

Efectos sobre el tiempo de viaje de un pedal de aceleración activo

- Ciudad de Lund. Suecia -

David Hernando*

Departamento de tecnología y sociedad. Buzón 118, Universidad de Lund, Lund, SE 221 00, Suecia.

Abstract

Los efectos sobre la velocidad han sido estudiados durante largo tiempo, mediante estudios de campo, con un sistema interno instalado en los vehículos para la adaptación de la velocidad en la ciudad de Lund (Suecia). El pedal de aceleración activo fue instalado en 284 coches, el cual ejerce una contrafuerza sobre el pedal del acelerador al alcanzar el límite de velocidad impuesto. Toda la información fue almacenada en LundaISA. Este estudio ha comparado el comportamiento de los conductores y el tiempo de viaje, antes que el pedal fuese activado y siete meses más tarde en diferentes tipos de calle. Los resultados muestran un pequeño, pero estadísticamente significativo, incremento en el tiempo de viaje en calles con límites de velocidad altos, así como tiempos de viaje constantes en las calles con límites de velocidad bajos y con más interferencias del resto de usuarios. Además, los retrasos disminuyen cuando se conduce a través del área de influencia de una intersección, sin excesivas interferencias y bajo un límite de velocidad intermedio que permita conducir de una forma más específica. En las calles más céntricas, las condiciones del tráfico y el diseño de las intersecciones están por encima de los efectos creados por el pedal de aceleración activo.

Keywords: Pedal de Aceleración Activo (AAP); Lund; Tiempo de viaje; Retraso; Período anterior/posterior al AAP.

1. Antecedentes

Numerosos estudios han demostrado la relación entre el exceso de velocidad y los accidentes de tráfico (Nilsson 1982; Finch et al. 1994). Actualmente, la adaptación de la velocidad ofrece otra alternativa a los conductores para reducir el número de víctimas debido a las altas velocidades (IEE., 2004), frente al incremento de las sanciones que tan buenos resultados está dando, como en Francia, donde los accidentes con víctimas mortales se han reducido un 20,8% (consumer.es. 2004).

Desde hace 20 años se vienen estudiando con gran interés los efectos positivos de los limitadores de velocidad, según Várhelyi, 1996, se disminuirían las velocidades excesivas mejorando la seguridad, y se mantendría la velocidad media constante ya que los conductores que circulan por debajo del límite de velocidad incrementarían su velocidad, ya sin miedo. Siguiendo esta línea, the Swedish National Road Administration realizó durante el período 1999-2002, una serie de pruebas dentro del Intelligent Speed Adaptation (ISA) Project. Fueron probados diferentes tipos de limitadores en cuatro ciudades del país, en Lund, se utilizó un pedal de aceleración activo (AAP).

Fueron 289 los vehículos equipados con dicho acelerador, el cual ejercía una contrafuerza cuando el vehículo alcanzaba el límite de velocidad de la vía. Los coches eran localizados constantemente mediante un sistema de GPS y una pantalla mostraba la velocidad instantánea. Para poder superar el límite, el conductor podía hacerlo ejerciendo una fuerza superior sobre el pedal, de hasta tres o cinco veces superior.

Las pruebas se llevaron a cabo durante siete meses, desde Noviembre del 2000 hasta Mayo del 2001, sobre 284 vehículos equipados por toda la ciudad. Toda la información sobre la conducción fue almacenada en una base de datos (LundaISA), antes y después de que el sistema fuese activado.

Después de las pruebas, los conductores mejoraron su comportamiento sobre el vehículo y hacia el resto de usuarios, aunque ello incrementase su frustración al volante (Hjälmdahl, M., Várhelyi, A., 2003). Además, se demostró que la distribución de velocidades se volvía más suave, con menores aceleraciones/deceleraciones (Várhelyi, et. al. 2003).

Incluso se ha demostrado (Hegeman, 2002) que adaptando la velocidad, se puede llegar a sustituir los semáforos, bajo determinadas condiciones de tráfico. Todo esta encaminado para dar mayores argumentos a favor de la adaptación inteligente de la velocidad.

