

MANUAL DE RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD VIAL EN POLÍGONOS INDUSTRIALES



*Convenio de colaboración en el ámbito de la Seguridad Vial
entre el Instituto Mapfre de Seguridad Vial y
la Asociación Española de la Carretera*



Octubre de 2002

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. ANTECEDENTES | 2 |
| 2. ALCANCES Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO | 2 |
| 3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO..... | 4 |
| 4. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS | 5 |
| 4.1. RELACIÓN DE PROBLEMAS | 5 |
| 4.2. EJEMPLOS DE PROBLEMAS TIPO | 6 |
| 4.3. IDENTIFICACIÓN DE SITUACIONES PELIGROSAS EN POLÍGONOS INDUSTRIALES | 11 |
| 5. IDENTIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE LAS POSIBLES SOLUCIONES..... | 23 |
| 5.1. RELACIÓN DE LAS POSIBLES SOLUCIONES..... | 24 |
| 5.2. IDENTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADECUADA PARA CADA TIPO DE PROBLEMA | 25 |
| 5.3. DESARROLLO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES..... | 29 |
| 5.4. CONCLUSIONES SOBRE LOS PROBLEMAS DE SEGURIDAD VIAL EN EL INTERIOR DE LOS POLÍGONOS | 39 |
| 5.5. CONCLUSIONES SOBRE LOS PROBLEMAS DE SEGURIDAD VIAL EN LOS ACCESOS Y ALREDEDORES DEL POLÍGONO | 41 |
| 5.6. CONCLUSIONES SOBRE LA RECEPTIVIDAD POR PARTE DE LOS USUARIOS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES APLICABLES POR EL ENTE GESTOR DEL POLÍGONO | 42 |
| 5.7. CONCLUSIONES SOBRE LA RECEPTIVIDAD POR PARTE DE LOS USUARIOS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES APLICABLES POR LA ADMINISTRACIÓN DE CARRETERAS COMPETENTE | 46 |
| 6. SOLUCIONES TIPO | 47 |
| 6.1. INTRODUCCIÓN | 47 |
| 6.2. LISTADO DE FICHAS TÉCNICAS | 47 |
| 6.3. FICHAS TÉCNICAS | 47 |
| (FICHA 1) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: PRIORIDAD..... | 48 |
| (FICHA 2) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: ROTONDAS..... | 49 |
| (FICHA 3) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: MINIGLORIETAS | 50 |
| (FICHA 4) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: SEMÁFOROS..... | 51 |
| (FICHA 5) CANALIZACIÓN..... | 52 |
| (FICHA 6) DOTACIÓN DE IMPEDIMENTOS FÍSICOS: LOMOS | 53 |
| (FICHA 7) PROHIBICIONES DE GIROS A IZQUIERDAS..... | 54 |
| (FICHA 8) PROVISIÓN DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE VISIBILIDAD: “OREJAS” | 55 |
| (FICHA 9) DOTACIÓN DE BALIZAMIENTO COMPLEMENTARIO..... | 56 |
| (FICHA 10) ESTRECHAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: ESTRECHAMIENTO DE LA CALZADA..... | 57 |
| (FICHA 11) ESTRECHAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: ZIG-ZAG..... | 58 |
| (FICHA 12) DOTACIÓN DE ZONAS DE CRUCE SEGURAS PARA PEATONES | 59 |
| (FICHA 13) PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE CONTENCIÓN | 60 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 61 |

1. ANTECEDENTES

La Asociación Española de la Carretera y el Instituto Mapfre de Seguridad Vial han llevado a cabo la redacción de un estudio para la mejora de las condiciones de Seguridad Vial de los usuarios de las áreas y polígonos industriales. Para ello se han elaborado 2 documentos, uno teórico genérico y otro de carácter más técnico para el caso particular de los polígonos industriales de Asturias.

Para el desarrollo del mismo se ha contado con la colaboración del Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales, con el Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias, con la Federación de Polígonos Industriales de Asturias y con la Federación Asturiana de Concejos.

El estudio se circunscribe al interés de todas las partes por cubrir un ámbito de investigación olvidado hasta ahora, a través del desarrollo de una herramienta práctica de consulta y aplicación de soluciones para paliar el deficiente estado de los aspectos relacionados con la seguridad vial en áreas y polígonos industriales, caracterizados, en general, por presentar una gran variedad de usuarios y funciones intentando convivir en espacios limitados, con escasas normas de regulación y en el que “casi todo vale” para sus usuarios habituales.

2. ALCANCES Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo central del estudio es el de diseñar y redactar un Manual de Recomendaciones en materia de Seguridad Vial aplicable específicamente a la identificación y resolución de problemas de Seguridad Vial en áreas y polígonos industriales.

Este objetivo requiere no obstante, dos precisiones, una de tipo territorial y otra que afecta a los usuarios:

- La territorial en el sentido de remarcar que se hace necesario no sólo abarcar los problemas de seguridad internos a las zonas de estudio, sino también los posibles problemas derivados de unos deficientes entornos o accesos a las áreas estudiadas. La responsabilidad de solucionar los conflictos en el interior del área industrial será del Ente Gestor del Polígono, mientras que aquéllos que se produzcan en los alrededores o accesos, deberán ser solucionados por la Administración de carreteras competente en cada caso.
- La otra, considerando la gran variedad de usos y funciones de los polígonos, por lo que será necesario ampliar el ámbito de recomendaciones a todo tipo de usuarios habituales o permitidos en estos espacios.

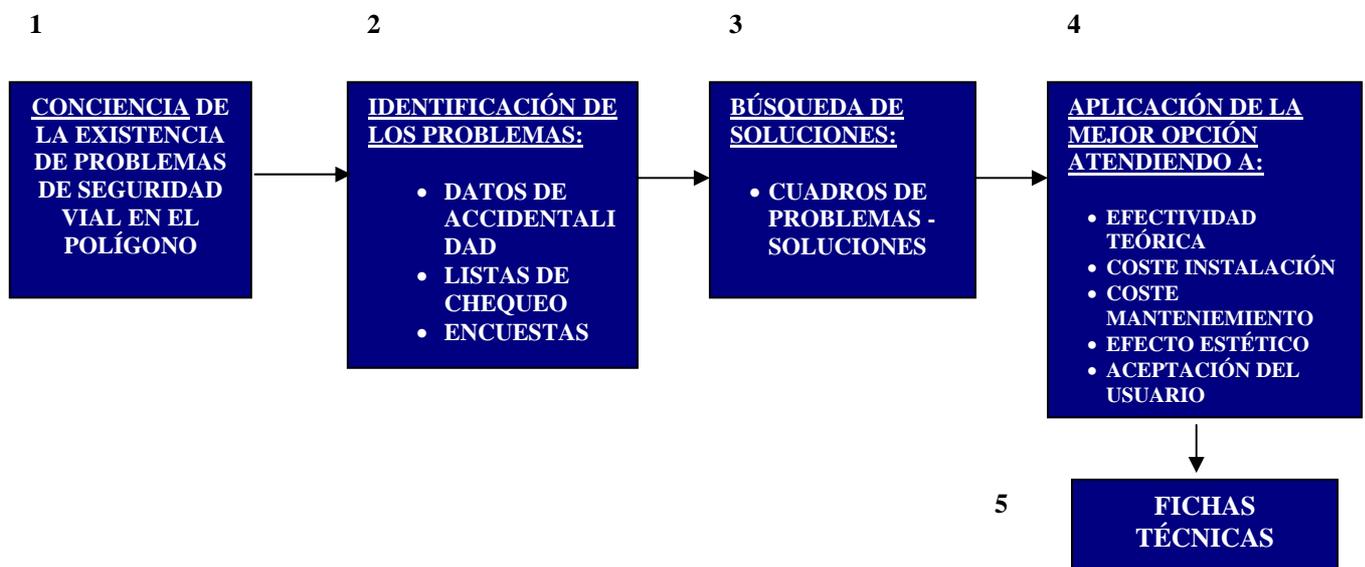
Para la identificación de los problemas, tanto en el interior como en los alrededores de los polígonos, se han utilizado los datos de accidentalidad que se disponían. En muchas ocasiones no se ha contado con estos datos, con lo cual se recurrió a unas listas de chequeo y encuestas que revelaron, con bastante exactitud, los problemas padecidos por el polígono, tanto en el interior como en los accesos.

3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

1. Tomar conciencia de la existencia de problemas de Seguridad Vial en el polígono industrial.
2. Identificación de los problemas mediante datos de accidentalidad y en caso de no disponer de ellos, listas de chequeo y encuestas.
3. Búsqueda de soluciones en los cuadros de problemas-soluciones atendiendo a unos criterios determinados.
4. Aplicación de los dispositivos descritos en las fichas técnicas.

Lo primero que tendrá que hacer el Gestor será identificar los problemas que se manifiestan en su polígono. Para el caso frecuente de no disponer de los datos de accidentalidad necesarios, se han elaborado unas listas de chequeo y una serie de encuestas con los que el Gestor seleccionará de una relación de problemas, los que padece su polígono.

Una vez identificados los problemas, buscaremos en unos cuadros las posibles soluciones para cada uno de ellos atendiendo a una serie de parámetros como son el coste de instalación, la aceptación del usuario, el coste de mantenimiento, la efectividad teórica y el efecto estético.



4. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS

A continuación se muestran los problemas más frecuentes que se presentan en los polígonos industriales, divididos en dos apartados: los que son responsabilidad de la administración de carreteras competente, y que, en general, afectan a los accesos y alrededores de los recintos; y los que son competencia directa del Ente Gestor del Polígono y, por tanto, con plena posibilidad de actuación.

4.1. RELACIÓN DE PROBLEMAS

| SÍMBOLO | SIGNIFICADO |
|---|----------------|
|  | GRAVEDAD BAJA |
|  | GRAVEDAD MEDIA |
|  | GRAVEDAD ALTA |

| INTERIOR DEL POLÍGONO | | GRAVEDAD | |
|-----------------------|--|--|---|
| PROBLEMA | MOVIMIENTOS INTERIORES MAL REGULADOS | POSIBILIDADES DE GIRO A IZQUIERDAS SEÑALIZACIÓN CONFUSA |  |
| | DEFICIENTE GESTIÓN DE ZONAS DE APARCAMIENTO | VISIBILIDADES TAPADAS |  |
| | | INCUMPLIMIENTO DE RESTRICCIONES |  |
| | DEFICIENCIAS DEL EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO BÁSICO | |  |
| | CONSERVACIÓN DEFICIENTE DEL PAVIMENTO | |  |
| | POSIBILIDAD DE MANIOBRAS COMPLEJAS Y PELIGROSAS | |  |
| | DISTANCIAS DE VISIBILIDAD QUE POSIBILITAN VELOCIDADES ELEVADAS | |  |
| | AUSENCIA DE INFORMACIÓN DE LOS POSIBLES MOVIMIENTOS | |  |
| | PRESENCIA DE OBSTÁCULOS SIN PROTEGER | |  |
| | RESTRICCIONES Y/O PROHIBICIONES DE APARCAMIENTOS ARBITRARIAS | |  |
| | DEFICIENTE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL | |  |

| ACCESOS Y ALREDEDORES DEL POLÍGONO | | | GRAVEDAD |
|------------------------------------|---|---|----------|
| PROBLEMA | DEFICIENTE SELECCIÓN DEL TIPO DE ACCESO | CARRIL DE DECELERACIÓN INSUFICIENTE | ☹️ |
| | | ACCESO DIRECTO | ☹️☹️☹️ |
| | DEFICIENTE IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE ACCESO | SEÑALIZACIÓN INFORMATIVA INSUFICIENTE | ☹️☹️ |
| | | CANALIZACIONES DE ESCASA O NULA VISIBILIDAD | ☹️☹️ |
| | | MARCAS VIALES POCO CLARAS O INEXISTENTES | ☹️☹️ |
| | INCOMPATIBILIDADES DE USOS Y TRÁFICOS DEL ENTORNO | PRESENCIA DE PEATONES | ☹️☹️ |
| | | PRESENCIA DE CICLISTAS | ☹️☹️ |
| | | PRESENCIA DE AUTOBUSES | ☹️ |

4.2. EJEMPLOS DE PROBLEMAS TIPO

POSIBILIDADES DE GIRO A IZQUIERDAS



SEÑALIZACIÓN CONFUSA



Cartel informativo ilegible en movimiento

VISIBILIDADES TAPADAS



INCUMPLIMIENTO DE RESTRICCIONES



DEFICIENCIAS DEL EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO BÁSICO



Ausencia de balizamiento y de la señal de advertencia de glorieta

CONSERVACIÓN DEFICIENTE DEL PAVIMENTO



POSIBILIDAD DE MANIOBRAS COMPLEJAS Y PELIGROSAS



DISTANCIAS DE VISIBILIDAD QUE POSIBILITAN VELOCIDADES INADECUADAS



AUSENCIA DE INFORMACIÓN DE LOS POSIBLES MOVIMIENTOS



PRESENCIA DE OBSTÁCULOS SIN PROTEGER



Poste eléctrico sin proteger

4.3. IDENTIFICACIÓN DE SITUACIONES PELIGROSAS EN POLÍGONOS INDUSTRIALES

La manera más directa de conocer si se producen situaciones peligrosas en un polígono industrial consiste en analizar los **datos** disponibles **de accidentalidad** en el interior del polígono. En caso de no disponer de estos datos, se han diseñado unas **listas de chequeo**, a partir de las cuales, los gestores serán capaces de identificar los conflictos que se producen en los polígonos. Para completar esta información, también se han diseñado **encuestas** a conductores y peatones.

A continuación se exponen las listas de chequeo y las encuestas para la identificación de conflictos en Polígonos Industriales.

