

TEMA 79

GLORIETAS: CONCEPTO Y CLASES DE INTERSECCIONES GIRATORIAS. UTILIDAD DE LAS GLORIETAS. CRITERIOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE GLORIETAS. RECOMENDACIONES GEOMÉTRICAS. FUNCIONAMIENTO DE UNA GLORIETA. CAPACIDAD. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SEGURIDAD DE LA CIRCULACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DE GLORIETAS. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO.

GLORIETAS: CONCEPTO Y CLASES DE INTERSECCIONES GIRATORIAS. UTILIDAD DE LAS GLORIETAS. CRITERIOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE GLORIETAS. RECOMENDACIONES GEOMÉTRICAS.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 CONCEPTO

Bajo la denominación de glorieta se designa a un tipo especial de intersección, caracterizada porque los tramos que en ella confluyen se comunican a través de un anillo (calzada aproximadamente circular) en el que se establece una circulación rotatoria alrededor de una isleta central.

Si bien legalmente no existe definición del término glorieta en la legislación de tráfico, se puede encontrar en el artículo 87 del Reglamento General de Circulación una definición aproximada de glorieta como plaza de circulación giratoria. Por otra parte, en las instrucciones de carreteras del Ministerio de Fomento, se define glorieta como “intersección dispuesta en forma de anillo (generalmente circular) siendo único el sentido de circulación en el mismo”.

La circulación en la glorieta se realiza dejando la isleta central a la mano izquierda del conductor y, hecho excepcional, los vehículos que se encuentran dentro de la calzada circular tienen preferencia sobre los que se incorporan a ella, a pesar de llegar por su derecha.

En una glorieta, las trayectorias de los vehículos no se cruzan, sino que convergen y divergen: por ello el número de puntos de conflicto es más reducido que en otros tipos de nudo, especialmente al aumentar el número de tramos que confluyen en la intersección (por lo que resultan especialmente adecuadas en este caso).

Hay que hacer especial hincapié en que no son glorietas propiamente dichas —y, por tanto, quedan fuera del ámbito de este estudio— las intersecciones

conocidas vulgarmente como glorietas partidas, en las que dos tramos — generalmente opuestos— se conectan directamente a través de la isleta central, por lo que el tráfico que pasa de uno a otro no la rodea. Estos dos tramos suelen formar parte de un único itinerario principal, mientras que uno o dos tramos más que llegan a la intersección son vías de carácter secundario respecto al itinerario principal.

2 CLASES DE GLORIETAS

2.1 SEGÚN SU GEOMETRÍA

Hay tres tipos principales de glorieta: normal, miniglorieta y doble. Las demás son variantes de estos tipos básicos: intersección anular, glorieta a distinto nivel y glorieta con semáforos.

Como se ha explicado en el apartado anterior, la glorieta partida no se puede considerar glorieta en el sentido funcional.

2.1.1 GLORIETA NORMAL

Una glorieta normal tiene una isleta central —dotada de bordillos— de 4 m o más de diámetro, y generalmente entradas “abocinadas” que permiten una entrada múltiple de vehículos.

El número recomendado de tramos es tres o cuatro. Las glorietas normales funcionan especialmente bien con tres tramos —mejor que las intersecciones reguladas por semáforos—, siempre que la intensidad de la circulación esté bien equilibrada entre los accesos. Si el número de tramos es mayor de cuatro, su comprensión por el conductor se ve afectada y la glorieta ha de ser mayor, con lo que las velocidades resultan mayores: en estas circunstancias pueden resultar más convenientes las glorietas dobles.

Ver anexo gráfico.

2.1.2 MINIGLORIETA

Una miniglorieta tiene una isleta circular —a nivel o ligeramente abombada— de menos de 4 m de diámetro, y entradas abocinadas o sin abocinar.

Las miniglorietas pueden ser muy efectivas para mejorar intersecciones urbanas existentes con problemas de capacidad y seguridad. Sólo deben usarse si todos los accesos tienen su velocidad limitada a 50 Km/h.

Donde no sea posible la inflexión de la trayectoria a la entrada por su trazado, puede lograrse, en cierto grado, mediante marcas viales y pequeñas isletas deflectoras. Estas isletas deben liberarse de todo mobiliario excepto las señales imprescindibles.

La isleta central debe ser circular (de 1 a 4 m de diámetro, el mayor posible), y se recomienda abombarla hasta una altura máxima de 15 cm en su centro. Este bombeo, junto con un cierto contraperalte, ayuda a hacer más identificable la glorieta por los conductores.

Según las recomendaciones del Ministerio de Fomento, el bombeo se construye generalmente con mezclas bituminosas, hormigón o adoquines, y se rodea por una corona de adoquines 5 cm por encima de la superficie de calzada, o bien por un aro de acero encajado en ésta con un resalto máximo de unos 15 cm en su interior. También se puede fijar con resina epoxi un bombeo prefabricado. El bombeo debe ser totalmente blanco y reflexivo. Es efectivo un anillo de captafaros alrededor de su periferia. Los bombeos hechos con materiales —como los adoquines— que no contrastan con el pavimento contiguo no son suficientemente identificables cuando es mala la visibilidad. No deben colocarse señales, mojones, postes de iluminación ni ningún otro mobiliario vial en la isleta central, salvo que se coloquen en su punto central.

La mayor parte de las miniglorietas implican giros cerrados que producen severas huellas de neumáticos, y deben inspeccionarse de forma sistemática para asegurarse de que las isletas abombadas están intactas y son claramente visibles. En miniglorietas con espacio muy restringido es inevitable la entrada de los vehículos más largos en la isleta central. En tales casos ésta debe materializarse simplemente con pintura, aunque su periferia puede delinearse con captafaros.

Debido a la poca distancia entre sus entradas, las miniglorietas exigen que los conductores que pretenden entrar estén muy pendientes de la presencia de otros vehículos dentro de ella, y que reaccionen rápidamente cuando se presente un hueco. En tales circunstancias los ciclistas pueden no ser percibidos, por lo que si su número es elevado la miniglorieta puede no resultar adecuada: los semáforos probablemente son una solución más conveniente desde el punto de vista de la seguridad vial.

Ver anexo gráfico.

2.1.3 GLORIETA DOBLE

Una glorieta doble es una intersección compuesta por dos glorietas normales o miniglorietas, contiguas o conectadas por un tramo de unión o por una isleta alargada materializada por un bordillo. Las glorietas dobles pueden ser especialmente útiles:

—Para unir dos carreteras paralelas separadas por un obstáculo lineal tal como un río, un ferrocarril o una autopista.

—Para acondicionar intersecciones existentes separando giros a la izquierda opuestos con una ordenación de "giro a la indonesia".

—En intersecciones asimétricas o de planta muy esviada, en las que una intersección convencional requeriría un amplio desvío de los accesos, y una glorieta normal una excesiva ocupación.

—En glorietas normales congestionadas, porque se incrementa su capacidad al reducir la intensidad más allá de las entradas críticas.

En intersecciones con más de 4 tramos, una glorieta doble consigue una mayor capacidad con una seguridad aceptable y un uso más eficiente del espacio, mientras que las glorietas normales son grandes y producen elevadas velocidades, con la consiguiente pérdida de capacidad y seguridad.

