



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS

## **ANEJO 2**

# **Estimación del beneficio económico y de la opción más rentable**

---

Estudio de viabilidad económica de la creación de un giro a izquierdas en la Avenida Tarongers, Valencia.

---

*Presentado por*

**Pérez-Almazán Piwowsky, Cristian**

---

*Para la obtención del*

**Grado de Ingeniería Civil**

*Curso: 2018/2019*

*Fecha: 04/12/2018*

*Tutor: Alcalá González, Julián*

*Cotutor: Clemente Tirado, Juan José*

## **ANEJO Nº2. ESTIMACIÓN DEL BENEFICIO ECONÓMICO Y DE LA OPCIÓN MÁS RENTABLE.**

### Índice

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	ANÁLISIS DEL BENEFICIO DEL GIRO NÚMERO 1 .....	2
3	ANÁLISIS DEL BENEFICIO DEL GIRO NÚMERO 2 .....	5
4	ANÁLISIS DEL BENEFICIO DEL GIRO NÚMERO 3 .....	7
5	BENEFICIO ECONÓMICO DE LA ACTUACIÓN .....	9

## **1 INTRODUCCIÓN**

En este apartado se explica cómo, a partir de las alternativas planteadas en el apartado 5 de la memoria de este estudio y conocido el número de vehículos que realiza diariamente el cambio de sentido en la glorieta que intersecta con la calle de Lluís Peixò y que, por tanto, se podrían beneficiar de alguno de los giros propuestos, se ha estimado cual es la opción que más beneficios genera para los ciudadanos, así como el beneficio que produce diariamente esta solución considerando los usuarios que se beneficiarían con la actuación.

Para ello se partió de la distancia que se evita con cada giro a izquierdas que se plantea y a partir de ellos con unas variables que, tasadas, se pudo estimar el beneficio económico de cada trayecto.

Conocido el beneficio de cada alternativa por cada trayecto respecto a no realizar ninguna actuación, se procedió a estimar que número de vehículos se verían beneficiados por cada giro diariamente y así estimar el beneficio diario de cada la alternativa y elegir entonces la más rentable.

Por tanto, este anejo se divide en diferentes apartados, los primeros explican el beneficio de cada alternativa por trayecto, en comparación a la opción de no realizar la obra. En el siguiente se estimará el número de usuarios beneficiados por cada giro a partir de la capacidad de los parkings a los que da acceso, suponiendo un porcentaje de ocupación igual para cada uno de estos, así como los beneficios económicos para los usuarios que genera cada opción. Finalizando este anejo con la obtención del beneficio económico diario que generaría la actuación, así como su emplazamiento.

## 2 ANÁLISIS DEL BENEFICIO DEL GIRO NÚMERO 1

Si se construyera el giro a izquierdas que facilitara el acceso a los parkings 4 A y 6 A se evitaría una distancia 1416 metros a cada uno de los vehículos que accedieran a estos con respecto a la que recorrerían si tuvieran que realizar el cambio de sentido en la rotonda situada al final de la avenida, esto se traduce en unos ahorros para los usuarios que serán calculados en el presente apartado.

Los alumnos, profesores y personal de la Universidad Politécnica de Valencia que va a la universidad con su vehículo personal serían los principales beneficiados económicamente, así como los acompañantes de estos por el tiempo ahorrado.

Los factores de ahorro por parte de los usuarios serían los costes de combustible, costes de aceite, costes de mantenimiento, costes de neumáticos y accidentes.

Existen fórmulas proporcionadas por el Ministerio de Fomento para el cálculo del consumo de carburante, en función de la pendiente, de la velocidad y del tipo de vehículo.

En este caso se consideró que la pendiente es nula y que le 100% de vehículos que se ahorran el trayecto son vehículos ligeros.

Por tanto, el ahorro de combustible se calculará a continuación:

$$C = 117'58 - 1'76 * V + 0'0121 * V^2 + 24'09 * p - 0.47 * V * p + 0'00474 * V^2 * p$$

Siendo:

*C, el consumo de carburante en cm cúbicos por kilómetro.*

*V, la velocidad en kilómetros por hora. Esto se establece en 50 km/h*

*P, la pendiente en porcentaje que se estable en 0%*

Como resultado se obtuvo que el consumo de carburante es de  $60 \text{ cm}^3/\text{km}$ .

Considerando la distancia de 1416 metros el consumo por vehículo y recorrido resultó ser de 84 centímetros cúbicos.

Para obtener el precio en euros que supone esto, hubo que realizar una estimación del precio de combustible en los próximos años. También habrá que tener en cuenta el tipo de combustible que utiliza cada vehículo.

Dado que el gobierno planea igualar el coste de la gasolina y el diésel, cuyo precio actualmente es menor, debido a que el segundo produce mayores emisiones lo que se pretende penalizar mediante el aumento de impuestos.