**LISTA DE CHEQUEO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE
SEGURIDAD VIAL EN LOS ACCESOS DE LOS POLÍGONOS
INDUSTRIALES**

Se ha elaborado una lista de preguntas que ayudarán a identificar los problemas de los accesos al Polígono Industrial . Dividiremos las preguntas en bloques:

a) ACCESOS

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|--|---------|
| 1. En caso de existir, ¿considera suficiente la longitud del carril de deceleración? | |
| 2. ¿Considera suficiente la señalización informativa existente? | |
| 3. ¿Le parece buena la visibilidad de las canalizaciones? | |
| 4. ¿Son adecuadas y suficientes las señales verticales existentes? | |
| 5. ¿Existen y son claramente visibles las marcas viales en los accesos al polígono? | |

b) INCOMPATIBILIDADES DE USOS Y TRÁFICOS DEL ENTORNO

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|---|---------|
| 1. ¿Ha observado con frecuencia la presencia de peatones en los alrededores y accesos del polígono? | |
| 2. ¿Y de ciclistas? | |
| 3. ¿Y de autobuses? | |

c) TRANSPORTE PÚBLICO

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|---|---------|
| 1. ¿Existe transporte público hasta el polígono? | |
| 2. En caso afirmativo, ¿obstaculizan las paradas de los autobuses el correcto funcionamiento del tráfico en los accesos y alrededores del polígono? | |

d) SEÑALIZACIÓN / BALIZAMIENTO / ILUMINACIÓN / BARRERAS

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|--|---------|
| 1. ¿Existe en los accesos y alrededores del polígono iluminación artificial? | |
| 2. ¿Se encuentra la iluminación en correcto estado de conservación? | |
| 3. ¿Hay presencia de obstáculos sin proteger? | |
| 4. ¿Se detectan deficiencias del equipamiento complementario básico? | |
| 5. ¿Existe señalización confusa? | |

LISTA DE CHEQUEO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE SEGURIDAD VIAL EN EL INTERIOR DE LOS POLÍGONOS INDUSTRIALES

Se ha elaborado una lista de preguntas que ayudarán al gestor a identificar los problemas de su Polígono Industrial . Dividiremos las preguntas en bloques:

a) VELOCIDAD INADECUADA

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|--|---------|
| 1. ¿El trazado de la vía, es consistente con una velocidad lenta, o por el contrario favorece velocidades excesivas? | |
| 2. ¿Es la anchura de los carriles demasiado generosa favoreciendo velocidades inadecuadas? | |
| 3. ¿Existe un límite de velocidad y es éste adecuado para el área por la cual pasa la vía? | |
| 4. ¿Está la velocidad de percentil 85 observada (velocidad superada por el 15% de los vehículos) por encima del límite de velocidad? | |
| 5. ¿Hay suficientes señales de limitación de velocidad en el interior del polígono? | |
| 6. ¿Existen señales inoperantes por su falta de visibilidad o por su escasa credibilidad? | |
| 7. ¿Existen elementos físicos que limiten la libre velocidad de los conductores? | |
| 8. ¿Se reciben quejas de los usuarios de a pie de la velocidad excesiva de los vehículos? | |

e) PEATONES

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|---|---------|
| 1. ¿Son las aceras adecuadas para los niveles de tráfico peatonal? | |
| 2. ¿Existen lugares por los que los peatones cruzan con frecuencia indebidamente? ¿Se necesita instalar vallas peatonales para canalizar a los peatones hacia puntos seguros para cruzar? | |
| 3. ¿Existe algún punto del polígono en el que la fase roja de los peatones sea demasiado larga favoreciendo que los peatones crucen irregularmente? | |
| 4. ¿Tienen los peatones problemas de visibilidad al cruzar debido a vehículos aparcados en doble fila? | |
| 5. ¿Existen en algún lugar del polígono aceras invadidas por los vehículos estacionados, obligando a los peatones a transitar por la calzada? | |
| 6. ¿Se ha detectado algún paso de peatones no respetado por los vehículos por su escasa visibilidad (pintura gastada, poca visibilidad tras una curva, etc.)? | |

f) ESTACIONAMIENTOS

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|--|---------|
| 1. ¿Dificultan las maniobras de carga y descarga el tráfico en el interior del polígono? | |
| 2. ¿Se producen problemas de visibilidad en las esquinas debido a los vehículos estacionados? | |
| 3. ¿Se producen aparcamientos en doble fila obstaculizando la visibilidad y el tráfico del polígono? | |
| 4. ¿Hay áreas de aparcamiento indiscriminado? | |
| 5. ¿Hay fondos de saco de difícil entrada/salida? | |
| 6. ¿Puede reducirse el ancho de la calzada con aparcamientos en línea a ambos lados, o en diagonal a un lado? | |
| 7. ¿Hay zonas en las que los vehículos aparcen invadiendo la acera dificultando el tránsito peatonal, haciendo necesaria la instalación de bolardos? | |

g) INTERSECCIONES

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|---|---------|
| 1. ¿Existen intersecciones con todos los giros permitidos? | |
| 2. ¿Puede el conductor de la vía menor creer que no hay intersección más adelante debido a hileras de árboles, postes telegráficos, muros, setos, etc.? | |
| 3. ¿Puede mejorarse la notoriedad de la intersección usando señalizaciones de mayor tamaño, pintando refugios e isletas deflectoras? | |
| 4. ¿Existen intersecciones con indefinición de posibilidades? | |
| 5. ¿Hay un número elevado de giros permitidos a izquierdas? | |
| 6. ¿Existe ausencia de información de los posibles movimientos? | |
| 7. ¿Existe falta de visibilidad en la intersección a causa de vehículos estacionados en las esquinas? | |
| 8. ¿Está la intersección tapada por una curvatura vertical u horizontal inapropiada? | |
| 9. ¿Revelan las observaciones frenazos bruscos? Si es así, ¿son los límites de velocidad realistas? ¿Son la resistencia al deslizamiento y la textura vial apropiadas para las velocidades esperadas? | |
| 10. ¿Está la visual del conductor hacia la derecha y / o hacia la izquierda obstruida por vegetación, muros, setos, etc. y puede su visibilidad ser mejorada? | |
| 11. ¿Intersecta la vía lateral con la principal formando un ángulo agudo? | |
| 12. ¿Existen señales de advertencia de la intersección en la vía principal? ¿Se puede mejorar la notoriedad de la intersección desde la vía principal? | |

| | |
|--|--|
| 13. ¿Son las velocidades de aproximación muy altas? | |
| 14. ¿Les cuesta a los vehículos pesados maniobrar en las rotondas? | |

h) SEÑALIZACIÓN / BALIZAMIENTO / ILUMINACIÓN / BARRERAS

| PREGUNTA | SÍ / NO |
|--|---------|
| 1. ¿Existe en el polígono iluminación artificial? | |
| 2. ¿Se encuentra la iluminación en correcto estado de conservación? | |
| 3. ¿Hay presencia de obstáculos sin proteger? | |
| 4. ¿Se detectan deficiencias del equipamiento complementario básico? | |
| 5. ¿Existen elementos del balizamiento complementario o de la señalización horizontal y/o vertical confusos? | |

ENCUESTA A PEATONES

1. ¿Es Ud trabajador del Polígono?

SÍ

NO

2. ¿Cómo ha llegado hasta el Polígono?

ANDANDO

**VEHÍCULO
PARTICULAR**

**VEHÍCULO
COMPARTIDO**

**TRANSPORTE DE
EMPRESA**

**TRANSPORTE
PÚBLICO**

3. ¿Cree Ud que las velocidades de los vehículos son inadecuadas dadas las características del Polígono?

SÍ

NO

4. ¿Hay algún punto del Polígono donde le resulte incómodo o imposible transitar por la acera (coches aparcados invadiendo la acera, camiones efectuando maniobras de carga y descarga, etc.)? Citar punto y motivo.

SÍ

NO

LUGAR:

5. En su opinión, ¿hay suficientes refugios peatonales y están bien dimensionados?

SÍ

NO

6. ¿Existe algún semáforo en el interior del Polígono en el que la fase roja para peatones le resulte excesivamente larga? Cítelo(s)

SÍ

NO

LUGAR:

7. ¿Existe algún paso de peatones no respetado por los vehículos por su mala ubicación, falta de visibilidad, pintura gastada, etc.? Cítelo(s)

SÍ

NO

LUGAR:

8. Para finalizar, ¿cree Vd que se produce alguna otra situación conflictiva o peligrosa en el interior de este Polígono?

SÍ

NO

En caso afirmativo, citar dichas situaciones:

ENCUESTA A CONDUCTORES

1. ¿Es Vd trabajador del Polígono?

SÍ

NO

2. ¿Es Vd conductor de un turismo, o de un vehículo pesado?

TURISMO

VEHÍCULO PESADO

3. ¿Considera que la señalización de indicación de velocidad es suficiente o por el contrario debería ser más repetitiva en el interior del Polígono?

SUFICIENTE

MÁS REPETITIVA

4. ¿Qué opinión le merece el estado de la señalización horizontal?

INEXISTENTE

DEFICIENTE

ACEPTABLE

BUENO

5. **¿Considera adecuada la señalización informativa en el interior del Polígono?**

SÍ

NO

6. **¿Es comprensible para un conductor desde el interior de un vehículo en movimiento el cartel informativo que muestra las zonas ocupadas por cada empresa?**

SÍ

NO

7. **¿Existen señales no creíbles de acuerdo a las características de la vía (como por ejemplo: prohibición de circular a más de 30 km / h en una vía con una calzada excesivamente ancha) o no visibles (por su reducido tamaño u ocultas tras carteles o vegetación)?**

SÍ

NO

CAUSA:

8. **¿Se ha encontrado con dificultades para detectar algún paso de peatones por su mala señalización, escasa visibilidad o porque la pintura esté muy gastada? En caso afirmativo, ¿dónde?**

SÍ

NO

LUGAR:

9. **¿Cree Vd que hay suficiente estacionamiento fuera de la vía principal para evitar que los vehículos que buscan aparcamiento dificulten el tráfico del Polígono?**

SÍ

NO

10. **¿Se ha encontrado con problemas en el tráfico debido a las maniobras de carga y descarga?**

SÍ

NO

11. **¿Ha tenido problemas de visibilidad en las esquinas debido a los vehículos allí estacionados?**

SÍ

NO

12. **¿Existe una dotación suficiente para el aparcamiento de los vehículos pesados, y está bien delimitado con marcas de pintura en el pavimento?**

SÍ

NO

13. **¿Ha tenido dificultades para detectar alguna intersección debido a pérdidas de trazado, hileras de árboles, postes, muros, setos, etc.?**

SÍ

NO

14. ¿Le ha costado maniobrar en alguna rotonda? En caso afirmativo, ¿en cuál?

SÍ

NO

LUGAR:

15. ¿Considera suficiente el equipamiento de iluminación artificial y balizamiento?

SÍ

NO

16. Si es Vd conductor de vehículo pesado, ¿tiene que estacionar o efectuar maniobras de carga y descarga en calles estrechas o fondos de saco que dificultan las operaciones?

SÍ

NO

17. ¿Existen calles compartidas para los 2 sentidos provocando conflictos, principalmente, para los vehículos pesados?

SÍ

NO

18. Para finalizar, ¿cree Vd que se produce alguna otra situación conflictiva o peligrosa en el interior de este Polígono?

SÍ

NO

En caso afirmativo, citar dichas situaciones:

5. IDENTIFICACIÓN Y CATALOGACIÓN DE LAS POSIBLES SOLUCIONES

El siguiente punto del proyecto pasa por plantear las diferentes opciones que la ingeniería ofrece para paliar, total o parcialmente, los distintos problemas detectados en los Polígonos Industriales.

Para ello, se han englobado las posibles soluciones en dos grandes epígrafes: aquellas que pueden ser aplicadas por el Ente Gestor del Polígono, por ser de su competencia; y aquellas que deberían ser activadas por las administraciones de carreteras responsables de la gestión de cada una de ellas.

A su vez, ambos grupos de soluciones se subdividen en soluciones de tipo administrativo, y soluciones de re-diseño o mejora del estándar de conservación de las infraestructuras, viales y su equipamiento.