Ver anexo gráfico.

2.1.4 GLORIETA A DISTINTO NIVEL

Es una glorieta en la que al menos un tramo conecta con una carretera que la cruza a otro nivel. Las más habituales son las de dos puentes y las de tipo "pesa".

Ver anexo gráfico.

2.1.4.1 DOS PUENTES

Puede haber problemas debido a su gran tamaño, que permite velocidades elevadas: como consecuencia se reduce la capacidad y la seguridad, y se incrementan los problemas de percepción. Si se adopta este tipo de glorieta, se debe conseguir un diseño compacto.

Ver anexo gráfico.

2.1.4.2 GLORIETA TIPO PESA

Este tipo de glorieta constituye una solución intermedia entre el enlace en diamante y la glorieta de dos puentes. Tiene la ventaja de su forma compacta y bajo coste.

Ver anexo gráfico.

2.1.5 INTERSECCIÓN ANULAR

Es una glorieta en la que la circulación habitual en sentido único alrededor de la isleta central ha sido reemplazada por una circulación en doble sentido, con miniglorietas de tres ramales o semáforos en cada acceso a la calzada anular. Se

requiere que los conductores que estén en ésta cedan el paso a los que entran, contrariamente a lo habitual en una glorieta.

La conversión de glorietas muy grandes —con problemas en sus entradas— en intersecciones anulares es una solución eficaz, que elimina problemas de congestión sin reducir la seguridad.

Ver anexo gráfico.

2.1.6 GLORIETA CON SEMÁFOROS

Cuando una glorieta no funciona bien, ya sea por exceso de intensidad de la circulación o por un reparto desequilibrado entre sus entradas, que impidan la autorregulación propia de una glorieta, puede aliviarse el problema con semáforos (con funcionamiento continuo o a tiempo parcial) en alguna de sus entradas, o en todas ellas.

2.2 SEGÚN SU UBICACIÓN

2.2.1 INTERURBANAS

Las glorietas que sirven como intersección de carreteras suelen ser de gran tamaño y al tener un tráfico más disperso no hay problemas en los tramos afluentes de carácter secundario. Sin embargo, tienen el problema de que imponen una cesión de paso de una vía que muchos conductores asumen como principal ante otra por lo que ninguna tiene una preeminencia sobresaliente. Sin una cultura automovilística de uso de glorietas esto puede acarrear problemas cuando no accidentes con gran número de conductores.

2.2.2 SUBURBANAS O PERIURBANAS

En vías suburbanas o periurbanas, las glorietas tienen la ventaja de que obligan al conductor a percibir que se acerca a zona poblada. Aunque en muchas ocasiones, sean glorietas de cuatro tramos, los cuales forman dos vías bien diferenciadas, una principal y otra secundaria, en estos casos, es una ventaja, y no un inconveniente, la obligación de ceder el paso al llegar a la intersección por el cambio psicológico que inducen en el conductor.

2.2.3 URBANAS

En zonas urbanas, las habituales limitaciones de espacio y las grandes variaciones de intensidad de tráfico según la hora del día, hacen que las glorietas funcionen mal sobre todo en horas punta.

Esto puede obligar a la semaforización de la glorieta aunque sea a tiempo parcial.

Distinto es el caso de vías urbanas interiores con poca intensidad de tráfico donde la imposición de “ceda el paso” a todas las calles favorece la seguridad, y donde una miniglorieta no tendrá problemas al ser vías vedadas a los vehículos pesados.

3 UTILIDAD DE LAS GLORIETAS

3.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES

Con una ocupación de suelo y un coste de construcción relativamente reducidos, una glorieta puede ofrecer prestaciones interesantes frente a intersecciones convencionales o reguladas por semáforos.

Funcionalmente, su sencillez y uniformidad en su utilización facilitan su comprensión por el usuario, además de que resulta posible cambiar de sentido y aun rectificar errores de destino. Su capacidad resulta mayor, y los tiempos de espera —fuera de las horas punta— menores. Los gastos de conservación y explotación son menores que en una intersección regulada por semáforos. Asimismo, en carreteras con calzadas separadas y demanda equilibrada, una glorieta tendrá, generalmente, menos accidentes que una intersección regulada por semáforos.

Por el contrario, la glorieta supone la pérdida de prioridad de todos los tramos que a ella acceden, y por consiguiente la pérdida de la jerarquía viaria; impone demoras a todos los usuarios, y presenta ciertos problemas relacionados con los peatones y el transporte colectivo.

3.2 MEDIDAS PARA ACOMODAR TRÁFICOS ESPECIALES

3.2.1 PEATONES Y TRANSPORTE COLECTIVO

Salvo excepciones, fuera de poblado no será necesario tener en cuenta a los peatones.

En zona urbana o suburbana deben estudiarse sus recorridos, evitando en todo caso el cruce de la isleta central, lo que puede lograrse dificultando el acceso a ella (por ejemplo con bordillos elevados). Son preferibles itinerarios peatonales separados con pasos fuera de los abocinamientos de las entradas, donde la anchura de la calzada es menor y el movimiento de los vehículos es más directo.

Sin embargo esto no siempre es práctico, en cuyo caso deben considerarse normalmente las siguientes configuraciones:

- Cruces con bordillos y con refugio central, si es posible.
- Pasos de peatones (de cebra), con o sin refugio central.
- Pasos inferiores o pasarelas.

La configuración más conveniente dependerá de las intensidades de la circulación y de los movimientos esperados, tanto de peatones como de tráfico rodado.

Donde haya muchos peatones, deben usarse vallas para evitar cruces no deseados. Deben instalarse las vallas de modo que no impidan la visibilidad a los conductores.

Las paradas de los transportes colectivos de viajeros pueden situarse antes de las entradas o en las salidas (en las que la velocidad es mayor), pudiéndose aducir argumentos en favor o en contra de cada una de estas alternativas.

3.2.2 VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS

Aunque las glorietas tienen un historial notable de seguridad, no resulta tan bueno para los vehículos de dos ruedas, que intervienen en la mitad de los accidentes con víctimas, o sea de 10 a 15 veces la siniestralidad de los coches. Las bicicletas, que representan menos del 2% del tráfico total, se ven implicadas en el 15% de los accidentes.

Ello puede deberse a que los vehículos de dos ruedas intentan cruzar la glorieta con trayectorias más cortas y de mayor radio —y por tanto mantener su velocidad, así como a un campo de visión más restringido que el de un vehículo de cuatro ruedas en el que se conduce sin casco. Donde se prevea un número importante de ciclistas habrá que considerar:

- Separación de niveles, por ejemplo para un itinerario combinado peatones/ciclistas.
- Itinerarios alternativos y señalizados para ciclistas fuera de la glorieta.
- Diferente tipo de intersección, tal como una dotada de semáforos.
- Diseño de la glorieta con más énfasis en la seguridad que en la capacidad.

