



Luis Miguel Ortiz García-Minguillán
Profesor Asociado Escuela de Ingeniería de
Minas e Industriales de Almadén (EIMIA) UCLM
Ingeniero Doctor en la Universidad de Córdoba

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS
PEATONES EN EL TRÁNSITO POR PASOS
ALTERNATIVOS PARA PEATONES
CREADOS POR OCUPACIÓN DEL
ACERADO POR OBRAS CIVILES EN LA
PROVINCIA DE CIUDAD REAL.
*Elección del balizamiento adecuado.***

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PEATONES EN EL TRÁNSITO DE PASOS ALTERNATIVOS PARA PEATONES CREADOS POR OCUPACIÓN DEL ACERADO POR OBRAS CIVILES EN LA PROVINCIA DE CIUDAD REAL.

Elección del tipo de balizamiento.

Sumario: 1. INTRODUCCIÓN. 2. MATERIALES Y MÉTODOS. 2.1. Muestra. 2.2. Instrumentos y materiales. 3. RESULTADOS. 3.1. Discusión de los resultados en función del material de balizamiento entre peatones y vehículos. 3.2. Discusión de los resultados en función de la densidad del tráfico rodado. 3.3. Discusión de los resultados en función de la actividad en la obra. 3.4. Discusión de los resultados comparando la densidad del tráfico rodado y la actividad de la obra. 3.5. Discusión de los resultados en función de la geometría de los materiales de balizamiento. 3.6. Consideraciones respecto a los vehículos eléctricos. 3.7. Distracciones de los peatones. 4. AGRADECIMIENTOS. 5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS. 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 7. NORMATIVA.

Resumen: Los atropellos y accidentes de tráfico son una de las primeras causas generadoras de traumatismos con altos porcentajes de discapacidad y muerte en el mundo. En muchas ocasiones, las zonas peatonales son invadidas por obras en el acerado y es necesario realizar un paso alternativo en la calzada, incrementando así el riesgo de atropello. En el presente artículo, se analiza el tránsito y el comportamiento de los peatones a través de pasos alternativos en la calzada en las situaciones en las cuales se desarrollan trabajos eléctricos en la vía pública que ocupan totalmente la acera. Para ello, se han considerado tres modelos de análisis: en función de la separación de las zonas de peatones y vehículos, de la densidad del tráfico rodado y de las actividades desarrolladas en la obra. Los experimentos se han realizado en distintas poblaciones de la provincia de Ciudad Real (España).

Abstract: Road hits and accidents are one of the leading causes of injuries with high percentages of disability and death in the world. On many occasions, pedestrian areas are invaded by works on the sidewalk and it is necessary to carry out an alternative passage on the road, increasing the risk of being hit. This article analyzes the transit of pedestrians through alternative steps on the road in situations in which electrical work is carried out on public roads that completely occupy the sidewalk. Three analysis models have been considered: based on the separation of pedestrian and vehicle areas, the density of road traffic and the activities carried out on the site. The experiments have been carried out in different towns in the province of Ciudad Real (Spain).

Palabras clave: accidentes peatonales, comportamiento vial planificado, movilidad peatonal, seguridad vial, obra civil urbana.

Keywords: pedestrian accidents, planned behavior, pedestrian mobility, road safety, urban civil works

1. INTRODUCCIÓN.

Las muertes ocurridas como consecuencia de atropellos a peatones y colisiones de vehículos representan un problema de alcance mundial. La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó en 2004 un informe en el que calificaba a este hecho como una epidemia silenciosa que afectaba a todos los sectores de la sociedad¹.

En 2009, los atropellos y colisiones de tráfico provocaron 1.27 millones de muertes de personas en el mundo, lo que supone la octava causa de muerte a nivel mundial². En el año 2022, 12629 peatones se vieron involucrados en un siniestro vial en España³, registrando un total de 348 personas fallecidas⁴ y 1623 hospitalizadas.

La seguridad vial depende principalmente del factor humano, el vehículo y la infraestructura de la vía (Sivilevičius, 2011). Un cuarto elemento es el concepto de exposición, definido como la probabilidad de que se presente un evento de acuerdo con la distancia recorrida (Pico, González y Noreña, 2011).

Se estima que entre el 90 y 95% de los accidentes de tráfico tienen como único responsable el componente humano (Rumar, 1985). Para reducir las altas tasas de siniestralidad en el ámbito de la seguridad vial en España, el legislador penal ha puesto el foco de atención en los siniestros con resultado de fallecimiento o lesiones ocasionados por conductas imprudentes cometidas con vehículo de motor o ciclomotor, perfilando la imprudencia en función de la demanda social (Martin, 2024).

En cuanto al estudio del comportamiento de los individuos relacionado con la seguridad vial, históricamente la literatura psicológica ha estado más enfocada al estudio del comportamiento de los conductores que al de peatones (Moyano, 1999). Dichos estudios han demostrado que, entre otras acciones, la educación vial permite a los ciudadanos adquirir hábitos de comportamiento de tránsito y seguridad peatonal, eliminando malas conductas de riesgo como cruzar calles en momentos o lugares no permitidos (Conejera, Donoso, Moyano, Peña y Saavedra, 2003).

En cuanto a las infraestructuras y su entorno medioambiental, las intervenciones de seguridad vial dirigidas a conductores y peatones tales como barandillas, señales de tráfico, mejora del alumbrado público, cruces de peatones, etc., pueden eliminar sustancialmente el riesgo de atropello a peatones (Fruin, 1974).

En cuanto a la seguridad relacionada con el tráfico, otro factor importante es la limitación de velocidad de la vía pues existe una relación entre la velocidad y la gravedad de los accidentes. En un accidente de tráfico los ocupantes de un vehículo que impacta a 80 km/h tienen 20 veces más probabilidades de resultar muertos que en un impacto a 32 km/h (Ashton y Mackay, 1979) . Según la OMS (2004), esta relación resulta

¹ OMS. (2004) Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. https://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/summary_es.pdf

² OMS. (2009). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial: es hora de pasar a la acción. https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/web_version_es.pdf

³ DGT. (2023). Las principales cifras de la siniestralidad vial España 2022. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>

⁴ DGT. (2023) Las personas fallecidas por atropello se contabilizan a partir de la primera maniobra y no del resultado lesivo de la misma.

especialmente fatal para los peatones dado que en los impactos sufridos a una velocidad de 32 km/h el 5% de los peatones atropellados fallece en el accidente. Sin embargo, a 48 km/h esta cifra asciende al 45% mientras que a una velocidad de 64 km/h el porcentaje de peatones fallecidos se eleva al 85% (Montoro, Roca y Lucas-Alba, 2010).