5.1. RELACIÓN DE LAS POSIBLES SOLUCIONES

| APLICABLES POR EL ENTE GESTOR DEL POLÍGONO | | |
|---|---|---|
| SOLUCIONES | ADMINISTRATIVAS | Restricciones / prohibiciones al estacionamiento |
| | | Control de accesos en horarios de inactividad |
| | | Limitaciones en la gestión de acopios |
| | | Transporte colectivo por parte del Polígono |
| | | Horarios flexibles a la entrada del puesto de trabajo |
| | RE-DISEÑO Y CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS | Reordenación de sentidos (e información complementaria) |
| | | Indicación de vías con prioridad y sin ella |
| | | Modificación de tipología de intersecciones (rotondas montables) |
| | | Dotación de regulaciones semafóricas semi-actuadas en puntos precisos |
| | | Incorporación de señalización vertical y/o mejora de su mantenimiento |
| | | Dotación de marcas viales y flechas de canalización |
| | | Segregación de espacios por colores |
| | | Instalación de isletas de canalización |
| | | Control de aparcamientos (tresbolillo, cebreados, impedimentos físicos,...) |
| | | Incorporación de limitadores físicos de velocidad según tipos de vehículo |
| | | Dotación de impedimentos físicos (mesetas, almohadillas, lomos) |
| | | Prohibiciones de giros a izquierdas |
| | | Provisión de elementos complementarios de visibilidad |
| | | Mejoras en el equipamiento de iluminación artificial |
| | | Dotación de balizamiento complementario |
| | | Incorporación de chicanes y estrechamientos de reducción de velocidad |
| | | Construcción de obstáculos en medianas |
| | | Eliminación de limitaciones puntuales de visibilidad |
| | | Dotación de zonas de cruce seguras para peatones |
| | | Forzar fugas de visibilidad en zonas de velocidades excesivas |
| | | Delimitación clara de los límites del Polígono o Área Industrial |
| | | Protección de obstáculos agresivos con barreras de contención |
| Delimitación de carriles con balizas abatibles | | |
| Estrechamiento y/o delimitación de carriles difusos | | |
| Indicaciones repetitivas de límites de velocidad en el interior del recinto | | |

| APLICABLES POR LA ADMINISTRACIÓN COMPETENTE | | |
|---|--|--|
| SOLUCIONES | ADMINISTRATIVAS | Mejora de la accesibilidad de los trabajadores |
| | | Dotación de servicios públicos |
| | | Compromiso de asistencia en accidentes |
| | RE-DISEÑO Y CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS | Mejora y/o potenciación del equipamiento del entorno |
| | | Adecuación / restricción a diferentes tipologías de usuarios |
| | | Potenciación de señalización de pre-aviso y confirmación |
| | | Modificaciones visuales del entorno |
| | | Cambios en la sección transversal |
| | | Incorporación de regulaciones semafóricas |
| | | Re-diseño de las intersecciones |
| | | Mejoras de distancias de visibilidad |
| | | Dotación de vías exclusivas de acceso |

5.2. IDENTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADECUADA PARA CADA TIPO DE PROBLEMA

A continuación se presentan una serie de cuadros en los que se plantean los conflictos y sus posibles soluciones en los Polígonos Industriales.

La valoración de cada una de las soluciones se ha dividido en cinco sub-apartados: **efectividad teórica, coste de instalación, coste de mantenimiento, efecto estético y aceptación del usuario.**

- **Efectividad Teórica:** se refiere a la efectividad de la medida para solucionar el problema planteado.
- **Coste de Instalación:** coste de implantación de la medida, incluye mediciones, materiales,...
- **Coste de Mantenimiento:** coste de conservación de la medida adoptada, incluye materiales, inspecciones,...

- **Efecto Estético:** valoración de la integración de la medida adoptada en el entorno.
- **Aceptación del usuario:** como su propio nombre indica se refiere a la aceptación social de la solución elegida.

| ABREVIATURA | SIGNIFICADO |
|-------------|----------------------------------|
| ET | EFFECTIVIDAD TEÓRICA |
| CI | COSTE DE INSTALACIÓN |
| CM | COSTE DE MANTENIMIENTO |
| EE | EFFECTO ESTÉTICO |
| AU | ACEPTACIÓN POR PARTE DEL USUARIO |

| ABREVIATURA | SIGNIFICADO |
|-------------|-------------|
| A | ALTO |
| M | MEDIO |
| B | BAJO |

| PROBLEMA | | SOLUCIÓN | | VALORACIÓN | | | | |
|---|------------------------------------|--|-------------------------|------------|----|----|----|----|
| | | | | ET | CI | CM | EE | AU |
| MOVIMIENTOS INTERIORES MAL REGULADOS | POSIBILIDADES DE GIRO A IZQUIERDAS | MODIFICACIÓN DE TIPOLOGÍA DE INTERSECCIONES | PRIORIDAD (Ficha 1) | M | B | B | M | A |
| | | | ROTONDAS (Ficha 2) | A | A | M | A | A |
| | | | MINIGLORIETAS (Ficha 3) | A | B | M | A | A |
| | | | SEMÁFOROS (Ficha 4) | A | A | A | M | A |
| | SEÑALIZACIÓN CONFUSA | CONSTRUCCIÓN DE ISLETAS EN MEDIANAS | | A | M | M | M | A |
| | | PROHIBICIONES DE GIROS A IZQUIERDAS | | A | B | B | A | B |
| | | INSTALACIÓN DE ISLETAS DE CANALIZACIÓN (Ficha 5) | | A | B | B | M | A |
| | | INDICACIÓN DE VÍAS CON PRIORIDAD Y SIN ELLA | | A | B | B | M | A |
| | | INCORPORACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y/O MEJORA DE SU MANTENIMIENTO | | A | M | M | M | A |
| | | DOTACIÓN DE MARCAS VIALES Y FLECHAS DE CANALIZACIÓN (Ficha 5) | | A | M | M | M | M |
| | | INSTALACIÓN DE ISLETAS DE CANALIZACIÓN (Ficha 5) | | A | B | B | M | A |
| | | DELIMITACIÓN DE CARRILES DIFUSOS | | A | M | M | M | M |
| DEFICIENTE GESTIÓN DE ZONAS DE APARCAMIENTO | VISIBILIDADES TAPADAS | PROVISIÓN DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE VISIBILIDAD (Ficha 8) | | A | M | M | A | A |
| | | ELIMINACIÓN DE LIMITACIONES PUNTUALES DE VISIBILIDAD | | A | B | B | A | A |
| | INCUMPLIMIENTO DE RESTRICCIONES | CONCIENCIACIÓN USUARIO | | A | - | - | - | A |
| | | SANCIONES | | A | - | M | - | B |
| | | CONTROL DE APARCAMIENTOS (TRESBOLILLO, CEBREADOS, IMPEDIMENTOS FÍSICOS...) | | A | M | B | B | B |
| DEFICIENCIAS DEL EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO BÁSICO | | MEJORAS EN EL EQUIPAMIENTO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL | | A | A | A | A | A |
| | | DOTACIÓN DE BALIZAMIENTO COMPLEMENTARIO (Ficha 9) | | A | M | M | M | A |
| | | PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE CONTENCIÓN (Ficha 13) | | A | A | A | B | A |
| | | INCORPORACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL | | A | M | M | M | A |
| CONSERVACIÓN DEFICIENTE DEL PAVIMENTO | | TRATAMIENTOS SUPERFICIALES | | A | A | A | A | A |
| CONFLICTOS ENTRE VEHÍCULOS MOTORIZADOS Y PEATONES | | SEGREGACIÓN DE FLUJOS | | A | A | B | M | A |
| | | DOTACIÓN DE ZONAS DE CRUCE SEGURAS PARA PEATONES (Ficha 12) | | A | M | B | A | A |

| PROBLEMA | SOLUCIÓN | | VALORACIÓN | | | | |
|--|--|-------------------------|------------|----|----|----|----|
| | | | ET | CI | CM | EE | AU |
| POSIBILIDAD DE MANIOBRAS COMPLEJAS Y PELIGROSAS | MODIFICACIÓN DE TIPOLOGÍA DE INTERSECCIONES | PRIORIDAD (Ficha 1) | M | B | B | M | A |
| | | ROTONDAS (Ficha 2) | A | A | M | A | A |
| | | MINIGLORIETAS (Ficha 3) | A | B | M | A | A |
| | | SEMÁFOROS (Ficha 4) | A | A | A | M | A |
| | INCORPORACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y/O MEJORA DE SU MANTENIMIENTO | | A | M | M | M | A |
| | DOTACIÓN DE MARCAS VIALES Y FLECHAS DE CANALIZACIÓN (Ficha 5) | | A | M | M | M | M |
| | INSTALACIÓN DE ISLETAS DE CANALIZACIÓN (Ficha 5) | | A | B | B | M | A |
| | PROHIBICIONES DE GIROS A IZQUIERDAS (Ficha 7) | | A | B | B | A | B |
| DELIMITACIÓN DE CARRILES CON BALIZAS ABATIBLES (Ficha 9) | | A | M | M | M | A | |
| DISTANCIAS DE VISIBILIDAD QUE POSIBILITAN VELOCIDADES ELEVADAS | INCORPORACIÓN DE LIMITADORES FÍSICOS DE VELOCIDAD SEGÚN TIPOS DE VEHÍCULO (LOMOS COMBINADOS) (Ficha 6) | | A | M | B | B | B |
| | DOTACIÓN DE IMPEDIMENTOS FÍSICOS | MESETAS | A | M | B | B | B |
| | | ALMOHADAS | M | M | B | M | M |
| | | LOMOS (Ficha 6) | A | M | B | B | B |
| | INCORPORACIÓN DE CHICANES (ZIG-ZAG) Y ESTRECHAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD (Fichas 10 y 11) | | A | M | B | M | B |
| | DOTACIÓN DE ZONAS DE CRUCE SEGURAS PARA PEATONES (EFECTO REDUCTOR DE LA CALZADA) (Ficha 12) | | A | M | B | A | A |
| | FORZAR FUGAS DE VISIBILIDAD EN ZONAS DE VELOCIDADES EXCESIVAS | | A | M | M | M | M |
| | ESTRECHAMIENTO DE CARRILES (Ficha 10) | | A | B | B | M | M |
| INDICACIONES REPETITIVAS DE LÍMITES DE VELOCIDAD | | M | M | M | M | M | |
| AUSENCIA DE INFORMACIÓN DE LOS POSIBLES MOVIMIENTOS | PANELES INFORMATIVOS CON SEGREGACIÓN DE ESPACIOS POR COLORES | | A | M | M | M | A |
| PRESENCIA DE OBSTÁCULOS SIN PROTEGER | PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE CONTENCIÓN (Ficha 13) | | A | A | A | B | A |
| RESTRICCIONES Y/O PROHIBICIONES DE APARCAMIENTOS ARBITRARIAS | PLANIFICACIÓN DE ZONAS Y HORARIOS DE APARCAMIENTO | | A | M | M | M | A |
| DEFICIENTE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL | MEJORAS EN EL EQUIPAMIENTO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (Anexo II) | | A | A | A | A | A |
| | DOTACIÓN DE BALIZAMIENTO COMPLEMENTARIO (Ficha 9) | | A | M | M | M | A |

5.3. DESARROLLO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES

En este punto se desarrollan las posibles soluciones aplicables por el Ente Gestor del Polígono.

A. ADMINISTRATIVAS

- 1. RESTRICCIONES/PROHIBICIONES AL ESTACIONAMIENTO**
- 2. TRANSPORTE COLECTIVO POR PARTE DEL POLÍGONO**
- 3. HORARIOS FLEXIBLES A LA ENTRADA DEL PUESTO DE TRABAJO**

1. RESTRICCIONES / PROHIBICIONES AL ESTACIONAMIENTO

Esta medida contribuye a la descongestión del tráfico en las zonas de actuación, pero si no se hace una buena planificación, las restricciones de tráfico pueden derivar en conflictos hacia las áreas limítrofes.

El aparcamiento incontrolado en Polígonos Industriales trae consigo consecuencias muy negativas para el correcto desarrollo del tráfico en el mismo, pues interfiere en su tarea de carga y descarga a los camiones.

El problema de esta solución es su cumplimiento. Es fundamental una buena señalización que sea visible para los distintos tipos de vehículos que circulan por el Polígono.

Las medidas que se pueden adoptar para su cumplimiento son: el control estricto y, sobre todo, la concienciación de los trabajadores.

Mediante impedimentos físicos como los bolardos se pueden limitar las zonas de aparcamiento evitando así la congestión ocasionada por los vehículos que buscan aparcamiento.

2. TRANSPORTE COLECTIVO POR PARTE DEL POLÍGONO

En empresas con un número elevado de empleados, poner a disposición de los trabajadores transportes colectivos para realizar los trayectos al centro de trabajo disminuirá el tráfico y el riesgo de accidentes.

Al margen del transporte colectivo, compartir vehículo privado para ir a trabajar es otra medida que reducirá notablemente la densidad de tráfico y, como consecuencia, el tiempo de exposición al riesgo.

3. HORARIOS FLEXIBLES A LA ENTRADA DEL PUESTO DE TRABAJO

Medidas como un horario flexible a la entrada del puesto de trabajo recortarán el riesgo de accidentes “*in itinere*”, al reducir la densidad de vehículos accediendo a las instalaciones en un corto espacio de tiempo.

Será muy positivo para mejorar la fluidez del tráfico que haya acuerdos entre empresas para escalonar los horarios de entrada y salida de los trabajadores.

B. RE-DISEÑO Y CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

- 1. MODIFICACIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE LAS INTERSECCIONES**
- 2. DOTACIÓN DE REGULACIONES SEMAFÓRICAS SEMIACTUADAS EN PUNTOS PRECISOS**
- 3. INCORPORACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y/O MEJORA DE SU MANTENIMIENTO**
- 4. PROHIBICIÓN DE GIROS A IZQUIERDAS**
- 5. ESTRECHAMIENTO DE LA CALZADA**
- 6. MEJORAS EN EL EQUIPAMIENTO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL**
- 7. PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE CONTENCIÓN**

1. MODIFICACIÓN DE TIPOLOGÍA DE INTERSECCIONES

El adecuado dimensionamiento de las intersecciones es fundamental para evitar accidentes, por ser éstas uno de los puntos más conflictivos.

ROTONDAS

La **disposición de rotondas** puede resolver los problemas generados por las intersecciones, siempre y cuando el radio adoptado sea el adecuado, ni demasiado grande, ni demasiado pequeño (que puede hacer que los vehículos continúen en línea

recta). Esta solución hace que el tráfico de la zona circule de forma ordenada y más fluida y, lo que es más importante, **elimina los giros a la izquierda**.

Las **rotondas** proveen una alta capacidad, causan pocas demoras en el periodo fuera de hora punta y son muy útiles cuando hay más de cuatro brazos en la intersección. Son apropiadas para flujos medios y bajos.