3.2.3 VEHÍCULOS PESADOS

El problema de los vehículos pesados que vuelcan o pierden su carga en glorietas no tiene una relación clara con el diseño de éstas. Mientras que los accidentes con víctimas para este tipo de vehículo son escasos, son mucho más frecuentes los accidentes con sólo daños a terceros. La pérdida de la carga causa frecuentemente gran congestión, demoras y gastos de limpieza especialmente en las intersecciones más importantes. La experiencia demuestra que donde se presentan estos problemas se dan una o varias de las siguientes circunstancias:

- Inadecuada inflexión de entrada, que conduce a altas velocidades.
- Largos tramos rectos en la calzada anular, que conducen a curvas inesperadas y cerradas.
- Giros bruscos a la salida.
- Cambios bruscos en la pendiente transversal de la calzada anular.
- Contraperalte en la parte exterior de la calzada anular.

Para algunos tipos de vehículo se presentan estos problemas aun a bajas velocidades. Han volcado vehículos articulados cuyo centro de gravedad estaba a más de 2,5 m del suelo, con radios de 20 m a una velocidad tan baja como 25 Km/h.

4 CRITERIOS GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE GLORIETAS

4.1 ENTORNO Y FUNCIONAMIENTO

Hay dos situaciones diferentes en relación con el emplazamiento y funcionamiento de las glorietas:

—En zona urbana o suburbana, con altas intensidades —frecuentemente asociadas a importantes variaciones a lo largo del día— y limitaciones de espacio, las glorietas pueden destacar la transición entre carretera y vía urbana; pero no suelen ser compatibles con los sistemas urbanos de control de la circulación, que mueven los vehículos en grupos coordinando las fases de los semáforos para permitir su avance. Las glorietas interfieren este tipo de movimiento agrupado, hasta el punto de que dichos sistemas no pueden predecir con precisión las intensidades más allá de ellas. Además, imponen recorridos más largos a peatones y ciclistas.

—Fuera de poblado, con altas velocidades de acceso, menores variaciones de la intensidad y pocas limitaciones de espacio. La glorieta es preferible a la regulación por semáforos; pero la pérdida de prioridad que impone al tráfico de paso disminuye

su nivel de servicio, y esto puede resultar poco conveniente en un itinerario principal.

4.2 TIPOS DE ACCESO

La glorieta es el único nudo a nivel posible cuando el número de tramos excede de cuatro.

En carreteras de calzada única, en que las posibilidades de adelantamiento sean limitadas, una juiciosa implantación de glorietas puede mejorar la proporción de alineaciones rectas aptas para adelantamientos sin que aumente excesivamente la velocidad.

No es recomendable emplear glorietas en carreteras de calzadas separadas de más de dos carriles cada una, ya que se interrumpe su continuidad, salvo que se busque precisamente ese efecto. En este caso, la seguridad exige que la presencia de la glorieta resulte muy evidente, y que se cuide especialmente la transición de velocidad en sus accesos.

4.3 INTENSIDAD DE LA CIRCULACIÓN

Las glorietas resultan especialmente ventajosas si las intensidades de la circulación en los tramos que a ella acceden son del mismo orden de magnitud, o si los movimientos de giro predominan sobre los de paso. Por el contrario, si alguno de los tráficos de paso es muy predominante no resulta justificada —desde este punto de vista— la demora que le impone la glorieta.

Su elevada capacidad permite disponer de una reserva para acomodar puntas de demanda, y permite evitar en muchos casos el recurso a la ordenación por semáforos.

Las glorietas se utilizan en emplazamientos con intensidades superiores a las que soportan intersecciones convencionales con prioridad para una dirección.

Hay que tener en cuenta que la vigente normativa del Ministerio de Fomento prohíbe la construcción de glorietas en carreteras cuya I.M.D. sea superior a 5.000 vehículos.

4.4 VELOCIDAD

El paso por una glorieta obliga al tráfico a reducir su velocidad. Ello permite:

—Marcar un cambio significativo en la funcionalidad de la carretera, como el paso de calzadas separadas a calzada única, o de una carretera con enlaces a otra con intersecciones.

—Marcar la transición de una zona urbana o suburbana a otra fuera de poblado.

—Efectuar cambios muy bruscos de alineación, que no podrían lograrse mediante curvas, ni siquiera de radios inferiores a los mininos.

4.5 POSIBILIDADES DE EVOLUCIÓN

En glorietas existentes es posible añadir un nuevo tramo, siempre que la distancia a los contiguos resulte suficiente a efectos de la seguridad de la circulación (no de la capacidad).

En ciertos casos, la disponibilidad de terreno ofrecida por una glorieta puede facilitar su evolución a enlace: aunque esto no debe conducir a implantar glorietas demasiado grandes, no deseables desde el punto de vista de la seguridad.

4.6 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

El impacto ambiental (intrusión visual y ruido, principalmente) de una glorieta suele ser menor que el de otro tipo de nudos, especialmente que el de los enlaces. La posibilidad de ajardinar la isleta central es otro elemento importante a tener en cuenta.

5 RECOMENDACIONES GEOMÉTRICAS

5.1 ANILLO CIRCULAR

En la seguridad de la circulación por glorieta intervienen diversos aspectos de su trazado, desgraciadamente no siempre compatibles: por lo que hay que llegar a un compromiso entre objetivos contrapuestos, consiguiendo que los vehículos cambien de tramo en condiciones de seguridad y con poca demora. El logro de este compromiso se ve dificultado por intensidades o velocidades elevadas y por limitaciones de espacio; estas últimas son a menudo el factor determinante al acondicionar una intersección existente, especialmente en zona urbana.

La mayoría de los accidentes en intersecciones cuya circulación está ordenada por prioridad de paso están relacionados con los conflictos de cruce debidos a giros a la izquierda, que no tienen lugar en las glorietas.

Sin embargo, a pesar del buen historial de las glorietas, se debe prestar especialmente gran atención a la seguridad en su diseño, y especialmente en el de sus entradas. El parámetro más importante es la curvatura mínima $1/R$ de la trayectoria de los vehículos que entran. Las isletas centrales demasiado grandes (de más de 50 m de diámetro) o no circulares presentan un nivel de seguridad

menor. La presencia de peatones o de vehículos de dos ruedas puede provocar problemas especiales.

Según datos estadísticos de Gran Bretaña, el 4% de los accidentes con víctimas ocurrieron en glorietas. La proporción de estos accidentes que resultó mortal fue del 0,7%, frente al 1,5% de todas las demás intersecciones y el 3,1% fuera de ellas. El coste medio por accidente fue, en glorietas, un 30% menor que en las demás intersecciones y un 60% menor que fuera de ellas. Estos datos —aun con las reservas que pudieran hacerse respecto del elevado número de glorietas que hay en ese país, y de lo acostumbrados que a ellas están sus conductores— indica lo efectivas que resultan las glorietas en la reducción de la gravedad de los accidentes en intersecciones.

La experiencia francesa muestra asimismo una fuerte reducción del número de accidentes con víctimas en las glorietas —y una aún mayor de su gravedad— frente a las intersecciones convencionales.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que en las glorietas en que se producen accidentes suelen terminar por instalarse semáforos, con lo que la intersección pasa a ser considerada con semáforos y en las estadísticas desaparece como glorieta.

Los accidentes más frecuentes (alrededor de un 40% de los accidentes con víctimas y del 90% de los mortales) se deben a vehículos aislados que se salen de la calzada en una entrada a la glorieta, especialmente si la isleta central representa un obstáculo.

