

7. EVALUACIÓN Y MEDIDAS DE GESTIÓN EN EL AREA METROPOLITANA DE GRANADA.

7.1. Introducción.

Conceptualmente la aplicación de la cuarta fase de la metodología (evaluación multicriterio y medidas de gestión) debería estar incluida en el capítulo 6 junto con las otras tres fases. Las razones por las que esta fase se ha incluido en un capítulo diferente son fundamentalmente de dos tipos:

- Esta fase **resume las fases anteriores** de la evaluación para sacar **conclusiones**. Se evalúan los resultados obtenidos en la segunda y tercera fase de la metodología (análisis estadístico y construcción de indicadores específicos).
- Esta fase **se aplica de forma conjunta para ambas áreas (área A2 y AMG)**, se construyen los indicadores globales de evaluación, y se realiza un análisis de la sensibilidad que presentan estos indicadores frente a variaciones de las componentes que han sido identificadas como más influyentes.

Por último, se proponen una serie de medidas para realizar una adecuada gestión de la movilidad, e intentar dar solución a los efectos negativos y problemas detectados durante las fases anteriores de la evaluación.

7.2. Análisis de los usuarios.

Los usuarios de los municipios de Cenes de la Vega y de Pinos Genil presentan unos patrones de movilidad muy similares a los del resto de los municipios periféricos del AMG. Esto es congruente con el tipo de población y las características socioeconómicas de ambas zonas, similares en ambos casos, al encontrarse todos ellos dentro del AMG.

Según se puede observar en las tablas 6.23 y 6.53, los perfiles de los usuarios de los diferentes modos de transporte existentes en el área (autobús y vehículo privado), y el perfil de los futuros usuarios del SITOD, son también muy similares en ambas zonas. Las características comunes de dichos perfiles son las siguientes:

- El usuario del vehículo privado es hombre, con edad comprendida entre 30 y 49 años, trabajador activo por cuenta ajena con título universitario, que utiliza el vehículo por motivos de trabajo, que tiene unos ingresos elevados y que dispone de dos coches en la familia.
- El usuario del autobús es mujer, con edad comprendida entre 18 y 29 años, estudiante o ama de casa, que realiza entre 1 y 2 desplazamientos motorizados diarios por motivos de estudios o compras, con unos ingresos bajos y que sólo dispone de un vehículo en la familia.
- El usuario del SITOD sería mujer, con edad comprendida entre 18 y 49 años, con título universitario, que realizaría entre 1 y 2 desplazamientos motorizados diarios con cualquier motivo, y que dispondría de 1 o 2 coches en la familia.

Como se puede observar, prácticamente tampoco existen diferencias entre los perfiles de los usuarios de cada uno de los modos de transporte en los municipios de Cenes de la Vega y de Pinos Genil, y los perfiles de los usuarios en todos los municipios periféricos del AMG.

7.3. Análisis de los indicadores específicos.

Según la metodología propuesta en el capítulo 4, los indicadores necesarios para la evaluación del Sistema de Transporte Optimizado a la Demanda son seis: variación de la accesibilidad global, variación de la movilidad global, cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte, beneficio económico medio para los usuarios del SITOD, variación de la contaminación atmosférica y del impacto por ruido.

En el área A2 del Área Metropolitana de Granada, formada por los municipios de Cenes de la Vega y de Pinos Genil, y en el conjunto del AMG, estos indicadores adoptan los valores siguientes:

INDICADOR	Area A2	AMG
Variación de la accesibilidad global	9,32%	6,41%
Variación en la movilidad global	2,56%	1,46%
Cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte	14,12%	6,91%
Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD	-303,3%	-184,7%
Variación de la contaminación atmosférica	-2,13%	1,39%
Variación del impacto por ruido	-0,34%	0,22%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.1.- Valores de los indicadores específicos en el área A2 y en el AMG.

7.3.1. Conclusiones específicas en los municipios de Cenes de la Vega y de Pinos Genil.

Se observa que la implantación de este sistema de transporte público tiene un efecto positivo sobre la variación de la accesibilidad global, la variación de la movilidad global, y el cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte. Sin embargo, el efecto es negativo sobre el beneficio económico medio para los usuarios del SITOD, la variación de la contaminación atmosférica y la variación del impacto por ruido.

De un análisis detallado de la formación de estos indicadores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La variación de la accesibilidad global positiva, lo es también para todos los tipos de usuarios presentes en el área A2, lo que indica que todas las personas que utilizan el SITOD ven disminuidos sus tiempos de desplazamiento. Los antiguos UVP tiene una variación media de la accesibilidad del 13,64% (véase tabla 6.24), los antiguos UTP del 41,22% (véase tabla 6.25), y las PND antes de la puesta en funcionamiento del SITOD del 100% (véase tabla 6.26).

- La variación de la movilidad global positiva se ha obtenido sin tener en cuenta a los antiguos usuarios del vehículo privado y del transporte público. Solo se han considerado las personas que, antes de la entrada en servicio del SITOD, no realizaban desplazamientos motorizados que han visto aumentada su movilidad en un 100% (véase tabla 6.30). Por tanto, y a la vista de los resultados de la pregunta A14 del cuestionario específico para los usuarios del autobús (véase tabla 6.29), es de esperar que en la realidad este aumento de la movilidad sea superior.
- El cambio modal neto positivo hacia los modos públicos de transporte indica que el SITOD es capaz de captar usuarios provenientes del vehículo privado. Sin embargo, para identificar los cambios modales que se producen entre los modos públicos de transporte (autobús y SITOD) es necesario analizar el CMNTP y el CMNTD. El cambio modal neto negativo hacia el transporte público (-13,12%) indica que se produce un cambio hacia la utilización del SITOD por usuarios del autobús (véase tabla 6.32). Debido a que no se tienen datos sobre dos componentes importantes (usuarios del transporte público que utilizan después el vehículo privado y usuarios del vehículo privado que utilizan después el transporte público), cabe esperar que este valor en la realidad sea menor. El cambio modal neto tan pequeño hacia el SITOD (1,38%) es debido a que, a pesar de que existe un número elevado de usuarios del vehículo privado que están dispuestos a cambiar de modo de transporte hacia el SITOD (el 30,3% de los usuarios del coche están dispuestos a cambiar al SITOD), también existe un elevado porcentaje de usuarios del autobús que estarían dispuestos a cambiar al SITOD (el 31,6% de los mismos). Estos cambios modales permiten una mejor comprensión de los indicadores ambientales.
- Un beneficio económico medio negativo significa que se produce un incremento del coste medio de los viajes para los usuarios que cambian al SITOD que estos están dispuestos a asumir para disfrutar de un transporte público de mayor calidad, comodidad, y que se ajusta a sus necesidades. Este incremento del coste medio de los viajes, no se produce únicamente para los antiguos usuarios del transporte

público que pagan una tarifa más elevada por el SITOD, sino que también se produce, y de forma más acusada, para los usuarios del vehículo privado. Los antiguos UTP soportan una variación media del coste del viaje de $-207,7\%$ (véase tabla 6.35), mientras que los antiguos UVP soportan una variación de $-372,7\%$ (véase tabla 6.36). Esto es debido a las cortas distancias recorridas y al hecho de que la gran mayoría de los usuarios del vehículo privado que cambian al SITOD (75%) no pagan por aparcar.

- El valor negativo de la variación de la contaminación atmosférica se debe al cambio modal neto del transporte público hacia el SITOD, que produce un aumento en la contaminación, ya que la variación de la contaminación atmosférica provocada por los usuarios del vehículo privado que cambian al SITOD representa una mejora del 42,43% (véase tabla 6.39). Es conveniente matizar que no se han considerado en el cálculo los individuos que, con anterioridad a la entrada en funcionamiento del SITOD, no realizaban desplazamientos motorizados. Por tanto, cabe esperar que la variación de la contaminación atmosférica provocada por la puesta en marcha de este sistema sea aún más negativa.
- La variación negativa del impacto por ruido también es debida al cambio modal neto del transporte público hacia el SITOD, que produce un aumento del ruido en el área. Si solamente se produjese un cambio modal desde el vehículo privado hacia el SITOD existirían un 8,98% de personas menos afectadas por el ruido (provocado por los usuarios del vehículo privado que cambian al SITOD) después de la entrada en funcionamiento del sistema (véase tabla 6.40).

De las conclusiones anteriores se puede resumir que, en general, el Sistema de Transporte Optimizado a la Demanda mejorará la calidad del servicio público existente en el área A2, captando nuevos usuarios del vehículo privado. Pero su principal virtud, la mejora de la calidad, se convierte, a su vez, en su principal inconveniente, porque también se produce un trasvase importante de usuarios del transporte público existente al SITOD que provoca efectos negativos sobre el medio ambiente y la congestión.

7.3.2. Conclusiones específicas en el AMG.

Se observa que la implantación de este sistema de transporte público tiene un efecto positivo sobre la variación de la accesibilidad global, la variación de la movilidad global, el cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte, la variación de la contaminación atmosférica y la variación del impacto por ruido. Sin embargo, el efecto es negativo sobre el beneficio económico medio para los usuarios del SITOD.