Actualmente los precios medios de los carburantes en Valencia son 1'35€/litro del diesel y 1'42€/litro de gasolina. Por lo que se puede suponer un precio de 1,42€/litro de carburante en un futuro inmediato sin analizar la progresión del aumento de la gasolina.

Teniendo en cuenta que 84 centímetros cúbicos son 0'084 litros, el ahorro sería de 0'1193 euros por coche por trayecto.

***AHORRO DE CARBURANTE = 0,1193 euros por trayecto***

Por su parte, el consumo del lubricante en vehículos ligeros se estima en un 1'2% del consumo de carburante lo cual es un consumo de 0'001008 litros por vehículo y por trayecto.

Distintas estimaciones sitúan el precio medio de lubricante en 5 euro por litro lo cual en euros resultaría en un ahorro de 0'00504 euros por vehículo y por trayecto.

***AHORRO DE LUBRICANTE = 0,00504 euros por trayecto***

Otro factor que produce un coste sobre los usuarios son los neumáticos, los cuales el Ministerio de Fomento recomienda cambiar cada 40.000 km para vehículos ligeros y cada 65.000 km en vehículos pesados.

De acuerdo a un estudio realizado por Tallerator el precio medio del cambio de neumáticos en Valencia es de 459 euros (Ilustración 1).

## PRECIOS MEDIOS EN LAS 5 PRINCIPALES PROVINCIAS ESPAÑOLAS, EN 2017



Para este estudio se han utilizado los precios medios que los talleres han enviado a los usuarios del portal web Tallerator a lo largo de 2017. Las tarifas utilizadas son de operaciones reales realizadas en talleres de toda España, con IVA y resto de gastos y tasas incluidas. Los datos solo tienen carácter y uso informativo. © Tallerator 2017

	Cambio Neumáticos Todos	Cambio Neumáticos Delanteros	Cambio Neumáticos Traseros
Madrid	493 €	256 €	257 €
Barcelona	505 €	249 €	251 €
Valencia	459 €	232 €	238 €
Sevilla	433 €	230 €	227 €
Zaragoza	490 €	254 €	277 €

*Ilustración 1. Coste del cambio de neumáticos en España. Fte: Tallerator*

ANEJO 2

Por lo tanto, el coste unitario de los neumáticos por kilómetro es de:

$$\text{Coste neumáticos} = \frac{459 \text{ euros}}{40.000 \text{ kilómetros}} * \frac{,416 \text{ kilómetros}}{\text{tramos}} =$$

$$\textbf{AHORRO DE NEUMÁTICOS} = 0,01629 \frac{\text{euros}}{\text{tramo} * \text{vehículo}}$$

Por otra parte, el ministerio de fomenta tasa el precio de los accidentes de tráfico:

-1.400.000 euros el accidente mortal.

-219.000 euros el accidente grave.

-5.000 euros el accidente leve.

En el caso de la actuación que se propone, se supuso que no se evitan accidentes por ella por lo que se tasó en:

$$\textbf{AHORRO EN ACCIDENTES} = 0 \text{ euros por trayecto}$$

Uno de los factores más difíciles de tasar es el precio del tiempo, existen distintos criterios para ponerle precio.

En este caso el tiempo que se tarda en recorrer los 1.416 metros varía según la semaforización (tiempo en parada) y la velocidad media, influida por la aceleración y el tráfico.

Consultando diferentes mediciones de aplicaciones de tráfico se estimó que el recorrido evitado tarda en realizarse 3 minutos y medio aproximadamente.

El Ministerio de Fomento en 2.010 tasó el precio del tiempo en 14'63 euros por hora y pasajero.

Según el INE (Instituto Nacional de Estadística) la ocupación de los vehículos ligeros es de 1'3 pasajeros lo cual representa un coste de:

$$\text{Coste de Tiempo} = \frac{14,63 \text{ euros}}{\text{hora} * \text{pasajero}} * 3,5 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} * \frac{1,3 \text{ pasajeros}}{\text{vehículo ligero}} =$$

$$\textbf{AHORRO DE TIEMPO} = 1,10944 \text{ euros por trayecto}$$

Con estas cinco variables el precio de cada trayecto se estima en 1,2501 euros por trayecto, lo que supone que cada vehículo que realizase el giro en la actuación que se propone en lugar de en la glorieta este, estaría teniendo un ahorro de esa cantidad.

### 3 ANÁLISIS DEL BENEFICIO DEL GIRO NÚMERO 2

Si se llevara a cabo la realización del giro a izquierdas que facilitara el acceso a los parkings 4 A, 6 A, 6 B y 8 A se evitaría una distancia de 710 metros a cada uno de los vehículos que accedieran a estos con respecto a la que recorrerían si tuvieran que realizar el cambio de sentido en la rotonda situada al final de la avenida, esto se traduce en unos ahorros para los usuarios que serán comentados en el presente apartado.

