

RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA LAS VÍAS CICLISTAS EN ANDALUCÍA

(versión 11 de junio 2013)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN.

1.- INTRODUCCIÓN.

2.- TIPOLOGÍA DE VÍAS CICLISTAS.

3.- CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE TRAZADO.

4.- CRITERIOS CONSTRUCTIVOS.

5.- SEÑALIZACIÓN.

6.- INTERSECCIONES.

7.- COMPLEMENTOS DE DISEÑO DE VÍAS CICLISTAS.

8.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y EQUIPAMIENTOS.

9.- CONTROL DE CALIDAD.

10.- CONSERVACIÓN DE VÍAS CICLISTAS.

REFERENCIA NORMATIVA.

REFERENCIA TÉCNICA.

PRESENTACIÓN

En el marco del Plan Andaluz de la Bicicleta el cual se encuentra en fase de avance, se está desarrollando el presente Manual de Recomendaciones de Diseño para Vías Ciclistas de Andalucía.

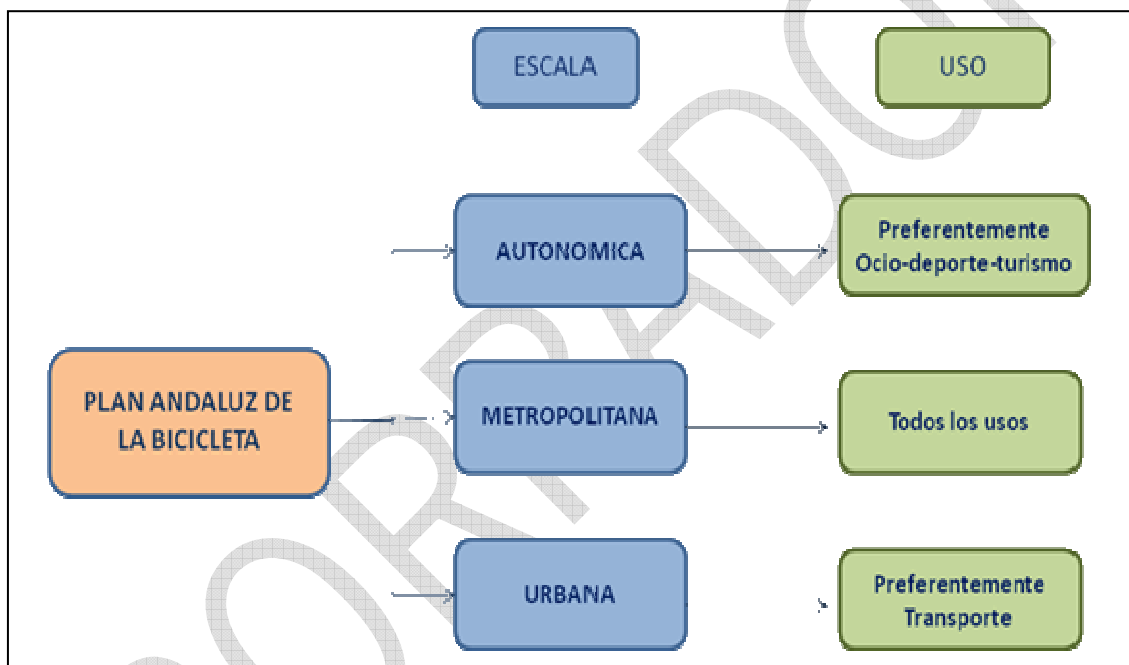
El presente documento, que igualmente se encuentra en fase de avance, tiene por objetivo específico iniciar un proceso de participación con otras entidades, para recoger una visión global y consensuada que permita dotar a Andalucía de un Manual de Diseño para los itinerarios ciclistas actuales y futuros que se deriven del Plan Andaluz de la Bicicleta.

BORRADOR

1.- INTRODUCCIÓN.

Se encuadra el presente trabajo dentro de la **política en materia de movilidad** que la Consejería de Fomento y Vivienda está desarrollando, este nuevo enfoque se está materializando a través de la reformulación del Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía (**PISTA**) y del **Plan Andaluz de la Bicicleta**.

El desarrollo del presente manual tiene en cuenta, tal como se define en el Plan Andaluz de la Bicicleta, las **tres escalas** de aplicación territorial: Autonómica, Metropolitana y Urbana. Para cada una de estas escalas territoriales se definirán una serie de criterios de diseño condicionados al uso preferente indicado en el siguiente esquema:



Puente: Plan Andaluz de la Bicicleta

Los **criterios generales** que servirán de base para el desarrollo de los capítulos de este manual serán la **continuidad** de la red, la **interrelación** con los otros tráficos, la **intermodalidad** y la **concepción global** de la vía ciclista como una infraestructura con entidad propia.

En todo caso, para la implantación de vías ciclistas, se atenderá y por este orden, a la **Seguridad Vial** de los usuarios, a la **Prevalencia** del tráfico no motorizado sobre el motorizado y a la **Segregación** modal.

Para el diseño de las vías ciclistas de la **Red Autonómica**, será determinante el uso preferente indicado en el Plan Andaluz de la Bicicleta (Ocio-Turismo-Deporte). En este caso, cobran especial importancia los capítulos dedicados a los Complementos de Diseño, Integración Ambiental y Equipamientos. Igualmente se hará especial hincapié en la señalización informativa de estos itinerarios.

En relación a las **Redes Metropolitanas**, se adoptarán, entre otros, los siguientes criterios específicos de diseño:

- Las Vías Ciclistas de ámbito metropolitano se diseñarán preferentemente para tránsito diario, y deben asegurar los movimientos desde las zonas residenciales hacia el trabajo o hacia nodos de transporte.
- Se recomienda el diseño de plataformas segregadas, independientes de las carreteras. Si no es posible, prever elementos de separación adecuados, evitando los cruces continuos a uno y otro lado de la carretera.
- Se buscará en la medida de lo posible la línea de mínima distancia y se evitarán pendientes elevadas.
- Donde sea necesario, se incluirá plataforma para tránsito peatonal.
- En los nodos de transporte (estaciones del metro o cercanías), instalar aparcamientos de bicicletas cercanos a las puertas de entrada.
- Se tenderá al diseño de vías lo suficientemente anchas para permitir el tráfico en ambos sentidos.
- El firme debe ser adecuado, asegurando una regularidad adecuada.
- Debe evitarse la eliminación de arbolado.
- Los proyectos deben contemplar la restauración vegetal. Recomendable el uso de especies caducifolias que proporcionen sombra.
- El diseño debe buscar que la conservación posterior sea fácil y económica.

En relación a las **Redes Urbanas**, entendidas preferentemente como Red de Transporte se adoptarán, entre otros, los siguientes criterios específicos de diseño:

- Evitar los cruces continuos a uno y otro lado de la calzada, se buscará en la medida de lo posible la línea de mínima distancia y se evitarán pendientes elevadas.
- Se tenderá al diseño de vías lo suficientemente anchas para permitir el tráfico en ambos sentidos.
- Ajustarse al espacio disponible en las calles, ganando espacio preferentemente a la calzada.
- En las aceras, asegurarse que queda espacio suficiente para el peatón. En caso contrario, señalizar claramente como acera compartida peatón-bicicleta con preferencia para el peatón.
- En calles estrechas (núcleos históricos) promover con el ayuntamiento la conversión de las calles en ciclocalles.
- En las glorietas, la vía ciclista debe completar el círculo completo.
- Las vías ciclistas en ámbito urbano estarán, salvo excepción, pavimentadas.
- Debe evitarse la eliminación de arbolado.
- Los proyectos deben contemplar la restauración vegetal. Debiendo dotarse de red de riego.
- El diseño debe buscar que la conservación posterior sea fácil y económica.

2.-TIPOLOGÍA DE VÍAS CICLISTAS.

Se establecen un total de **siete tipos**, clasificados en función de la tipología de red, su uso preferente y de su relación con los otros tráficos, motorizados y no motorizados.

Basándonos en la Ley 19/2001, de 19 de diciembre, de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial aprobado por Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo. Se han adoptado las siguientes tipologías:

Vía Ciclista: Vía específicamente acondicionada para el tráfico de ciclos, con señalización horizontal y vertical correspondiente, y cuyo ancho permite el paso seguro de estos vehículos.

1.- Ciclo-senda: Vía para peatones y ciclos, segregada del tráfico motorizado, y que discurre por espacios abiertos, parques, jardines o bosques.



2.- Pista-bici: Vía ciclista segregada del tráfico motorizado, con trazado independiente de las carreteras.



3.- Carril-bici Protegido: Vía ciclista que discurre adosada a la calzada, provisto de elementos laterales que lo separan físicamente del resto de la calzada, así como de la acera.



4.- Carril-bici (no protegido): Vía ciclista que discurre adosada a la calzada, en un solo sentido o en doble sentido.



5.- Acera-bici: Vía ciclista señalizada sobre la acera.



Por último, se recogen dos tipologías donde no hay segregación entre los diferentes tráfico:

6.- Vía Compartida Urbana (ciclocalle): Vía donde coexiste el tráfico motorizado y el no motorizado, con preferencia de éste último en zona urbana.

7.- Vía Compartida Interurbana: Vía donde coexiste el tráfico ocasional motorizado y el no motorizado en zonas rurales (Uso compartido de caminos rurales por ciclistas y vehículos de uso agrícola).

En la Red Autonómica tendrán cabida las tipologías que mejor se adapten al uso preferente, es decir, al uso lúdico, deportivo, turístico y cultural.

Para ello, se recomiendan el acondicionamiento de vías pecuarias y vías verdes (antiguos trazados de ferrocarril) en ciclo-sendas, y en caso de ser necesario, la ejecución de pistas-bici. Por último, también se recomienda la implantación de carriles bici protegidos para dotar de seguridad suficiente a los usuarios.

La **Red Metropolitana** estará condicionada por la necesidad de la segregación de los tráfico, debido a la importante diferencia entre las velocidades desarrolladas en este ámbito entre el tráfico motorizado y el no motorizado y a las altas intensidades de tráfico que suelen albergar las vías de carácter metropolitano. Por tanto, se adaptarán mejor a su funcionalidad, la pista-bici, el carril-bici protegido y la ciclo-senda.