* Autor correspondiente. Tel.: +34 626 245 253.

Dirección e-mail: davidhernandomartinez@hotmail.com.

2. Objetivo e hipótesis.

Muchos son los resultados y descubrimientos a partir de los estudios de campo. Se demostraron reducciones significativas sobre las velocidades medias más elevadas, lo cual muestra el gran potencial en cuanto a seguridad en carretera después de siete meses con el dispositivo activado, y todo ello a pesar de que aparentemente el tiempo de viaje permanece constante, excepto en las vías con mayor límite de velocidad (70km/h).

Esta paradoja ya fue planteada (Várhelyi, et. al., 2003); ¿Dónde se recupera parte del tiempo de viaje una vez se ha demostrado que se disminuye las altas velocidades?; ¿Cómo afecta el AAP en la conducción una vez los usuarios ya se han adaptado? El objetivo de este estudio es responder a estas preguntas.

Para ello el estudio se centra en tres posibles situaciones, comparándolas en dos periodos de tiempo diferentes, el primero justo antes de que el AAP fuese activado (periodo anterior), y siete meses de la activación (periodo posterior), una vez los conductores han tenido tiempo de adaptarse.

La primera posibilidad es que el retraso en el tiempo de viaje provocado por una intersección disminuya. La segunda, es que el perfil de velocidades sea más suave dentro del área de interferencia. Finalmente, que la proporción de coches que paran justo antes de la intersección sea inferior cuando se conduce con el AAP. Para ello, las hipótesis que trata el estudio son las siguientes: (1) El tiempo de viaje en zonas urbanas permanece constante a pesar de que las velocidades son más bajas; (2) El retraso en el tiempo de viaje originado por influencia de las intersecciones disminuye; (3) Disminución de las aceleraciones y deceleraciones; (4) Los vehículos detenidos relacionados al total de vehículos que circulan disminuye.

3. Análisis.

3.1. Información y selección de calles

Toda la información recogida de los 284 vehículos durante los siete meses fue identificada, organizada y almacenada en una base de datos llamada LundaISA. Dentro, es posible encontrar información sobre la fecha, tiempo, posición, límite de velocidad, dirección... así como la velocidad de conducción, un barrido de cinco valores por segundo, para cada coche equipado.

A partir de estos datos, el departamento de ingeniería del tráfico de la universidad técnica de Lund, dentro del documento “*delrapport 13 LundaISA*” (Hjälmdahl, M., Várhelyi, A., Almqvist, S., 2002), realizó un análisis de velocidades punto a punto, de manera que era posible encontrar para cada período de tiempo, la velocidad media de todos los vehículos en una sección de cinco metros, para todo tipo de calles y en toda su longitud. La otra fuente de información complementaria, ha sido la propia base de datos LundaISA directamente, donde a través de un código específico, se obtiene el perfil de velocidades para cualquier vehículo que circulase por la ruta deseada, justo la semana anterior a la activación del dispositivo, así como para la última semana del séptimo mes.

Las calles se dividen en cuatro grupos, en función del límite de velocidad y de la frecuencia de interacción con otros usuarios. La única condición que debían cumplir era que durante los siete meses que duraron los ensayos, éstos no se viesen afectados por cambios en la vía o cualquier otro condicionante externo. Es el mismo criterio utilizado en el estudio previo (Hjälmdahl, M., Várhelyi, A., Almqvist, S., 2002).