De igual forma que en el caso anterior los alumnos, profesores y personal de la Universidad Politécnica de Valencia que acude a la universidad con su vehículo personal serían los que se beneficiarían económicamente de la construcción de esta obra, así como los acompañantes de estos por el tiempo ahorrado.

Los factores de ahorro serían los mismos que para las otras alternativas.

Se empleó de nuevo la fórmula proporcionada por el Ministerio de Fomento para el cálculo del consumo de carburante, en función de la pendiente, de la velocidad y del tipo de vehículo.

En este caso también se consideró que la pendiente es nula y que el 100% de vehículos que se ahorran el trayecto son vehículos ligeros.

Por tanto, el ahorro de combustible es de  $60 \frac{cm^3}{km}$ .

Siendo la distancia de 710 metros el consumo por vehículo y recorrido será de 42,6 centímetros cúbicos.

Considerando como en el caso anterior que el precio del carburante es de 1,42 euros el litro tanto de diésel como de gasolina, se calculó que el coste de carburante que se ahorra es el siguiente:

$$\textbf{AHORRO EN CARBURANTE} = 0,060492 \text{ euros por trayecto}$$

Por su parte, el consumo del lubricante en vehículos ligeros se estima en un 1,2% del consumo de carburante lo cual es un consumo de 0,000726 litros por vehículo y por trayecto.

Como se ha visto anteriormente el precio en euros de un litro de lubricante es de 5 euros, esto se tradujo en que el coste de lubricante en el caso de no realizar la actuación con respecto a su realización es de 0,00363 euros por trayecto.

$$\textbf{AHORRO EN LUBRICANTE} = 0,00363 \text{ euros por trayecto}$$

Anteriormente se obtuvo que el coste medio del cambio de los neumáticos era de 459 euros en la provincia de Valencia y que estos debían cambiarse cada 40.000 kilómetros

ANEJO 2

Por lo tanto, el coste unitario de mantenimiento de los neumáticos en este tramo es de:

$$\text{Coste neumáticos} = \frac{459 \text{ euros}}{40.000 \text{ kilómetros}} * \frac{0,710 \text{ kilómetros}}{\text{tramos}} =$$
$$\textbf{AHORRO EN NEUMÁTICOS} = 0,008147 \frac{\text{euros}}{\text{tramo} * \text{vehículo}}$$

En el caso de nuestra obra, se supone que no se evitan accidentes por ella por lo que se tasa en 0

El coste del tiempo se realizó de la misma forma que como se ha explicado en el anterior apartado.

Se obtuvo que la diferencia de tiempo entre realizar esta alternativa o no es de 2 minutos, suponiendo una ocupación de 1,3 pasajeros por vehículo (dato de INE), se calculó el siguiente coste de tiempo:

$$\text{Coste de Tiempo} = \frac{14,63 \text{ euros}}{\text{hora} * \text{pasajero}} * 2 \text{ minutos} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} * \frac{1,3 \text{ pasajeros}}{\text{vehículo ligero}} =$$

$$\textbf{AHORRO DE TIEMPO} = 0,633967 \text{ euros por trayecto}$$

Con estas cinco variables el precio de cada trayecto se estima en 1,2501 euros por trayecto.

$$\textbf{AHORRO POR TRAYECTO} = 0,70623567 \text{ euros/vehículo}$$



## 4 ANÁLISIS DEL BENEFICIO DEL GIRO NÚMERO 3

Por último, se analizó el beneficio económico que se produciría en los usuarios al construir el giro número 3 del croquis del apartado de localizaciones posibles.

Este giro permitiría el acceso a los parkings 4 A, 6 A y 6 B, suponiendo un ahorro de 1.126 metros respecto a realizar el giro en la rotonda actual.

Por otra parte, los usuarios de los parkings 4 A y 6 A deberían recorrer 290 metro más que en el caso de construir el giro 1.

En este apartado se analizan los resultados obtenidos en cuanto al beneficio que se genera respecto a realizar el giro en la rotonda quedándonos con el giro que suponga mayores beneficios teniendo en cuenta el número total de vehículos que se beneficiarían de cada alternativa.

El ahorro de combustible es de 60 centímetros cúbicos por kilómetro lo cual en este trayecto son 67,56 centímetros cúbicos por vehículo y en euros:

$$\textbf{AHORRO COMBUSTIBLE} = 0,0959352 \text{ euros/trayecto}$$

El consumo de lubricante es el 1,2% del de combustible y su coste son 5 euros por litro. Por tanto:

$$\textbf{AHORRO LUBRICANTE} = 0,0040536 \text{ euros/trayecto}$$

Por otra parte, el ahorro en el coste de neumáticos es de 0,011475 euros por kilómetro lo cual en este trayecto será de

$$\textbf{AHORRO EN NEUMÁTICOS} = 0,01292085 \text{ euros/trayecto}$$

De nuevo no se ahorran accidentes con esta alternativa por lo que el ahorro en euros de accidentes es 0.

