

# 2<sup>do</sup> Taller LATino Iberoamericano de Investigación de Operaciones

## “La IO aplicada a la solución de problemas regionales”

**Aforo Vehicular para la estimación del impacto de la modificación del Paso elevado de la Av. Escénica, en el Restaurante Madeiras de Acapulco, Gro.**

**Autores:** José Maclovio Sautto Vallejo, sautto1128@yahoo.com.mx, Agustín Santiago Moreno asantiago2228@yahoo.com, Docentes Investigadores de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero.

**Resumen:** En el presente trabajo se hace un análisis del flujo vehicular en el paso elevado de la Av. Escénica, toda vez que será modificado debido a fallas técnicas en su construcción. Se pretende ampliar el camellón central hasta las inmediaciones del restaurante Madeiras, de manera que la pendiente de la rampa más suave y de superficie con menos protuberancias. Este trabajo de modificación tendrá algunas repercusiones en el movimiento de flujos y esto, afectará de distintas formas a los negocios establecidos en sus cercanías. El presente trabajo permite tener una idea clara de los volúmenes de vehículos que se desplazan por esa vía y, a partir de ello, posibilita la estimación del impacto de las modificaciones en la obra sobre el restaurante Madeiras.

Palabras clave: Flujo vehicular, diseño de vías, estudios de impacto.

### Introducción

El proceso metodológico del Enfoque de Sistemas es una de las herramientas muy poderosa que actualmente se utiliza en la Ingeniería de Tránsito y Transporte, tanto que los documentos más importantes en esta disciplina se basan y se refieren específicamente a él. De esta manera, los problemas de tránsito se abordan desde un punto de vista técnico y científico, lo que permite elaborar planes y soluciones con mejores resultados esperados en las problemáticas tratadas. El presente estudio, basado en esta metodología, se realiza la estimación de flujo vehicular en el paso elevado de la Av. Escénica, del puerto de Acapulco, Guerrero y se hace una estimación de los volúmenes de autos, desagregados en categorías, con la finalidad de poder hacer estudios posteriores de impacto, con información confiable y detallada, ante la eventual prolongación del camellón central, la principal

preocupación es que se incremente el riesgo de un accidente en esta área. Esta obra, inaugurada por el Gobernador del estado de Guerrero, René Juárez Cisneros en marzo del 2005, presenta muchos problemas de diseño que pretenden ser corregidos, según decreto del Gobierno Zeferino Torreblanca de fecha 8 de diciembre del 2006.

### Objetivos

1. Estimación del flujo vehicular en el frente del Restaurante Madeiras, por el paso elevado y su lateral en la Av. Escénica de Acapulco.
2. Estimar la eficiencia y funcionalidad generadas por las modificaciones al paso elevado.
  - Identificar las características y el comportamiento del tránsito en la zona
  - Identificar las variables que caracterizan el movimiento sobre la vía.

### Metodología

Bajo el enfoque sistémico de la modelación desarrollada en Simulación Digital, la cual pretende detectar los principios generales que rigen el comportamiento de los distintos objetos que integran el sistema.

En nuestro caso particular, el objetivo es dimensionar la magnitud del flujo vehicular desagregado en las principales categorías de vehículos de acuerdo a la naturaleza del servicio que prestan y al volumen de cada uno de ellos.

Clasificación de vehículos considerados en el estudio:

1. Taxis azules

2. Colectivos amarillos.
3. Camiones Urbanos
4. Transporte de servicios
5. Particulares

Las primeras tres categorías, se desagregaron por el volumen que representan (todos ellos son transporte de servicio público), en la cuarta categoría quedaron incluidos todos los demás vehículos que no son particulares, como ambulancias, patrullas, autobuses foráneos, mudanzas, embotelladoras de refrescos, cervezas, etc.

Para satisfacer nuestros objetivos requerimos determinar el flujo vehicular en dos puntos:

1. Frente al Restaurante Madeiras
2. En la lateral del puente, en la primera intersección a la derecha.



Se realizará el conteo de todos los vehículos, en las categorías de interés, en ambos puntos. El conteo se realizará en intervalos de 5 minutos durante 4 horas, iniciando a las 7 de la noche y concluyendo a las 11 pm. durante los días viernes 1 de junio, sábado 2 de junio y jueves 7 de junio del año 2007. Cabe señalar que es temporada baja y que el jueves 7 se ofreció una cena a un grupo de turistas en el restaurante Madeiras.

En el primer puesto de observación se medirán las líneas de espera que se forman en el restaurante Madeiras.