Por tanto, el factor de la velocidad de circulación tiene una gran incidencia sobre la calidad de los peatones, pues determinan la sensación de seguridad que éstos tienen (Sanz, 2008). Este aspecto determina que las administraciones y entidades locales deban introducir en el diseño urbano de la ciudad diferentes actuaciones como el templado del tráfico, la disminución de la velocidad o el espacio compartido que repercuten positivamente en la calidad peatonal de una calle (Prinz, 1986) (Pozueta, Lamíquiz y Porto, 2009).

Por tales motivos, la Comisión de Seguridad Vial del Congreso de los Diputados adoptó por unanimidad una declaración institucional (Ref. 6) en su sesión del día 12 de noviembre de 2020, con ocasión del Día Mundial en Memoria de las Víctimas de Accidentes de Tráfico, acogiendo favorablemente la iniciativa del Gobierno de elaborar la Estrategia de Seguridad Vial para el decenio 2021-2030, y exhortando a que la misma responda a los principios del Sistema Seguro (DGT, 2022).

La Estrategia de Seguridad Vial 2030 tiene el objetivo de reducir el número de siniestros de tráfico y personas víctimas en las vías públicas de España, mediante el impulso y coordinación de acciones y resultados de todos los actores implicados en el ámbito de la movilidad segura, actuando de manera transversal e integral sobre las personas, la infraestructura y los entornos, los vehículos y la respuesta posterior al siniestro, a través de legislación, formación y educación, vigilancia, tecnología y mejores datos y gobernanza.

El decenio 2021-2030 debe ser el de consolidación del Sistema Seguro que se desarrolla basándose en los siguientes principios:

1. Principio de falibilidad: las personas cometen errores que pueden provocar siniestros.
2. Principio de vulnerabilidad: el cuerpo humano tiene una capacidad limitada de tolerar la fuerza de un impacto sin que se produzcan lesiones.
3. Principio de responsabilidad compartida: existe una responsabilidad compartida entre quienes diseñan, construyen, gestionan y usan las carreteras y vehículos, así como quienes proporcionan la respuesta posaccidente.
4. Principio de enfoque integral o de redundancia frente al riesgo: todas las partes del sistema deben ser reforzadas para multiplicar sus efectos, de forma que, si una de las partes falla, las personas continúen protegidas.

Una de las áreas principales de la Estrategia de Seguridad Vial 2030 es el establecimiento de ciudades seguras, elaborando y difundiendo, en colaboración con las entidades locales, directrices metodológicas que faciliten la integración de la seguridad vial en los planes de movilidad urbana sostenible (PMUS) y las ordenanzas de movilidad, diseñando ciudades que puedan garantizar una accesibilidad universal

No obstante, es frecuente que existan ocupaciones de la vía pública por realización de trabajos para nuevos suministros, mejora o reparación de servicios esenciales (electricidad, agua, gas, etc.) alterando los factores ambientales de la vía con la generación de ruidos, polvo, entre otros elementos desfavorables. A su vez, en algunas ocasiones, la zona de trabajo invade totalmente el acerado, por lo que es necesario crear nuevos itinerarios para los peatones realizando pasos alternativos en la calzada, coincidiendo en la misma tanto vehículos como peatones.

Por tanto, es imprescindible una correcta planificación antes de los trabajos en la que se incluya los riesgos asociados a la creación de los pasos alternativos y las medidas preventivas de protección a los peatones, pues tal y como apuntó el Director General de Tráfico, Ilustrísimo Señor Pere Navarro Olivella en la inauguración del Foro Ciudades a Pie en Madrid el 5 de marzo de 2019.

Los peatones son el eslabón más débil de la cadena de movilidad y prueba de ello, es que cada año mueren en España más de 300 personas atropelladas y esas cifras se disparan entre las personas más mayores, siendo más del 70 % de los atropellados. (DGT, 2019, pág. 6).

Es por ello que las administraciones y entidades locales han redactado ordenanzas de movilidad que regulan la señalización y las distancias de los pasos alternativos debido a la ocupación de la vía pública por obras, sin tener criterios unificados en cuanto a los materiales del balizamiento⁵.

En cuanto a los conductores, la señalización deberá emplearse con el mínimo número de señales que permita al conductor prever y efectuar las maniobras necesarias con comodidad, evitando recargar su atención con señales innecesarias y cuyo mensaje sea evidente.

Por otro lado, en cuanto al tránsito de los peatones por los pasos alternativos creados, los peatones pueden tener distintas conductas en función de la percepción de los riesgos originados debido a la modificación de los factores ambientales de la vía en el desarrollo de la actividad de la obra, la densidad del tráfico y el modelo y materiales utilizados en la delimitación de las zonas de peatones y vehículos en la calzada, lo que puede implicar en el correcto tránsito de los peatones a través del paso alternativo realizado.

En este trabajo, se analiza el tránsito de los peatones a través de pasos alternativos en la calzada en las situaciones en las cuales se desarrollan distintos trabajos de obra civil en la vía pública que ocupan totalmente el acerado, frente a tres modelos de balizamiento entre las zonas de peatones y vehículos; vallas, cadenas de plástico y conos reflectantes, siendo estos materiales los más utilizados por las empresas como elementos de delimitación de las zonas de trabajo en obras.

⁵ Según la norma de carreteras 8.3-IC (1989), se entiende por balizamiento la utilización de determinados elementos fácilmente perceptibles por el conductor, con objeto de destacar la presencia de los límites de las obras y de las ordenaciones de la circulación a que den lugar.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. MUESTRA.

Se ha analizado el comportamiento de 309 peatones que, de manera accidental, se han enfrentado al desvío del itinerario peatonal a la calzada a través de un paso alternativo para peatones debido a la ocupación de la acera durante la ejecución de obras para la mejora o reparación del suministro de servicio eléctrico en distintas fases de ejecución; como la apertura de canalizaciones con maquinaria de obra civil, apertura de calas con herramientas eléctricas y manuales, instalación de líneas eléctricas en fachadas, colocación y retirada de postes de madera en retranqueos de líneas de baja tensión y reposición de acerado.