En relación a las **Redes Urbanas**, cuyo uso preferente es el transporte cotidiano, las tipologías recomendadas estarán condicionadas en gran medida por el entramado viario existente. Por tanto serán de aplicación con carácter general los carriles-bici, protegidos o no, dependiendo de la diferencias de las velocidades desarrolladas y de la intensidad de tráfico y la acera-bici. En caso de no ser aconsejable la segregación del tráfico se propone el acondicionamiento de la vía en ciclocalle.

A modo de resumen se adjunta el siguiente cuadro en el que se ha marcado la idoneidad de las diferentes tipologías en función del tipo de red:

		Red Autonómica	Red Metropolitana	Red Urbana
Vías Ciclistas	Ciclo-senda	X	X	
	Pista-bici	X	X	
	Carril-Bici	Protegido	X	X
		(no protegido)		X
		Acera-bici		X
Vías Compartidas	Urbana (ciclocalle)			X
	Interurbana	X	X	

3.- CRITERIOS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO.

En este apartado, se definen los **parámetros que determinan la geometría** de la vía como son: Velocidad de Proyecto, Anchuras Mínimas y Resguardos, Secciones Tipo, Radios de Curvatura, Pendientes, Distancias de Visibilidad y Acuerdos Verticales.

3.1.- VELOCIDAD DE DISEÑO.

La velocidad de diseño juega un papel importante en el diseño de nuevas vías ciclistas ya que, a partir de este parámetro, se determinan los restantes. Podemos distinguir entre Velocidad Genérica y Velocidad Mínima.

En función del tipo de red se establecen las siguientes velocidades genéricas de diseño:

- Velocidad Genérica en Red Urbana: 10-20 km/h.
- Velocidad Genérica en Red Metropolitana: 20-40 km/h.
- Velocidad Genérica en Red Autonómica: 20-40 km/h.

En todo caso, se tomará como Velocidad Mínima: 10 km/h.

Si bien, el valor de 40 Km/h puede parecer alto (para itinerarios metropolitanos y autonómicos) se ha decidido mantenerlo ya que condicionan el diseño de las nuevas vías dotándolas de mayor comodidad para el usuario.

En el ámbito urbano, para los casos de implantación de vías ciclistas sobre viario existente y en zonas donde haya falta de espacio (cascos históricos) prevalecerán los condicionantes ya indicados (red viaria existente y espacio) frente a la velocidad de diseño.

3.2.- ANCHURAS MÍNIMAS Y RESGUARDOS.

En relación a las anchuras mínimas y resguardos se proponen las siguientes:

	metros
Anchura mínima sentido único	1.5
Anchura mínima doble sentido sin bordillos	2.5
Anchura mínima doble sentido con bordillos	3.0
Resguardo aparcamiento	0.8

Fuente: DGT

En este apartado cobra especial importancia el valor de la separación entre el carril-bici y el carril destinado a tráfico motorizado, debiendo adoptarse el valor genérico de 0.8 metros de separación entre ambos. Este valor podrá reducirse hasta 0.5 metros en zonas urbanas.

3.3.- SECCIONES TRANSVERSALES TIPO.

Para las Secciones Transversales se proponen anchuras recomendadas para las distintas vías definidas anteriormente, en función del tipo de tráfico para el que estarán diseñadas (sentido único o doble sentido).

TIPO DE RED		Red Autonómica	Red Metropolitana	Red Urbana	Sentido	Sección Tipo (m)
Vías Ciclistas	Ciclo-senda	X	X			2,5-5,0
	Pista-bici	X	X		Único	1,5-2,0
					Doble	2,5-3,0
	Carril-Bici	Protegido	X	X	Único	1,8-2,0
		No Protegido		X		
		Acera-bici		X	Doble	2,5-3,0
Vías Compartidas	Urbana (ciclocalle)			X		
	Interurbana	X	X			

Otro aspecto importante a la hora del diseño de las vías ciclistas, es su encaje en las vías multimodales, entendiendo vía multimodal como aquella vía caracterizada por el uso de los diferentes modos de transporte de forma coordinada.

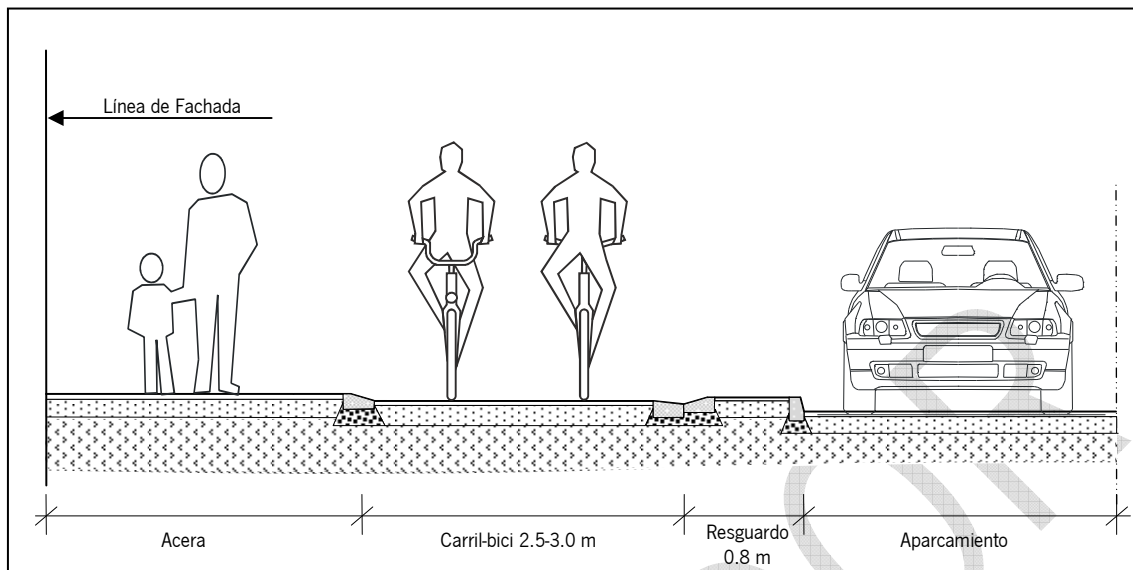
En este sentido y con carácter general, se tenderá a la segregación de los tráficos motorizados y no motorizados y de entre estos últimos, del peatón y la bicicleta. En ámbitos urbanos, cuando la segregación de tráficos no sea posible, la calle deberá acondicionarse para ser transformada en ciclocalle.

El criterio general para encajar cada banda modal segregada, será el de la velocidad que desarrolla cada uno de los modos en sentido creciente, a contar desde la línea de fachada. Es decir, a partir de la fachada se dispondrá en primer lugar el espacio destinado a los peatones (acera), luego la vía ciclista y después el tráfico motorizado (plataforma reservada a transporte público y tráfico privado).

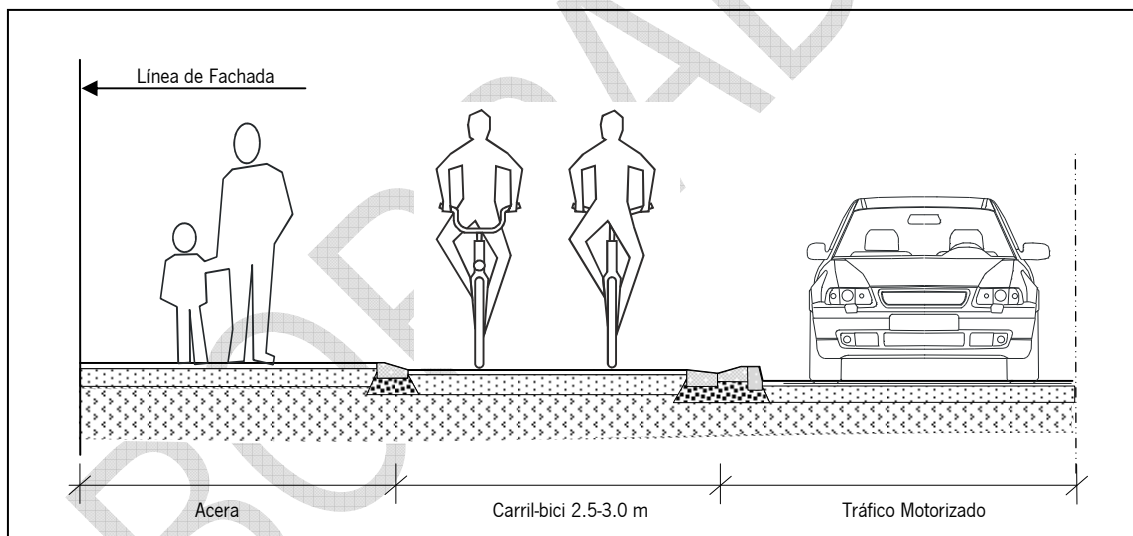
Una herramienta bastante eficaz a la hora de la segregación es la disposición de cada rasante a distinta altura.

Se proponen algunos ejemplos de encaje de vías ciclistas en secciones transversales de vías multimodales en zonas urbanas:

Sección Transversal compuesta por Acera, Carril-bici (doble Sentido), Resguardo de 80 cm, Aparcamiento en línea y carril para tráfico motorizado (este último no representado):



Sección Transversal compuesta por Acera, Carril-bici (doble Sentido) y carril para tráfico motorizado:



3.4.- RADIO EN PLANTA.

Los radios de curvatura en planta se deducen a partir de la siguiente fórmula extraída de la Norma 3.1-IC de Trazado:

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (f_t + p)}$$

Siendo:

- V: velocidad (km/h).
- R: radio de la circunferencia (m).
- f: coeficiente de rozamiento transversal movilizado.
- p: peralte (en tanto por uno).

Adoptando valores mínimos del 2% de pendiente transversal, obtenemos los siguientes valores.