Pero también cuentan con una serie de desventajas: una mala visibilidad en los accesos puede llevar a los conductores a tomar decisiones imprudentes al ingresar a ésta; las altas velocidades de ingreso pueden causar accidentes entre los vehículos que entran y los que están circulando, por ello hay que aplicar los dispositivos reductores de la velocidad adecuados; si no se acatan las reglas de prioridad, se producen altas tasas de accidentes; puede haber largas demoras cuando existen diferencias considerables en los flujos de entrada. Además, existen peligros derivados de su geometría: ángulos de entrada muy agudos, rotondas no circulares, señalizaciones mal diseñadas o mal ubicadas, mucha pendiente o poca resistencia al patinazo en los accesos.

Otro dispositivo muy eficaz son las **miniglorietas**. Son intersecciones giratorias en las que el radio del círculo central es inferior a los cuatro metros. Cuando las dimensiones se hacen estrictas pero se quiere mantener cierta flexibilidad para el paso de vehículos de gran tamaño, se construye una parte o todo el islote central de la glorieta de manera que puede ser “pisado” o “montado” por los vehículos de mayores dimensiones.

INTERSECCIONES DE PRIORIDAD

Las **intersecciones de prioridad** son las formas más comunes de intersecciones. El control viene dado por una señal de “ceda el paso” o “stop” en la vía menor, con ninguna restricción en la vía principal. Son adecuadas para flujos bajos. Hay dos tipos básicos de intersecciones de prioridad: intersecciones “T” y cruces. Los cruces, por lo general, tienen el peor récord de seguridad para patrones de tránsito similares.

INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS

Adecuadas para flujos bajos y medios. Suponiendo que existe buena disciplina por parte del conductor, estos son también una forma relativamente segura de control de tránsito. Los accesos inmediatamente adyacentes a una intersección pueden hacer que las decisiones del conductor sean mucho más complejas y provocar situaciones de riesgo. Los semáforos son susceptibles de sufrir averías y desperfectos de modo que necesitan un mantenimiento regular. Los semáforos no son útiles en zonas con muchos conflictos de movimientos de giros, donde son preferibles las rotondas. Debe asegurarse que los semáforos sean visibles sólo para aquéllos a quien están dirigidos. Las fases peatonales deben ser provistas donde los flujos son altos, o donde sin los semáforos sería peligroso cruzar. Donde sea posible, los peatones deben tener una fase especial para cruzar sin peligro y sin afectar la actividad vehicular.

2. DOTACIÓN DE REGULACIONES SEMAFÓRICAS SEMI-ACTUADAS EN PUNTOS PRECISOS

Los semáforos situados en intersecciones aisladas y cuyos cambios obedecen a las variaciones que se producen en el tráfico se llaman “actuados” y pueden o no estar accionados por todo el tráfico. Si no lo están se denominan “semi-actuados”, porque solamente tienen en cuenta una parte del tráfico, generalmente la menos importante.

Un caso especial de funcionamiento semi-actuado es el de paso de peatones con pulsador, en el que el tráfico secundario está constituido por viandantes.

Por lo tanto, emplearemos este tipo de semáforos allí donde uno de los flujos sea bastante mayor que el otro.

3. INCORPORACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y/O MEJORA DE SU MANTENIMIENTO

Hay señales que, por sus dimensiones, mal estado, poca visibilidad, etc. no cumplen la función para la que fueron dispuestas. Son de especial importancia las que advierten de prioridad, rotondas, prohibiciones, carga y descarga de camiones y reducción de velocidad.

Hay casos en los que ciertas señales carecen de credibilidad como es el caso de un vial excesivamente amplio en el que se limite la velocidad a 30 Km/h. Si se quiere mantener esa anchura de vial, habrá que colocar los dispositivos adecuados para que el

conductor reduzca su velocidad, con el empleo de lomos, o reducción de la calzada. Una forma de reducir la calzada es el aparcamiento en línea a ambos lados de la calzada.

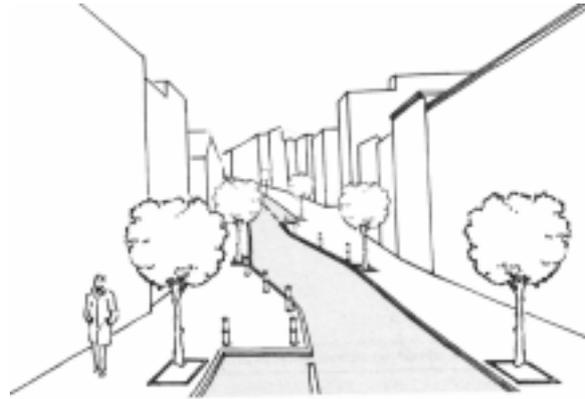
4. PROHIBICIÓN DE GIROS A IZQUIERDAS

Es adecuado en situaciones donde el tráfico que gira está involucrado en un número desproporcionado de accidentes en relación a los volúmenes de tráfico o cuando un giro es especialmente peligroso como los de visibilidad restringida. Con esta medida se reduce el número de conflictos que involucran a vehículos y a peatones. Requieren un menor costo de capital que el cierre completo o parcial de una vía.

5. ESTRECHAMIENTO DE LA CALZADA

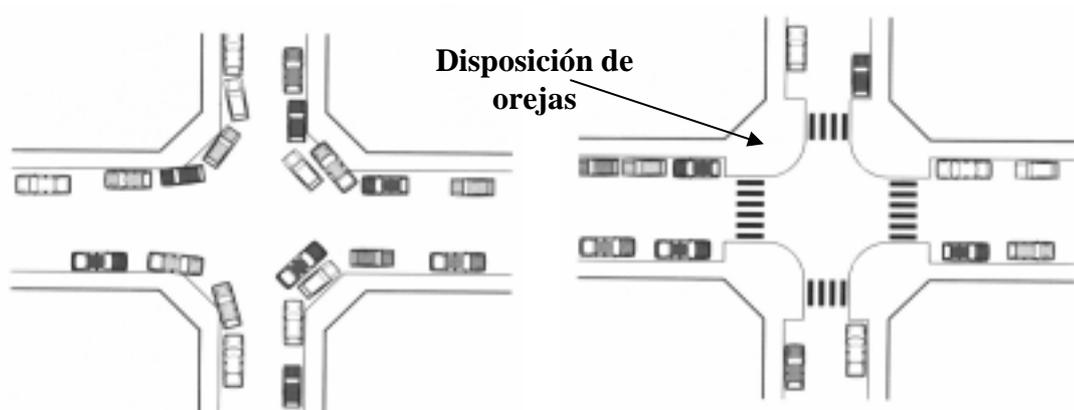
Para evitar las velocidades excesivas motivadas por un sobredimensionamiento de la calzada podemos emplear varios dispositivos de estrechamiento:

- **Empleo de chicanes.** También llamados zig-zag, Son trazados sinuosos de la franja de circulación, es decir, quiebros del eje de la calzada. Pueden ser el resultado del propio diseño de la vía, de la utilización de estrechamientos puntuales alternos a cada lado de la calzada o en el centro de la misma. Su objetivo es la reducción de la velocidad de circulación como consecuencia de la necesidad de que los conductores afronten con mayor seguridad los quiebros del trazado.



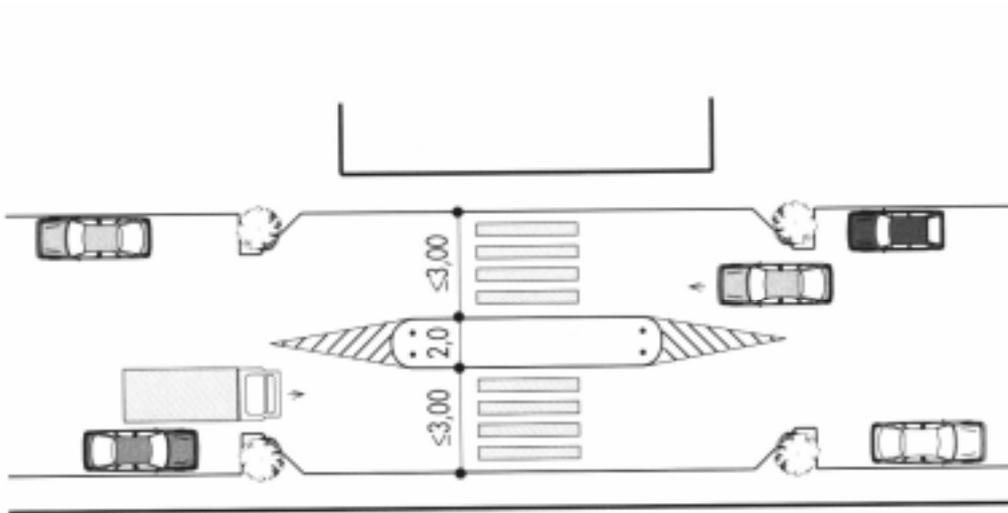
- **Creación de aparcamientos en línea o tresbolillo en ambas direcciones.**

Con esta medida estrecharemos aquellas calzadas excesivamente anchas y que posibilite velocidades inadecuadas, consiguiendo así que los vehículos disminuyan su velocidad. En las esquinas se dispondrán mediante adoquinado, o material similar, “orejas no elevadas” con el fin de poder ser rebasadas por los vehículos pesados.



- **Dotación de zonas de cruce seguras para peatones.** Son los llamados refugios peatonales. Los refugios disminuirían la velocidad de circulación por:

- Estrechamiento de la calzada.
- Efecto de apelotonamiento por imposibilidad de adelantamiento entre vehículos.
- Efecto zig-zag.



6. MEJORAS EN EL EQUIPAMIENTO DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

La instalación de una iluminación adecuada contribuye a reducir los accidentes por la noche además de constituir un aumento de la seguridad personal.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la luminosidad inconsistente que resulta del mantenimiento inapropiado puede, de por sí, ser peligrosa.

Debe atribuírsele mucha importancia a la ubicación de postes de alumbrado puesto que podrían ser un peligro para los vehículos que se salen de la vía. Un poste ubicado en un lugar crítico puede constituir un serio obstáculo visual.

7. PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE CONTENCIÓN

Las barreras de contención son unos dispositivos instalados en carreteras cuya finalidad es la de proporcionar un cierto nivel de contención de un vehículo fuera de control, de manera que se limiten los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para el resto de los usuarios de la carretera y otras personas u objetos situados en las proximidades.

Dentro de las barreras de seguridad se pueden establecer distintos tipos atendiendo a criterios diversos:

- 1)** Rígidas o deformables.
- 2)** Definitivas o provisionales.
- 3)** Simples (aptas sólo para el choque por uno de sus lados) o dobles (aptas para el choque por ambos lados).
- 4)** Según el material empleado:
 - a)** Metálicas.
 - b)** De hormigón.
 - c)** Mixtas.
 - d)** De otros materiales.

En los polígonos industriales, las barreras más adecuadas serán las metálicas y las de hormigón

5.4. CONCLUSIONES SOBRE LOS PROBLEMAS DE SEGURIDAD VIAL EN EL INTERIOR DE LOS POLÍGONOS

A raíz de los trabajos de campo desarrollados y encuestas aplicadas, se puede apreciar que la mayoría de los problemas expuestos en apartados anteriores son comunes al conjunto de los polígonos industriales, si bien algunos se presentan con mayor frecuencia. Es el caso de “la posibilidad de maniobras complejas y peligrosas” que aparece en 10 de los 12 polígonos encuestados.

Otros problemas significativos en el interior de los polígonos son: **“deficiente iluminación artificial”**, **“ausencia de información de los posibles movimientos”**, **“distancias de visibilidad que posibilitan velocidades elevadas”** y **“deficiencias del equipamiento complementario básico”**.

A continuación se ordenan los problemas de seguridad en el interior de los polígonos de mayor a menor frecuencia de aparición:

| NÚMERO | PROBLEMA | FRECUENCIA |
|---------------|--|-------------------|
| 1 | Posibilidad de maniobras complejas y peligrosas | 83,33% |
| 2 | Distancias de visibilidad que posibilitan velocidades elevadas | 75% |
| 3 | Ausencia de información de los posibles movimientos | 75% |
| 4 | Deficiente iluminación artificial | 75% |
| 5 | Deficiencias del equipamiento complementario básico | 66,67% |
| 6 | Señalización confusa | 58,33% |
| 7 | Visibilidades tapadas | 58,33% |
| 8 | Incumplimiento De restricciones | 58,33% |
| 9 | Posibilidades de giro a izquierdas | 50% |
| 10 | Conservación deficiente del pavimento | 50% |
| 11 | Restricciones y/o prohibiciones de aparcamientos arbitrarias | 41,67% |
| 12 | Presencia de obstáculos sin proteger | 16,67% |

Aunque no ha resultado ser uno de los problemas más frecuentes en el interior de los polígonos industriales hay que tener muy en cuenta las “**posibilidades de giro a izquierdas**”, ya que una gran parte de los accidentes ocurridos en el interior de los polígonos son provocados por este problema, siendo además los más graves junto con los derivados de las velocidades elevadas.

5.5. CONCLUSIONES SOBRE LOS PROBLEMAS DE SEGURIDAD VIAL EN LOS ACCESOS Y ALREDEDORES DEL POLÍGONO

Aunque la resolución de este tipo de problemas corresponde a la administración de carreteras competente, vamos a señalar los que han resultado más frecuentes en los polígonos encuestados.

El principal problema es el de **“marcas viales poco claras o inexistentes”** que padecen el 100% de los polígonos consultados. El siguiente problema que se presenta con mayor frecuencia es la **“señalización informativa insuficiente”**. Ambos problemas son de fácil solución práctica.

