivel científico estudios globales del ciclo de vida desde la visión planteada en este proyecto. La comunicación técnica presentará los principales resultados y avances logrados en esta tarea del proyecto OASIS.

### REFERENCIAS:

Best, Aaron, et al. 2008. "Potential of the Ecological Footprint for monitoring environmental impacts from natural resource use. Analysis of the potential of the Ecological Footprint and related assessment tools for use in the EU's Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources." Report to the European Commission, DG Environment.

CIMBETON. 2004. « Impacts des Projets de Voies: L'analyse de Cycle de Vie des Structures Routières. » Centre D'information sur le ciment et ses applications. Cimbeton Collection technique T89. Paris.

González Díaz, M. J.; García Navarro, 2009 J. "Criteria and methodology for an indicator of energy applied to motorways". Second International Conference Ravage of the Planet 2009. Wessex Institute of Technology & Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), South Africa. Cape Town, 15-17 de Diciembre de 2009.

Hakan Strieple. 2001 "Life Cycle Assessment of Road. A Pilot Study for Inventory Analysis". IVL Swedish Environmental Research Institute. Gothenburg, Sweden.

Huang Y., Bird R., Heidrich O. 2009 "Development of a life cycle assessment tool for construction and maintenance of asphalt pavements". Journal of Cleaner Production 17(2):282-298.

Lutsey N., Speerling D. 2005. "Energy efficiency, fuel economy, and policy implications." Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1941:pp 8-17.

Mrosovsk U.; Eskola, P. et al. 1999. "Life cycle assessment of road construction." Finnish National Road Administration. Finria Reports 172000. Helsinki.

Ntziachristos L.; Samaras Z. 2000. "COPERT III Computer programme to calculate emissions from road transport." Technical report No 49. Copenhagen, European Environment Agency, EEA.

Pérez-Martínez P.J., Morzón de Cáceres, A., 2009. "Consumo de energía por el transporte en España y tendencias de emisión." Observatorio Medioambiental 11, 127-147.

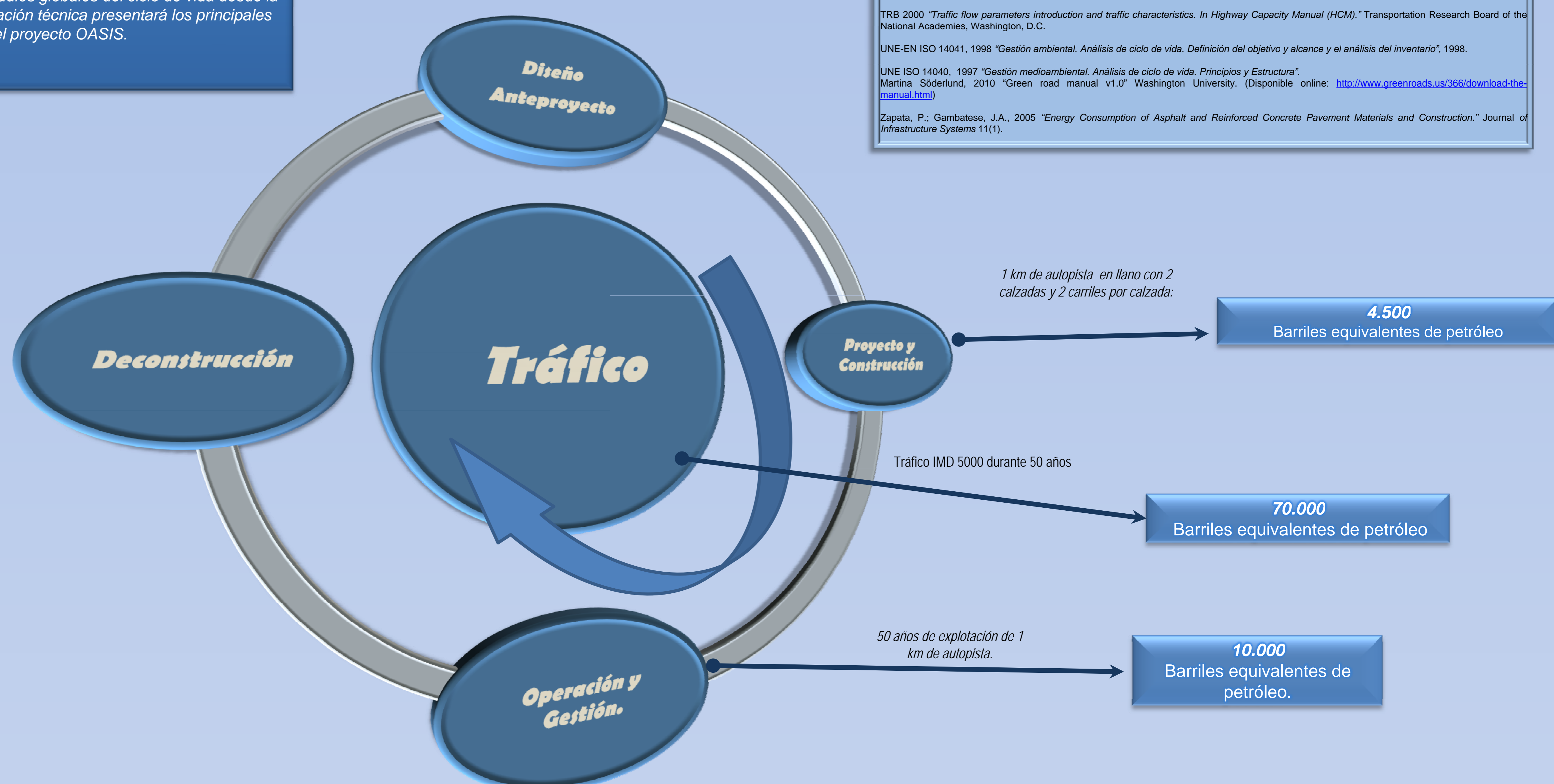
TRB 2000 "Traffic flow parameters introduction and traffic characteristics. In Highway Capacity Manual (HCM)." Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.