El *primer grupo* está formado por seis calles arteriales con 70km/h como límite de velocidad. El *segundo grupo*, formado por nueve calles principales,

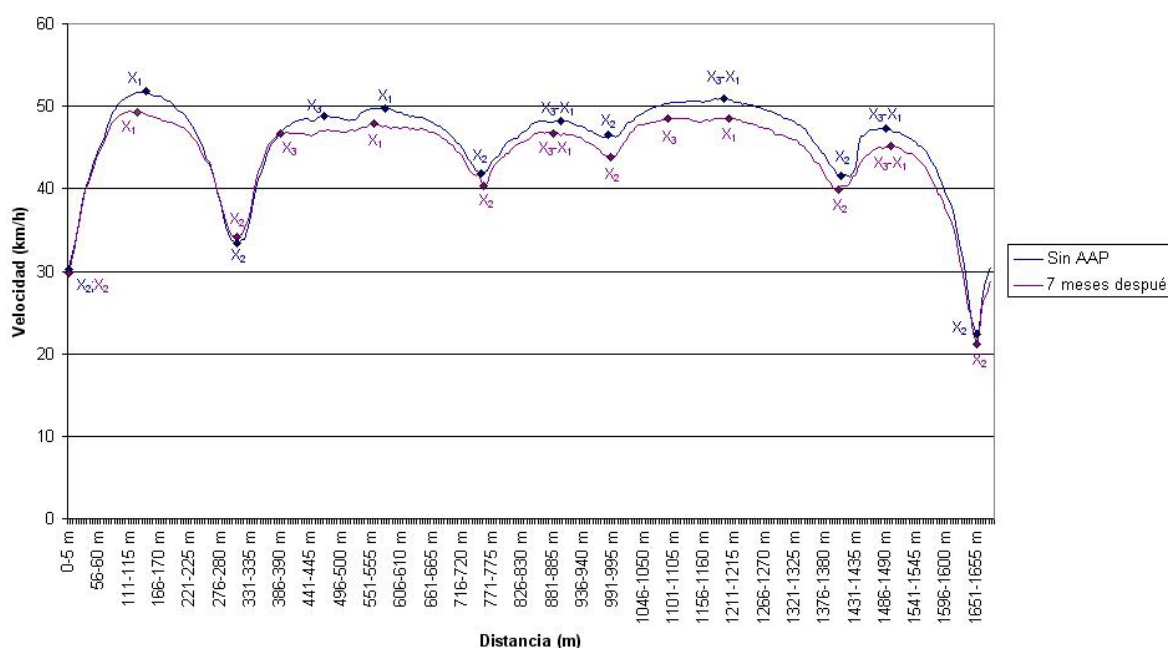


Fig 1. Perfil de velocidades medias de una calle principal. Antes de activar el AAP y después de siete meses uso. Ejemplo gráfico de la separación por puntos entre conducción libre y bajo la influencia de una intersección.

con 50km/h como límite de velocidad pero con poca influencia del resto de usuarios de la vía, de tal forma que les resultase fácil a los conductores alcanzar el límite de velocidad. El *tercer grupo* también está formado por el mismo tipo de calles, diez en total y con 50km/h como límite de velocidad, aunque más céntricas al tener mayor número de interferencias. Finalmente, el *cuarto grupo* está formado por seis calles céntricas donde el límite de velocidad es de 30km/h.

Tabla 1. Clasificación por grupos del total de interferencias

Grupo	Núm. de calles	Núm. de interferencias
Primero	6	17
Segundo	9	45
Tercero	10	31
Cuarto	6	15

3.2. Test de hipótesis

Para poder comparar los mismos valores en los dos periodos de tiempo, se han identificado las intersecciones significativas mediante tres puntos. El primero X_1 en la sección de cinco metros donde los conductores empiezan a decelerar, el segundo punto X_2 es el marcado por la velocidad mínima, y el tercero X_3 es el punto donde dejaban de acelerar. De esta manera, se han clasificado todos los puntos donde los conductores muestran un cambio de conducta, con y sin influencia de la intersección.

La tercera variable a encontrar es el tiempo de viaje medio, obtenido a partir de la velocidad media sección a sección de cinco metros.

Los diferentes valores de las tres variables se han clasificado en tablas punto a punto y para todas las calles.