Dicho análisis se ha realizado en 41 obras ejecutadas en 17 municipios de la provincia de Ciudad Real (Ciudad Real, Puertollano, Malagón, Carrión de Calatrava, Villarrubia de los Ojos, Alcoba de los Montes, Daimiel, Bolaños de Calatrava, Almagro, Moral de Calatrava, Valdepeñas, Herencia, Argamasilla de Alba, Cózar, Villanueva de los Infantes, Tomelloso y La Solana) lo que ha permitido que la toma de datos de la investigación se ha realizado en distintos tipos de vías urbanas como travesías, avenidas, calles principales y calles no principales de un solo sentido de circulación y de doble sentido de circulación, tanto en zonas comerciales, residenciales e industriales.

Para el análisis, se ha considerado que el peatón transita correctamente cuando éste circula por todo el recorrido del itinerario del paso alternativo marcado.

El tiempo de análisis para cada experimento ha variado entre 10 y 30 minutos en función de la densidad de tráfico rodado, empleando un mayor tiempo de análisis en los experimentos con una menor densidad de tráfico. Para el análisis, se ha considerado la densidad del tráfico rodado en el tramo afectado por la obra, contando el número de vehículos que han circulado en la zona durante el tiempo del experimento.

A su vez, también en otro experimento se ha analizado el comportamiento de los peatones frente al desvío del itinerario peatonal a través de pasos de peatones próximos.

2.2. INSTRUMENTOS Y MATERIALES.

En el caso de trabajos de obra civil, las zonas de trabajo han sido delimitadas en todo su perímetro con vallas tipo ayuntamiento (1m de altura, 2 m. de anchura) con el fin de evitar que los peatones accedan a la misma.

En los casos de trabajos eléctricos desarrollados en fachada, las zonas de trabajo han sido delimitadas en todo su perímetro con cadenas de plástico bicolor de 6 mm suspendidas en soportes de plástico de 1 m de altura.

Las zonas de actuación de las obras han sido advertidas mediante la colocación de señales peligro obras TP-18, estrechamiento de calzada TP 17, TP-17a y TP-17b, velocidad máxima 20 Km/h TR-301 y prioridad al sentido contrario TR-5 en los casos calzadas con doble sentido de circulación en las que se invade totalmente uno de los sentidos, según lo establecido en el Manual de ejemplos de señalización de obras fijas del Ministerio de Fomento. La anchura mínima del paso alternativo de peatones ha sido de

1.50 metros siempre y cuando, en las calles de sentido único, la anchura de la calzada destinada al tráfico haya sido superior a 2.75 metros. El paso alternativo ha sido advertido mediante una señal de paso obligatorio de peatones en cada entrada/salida del paso alternativo.

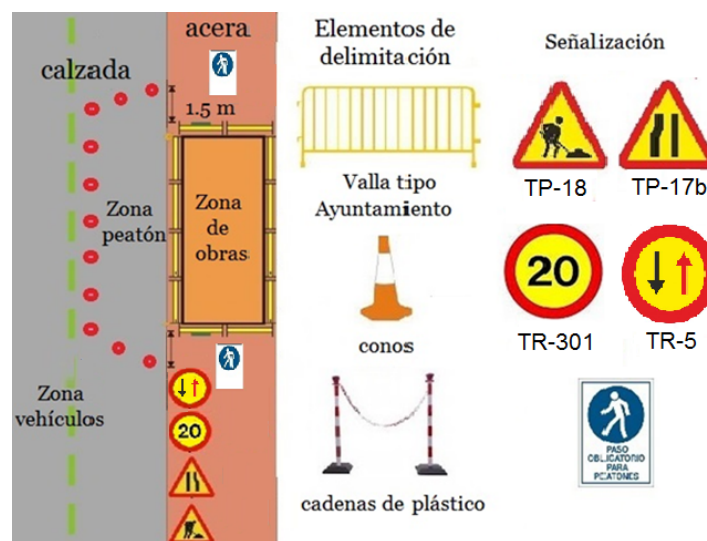
El estrechamiento del carril se ha realizado disminuyendo linealmente su anchura, de forma que la cotangente del ángulo formado por la línea inclinada de estrechamiento del carril con el eje de la vía no sea menor de $VL/1.6$; siendo VL (km/h) la velocidad limitada de los vehículos al principio del cierre del carril, al limitar la velocidad de los vehículos a 20 km/h la cotangente no ha de ser menor de 12.5° .

Para delimitar el paso de los peatones y el tráfico rodado, se han utilizado tres métodos de separación: vallas tipo ayuntamiento, cadenas de plástico bicolor de 6 mm apoyados en postes de plástico de 1 m de altura y conos reflectantes de PVC, Clase 2 y 500 mm de altura.

En las vías de doble sentido de circulación en las cuales se ocupó totalmente uno de los sentidos, el tráfico estuvo regulando mediante señalistas.

Figura 1

Método de separación y elementos de delimitación empleados en los experimentos.



3. RESULTADOS.

Como resultado global de las 41 obras analizadas, de los 309 peatones que han transitado por los pasos alternativos creados, 127 peatones lo han realizado correctamente y 182 peatones lo han realizado de manera incorrecta (Tabla 1). Esto supone que, de manera porcentual, el 41.10 % de los peatones han transitado correctamente y el 58.90 % de manera incorrecta.

En los siguientes apartados, se han analizado los datos obtenidos de los distintos experimentos en función del material de balizamiento utilizado, el tipo de actividad desarrollada y la densidad del tráfico de vehículos.

3.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EN FUNCIÓN DEL MATERIAL DE BALIZAMIENTO ENTRE PEATONES Y VEHÍCULOS.

El primer dato a destacar de los resultados obtenidos en los experimentos analizados es que de las 5 obras en las que se ha utilizado cadenas de plástico como material de balizamiento, ningún peatón ha transitado correctamente por el paso alternativo creado, lo que implica que las cadenas de plástico no son un sistema aconsejable como elemento de separación entre peatones y vehículos.