Efectuando un análisis detallado de la formación de estos indicadores, similar al realizado en el área A2, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La variación de la accesibilidad global positiva, lo es también para todos los tipos de usuarios presentes en el AMG, lo que indica que todas las personas que utilizan el SITOD ven disminuidos sus tiempos de desplazamiento. Los antiguos UVP tiene una variación media de la accesibilidad del 12,5% (véase tabla 6.54), los antiguos UTP del 53,8% (véase tabla 6.55), y las PND antes de la puesta en funcionamiento del SITOD del 100% (véase tabla 6.57).
- La variación de la movilidad global positiva se ha obtenido sin tener en cuenta a los antiguos usuarios del vehículo privado y del transporte público. Solo se han considerado las personas que, antes de la entrada en servicio del SITOD, no realizaban desplazamientos motorizados que han visto aumentada su movilidad en un 100% (véase tabla 6.61). Por tanto, y a la vista de los resultados de la pregunta A14 del cuestionario específico para los usuarios del autobús (véase tabla 6.60), es de esperar que en la realidad este aumento de la movilidad sea superior.
- El cambio modal neto positivo hacia los modos públicos de transporte indica que el SITOD es capaz de captar usuarios provenientes del vehículo privado. Sin embargo, por las mismas razones que se indicaban en el área A2, es necesario analizar el CMNTP y el CMNTD. El cambio modal neto negativo hacia el transporte público (-9,61%) indica que se produce un cambio hacia la utilización del SITOD por usuarios del autobús (véase tabla 6.63). Debido a que no se tienen datos

sobre dos componentes importantes (usuarios del transporte público que utilizan después el vehículo privado y usuarios del vehículo privado que utilizan después el transporte público), cabe esperar que este valor en la realidad sea menor. El cambio modal neto negativo hacia el SITOD (-2,53%) es debido a que existe un número bajo de usuarios del vehículo privado que están dispuestos a cambiar de modo de transporte hacia el SITOD (solo el 13,8% de los usuarios del coche están dispuestos a cambiar al SITOD), mientras que existe un elevado porcentaje de usuarios del autobús que estarían dispuestos a cambiar al SITOD (el 27,3% de los mismos).

- Un beneficio económico medio negativo tiene el mismo significado que se indicó para el área A2: se produce un incremento del coste medio de los viajes para los usuarios que cambian al SITOD que estos están dispuestos a asumir para disfrutar de un transporte público de mayor calidad, comodidad, y que se ajusta a sus necesidades. Este incremento del coste medio de los viajes, no se produce únicamente para los antiguos usuarios del transporte público que pagan una tarifa más elevada por el SITOD, sino que también se produce para los usuarios del vehículo privado. Los antiguos UTP soportan una variación media del coste del viaje de -193,3% (véase tabla 6.67), mientras que los antiguos UVP soportan una variación de -176,4% (véase tabla 6.68). Esto es debido a las cortas distancias recorridas y al hecho de que la gran mayoría de los usuarios del vehículo privado que cambian al SITOD (62,5%) no pagan por aparcar.
- El valor tan pequeño de la variación de la contaminación atmosférica se debe al cambio modal neto del transporte público hacia el SITOD, que produce un aumento en la contaminación, ya que la variación de la contaminación atmosférica provocada por los usuarios del vehículo privado que cambian al SITOD representa una mejora del 49,07% (véase tabla 6.70). Es conveniente matizar que no se han considerado en el cálculo los individuos que, con anterioridad a la entrada en funcionamiento del SITOD, no realizaban desplazamientos motorizados. Por tanto, cabe esperar que la

variación de la contaminación atmosférica provocada por la puesta en marcha de este sistema sea en realidad más baja, e incluso negativa.

- La variación tan pequeña del impacto por ruido también es debida al cambio modal neto del transporte público hacia el SITOD, que produce un aumento del ruido en el área. Si solamente se produjese un cambio modal desde el vehículo privado hacia el SITOD existirían un 10,96% de personas menos afectadas por el ruido (provocado por los usuarios del vehículo privado que cambian al SITOD) después de la entrada en funcionamiento del sistema (véase tabla 6.71).

De las conclusiones anteriores se puede resumir lo mismo que para el área A2. En general, el Sistema de Transporte Optimizado a la Demanda mejorará la calidad del servicio público existente en el AMG, captando nuevos usuarios del vehículo privado. Pero su principal virtud, la mejora de la calidad, se convierte, a su vez, en su principal inconveniente, porque también se produce un trasvase importante de usuarios del transporte público existente al SITOD que provoca efectos negativos sobre el medio ambiente y la congestión.

7.4. Indicadores globales en el área A2 y en el AMG.

Para establecer el indicador global de evaluación, según la metodología propuesta en el capítulo 4, es necesaria la normalización de los seis indicadores específicos que, como se observa en la tabla 7.1, tienen unos valores muy diferentes, aunque todos se hayan expresado en porcentajes.

También es necesario establecer unos pesos específicos para cada indicador que tengan en cuenta las preferencias relativas del centro decisor, o por los grupos afectados, por unos aspectos respecto a otros.

7.4.1. Normalización de los indicadores.

El método que se va a utilizar para la normalización de los indicadores es el de las funciones de utilidad, que se propone en el capítulo 4 (véase 4.2.4.2.1). Se va a utilizar una escala [-1,1] por las razones que ya fueron indicadas en dicho capítulo.

La definición de los umbrales máximos y mínimos a los que se les asocia la máxima y mínima utilidad, 1 y -1 respectivamente, se realiza, basándose en los máximos y mínimos teóricos que puede alcanzar cada uno de los indicadores. Pero se utilizarán valores “razonables” que permitan que se alcancen valores próximos a dichos umbrales, para evitar que se produzca una reducción indirecta del peso de alguno de ellos en la utilidad total.

A continuación se describe la función de utilidad propuesta para la normalización de cada uno de los seis indicadores en el área A2 y en el AMG, así como los umbrales máximos y mínimos a los que se les asocia la máxima y mínima utilidad.

7.4.1.1. Variación de la accesibilidad global.

Teniendo en cuenta los valores máximo y mínimo teóricos que puede alcanzar este indicador (1 y -∞ respectivamente), y el hecho de que no se trata de una zona de nuevo desarrollo, se puede considerar que mejoras del 30% en la accesibilidad serán altamente significativas (MFOM, 1996). Por tanto, se adopta como umbral máximo y mínimo para la variación de la accesibilidad los valores de 30% y -30% respectivamente.

La función de utilidad propuesta para el área A2 y el AMG, según las consideraciones del capítulo 4, es no lineal con pendiente creciente. La ecuación que se propone para dicha función de utilidad, teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo que se han definido en el párrafo anterior, es la siguiente:

$$\begin{cases} U_A = +K_A \cdot (\Delta A)^2 & \text{si } \Delta A \geq 0 \\ U_A = -K_A \cdot (\Delta A)^2 & \text{si } \Delta A \leq 0 \end{cases} \quad \text{con } K_A = \frac{1}{30^2} \quad (76)$$

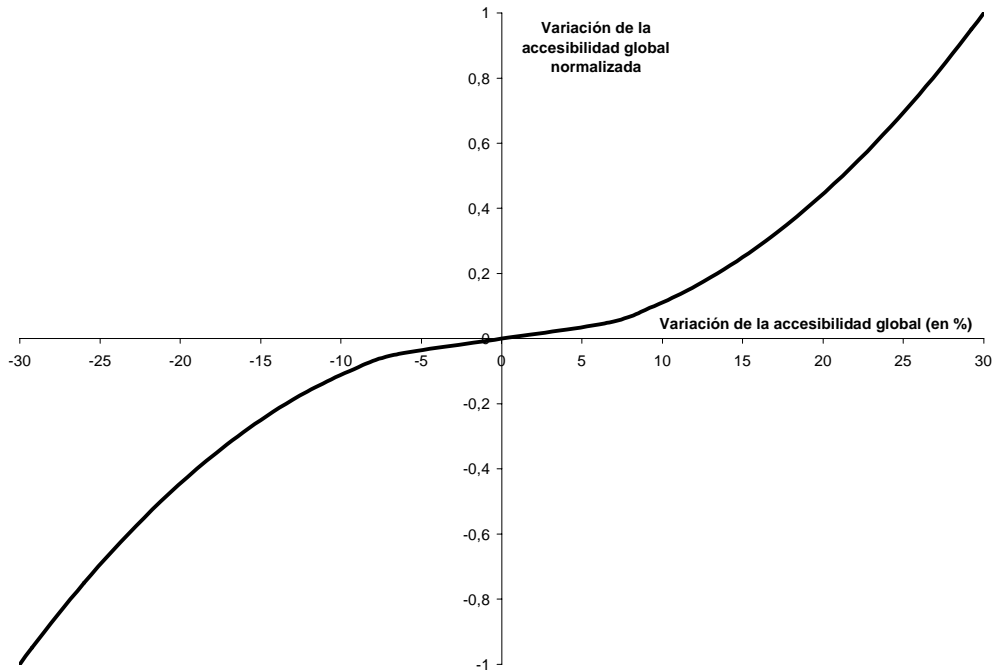


Gráfico 7.1.- Normalización de la variación de la accesibilidad global en el área A2 y en el AMG.