De esta manera, se han calculado los diferentes valores para el test de las tres primeras hipótesis. Para la primera, el tiempo de viaje medio a lo largo de la longitud total de una calle, sumando los obtenidos para cada sección de cinco metros. Para la segunda, el retraso como la diferencia entre el tiempo imaginario sin intersección y el tiempo de viaje real, a partir de una distancia de referencia fijada por el primer periodo de tiempo, lo cual ha obligado a redefinir las tres variables en estos nuevos puntos. Y finalmente, para la tercera se calculan las aceleraciones y deceleraciones medias a partir de la división entre la variación de velocidad por el tiempo de viaje entre esos dos puntos.

Para la cuarta hipótesis, se ha calculado el ratio de los coches que se detenían antes de una intersección frente al total de coches que circulaban por la vía.

4. Resultados.

4.1. Hipótesis 1

El tiempo de viaje aumenta ligeramente para los tres primeros grupos de calles. Este incremento es mayor cuando el límite de velocidad impuesto es de 70km/h, con un valor medio del 5,09%. Un valor que concuerda con la diferencia entre velocidades medias, donde la disminución de la velocidad media de toda la calle (4,68%) conduciendo con el AAP, es sensiblemente inferior al descenso de las velocidades máximas (6,58%) debido a que solo en algunos tramos libres de interferencias se conduce con el sistema imponiendo la velocidad máxima de la vía.

Los resultados también muestran un aumento, aunque inferior, para las calles con límite de velocidad de 50km/h, con valor medio del 3,48% para las calles donde se alcanza con facilidad el valor límite, e inferior, con un 2,89% para el grupo con mayor interferencias con el resto de usuarios. Para el tercer grupo de calles, la diferencia entre velocidades medias vuelve a ser razonable aparentemente, inferior al primer grupo ya que al ser calles más céntricas resulta más difícil alcanzar el límite de velocidad. Sin embargo, para el segundo grupo de calles, la diferencia entre las velocidades es mayor, es decir, las velocidades máximas se ven limitadas en mayor medida, aunque la velocidad media no se ve tan afectada por el AAP.

Finalmente, los resultados no pueden demostrar un incremento en el tiempo de viaje para las calles céntricas con 30km/h como límite de velocidad. Este hecho se refleja también en la velocidad media, donde permanece constante prácticamente, a pesar de que las velocidades máximas disminuyen sensiblemente.

4.2. Hipótesis 2

Los resultados no pueden mostrar que el retraso en el tiempo de viaje, debido a la influencia de las intersecciones, disminuya para el grupo de calles arteriales con un límite de velocidad de 70km/h. Existe una ligera tendencia ya que el retraso disminuye, después

Tabla 2

Variación media del tiempo de viaje para calles arteriales con límite de velocidad 70km/h. Variación de la velocidad media a lo largo de las calles, y de las velocidades máximas en los tramos libres de interferencias. Antes de activar el AAP y después de siete meses de uso.

	n+	n-	Tiempo de viaje		p-valor	Veloc. media		Veloc. máxima	
			Incr/Desc medio (%)			Incr/Desc medio (%)	Incr/Desc medio (%)		
Grupo 1	6	0	5,09	0,03 ^a	-4,68	-6,58			
Grupo 2	9	0	3,48	0,00 ^a	-3,40	-7,54			
Grupo 3	9	1	2,89	0,02 ^a	-2,74	-4,86			
Grupo 4	4	2	0,71	0,68	-0,59	-2,83			

n+: núm. de calles con aumento del tiempo de viaje.

n-: núm. de calles con disminución del tiempo de viaje.

^a Grupo estadísticamente significativo a partir del test de significación. (IC=95%)

de siete meses, en nueve de las catorce intersecciones, aunque el retraso medio permanece prácticamente constante (0,45%).

Por otro lado, los resultados muestran que cuando el límite de velocidad de la vía es intermedio, 50km/h, el retraso creado por la intersección disminuye claramente conduciendo con el AAP activado. En las calles donde era fácil alcanzar la velocidad máxima impuesta, esta disminución es clara ya que esto sucede en 34 de las 41 intersecciones significativas, y con un valor medio del 25,44%. También se demuestra que el retraso en las calles principales de 50km/h, pero con mayor número de interferencias con otros usuarios, disminuye con un valor medio ligeramente inferior (19,54%) y con una proporción de intersecciones inferior también.