Velocidades (Km/h)	10	15	20	25	30	35	40
Radios (m)	5	5	8	12	17	23	30

Como regla general, en los nuevos diseños no urbanos se recomienda adoptar radios no inferiores a 10 metros.

En ámbito urbano se adoptará un radio mínimo de 5 metros. Excepcionalmente se podrá rebajar este valor hasta 3 metros debiendo señalizarse adecuadamente esta circunstancia.

3.5.- DISTANCIA DE PARADA.

Según la Norma 3.1-IC de Trazado, se define la distancia de parada como la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

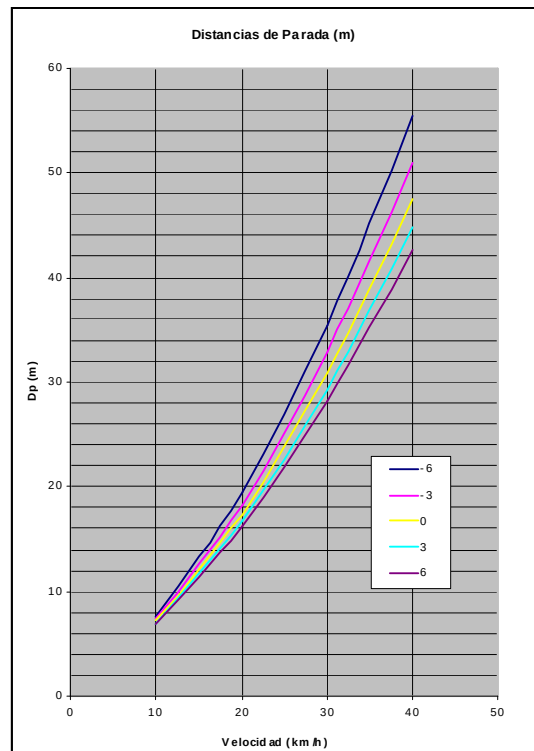
$$D_p = \frac{V^2}{254 \cdot (f+i)} + \frac{V \cdot t_p}{3.6}$$

Siendo:

- D_p: Distancia de Parada (m)
- V: velocidad (km/h).
- f: coeficiente de rozamiento longitudinal (0.25 para vías pavimentadas).
- i: inclinación de la rasante (en tanto por uno).
- t_p: tiempo de percepción y reacción (2 segundos).

En función de la inclinación de la rasante y de la velocidad obtenemos el siguiente cuadro:

		Velocidad (km/h)			
		10	15	20	40
Inclinación de la rasante	- 6	8	13	19	55
	- 5	8	13	19	54
	- 4	7	13	19	52
	- 3	7	12	18	51
	- 2	7	12	18	50
	- 1	7	12	18	48
	0	7	12	17	47
	1	7	12	17	46
	2	7	12	17	46
	3	7	11	17	45
	4	7	11	17	44
	5	7	11	16	43
	6	7	11	16	43



Para valores no pavimentados se puede adoptar un coeficiente de rozamiento de la mitad del considerado para vías pavimentadas.

3.6.- PENDIENTES. LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL.

Con carácter general, se recomienda que la Pendiente Longitudinal no sea superior al 2% ni inferior al 0.5%.

Para mantener velocidades confortables en redes urbanas y metropolitanas se recomienda no superar los valores de la siguiente tabla:

Pendiente (%)	Longitud Máxima (m)
2	500
3	250
4	125
5	80

Fuente: Actuaciones Multimodales en Carreteras. CFV.

Para nuevos diseños, el valor máximo de la pendiente longitudinal deberá ser no superior al 4%, si bien en zonas urbanas y para salvar obstáculos, podrán proyectarse tramos con mayor pendiente.

La Pendiente Transversal deberá ser suficiente para asegurar el drenaje y así impedir la formación de charcos. Se adoptará el valor del 2%.

3.7.- ACUERDOS VERTICALES.

Los acuerdos cóncavos están limitados por la comodidad de la marcha y por el drenaje, mientras que los acuerdos convexos están limitados por la distancia de visibilidad de parada.

Se han adoptado los siguientes valores según el Manual de Recomendaciones de la DGT:

Velocidad (km/h)	Acuerdo convexo Radio (m)	Acuerdo cóncavo Radio (m)
20	30	10
30	40	20
40	65	40

4.- CRITERIOS CONSTRUCTIVOS. FIRMES Y PAVIMENTOS. DRENAJE

La circulación segura y cómoda es uno de los elementos más valorados por los usuarios, constituyendo un condicionante principal para su mayor o menor uso. Estas cualidades se consiguen con el tipo de pavimento sobre el que se produce la conducción, de una forma más directa; pero, indirectamente, éste solo resulta eficaz si está apoyado sobre un cimiento adecuado y perdurable.

De una forma más amplia, la elección del tipo de firme para una vía ciclista estará en función de una tripe tipología de factores, tal y como se relacionan a continuación:

CONSIDERACIONES TECNICAS

- **Capacidad de carga.** La capacidad de carga de una vía ciclista no va estrictamente en relación con el uso ciclista al que va destinado, siendo mas importantes las cargas sufridas durante la construcción, el mantenimiento o algún uso esporádico de vehículos de emergencia
- **Regularidad superficial.** Las exigencias de comodidad exigen una superficie uniforme y exenta de discontinuidades
- **Adherencia.** La textura superficial deberá dotar de adherencia suficiente a la vía, especialmente ante la acción del agua y en zonas de curva
- **Drenaje:** Afecta directamente a la seguridad y comodidad de la vía ciclista y constituye uno de los requisitos fundamentales para su buen estado de conservación
- **Durabilidad:** No siendo el criterio de carga el fundamental para el diseño de la vía, deberán ser considerados los firmes y explanadas en función de su durabilidad

CONSIDERACIONES ECONOMICAS

- **Costes de ejecución:** sin perder la funcionalidad y los requisitos de calidad establecidos, deberán elegirse los firmes de menor coste
- **Costes de mantenimiento:** debe ir vinculado al anterior, de tal forma que unos menores costes de ejecución no deben repercutir en unos mayores costes de mantenimiento

ADECUACIÓN AL USUARIO E IMPACTO

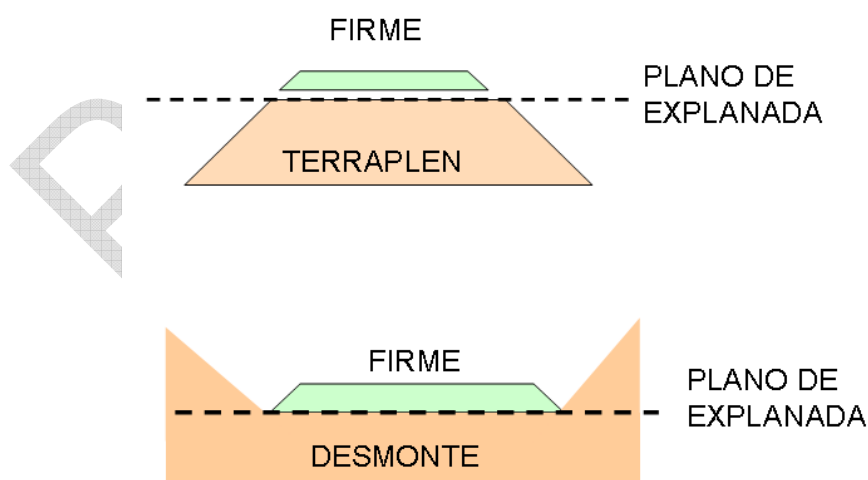
- **Requerimientos/necesidades** de los usuarios. En función del tipo de vía ciclista y el usuario que la va a utilizar existen distintos requisitos y tolerancias para los pavimentos.
- **Integración** visual y paisajística, que determina el rechazo o la aceptación de la vía en función de la agresión que pueda provocar en el entorno. Debe tenerse especial cuidado en zonas sensibles.
- **Legibilidad.** Deberá ser identificable y distinguible, evitando conflicto con otros usuarios (peatonales y motorizados).

4.1. CIMIENTO DEL FIRME. EXPLANACIONES

FORMACION DE EXPLANADAS

Definición

Se entiende por explanada el terreno natural o conformado artificialmente sobre el que se apoyan las distintas capas del firme, siendo la que determina en gran medida las características de capacidad de carga y durabilidad



Aunque realmente las cargas transmitidas por el uso ciclista son prácticamente despreciables, limitado a la maquinaria durante la construcción y posteriormente, a los vehículos de

mantenimiento y ocasionalmente algún vehículo de emergencia, es importante dotar al apoyo de la vía de unas características suficientes de durabilidad que eviten continuas actuaciones de reparación

Tipos de explanada

Se establecen dos tipos de explanada, las cuales se van a denominar recordando de alguna forma a la nomenclatura que se viene empleado tradicionalmente (instrucción 6.1.IC estatal, adoptada posteriormente a nivel de comunidades autónomas)

- Explanada Ex-1, baja, que es la explanada que ofrece un módulo elástico equivalente E de 45 MPa
- Explanada Ex-2, media, que es aquella explanada que ofrece un módulo elástico equivalente E de 75 MPa

Dicha equivalencia de módulos puede ser contrastada por el programa ICAFIR, de la Consejería de Fomento de la Junta de Andalucía.