Toda vez que lo que se pretende es determinar el flujo vehicular y la cola de vehículos frente al Restaurante, el procedimiento que se empleará es el siguiente: Se instalará una brigada formada por dos personas en cada punto de observación, registrando el número de autos en intervalos de cinco minutos en dirección rampa, lateral de rampa y vuelta a la derecha rampa. La brigada que se instalará frente al Restaurante, realizará además

el registro del tamaño de la línea de espera en intervalos de cinco minutos durante 4 horas.

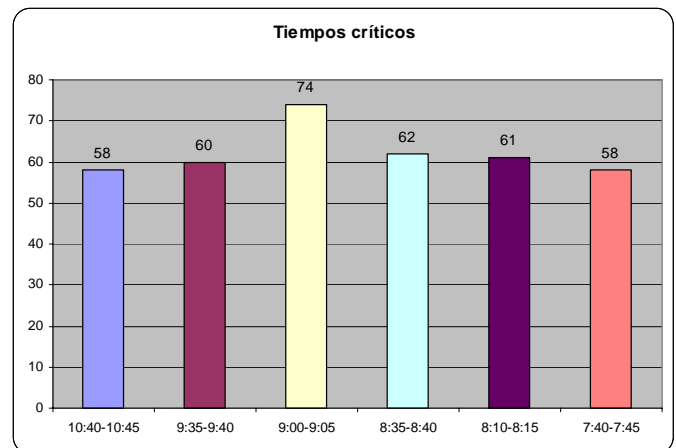
### Resultados

Los resultados que se han generado se han obtenido por día de observación y dirección, distribución por día hacia rampa, distribución por día hacia la lateral de la rampa, intervalos críticos en la rampa y el la lateral, además de los tipos de autos que llegan al restaurante y el tamaño de las líneas de espera. En el presente resumen sólo presentamos la distribución general de los autos por día de observación y dirección como se observa en la siguiente tabla:

Distribución por día de observación y dirección.

Día de observación	Dirección			Total
	Hacia Rampa	Lateral Rampa	Vuelta a la derecha	
Viernes 1 de Junio	3070	310	143	3523
	87.14%	8.8%	4.6%	100%
	33.63%	31%	50.35%	33.83%
Sábado 2 de Junio	3222	319	11	3552
	90.71%	8.98%	0.31%	100%
	35.29%	31.9%	3.87%	34.11%
Jueves 7 de Junio	2838	371	130	3339
	85%	11.11%	3.89%	100%
	31.08%	37.1%	45.77%	32.06%
Total	9130	1000	284	10414
	87.67%	9.60%	2.73%	100%
	100%	100%	100%	100%

La siguiente tabla muestra los máximos alcanzados y los tiempos de mayor afluencia vehicular



Finalmente el máximo de línea de espera ocurrió el día jueves, entre las 9:25 y las 9:30 de la noche, con una longitud de 6 vehículos, entre ellos un autobús de turismo.

## Discusión

Considerando el flujo vehicular por día de observación, se tiene que el 87.7% de los vehículos que circularon el viernes por el paso elevado de la av. Escénica lo hizo por la rampa, el 8.8% lo hizo por la lateral de la rampa y dio vuelta a la derecha el 4.06%, es decir, el 12.86% de los vehículos que circularon el viernes, lo hicieron por la lateral derecha de la vía.

El sábado 2 de Junio se observa un comportamiento similar, es decir, la mayor carga vehicular se observa en la rampa con un 90.71%, 8.98% por la lateral de la rampa y sólo 0.31% dio vuelta a la derecha. Entonces el 9.29% de los vehículos que circularon el sábado lo hacen por la lateral derecha de la vía. El día Jueves 7 de Junio, el 85% de los autos circularon por la rampa, el 11.11% por la lateral de la rampa y el 3.89% dio vuelta a la derecha, por lo que, el 15% de los vehículos lo hicieron por la lateral derecha de la vía. En General, considerando los tres días, el 87.67% circula por la rampa, el 9.6% por la lateral de la rampa y da vuelta a la derecha el 2.73%. Por lo anterior, la proporción de vehículos que circula por la lateral derecha es del 12.33%, es decir, aproximadamente 1284 autos en el periodo de observación.

Se observa en la tabla que el día viernes circularon por la rampa un promedio de 15.91 autos por intervalos de 5 minutos, el sábado 11.35 y el jueves 15.18, en general, se estima que circulan sobre la vía un promedio de 14.15 vehículos en intervalos de 5 minutos. Se tiene para el día viernes un máximo de 74 en intervalos de 5 minutos, el día sábado un máximo de 58 autos, el día jueves se observa un máximo de 62 autos.