Por segunda vez, los resultados no muestran ningún efecto en el grupo de calles céntricas, el retraso sobre el tiempo de viaje en los dos períodos de tiempo permanece constante, ya que de las quince intersecciones analizadas, existe el mismo número donde aumenta o disminuye el retraso medio aproximadamente.

Tabla 3. Promedio de la variación en el retraso medio del tiempo de viaje. Antes de activar el AAP y después de siete meses de uso.

	n+	n-	Retraso		p-valor
			Incr/Desc medio (%)		
Grupo 1	5	9	0,45		0,42
Grupo 2	7	34	-25,44		0,00*
Grupo 3	8	21	-19,54		0,02*
Grupo 4	7	8	-9,61		1,00

n+: núm. de calles donde aumenta el retraso medio.

n-: núm. de calles donde disminuye el retraso medio.

*Grupo estadísticamente significativo. Test de significación. (IC=95%)

4.3. Hipótesis 3

Para el primer grupo de calles, con límite de velocidad de 70km/h, no se muestra ningún cambio en el comportamiento de los conductores. Las aceleraciones y las deceleraciones permanecen constantes después de siete meses con en el AAP activado, el número de intersecciones donde aumentan o disminuyen las aceleraciones/deceleraciones es el mismo, junto con las variaciones medias, las cuales se sitúan alrededor del valor nulo.

Tabla 4

Promedio de la variación en las aceleraciones y deceleraciones medias. Antes de activar el AAP y después de siete meses de uso, tanto al principio o al final de la calle, como entrando y saliendo del área de influencia de la intersección.

	Aceleraciones medias					Deceleraciones medias				
	n+	n-	Incr/Desc medio (m/s ²)	Incr/Desc medio (%)	p-valor	n+	n-	Incr/Desc medio (m/s ²)	Incr/Desc medio (%)	p-valor
Grupo 1	6	6	-0,02	-1,48	1,00	5	6	0,00	-0,22	1,00
Grupo 2	17	20	0,00	0,34	0,74	6	32	-0,05	-18,09	0,00*
Grupo 3	10	12	0,03	7,04	0,83	8	14	-0,02	-5,16	0,13
Grupo 4	2	8	-0,02	-14,81	0,10	7	3	0,03	24,16	0,34

n+: núm. de calles con aumento de las aceleraciones/deceleraciones medias.

n-: núm. de calles con disminución de las aceleraciones/deceleraciones medias.

*Grupo estadísticamente significativo a partir del test de significación. (IC=95%)

Sin embargo, igual que ha sucedido en los otros apartados, los efectos del AAP en los grupos formados por las calles principales, con un límite de velocidad impuesto de 50km/h, si que se aprecia en los resultados. Dentro de estos dos grupos, las deceleraciones medias disminuyen de forma clara hasta un 18,09% de promedio y con una deceleración media de 0,05 m·s⁻², en las calles donde era fácil alcanzar el límite de velocidad impuesto. Cuando las interferencias del resto de usuarios se incrementan, esta tendencia sigue mostrándose de manera clara aunque ya no de forma tan significativa, la deceleración media disminuye tan solo en 0,02 m·s⁻², y con un promedio del 5,16%. A pesar de ello, para el tercer grupo de calles, el número de intersecciones donde la deceleración media disminuye el prácticamente el doble.

Esta tendencia desaparece para las calles con límite de velocidad de 50km/h cuando se estudian las aceleraciones medias. El número de interferencias donde éstas aumentan después de siete meses conduciendo con el AAP es prácticamente igual a las que disminuyen. Los resultados no pueden mostrar ningún cambio en la forma de acelerar de los conductores, independientemente de la frecuencia de las interacciones con otros usuarios.