5.2 VISIBILIDAD Y PERCEPCIÓN

Buena parte de los accidentes en glorieta son ocasionados porque el conductor que llega a ella no se da cuenta de ello. Por esto es fundamental una señalización vertical previa tratada de forma exquisita.

Una vez llegado el vehículo a la entrada a la glorieta debe tener un ángulo de visión del anillo circular suficiente al menos para ver hasta la entrada anterior de la glorieta.

GLORIETAS: FUNCIONAMIENTO DE UNA GLORIETA. CAPACIDAD. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SEGURIDAD DE LA CIRCULACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DE GLORIETAS. CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO.

GENERALIDADES

5.3 FUNCIONAMIENTO DE UNA GLORIETA

El funcionamiento de una glorieta se basa —excepto en el caso de las intersecciones anulares— en la prioridad de paso de los vehículos que circulan por la calzada anular, frente a los que pretenden entrar en la misma desde los tramos que confluyen a ella.

Esto implica que la norma general de prioridad a la mano derecha no se cumple en una glorieta, sino que tiene preferencia quien circula por la mano izquierda. Esta novedad legal nació en España con la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial (Real Decreto Legislativo 339/1990 de 2 de marzo, publicado en el Boletín Oficial del Estado número 63 de 14 de marzo de 1990). Posteriormente esta misma excepción a la norma general apareció redactada en el artículo 57.1.c) del Reglamento General de Circulación (Real Decreto 13/1992, de 17 de enero, publicado en el Boletín Oficial del Estado número 27 de 31 de enero).

Todo ello quiere decir que con anterioridad a la entrada en vigor de la citada Ley, en España la prioridad en una glorieta la tenía quien llegaba a ella circulando por el tramo de acceso a no ser que hubiera una señalización específica que dictase lo contrario. Consecuencia de esta excepción reglamentaria es que jurídicamente no sería necesaria una gran señalización en una glorieta; sin embargo, como veremos más adelante, razones de seguridad vial aconsejan tener un exquisito cuidado con la señalización tanto vertical como horizontal de una glorieta.

Como ya hemos dicho, a la calzada circular acceden un número indeterminado de tramos, generalmente tres o cuatro, con prioridad de aquélla sobre éstos. Sin embargo, contrariamente a cuanto pudiera parecer a primera vista, la calzada anular no constituye —excepto en glorietas muy grandes, en las que la distancia entre tramos es considerable— una sucesión de tramos de trenzado, sino que los vehículos entran directamente a la circulación rotatoria cuando ven en ella un hueco. Por consiguiente, la distancia entre una entrada y la salida siguiente (o sea, el diámetro de la calzada anular) y la anchura de esta calzada tienen poca influencia en el funcionamiento y capacidad de la glorieta. La anchura de su entrada determina la capacidad de un acceso a una glorieta, y suele necesitarse mayor en zona urbana que fuera de poblado. Por otra parte, la inflexión de la trayectoria del vehículo en dicha

entrada influye en su velocidad, y por tanto en la seguridad, especialmente si la velocidad de acceso es elevada.

La experiencia ha demostrado que una glorieta funciona mejor si las intensidades del tráfico en cada uno de los tramos tienen un orden de magnitud semejante. Por el contrario si las intensidades de tráfico están muy desequilibradas entre unos tramos y otros, los conductores del tramo más desfavorecido (el de menor intensidad circulatoria) tendrán muchos problemas para encontrar un hueco en la corriente circulatoria del anillo.

5.4 CAPACIDAD DE UNA GLORIETA

La estimación de la capacidad de una glorieta puede estudiarse desde dos puntos de vista bien diferentes:

Por una parte, puede considerarse la glorieta como una sucesión de tramos de trenzado (este razonamiento sólo es válido en glorietas de gran tamaño). En este caso la capacidad en la glorieta vendrá dada por el tramo de trenzado más crítico.

Por otra parte, puede considerarse como se ha indicado en el punto anterior que una glorieta no tiene tramos de trenzado (a no ser que sea muy grande) ya que los vehículos tienen que llegar a detenerse en la entrada en la mayoría de las ocasiones. En esta hipótesis, la estimación de la capacidad en una glorieta es un proceso que tiene dos etapas.

Primeramente se debe determinar la capacidad de cada tramo de entrada en función de la intensidad de la circulación anular (prioritaria) que la corta; luego se debe calcular la intensidad que aporta cada entrada. Como ésta depende de la intensidad prioritaria, que a su vez proviene de las entradas anteriores, el problema de predecir el equilibrio medio de todas las intensidades que entran a la glorieta se convierte en iterativo. Así coexisten dos elementos:

- a. Una relación inversa entre la capacidad de cada entrada y la intensidad prioritaria que la corta.
- b. Un proceso de equilibrio interactivo entre todas las intensidades que entran.

Teniendo en cuenta el planteamiento anterior no es difícil diseñar un algoritmo matemático que en un proceso iterativo calcule el equilibrio entre las intensidades de las diferentes entradas. El proceso comienza asumiendo una intensidad de tráfico nula en un tramo de la calzada anular anterior a una entrada. La intensidad en esta entrada será equivalente al tráfico en el siguiente tramo de la calzada anular, después de la siguiente salida, el tráfico será el anterior menos la intensidad de salida. Esta intensidad de entrada, una vez restados los vehículos que salen en la próxima salida, se convierte en la intensidad de la glorieta para la próxima entrada.

Este proceso es una forma cómoda de resolver el sistema de n ecuaciones simultáneas (del modo indicado), en las que los valores de intensidad de tráfico en porción de glorieta son funciones de las proporciones de tráfico que salgan y de las intensidades de entrada desde los otros $n-1$ accesos.

6 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SEGURIDAD DE LA CIRCULACIÓN

6.1 GEOMETRÍA

En la seguridad de la circulación por glorieta intervienen diversos aspectos de su trazado, desgraciadamente no siempre compatibles: por lo que hay que llegar a un compromiso entre objetivos contrapuestos, consiguiendo que los vehículos cambien de tramo en condiciones de seguridad y con poca demora. El logro de este compromiso se ve dificultado por intensidades o velocidades elevadas y por limitaciones de espacio; estas últimas son a menudo el factor determinante al acondicionar una intersección existente, especialmente en zona urbana.

La mayoría de los accidentes en intersecciones cuya circulación está ordenada por prioridad de paso están relacionados con los conflictos de cruce debidos a giros a la izquierda, que no tienen lugar en las glorietas.

Sin embargo, a pesar del buen historial de las glorietas, se debe prestar especialmente gran atención a la seguridad en su diseño, y especialmente en el de sus entradas. El parámetro más importante es la curvatura mínima $1/R$ de la trayectoria de los vehículos que entran. Las isletas centrales demasiado grandes (de más de 50 m de diámetro) o no circulares presentan un nivel de seguridad menor. La presencia de peatones o de vehículos de dos ruedas puede provocar problemas especiales.

Según datos estadísticos de Gran Bretaña, el 4% de los accidentes con víctimas ocurrieron en glorietas. La proporción de estos accidentes que resultó mortal fue del 0,7%, frente al 1,5% de todas las demás intersecciones y el 3,1% fuera de ellas. El coste medio por accidente fue, en glorietas, un 30% menor que en las demás intersecciones y un 60% menor que fuera de ellas. Estos datos —aun con las reservas que pudieran hacerse respecto del elevado número de glorietas que hay en ese país, y de lo acostumbrados que a ellas están sus conductores— indica lo efectivas que resultan las glorietas en la reducción de la gravedad de los accidentes en intersecciones.