Por otro lado, en las obras analizadas en las que se ha utilizado conos reflectantes como material de balizamiento entre peatones y vehículos, de los 213 peatones que han transitado durante los experimentos, 95 peatones lo han hecho de manera correcta y 118 de manera incorrecta, mientras que en las obras en las que se utilizaron vallas tipo ayuntamiento como material de balizamiento entre peatones y vehículos, de los 83 peatones que transitaron durante los experimentos, 32 peatones lo realizaron de manera correcta y 51 de manera incorrecta (Tabla 1). Esto supone que, de manera porcentual, el 44.6 % de los peatones transitaron correctamente en el caso del uso de conos reflectantes como elemento de balizamiento y el 38.55 % transitaron correctamente en el caso del uso de vallas como elementos de balizamiento.

3.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA DENSIDAD DEL TRÁFICO RODADO.

En el presente apartado, se han analizado los datos en función de la densidad del tráfico rodado de la zona, excluyendo de dicho análisis las obras en las que se ha utilizado las cadenas de plástico como elemento de separación entre peatones y vehículos, pues como se ha visto en el apartado anterior ningún peatón ha transitado correctamente utilizando este método y, por tanto, no es aconsejable su utilización.

Para el análisis de estos experimentos, se han establecido tres tramos de densidad del tráfico rodado; un primer tramo en el cual la densidad del tráfico rodado es superior a 2 vehículos/minuto (V/min), otro tramo intermedio de densidad de tráfico comprendido entre 2 y 1 V/min y un último tramo cuya densidad de tráfico es inferior a 1 V/min. Como se puede observar en la tabla 1, en el tramo de mayor densidad de tráfico, 88 peatones transitaron correctamente por el paso alternativo creado y 41 peatones lo hicieron de manera incorrecta. En el tramo intermedio de densidad de tráfico, 26 peatones transitaron correctamente y 38 peatones lo hicieron de manera incorrecta. Por último, en el tramo de menor densidad de tráfico, fueron 13 los conductores los que transitaron correctamente por el paso alternativo creado y 90 lo hicieron de manera incorrecta. Esto supone que de manera porcentual, el 68.22 % de los peatones transitaron correctamente por el paso alternativo creado en el tramo de mayor densidad de tráfico, el 40.63 % de los peatones transitaron correctamente en el tramo intermedio y tan sólo el 12.62 % de los peatones transitaron correctamente en el tramo de menor densidad de tráfico.

A su vez, se ha analizado el número de obras en las que no transitó ningún peatón de forma correcta en función de la densidad del tráfico. Como se puede observar en la tabla 2, de las 10 obras analizadas en las que la densidad del tráfico era superior a 2 V/min en 1 de ellas no transitó ningún peatón de forma correcta. En las 8 obras analizadas en las que la densidad del tráfico estaba comprendida entre 2 y 1 V/min, en 3 de ellas no transitó ningún peatón de forma correcta. Por último, en las 18 obras analizadas en las que la

densidad del tráfico era inferior a 1 V/min, en 12 de ellas ningún peatón transitó por el paso alternativo creado de forma correcta. Esto supone que de manera porcentual en el tramo de mayor densidad de tráfico, en el 10 % de las obras analizadas, ningún peatón transita correctamente en el paso alternativo creado, en el caso del tramo intermedio ascendió al 37.50 % y, por último, en el tramo de menor densidad de tráfico, en el 66.67 % de las obras analizadas no transitó ningún peatón de forma correcta.

Por tanto, tal y como se muestra en los experimentos realizados, la densidad del tráfico rodado de la vía es un factor muy importante a la hora de un correcto tránsito de los peatones por el paso alternativo creado, pues a mayor densidad de tráfico, mejor es el comportamiento de los peatones.

Como ejemplo de lo expuesto, en las fotografías superiores de la figura 2, observamos un tránsito correcto de los peatones por el paso alternativo creado en vías con alta densidad de tráfico. Por el contrario, en las fotografías inferiores de la figura 2, observamos el incorrecto tránsito de peatones por el paso alternativo creado en zonas de baja intensidad de tráfico.

Figura 2

Ejemplos del tránsito de los peatones en función de la densidad del tráfico.



3.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA ACTIVIDAD EN LA OBRA.

En el presente apartado, se han analizado los datos en función de la actividad desarrollada en la obra. Se han excluido de dicho análisis las obras en las que se ha utilizado las cadenas como elemento de separación entre peatones y vehículos, pues, como se ha analizado en apartado 3.1., ningún peatón ha transitado correctamente utilizando este elemento de balizamiento y, por tanto, no es aconsejable su utilización.

En las obras analizadas en las que sí ha habido actividad durante el experimento, se observa que de los 218 peatones que han transitado por el paso alternativo, 79 peatones lo han hecho de manera correcta y 139 de manera incorrecta. Mientras, en las obras en las que no ha habido actividad, de los 78 peatones que han transitado por el paso alternativo, 48 peatones lo han realizado de manera correcta y 30 de manera incorrecta.

Esto supone que, de manera porcentual, el 36.24 % de los peatones han transitado correctamente en el caso de las obras con actividad, mientras que el 61.54 % han transitado correctamente en el caso del uso de las obras que no había actividad durante el experimento (Tabla 1).

Por otro lado, se ha analizado el número de obras en las que no transitó ningún peatón de forma correcta en función de la actividad (Tabla 2). Como se puede ver, de las 27 obras analizadas en las que había actividad durante el experimento en 16 de ellas

Tabla 2
Resumen de los resultados de los experimentos realizados.

Tipo de análisis		Peatones tránsito correcto	Peatones tránsito incorrecto	Peatones tránsito correcto %
General		127	182	41.10 %
Método separación	Cadenas	0	13	0 %
	Conos	95	118	44.60 %
	Vallas	32	51	38.55 %
Actividad en la obra	Si	79	139	36.24 %
	No	48	30	61.54 %
Densidad del tráfico (D) V/min	D > 2	88	41	68.22 %
	2 > D > 1	26	38	40.63 %
	1 > D	13	90	12.62 %

Tabla 2
Resumen de los resultados en función de las obras en las que no transita ningún peatón correctamente.