Conformación de explanadas según materiales empleados

No obstante, con el propósito de sistematizar las distintas tipologías empleadas habitualmente en la conformación de explanadas, y recogiendo la tradición que a estos efectos venían incorporando las instrucciones estatales, se recoge a continuación una serie de paquetes de materiales ya contrastados que podrían adoptarse, en función de la explanada que se pretenda conseguir:

MATERIALES A DISPONER SEGÚN SUELO DE APOYO Y EXPLANADA A CONSEGUIR																		
SUELOS NATURALES DE APOYO	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES, CBR>2	TOLERABLES	ADECUADOS	SELECCIONADOS														
Ex-1, BAJA	30 SEST-1 IN-MAR	20 SEST-1 0	CUMPLE SIEMPRE NO NECESARIO SUSTITUIR TERRENO															
	100 1 IN-MAR																	
	20 2 25 1 IN-MAR	50 1 0																
	35 2 50 0 IN-MAR	30 2 0																
Ex-2, MEDIA	75 2 IN-MAR	35 2 40 1 0 IN-MAR	30 2 1 25 SEST-1 1	CUMPLEN SIEMPRE NO NECESARIO SUSTITUIR TERRENO														
	25 SEST2 40 1 IN-MAR																	
	30 SEST2 60 0 IN-MAR	50 2 0	20 SEST2 1															
	35 3 50 1 IN-MAR	50 SEST-1 0	25 3 1															
	30 3 80 0 IN-MAR	20 SEST2 20 SEST-1 0		NOMENCLATURA SUELOS <table><tr><td>IN</td><td>Inadecuado o marginal</td></tr><tr><td>0</td><td>tolerable</td></tr><tr><td>1</td><td>Adecuado</td></tr><tr><td>2</td><td>Seleccionado CBR>10</td></tr><tr><td>3</td><td>Seleccionado CBR>20</td></tr><tr><td>SEST-1</td><td>Suelo Estabilizado 1</td></tr><tr><td>SEST-2</td><td>Suelo estabilizado 2</td></tr></table>	IN	Inadecuado o marginal	0	tolerable	1	Adecuado	2	Seleccionado CBR>10	3	Seleccionado CBR>20	SEST-1	Suelo Estabilizado 1	SEST-2	Suelo estabilizado 2
	IN	Inadecuado o marginal																
	0	tolerable																
	1	Adecuado																
	2	Seleccionado CBR>10																
3	Seleccionado CBR>20																	
SEST-1	Suelo Estabilizado 1																	
SEST-2	Suelo estabilizado 2																	
25 SEST2 25 SEST-1 IN-MAR																		

La nomenclatura de los suelos y sus características corresponde con la recogida en la instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía

Necesidad de estudiar la explanada existente a través de ensayos geotécnicos

La categoría de los materiales existentes y, por consiguiente, de la explanada se determinará a través de los correspondientes ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras sistemáticamente recogidas en la traza, de acuerdo a lo referido en la clasificación de materiales de IDFRCA (a su vez referidos a los Art 330, 510 y 512 del Pliego de Prescripciones PG-3 del Ministerio de Fomento)

No obstante, y debido a las especiales características de estas obras, en comparación con las de carreteras, así como lo limitado del presupuesto que normalmente se dispone para estas actuaciones, deberá constituir un objetivo principal el aprovechamiento de los materiales existentes, valorando y justificando eventuales deficiencias en los resultados de los ensayos obtenidos.

El número de muestras a tomar vendrá dado por la heterogeneidad del suelo de la traza, aunque se estima que no debe ser inferior a tres muestras por tipología de suelo encontrado.

Las conclusiones del estudio geotécnico realizado permitirá optimizar la explanada a disponer, y por consiguiente, el firme a añadir.

4.2.- TIPOS DE FIRMES Y PAVIMENTOS

Definición de firme

Se denomina firme al conjunto de capas superpuestas de diferentes materiales que, apoyadas en la explanada, ofrecen el soporte estable para la circulación en su superficie.

Estructura del firme) y su especificidad para el uso ciclista

Las capas que forman tradicionalmente el firme en la red viaria general se compone de subbase, base y pavimento, pero en el caso de las vías ciclistas alguna de las capas bajo el pavimento puede suprimirse, por las menores necesidades resistentes.

Así, de esta forma, la estructura de una vía ciclista se configurará en función de la distinta tipología de pavimento que se proponga emplear y el tipo de explanada que se haya conseguido, que vendrá dado por los materiales disponibles.

Trafico a considerar

La definición del tipo de tráfico pesado, elemento básico para la proyección en carreteras, se elimina en este caso, ya que sería asimilable en todo caso al denominado T-45 (0-1 vehículos pesados /día), que se recoge en el Manual de recomendaciones de diseño, construcción, infraestructura, balizamiento, conservación y mantenimiento de carril bici, de la Dirección General de Trafico.

Situaciones iniciales a la hora de proyectar

- *Caso firmes de nueva creación*

En este caso genérico es de aplicación directa lo contenido en los epígrafes previos, esto es, la estructura de firme a proyectar dependerá del pavimento elegido, el cual también estará en función de la explanada natural que hayamos reconocido y los materiales locales que hayamos querido incorporar, en su caso.

- *Aprovechamiento de plataforma existente*

Si la vía ciclista surge como ampliación en sección de una carretera, habrá que estudiar hasta que punto puede aprovecharse la explanada existente, la necesidad de disponer un nuevo firme o solo actuar sobre la capa más superficial.

Habrà que tener en cuenta ciertas recomendaciones constructivas, tales como emplear en este caso similar tipología de materiales que los de la calzada principal y vigilar la interferencia con las condiciones de drenaje iniciales de la calzada. La norma 6.3-IC “Rehabilitación de firme” del Ministerio de Fomento, recoge en este sentido más información que pueden ser de utilidad sobre aspectos constructivos de ensanches de vías.

En caso de las vías verdes, que aprovechan antiguas plataformas de ferrocarril, normalmente será suficiente con la sección existente incluso como parte del firme, lo que habrá que justificar. En estos casos, la actuación puede limitarse a la capa de rodadura.

Materiales para base de firme

- **Zahorras artificiales**

Es una mezcla de material granular procedente de la trituración de piedra en cantera, cumpliendo una serie de condiciones en relación a granulometría, limpieza, resistencia a fragmentación, etc , recogidos en la instrucción IDFRCA y Pliego PG-3 del Ministerio de Fomento.

Podrá emplearse en firmes flexibles bajo aglomerado y en rígidos bajo la solera de hormigón

- **Suelo cemento**

Es la mezcla producida de añadir un material granular de características específicas una cantidad de cemento en torno al 3% del peso de suelo tratado

Se puede utilizar cuando se quiere conferir rigidez al firme.

- **Hormigón**

Es el constituyente esencial de los firmes rígidos, bien directamente o con una lechada pigmentada, o bien como base a su vez de adoquines y baldosas. Los pavimentos de hormigón tienen un coste significativo, pero ofrecen una gran durabilidad y resistencia. Debe vigilarse especialmente el suelo de apoyo, ya que un fallo en este puede ocasionar la ruina de la solera

Se recomienda incorporar un mallazo de 8 mm de 15x15 cm, en prevención de asientos diferenciales en el terreno y para evitar figuraciones como consecuencia de la retracción del hormigón

- **Otros materiales**

Dadas las especiales características de las vías ciclistas, con cargas realmente insignificantes, y donde el presupuesto está normalmente muy restringido, se debe valorar la posibilidad de emplear materiales de menor calidad, como residuos de construcción, en aras de una mejor economía y sostenibilidad. Debe emplearse como referencia en este caso el *Pliego de Especificaciones Técnicas para el uso de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición*, de la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía-

Instalación de cableado en las excavaciones

Puede aprovecharse el cajeadado producido durante las labores de excavación para la disposición de cables de telecomunicaciones, de forma paralela a la vía a construir. La ubicación tanto en planta como en profundidad de estos elementos deberá ser perfectamente justificada para que sea compatible con la funcionalidad y durabilidad de la obra.

PAVIMENTOS. CAPA DE RODADURA

Es la parte superior del firme, la que debe resistir los esfuerzos producidos por la circulación, proporcionando a ésta una superficie de rodadura cómoda (regularidad superficial) y segura (adherencia)

La elección del tipo de pavimento dependerá del entorno, de la función que vaya a desarrollar (usos previstos) y tipología de vía, de acuerdo a la clasificación realizada en este documento. De esa forma, los criterios o características que habrá que considerar serán los siguientes:

- Características superficiales: deberá considerarse un equilibrio entre la seguridad que se obtiene por la adherencia, con la comodidad de la rodadura que se obtiene con la

regularidad superficial. Para conferir adherencia será necesario dotar al pavimento de una textura superficial rugosa (mas importante cuanto más lluviosa sea la zona); por otro lado, la rugosidad hará mas incómoda la conducción y las lesiones en caso de caída serán mayores. La facilidad de evacuación de agua se considera fundamental, y trabaja positivamente para las dos características de comodidad y seguridad.

- Diferenciación visual de la vía: identificará la vía ciclista como tal tanto por parte de los ciclistas como por parte de los otros tráficos, principalmente, automovilista.. Se puede conseguir mediante la coloración, la textura o una combinación de ambos
- Económico:: básico, condicionando los restantes criterios; en cualquier caso se dispondrá de un mínimo que permita garantizar durabilidad a la obra
- Construcción: la maquinaria deberá adaptarse a la limitaciones espaciales de la obra e incluso prever la ejecución manual de parte de ella
- Conservación y mantenimiento: en función del tipo de pavimento puede plantearse problemas futuros de conservación, tales como fisuración , presencia de bordillos laterales, facilidad de labores de limpieza, durabilidad de la señalización horizontal, etc

CRITERIOS PARA LA ELECCION DEL TIPO DE PAVIMENTO	PAVIMENTO						
			AGLOMERADOS ASFALTICOS	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	HORMIGÓN	ADOQUIN / BALDOSA	OTROS: SUELOS GRANULARES O TRATADOS Y COMPACTADOS
	CARACTERISTICAS SUPERFICIALES	DIFERENCIACION VISUAL DE LA VIA	Posibilidad de usar betunes y áridos de color	Regular	Buena	Bunea	Normalmente se busca la integración visual, no la diferenciación
		REGULARIDAD SUPERFICIAL	Buena	Aceptable	Buena, condicionada a las juntas	Regular (Puede ser aceptable en baldosas, peor em adoquines)	Regular
		ADHERENCIA	Muy Buena	Buena	Buena, con algun tratamiento	En función del material usado	Suficiente
		COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO	Puede presentar problemas en verano si no se emplea el ligante adecuado	Empleo de ligante adecuado	Bueno	Bueno	Sensible a las lluvias
	IMPLANTACION	EJECUCIÓN	Media	Fácil	Fácil	Fácil a Media	Fácil
		INTEGRACION CON VIAS EXISTENTES	Buena	Buena	Buena	Buena	Depende de cada caso
	CONSERVACION Y EXPLOTACION	FISURACION	Las fisuras acaban apareciendo	Las fisuras acaban apareciendo	No, con un buen sisistema de juntas	No	Aparecen fisuras
		CONSERVACION SUPERFICIAL	Buena	Buena,	Buena	Buena	con el tiempo habra que aplicar un pavimento
		SEÑALIZACION	Sin problemas	Sin problemas	Sin problemas	Pueden usarse los mismos adoquines	Depende de cada caso, per no suele ser compatible
		BORDILLOS	No necesarios	No necesarios	No necesarios	Necesario	Conveniente
		LIMPIEZA	Fácil	Fácil	Fácil	Regular	Difícil
	COSTE RELATIVO		Bajo a medio	Bajo	Medio	alto	Muy bajo

Materiales para pavimentos

- **Zahorras artificiales**

Su utilización directamente como superficie de rodadura es posible pero está muy limitada a entornos sensibles donde se evite la inclusión de materiales con mayor impacto, como las mezclas bituminosas o los hormigones. La adherencia puede verse perjudicada por las partículas que pueden quedar sueltas. Puede necesitar una conservación frecuente, por la degradación por los agentes climáticos y el uso, sobre todo en pendiente.