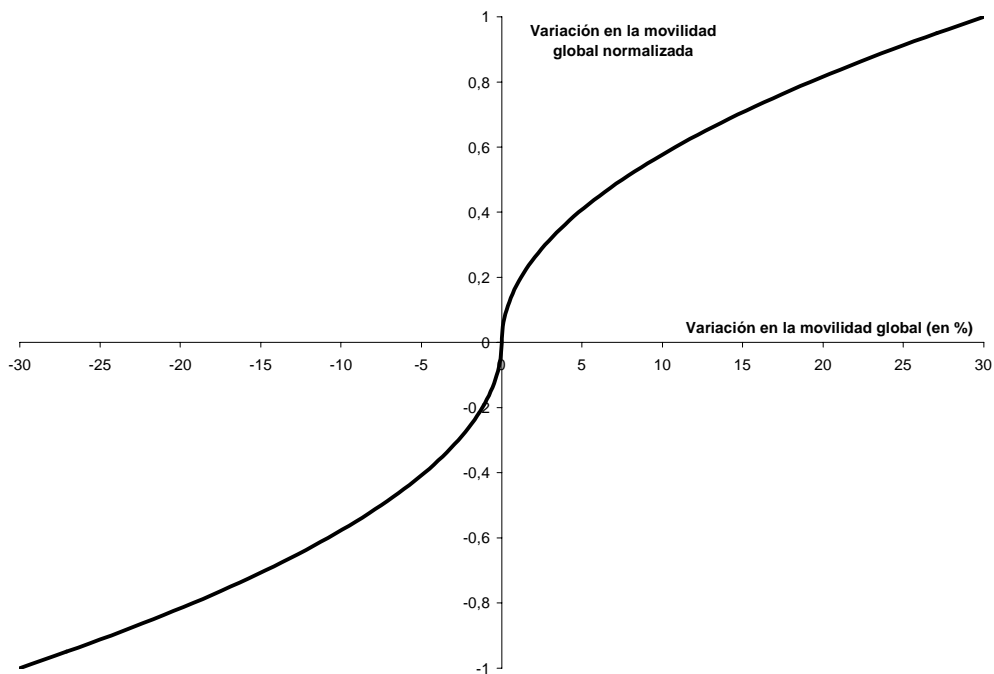


Gráfico 7.2.- Normalización de la variación en la movilidad global en el área A2 y en el AMG.

7.4.1.2. Variación en la movilidad global.

Utilizando las mismas consideraciones realizadas para la variación de la accesibilidad global, se adopta como umbral máximo y mínimo para la variación en la movilidad los valores de 30% y -30% respectivamente.

La función de utilidad propuesta para el área A2 y el AMG, según las consideraciones del capítulo 4, es no lineal con pendiente decreciente. La ecuación que se propone para dicha función de utilidad, teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo que se han definido en el párrafo anterior, es la siguiente:

$$\begin{cases} U_M = +K_M \cdot (\Delta M)^{1/2} & \text{si } \Delta M \geq 0 \\ U_M = -K_M \cdot (\Delta M)^{1/2} & \text{si } \Delta M \leq 0 \end{cases} \quad \text{con } K_M = \frac{1}{30^{1/2}} \quad (77)$$

7.4.1.3. Cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte.

Como se indicó en el capítulo 4, el valor máximo teórico que puede tomar este indicador, en un escenario donde existe un servicio de transporte público alternativo al vehículo privado antes de la puesta en funcionamiento del SITOD, se alcanza cuando todos los usuarios del vehículo privado cambian al SITOD, ningún usuario del transporte público cambia al vehículo privado y no se producen desplazamientos en SITOD debidos a personas que antes no se desplazaban. Y el valor mínimo teórico se produce cuando todos los usuarios del transporte público dejan de utilizar este para utilizar el vehículo privado, ningún usuario del vehículo privado cambia al SITOD o al transporte público convencional, y todas las personas que antes no se desplazaban empiezan a utilizar el SITOD.

AREA	MAXIMO	MINIMO
A2	59%	-47%
AMG	67%	-46%
Fuente: Elaboración propia		

Tabla 7.2.- Umbrales máximos y mínimos para el CMNMP.

Los valores numéricos dependen de la distribución modal en la zona objeto de estudio. Los umbrales máximos y mínimos teóricos, para el cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte, en el área A2 y en el AMG son los que se pueden observar en la tabla 7.2.

Estos valores no es posible que se alcancen nunca debido a la existencia de personas que son cautivas del vehículo privado o del transporte público. Unos valores que se consideran razonables, y que son los que se proponen, serían el 50% de los valores indicados en la tabla 7.2.

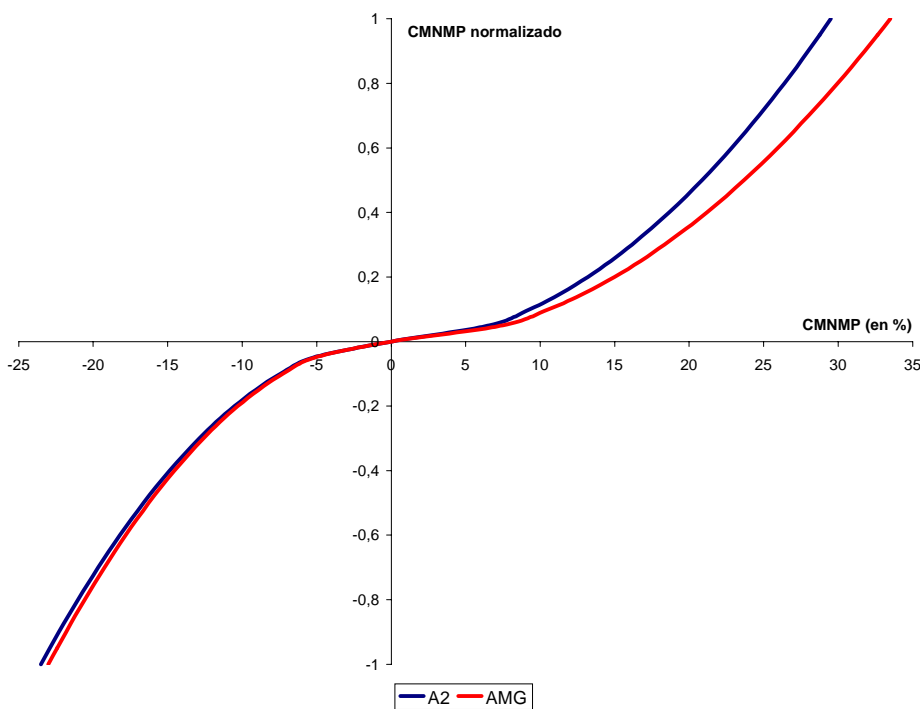


Gráfico 7.3.- Normalización del CMNMP en el área A2 y en el AMG.

La función de utilidad propuesta para el área A2, según las consideraciones del capítulo 4, es no lineal con pendiente creciente. La ecuación que se propone para dicha función de utilidad, teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo que se han definido en el párrafo anterior, es la siguiente:

$$\begin{cases} U_{MP} = +K_{MP} \cdot (CMNMP)^2 & \text{con } K_{MP} = \frac{1}{29,5^2} & \text{si } CMNMP \geq 0 \\ U_{MP} = -K'_{MP} \cdot (CMNMP)^2 & \text{con } K'_{MP} = \frac{1}{23,5^2} & \text{si } CMNMP \leq 0 \end{cases} \quad (78)$$

La función de utilidad propuesta para el área AMG tiene la misma forma que en el área A2, y teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo adoptados (33,5% y -23% respectivamente), es la siguiente:

$$\begin{cases} U_{MP} = +K_{MP} \cdot (CMNMP)^2 & \text{con } K_{MP} = \frac{1}{33,5^2} & \text{si } CMNMP \geq 0 \\ U_{MP} = -K'_{MP} \cdot (CMNMP)^2 & \text{con } K'_{MP} = \frac{1}{23,0^2} & \text{si } CMNMP \leq 0 \end{cases} \quad (79)$$

7.4.1.4. Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD.

El valor máximo teórico que puede tomar este indicador se alcanza si la tarifa del SITOD fuese nula, y depende de las características de los usuarios en cada zona, en el área A2 y en el AMG. El valor mínimo teórico que puede tomar se alcanza si el coste del SITOD fuese el mismo que el de un taxi convencional. Los valores máximos y mínimos para el área A2 y el AMG se pueden observar en la tabla 7.3.

AREA	MAXIMO	MINIMO
A2	100%	-908%
AMG	100%	-610%
Fuente: Elaboración propia		

Tabla 7.3.- Umbrales para el beneficio económico medio para los usuarios del SITOD.

En este caso, sí que se podrían alcanzar valores próximos a estos máximos y mínimos teóricos, por ello se adoptan estos como los umbrales máximos y mínimos.