Tipo de análisis		Obras analizadas	Tránsito totalmente incorrecto	
			Número	%
Método separación	Cadenas	5	5	100%
	Conos	26	12	46.15 %
	Vallas	10	5	50.00 %
Actividad en la obra	Si	27	16	59.26 %
	No	9	0	0.00 %
Densidad del tráfico (D) V/min	D > 2	10	1	10.00 %
	2 > D > 1	8	3	37.50 %
	1 > D	18	12	66.67 %

no transitó ningún peatón de forma correcta. Mientras, en las 9 obras analizadas en las que no había ninguna actividad en todas ellas algún peatón transitó de forma correcta durante los experimentos. Esto supone que, de manera porcentual, en el 59.26 % de las obras con actividad ningún peatón ha transitado de forma correcta.

Por tanto, tal y como se muestra en los experimentos realizados, el hecho de que exista o no actividad en la obra es otro factor importante a la hora de un correcto tránsito de los peatones por el paso alternativo creado, existiendo un considerable mejor comportamiento en las obras en las que no se ejercía ninguna actividad.

3.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS COMPARANDO LA DENSIDAD DEL TRÁFICO RODADO Y LA ACTIVIDAD DE LA OBRA.

Como se ha analizado en los apartados anteriores, los factores como la actividad desarrollada en la zona de trabajo o la densidad del tráfico de la zona influyen en el comportamiento del tránsito de los peatones en los pasos alternativos.

Para el presente análisis, se han considerado los datos de las 10 obras en las que se utilizó maquinaria de obra civil, plataformas elevadoras o camiones.

En las obras en las que la densidad de tráfico fue superior a 2 V/min, 18 peatones transitaron correctamente por el paso alternativo y 3 lo transitaron de manera incorrecta, lo que supuso que un 85.71 % de los peatones transitara correctamente. Por otro lado, en las obras en las que la densidad del tráfico fue inferior a 2 V/min, 2 peatones transitaron correctamente por el paso de peatones y 54 lo transitaron de manera incorrecta, lo que supone que tan sólo un 3.57 % de los peatones transitó correctamente por el paso alternativo.

Por tanto, tal y como se muestra en los experimentos realizados, la evaluación por parte de los peatones de la percepción de la peligrosidad de atropello en las zonas en las que existe una alta densidad del tráfico es superior a la percepción de peligrosidad debida al cambio de los factores ambientales derivados de la actividad de la obra, lo que implica en un correcto tránsito de los peatones a través del paso alternativo.

Por otro lado, en los casos en los que la densidad del tráfico no es alta la percepción de peligrosidad debida al cambio de los factores ambientales derivados de la actividad de la obra es superior a la percepción de peligrosidad de atropello, lo que implica que el peatón perciba una menor probabilidad de verse afectado por un atropello y transite por la calzada en lugar del paso alternativo.

Un ejemplo de lo indicado se puede observar en el comportamiento de los peatones en el experimento en la Ronda Eras de Malagón (Ciudad Real) (Figura 3). En las imágenes superiores, se puede ver que la actividad requería de maquinaria de obra civil y el material de delimitación utilizado es mediante vallado tipo ayuntamiento. En el experimento de ese día, cuya densidad del tráfico rodado no era elevada, ningún peatón transitó por el paso alternativo creado, llegando incluso los peatones a esperar a que no circulase ningún vehículo por la calzada para proseguir con su recorrido por el exterior del paso alternativo, tal y como se muestra en las imágenes inferiores.

Figura 3

Experimento realizado en la Ronda Eras de Malagón (Ciudad Real).



3.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA GEOMETRÍA DE LOS MATERIALES DE BALIZAMIENTO.

Como se ha analizado en los apartados anteriores, los factores como la actividad desarrollada en la zona de trabajo o la densidad del tráfico de la zona influyen en un correcto comportamiento del tránsito de los peatones en los pasos alternativos.

En dichos análisis, se ha comprobado que cuando la densidad del tráfico no es muy alta y además existe actividad en la obra, el porcentaje de peatones que no transita por el paso alternativo creado es muy elevado.

El incorrecto tránsito de los peatones puede ocasionar situaciones peligrosas elevando la posibilidad de accidentes por atropello de los vehículos a los peatones, debido entre otros factores a que el flujo del tráfico rodado de la vía puede ser fluctuante si está regulada mediante semáforos.

Un ejemplo de ello lo podemos observar en el experimento realizado en la calle Capitán Fillol de Valdepeñas (Ciudad Real) (Figura 4). En este caso, el tramo de la calle estaba regulado por semáforos. En el momento en el cual la peatona inició el recorrido para atravesar el paso alternativo de peatones el semáforo estaba en rojo para los vehículos y no existía circulación de tráfico rodado, generando en la peatona una percepción errónea de una baja probabilidad de ser atropellada por un vehículo y no transitara por el paso alternativo creado.

Cuando la peatona atravesó parte del recorrido de la zona de trabajo, el semáforo se puso en verde y los vehículos comenzaron a circular. Esta situación ocasionó que como se utilizaron vallas tipo ayuntamiento como material de balizamiento entre peatones y

vehículos, la peatona no pudo introducirse en el paso alternativo, por lo que los vehículos tuvieron que esquivarla, pudiendo haberse producido un atropello.

Figura 4

Experimento realizado en la calle Capitán Fillol de Valdepeñas (Ciudad Real).



Por eso, es importante tener en cuenta a la hora de planificar un paso alternativo para peatones la posibilidad de un tránsito incorrecto de los peatones, utilizando elementos de balizamiento que permitan una distribución discontinua de los mismos que facilite la reconducción de la trayectoria del peatón, y permita que éstos regresen al paso alternativo y transiten de forma segura. A su vez, la longitud de estos elementos debe ser lo más corta posible, pues cuando mayor es el recorrido mayor es el tiempo de exposición al peligro.

Como podemos apreciar en la figura 5 en uno de los experimentos desarrollados en el Barrio del Pilar de Ciudad Real, en los casos en los que se utilizaron conos reflectantes como elementos de balizamiento, los peatones pudieron reconducir su incorrecto tránsito y continuar su recorrido por el paso alternativo de manera segura.

Figura 5

Experimento realizado en el Barrio del Pilar de Ciudad Real.



Hay que apuntar que las vallas tipo ayuntamiento tienen que estar engarzadas con otra valla para que el conjunto tenga estabilidad, no siendo útil una alineación de vallas de forma discontinua debido a la alta probabilidad de caída por efecto del viento.