- **Suelo cemento**

Su uso directo como rodadura es posible, presentando una aceptable adherencia, no confiere demasiada resistencia, sobre todo en presencia de cambios de temperatura y humedad. Desaconsejable por tanto en entornos muy exigentes con la calidad final del acabado y recomendable en cambio para vías en parques o zonas naturales.

- **Hormigón**

El hormigón puede emplearse directamente como capa de rodadura con un adecuado tratamiento que ofrezca unas condiciones mínimas de textura antideslizante. Las condiciones de adherencia hay que vigilarlas porque aunque un pavimento de nueva construcción con un buen acabado constituye una adecuada superficie de rodadura, el envejecimiento le puede restar estas cualidades.

Es frecuente añadir una lechada pigmentada que le confiera además diferenciación visual.

A nivel constructivo, es recomendable incorporar el mallazo mencionado anteriormente, así como juntas transversales cada 5 m, lo cual inevitablemente redunda en cierta incomodidad de rodadura para el usuario.

- **Mezclas bituminosas**

Están formadas por la combinación de áridos, polvo mineral y ligante hidrocarbonado, de manera que las partículas queden cubiertas con una película de éste último.

Puede ser pigmentable mediante adiciones de colorantes, siendo los más usuales las tonalidades roja y verde. Alternativamente, puede extenderse sobre ella la lechada pigmentada sobre mezcla convencional

Los pavimentos con mezclas bituminosas proporcionan una gran regularidad superficial, ofreciendo una gran comodidad al ciclista. Adicionalmente, presenta una magnífica adherencia, resistente y duradera. Como cualidades en contra, su mayor coste inicial y el impacto en determinados entornos

En comparación con las mezclas empleadas en carreteras, las utilizadas en vías ciclistas deben cuidar especialmente la compacidad, manejabilidad y compatibilidad árido-ligante.

Los espesores de 5 cm normalmente recomendados para estas capas como rodadura se extienden en una sola fase, y requiere imperativamente que la base sobre la que apoya sea completamente regular que esté muy bien compactada. Constructivamente puede ser interesante, en caso de no poder garantizar las condiciones mencionadas, acudir a la extensión del aglomerado en dos capas de 4 y 3 cm, conformando un espesor total de 7 cm.

Las extensiones de las capas de aglomerado deben ir precedidas por la disposición de las correspondientes riegos de imprimación (en el contacto con la zahorra) y de adherencia (entre capas de mezclas bituminosas)

- **Lechadas bituminosas**

Son mezclas a temperatura ambiente de un ligante hidrocarbonado (emulsiones) , áridos finos, agua, y ,eventualmente , polvo mineral y otros productos tales como fibras u otros derivados.

Se utilizan como tratamiento de superficie para mejora de la textura o sellado de pavimentos existentes, como por ejemplo, conferir características antideslizantes a una solera de hormigón desgastada.

Los espesores habituales de estos tratamientos no suelen ser mayores a 3 mm.

- **Tratamiento superficial de riego con gravilla**

Constituye la capa de rodadura formada por la extensión de un ligante hidrocarbonado (betún fluidificado o emulsiones) seguido de la una gravilla uniformes, consiguiendo así una rodadura de espesor el tamaño del árido empleado.

Estos tratamientos tienen un coste de ejecución normalmente bajos, pero pueden requerir cierto mantenimiento por el desprendimiento de áridos.

Puede ser pigmentable.

- **Adoquines o baldosas**

Estos elementos se suelen colocar sobre la base, sobre todo suelo cemento u hormigón, interponiendo una cama de mortero de unos 3 cm y rellenando con arena las juntas.

Ofrecen un aspecto agradable, pero-su aplicación al tráfico ciclista se restringe a zonas especiales o entornos urbanos singulares, ya que la conducción no es tan cómoda por la naturaleza discontinua de los elementos. Puede emplearse por eso para resaltar zonas en las que sea necesaria reducir la velocidad de los ciclistas (cruces, vías compartidas...). Hay que tener también cuidado con cierta tipología de adoquines de piedra, que pueden resultar deslizantes con la lluvia, prefiriéndose los de hormigón prefabricado.

Los costes de ejecución y mantenimiento son elevados.

- **Pavimentos especiales en zonas protegidas**

La intrusión visual y empleo de ciertos tipos de materiales en espacios protegidos, hacen en la práctica desaconsejable la incorporación de algunos tipos de firmes, tales como las mezclas bituminosas y los hormigones.

Por dicha razón se suelen recurrir a pavimentos con base granular compactada, a la que se le puede añadir una gran variedad de aditivos y estabilizantes en función del uso que vaya a tener, los agentes atmosféricos específicos y de las características que se quieran potenciar, normalmente estabilidad y durabilidad. En este sentido, resulta de interés el empleo de estabilizantes existentes en el mercado que mantengan la coloración natural de la superficie. También existen resinas que ofrecen una pavimentación que ofrecen una aceptable rodadura y una magnífica integración paisajística.

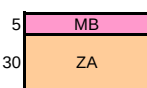
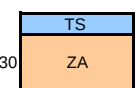
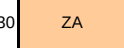
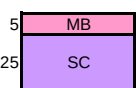
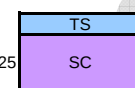
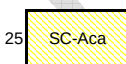
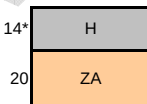
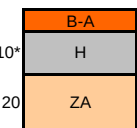
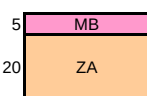
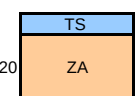
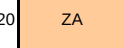
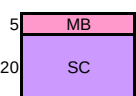
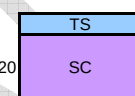
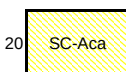
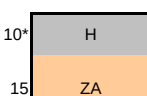
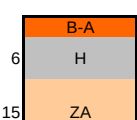
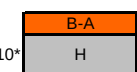
Dentro de esta casuística, también es de uso frecuente con magníficos resultados la adición de cal a los alberos y alberizas, suelos locales que pueden ser clasificado como suelos seleccionados con los condicionantes que recoge la Instrucción para el diseño de firmes de la Red de Carreteras de Andalucía.

CATALOGO DE FIRMES

Se recoge en la página siguiente un cuadro general donde se exponen las tipologías de firme consideradas, expresando los espesores de cada una de las capas constituyentes. Los firmes se agrupan según la rigidez de su estructura en flexibles, compuestos por capas granulares y mezclas bituminosas, rígidos, compuestas de hormigón, baldosas o adoquines, y semirrígidos, donde combinan parcialmente las características (suelos-cemento y productos bituminosos)

A los pavimentos que están rematados bien con mezclas bituminosas, tratamientos superficiales de riego con gravilla u hormigón, puede añadirse una lechada o slurry pigmentable que mejore la textura del pavimento y contribuya a la diferenciación visual de la vía



ESQUEMAS DE FIRMES PROPUESTOS									
TIPO	FLEXIBLES			SEMIRRIGIDOS			RIGIDOS		
SUBTIPO	FL-1	FL-2	FL-3	SR-1	SR-2	SR-3	RIG-1	RIG-2	
Ex-1 BAJA									
Ex-2 MEDIA									
									

*Los espesores de hormigón son para un tipo HF-3,5.
Si se emplea un HF-4,5 puede reducirse en 2 cm el espesor.

NOMENCLATURA SUELOS	
ZA	ZAHORRA ARTIFICIAL
MB	MEZCLA BITUMINOSA
TS	TRATAMIENTO SUPERFICIAL GRAVILLA
SC	SUELO CEMENTO
SC-Acal	SUELO CEMENTO O ALBERO-CAL
H	HORMIGÓN
B-A	BALDOSA-ADOQUIN

COMPARATIVA Y USOS

Ventajas e inconvenientes de cada pavimento

Tipo de pavimento	Ventajas	Inconvenientes
Mezcla bituminosa	Regularidad superficial, comodidad Buena adherencia Durabilidad Pigmentable	Costes de ejecución Fisuración Puede favorecer intrusión de vegetación
Tratamiento superficial (riego con gravilla)	Menores costes de ejecución Pigmentable	Puede favorecer intrusión de vegetación Necesidad de mantenimiento
Hormigón	Resistencias elevadas Facilidad de ejecución Reducción de mantenimiento Durabilidad No intrusión de vegetación Pigmentable	Menor comodidad en presencia de juntas Costes de ejecución Fisuración
Adoquines o baldosas	Aspecto agradable	Incomodidad de rodadura Costes de ejecución y mantenimiento
Zahorra	Aspecto natural Económico Integración visual en espacios naturales	Poca Adherencia Poca durabilidad Erosionable Favorecedora de la aparición de vegetación
Suelo cemento	Aspecto natural Económico Buena adherencia	Erosionable Poca durabilidad Mala calidad superficial Necesidad de mantenimiento

Coloración de la vía.