Al igual que en el apartado anterior, reflejaremos en una tabla los problemas de seguridad en los accesos y alrededores del polígono de mayor a menor frecuencia de aparición.

| NÚMERO | PROBLEMA | FRECUENCIA |
|---------------|---|-------------------|
| 1 | Marcas viales poco claras o inexistentes | 100% |
| 2 | Señalización informativa insuficiente | 75% |
| 3 | Canalizaciones de escasa o nula visibilidad | 50% |
| 4 | Acceso directo | 50% |
| 5 | Presencia de peatones | 33,33% |
| 6 | Presencia de autobuses | 33,33% |
| 7 | Presencia de ciclistas | 25% |
| 8 | Carril de deceleración insuficiente | 25% |

5.6. CONCLUSIONES SOBRE LA RECEPTIVIDAD POR PARTE DE LOS USUARIOS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES APLICABLES POR EL ENTE GESTOR DEL POLÍGONO

Es obvio que no todas las soluciones son bien acogidas por parte de los usuarios y no por ello deberían dejar de aplicarse, si ello contribuye a aumentar la seguridad vial en los polígonos industriales y no existe una medida alternativa que resuelva el problema y que sea mejor acogida por la mayoría de los usuarios. Pero también sabemos que un usuario que se encuentre satisfecho con las medidas acometidas las respetará más que si no lo estuviera, por ello se ha querido conocer la acogida que tendría por parte de los usuarios la aplicación de las distintas soluciones propuestas en este estudio.

En este apartado se analizan las referidas al interior del polígono y, por tanto, aplicables por el Ente Gestor del mismo.

Las medidas que recibirían una mejor acogida serían: **“mejoras en el equipamiento de iluminación artificial”**, **“indicaciones repetitivas de límites de velocidad en el interior del recinto”**, **“delimitación clara de los límites del polígono”**, **“dotación de marcas viales y flechas de canalización”**, **“incorporación de señalización vertical y/o mejora de su mantenimiento”**, **“indicación de vías con prioridad y sin ella”**, **“control de aparcamientos”** y **“dotación de zonas de cruce seguras para peatones”**.

De todas ellas, la que goza de mejor aceptación es **“mejoras en el equipamiento de iluminación artificial”** con casi un 92%. A continuación presentamos un cuadro

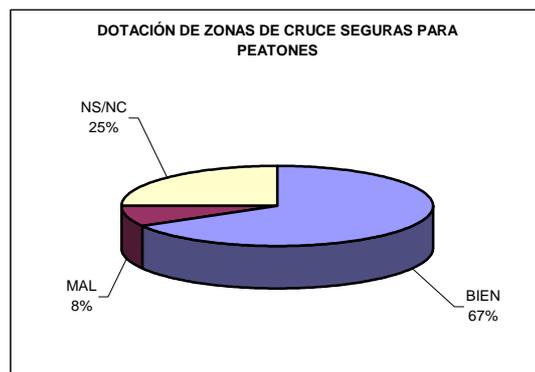
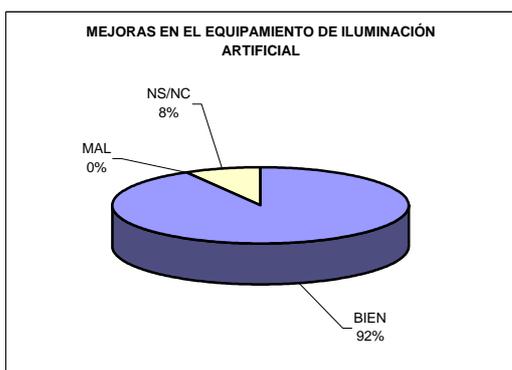
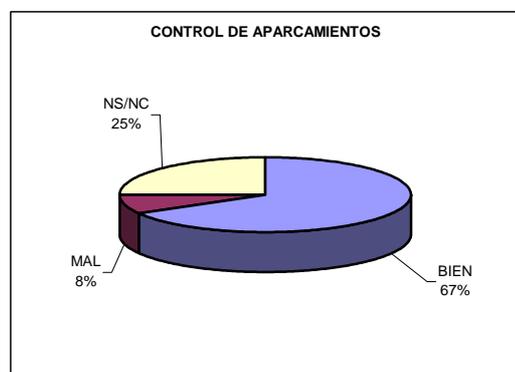
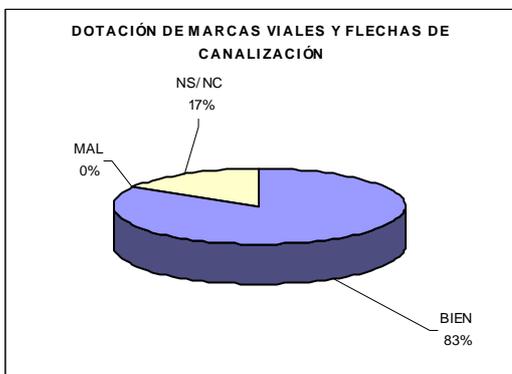
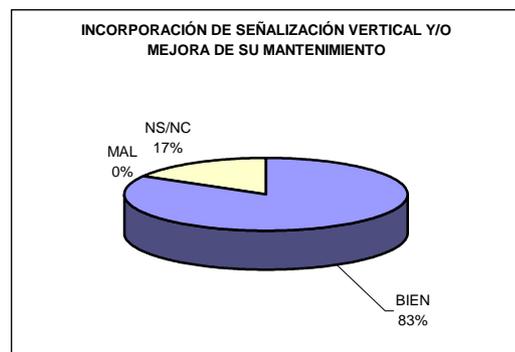
ordenando de mayor a menor aceptación por parte del usuario de las posibles soluciones aplicables por el Ente Gestor del Polígono:

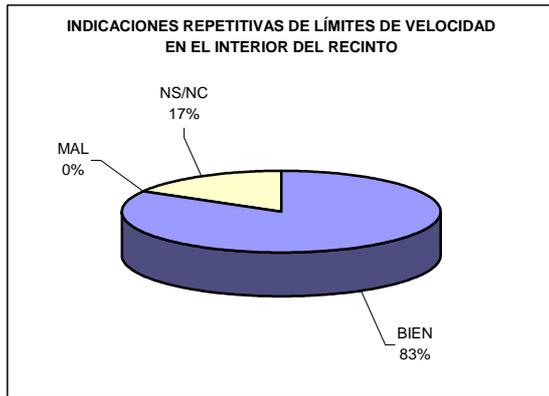
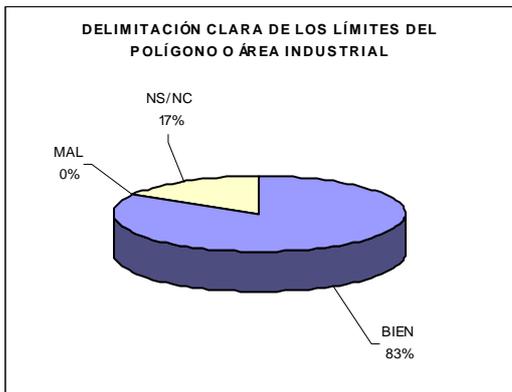
| NÚMERO | SOLUCIÓN | ACEPTACIÓN |
|--------|---|------------|
| 1 | Mejoras en el equipamiento de iluminación artificial | 91,67% |
| 2 | Indicaciones repetitivas de límites de velocidad en el interior del recinto | 83,33% |
| 3 | Delimitación clara de los límites del polígono o área industrial | 83,33% |
| 4 | Dotación de marcas viales y flechas de canalización | 83,33% |
| 5 | Incorporación de señalización vertical y/o mejora de su mantenimiento | 83,33% |
| 6 | Dotación de zonas de cruce seguras para peatones | 66,67% |
| 7 | Control de aparcamientos | 66,67% |
| 8 | Indicación de vías con prioridad y sin ella | 66,67% |
| 9 | Provisión de elementos complementarios de visibilidad | 58,33% |
| 10 | Incorporación de limitadores físicos de velocidad según tipos de vehículos | 58,33% |
| 11 | Eliminación de limitaciones puntuales de visibilidad | 50% |
| 12 | Dotación de impedimentos físicos (bandas transversales) | 50% |
| 13 | Control de accesos en horario de inactividad | 50% |
| 14 | Restricciones / prohibiciones al estacionamiento | 50% |
| 15 | Reordenación de los sentidos | 41,67% |
| 16 | Forzar fugas de visibilidad en zonas de velocidades inadecuadas | 33,33% |
| 17 | Dotación de balizamiento complementario | 33,33% |
| 18 | Modificación de tipología de intersecciones | 33,33% |
| 19 | Estrechamiento y/o delimitación de carriles difusos | 25% |
| 20 | Protección de obstáculos agresivos con barreras de contención | 25% |
| 21 | Prohibiciones de giros a izquierdas | 25% |
| 22 | Segregación de espacios por colores | 25% |
| 23 | Limitaciones en la gestión de acopios | 25% |
| 24 | Delimitación de carriles con balizas abatibles | 16,67% |
| 25 | Incorporación de chicanes y estrechamientos de reducción de la velocidad | 16,67% |
| 26 | Dotación de regulaciones semafóricas semi-actuadas en puntos precisos | 16,67% |
| 27 | Construcción de isletas en medianas | 8,33% |
| 28 | Instalación de isletas de canalización | 8,33% |

Aquí podemos comprobar cómo una medida que resolvería una buena cantidad de problemas, como es la “**prohibición de giros a izquierdas**”, resulta ser mal acogida por los usuarios. Es por ello que estas estadísticas son orientativas y cada polígono

empleará la solución más adecuada para resolver el conflicto que se le presente, aunque la opción no sea demasiado bien recibida.

En los siguientes gráficos observamos los porcentajes de aceptación por parte del usuario de las medidas mejor acogidas, incluyendo también, por su gran importancia en los conflictos en el interior de los polígonos industriales, la prohibición de giros a izquierdas.





5.7. CONCLUSIONES SOBRE LA RECEPTIVIDAD POR PARTE DE LOS USUARIOS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES APLICABLES POR LA ADMINISTRACIÓN DE CARRETERAS COMPETENTE

Aunque las soluciones correspondientes a los problemas en los accesos y alrededores de los polígonos deben ser aplicadas por las Administraciones competentes, a continuación se presentan aquellas que mejor acogida presentan por parte de los usuarios.

La mayoría de las soluciones propuestas serían del agrado de los usuarios, si bien una de ellas destaca por encima de todas las demás, **“la mejora y/o potenciación del equipamiento del entorno”** con casi un 92% de aceptación positiva. Otras medidas muy bien acogidas serían **“la potenciación de señalización de preaviso y confirmación”**, **“el compromiso de asistencia en accidentes”** y **“la mejora de la accesibilidad de los trabajadores”**.

En el siguiente cuadro podemos ver cuáles son las soluciones que mejor acogida presentan por parte del usuario, y cuáles las peores.

| NÚMERO | SOLUCIÓN | ACEPTACIÓN |
|--------|--|------------|
| 1 | Mejora y/o potenciación del equipamiento del entorno | 91,67% |
| 2 | Compromiso de asistencia en accidentes | 75% |
| 3 | Potenciación de señalización de preaviso y confirmación | 75% |
| 4 | Mejora de la accesibilidad de los trabajadores | 66,67% |
| 5 | Dotación de servicios de transporte público | 58,33% |
| 6 | Mejora de distancias de visibilidad | 58,33% |
| 7 | Modificaciones visuales del entorno | 58,33% |
| 8 | Adecuación / restricción a diferentes tipologías de usuarios | 50% |
| 9 | Re-diseño de las intersecciones | 33,33% |
| 10 | Dotación de vías exclusivas de acceso | 33,33% |
| 11 | Incorporación de regulaciones semafóricas | 25% |
| 12 | Cambios en la sección transversal | 8,33% |

6. SOLUCIONES TIPO

6.1. INTRODUCCIÓN

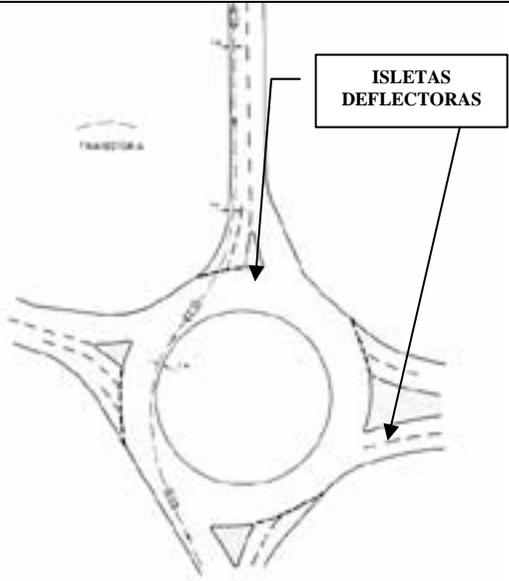
En este apartado se presentan las soluciones tipo para dar respuesta a los problemas específicos de los polígonos industriales mediante una serie de fichas técnicas en las que aparecerán: una descripción del dispositivo, las ventajas e inconvenientes que conllevaría la aplicación de dicha medida y una serie de indicaciones y figuras explicativas allí donde fuera necesario.