A su vez, hay que reseñar que en vías interurbanas las vallas de cerramiento para peatones formadas por elementos tubulares, aisladas o empalmadas, no podrán ser nunca empleadas como dispositivos de defensa; y, a no ser que se sustenten sobre superficies planas reflectantes del tamaño prescrito, tampoco podrán ser utilizadas como elementos de balizamiento.

3.6. CONSIDERACIONES RESPECTO A LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

Cada día podemos ver circular por nuestras calles un mayor número de vehículos totalmente eléctricos o híbridos. Según diversas fuentes en el año 2030 se estima que la mayoría de las ventas de vehículos serán eléctricos (Frías y Román, 2019).

La ausencia de ruido de los coches eléctricos es otro factor importante a considerar pues supone un peligro añadido de atropello para los peatones debido a la no percepción auditiva de los mismos. A su vez, el elevado peso de los coches eléctricos, más de 2.000 Kg en la mayoría de los casos, eleva la gravedad de las lesiones de los peatones. Sin olvidar que los vehículos eléctricos tienen potencias que llegan a superar los 400 CV, lo que hace que la conducción de estos vehículos sea más compleja, al sufrir una aceleración más brusca de la prevista (Mérida, 2024). La compañía aseguradora AXA afirma que se registran un mayor número de accidentes entre los coches eléctricos, en concreto da la cifra de un 50% más que los coches convencionales. (Franco, 2022).

Otro tipo de vehículos eléctricos que cada vez son más utilizados en las ciudades son los Vehículos de Movilidad Personal (VMP)⁶. Los vehículos VMP, en especial los patinetes eléctricos, son cada vez más demandados en vías urbanas debido a que cuentan con indudables ventajas en cuanto a economía, respeto con el medio ambiente y agilidad de maniobra, lo que, unido a su innecesario permiso de manejo ni seguro para poder circular por nuestras ciudades, lo hace enormemente atractivo. No obstante, la falta de capacitación constatada, cuando no la inconsciencia de muchos de sus usuarios, la ausencia de ruido del motor, unida a la ausencia de una normativa homogénea a nivel estatal, han convertido su uso en un considerable problema de seguridad vial y de convivencia que es imprescindible resolver cuanto antes, pues ya en 2018, según datos de la Fiscalía de Seguridad Vial, se produjeron 273 accidentes con implicación de Vehículos de Movilidad Personal en los que se registraron 5 víctimas mortales, (López, 2019) datos que, por desgracia, van en crecimiento.

Por tanto, los conductores de vehículos eléctricos deben mejorar la percepción del riesgo, reconociendo los pasos alternativos como situaciones peligrosas que deben prevenir ante la posibilidad de que los peatones, al no percibir el ruido del motor, obtengan una falsa sensación de seguridad que provoque que no transiten correctamente por el paso alternativo e invadan la calzada, pudiendo originarse un atropello.

⁶ Según DGT (2022), se entiende como VMP al vehículo de una o más ruedas dotado de una única plaza y propulsado exclusivamente por motores eléctricos que pueden proporcionar al vehículo una velocidad máxima por diseño comprendida entre 6 y 25 km/h. Solo pueden estar equipados con un asiento o sillín si están dotados de sistema de autoequilibrado.

3.7. DISTRACCIONES DE LOS PEATONES.

Algunos peatones reconocen que, a veces, cuando cruzan una calle no miran si vienen los coches o si el semáforo está en verde, y cruzan la calle totalmente distraídos. Son los denominados peatones tecnológicos. No son conscientes de que, con esta actitud, el riesgo de sufrir o de provocar un accidente se dispara. (DGT, 2017).

En un experimento realizado en la calle Ruiz Morote de Ciudad Real a causa de unas obras que ocupaban todo el acerado se realizó un desvío del itinerario peatonal a través de los pasos para peatones en la calzada más cercanos, debido a que por la estrechez de la calzada no se podía realizar un paso alternativo para peatones. Para advertir el desvío del itinerario a los peatones se colocaron en la zona próxima a los pasos para peatones, a ambos lados de la calle, una señal vertical de prohibido el paso y otra de sentido obligatorio para peatones. A su vez se instaló una valla de tipo ayuntamiento como elemento de delimitación. La zona de actuación de la obra fue advertida para los conductores mediante la colocación de señales peligro obras TP-18, estrechamiento de calzada TP 17 y velocidad máxima 20 Km/h TR-301 (Figura 6).

Los resultados obtenidos del experimento fueron que 23 peatones hicieron caso omiso de las señales de advertencia y transitaron por la zona afectada por la obra, teniendo que cruzar la calzada en mitad de la calle tal y como se observa en la figura 6.

Figura 6

Experimento realizado en la calle Ruiz Morote de Ciudad Real.



A su vez, se pudo observar como varios de los peatones que ignoraron las señales de advertencia iban utilizando el teléfono móvil.

La utilización del móvil disminuye la capacidad de concentración y percepción de los riesgos que nos rodean, pudiendo provocar despistes y aumentar exponencialmente la probabilidad de tener un accidente. Según la Fundación Mapfre el uso de auriculares o teléfonos móviles aumenta hasta un 40 % el riesgo de atropello de peatones. A su vez, el 98 % de los accidentes en los que el responsable es el peatón están causados por el uso del teléfono móvil (DGT, 2015).