La experiencia francesa muestra asimismo una fuerte reducción del número de accidentes con víctimas en las glorietas —y una aún mayor de su gravedad— frente a las intersecciones convencionales.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que en las glorietas en que se producen accidentes suelen terminar por instalarse semáforos, con lo que la intersección pasa a ser considerada con semáforos y en las estadísticas desaparece como glorieta.

Los accidentes más frecuentes (alrededor de un 40% de los accidentes con víctimas y del 90% de los mortales) se deben a vehículos aislados que se salen de la calzada en una entrada a la glorieta, especialmente si la isleta central representa un obstáculo.

6.2 SEÑALIZACIÓN

6.2.1 PRINCIPIOS

Como en los demás tipos de nudo, la señalización vertical y las marcas viales deben formar parte del trazado desde su concepción, en vez de añadirse al final; pero en el caso de una glorieta, es fundamental destacar su particular funcionamiento, basado en la prioridad de paso de los vehículos que circulan por la calzada anular frente a los que esperan entrar en ella, es decir, prioridad a la mano izquierda.

6.2.2 VELOCIDAD EXCESIVA

El problema más frecuente es la velocidad excesiva, en la entrada y dentro de la calzada anular, a consecuencia de:

- Mala percepción de la presencia de la glorieta, sobre todo de noche.
- Calzada anular excesivamente ancha o larga (glorieta demasiado grande).
- Inflexión inadecuada a la entrada.
- Ángulo de entrada demasiado pequeño, que anima a una rápida incorporación a la calzada anular.
- Escasa visibilidad de la marca vial de "ceda el paso".
- Señalización de aviso y de dirección mal proyectada o mal situada.
- Señales reductoras de velocidad ausentes o mal situadas.

La solución al problema de la velocidad puede tener que ser bastante drástica, llegando hasta la regulación por semáforo de las entradas problemáticas en las horas punta. En casos extremos la glorieta puede tener que ser convertida en una intersección anular o dotada de semáforos.

6.2.3 CASO DE LAS GLORIETAS EXISTENTES

Entre las medidas prácticas para reducir los accidentes en glorietas existentes pueden citarse:

- La reposición o suplemento de las señales de aviso.
- La colocación de señales de preaviso del tipo cartel-croquis.
- Una mejor visibilidad de la marca de "ceda el paso".
- Un nivel adecuado de resistencia al deslizamiento, tanto en los accesos como en la calzada anular. Debe tenerse en cuenta que, a las velocidades de circulación en la calzada anular, la resistencia al deslizamiento depende de la textura superficial de los áridos que forman la superficie de rodadura (micro-textura); y que aunque no se requiera en la calzada anular la textura superficial profunda (macro-textura) necesaria para una buena resistencia al deslizamiento en carreteras de alta velocidad, sin embargo sí se requiere en los accesos si la velocidad de recorrido en ellos (percentil 85%) fuera mayor de 90 km/h.
- La ausencia de peraltes excesivos o de brusca aparición en la entrada.
- La reducción de una anchura excesiva en la entrada, por fraccionamiento o estrechamiento.
- La colocación de señales reductoras de velocidad con paneles de distancia.

Si los problemas a la entrada estuvieran motivados por una escasa visibilidad hacia la izquierda, pueden obtenerse buenos resultados desplazando hacia adelante la marca de "ceda el paso" conjuntamente con un acortamiento de la isleta deflectora.

6.2.4 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

6.2.4.1 PREVIA

La presencia de una glorieta debe ser advertida en todos sus accesos, por medio de una señal de advertencia de peligro P-4 "INTERSECCIÓN CON CIRCULACIÓN GIRATORIA", situada a unos 150 m de la marca de "ceda el paso" fuera de poblado, y a distancias eventualmente menores en zona urbana o suburbana.

La señalización previa de los destinos a que conducen las salidas de la glorieta (al menos las principales, especialmente los que supongan continuidad de itinerarios de largo recorrido) debe hacerse por medio de carteles S-200 "PRESEÑALIZACIÓN DE GLORIETA". Esta señalización es fundamental en carretera.

Las reducciones de velocidad en cada acceso deben señalizarse igual que en los demás tipos de intersección en los que pueda ser necesario detenerse para ceder el paso a otros vehículos; debe considerarse la posibilidad de formación de colas de vehículos, que puedan adelantar el punto de detención.

Donde haya un carril segregado para giro a la derecha, los vehículos que vayan a emplearlo deben ser canalizados hacia él por medio de marcas viales (flechas) y señales verticales. Los demás carriles deberán también señalizarse, indicando cada destino.

6.2.4.2 A LA ENTRADA

La obligación de ceder el paso a los vehículos que circulan por la calzada anular debe señalizarse con la señal R-1 "CEDA EL PASO" en correspondencia con la marca vial de "ceda el paso"; para mejorar su percepción, se recomienda duplicarla sobre la isleta deflectora a la izquierda de la entrada. Eventualmente se puede implantar un preaviso.

No se deben colocar señales de dirección a la entrada, salvo que se trate de un carril segregado para giros a la derecha.

6.2.4.3 EN LA CALZADA ANULAR

Para subrayar el sentido de circulación por la calzada anular, frente a cada entrada debe situarse una señal R-402 "INTERSECCIÓN DE SENTIDO OBLIGATORIO GIRATORIO" en la isleta central. Las recomendaciones españolas permiten también señalizar con las flechas R-400 "SENTIDO OBLIGATORIO" o S-12 "TRAMO DE CALZADA DE SENTIDO ÚNICO", pero esto no parece muy lógico disponiendo de la señal específica mencionada R-402. No se deben poner limitaciones de velocidad en la calzada anular.

6.2.4.4 DE SALIDA

Sólo deben señalarse los destinos de salida —en las isletas perimetrales, pero nunca en la isleta central— por medio de señales. A fin de que éstas no obstaculicen la visión de los conductores que esperan entrar, deberá cuidarse su altura: o bien su borde superior no deberá estar a más de 1 m del suelo, o su borde inferior deberá estar a más de 1,5 m del suelo.

Más allá de la glorieta pueden colocarse señales de confirmación igual que en los demás tipos de nudo.

6.2.5 MARCAS VIALES

En los accesos a una glorieta las marcas viales pueden servir, además de para canalizar la circulación, para diferenciar un carril segregado para giros a la derecha. En este caso, los vehículos que vayan a emplearlo deben ser canalizados hacia él por medio de marcas viales (flechas) y señales verticales.

La línea de "ceda el paso" debe tener una marca M-4.2.

En la calzada anular se pueden separar carriles por medio de marcas M-1.3.

Sin embargo, las normas españolas recomiendan no reservar carriles, por medio de flechas y marcas viales, en la calzada anular.

6.2.6 BALIZAMIENTO

Se recomienda el empleo de captafaros en las narices de las isletas y eventualmente de balizas luminosas (especialmente en zona urbana).

Por el contrario, no deben emplearse paneles direccionales en la isleta central.