La función de utilidad propuesta para el área A2, según las consideraciones del capítulo 4, es bilineal con pendientes diferentes para los valores negativos y los positivos. La ecuación que se propone para dicha función de utilidad, teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo que se han definido en el párrafo anterior, es la siguiente:

$$U_B = K_B \cdot \Delta B^* \quad \text{con} \quad \begin{cases} K_B = \frac{1}{100} & \text{si } \Delta B^* \geq 0 \\ K_B = \frac{1}{908} & \text{si } \Delta B^* \leq 0 \end{cases} \quad (80)$$

La función de utilidad propuesta para el área AMG tiene la misma forma que en el área A2, y teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo adoptados (100% y -610% respectivamente), es la siguiente:

$$U_B = K_B \cdot \Delta B^* \quad \text{con} \quad \begin{cases} K_B = \frac{1}{100} & \text{si } \Delta B^* \geq 0 \\ K_B = \frac{1}{610} & \text{si } \Delta B^* \leq 0 \end{cases} \quad (81)$$

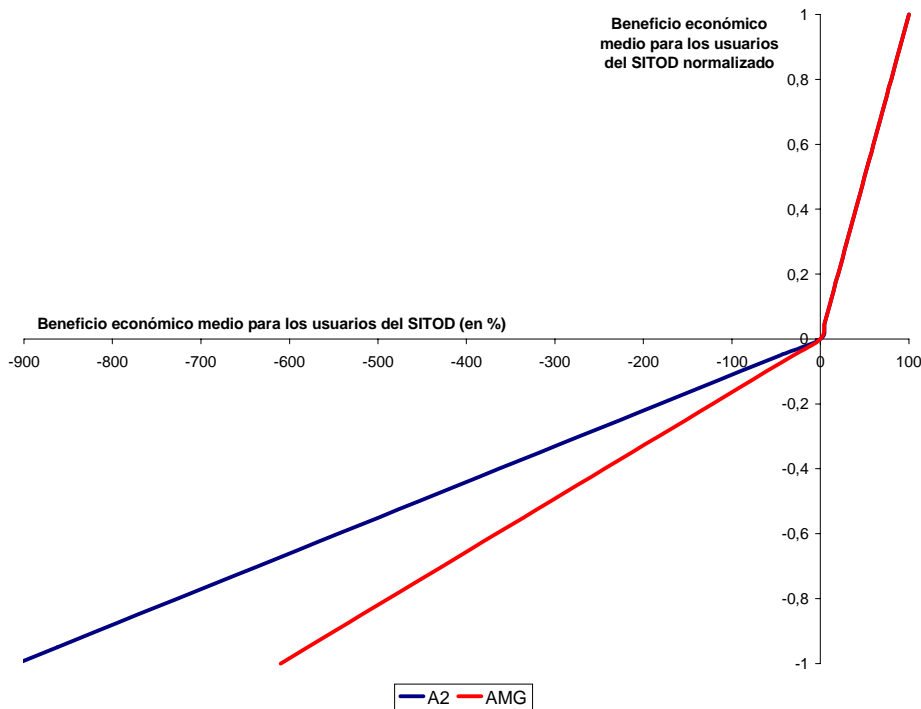


Gráfico 7.4.- Normalización del beneficio económico medio para los usuarios del SITOD en el área A2 y en el AMG.

7.4.1.5. Variación de la contaminación atmosférica.

Se adopta como umbrales máximo y mínimo para la variación de la contaminación atmosférica los valores de 20% y -20% respectivamente (MFOM, 1996).

La función de utilidad propuesta para el área A2 y el AMG, según las consideraciones del capítulo 4, es no lineal con pendiente decreciente. La ecuación que se propone para dicha función de utilidad, teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo que se han definido en el párrafo anterior, es la siguiente:

$$\begin{cases} U_{CA} = +K_{CA} \cdot (\Delta CA)^{1/2} & \text{si } \Delta CA \geq 0 \\ U_{CA} = -K_{CA} \cdot (\Delta CA)^{1/2} & \text{si } \Delta CA \leq 0 \end{cases} \quad \text{con } K_{CA} = \frac{1}{20^{1/2}} \quad (82)$$

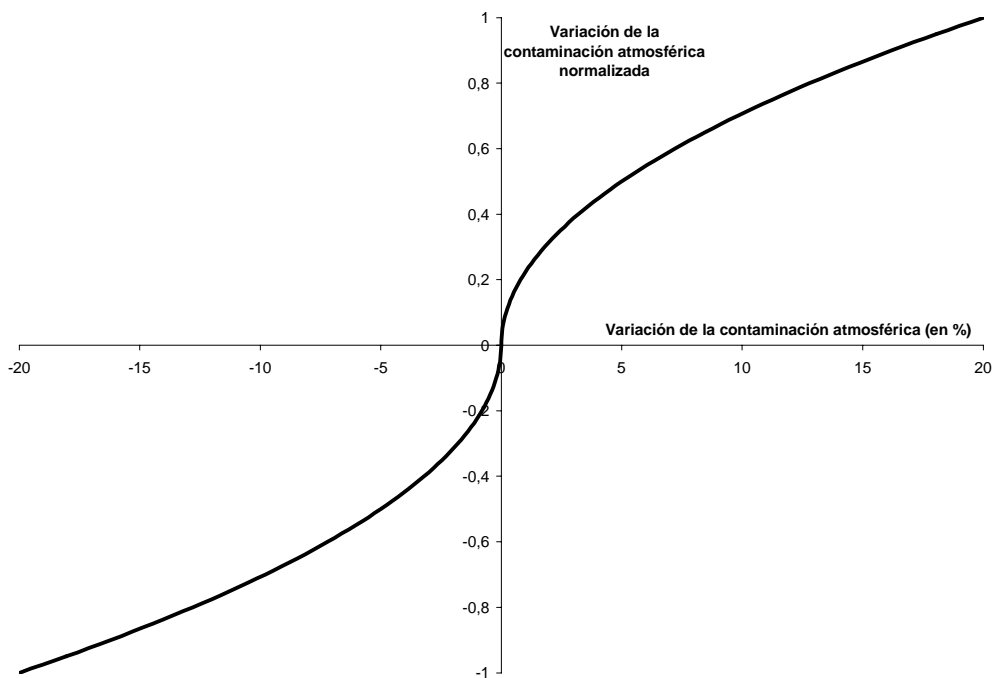


Gráfico 7.5.- Normalización de la variación de la contaminación atmosférica en el área A2 y en el AMG.

7.4.1.6. Variación del impacto por ruido.

Se adopta como umbrales máximo y mínimo para la variación del impacto por ruido los valores de 25% y -25% respectivamente (MFOM, 1996).

La función de utilidad propuesta para el área A2 y el AMG, según las consideraciones del capítulo 4, es lineal. La ecuación que se propone para dicha función de utilidad,

teniendo en cuenta los umbrales máximo y mínimo que se han definido en el párrafo anterior, es la siguiente:

$$U_R = K_R \cdot \Delta R \quad \text{con} \quad K_R = \frac{1}{25} \quad (83)$$

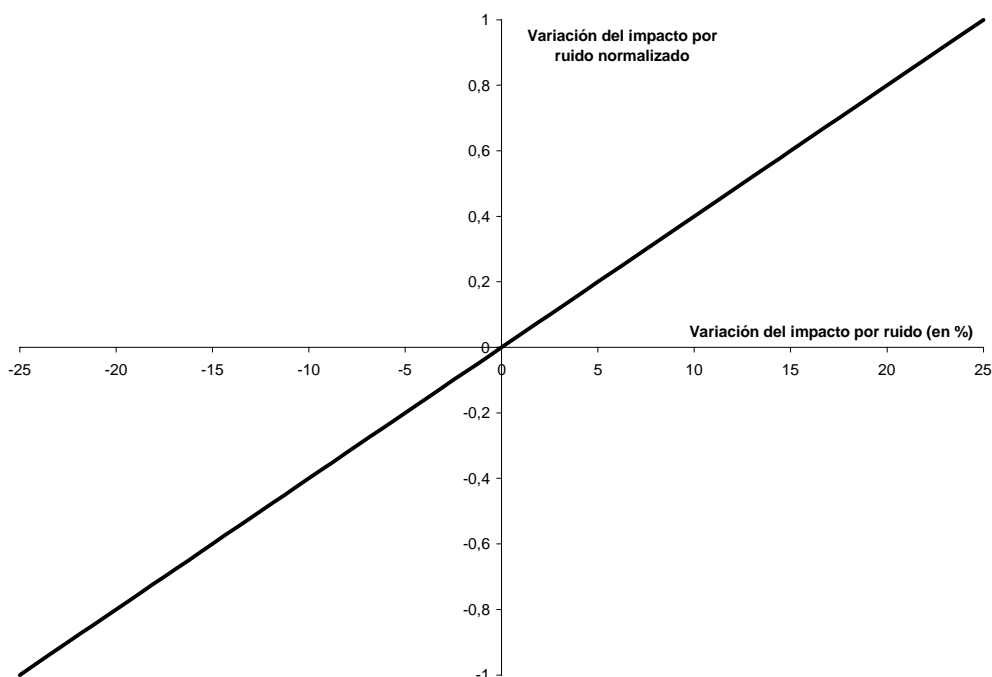


Gráfico 7.6.- Normalización de la variación del impacto por ruido en el área A2 y en el AMG.

INDICADOR	MAXIMO		MINIMO	
	Teórico	Adoptado	Teórico	Adoptado
Variación de la accesibilidad global	100%	30%	- ∞	-30%
Variación en la movilidad global	100%	30%	- ∞	-30%
Cambio modal neto hacia los modos públicos	59%	29,5%	-47%	-23,5%
Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD	100%	100%	-908%	-908%
Variación de la contaminación atmosférica	100%	20%	- ∞	-20%
Variación del impacto por ruido	100%	25%	-100%	-25%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.4.- Valores máximos y mínimos de los indicadores en el área A2.

Los valores máximos y mínimos teóricos que pueden tomar los indicadores específicos y los que se han adoptado como los umbrales máximos y mínimos para la normalización de los mismos, en el área A2 y en el AMG, son los que vienen reflejados en las tablas 7.4 y 7.5 respectivamente.