Igual que ha sucedido anteriormente, los resultados no pueden mostrar ningún cambio estadísticamente significativo en ninguna dirección, dentro del grupo formado por calles céntricas con límite de velocidad de 30km/h. En el caso de las aceleraciones medias, se observa una tendencia bastante fuerte ya el número de intersecciones donde éstas disminuyen es cuatro veces superior, aunque se necesitarían más observaciones para poder afirmarlo. Sin embargo, en el caso de las deceleraciones medias es el caso contrario, ya que después de siete meses con el AAP activado, existe una ligera tendencia a frenar más fuerte, el número de intersecciones donde éstas aumentan dobla las intersecciones donde disminuyen.

4.4. Hipótesis 4

Excepto en el grupo de calles con límite de velocidad de 30km/h, el en resto se aprecia una clara tendencia a que los vehículos que se detienen frente a las intersecciones disminuye cuando éstos circulan con el

AAP activado, a pesar de que el reducido número de calles no permite asegurar nada. Sin embargo, juntando todas las calles donde se han observado efectos del AAP previamente, el número de observaciones aumenta y en ese caso, los resultados si pueden mostrar un descenso significativo.

En caso de juntar las calles de los tres primeros grupos, hay trece donde disminuye la proporción de coches parados, frente a las cuatro donde aumenta. Esta disminución si que es significativa, con un descenso medio del 1,31%.

Por otro lado, los resultados no pueden afirmar nada cuando el límite de velocidad es el mínimo posible (30km/h). El número de calles donde la proporción de coches parados aumenta o disminuye, después de siete meses con el AAP activado, es la misma.

Tabla 5. Promedio de la variación en la proporción de vehículos detenidos frente al total de vehículos. Antes de activar el AAP y después de siete meses de uso.

	n+	n-	Vehículos detenidos Incr/Desc medio (%)	p-valor
Grupo 1	2	4	-1,07	0,04*
Grupo 2	1	4	-1,47	
Grupo 3	1	5	-1,39	
Grupo 4	3	3	-1,89	

n+: núm. de calles donde aumenta la proporción de veh. detenidos.

n-: núm. de calles donde disminuye la proporción de veh. detenidos.

*Grupo estadísticamente significativo. Test de significación. (IC=95%)

5. Discusión.

A medida que aumenta la frecuencia y el número de interferencias con el resto de usuarios, así como disminuye el límite de velocidad impuesto, los efectos del AAP tanto en el tiempo de viaje como en el comportamiento de los conductores disminuyen, debido a que éste interviene en menor número de ocasiones.

La consecuencia más directa sobre estas afirmación debido a la intervención del AAP, es que sus efectos sólo se ven reflejados en la calles con límite de velocidad superior a 30km/h. El diseño de la vía y la influencia del resto de usuarios, están siempre por encima de los efectos que el AAP puede producir sobre la conducción después de siete meses de su uso.

5.1. Calles arteriales. Límite de velocidad: 70km/h.

En este tipo de calles, donde el número de intersecciones en menor relacionado con las grandes distancias que llegan a recorrer los vehículos, los efectos del AAP sobre el tiempo de viaje son mayores. Es donde se produce un mayor incremento, ya que por las propias características de la vía, permiten conducir por encima del límite de velocidad durante distancias más largas. Este descubrimiento está en línea con la mayoría de estudios previos (Persson, 1993; Almqvist y Nygård, 1997; Várhelyi y Mäkinen, 2001; Hjalmdahl, 2002), los cuales hallaron incrementos medios en el tiempo de viaje de entre un 2% y 7%.

Además, si se exceptúa las intersecciones inevitables, en este tipo de vías no se producen interferencias con otro tipo de usuarios, ni peatones, ciclistas... por ese motivo, en este grupo de calles, la diferencia entre los descensos de las velocidades medias de todo el tramo, con las velocidades máximas en los tramos libres, es la mínima posible.

De la misma manera, no se puede demostrar que dicha relación entre los incrementos medios de los dos tipos de velocidades, no sea directa ya que no se ha podido demostrar que los vehículos recuperen parte del tiempo perdido, durante los tramos libres, en las intersecciones. Aunque existe una ligera tendencia a favor de dicha recuperación, los conductores ya sea con AAP o sin AAP, no pueden conducir más rápido dentro del área de influencia de la intersección por razones de seguridad.