Preferentemente y con el fin de conferir a la red homogeneidad y unicidad, el color recomendado será el verde. No obstante, pueden existir circunstancias especiales de integración con el entorno que habrá que valorar para eventualmente emplear una coloración alternativa.

Recomendaciones de los distintos tipos de firme según el tipo de vía

Se incluye a continuación un cuadro que relaciona la idoneidad de cada uno de los 8 tipos de firme considerados con los distintos tipos de vías según la clasificación propuesta en el presente documento.



TIPOLOGIA DE FIRME SEGÚN LOS TIPOS DE VIAS CICLISTAS ADOPTADOS

TIPO DE VÍA	SITUACION TIPO	FL-1	FL-2	FL-3	SR-1	SR-2	SR-3	RIG-1	RIG-2
CARRIL BICI	Nueva creación								
ACERA BICI	Nueva creación								
CICLOSENDA	Sobre caminos existentes, con menores características estructurales e inferiores prestaciones al usuario								
	Antiguas plataformas de ferrocarril (vías verdes)								
PISTA BICI	Nueva creación								
CUALQUIER VÍA	Aprovechamiento plataforma existente	Añadir la capa de rodadura o las capas de firme necesarias en función de la sección existente							

4.3.- DRENAJE

Consideraciones generales

El drenaje superficial es un condicionante fundamental en los proyectos de vías ciclistas, sobre todo en zonas con precipitaciones con puntas muy intensas.

La rápida evacuación del agua de lluvia debe permitir la conducción con unas condiciones suficientes de seguridad y comodidad, evitando la pérdida de capacidad de rodadura de la bicicleta. Por otro lado, un adecuado drenaje evita el deterioro del firme y plataforma y redunda a favor de la durabilidad de la obra.

El drenaje superficial longitudinal comprende la recogida de las aguas de lluvia procedentes de la plataforma y sus márgenes, evacuándolas a los cauces naturales o a los sistemas de alcantarillado. El drenaje transversal se refiere a la restitución de los cauces naturales interceptados por la obra.



Drenaje mal concebido: la vía ciclista parece incluso acumular agua del entorno

Pendientes

Habitualmente, la solución es dotar de cierta pendiente a la vía para que permita la evacuación del agua hacia el exterior. De esta forma se suele dotar con una pendiente transversal del 2% a la vía ciclista. Longitudinalmente, es conveniente evitar zonas de pendiente nula y puntos bajos.

Recomendaciones constructivas

Drenaje superficial

En zonas interurbanas, en muchas ocasiones será posible verter la escorrentía directamente hacia las márgenes, pero en otras será necesario disponer de unas cunetas longitudinales, que canalicen el agua hasta el punto de evacuación, con la eventual ayuda de colectores y sumideros.

Las cunetas podrán ser de tierra o revestidas de hormigón, en función de las disponibilidades presupuestarias, las posibilidades de conservación y el impacto ambiental ocasionado.

En caso de la vía ciclista junto a un desmonte, se aconseja disponer una cuneta de pie de talud que recoja las aguas y los aterramientos del talud y evitar que acaben en la vía.

En entorno urbano, el drenaje de la vía ciclista estará coordinado con las pendientes de la infraestructura adyacente, tanto en la disposición de pendientes como la conexión con la red general de drenaje.

Se evitará recoger en la vía ciclista las aguas de la calzada a la que sea contigua, en su caso, por lo que se recomienda que se independicen los sistemas de drenaje de calzada y vía ciclista, o en todo caso, que la vía ciclista evacue en el sistema de drenaje de la calzada

Los sumideros pueden disponerse horizontal o lateralmente a la vía y se suelen espaciar entre 25-50 m , en función de la pendiente longitudinal de la vía. Los sumideros horizontales son más efectivos hidráulicamente, pero hay que cuidar la disposición de las rejillas perpendicularmente al tráfico, en aras de la seguridad de la conducción. Los sumideros laterales no incorporan ese condicionante, aunque su uso está más restringido a áreas urbanas.

El drenaje transversal a la obra se soluciona con la interposición de una obra de fabrica, cuyo dimensionamiento hidráulico podrá hacerse con la metodología de la Norma 5.2.IC (1990) Drenaje superficial, del entonces Ministerio de Obras Públicas.

Como elementos auxiliares a los elementos de drenaje, puede estudiarse la conveniencia de realizar plantaciones de vegetación en el entorno, como elementos de retención de las aguas pluviales

Drenaje profundo.

En casos muy concretos, donde exista un peligro de infiltración de agua combinado con una topografía adversa (puntos bajos), puede ser necesaria la disposición de un dren subterráneo consistente en un tubo poroso rodeado de un material filtrante y protegido por un geotextil que proteja de la colmatación de finos. Este dren se conducirá hasta el punto de evacuación prevista.

5.- SEÑALIZACIÓN.

5.1.-CRITERIOS GENERALES.

Las funciones que debe cumplir la señalización serán:

- **La regulación de la circulación.** Es la señalización destinada a la canalización del tráfico ciclista y su interacción con otros tráficos de forma segura. Esta señalización se identifica en, términos generales, con la contenida en el Reglamento General de Circulación.
- **Orientación e Información a los usuarios.** Es la señalización encaminada a dotar al usuario de la información necesaria para la consecución de sus objetivos a la hora de desplazarse por una vía ciclista (Paneles informativos, esquemas de itinerarios de origen y destino, tiempo y distancia de recorrido, información cultural, turística, deportiva...).

En líneas generales podemos decir que el objetivo de la señalización es dotar a las vías ciclistas de **seguridad, comodidad y eficacia en la circulación** suficientes para los usuarios.

Los principios básicos para el diseño de la señalización deben ser los siguientes:

- **Seguridad Vial.** Todo usuario debe desplazarse en condiciones de seguridad suficiente.
- **Prevalencia.** Tendrá preferencia el tráfico no motorizado sobre el motorizado.
- **Claridad.** Se deben transmitir mensajes fácilmente comprensibles por los usuarios, no recargar la atención del usuario reiterando mensajes evidentes, y, en todo caso, imponer las menores restricciones posibles a la circulación.
- **Sencillez.** Se debe emplear el mínimo número posible de elementos.
- **Uniformidad.** Se refiere no sólo a los elementos en sí, sino también en los criterios de implantación.

Una adecuada señalización, permitirá el conocimiento de la convivencia, en el caso de compartirse la vía por los distintos usuarios (ciclistas, automóviles y peatones), así como del espacio reservado a la circulación a cada uno de ellos en caso de tráficos segregados.

Al igual que en otros contenidos del presente manual, la tipología de red (autonómica, metropolitana y urbana) condicionará la tipología de la señalización a emplear.

Así, para la Red Autonómica cobra especial importancia la señalización informativa de tipo paisajística, deportiva y ambiental, al igual que la información sobre itinerarios, tiempos y distancias.

Para las redes metropolitanas será primordial la información sobre itinerarios, tiempos y distancias con indicación de los nodos intermodales y núcleos urbanos, y la señalización de regulación de la circulación en las intersecciones con tráfico motorizado.

En las redes urbanas se tratará de disponer la mayoría de la señalización de regulación mediante marcas horizontales, mientras que la señalización de información se dispondrá en vertical. Se ha adoptado este criterio en base a minimizar la presencia de señales verticales en las áreas

urbanas, en las que habitualmente suele haber poco espacio. La señalización vertical recogerá información sobre nodos intermodales, parques, lugares de interés cultural y deportivo, además de centros de trabajo y ocio.

Igualmente, se señalizarán itinerarios urbanos específicos que tengan importancia desde el punto de vista cultural, paisajístico, medioambiental, turístico,...

Independientemente del tipo de red, y para un mejor desarrollo de los contenidos de este apartado, hemos distinguido entre:

- Semáforos.
- Señalización Vertical.
- Señalización Horizontal.
- Señalización en Vías Compartidas.
- Paneles Informativos.

5.2.- SEMÁFOROS.

En las intersecciones con otros tráficos, la circulación podrá regularse mediante semaforización específica para las vías ciclistas.

El paso de ciclistas podrá regularse a la vez que el paso de peatones, asignándole la misma fase del ciclo semafórico para ambos.

Para carriles bici en zonas muy concurridas, es aconsejable asignar una fase específica para cada movimiento de ciclistas que garantice la seguridad y comodidad el paso de los mismos.



5.3.- SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

Se muestran las señales más usuales a disponer en las vías ciclistas, además de las señales necesarias para tráfico motorizado en caso de intersecciones.

Igualmente, y siguiendo la estructura del Manual de Recomendaciones de la Dirección General de Tráfico, se proponen algunas señales no contenidas en el Reglamento General de Tráfico, que sin duda, complementan y ayudan a conseguir los objetivos que la señalización debe cumplir.

Señales más usuales a disponer en las vías ciclistas:

Señalización de Advertencia de Peligro		
P-1	Intersección con prioridad. Peligro por la proximidad de una intersección con una vía, cuyos usuarios deben ceder el paso.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-3	Semáforos. Peligro por la proximidad de una intersección aislada o tramo con la circulación regulada por semáforos.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-13 a	Curva peligrosa hacia la derecha. Peligro por la proximidad de una curva peligrosa hacia la derecha.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-13 b	Curva peligrosa hacia la izquierda. Peligro por la proximidad de una curva peligrosa hacia la izquierda.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-16 a	Bajada con fuerte pendiente. Peligro por la existencia de un tramo de vía con fuerte pendiente descendente. La cifra indica la pendiente en porcentaje.	