INDICADOR	MAXIMO		MINIMO	
	Teórico	Adoptado	Teórico	Adoptado
Variación de la accesibilidad global	100%	30%	- ∞	-30%
Variación en la movilidad global	100%	30%	- ∞	-30%
Cambio modal neto hacia los modos públicos	67%	33,5%	-46%	-23%
Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD	100%	100%	-610%	-610%
Variación de la contaminación atmosférica	100%	20%	- ∞	-20%
Variación del impacto por ruido	100%	25%	-100%	-25%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.5.- Valores máximos y mínimos de los indicadores en el AMG.

7.4.2. Determinación de los pesos específicos para cada indicador.

Para la determinación de los pesos específicos para cada indicador se optó por utilizar un procedimiento de tipo Delphi que es muy utilizado en este tipo de evaluaciones (TRANSPRICE, 1999).

El procedimiento que se siguió fue el siguiente:

1. Se reunió a un grupo de expertos y se les pidió que rellenasen un formulario, en el que figuraban los seis indicadores propuestos, indicando el peso que otorgaban a cada uno de ellos.
2. Se obtuvo la media de todos los expertos para cada uno de los seis indicadores.
3. Se les entregó un nuevo formulario en el que figuraba la media obtenida para el grupo, junto con los pesos que ellos habían otorgado en la primera vuelta, de manera que pudiesen modificar, si lo consideraban preciso en función de los resultados obtenidos, los pesos que habían otorgado inicialmente.

4. De nuevo, se obtuvo la media del grupo de expertos para cada uno de los indicadores específicos.

El procedimiento hubiese seguido hasta alcanzar una convergencia que se considerase aceptable. Tras la segunda vuelta no se producen cambios importantes y se considera que la convergencia es aceptable. Los resultados de las dos primeras vueltas son los que se pueden observar en la tabla 7.6.

En el anejo “Formularios para la obtención de los pesos específicos” se pueden observar los formularios utilizados.

INDICADOR	1ª VUELTA		2ª VUELTA	
	Media	Rango	Media	Rango
Variación de la accesibilidad global	18	10-30	18	15-25
Variación en la movilidad global	14	0-25	15	10-20
Cambio modal neto hacia los modos públicos	25	5-60	27	15-40
Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD	19	0-30	17	15-25
Variación de la contaminación atmosférica	14	5-40	13	5-20
Variación del impacto por ruido	10	3-18	10	7-15
TOTAL	100		100	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.6.- Tabla de pesos para los indicadores obtenida con un proceso de tipo Delphi.

7.4.3. Análisis de los indicadores globales.

Los valores de los indicadores específicos en el área A2 y en el AMG, que viene reflejados en la tabla 7.1, una vez normalizados utilizando las funciones de utilidad definidas en el apartado 7.4.1, son los que se pueden observar en la tabla 7.7.

A partir de los pesos preferenciales, w_i , obtenidos mediante la utilización del procedimiento de tipo Delphi descrito en el apartado anterior (tabla 7.6), y de los valores de los indicadores específicos normalizados, U_i , se pueden obtener los indicadores globales de evaluación para el área A2 y el AMG.

Estos indicadores globales, en ambos casos, tanto para el área A2 como para el AMG, adoptan valores positivos (2,253 para el área A2 y 3,675 para el AMG). Teniendo en cuenta las limitaciones de la metodología propuesta, se podría decir que, de forma global, la implantación de un Sistema de Transporte Optimizado a la Demanda en el AMG supondría un pequeño aumento de la utilidad para la población de la zona.

INDICADOR	w _i	U _i	
		Area A2	AMG
Variación de la accesibilidad global	18	0,097	0,046
Variación en la movilidad global	15	0,292	0,221
Cambio modal neto hacia los modos públicos	27	0,229	0,043
Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD	17	-0,334	-0,303
Variación de la contaminación atmosférica	13	-0,326	0,264
Variación del impacto por ruido	10	-0,014	0,009
Indicador global (IG)	100	2,253	3,675

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.7.- Valores normalizados de los indicadores y valor del indicador global de evaluación en el área A2 y en el AMG.

Para determinar las causas de este pequeño aumento de utilidad global para la población del AMG, es necesario analizar detenidamente los valores normalizados de los indicadores específicos y los valores de los pesos relativos de cada uno de ellos.

Se puede observar en la tabla 7.7 y en el gráfico 7.7 que los principales causantes de que este aumento de la utilidad global sea tan pequeño, tanto en el área A2 como en el AMG, son la variación del impacto por ruido y el beneficio económico medio para los usuarios del SITOD. En el área A2, la variación de la contaminación atmosférica también juega un papel importante, siendo esta una de las causas de esa menor utilidad en este área con respecto al resto del AMG.

Como se veía en el apartado 7.3, estas variaciones de la contaminación atmosférica y del impacto por ruido son debidas al cambio modal que se produce por parte de los usuarios del autobús hacia el SITOD. Un beneficio económico medio para los usuarios

del SITOD negativo es inevitable debido a las tarifas del autobús (menores que las del SITOD), a las cortas distancias recorridas por los usuarios del vehículo privado y, sobre todo, al elevado número de aparcamientos gratuitos existentes en el municipio de Granada.

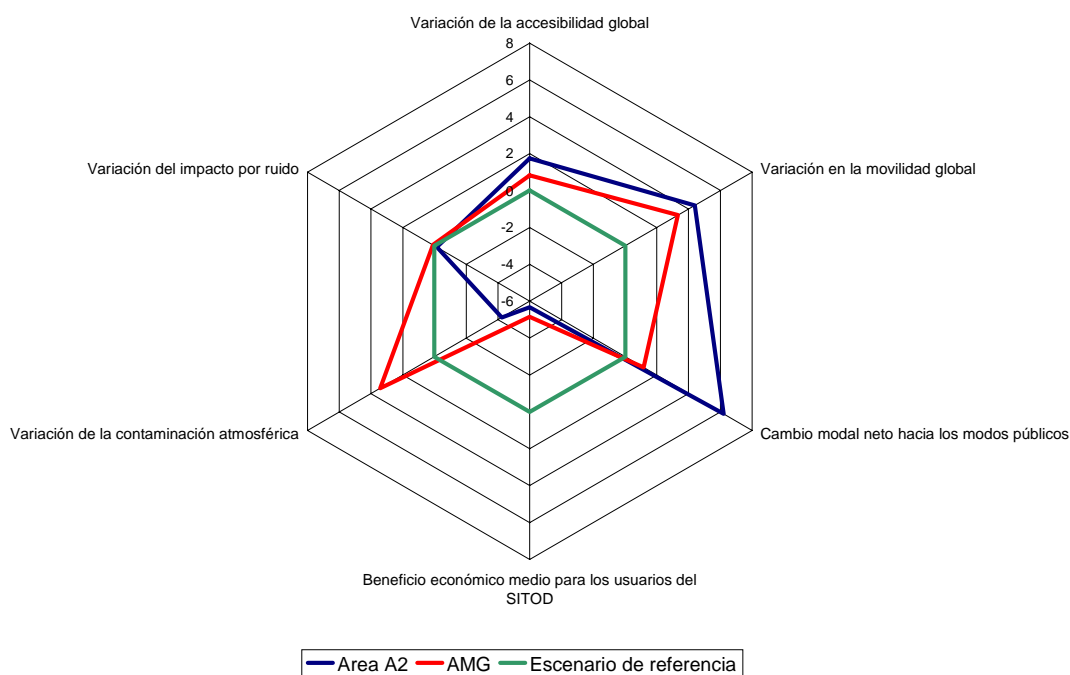


Gráfico 7.7.- Aportación de cada indicador al IG en el área A2 y en el AMG.

Otro factor a tener en cuenta, es el hecho de que el peso obtenido mediante el proceso de tipo Delphi para el beneficio económico medio para los usuarios del SITOD es bastante elevado. Se le ha otorgado un peso del 17%, que es el tercero más elevado, después del obtenido por el indicador del cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte (27%), y el de la variación de la accesibilidad global (18%).

Sin embargo, el principal causante de esta baja utilidad, aunque no de forma directa, es el cambio modal neto hacia el transporte público. Como ya se ha comentado, el CMNTP negativo se debe a los usuarios del autobús que cambian al SITOD. El cambio

de modo de transporte por parte de estos usuarios produce también otra serie de efectos negativos: aumento de la contaminación atmosférica y del ruido en la zona.

7.5. Análisis de la sensibilidad.

Como se ha visto en el apartado anterior, las principales causas de que se produzca este pequeño aumento de utilidad global para la población del AMG son: el cambio modal neto hacia el transporte público y el beneficio económico medio para los usuarios del SITOD. También repercute el hecho de que los pesos otorgados a este último indicador es elevado.

A continuación se va a analizar la sensibilidad del indicador global de evaluación frente a posibles modificaciones de estas tres variables: pesos preferenciales, beneficio económico medio para los usuarios del SITOD, y cambio modal neto hacia el transporte público.

7.5.1. Sensibilidad a los pesos de los indicadores.

Según se definió en el apartado 4.2.4, la actual política de la Unión Europea en materia de transporte supone la gestión de una movilidad sostenible. Dentro de esta línea general es preciso que los objetivos se adapten a las peculiaridades y necesidades de cada zona en concreto.