6.2. LISTADO DE FICHAS TÉCNICAS

1. SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: PRIORIDAD
2. SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: ROTONDAS
3. SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: MINIGLORIETAS
4. SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: SEMÁFOROS
5. CANALIZACIÓN
6. DOTACIÓN DE IMPEDIMENTOS FÍSICOS: LOMOS
7. PROHIBICIONES DE GIROS A IZQUIERDAS
8. PROVISIÓN DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE VISIBILIDAD:
“OREJAS”
9. DOTACIÓN DE BALIZAMIENTO COMPLEMENTARIO
10. ESTRECHAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD:
ESTRECHAMIENTO DE LA CALZADA
11. ESTRECHAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: ZIG-ZAG
12. DOTACIÓN DE ZONAS DE CRUCE SEGURAS PARA PEATONES
13. PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE
CONTENCIÓN

6.3. FICHAS TÉCNICAS

| SOLUCIÓN | (FICHA 1) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: PRIORIDAD |
|----------------|--|
| DESCRIPCIÓN | Las intersecciones de prioridad son las formas más comunes de intersección. El control se ejerce por medio de una señal “Ceda el Paso” o “Stop” en la vía menor, con ninguna restricción para la vía principal. Las intersecciones de prioridad son de dos categorías básicas: intersecciones “T” y cruces. Los cruces, por lo general, tienen el peor comportamiento de seguridad para patrones de tránsito similares. Indicadas para flujos bajos . |
| VENTAJAS | 1) La vía de mayor capacidad no presenta demoras |
| INCONVENIENTES | 1) Puede haber mucha demora para el tránsito de la calle menor |
| INDICACIONES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Las intersecciones de prioridad sólo deben usarse donde los flujos sean relativamente bajos 2) Por razones de seguridad, cuando el espacio lo permite, son preferibles las intersecciones escalonadas en vez de cruces (2 intersecciones en T en vez de 1 intersección en cruce (+)) 3) La llegada a la intersección desde la vía menor debe diseñarse para que muestre claramente que más adelante existe una vía principal a la que se debe dar prioridad. Para lograr esto se necesitan isletas de deflexión y una señalización clara. Cuando la visibilidad es inadecuada deben utilizarse señalizaciones adicionales de advertencia. Las distancias de visión no deben estar bloqueadas por vegetación. 4) Es recomendable indicar preferencia en vía principal 5) Otras medidas de seguridad en intersecciones de prioridad incluyen: <ul style="list-style-type: none"> - Restricción de giros - Utilización de superficies resistentes al deslizamiento - Proveer facilidades para peatones - Buena señalización orientativa |

| SOLUCIÓN | (FICHA 2) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: ROTONDAS | |
|----------------|---|--|
| DESCRIPCIÓN | Una rotonda es un sistema de circulación alrededor de una isla central, cuya entrada es controlada por demarcaciones y señalizaciones “Ceda el Paso”. Indicada para flujos medios y bajos . | |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Las rotondas proveen una alta capacidad 2) Causan pocas demoras en el periodo fuera de hora punta 3) Son muy útiles cuando hay cuatro brazos ó más en la intersección, aunque generalmente se usan de tres o cuatro brazos | |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Una mala visibilidad en los accesos a la rotonda puede llevar a los conductores a tomar decisiones imprudentes al ingresar a ésta. 2) Las altas velocidades de ingreso pueden causar accidentes entre los vehículos que entran y los que están circulando. 3) Puede haber largas demoras cuando existen diferencias considerables en los flujos de entrada. 4) Motivos de peligro por su geometría: ángulos de entrada muy agudos, rotondas no circulares, señalizaciones mal diseñadas o mal ubicadas, mucha pendiente o poca resistencia al patinazo en los accesos. 5) Conflicto entre vehículos motorizados y no motorizados por la diferencia de velocidades. 6) Necesidad de mantenimiento para garantizar la seguridad de vehículos de dos ruedas. | |
| FIGURA |  <p>A photograph showing a portable roundabout in use. A large truck is driving through the roundabout. The roundabout has a central island and is surrounded by a concrete curb. A blue circular sign with a white arrow pointing right is visible on the left side of the roundabout. The background shows a building and trees.</p> |  <p>A technical diagram of a roundabout showing the layout of the roads and the central island. The diagram includes labels for 'TRANSICIÓN' (Transition) and 'ISLETAS DEFLECTORAS' (Deflector Islands). The deflector islands are shown as small triangular structures at the entrance of the roundabout, designed to guide traffic and reduce speed.</p> |
| | <p style="text-align: center;"><u>ROTONDA MONTABLE:</u></p> <p style="text-align: center;">Cuando tenemos una rotonda y no queremos rediseñarla completamente, la rotonda montable es una medida muy eficaz y barata que se adapta perfectamente al paso de vehículos pesados (muy frecuentes en los polígonos industriales), tal y como podemos apreciar en la fotografía.</p> | |

| SOLUCIÓN | (FICHA 3) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: MINIGLORIETAS |
|----------------|---|
| DESCRIPCIÓN | <p>Son intersecciones giratorias en las que el radio del círculo central es inferior a los cuatro metros. Cuando las dimensiones se hacen estrictas pero se quiere mantener cierta flexibilidad para el paso de vehículos de gran tamaño, se construye una parte o todo el islote central de la glorieta de manera que puede ser “pisado” o “montado” por los vehículos de mayores dimensiones. Son muy útiles para reducir la velocidad en intersecciones. En España ya se tiene la cultura circulatoria necesaria para circular en este tipo de dispositivos, aún así es conveniente señalar “CEDA EL PASO” y señal de glorieta a los vehículos que entran en la misma, para recordarles cómo deben moverse.</p> |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Pueden ser pisadas por vehículos → flexibilidad. 2) Contribuyen a disminuir las velocidades de aproximación a las intersecciones. |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Implantación sólo en vías en las que la velocidad de aproximación no supere los 30-50 km/h. |
| FIGURA | <p>El radio de la calzada alrededor del islote central puede tener entre 7,5 y 12 metros, mientras que la altura de este último puede alcanzar los 10-15 cm en el centro, para radios de 1,5-2,5 metros, con gradientes máximos del 6%.</p> |
| | <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="405 549 981 911" style="width: 45%;"> </div> <div data-bbox="987 592 1265 837" style="width: 45%;"> <p>Observaciones:</p> <p>La instalación de elementos verticales en la isla central depende del espacio disponible para maniobras. Si dicho espacio es muy limitado el área central de la intersección debe establecerse al mismo nivel de las aceras.</p> <p>Es esencial la diferenciación de la isla mediante color y tratamiento superficial diferente.</p> <p>Altura de la cumbre: 0,12 metros.</p> <p>Diámetro de la isla central igual a la anchura de la calzada.</p> </div> <div data-bbox="1290 571 1928 954" style="width: 45%;"> </div> </div> <p style="text-align: center;">Foto y figura: “Calmar el tráfico”. Serie Monografías del Ministerio de Fomento</p> <p>Para que esta medida sea respetada y efectiva, es recomendable que las miniglorietas sean adoquinadas en lugar de pintadas sobre la calzada, ya que, además de que éstas últimas favorecen el incumplimiento, necesitan un mayor mantenimiento. Las miniglorietas adoquinadas serán siempre rebasables por los vehículos pesados pero con una cierta pendiente ascendente hacia el centro.</p> |

| (FICHA 4) SELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN: SEMÁFOROS | |
|--|--|
| SOLUCIÓN | |
| DESCRIPCIÓN | Indicada para flujos bajos / medianos . Podemos distinguir entre reguladores de tiempos fijos o reguladores de tiempos variables. Los reguladores de tiempos fijos no hacen sino cumplir monótonamente lo que previamente se les ha programado, sin depender para nada de las variaciones en intensidad, velocidad o composición que, a lo largo del tiempo, se producen en el tráfico. Reguladores de tiempos variables: Se puede intervenir en el funcionamiento de un regulador de tiempos fijos modificando de una manera u otra la duración de alguna de sus funciones. Así, por ejemplo, es relativamente fácil acelerar o retardar el ciclo o simplemente pararlo en el momento adecuado para prolongar una de las fases. |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Si existe buena disciplina por parte del conductor, los semáforos son una forma relativamente segura de control de tráfico 2) Pueden operar con planes de tiempo fijo, como respuesta a las demandas del tráfico (activados por los vehículos) o con control manual. 3) Requiere menos espacio que una rotonda. |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Los semáforos que permiten giros con luz roja son peligrosos. 2) Cuando se instalan semáforos en intersecciones no apropiadas con flujos bajos y tiempo fijo, se incentiva la infracción. 3) Los semáforos necesitan mantenimiento regular. 4) Los accesos inmediatamente adyacentes a una intersección pueden hacer que las decisiones del conductor sean algo más complejas. 5) Son caros de instalar. 6) Demoras relativamente altas en periodos fuera de punta. |
| INDICACIONES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Los semáforos deben ser visibles en toda condición de iluminación para que un conductor pueda parar de forma segura. Los semáforos y sus fases deben estar ubicados para ser visibles solamente por el tráfico al cual está dirigido. 2) Se aplicarán cuando haya bastantes peatones y flujos altos de vehículos. 3) Las fases de los semáforos deben ser tan simples como sea posible, y deben permitir que todos los movimientos autorizados se lleven a cabo de forma segura. Los semáforos deben indicar claramente qué movimientos están permitidos en cada momento. 4) Se debe evitar el estacionamiento de aquellos vehículos aparcados indebidamente en las inmediaciones. 5) Los semáforos deben ser mantenidos adecuadamente con inspecciones y las reparaciones de defectos deben ser muy rápidas. 6) Las fases peatonales deben ser provistas donde los flujos sean altos, o donde sin los semáforos sería peligroso cruzar para los peatones. |

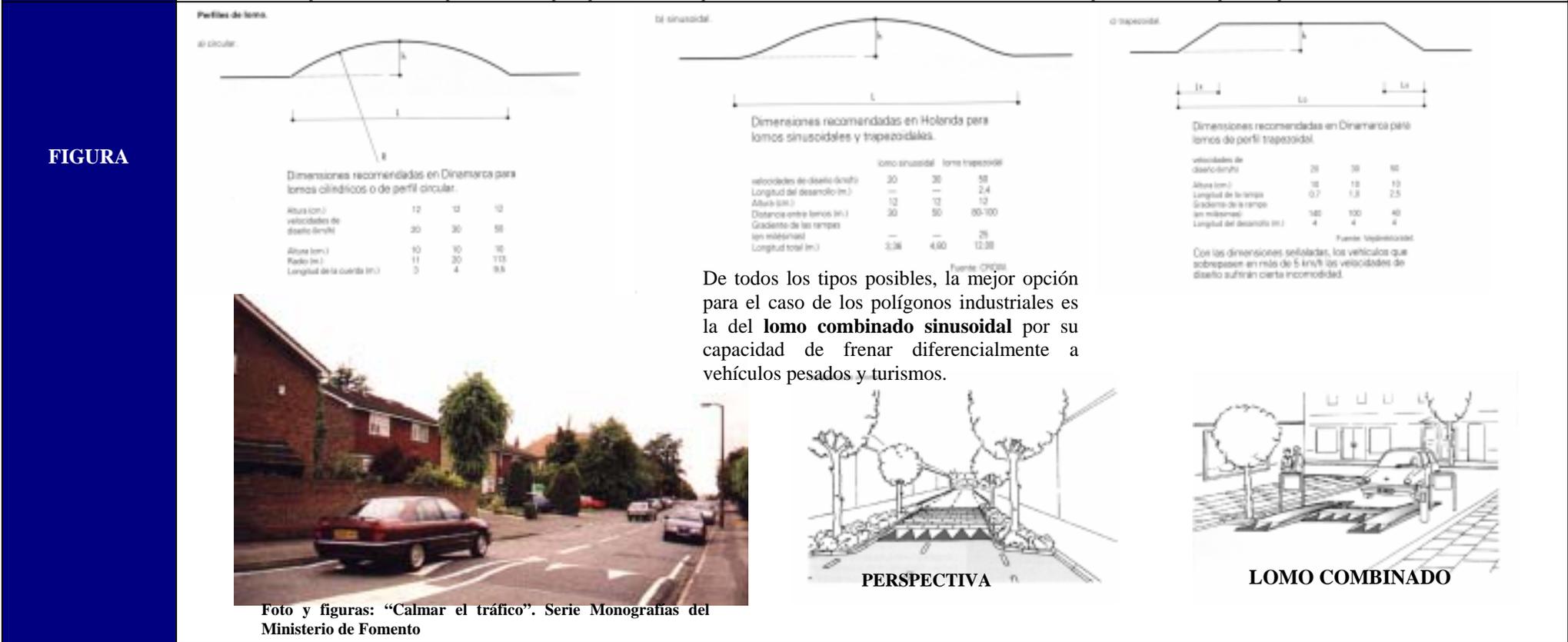
| SOLUCIÓN | (FICHA 5) CANALIZACIÓN |
|-----------------------|--|
| DESCRIPCIÓN | La canalización por medio de demarcaciones, isletas, balizas, puede utilizarse para guiar a vehículos por una trayectoria específica a la entrada y / o salida de una intersección. |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Simplifica los movimientos. 2) Minimiza la confusión y el número de puntos de conflicto. 3) Las isletas tienen el beneficio adicional de proveer un refugio para peatones que cruzan la vía. 4) También proveen una ubicación conveniente para el equipamiento vial tales como señalizaciones, iluminación, etc. 5) Reduce conflictos entre flujos de diferentes características |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) La canalización física tiene la desventaja de reducir el ancho de la vía disponible, lo cual puede ser crítico con vehículos de grandes dimensiones. En algunos lugares donde se requiere canalizar, pueden hacerse ensanchamientos localizados. 2) La presencia de isletas, postes, etc puede ser un factor de riesgo si no se garantiza su perfecta visibilidad. 3) Junto con la canalización deben proveerse señalizaciones claras, pues, de otra forma, sin la información direccional adecuada, los conflictos pueden empeorar, forzando a los conductores inseguros a escoger una opción inadecuada. Si se escoge un camino equivocado, algunos conductores intentarán retomar sus rutas, haciendo maniobras ilegales. 4) Algunos conductores pueden ignorar la canalización definida exclusivamente mediante demarcaciones pintadas. Puede resultar muy útil el refuerzo con elementos de balizamiento (ficha 9). |

SOLUCIÓN (FICHA 6) DOTACIÓN DE IMPEDIMENTOS FÍSICOS: LOMOS

DESCRIPCIÓN Son cambios en la alineación vertical de la calzada. Su efectividad se fundamenta en la incomodidad que supone para los vehículos atravesarlos a una velocidad superior a la indicada para cada diseño. La **zona de influencia de un lomo** es de unos **40-60 metros**. Por ello es recomendable **instalar** una secuencia de estos dispositivos **cada medio centenar de metros** si se quiere mantener la reducción de velocidad en **itinerarios largos**. Su perfil puede ser circular, sinusoidal o trapezoidal. Los lomos combinados frenan diferencialmente a vehículos pesados y automóviles.