Señalización de Advertencia de Peligro		
P-16 b	Subida con fuerte pendiente. Peligro por la existencia de un tramo de vía con fuerte pendiente ascendente. La cifra indica la pendiente en porcentaje.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-20	Peatones. Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.	
Señalización de Prioridad		
R-1	Ceda el paso. Obligación para todo conductor de ceder el paso en la próxima intersección a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime o al carril al que pretende incorporarse.	
Señalización de Prioridad		
R-2	Detención obligatoria o stop. Obligación para todo conductor de detener su vehículo ante la próxima línea de detención o, si no existe, inmediatamente antes de la intersección, y ceder el paso en ella a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime.	
Señalización de Indicación		
S-13	Situación de un paso para peatones. Indica la situación de un paso para peatones.	
Señalización de Indicación		
S-17	Estacionamiento. Indica un emplazamiento donde está autorizado el estacionamiento de vehículos. Una inscripción o un símbolo, que representa ciertas clases de vehículos, indica que el estacionamiento está reservado a esas clases. Una inscripción con indicaciones de tiempo limita la duración del estacionamiento señalado.	

Señalización de Indicación		
S-123	Área de descanso. Indica la situación de un área de descanso.	

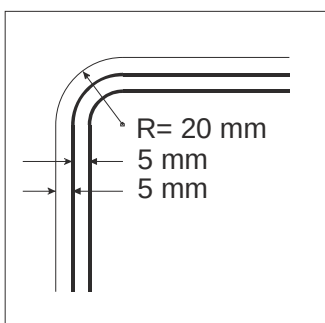
Señalización de Indicación		
S-124	Estacionamiento para usuarios del ferrocarril. Indica la situación de una zona de estacionamiento conectada con una estación de ferrocarril y destinada principalmente para los vehículos de los usuarios que realizan una parte de su viaje en vehículo privado y la otra en ferrocarril.	

Señalización de Indicación		
S-125	Estacionamiento para usuarios del ferrocarril inferior. Indica la situación de una zona de estacionamiento conectada con una estación de ferrocarril inferior y destinada principalmente para los vehículos de los usuarios que realizan una parte de su viaje en vehículo privado y la otra en ferrocarril inferior.	

Señalización de Indicación		
S-126	Estacionamiento para usuarios de autobús. Indica la situación de una zona de estacionamiento conectada con una estación o una terminal de autobuses y destinada principalmente para los vehículos privados de los usuarios que realizan una parte de su viaje en vehículo privado y la otra en autobús.	

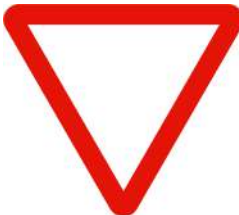
Los criterios de diseño de las señales son los siguientes:

- Panel genérico S-860 en el que figura la señal correspondiente. Tamaño 35x35 cm².
- Panel S-880 de aplicación de señalización (bicicleta). Tamaño 35x10 cm².
- Tamaño de señales rectangulares: 35x50 cm².
- Señales triangulares inscritas: 30 cm de lado.
- Señales circulares inscritas: 25 cm de diámetro.
- Señales cuadradas inscritas: 25 cm de lado.
- Forma, colores y pictogramas de acuerdo a la Instrucción 8.1.I.C. Señalización Vertical.
- Altura del borde inferior de la señal respecto del suelo: 2.0 m
- Borde y orla de paneles según esquema adjunto:



Señales más usuales a disponer en las confluencias con otros tráficos:

Señalización de Advertencia de Peligro		
P-15a	Resalto. Peligro por la proximidad de un resalto en la vía.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-20	Peatones. Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-22	Ciclistas. Peligro por la proximidad de un paso para ciclistas o de un lugar donde frecuentemente los ciclistas salen a la vía o la cruzan.	
Señalización de Advertencia de Peligro		
P-22	Ciclistas. Peligro por la proximidad de un paso para ciclistas de doble sentido.	

Señalización de Prioridad		
R-1	Ceda el paso. Obligación para todo conductor de ceder el paso en la próxima intersección a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime o al carril al que pretende incorporarse.	
Señalización de Prioridad		
R-2	Detención obligatoria o stop. Obligación para todo conductor de detener su vehículo ante la próxima línea de detención o, si no existe, inmediatamente antes de la intersección, y ceder el paso en ella a los vehículos que circulen por la vía a la que se aproxime.	
Señalización de Prohibición		
R-102	Entrada prohibida a vehículos de motor. Prohibición de acceso a vehículos de motor.	
Señalización de Obligación		
R-407 a	Vía reservada para ciclos o vía ciclista. Obligación para los conductores de ciclos de circular por la vía a cuya entrada esté situada y prohibición a los demás usuarios de la vía de utilizarla.	
Señalización de Prohibición		
R-505	Fin de vía reservada para ciclos. Señala el lugar desde donde deja de ser aplicable una anterior señal de vía reservada para ciclos.	
Señalización de Indicación		
S-13	Situación de un paso para peatones. Indica la situación de un paso para peatones.	

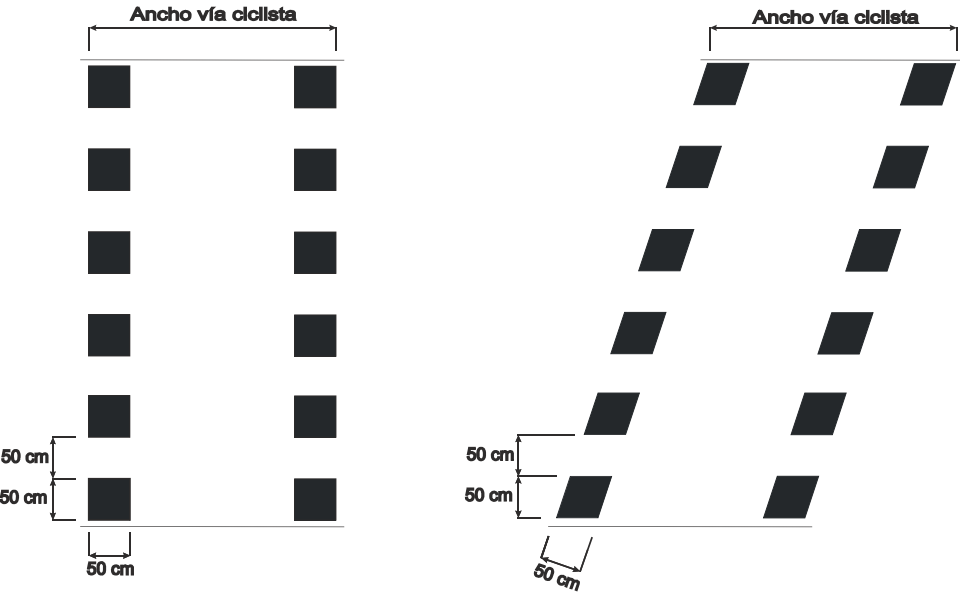
Señalización de Indicación (Propuesta)		
	Itinerario ciclista. Indica la existencia de una vía acondicionada para la circulación de bicicletas.	
Señalización de Indicación (Propuesta)		
	Fin de itinerario ciclista. Indica la finalización de una vía acondicionada para la circulación de bicicletas.	

La forma, dimensiones, colores y pictogramas se realizarán de acuerdo a la Instrucción 8.1.I.C. Señalización Vertical.

5.4.- SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

La señalización horizontal está constituida por marcas viales pintadas sobre el pavimento de la vía ciclista. Podemos distinguir entre:

- Marcas Longitudinales: cuyo objetivo principal es encauzar el tráfico separando los diferentes carriles.
- Marcas Transversales: cuyo objetivo principal es indicar punto de detención o precaución.
- Señalización para la regulación del tráfico mediante marcas y símbolos viales.
- Flechas y otros símbolos: complementan la señalización.

Señalización Horizontal sobre Pavimento. Longitudinal	
Paso de ciclistas	
Ubicación	En cruces con otras vías destinadas a tráfico motorizado.
Diseño	Línea discontinua de 50 cm x 50 cm, con una separación entre ellas de 50 cm.
	

Marca Longitudinal	
Línea de delimitación de vía ciclista	
Ubicación	En los bordes de la vía ciclista.
Diseño	Anchura de 10 cm.
	

Marca Longitudinal	
Línea de Separación de sentidos en vías ciclistas de doble sentido	
Ubicación	En el eje de la vía ciclista.
Diseño	En tramos urbanos: marca discontinua de trazos de 1 m separados por vanos de 1 m, con una anchura de 10 cm. En tramos interurbanos: marca discontinua de trazos de 1 m separados por vanos de 2.5 m, con una anchura de 10 cm. Para curvas sin visibilidad la marca será continua.
	
	

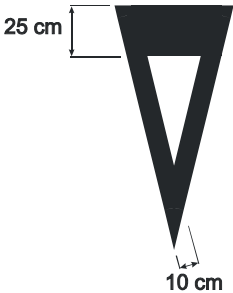
Marca Transversal		
Línea continua transversal. Dispuesta a lo ancho de uno o varios carriles del mismo sentido indica que ningún ciclo debe franquearla, en cumplimiento de la obligación impuesta.		
Ubicación	Lugares de detención obligatoria.	
Diseño	Marca de 15 cm de ancho y largo el ancho del espacio destinado a la circulación de uno de los sentidos.	

Marca Transversal		
Línea discontinua transversal. Dispuesta a lo ancho de uno o varios carriles indica que ningún ciclo debe franquearla, cuando tengan que ceder el paso en cumplimiento de la obligación impuesta		
Ubicación	Lugares de cesión de paso obligado	
Diseño	Marca discontinua de 15 cm de ancho compuesta por tramos de 30 cm de largo separados 15 cm. El largo de la marca será el ancho del espacio destinado a la circulación de uno de los sentidos.	

Marca Transversal		
Paso de peatones sobre vía ciclista. Indica un paso para peatones, donde los ciclistas deben dejarles paso.		
Ubicación	Zonas frecuentadas por peatones.	
Diseño	Marcas de 25 cm de ancho separadas entre sí 25 cm y una longitud mínima de 2,5 metros.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento		
Símbolo de bicicleta.		
Ubicación	Sobre el pavimento de la vía ciclista que indica el espacio reservado para el uso de la bicicleta.	
Diseño	Inscrito en un cuadrado de 80 cm x 80 cm	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)		
Símbolo de bicicleta.		
Ubicación	Sobre el pavimento de la vía ciclista que indica el espacio reservado para el uso de la bicicleta.	
Diseño	Inscrito en un cuadrado de 80 cm x 80 cm.	