En el caso de áreas metropolitanas en expansión con problemas de congestión en el núcleo central, como es el caso del AMG, los objetivos serían los siguientes:

- Disminuir el uso del vehículo privado y aumentar el del transporte público
- Disminuir las intensidades de circulación y la congestión en el centro de las ciudades
- Disminuir la contaminación atmosférica, acústica y visual producida por los vehículos privados y mejorar la calidad de vida en las ciudades

- Reducir las pérdidas económicas debidas a los elevados costes para los propietarios de los vehículos (incremento del consumo de combustible,...), para las ciudades (al perder ciertos servicios el atractivo por la dificultad de accesibilidad a los mismos) y para la sociedad al aumentar el índice de accidentalidad
- Disminuir la pérdida de rentabilidad del desplazamiento en transporte público al ser entorpecido en sus trayectorias y ver incrementadas sus demoras

INDICADOR	w _i		U _i			
			Area A2		AMG	
	A*	B ⁺	A*	B ⁺	A*	B ⁺
Variación de la accesibilidad global	18	26	0,097	0,097	0,046	0,046
Variación en la movilidad global	15	0	0,292	0,292	0,221	0,221
Cambio modal neto hacia los modos públicos	27	40	0,229	0,229	0,043	0,043
Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD	17	0	-0,334	-0,334	-0,303	-0,303
Variación de la contaminación atmosférica	13	19	-0,326	-0,326	0,264	0,264
Variación del impacto por ruido	10	15	-0,014	-0,014	0,009	0,009
Indicador global (IG)	100	100	2,25	5,28	3,68	8,07
<p>A*: El IG se calcula utilizando los pesos obtenidos mediante el proceso Delphi.</p> <p>B⁺: El IG se calcula dando un peso nulo a la variación en la movilidad global y al beneficio económico medio para los usuarios del SITOD. El peso otorgado a estos dos indicadores, mediante el proceso Delphi descrito en el apartado 7.4.2, se distribuye entre los otros cinco indicadores, proporcionalmente a sus correspondientes pesos, de tal forma que la suma siga siendo 100.</p>						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.8.- Sensibilidad a los pesos de los indicadores.

Se puede observar que los indicadores de variación de la accesibilidad global, CMNMP, variación de la contaminación atmosférica y variación del impacto por ruido, reflejan con bastante precisión las necesidades u objetivos perseguidos en un área metropolitana como la de Granada. Sin embargo, los indicadores de variación en la movilidad global y el de beneficio económico medio para los usuarios del SITOD, no forman parte de los objetivos prioritarios para un área metropolitana en expansión.

Según estas consideraciones se les debería otorgar un peso nulo a estos dos indicadores (movilidad y beneficio). En la tabla 7.8 se muestra las modificaciones que se producen en el indicador global de evaluación si se da un peso nulo a los indicadores de variación en la movilidad global y de beneficio económico medio para los usuarios del SITOD. El peso otorgado a estos dos indicadores, mediante el proceso Delphi descrito en el apartado 7.4.2, se distribuye entre los otros cinco indicadores, proporcionalmente a sus correspondientes pesos, de tal forma que la suma siga siendo 100.

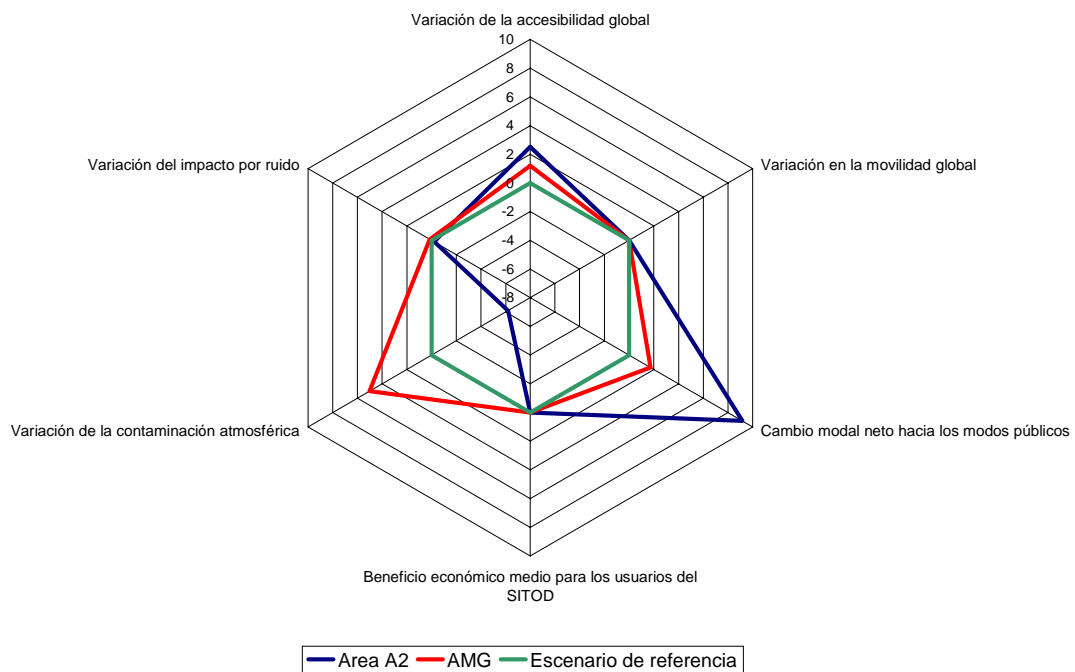


Gráfico 7.8.- Aportación de cada indicador al IG en el área A2 y en el AMG considerando pesos nulos para los indicadores de variación en la movilidad global y de beneficio económico medio para los usuarios del SITOD.

Según se observa en dicha tabla, estas modificaciones de los pesos tienen el mismo efecto en el AMG y en el área A2. En ambos casos se produce un aumento significativo (aumentando en más de un 200%) de la utilidad global para la población: en el área A2 se pasa de un valor de IG de 2,25 a 5,28, y en el AMG se pasa de 3,68 a 8,07.

7.5.2. Sensibilidad al coste del aparcamiento.

Tal y como se indicó con anterioridad, los motivos principales por los que se produce un beneficio económico medio para los usuarios del SITOD negativo son: las tarifas del autobús (menores que las del SITOD), las cortas distancias recorridas por los usuarios del vehículo privado y, sobre todo, al elevado número de aparcamientos gratuitos existentes en el municipio de Granada.

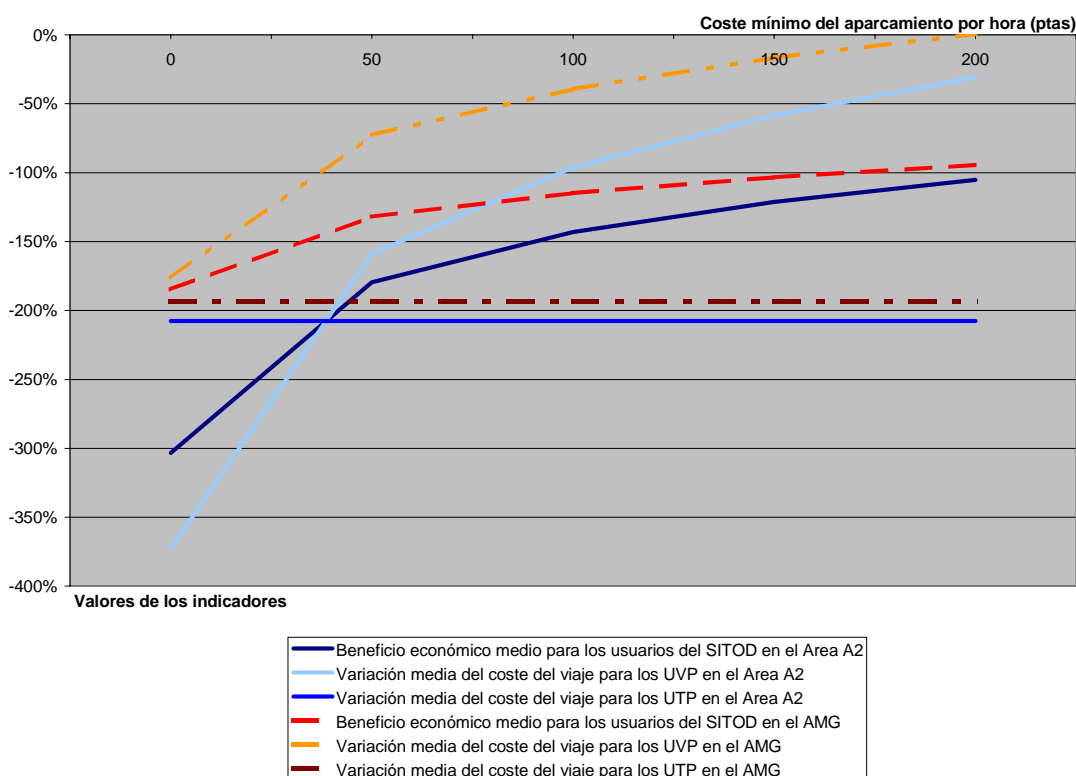


Gráfico 7.9.- Sensibilidad de los indicadores de beneficio a los costes de aparcamiento.