Este hecho también se muestra en el comportamiento de los conductores entrando y saliendo de las intersecciones. Las deceleraciones permanecen constantes para no incrementar el riesgo de accidente al entrar a una velocidad excesiva, así como, no es necesario acelerar de una manera excesiva en condiciones normales saliendo de ellas. Esto es debido al hecho de que alcanzar un límite de velocidad de 70km/h implica largas distancias y un consumo excesivo de fuel en caso contrario.

En cuanto a la proporción de vehículos que se detienen delante de las intersecciones, frente al total de vehículos que circulan por la calle, disminuye debido al retraso producido durante el tramo libre. Parte del tiempo perdido se neutraliza al llegar a la siguiente intersección.

5.2. Calles principales. Límite de velocidad: 50km/h.

Previamente, se ha demostrado que el incremento de las interferencias creadas por el resto de usuarios de la vía implica que el AAP no llegue a intervenir. Por lo tanto, la discusión de los resultados es la misma para el tercer y cuarto grupo de calles, la única diferencia es el impacto que produce la imposición de una velocidad máxima.

A diferencia de estudios previos (Hjalmdahl et al., 2002; Várhelyi et al., 2003) el tiempo de viaje también aumenta, aunque la diferencia entre los incrementos de las velocidades medias y máximas difieren en mayor medida, si se compara con el resto de calles.

Este hecho se explica con la disminución del retraso en el tiempo de viaje, provocado por las intersecciones disminuyes después de 7 meses utilizando el AAP. Las características de la vía y las condiciones del tráfico, permiten a los conductores circular más rápido a través de ellas, y de una forma más estratégica debido a disponen de más información de lo que sucede a su alrededor cuando no intervienen sobre la velocidad a la que circulan, delegan responsabilidades sobre el AAP cuando el sistema toma el control.

El incremento de las deceleraciones después de siete meses, demuestra que parte del tiempo perdido fuera

del área de influencia de la intersección se recupera justo antes de llegar a la intersección propiamente dicha. Sin embargo, con las aceleraciones ocurre lo mismo que en las calles con límite de velocidad de 70km/h, permanecen constantes, aunque la diferencia entre los dos grupos es la proporción de intersecciones donde éstas aumentan. La aceleración es mayor cuanto más alto es el límite de velocidad impuesto. Este resultado se complementa el hecho de que el tiempo de viaje perdido es mayor al aumentar el límite de velocidad.

Igual que en el primer grupo de calles, la proporción de vehículos detenidos frente al total de los circulantes sigue la misma tendencia y obedece al mismo motivo comentado anteriormente.

5.3. Calles céntricas. Límite de velocidad: 30km/h.

Para este grupo de calles, no ha habido ningún resultado que pueda mostrar la influencia del AAP. Por este motivo, se entiende una adaptación perfecta del sistema a las condiciones de tráfico impuestas por el diseño de la vía y el resto de usuarios, ya que en todo momento los efectos provocados por este tipo de interferencias están por encima de los efectos que puede producir el AAP.

6. Conclusiones.

Numerosos estudios previos (Mäkinen y Várhelyi, 2000; Hjalmdahl et al., 2002; Várhelyi et al., 2003) dentro del *ISA Project*, han demostrado el gran potencial del AAP en cuanto a seguridad, a partir de aquí, este estudio se ha centrado en los efectos sobre el tiempo de viaje y en el comportamiento de los conductores dentro del área de influencia de las intersecciones. La mayoría de los resultados están el línea de dichos estudios previos, los cuales han sido el origen de este.

A pesar de que los resultados puedan parecer negativos al demostrarse un incremento significativo en el tiempo de viaje, los efectos que el AAP produce sobre el flujo del tráfico son buenos, debido a que mejora el comportamiento a través de las intersecciones, se disminuye el tiempo perdido. Esto, da pie a pensar que si hubiese existido un contagio con el resto de parque automovilístico de Lund, los efectos negativos se verían claramente minimizados.