- VENTAJAS**
- 1) Método más común y más efectivo para reducir la velocidad de los vehículos.
 - 2) Buenos resultados en reducciones de la velocidad de tránsito y en número de accidentes.
 - 3) Dispositivo muy conocido y experimentado.
 - 4) Pueden aprovecharse como elementos para el cruce peatonal.
 - 5) Son compatibles con limitaciones de velocidad de 30 y 50 km/h.
 - 6) Pueden situarse en calzadas de doble o sentido único de circulación.
 - 7) Lomos combinados frenan diferencialmente a vehículos pesados y turismos.
 - 8) Variedad de materiales de construcción.
 - 9) Variedad de perfiles.

- INCONVENIENTES**
- 1) Pueden aparecer itinerarios / recorridos alternativos. Su propósito principal es la moderación de la velocidad del tráfico y el desvío del tráfico de paso.
 - 2) Si no se disponen adecuadamente (secuencias de dispositivos cada 50 m en itinerarios largos) el régimen circulatorio tiende a ser más irregular con aceleraciones y frenadas.
 - 3) Si no se diseña adecuadamente, el transporte colectivo puede verse afectado.
 - 4) Conflictivos por la noche → precisa buena iluminación y señalización.
 - 5) Para alturas inferiores a los 7,5 cm el efecto reductor se diluye → cuidado con el diseño.
 - 6) Es indispensable su correcta preseñalización para que el conductor que atraviese la travesía reduzca su velocidad a la necesaria para afrontar este tipo de dispositivos.



| SOLUCIÓN | (FICHA 7) PROHIBICIONES DE GIROS A IZQUIERDAS | |
|--|--|--|
| DESCRIPCIÓN | <p>Una forma de reducir aquellos accidentes provocados por un giro en concreto es, simplemente, prohibir ese giro en la intersección y reubicarlo en un lugar más seguro. La restricción más común es prohibir el giro a la izquierda ya que una de las maniobras más peligrosas es el giro cruzando el tráfico de dirección opuesta, o el giro de vehículos desde una vía menor a través de un tráfico denso.</p> <p>Es más seguro concentrar los giros en un lugar donde se pueden proveer facilidades de giro apropiadas (como es el caso de las rotondas), que giros dispersos a lo largo de toda una calle.</p> <p>En los semáforos podría ser necesario prohibir giros para que los peatones puedan cruzar de forma segura, especialmente si no hay suficiente tiempo en el ciclo del semáforo para una fase protegida.</p> <p>Las prohibiciones de giro se pueden introducir con señalizaciones. Si el cumplimiento es bajo, es necesario algún tipo de barrera.</p> | |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Es adecuado en situaciones donde el tráfico que gira está involucrado en un nº representativo de accidentes en relación a los volúmenes de tráfico o cuando un giro es especialmente peligroso, como los de visibilidad restringida. 2) Se reduce el nº de conflictos que involucran a vehículos y a peatones. 3) Si son respetados, podrían limitar el ingreso de tráfico de paso y reducir las interferencias con el flujo vehicular principal. 4) Requieren un menor costo de capital que el cierre completo o parcial de una vía. 5) Las prohibiciones de giro por medio de barreras físicas son de un costo relativamente bajo, en general son aceptadas por los usuarios. | |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) No siempre es posible prohibir los giros con barreras físicas, ya que el espacio vial puede ser inadecuado e instalaciones más pequeñas pueden presentar problemas de visibilidad. 2) Para asegurar que el problema no se transfiera a otro lado se debe acometer un paquete de medidas para manejar estas maniobras de forma segura. | |
| FIGURA |  |  |
| <p>Foto: trabajo de campo en diversos polígonos industriales de Asturias</p> | | |

SOLUCIÓN**(FICHA 9) DOTACIÓN DE BALIZAMIENTO COMPLEMENTARIO****DESCRIPCIÓN**

HITOS DE VÉRTICE: Elemento de balizamiento en forma semicilíndrica en su cara frontal, provistos de triángulos simétricamente opuestos de material retrorreflectante indicando una divergencia.

BALIZAS CILÍNDRICAS: Elemento de balizamiento de geometría general cilíndrica. Fabricado en material flexible con capacidad para recuperar su forma inicial cuando es sometido a esfuerzos deformantes. Su instalación se realiza fijándolo por su base. Sus características de masa total y flexibilidad son tales que pueden ser franqueado por un vehículo, sin daño notable para éste permaneciendo en su lugar original tras el paso del mismo.

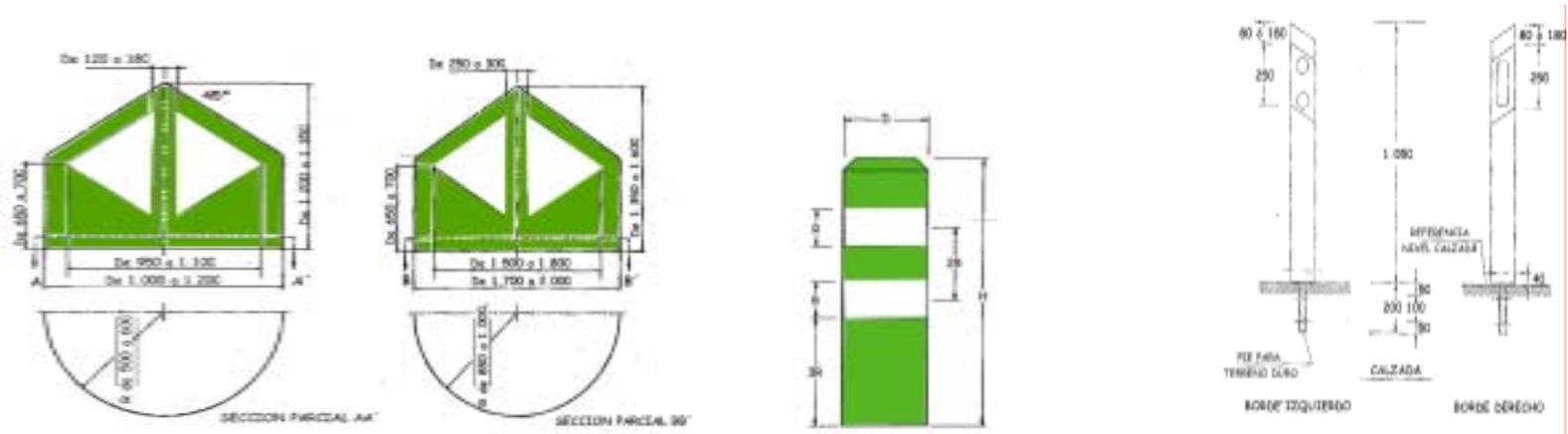
HITOS DE ARISTA: Se define como hito de arista un poste dotado de uno o varios elementos reflexivos que se coloca verticalmente en la margen de la plataforma de una carretera.

VENTAJAS

- 1) Elementos muy útiles para delimitar los bordes de la carretera y puntos singulares.
- 2) Muy importantes en vías sin iluminación.

INCONVENIENTES

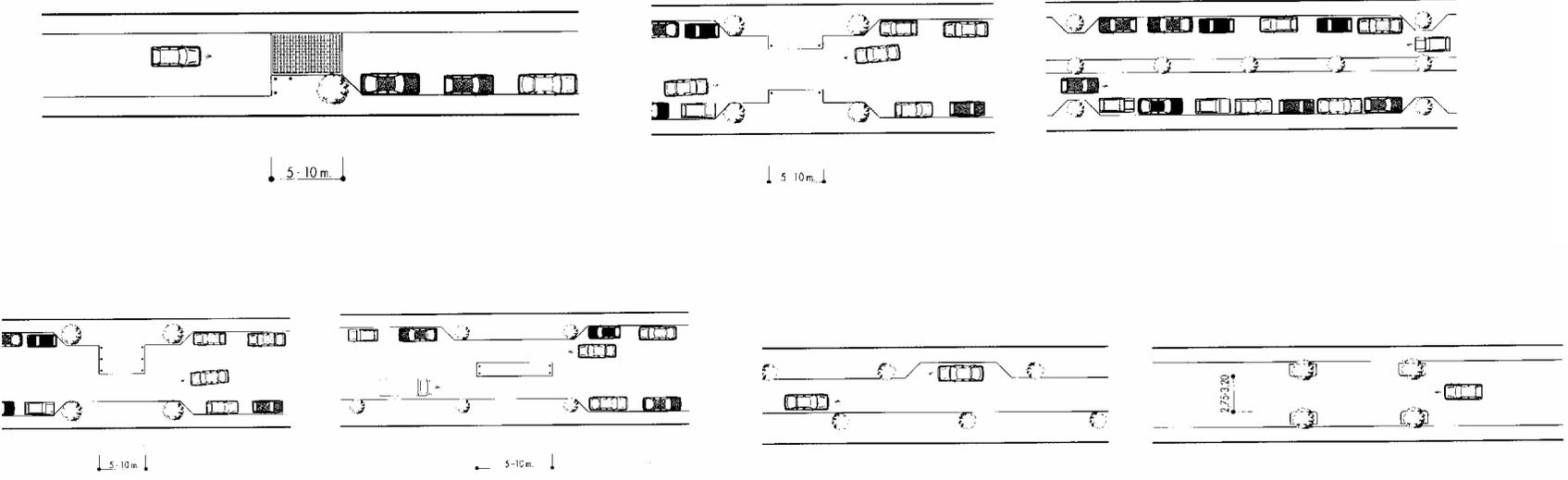
- 1) Precisa mantenimiento.

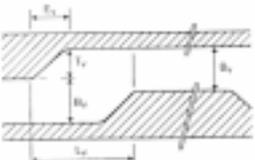
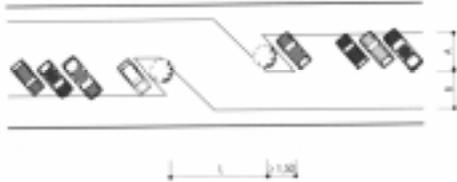
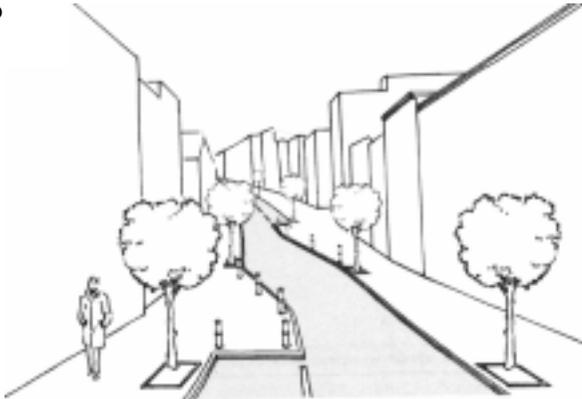
FIGURA

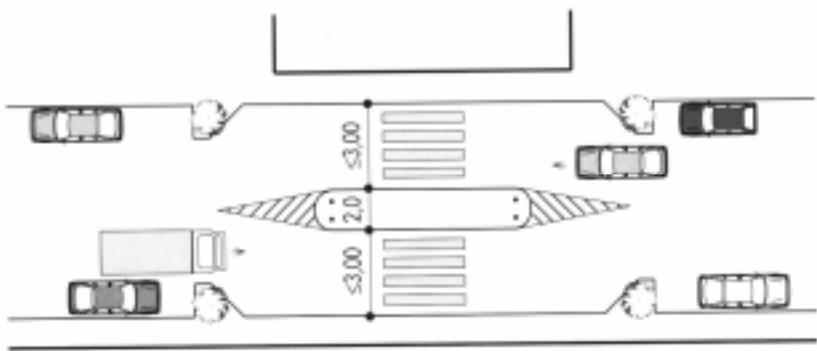
- Útil para separar distintos sentidos en vías con doble línea continua.
- Útil para realizar canalizaciones en rotondas, incorporaciones y salidas.