UNE-EN ISO 14041, 1998 "Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Definición del objetivo y alcance y el análisis del inventario". 1998.

UNE ISO 14040, 1997 "Gestión medioambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y Estructura".

Martina Söderlund, 2010 "Green road manual v1.0" Washington University. (Disponible online: <http://www.greenroads.us/366/download-the-manual.html>)

Zapata, P.; Gambatese, J.A. 2005 "Energy Consumption of Asphalt and Reinforced Concrete Pavement Materials and Construction." Journal of Infrastructure Systems 11(1).



## Bases para evaluar la infraestructura.

· Aplicación de la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) a la vía. Ello permite el análisis, diagnóstico y propuestas de mejora globales de productos, procesos y servicios asociados a la autopista. Se contemplará el ciclo de vida completo de la autopista: diseño, construcción, explotación y mantenimiento, y desmantelamiento final. Este se estructura de acuerdo a los procesos y metodologías reconocidos por la normativa (ISO, EN, UNE).

· Consideración de la energía consumida en la fabricación, transporte y puesta en obra de los materiales.

· Definición y caracterización energética de unidades funcionales elementales (UFE) en las que cualquier autopista se puede descomponer. Tal y como indica la Norma ISO 14040 una UF es "conjunto de procesos unitarios conectados material y energéticamente que realizan una o más funciones".

· Las unidades funcionales (UF) definidas en esta metodología son secciones homogéneas del trazado de la vía que incluye todos los elementos estructurales, de señalización y servicios asociados. Ejemplo: tramo recto de longitud determinada de autopista con las siguientes características definidas: número de carriles, pendiente, tipo de firme, tipo de iluminación... De forma necesaria el usuario de esta herramienta deberá definir el escenario donde se ubica la vía. Se han definido nueve grandes grupos o sistemas con características muy diferentes en cuanto a su construcción, mantenimiento y deconstrucción. Estos nueve grupos se agrupan en 3 categorías:

Aquellos que tienen que ver con una sección de carretera y su firme. Tronco; Accesos; Rotondas. Las estructuras de la autopista. Puente; Túnel; Paso Inferior; Paso Superior

Los edificios o elementos construidos para servicio y mantenimiento a parte de edificación. Son los dos últimos tipos de Unidades Funcionales: Peaje, Edificios.



## Bases para evaluar el tráfico.

· Se evaluará el consumo energético del tráfico asociado a la vía a partir de las ecuaciones físicas como la elaborada por Burgess y Choi (2003), y empíricas que relacionan consumo de un vehículo con velocidad media de circulación y pendiente de la vía, publicadas por la Agencia Europea de Medio Ambiente en el modelo COPERT (Ntziachristos, 2000).

Se está estudiando la posibilidad de integrar nuevos parámetros que afectan al consumo como el nivel de servicio o la rugosidad del firme.

· El modelo considerará la relación entre una IMD determinada y las características geométricas de la vía con la velocidad de circulación media. El Manual de Capacidad de Carreteras norteamericano (TRB, 2000) es una referencia internacional de amplia aplicación en distintos países. En el proyecto OASIS se han analizado los datos de tráfico de la Red de Carretera del Estado, y los datos de las Autopistas de peaje gestionadas por OHL Concesiones, ABERTIS e IRIDIUM.

· Conocer la intensidad de tráfico y su composición en tipología de vehículos es necesario para la aplicación del modelo. Para la evaluación de proyectos futuros, se tendrá que acudir a una prognosis lo más detallada posible. Para la evaluación de vías ya existentes se considerarán los datos disponibles. El modelo permitirá al usuario introducir la división del tráfico entre vehículos pesados, autobuses, furgonetas, turismos y motocicletas que considere. No obstante, la composición del parque móvil existente será información que podrá aportarse si el usuario desconoce ciertos datos. Se está trabajando con datos de la Dirección General de Tráfico, del Ministerio de Fomento y de la Agencia Tributaria para determinar una distribución porcentual representativa según motorización para cada tipología de vehículo.

### CONCLUSIONES PRELIMINARES:

El análisis integrado de infraestructura y tráfico permitirá discriminar alternativas de trazado y de construcción en función de la demanda energética asociada y el servicio prestado.

· El diseño, la construcción y la operación deben considerar necesariamente el tráfico asociado con el objetivo de facilitar su circulación en las mejores condiciones desde la perspectiva de ahorro energético.

· La partida de mayor demanda energética en la vida útil de la infraestructura es la construcción, conservación y rehabilitación de firmes, con una relevancia de más del 50 % en el total del gasto energético. La iluminación de las vías urbanas es también una de las partidas más relevantes.

· La variable de diseño de una autopista más relevante en el consumo del tráfico es la pendiente. En la fase de operación, la rugosidad aparece como el parámetro más relevante.

La tarea continuará desarrollándose durante el próximo año 2011.