Este beneficio se puede modificar mediante políticas de limitación de los aparcamientos gratuitos en el municipio de Granada, y de tarificación de los mismos. En el gráfico 7.9 se puede observar la sensibilidad que presentan los indicadores de beneficio económico medio para los usuarios del SITOD, la variación media del coste del viaje para los UVP y para los UTP, tanto en el área A2 como en el AMG, si se aplican políticas de este tipo.

Se han estudiado cinco casos: que no exista un coste mínimo de aparcamiento por hora (situación actual), o que existan costes mínimos de 50, 100, 150 y 200 pesetas.

Como era de esperar, salvo en la variación media del coste del viaje para los UTP, se observa que, en todos los casos, se produce una disminución importante del incremento del coste medio para los usuarios del SITOD. Es de señalar que la mayor variación se produce cuando se pasa de la situación actual, o coste mínimo de aparcamiento nulo, a tener un coste mínimo de aparcamiento de 50 pesetas.

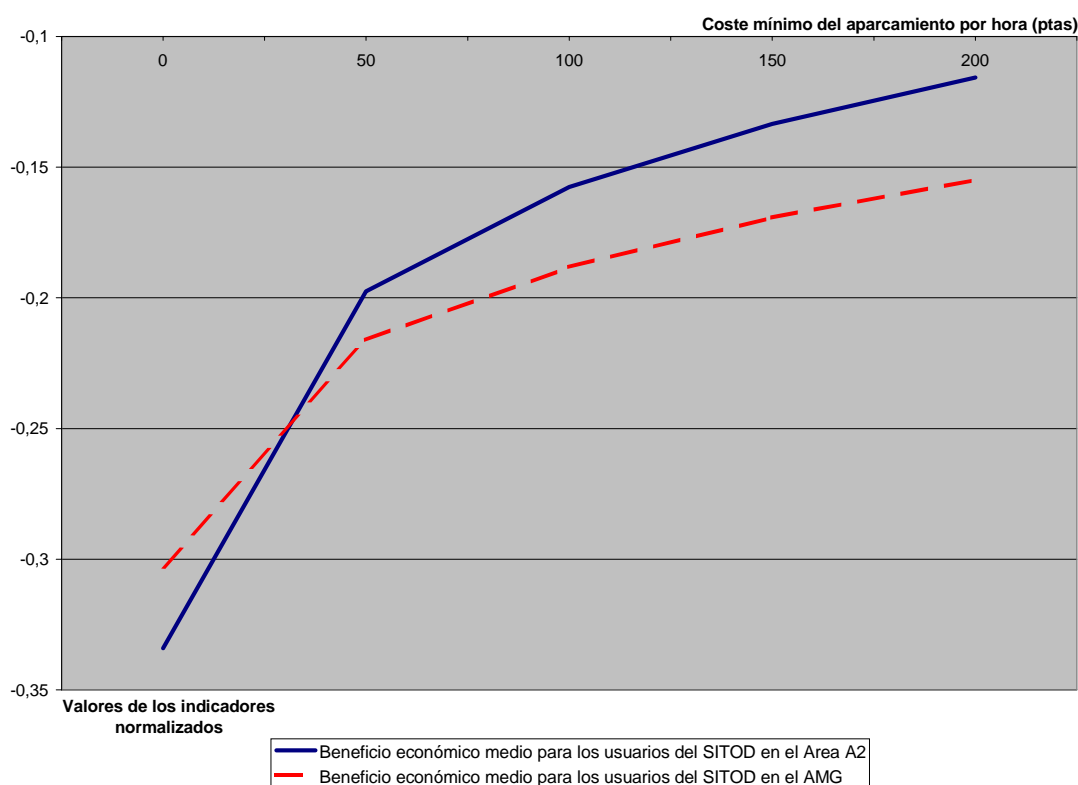


Gráfico 7.10.- Sensibilidad de los indicadores del beneficio económico medio para los usuarios del SITOD normalizados a los costes de aparcamiento.

Estas variaciones se pueden trasladar directamente a los indicadores de beneficio económico medio para los usuarios del SITOD normalizados, tanto en el área A2 como en el AMG, tal y como se puede observar en el gráfico 7.10, y al índice global de evaluación, como se observa en el gráfico 7.11.

Analizando el gráfico 7.11, se observa que el hecho de imponer un coste mínimo de aparcamiento en el AMG, por pequeño que este sea, es una medida complementaria que puede modificar de forma importante la utilidad global del SITOD para la población de la zona.

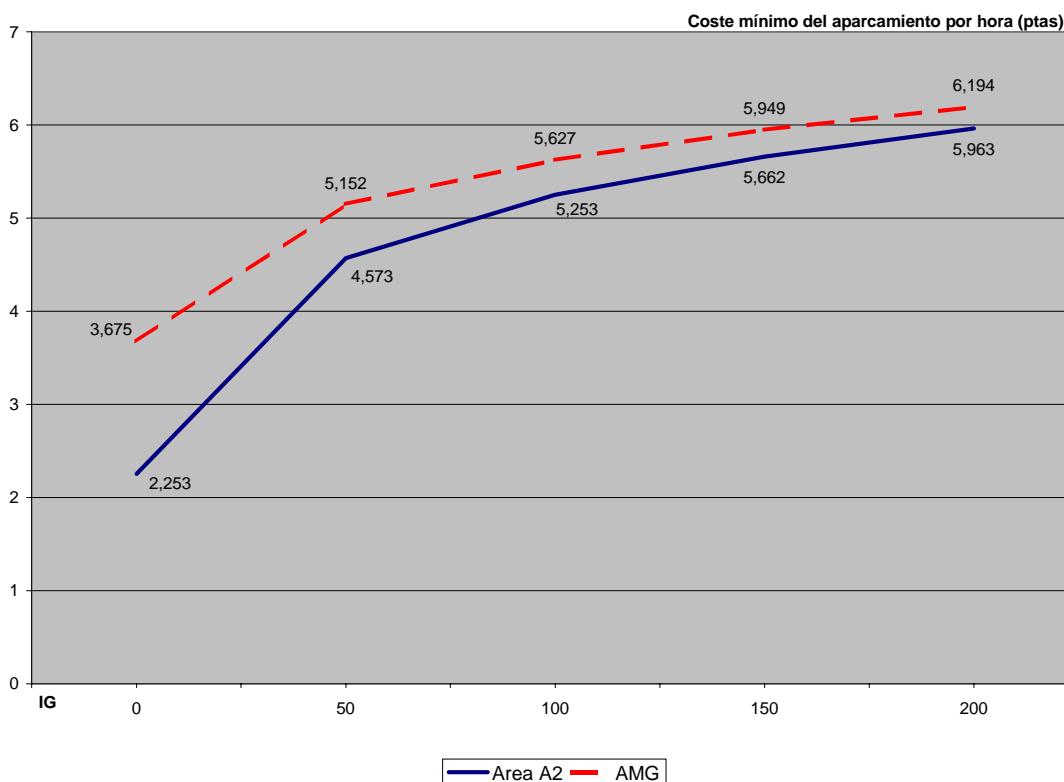


Gráfico 7.11.- Sensibilidad del IG a los costes de aparcamiento.

7.5.3. Sensibilidad al cambio modal neto hacia el transporte público.

Según se indicaba en el apartado 7.4.3, el motivo principal de la obtención de una utilidad global tan pequeña para la población de la zona al implantar un Sistema de Transporte Optimizado a la Demanda, es el cambio modal que se produce desde el autobús hacia el SITOD. Este cambio modal afecta directamente al CMNTP y al CMNTD, e indirectamente a la variación de la contaminación atmosférica y a la variación del impacto por ruido.

Si se pudiese evitar que se produjese este trasvase de usuarios del autobús hacia el SITOD, los indicadores globales de evaluación, tanto en el área A2 como en el AMG, alcanzarían valores mucho mayores, como se puede observar en la tabla 7.9.

Se puede observar como el hecho de que no se produzca un cambio modal desde el autobús hacia el SITOD provoca cambios importantes en los valores de los indicadores de variación de la contaminación atmosférica y del impacto por ruido. Los indicadores normalizados de la variación en la movilidad global, el de cambio modal neto hacia los modos públicos de transporte y el de beneficio económico medio para los usuarios del SITOD no experimentan ninguna modificación. El indicador normalizado de la variación en la accesibilidad global disminuye, lo que significa que se produce una disminución en la accesibilidad.

INDICADOR	w _i	U _i			
		Area A2		AMG	
		A*	C ⁺	A*	C ⁺
Variación de la accesibilidad global	18	0,097	0,024	0,046	0,007
Variación en la movilidad global	15	0,292	0,292	0,221	0,221
Cambio modal neto hacia los modos públicos	27	0,229	0,229	0,043	0,043
Beneficio económico medio para los usuarios del SITOD	17	-0,334	-0,410	-0,303	-0,289
Variación de la contaminación atmosférica	13	-0,326	1,000	0,264	1,000
Variación del impacto por ruido	10	-0,014	0,359	0,009	0,438
Indicador global (IG)	100	2,25	20,62	3,68	17,04
A*: El IG se calcula utilizando el cambio modal real que se produce desde el autobús hacia el SITOD.					
C ⁺ : El IG se calcula suponiendo que no se produce un cambio modal desde el autobús hacia el SITOD.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.9.- Sensibilidad al cambio modal neto hacia el transporte público.