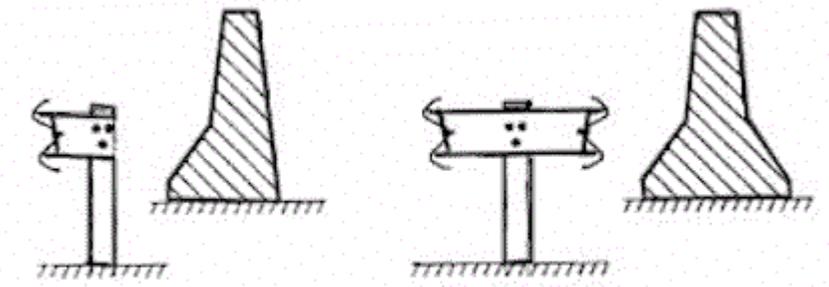


**BALIZAS
ABATIBLES**

| SOLUCIÓN | (FICHA 10) ESTRECHAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: ESTRECHAMIENTO DE LA CALZADA | |
|-----------------------|---|--|
| DESCRIPCIÓN | Como su propio nombre indica consiste en estrechar la anchura de los carriles, para conseguir así un efecto reductor de la velocidad. Este dispositivo puede ir acompañado de otros como es el arbolamiento para transformar el aspecto general de la vía. Se utilizará el aparcamiento en línea o al tresbolillo como estrechamiento de la calzada en aquellos viales cuya calzada sea demasiado generosa dando lugar a velocidades inadecuadas. En las esquinas se dispondrán “orejas” franqueables por el tráfico pesado (ver ficha 8) para evitar la falta de visibilidad que producirían los vehículos allí aparcados. | |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Diversidad de estrechamientos → Opción flexible. 2) Estrechamientos a 1 sólo carril → muy efectivos. 3) Podemos reducir hasta en 19 km/h la velocidad de los vehículos con un ancho de 2,5 m. 4) Se puede conseguir sólo con señalización horizontal. | |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Si tenemos 1 sólo carril con 2 sentidos y 1 tiene baja intensidad → escasa reducción de velocidad. 2) Si se ofrece prioridad a 1 sentido → la reducción de velocidad tiende a producirse sólo en el contrario. 3) Coste de instalación representativo. | |
| FIGURA |  <p style="text-align: center;">Figuras: “Calmar el tráfico”.Serie Monografías del Ministerio de Fomento</p> | |

| SOLUCIÓN | (FICHA 11) ESTRECHAMIENTOS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD: ZIG-ZAG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|------|------|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| DESCRIPCIÓN | <p>También denominados chicanes. Son trazados sinuosos de la franja de circulación, es decir, quiebros del eje de la calzada. Pueden ser el resultado del propio diseño de la vía, de la utilización de estrechamientos puntuales alternos a cada lado de la calzada o en el centro de la misma, o de la implantación discontinua de isletas centrales para la instalación de arbolado.</p> <p>Su objetivo es la reducción de la velocidad de circulación como consecuencia de la necesidad de que los conductores afronten con mayor seguridad los quiebros del trazado.</p> <p>Salvo en algún caso particular, no es una medida demasiado apropiada para polígonos industriales debido, principalmente, a la gran presencia de vehículos pesados en estas áreas.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Varias posibilidades para llevarlo a cabo → Opción flexible. 2) Bastante efectiva. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Aunque su efectividad sea similar a la de los estrechamientos, requieren mayor anchura. 2) Dificultades para vehículos pesados. 3) Si la anchura viene determinada por el paso de vehículos pesados, la reducción de velocidad es menor. 4) Pueden ser percibidos como pistas de carreras → para evitarlo buscaremos formas rectangulares y no redondeadas. 5) Cuanto mayor es el desplazamiento del eje de la calzada, mayor es el desequilibrio entre las dimensiones de las 2 aceras. 6) Poca o casi nula experiencia en España. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FIGURA | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <table border="1" data-bbox="376 418 631 715"> <caption>Dimensiones para zig-zag según la norma suiza</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de carril (B₁ = T₁ / B₂)</th> <th>B₁ (m)</th> <th>T₁ (m)</th> <th>B₂ (m)</th> <th>B₂ (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5/3</td><td>3,28</td><td>1,80</td><td>18,00</td><td>2,00</td></tr> <tr><td>6/5</td><td>4,28</td><td>2,00</td><td>5,00</td><td>2,00</td></tr> <tr><td>6/8</td><td>3,80</td><td>2,50</td><td>8,00</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>7/8</td><td>4,80</td><td>3,00</td><td>8,00</td><td>2,00</td></tr> <tr><td>7/10</td><td>3,50</td><td>3,50</td><td>10,00</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>8/11</td><td>3,50</td><td>4,50</td><td>11,00</td><td>4,50</td></tr> <tr><td>8/5</td><td>5,00</td><td>4,50</td><td>5,00</td><td>4,50</td></tr> <tr><td>8/0</td><td>4,00</td><td>5,00</td><td>9,00</td><td>5,00</td></tr> <tr><td>8/12</td><td>3,50</td><td>5,80</td><td>12,00</td><td>5,50</td></tr> <tr><td>10/5</td><td>5,00</td><td>5,80</td><td>8,00</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>10/9</td><td>4,28</td><td>8,00</td><td>8,00</td><td>8,00</td></tr> </tbody> </table> <p data-bbox="376 740 631 756">Norma suiza para el dimensionamiento de zig-zags</p>  </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <p data-bbox="896 580 1232 596">Norma alemana para el dimensionamiento de zig-zags</p>  </div> <div style="width: 30%;">  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p data-bbox="1008 884 1299 963">Figuras: “Calmar el tráfico”. Serie Monografías del Ministerio de Fomento</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;">   </div> | | Tipo de carril (B ₁ = T ₁ / B ₂) | B ₁ (m) | T ₁ (m) | B ₂ (m) | B ₂ (m) | 5/3 | 3,28 | 1,80 | 18,00 | 2,00 | 6/5 | 4,28 | 2,00 | 5,00 | 2,00 | 6/8 | 3,80 | 2,50 | 8,00 | 4,00 | 7/8 | 4,80 | 3,00 | 8,00 | 2,00 | 7/10 | 3,50 | 3,50 | 10,00 | 4,00 | 8/11 | 3,50 | 4,50 | 11,00 | 4,50 | 8/5 | 5,00 | 4,50 | 5,00 | 4,50 | 8/0 | 4,00 | 5,00 | 9,00 | 5,00 | 8/12 | 3,50 | 5,80 | 12,00 | 5,50 | 10/5 | 5,00 | 5,80 | 8,00 | 3,00 | 10/9 | 4,28 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Tipo de carril (B ₁ = T ₁ / B ₂) | B ₁ (m) | T ₁ (m) | B ₂ (m) | B ₂ (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5/3 | 3,28 | 1,80 | 18,00 | 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6/5 | 4,28 | 2,00 | 5,00 | 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6/8 | 3,80 | 2,50 | 8,00 | 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7/8 | 4,80 | 3,00 | 8,00 | 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7/10 | 3,50 | 3,50 | 10,00 | 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8/11 | 3,50 | 4,50 | 11,00 | 4,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8/5 | 5,00 | 4,50 | 5,00 | 4,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8/0 | 4,00 | 5,00 | 9,00 | 5,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8/12 | 3,50 | 5,80 | 12,00 | 5,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/5 | 5,00 | 5,80 | 8,00 | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10/9 | 4,28 | 8,00 | 8,00 | 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| SOLUCIÓN | (FICHA 12) DOTACIÓN DE ZONAS DE CRUCE SEGURAS PARA PEATONES |
|-----------------------|---|
| DESCRIPCIÓN | <p>En algunos países, los refugios peatonales en las calzadas son un dispositivo de cruce muy frecuente por su idoneidad para intersecciones de escaso flujo peatonal, en donde otros métodos están menos justificados, y por su bajo coste comparativo. Los refugios disminuirían la velocidad de circulación por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrechamiento de la calzada • Efecto de apilotonamiento por imposibilidad de adelantamiento entre vehículos • Efecto zig-zag |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Idóneos para intersecciones de escaso flujo peatonal. 2) Bajo coste comparado con otros métodos. 3) Disminuyen accidentalidad. 4) Facilitan el control del aparcamiento en sus proximidades. 5) Percepción del usuario de una disminución del riesgo. 6) Se consigue por añadidura una reducción de la velocidad. |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Ha de diseñarse bien para no excluir el acceso a usuarios atípicos o vulnerables (ciclistas, sillas de ruedas, etc.) |
| FIGURA | <div style="text-align: center;">  <p>El diagrama ilustra un cruce de una calle con un refugio peatonal. El refugio tiene una anchura de 2,0 metros y está rodeado por una franja de 3,00 metros de anchura por cada lado. Se muestran vehículos en las calzadas y un peatón en el refugio.</p> </div> <p style="text-align: center;">Figura: “Calmar el tráfico”.Serie Monografías del Ministerio de Fomento</p> |

| (FICHA 13) PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE CONTENCIÓN | |
|---|---|
| SOLUCIÓN | (FICHA 13) PROTECCIÓN DE OBSTÁCULOS AGRESIVOS CON BARRERAS DE CONTENCIÓN |
| DESCRIPCIÓN | <p>Dispositivo instalado en una carretera cuya finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención de un vehículo fuera de control, de manera que se limiten los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para el resto de los usuarios de la carretera y otras personas u objetos situados en las proximidades.</p> <p>Dentro de las barreras de seguridad se pueden establecer tipos atendiendo a criterios diversos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rígidas o deformables. • Definitivas o provisionales. • Simples (aptas sólo para el choque por uno de sus lados) o dobles (aptas para el choque por ambos lados). • Según el material empleado: metálicas, de hormigón, mixtas, de otros materiales. <p>En polígonos industriales utilizaremos las barreras metálicas o de hormigón.</p> |
| VENTAJAS | <ol style="list-style-type: none"> 1) Ayudan a que los accidentes sean menos graves 2) Protegen elementos sensibles o de alto valor |
| INCONVENIENTES | <ol style="list-style-type: none"> 1) Precisan poco mantenimiento (excepto si son impactadas) 2) Necesitan suficiente espacio para su ubicación |
| FIGURA |  <p style="text-align: center;"> BARRERA SIMPLE, METALICA Y DE HORMIGON </p> <p style="text-align: center;"> BARRERA DOBLE, METALICA Y DE HORMIGON </p> <p style="text-align: center;">REF. CATÁLOGO OC / 821-95)</p> |

7. CONCLUSIONES

- ✚ Hay que distinguir entre los problemas que son responsabilidad del Ente Gestor del polígono (interior del polígono industrial), y los que son competencia de la administración de carreteras correspondiente.
- ✚ No todos los problemas tendrán la misma gravedad. Lo recomendable es intentar atajar primero aquéllos que representen un conflicto grave desde el punto de vista de la seguridad vial.
- ✚ Los **problemas más graves** desde el punto de vista de la Seguridad Vial en los **accesos y alrededores** de los polígonos son:
 - Acceso directo
 - Señalización informativa insuficiente
 - Canalizaciones de escasa o nula visibilidad
- ✚ Los **problemas más graves** desde el punto de vista de la Seguridad Vial en el **interior** de los polígonos son:
 - Posibilidades de giro a izquierdas
 - Visibilidades tapadas
 - Posibilidad de maniobras complejas y peligrosas
- ✚ Si no se dispone de los datos necesarios y suficientes para tener claros los problemas del polígono, éstos serán identificados mediante unas **listas de chequeo y encuestas** elaboradas a tal efecto.
- ✚ Una vez identificados los problemas, se elegirán las posibles soluciones atendiendo a una serie de **parámetros** como son: efectividad teórica, coste de instalación, coste de mantenimiento, efecto estético y aceptación por parte del usuario.

Los **principales problemas de Seguridad Vial detectados en los accesos y alrededores** de los polígonos son (por orden de mayor a menor frecuencia):

- Marcas viales poco claras o inexistentes (100%)
- Señalización informativa insuficiente (75%)
- Acceso directo (50%)

Los **principales problemas de Seguridad Vial detectados en el interior de los polígonos** industriales son (por orden de mayor a menor frecuencia):

- Posibilidad de maniobras complejas y peligrosas (83,33%)
- Distancias de visibilidad que posibilitan velocidades inadecuadas (75%)
- Ausencia de información de los posibles movimientos (75%)
- Deficiente iluminación artificial (75%)
- Deficiencias en el equipamiento complementario básico (66,67%)
- Señalización confusa (58,33%)
- Visibilidades tapadas (58,33%)
- Incumplimiento de restricciones (58,33%)
- Posibilidades de giro a izquierdas (50%)
- Conservación deficiente del pavimento (50%)

Las **medidas aplicables en los accesos y alrededores** de los polígonos industriales que gozan de mayor aceptación por parte del usuario son (de mayor a menor aceptación):

- Mejora y/o potenciación del equipamiento del entorno (91,67%)
- Compromiso de asistencia en accidentes (75%)
- Potenciación de señalización de preaviso y confirmación (75%)

- Mejora de la accesibilidad de los trabajadores (66,67%)
- Dotación de servicios de transporte público (58,33%)
- Mejora de distancias de visibilidad (58,33)
- Modificaciones visuales del entorno (58,33%)

Las **medidas aplicables en el interior de los polígonos industriales** que gozan de mayor aceptación por parte del usuario son (de mayor a menor aceptación):

- Mejoras en el equipamiento de iluminación artificial (91,67%)
- Indicaciones repetitivas de límites de velocidad en el interior del polígono (83,33%)
- Delimitación clara de los límites del polígono o área industrial (83,33%)
- Dotación de marcas viales y flechas de canalización (83,33%)
- Incorporación de señalización vertical y/o mejora de su mantenimiento (83,33%)

RECOMENDACIONES GENERALES:

- Disposición de rotondas y miniglorietas montables que permitan el paso a los vehículos pesados (ver fichas 2 y 3).
- Implantación (donde sea necesario) de “lomo combinado sinusoidal”, capaz de frenar diferencialmente a turismos y vehículos pesados (ver ficha 6).
- Restringir los giros permitidos a izquierdas (ver ficha 7). Instalación de medianas que separen los sentidos de circulación.
- Disposición en las esquinas de “orejas rebasables” que no dificulten el paso a los vehículos pesados y mejoren la visibilidad en las esquinas de las intersecciones (ver ficha 8).

- Aparcamiento en línea o al tresbolillo como estrechamiento de la calzada en aquellos viales cuya calzada sea demasiado generosa, dando lugar a velocidades inadecuadas (ver ficha 10).
- Instalación de barreras metálicas o de hormigón para proteger obstáculos agresivos (ver ficha 13).