6.2.7 DEFENSAS

No deben situarse obstáculos en las isletas (central o deflectoras), por lo que tampoco deben colocarse en ellas barreras de seguridad (que también constituyen un obstáculo). Hay que evitar colisiones con cualquier tipo de mobiliario en caso de que un vehículo atravesase la isleta central.

En caso de fuertes desniveles o de presencia de obstáculos peligrosos podrá considerarse la instalación de barreras de seguridad en el margen exterior de la calzada anular o en los accesos a la glorieta.

6.3 ILUMINACIÓN

La iluminación suele considerarse esencial para la seguridad de la circulación por una glorieta. Al modificar una glorieta existente, se debe comprobar que su iluminación vale también para la nueva, incluso para la fase de obra.

Es preferible implantar los báculos fuera del anillo, mejor que en las isletas (central o deflectoras) en las que podrían constituir obstáculos a los vehículos que se equivocaran. También puede considerarse implantar un solo báculo en el centro de la isleta central.

7 IMPLANTACIÓN DE GLORIETAS

7.1 ENTORNO Y FUNCIONAMIENTO

Hay dos situaciones diferentes en relación con el emplazamiento y funcionamiento de las glorietas:

—En zona urbana o suburbana, con altas intensidades —frecuentemente asociadas a importantes variaciones a lo largo del día— y limitaciones de espacio, las glorietas pueden destacar la transición entre carretera y vía urbana; pero no suelen ser compatibles con los sistemas urbanos de control de la circulación, que mueven los vehículos en grupos coordinando las fases de los semáforos para permitir su avance. Las glorietas interfieren este tipo de movimiento agrupado, hasta el punto de que dichos sistemas no pueden predecir con precisión las intensidades más allá de ellas. Además, imponen recorridos más largos a peatones y ciclistas.

—Fuera de poblado, con altas velocidades de acceso, menores variaciones de la intensidad y pocas limitaciones de espacio. La glorieta es preferible a la regulación por semáforos; pero la pérdida de prioridad que impone al tráfico de paso disminuye su nivel de servicio, y esto puede resultar poco conveniente en un itinerario principal.

7.2 TIPOS DE ACCESO

La glorieta es el único nudo a nivel posible cuando el número de tramos excede de cuatro.

En carreteras de calzada única, en que las posibilidades de adelantamiento sean limitadas, una juiciosa implantación de glorietas puede mejorar la proporción de alineaciones rectas aptas para adelantamientos sin que aumente excesivamente la velocidad.

No es recomendable emplear glorietas en carreteras de calzadas separadas de más de dos carriles cada una, ya que se interrumpe su continuidad, salvo que se busque precisamente ese efecto. En este caso, la seguridad exige que la presencia de la glorieta resulte muy evidente, y que se cuide especialmente la transición de velocidad en sus accesos.

7.3 INTENSIDAD DE LA CIRCULACIÓN

Las glorietas resultan especialmente ventajosas si las intensidades de la circulación en los tramos que a ella acceden son del mismo orden de magnitud, o si los movimientos de giro predominan sobre los de paso. Por el contrario, si alguno de los tráficos de paso es muy predominante no resulta justificada —desde este punto de vista— la demora que le impone la glorieta.

Su elevada capacidad permite disponer de una reserva para acomodar puntas de demanda, y permite evitar en muchos casos el recurso a la ordenación por semáforos.

Las glorietas se utilizan en emplazamientos con intensidades superiores a las que soportan intersecciones convencionales con prioridad para una dirección.

Hay que tener en cuenta que la vigente normativa del Ministerio de Fomento prohíbe la construcción de glorietas en carreteras cuya I.M.D. sea superior a 5.000 vehículos.

7.4 VELOCIDAD

El paso por una glorieta obliga al tráfico a reducir su velocidad. Ello permite:

- Marcar un cambio significativo en la funcionalidad de la carretera, como el paso de calzadas separadas a calzada única, o de una carretera con enlaces a otra con intersecciones.
- Marcar la transición de una zona urbana o suburbana a otra fuera de poblado.
- Efectuar cambios muy bruscos de alineación, que no podrían lograrse mediante curvas, ni siquiera de radios inferiores a los mininos.

7.5 POSIBILIDADES DE EVOLUCIÓN

En glorietas existentes es posible añadir un nuevo tramo, siempre que la distancia a los contiguos resulte suficiente a efectos de la seguridad de la circulación (no de la capacidad).

En ciertos casos, la disponibilidad de terreno ofrecida por una glorieta puede facilitar su evolución a enlace: aunque esto no debe conducir a implantar glorietas demasiado grandes, no deseables desde el punto de vista de la seguridad.

7.6 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

El impacto ambiental (intrusión visual y ruido, principalmente) de una glorieta suele ser menor que el de otro tipo de nudos, especialmente que el de los enlaces. La posibilidad de ajardinar la isleta central es otro elemento importante a tener en cuenta.

8 CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO

8.1 ACCESOS

La probabilidad de accidente en una entrada disminuye según aumenta el ángulo entre un tramo de acceso y el siguiente en el sentido de giro: por lo que es deseable un espaciamiento uniforme de los tramos a lo largo de la calzada anular, lo que en algunos casos puede llevar a remodelar el trazado de alguno de ellos.

8.2 ENTRADAS

Fuera de poblado, en carreteras de más de un carril por sentido, la presencia de la glorieta puede verse destacada por el cierre del carril situado más a la izquierda.

8.2.1 NÚMERO DE CARRILES

Si la presencia de la glorieta es muy aparente y se logra reducir correctamente la velocidad, disponer carriles adicionales en la entrada a la glorieta —incluso si la intensidad de la circulación fuera baja— proporciona una mayor flexibilidad ante futuros aumentos de intensidad, permite el adelantamiento de un vehículo averiado, y facilita la maniobra de vehículos largos.

Se recomienda añadir al menos un carril adicional, pero no más de dos (en accesos de dos carriles y doble sentido de circulación), ni más de cuatro (en accesos de más de un carril por sentido); y con una longitud mínima de unos 5 m en zona urbana, y de 25 m fuera de poblado. Los carriles adicionales deben diferenciarse —con una anchura mínima de 2 m— a partir de la mitad de la longitud total del abocinamiento; ésta no deberá rebasar los 100 m.

No se recomienda añadir carriles por la izquierda.

8.2.2 ANCHURA DE LOS CARRILES

La anchura mínima de los carriles de la entrada —en la marca de "ceda el paso"—debe ser de 2,5 m. Es mejor usar carriles anchos porque son más adecuados para vehículos pesados. Por ejemplo, en una entrada de 10 m de anchura, 3 carriles de 3,33 m son mejores que 4 de 2,50 m.

8.2.3 ÁNGULO DE ENTRADA

El ángulo de entrada debe estar comprendido entre 20 y 60 grados, con un óptimo de unos 25 grados.

Los ángulos demasiado pequeños interfieren el funcionamiento propio de la glorieta, pues obligan a los conductores a mirar hacia atrás si viene algún vehículo y favorecen la entrada a velocidad elevada, incluso sin respetar la prioridad del tráfico que circula por la calzada anular.

Los ángulos demasiado grandes también interfieren el funcionamiento normal de la glorieta, pues favorecen los conflictos en forma de cruce.