Por este motivo, mayor investigación en este campo es altamente recomendable, realizar nuevos ensayos donde el contagio sea mayor conduciría a mejoras sobre la calidad del tráfico.

Finalmente decir, que este estudio sólo ha realizado una mirada amplia y general sobre este problema tan complejo. No se ha estudiado la influencia de los tramos libres, el tiempo de parada previo a las intersecciones, como afecta la variación de las distancias del área de influencia de las intersecciones, la variación de las velocidades medias a través de las intersecciones... variables que pueden dar pistas para

mejorar un problema tan complejo como es el tráfico en las grandes ciudades.

7. Referencias.

- Almqvist, S., Nygård, M., 1997. Dynamic speed adaptation. Field trials with automatic speed adaptation in an urban area. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.
- Finch, D.J., Kompfner, P., Lockwood, C.R., Maycock, G., 1994. Speed, speed limits and accidents. Artículo de proyecto 58. Laboratorio de investigación de transporte, Crowthorne, UK.
- Hegeman, G., 2002. Green Light for ISA? The effect of intelligent speed adaptation on the traffic flow. Instituto para estudio del transporte. Universidad de Leeds.
- Hjalmdahl, M., Almqvist, S., Várhelyi, A., 2002. Speed regulation by in-car active accelerator pedal. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.
- Hjalmdahl, M., 2003. Analysis of an ISA system's safety potential and effectiveness for different types of drivers. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.
- Hjalmdahl, M., Várhelyi, A., 2003. Speed regulation by in-car, active accelerator pedal, effects on driver behaviour. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.
- Hjalmdahl, M., Várhelyi, A., Almqvist, S., 2002. Effekten av aktiv gaspedal på körmonster. Delrapport 13 LundaISA. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.
- Persson, H., Towliat, M., Almqvist, S., Risser, R., Magdeburg, M., 1993. Speed limiter in the car. A field study on speeds, behaviour, conflicts and driver comments when driving in built-up area. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.
- Nilsson, G., 1982. Effects of speed limits on traffic accidents & transport energy use. VTI särtryck 68, Linköping, Suecia.
- Vägverket, 2002. Intelligent speed adaptation (ISA). Results of a large-scale of trials in Borlänge, Lidköping, Lund and Umeå during the period 1999-2002. Administración nacional de tráfico, Borlänge, Suecia.
- Vägverket, 2002. Results of the world's largest isa trial. Administración nacional de tráfico, Borlänge, Suecia.
- Várhelyi, A., 1996. Dynamic speed adaptation based on information technology –a theoretical background. Ph.D. tesis, Universidad de Lund, Suecia.
- Várhelyi, A., Mäkinen, T., 2001. The effects of in-car speed limiters: field studies. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.
- Várhelyi, A., 2002. Speed management via in-car devices: effects, implications, perspectives. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.

Várhelyi, A., 2002. Dynamic speed adaptation in adverse conditions -a system proposal-. Lund University, Sweden.

Várhelyi, A., Hjalmdahl, M., Hydén, C., Draskóczy, M., 2003. Effects of an active accelerator pedal on driver behaviour and traffic safety after long-term use in urban areas. Departamento de Ingeniería del tráfico, Universidad de Lund, Suecia.

Diario del consumidor. Consumer.es.

http://www.consumer.es/web/es/noticias/salud_y_seguridad/2004/01/13/93938.php. Marzo, 2004

IEE. The largest professional engineering society in Europe. <http://www.iee.org/events/isa.cfm>. Marzo, 2004.

International cooperation on theories and concepts in traffic safety. <http://www.ictct.org>. Mayo, 2004.

Results of the world's largest ISA trial. Vägverket. Administración nacional de tráfico. Suecia.

Institute of Phonetic Sciences (IFA).

http://www.fon.hum.uva.nl/Service/Statistics/Sign_Test.html. Septiembre, 2004.