Cabe recordar que la DGT establece ciertas normas básicas para los peatones durante el tránsito a pie de las vías públicas (DGT, 2014):

a) Los peatones deberán circular siempre por el centro de las aceras, ni muy pegados al borde de la calzada, para evitar ser atropellados por algún vehículo, ni muy pegados a las casas, por si hubiera entradas o salidas de garajes.

b) Tampoco caminarán por el bordillo ni invadirán nunca la calzada, salvo para cruzarla.

c) Si la calle por la que se camina no tuviera acera o existiese algún obstáculo y fuera totalmente imprescindible pasar por ese tramo, se circulará lo más pegado posible a la pared y a ser posible de cara al tráfico, de esta forma se podrá ver de frente a los vehículos que se aproximan.

d) Los niños pequeños deben ir siempre de la mano de los adultos, procurando que jueguen o conduzcan triciclos o bicicletas en lugares cerrados al tráfico y nunca en la calzada. Los adultos deben tener especial cuidado cuando los niños jueguen a la pelota ya que ésta se le puede ir a la calzada y la natural tendencia de los niños a correr detrás de ella, hace que esta situación sea muy peligrosa.

e) No se deben llevar animales sueltos, pueden escaparse y producir situaciones de peligro para otros usuarios de la vía pública.

f) Los peatones deben circular por los lugares reservados para ellos y no hacerlo por los prohibidos; por ejemplo, circularán por zonas peatonales y no lo harán por autopistas y autovías.

g) Cuando se pretende cruzar una calle lo primero que se debe tener en cuenta es el lugar por el que se va a realizar. Se debe elegir el sitio más seguro, y está claro que el lugar que más garantías ofrece es un paso regulado por marcas viales, semáforos o agentes del tráfico.

h) Si no existe ningún paso se cruzará por el lugar en el que se tenga mejor visibilidad, es decir por las esquinas y procurando evitar cruzar entre vehículos aparcados. Una vez que se ha elegido el lugar adecuado, se debe parar siempre junto al bordillo pero sin pisarlo, para evitar ser golpeados o atropellados por vehículos que circulen cerca del bordillo. Se mirará primero a la izquierda, después a derecha y por último, de nuevo a la izquierda. Después de comprobar que no viene ningún vehículo, se debe cruzar en línea recta y lo más rápido posible, pero sin correr.

i) Si durante el cruce apareciese inesperadamente un vehículo, es mejor detenerse sin vacilar, a ser posible, en el centro de la calzada, y esperar que pase.

4. AGRADECIMIENTOS.

Se agradece tanto a las empresas Naturgy, Applus Norcontrol, Tecmoelectric y Electricidad Jesús Bárcenas, S.L. su disposición y entrega para poder realizar los experimentos en campo.

5. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.

Es frecuente que en el día a día existan ocupaciones de la vía pública por realización de trabajos para nuevos suministros, mejora o reparación de averías de servicios esenciales (electricidad, agua, gas, etc.) alterando los factores ambientales de la vía. A su vez, en algunas ocasiones, la zona de trabajo invade totalmente el acerado, por lo que es necesario crear nuevos itinerarios para los peatones realizando pasos alternativos en la calzada, coincidiendo en la misma tanto vehículos como peatones.

Para evitar atropellos es fundamental en materia de prevención de riesgos laborales, realizar una correcta planificación del trabajo que incluya los riesgos generados a terceros en cuanto a la seguridad vial se refiere, para adoptar las medidas preventivas adecuadas con un uso de elementos de señalización y balizamiento adecuados. Por tanto, es necesario que el personal que realice las funciones de planificación y ejecución de las medidas preventivas relacionadas con la seguridad vial se encuentre debidamente formado y capacitado.

Respecto a la señalización de la obra, ésta deberá que permitir advertir con suficiente antelación al conductor la obra para que pueda realizar las maniobras con suavidad. En todo caso, es necesario establecer una limitación de velocidad del vial para que en el supuesto de un atropello por imprudencia del conductor o peatón, los daños ocasionados sean lo menos lesivos.

Para definir el material de balizamiento empleado en el paso alternativo que se debe emplear cuando se ejecuta una obra civil en los casos en los que se ocupa todo el acerado, hay que considerar el principio de falibilidad, que manifiesta que las personas pueden cometer errores que pueden provocar siniestros. Por tanto, es importante predecir el comportamiento de los peatones frente a los distintos factores que pueden influir en su correcto tránsito por el paso alternativo.

En los análisis de los experimentos realizados, se ha comprobado que la densidad del tráfico rodado y la actividad que se desarrolla en la zona de trabajo son dos factores importantes que influyen en el correcto tránsito de los peatones en los pasos de peatones alternativos creados en la calzada cuando las obras ocupan todo el acerado.

En el caso de la densidad del tráfico rodado, se ha demostrado que, cuanto mayor es dicha densidad del tráfico, mejor es el correcto tránsito de peatones por el paso alternativo creado.

En cuanto a la actividad en la obra, se ha comprobado que el tránsito correcto de los peatones por el paso alternativo en las obras sin actividad es superior a los casos en las obras con actividad.

A su vez, en los casos en los que se ha utilizado maquinaria de obra civil y la densidad del tráfico no es alta, el tránsito incorrecto de los peatones por el paso alternativo creado ha sido extremadamente elevado. Por este motivo se ha determinado que es muy importante que la alineación de los elementos de balizamiento se realice de manera discontinua y permita al peatón, en los casos que transite por la calzada de manera incorrecta, pueda reconducir su incorrecto tránsito y realizar el recorrido por el paso alternativo de manera segura.

De los tres modelos de delimitación analizados entre la zona del tráfico rodado y los peatones (cadenas de plástico, vallado tipo ayuntamiento y conos reflectantes) se ha determinado que el mejor elemento de balizamiento son los conos reflectantes, pues son elementos ya asimilados por la sociedad como elementos de delimitación vial que cumplen con lo establecido en la Norma de Carreteras 8.3-IC (1989), debido a que son elementos fácilmente perceptibles por el conductor, con objeto de destacar la presencia de los límites de las obras y de las ordenaciones de la circulación a que den lugar. Por otro lado, se ha demostrado que porcentualmente el tránsito correcto de los peatones por el paso alternativo ha sido mejor frente a los otros dos modelos y, a su vez, su utilización permite que el peatón, en los casos que transite por la calzada de manera incorrecta, pueda reconducir su incorrecto tránsito y realizar el recorrido por el paso alternativo de manera segura.