8.2.4 CURVATURA

8.2.4.1 TRAYECTORIAS

La inflexión de la trayectoria de los vehículos a la entrada de una glorieta es uno de los factores más importantes para la seguridad de la circulación en ellas. Esta inflexión se logra por la presencia de la isleta central, y por la presencia de una isleta separadora en cada acceso.

Un giro inicial de unos 15 grados basta para advertir la presencia de la entrada; una limitación del radio de curvatura de la trayectoria en la entrada a un máximo de 100 m asegura una velocidad razonable de entrada. Un buen método para mejorar la inflexión, y también reducir el tamaño de la glorieta, consiste en desalinear los accesos hacia la izquierda del centro de la isleta central. No es conveniente, por el contrario, lograr la inflexión desviando bruscamente los ramales de acceso hacia la izquierda y luego hacia la derecha antes de la entrada.

Con diámetros exteriores de la calzada anular inferiores a 40 m puede resultar difícil, cuando no imposible, lograr una suficiente inflexión de entrada.

8.2.4.2 BORDES

La curvatura de la trayectoria se puede medir dibujándola a una escala mínima 1/500, y ajustándole una plantilla en una longitud mínima de 20 m. La trayectoria debe pasar a 1 m, como mínimo, de los bordes de la calzada o del carril (incluyendo la isleta central y las deflectoras). Todo cambio de sentido de la curvatura en la trayectoria debe hacerse suavemente: se requiere particular cuidado en el caso de isletas centrales pequeñas. Al ser un tanto subjetiva la fijación de la trayectoria más desfavorable, debe efectuarse más de un tanteo.

Las curvas de los accesos a una glorieta deben ser bastante suaves, aunque pueden usarse radios inferiores a los mínimos correspondientes a su velocidad de referencia, a condición de que siempre estén precedidos de la señal de aviso P-4 "INTERSECCIÓN CON CIRCULACIÓN GIRATORIA", y se dispongan amplios despejes de visibilidad.

El mínimo radio de curvatura del borde de la calzada en una entrada debe ser comprendido entre 6 m (10 m si hay vehículos pesados) y 100 m (por encima de este límite la inflexión de la trayectoria es insuficiente). Un valor recomendable es 20 m.

8.2.5 ISLETAS AUXILIARES

Las restricciones de espacio en zona urbana, junto con la mayor anchura necesaria para la maniobra de vehículos pesados, pueden dar lugar a glorietas

normales demasiado pequeñas, que no proporcionen suficiente inflexión a su entrada sólo por la presencia de la isleta central. En estos casos la inflexión debe conseguirse ensanchando las isletas deflectoras o disponiendo otras auxiliares. La presencia de estas isletas auxiliares puede destacarse dotándolas de bordillos montables, pintándolas de blanco reflexivo y colocando captafaros en su perímetro.

8.2.6 ARCENES

Al estar las entradas generalmente provistas de bordillo, los arcenes pavimentados deben terminarse antes del abocinamiento. El procedimiento más sencillo consiste en instalar los bordillos por fuera del arcén y luego acercarlos progresivamente hacia la calzada con una transición corta y suave.

8.3 PLATAFORMA ANULAR

8.3.1 BORDE INTERIOR

Con isletas centrales ovaladas suele haber más accidentes que con las circulares, posiblemente debido al aumento de la velocidad en las zonas de menor curvatura. Por ello se recomiendan las plantas circulares, sin ángulos. En todo caso, la excentricidad debe ser superior a 0,75.

El diámetro del borde interior depende del diámetro del borde exterior y de la anchura de la calzada anular.

8.3.2 ANCHURA

La anchura de la calzada anular debe ser constante y comprendida entre el 100 y el 120% de la anchura máxima de entrada, sin exceder de 15 m. En el caso de glorietas de pequeño tamaño (hasta 36 m de diámetro exterior), las recomendaciones españolas sugieren la siguiente tabla:

DIÁMETRO DE LA ISLETA CENTRAL (m)	DIÁMETRO DEL BORDE EXTERIOR (m)
4	28
6	28,8
8	29,8
10	30,8
12	32
14	33,2
16	34,6
18	36

8.3.3 BORDE EXTERIOR

Para un vehículo-tipo articulado de 15,5 m de longitud (lo que sirve también para un camión rígido de 11 m de longitud, un autocar de 12 m de longitud o un tren combinado de 18 m de longitud) el máximo diámetro del borde exterior para una miniglorieta es de 28 m.

En el borde exterior se recomienda evitar contracurvas entre las curvas de entradas y salidas adyacentes, uniéndolas con un tramo recto o incrementando el radio de la de salida. Sin embargo, si hubiera una considerable distancia entre ambas, como en el caso de glorietas de tres tramos, pueden resultar inevitables las contracurvas.

8.3.4 ARCENES

No deben disponerse arcenes exteriores de más de 1 m de anchura en la calzada anular, pues pueden dar lugar a un falso carril adicional o incitar al estacionamiento. La isleta central debe disponerse retranqueada entre 30 y 50 cm respecto del borde interior de la calzada anular.

8.4 SALIDAS

La salida debe tener al menos el mismo número de carriles que tiene para ese sentido la carretera a la que desemboca. Donde sea posible, debe disponerse un carril adicional, que se cierre por la derecha con un bisel de 1:15 a 1:20 y, donde la salida esté en rampa, se prolongará para reducir la congestión causada por los vehículos lentos.

En salidas de un solo carril debe haber una anchura mínima de 6 m junto a las isletas deflectoras, para permitir rebasar a un vehículo averiado. Para que la salida resulte fácil se recomienda que el radio mínimo de su bordillo interior no sea inferior a 40 m (mínimo absoluto 20 m, sobre todo si hay paso para peatones).

La marca vial de borde de calzada debe prolongar el bordillo una vez finalizado éste.

8.5 CARRILES SEGREGADOS PARA GIRO A LA DERECHA.

Sirven para los vehículos que quieren salir de la glorieta en la salida siguiente a su entrada, sin tener que ceder el paso a los demás usuarios.

Su empleo debe considerarse si se encontrasen en esta situación más del 50% de la intensidad entrante o más de 300 veh/h en la hora punta. Estos carriles pueden alojar 1.300 veh/h con facilidad y su capacidad es del orden de 1.800 veh/lig./h. No deben ser considerados como parte de la entrada al calcular las capacidades para otros movimientos.

8.5.1 NECESIDAD

Según las recomendaciones españolas, no deben emplearse carriles segregados para giro a la derecha a no ser que la entrada disponga al menos de tres carriles. Tampoco deben emplearse donde haya accesos de vehículos a propiedades adyacentes a lo largo de ellos.

Una excepción a lo dicho en el párrafo anterior que puede resultar interesante —por su poca ocupación— es la reforma de las intersecciones en T, donde se puede crear un carril segregado para uno de los sentidos de la considerada vía principal (los dos tramos alineados). Sin embargo, la señalización del carril segregado para giro a la derecha debe indicar claramente a los conductores que tienen que ceder el paso a los que abandonen la glorieta.

8.5.2 ANCHURA

Los carriles segregados para giro a la derecha no deben inducir a grandes velocidades. Su anchura debe estar comprendida entre 3 y 3,5 m. Debe comprobarse que pueden acomodar a vehículos largos, en especial si se emplea una separación física.