El ahorro en tiempo teniendo en cuenta las mismas aplicaciones que las utilizadas anteriormente es de 3 minutos, empleando la misma fórmula para tasar el tiempo se tiene:

$$\text{Ahorro de Tiempo} = \frac{14,63 \text{ euros}}{\text{hora} * \text{pasajero}} * 3 \text{ minutos} \cdot \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} * \frac{1,3 \text{ pasajeros}}{\text{vehículo ligero}} =$$

$$\textbf{AHORRO EN TIEMPO} = 0,95095 \text{ euros/trayecto}$$

Esto se traduce en un ahorro total de 1,0638473.

***AHORRO TOTAL = 1, 0638473 euros/trayecto***

## 5 BENEFICIO ECONÓMICO DE LA ACTUACIÓN

Considerando la capacidad de los parkings de la universidad y suponiendo un tráfico igual en todos ellos se podrá analizar la cantidad de vehículos que van a cada uno de ellos por porcentaje de los que realizan el cambio de sentido en la rotonda.

Gracias a la aplicación Parkings de la Universidad se puede obtener las plazas libres un día de agosto por la noche que se pueden suponer que el total de plazas de cada parking es esa.

La capacidad de cada parking, así como el porcentaje que representa sobre los parkings para el acceso a los cuales se realiza el cambio de sentido en la glorieta, se puede observar en la Tabla 1.

<b>PARKING</b>	<b>Número de vehículos</b>	<b>Porcentaje del total</b>
<b>4A</b>	287	21,23
<b>6A</b>	139	10,28
<b>6B</b>	284	21,01
<b>8A</b>	231	17,09
<b>8B</b>	411	30,40

*Tabla 1. Capacidad y ocupación de los parkings de la UPV. Fuente: UPV*

El número de vehículos que realizaban diariamente el cambio de sentido eran 2.594 vehículos. Con este dato y el porcentaje de vehículos que van a cada parking se puede calcular el número de vehículos que realizan el giro diariamente para ir a cada parking y con ello obtener el beneficio económico de cada giro.

<b>PARKING</b>	<b>Tráfico diario</b>
<b>4A</b>	551
<b>6A</b>	267
<b>6B</b>	545
<b>8A</b>	443

*Tabla 2. Tráfico diario de los parkings UPV*

Considerando que el giro uno se realizaría por los vehículos que van a los parkings 4 A y 6 A, el giro 3 por estos y los clientes del 6 B Y el giro 2 por todos ellos, se procedió a el número de giros potenciales por cada alternativa.

ANEJO 2

<b>GIRO</b>	<b>Número de giros que se producirían al día</b>
1	818
2	1806
3	1.363

*Tabla 3. Empleo previsto de las actuaciones planteadas*

En los apartados anteriores se había calculado el ahorro económico para los usuarios en euros de cada trayecto, considerando los giros realizados diariamente que se puede traducir en el ahorro diario al calcularlo con el número total de vehículos que realizan el giro al día, esto ayuda a conocer la opción más rentable que se comparará con el coste total de la obra obteniendo el tiempo de amortización de esta.

<b>GIRO</b>	<b>GIROS DIARIOS</b>	<b>AHORRO POR TRAYECTO</b>	<b>AHORRO TOTAL AL DIA EN EUROS</b>
1	818	1,25007	1.022,56
2	1806	0,70623	1.275,45
3	1.363	1,063847	1.450,023

*Tabla 4. Beneficio económico diario de cada actuación*

Por tanto, la opción más rentable es el giro 3 que daría acceso a los parkings 4 A, 6 A y 6 B, con un ahorro de 1126 metros a cada uno de los vehículos que realicen el giro en vez de irse hasta la rotonda.

Considerando que el tiempo ahorrado puede ser un parámetro que no se puede tasar económicamente dado a que un retraso puede ser evitable por el usuario, se tendría un ahorro por trayecto considerablemente menor que se expone a continuación:

<b>GIRO</b>	<b>GIROS DIARIOS</b>	<b>AHORRO POR TRAYECTO</b>	<b>AHORRO TOTAL AL DIA EN EUROS</b>
1	818	0.14063	115,04
2	1806	0.072268	130,52
3	1.363	0.112925	<b>153,94</b>

*Tabla 5. Beneficio económico diario de cada actuación*

Por tanto, la actuación más rentable es el giro 3 con un beneficio diario de 153,94 euros.