En los gráficos 6.30 y 6.31 se observa, como se ven afectadas las aportaciones de cada uno de los indicadores específicos en la formación del indicador global de evaluación, en el área A2 y en el AMG respectivamente. El único indicador que sigue contribuyendo negativamente en la formación de IG es el beneficio económico para los usuarios del SITOD. Sin embargo, en este caso, cuando no se produce cambio modal

del transporte público hacia el SITOD, esa contribución negativa es compensada sobradamente por los demás indicadores, dando como resultado una evaluación global del SITOD mucho más positiva.

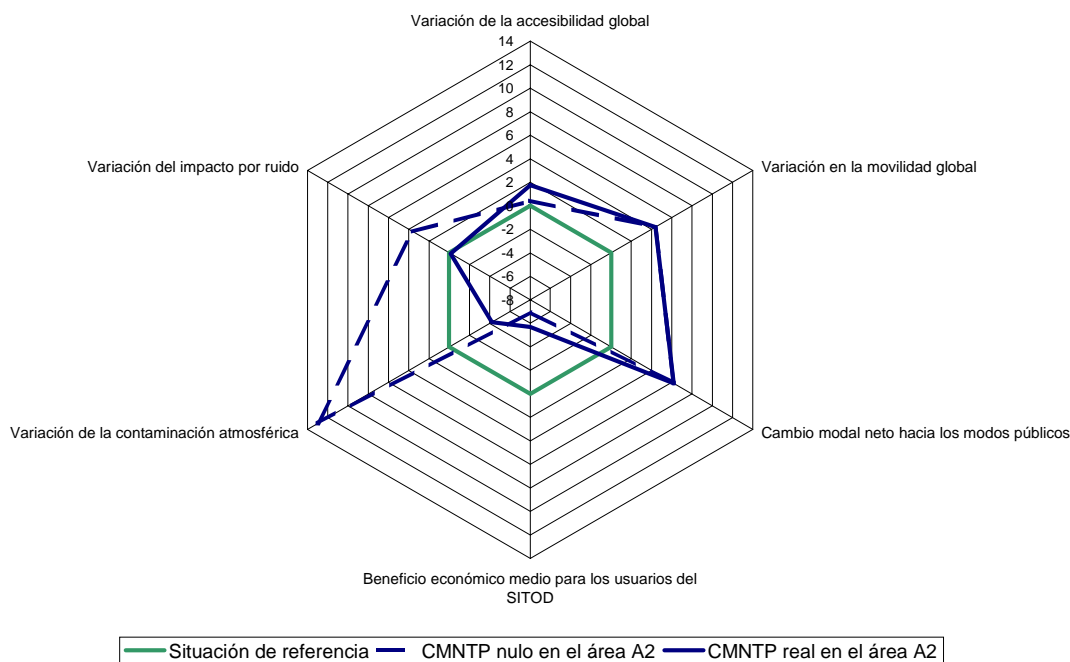


Gráfico 7.12.- Influencia del CMNTP sobre la aportación de cada indicador al IG en el área A2.

Sin embargo, resulta muy difícil, por no decir imposible, evitar que se produzca un cambio modal de los usuarios del transporte público hacia el SITOD. Se pueden utilizar políticas tarifarias, aumentando el precio del SITOD, para que no sea atractivo para los actuales usuarios del autobús. Sin embargo este tipo de medidas provocará también una pérdida de usuarios procedentes del vehículo privado, que dejaran de encontrarlo rentable, salvo que estos aumentos en la tarifa del SITOD vayan también acompañados por otras medidas de similar índole en el campo del vehículo privado: peajes urbanos, eliminación de los aparcamientos gratuitos, subida de las tarifas de estos, etc.

No obstante, este trasvase de usuarios del autobús hacia el SITOD que, como se ha visto, es el principal causante de obtener una evaluación global muy baja, no es posible que se produzca si no existe un transporte público alternativo al vehículo privado. En el AMG esto no se produce de forma general, pero sí que se produce en determinadas franjas horarias: durante la noche. Por tanto, si el SITOD funcionase con horario nocturno, obtendría una evaluación global muy positiva.

El problema fundamental en este horario es la falta de demanda. Ante una ausencia de demanda este servicio no sería rentable, y no se podría considerar un índice de ocupación de los vehículos de 2,5 viajeros por vehículo. Sin embargo, en el AMG, al tratarse de una zona con un elevado número de estudiantes universitarios, los viernes y sábados por la noche se producen un elevado número de desplazamientos motorizados, que tienen como única alternativa al vehículo privado el taxi. Debido al elevado coste de este medio de transporte, la utilización del vehículo privado es mayoritaria.

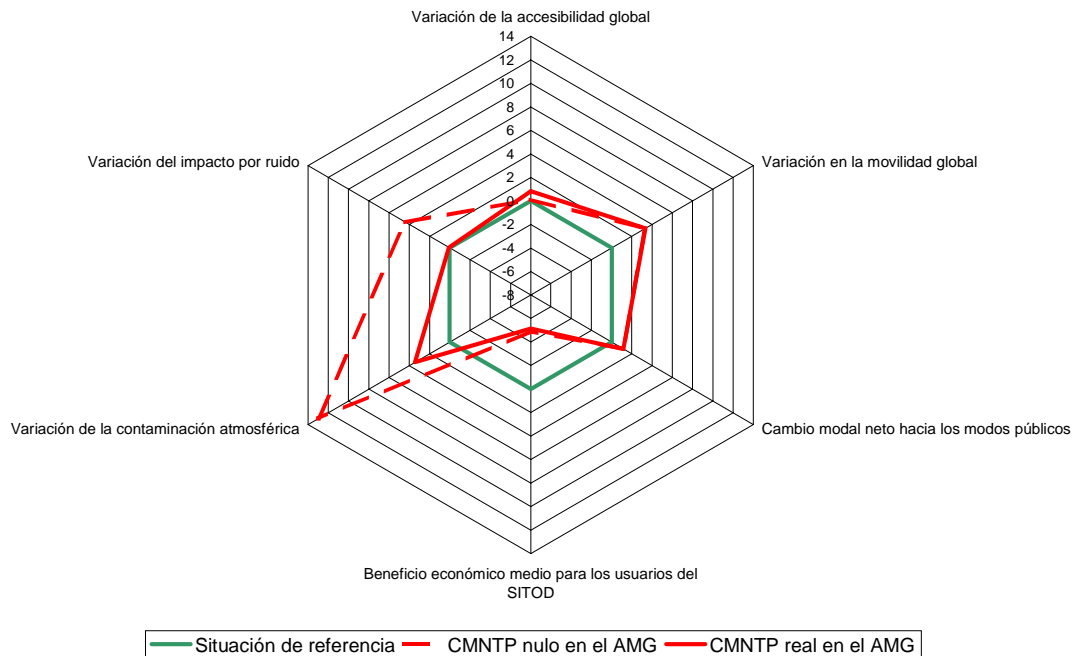


Gráfico 7.13.- Influencia del CMNTP sobre la aportación de cada indicador al IG en el AMG.

Se podría afirmar que la implantación de un SITOD, bajo estas condiciones, obtendrá una evaluación global positiva. A esta utilidad global positiva para la población de la zona habría que añadir la disminución del índice de accidentalidad en la zona, que es muy elevado en los jóvenes sobre todo durante los fines de semana, días festivos y horario nocturno.

7.6. Medidas de gestión propuestas.

A la vista de las consideraciones realizadas en los apartados anteriores, las medidas a estudiar para intentar dar solución a los efectos negativos analizados, y para realizar una adecuada gestión de la movilidad, tanto en los municipios de Cenes de la Vega y de Pinos Genil, como en el resto de los municipios del AMG, se deben orientar a la captación de un mayor número de usuarios del vehículo privado y a disminuir el trasvase de los procedentes del autobús. En este sentido se proponen las siguientes actuaciones:

- Puesta en marcha de medidas de publicidad, marketing e información resaltando las ventajas del SITOD, para captar usuarios del vehículo privado reticentes a la utilización del transporte público.
- Medidas restrictivas para el transporte privado: vías cortadas al tráfico del vehículo privado, eliminación de los aparcamientos gratuitos, limitación del espacio y del tiempo disponible para aparcar, aumento de las tarifas de los aparcamientos, etc.
- Aumento de las tarifas del SITOD, para evitar el trasvase de usuarios del autobús al SITOD.
- Fomento de la construcción de infraestructuras de apoyo al transporte público, como carriles reservados, que también puedan ser utilizados por el SITOD, que permitan mejorar la calidad del servicio convencional de autobuses, al aumentar sus velocidades de circulación y disminuir sus

tiempos de recorrido. Este tipo de medidas ayudarán a evitar que se produzca un cambio modal del autobús al SITOD.

Se deduce que el principal problema para la evaluación global positiva del SITOD es el cambio modal producido por parte de los usuarios del autobús hacia el SITOD. Este inconveniente es difícil de solventar sin aplicar otra serie de medidas complementarias. Sin embargo, este problema no se presenta si no existe un servicio de transporte público alternativos al vehículo privado, como ocurre en horario nocturno.

Se observa que la solución de compromiso adoptada por el Ayuntamiento de Granada para solventar una serie de problemas de índole legal (véase 5.8.4), y poder poner en marcha el SITOD con la mayor celeridad posible (horario de funcionamiento: viernes y sábados de 10 de la noche a 6 de la mañana), sería la única que obtendría una evaluación positiva. Por tanto, se propone que la oferta de servicios del SITOD se oriente en esta dirección.