Se estima que el flujo vehicular por la rampa del paso elevado de la Av. Escénica es del 87.67%, por la lateral de la rampa circula el 9.6% y da vuelta a la derecha el 2.73%. Por lo anterior, la proporción de vehículos que circula por la lateral derecha es de 12.33%, es decir, aproximadamente 1284 autos en el periodo de observación.

De los autos que circulan hacia la derecha (12.33%), una proporción mayor corresponde a taxis amarillos (22.83%).

La proporciones de autos que circulan por la vía en referencia en los días de observación, no son

significativamente distintas, toda vez que representan 33.63%, 35.29%, 31.8% en los días viernes, sábado y jueves, respectivamente.

Sin embargo los intervalos críticos en el periodo de observación, son los que se muestran en la tabla adjunta. En ella se observa que el intervalo de 5 minutos en el cual se tiene una mayor carga vehicular es de 9:00 a 9:05 horas, en los intervalos anterior y posterior se observa una ligera disminución del flujo, toda vez que los máximos en dichos intervalos son de 62 y 60 vehículos. Entonces, el intervalo de tiempo de mayor carga vehicular es de 8:35 a 9:40 horas.

El flujo que se observa por la lateral del puente, en este momento, no se ve afectado por las líneas de espera que se hacen en el acceso al restaurante, que además sobra decir, las colas se forman generalmente en el periodo crítico de flujo vehicular.

De hacerse las modificaciones como se tiene previsto, el acceso a la lateral del puente quedaría a 10 metros del acceso al restaurante, lo que implica que una cola en el acceso puede generar un bloqueo total del acceso a la lateral, que como se ha mencionado, circula entre el 10 % y 15% del total del flujo vehicular y principalmente taxis colectivos.

## Conclusión

1. Se realizó la estimación del flujo vehicular en el área de análisis encontrando que es significativa la carga vehicular en la lateral de la rampa, de manera que si se prolonga el camellón central del paso elevado hasta las inmediaciones del restaurante Madeiras, las llegadas al restaurante podrían ocasionar bloqueo total al acceso de la lateral al puente o al menos obstruir uno de los dos carriles que se tienen proyectados. Lo que incrementaría los factores de riesgos al producirse embotellamientos en esa zona.
2. Se identificó el comportamiento vehicular de acuerdo a las tipificaciones vehiculares planteadas y encontramos que es alta la proporción de taxis amarillos y autos particulares que circulan por la lateral derecha de la



rampa, lo que puede convertirse en un factor más de riesgo.

3. Se considera que existen elementos suficientes para realizar el estudio de impacto, (Incremento en el riesgo de accidentes) generadas por las modificaciones del puente elevado.

### **Bibliografía**

[1] Cal y Mayor Rafael. Ingeniería de Tránsito-Fundamentos y Aplicaciones.

[2] Cornero Guillermo. Memorias Curso Internacional de Posgrado en Carreteras. Universidad Nacional de Rosario Argentina.

[3] Checkland, Peter (1991). Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas. Editorial Trillas, México.

[4] Van Gigch, John P. (1990). Teoría general de sistemas. Editorial Trillas, México.

[5] Ackoff, Russell (1983). El arte de resolver problemas. Editorial Limusa, México.

[6] Fuentes Zenón, Arturo (1995). Enfoque de sistemas. UNAM-DEPFI, México.

[7] Fuentes Zenón, Arturo (1998). Las armas del estratega. UNAM-DEPFI, México.

### **Nombre Completo del Autor**

Dr. José Maclovio Sautto Vallejo, Doctor en Investigación de Operaciones por la Facultad de Ciencias de la UNAM, Actualmente es profesor de tiempo completo de la Unidad Académica de Matemáticas de la UAG, Coordinador de la Maestría en Ciencias de la Computación y coordinador del CA “Tecnologías de información”, en el cual desarrolla la línea de investigación “Inteligencia artificial” e innovación y desarrollo tecnológico.

MC. Agustín Santiago Moreno, Posee maestría en estadística por la UAG, actualmente es profesor de tiempo completo de la unidad académica de matemáticas en la licenciatura y postgrado de estadística, miembro del cuerpo académico “tecnologías de la información” cultivando la línea de generación y aplicación del conocimiento “innovación y desarrollo tecnológico” e “inteligencia artificial” en lo que corresponde a redes de probabilidad.

**Dirección de los autores:** Carlos E. Adame 54, Col. Garita, C.P. 39650, Acapulco de Juárez, Guerrero, México.

email: sautto1128@yahoo.com.mx

asantiago2228@yahoo.com