8.5.3 FINAL

La convergencia entre los vehículos procedentes de un carril segregado para giro a la derecha y los demás que abandonan la glorieta debe hacerse dentro de 50 m a partir de ésta, donde sus velocidades sean moderadas. Sólo es posible mantener a ambas corrientes circulando una al lado de la otra si la calzada de salida tiene dos carriles para ese sentido; en los demás casos el tráfico segregado tiene que incorporarse —cediendo el paso— en una longitud mínima de 10 m.

8.5.4 SEPARACIÓN

La segregación puede materializarse sólo por marcas viales —cuya anchura total no debe ser inferior a 1 m, sin usar doble línea ni línea continua—, o físicamente mediante bordillos montables o isletas. La primera es más frecuente pero menos efectiva, si no se respeta. Donde haya separación física, debe comprobarse cuidadosamente que el mobiliario urbano no obstruye la visibilidad.

8.6 PENDIENTE LONGITUDINAL

Las glorietas deben situarse preferentemente en rasantes horizontales o acuerdos cóncavos (en todo caso, menos de 3% de inclinación), mejor que en acuerdos convexos o en sus inmediaciones, porque resulta difícil a los conductores apreciar la disposición de la glorieta al subir una rampa, o reducir su velocidad en una pendiente fuerte.

Las pendientes longitudinal y transversal deben combinarse en una máxima pendiente para facilitar el drenaje superficial de la calzada. Para evitar charcos, los bordes deben tener una pendiente longitudinal mínima del 0,65% (mínimo absoluto: 0,5%). La pendiente longitudinal, por sí sola, no asegura un drenaje satisfactorio: por lo que la instalación de sumideros es muy importante.

8.7 PENDIENTE TRANSVERSAL

En la calzada anular de una glorieta no se requiere peralte a efectos dinámicos, pero sí una cierta pendiente transversal (mínimo 2%) para drenar el agua superficial; en las entradas y salidas un cierto peralte puede ayudar a los conductores a tomar las curvas.

Si es posible, deben eliminarse los contraperaltes en las trayectorias principales de glorietas normales. Las miniglorietas y las glorietas normales pequeñas en zona urbana se implantan con frecuencia sobre pavimento existente; en estos casos puede admitirse alguna zona en contraperalte para ajustarse a él, siempre que las velocidades sean bajas. Un cierto contraperalte en las miniglorietas puede ayudar a hacer más evidente su presencia a los conductores.

En la calzada anular se suele disponer una limatesa redondeada, uniendo los extremos de las isletas deflectoras desde una entrada hasta la salida siguiente. En algunos casos se dispone una limatesa auxiliar para suavizar los quiebros, que repercuten directamente en la comodidad del usuario y pueden también contribuir a accidentes, como el vuelco de cargas, si exceden del 5% (se recomiendan valores inferiores).

En las entradas, el peralte debe ser acorde con la curvatura de la trayectoria y la velocidad de los vehículos, sin exceder del 5%. Se puede reducir al mínimo preciso para el drenaje superficial en la marca de "ceda el paso", ya que las velocidades se van reduciendo por el efecto de la señalización y de la inflexión de la trayectoria.

En las salidas, el peralte ayuda a acelerar con seguridad; sin embargo, igual que en las entradas, la pendiente transversal en la zona inmediata a la glorieta sólo debe ser la necesaria un buen drenaje. Donde la salida esté seguida de una curva a la izquierda, el peralte de ésta no debe ser introducido demasiado pronto, y debe limitarse su valor para evitar que los vehículos invadan el carril contrario.

8.8 VISIBILIDAD

8.8.1 INTRODUCCIÓN

La visibilidad se considera con una altura de los ojos del conductor de 1,05 m, y una altura del obstáculo de 1,05 m. Las señales, el mobiliario vial y las plantaciones no deben obstruir la visibilidad; aunque objetos aislados y alargados, como báculos de alumbrado, soportes de señales o pilas de viaductos no constituyen obstrucción siempre que tengan menos de 500 mm de anchura.

En zona urbana debe evitarse que el desarrollo urbano junto a la glorieta perturbe la visibilidad.

En una glorieta a distinto nivel debe cuidarse de que no haya obstrucción debida a barreras, barandillas o estribos. Si no pueden cumplirse las condiciones expuestas en los apartados siguientes, deberá reforzarse la señalización para advertir a los conductores de un mayor peligro potencial.

8.8.2 VISIBILIDAD EN LA ENTRADA

8.8.2.1 VISIBILIDAD HACIA LA IZQUIERDA

Fuera de poblado, y desde una distancia de la marca de "ceda el paso" no inferior a la distancia necesaria para la detención a partir de la velocidad de recorrido del acceso, deberá mantenerse despejada una zona de visibilidad tangente a una circunferencia concéntrica con el borde exterior de la calzada anular, y cuyo radio sea inferior en 2 m al de éste.

En cualquier carril de entrada, desde la marca de "ceda el paso", debe verse toda la calzada anular hasta la entrada anterior, o una distancia mínima de 50 m (medida por su eje) hacia la izquierda si dicha entrada estuviera a más distancia. Debe comprobarse que se dispone de esta visibilidad también desde el centro del carril izquierdo, 15 m antes de la marca de "ceda el paso".

8.8.2.2 VISIBILIDAD HACIA LA DERECHA

En cualquier carril de entrada, desde la marca de "ceda el paso", debe verse toda la calzada anular hasta la siguiente salida, o una distancia mínima de 50 m (medida por su eje) hacia la derecha si dicha entrada estuviera a más distancia. Debe comprobarse que se dispone de esta visibilidad también desde el centro del carril derecho, 15 m antes de la marca de "ceda el paso".

8.8.2.3 VISIBILIDAD HACIA UN PASO DE PEATONES

Si en un acceso hubiera un paso para peatones, deberá ser visible desde una distancia no inferior a la necesaria para detenerse desde su velocidad de recorrido.

En cualquier carril de entrada, desde la marca de "ceda el paso", deberá verse todo el paso de peatones de la siguiente salida, si estuviera a menos de 50 m de la glorieta.

8.8.3 VISIBILIDAD EN LA GLORIETA

Desde cualquier punto situado en la calzada anular a 2 m de la isleta central, debe verse toda esa calzada hasta la siguiente salida, o una distancia mínima de 50 m (medida por su eje) hacia adelante si dicha salida estuviera a más distancia.

8.9 LIMITACIÓN DE ACCESOS

8.9.1 A LA CALZADA ANULAR

Se recomienda evitar en lo posible accesos a la calzada anular —zonas de servicios (estacionamientos, restaurantes, estaciones de servicio, talleres, accesos privados o residenciales, caminos agrícolas)— a no ser que, por la importancia del tráfico que generen, sean tratados como un tramo más de la glorieta.

8.9.2 A LAS ENTRADAS Y SALIDAS

Fuera de poblado, son válidas las consideraciones formuladas sobre accesos a la calzada anular en el apartado anterior.

En zona urbana o suburbana, pueden tolerarse accesos que generen poco tráfico, mejor a una entrada que a una salida (en la que la velocidad es superior). Debe evitarse eficazmente el cruce de la isleta separadora.