Tras el análisis de los resultados de los diversos parámetros contemplados en este trabajo, se propone la adopción de un conjunto de medidas referidas a los pasos alternativos creados en la calzada por ocupación del acerado, tanto de ámbito nacional como local, cuya implementación podría suponer importantes mejoras para la seguridad vial:

- a) En el marco del área de Ciudades Seguras de las líneas Estratégicas de Seguridad Vial 2030, desarrollar y mejorar la legislación nacional y local sobre la señalización, balizamiento, defensa y limpieza de obras dentro de población, unificando criterios, para que todas las figuras intervinientes en el desarrollo de una obra civil; empezando por la administración local en la concesión de la licencia de obras, y seguido del promotor, contratista, dirección facultativa, técnicos de prevención de riesgos laborales, recursos preventivos y operarios, adopten, en cualquier punto del territorio nacional, las mismas medidas preventivas en el entorno de trabajo en cuanto a seguridad vial se refiere.
- b) La realización de cursos específicos y periódicos obligatorios en materia de seguridad vial para todas las figuras intervinientes en el desarrollo de una obra civil, considerando a este colectivo trascendental en el marco de las líneas Estratégicas de Seguridad Vial 2030 en cuanto a oferta educativa vial se refiere. De esta forma todos los profesionales del sector se encontrarán debidamente formados y capacitados para la identificación de los riesgos derivados del trabajo en cuanto a seguridad vial se refiere y la adopción de medidas preventivas para la eliminación o disminución de dichos riesgos.
- c) Reforzar dentro del sistema educativo de enseñanza primaria y/o secundaria, seminarios obligatorios de buenas prácticas sobre seguridad vial, incluyendo las consecuencias del mal uso del móvil y los auriculares durante el tránsito a pie en población, pues es vital disponer de una adecuada educación y concienciación vial, en aras del bienestar general. Haciendo cumplir de esta forma uno de los

objetivos marcados en la Estrategia de Seguridad Vial 2030 que es el asegurar un nivel mínimo de educación vial en todos los colectivos.

- d) Incluir dentro del calendario anual de campañas en materia de tráfico publicado por la DGT, unas campañas específicas de concienciación del incremento de la probabilidad de atropello en las áreas próximas a una obra civil, con la debida difusión y comunicación a través de los diferentes medios.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ashton S.J., Mackay G.M. (1979). Car design for pedestrian injury minimisation. *Proceedings of the Seventh Experimental Safety of Vehicles Conference, Paris, 5-8 June 1979*, pp. 630-640.

Conejera, M., Donoso, D., Moyano, E., Peña, J., Saavedra, F. (2003). Comunicación persuasiva y cambio de actitudes, hacia la seguridad de tránsito en peatones. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 35(1), pp. 77-90.

Dirección General de Tráfico (2014). *Los peatones*. Subdirección General de Intervención y Políticas Viales. Unidad de Intervención Educativa. NIPO: 128-14-040-2.

Dirección General de Tráfico (2015). Smartphones: un peligro para los peatones. *Revista Tráfico y Seguridad Vial*.

<https://revista.dgt.es/es/noticias/nacional/2015/08AGOSTO/Distraccion-peatones-movil.shtml>

Dirección General de Tráfico (2017). *Las distracciones favorecen el riesgo del accidente ¡Siempre atentos!*. Educación Vial para la Educación Secundaria Obligatoria. Unidad didáctica 6. NIPO: 128-14-015-4

Dirección General de Tráfico (2019), La acera es para los peatones. *Revista Tráfico y Seguridad Vial* pp. 6

Dirección General de Tráfico (2022). Manual de características de los VMP. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Dirección General de Tráfico (2022). Estrategia de seguridad vial 2030. NIPO: 128-22-003-3. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>

Frias, P. y Román, J. (2019). *Vehículo eléctrico: situación actual y perspectivas futuras*. Repositorio Universidad Pontificia Comillas. <http://hdl.handle.net/11531/43601>

Franco, J. C. (31 de agosto de 2022). <https://forococheselectricos.com/2022/08/segun-axa-coches-electricos-pueden-ser-mas-peligrosos.html>

Fruin, J. (1971). *Pedestrian planning and design*. Nueva York: Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners.

- López J. (4 de febrero de 2019). El 67% de los españoles utilizaría vehículos de movilidad personal en caso de restricciones al tráfico. <https://movilidadelectrica.com/vehiculos-de-movilidad-personal/>
- Martín, R. (2024). Delitos de homicidio y lesiones imprudentes cometidos con vehículo de motor o ciclomotor. *Logos Guardia Civil, Revista Científica Del Centro Universitario De La Guardia Civil*, (2), pp. 141–164. <https://revistacugc.es/article/view/6214>
- Mérida, J. A. (2024). Riesgos asociados a la intervención en siniestros viales con implicación de vehículos eléctricos. *Logos Guardia Civil, Revista Científica Del Centro Universitario de la Guardia Civil*, (2), pp. 189–216. <https://revistacugc.es/article/view/6287>
- Molina, P. J. (2024). La Micromovilidad de VMP en vías urbanas. *Logos Guardia Civil, Revista Científica Del Centro Universitario De La Guardia Civil*, (2), pp. 217–248. <https://revistacugc.es/article/view/6221>
- Montoro, L., Roca, J. y Lucas-Alba, L. (2010). Creencias de los conductores españoles sobre la velocidad. *Psicothema*. 22(4), pp. 858-864.
- Moyano, E. (1999). *Psicología Social y seguridad de tránsito*. Universidad de Santiago de Chile
- Pico, M., González, R., Noreña, O. (2011). Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 16(2), pp. 190-204.
- Pozueta, J., Lamíquiz, F., Porto, M. (2009). *La ciudad paseable: Recomendaciones para la consolidación de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura*. Madrid: CEDEX.
- Prinz, D. (1986). *Planificación y configuración urbana*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Rumar, K. (1985). The rol of perceptual and cognitive filters in observed behaviour. *Human Behavior and Traffic Safety*, pp. 151-165. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2173-6_8
- Sanz, A. (2008). *Calmar el tráfico: Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*. Madrid: Ministerio de Fomento.
- Sivilevičius, H. (2011). Modelling the interaction of transport system elements. *Transport*. 26(1), pp. 20-34. <http://dx.doi.org/10.3846/16484142.2011.560366>

7. NORMATIVA

- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) (1989). Norma de carreteras 8.3-IC. Señalización de obras.
- Ministerio de Fomento (2011). Manual de ejemplos de señalización de obras fijas.

Ayuntamiento de Madrid (1992). Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamiento de las Ocupaciones de las Vías Públicas por Realización de Obras y Trabajos.

Ayuntamiento de Ciudad Real (2010). Ordenanza Municipal de Movilidad de Ciudad Real. BOP de Ciudad Real. N° 92.

Ayuntamiento de Bilbao (2010). Señalización de obras fijas en la Villa de Bilbao: Manual de señalización de obras fijas.