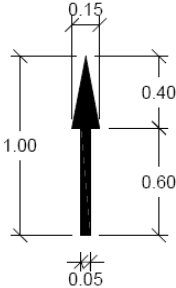
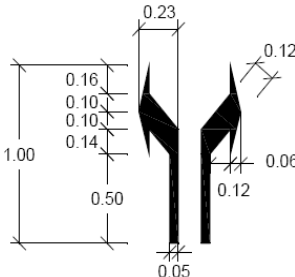
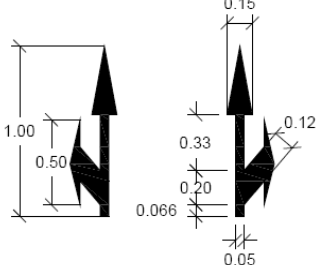
Señalización Horizontal sobre Pavimento		
Ceda el paso. Obligación de ceder el paso a otros usuarios de la vía.		
Ubicación	Preseñalización de lugares en los que el ciclista no tenga la prioridad (ej. pasos de peatones).	
Diseño	Triángulo de 60 cm de base y 120 cm de altura.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento		
Detención obligatoria o stop. Obligación para todo ciclista a detenerse.		
Ubicación	Deberá ubicarse cuando exista obligación para el ciclista a detenerse.	
Diseño	Inscrito en un cuadrado de 80 cm x 80 cm.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)		
Peatones. Peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.		
Ubicación	Sobre el pavimento de la vía ciclista que indica peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por peatones.	
Diseño	Inscrito en un rectángulo de 100 cm de alto por 60 cm de ancho.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)		
Intersección con prioridad. Peligro por la existencia de una intersección con una vía, cuyos usuarios deben ceder el paso.		
Ubicación	Sobre el pavimento de la vía ciclista en la proximidad de una intersección.	
Diseño	Inscrito en un triángulo de 100 cm de base por 100 cm de alto.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)		
Semáforo.		
Ubicación	Próximo de una intersección regulada con semáforos.	
Diseño	Inscrito en un rectángulo de 80 cm de alto por 30 cm de ancho.	

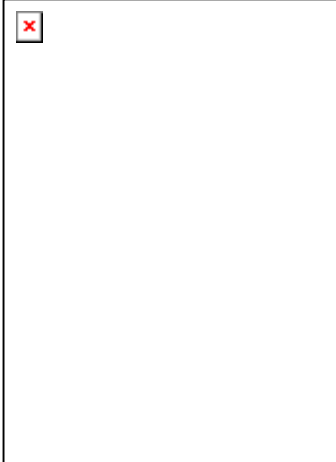
Señalización Horizontal sobre Pavimento. Flechas		
Unidireccional	De giro	Bidireccional
		

En caso de ser necesaria la preseñalización, ésta se realizará a la siguiente distancia:

- Red urbana: 8 - 10 metros.
- Red metropolitana: 15-20 metros

La preseñalización cobra especial importancia en los casos en los que el ciclista que circula por su vía, deba detenerse o ceder el paso en favor del tráfico ajeno.

Se proponen los siguientes diseños:

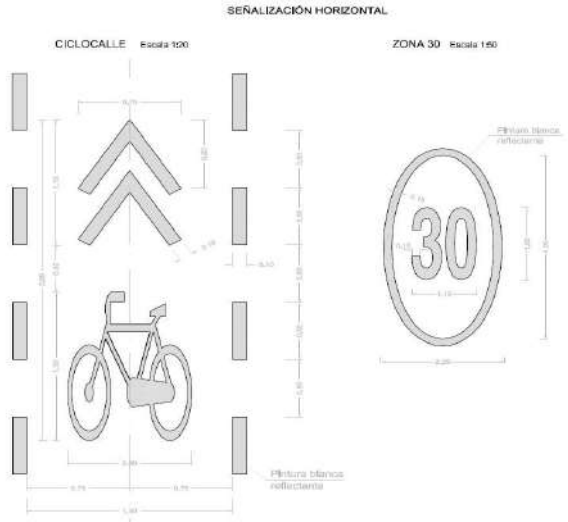
		
Distancia de preseñalización: Inscrita en un cuadrado de 40x40 cm²		Distancia de preseñalización: Inscrita en un cuadrado de 30x30 cm²

5.5.- SEÑALIZACIÓN EN VÍAS COMPARTIDAS URBANAS.

Cobra especial importancia la señalización específica para vías compartidas como son el caso de la ciclocalle y la vía compartida peatón-bici.

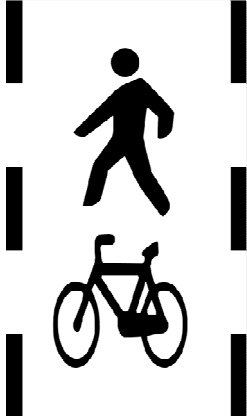
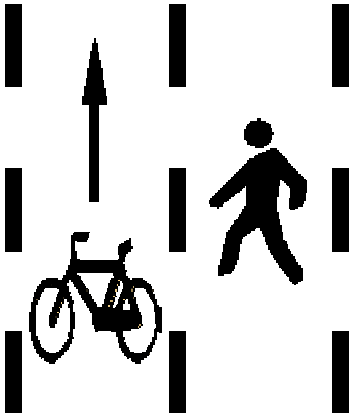
Para la ciclocalle se propone la siguiente señalización:

Señalización Vertical de Indicación		
Ciclocalle. Vía compartida con otros tráficos. Prioridad ciclista y peatón.		
Ubicación	Deberá ubicarse en las zonas urbanas en las que no sea posible la segregación de los tráficos.	
Diseño	Rectángulo de 90 cm de alto por 60 cm de ancho.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento		
Ciclo calle. Vía compartida con otros tráficos. Prioridad ciclista y Peatón.		
Ubicación	Deberá ubicarse en las zonas urbanas en las que no sea posible la segregación de los tráficos.	

Para las vías compartidas con el peatón se propone la siguiente señalización:

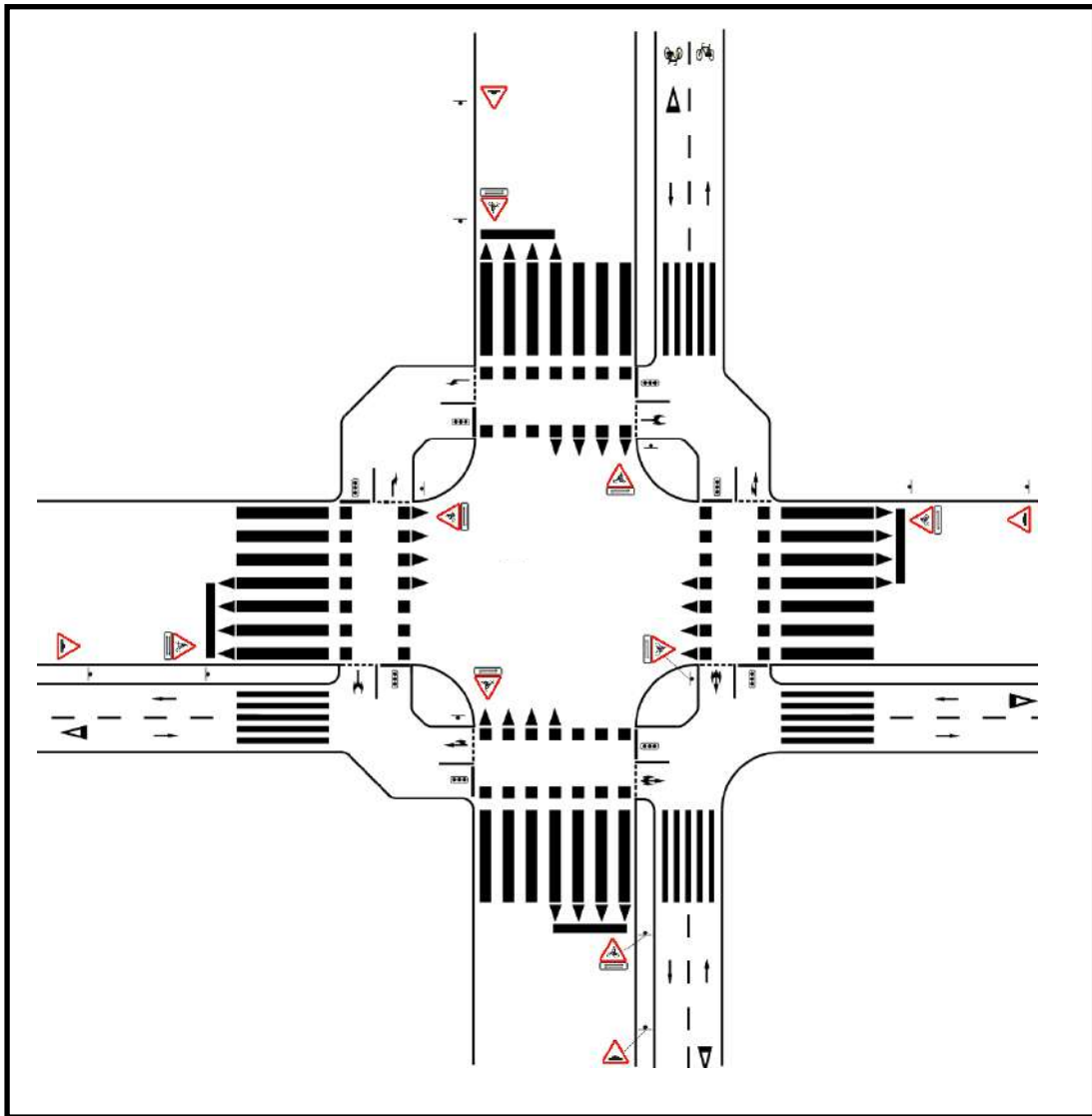
Señalización Vertical de Indicación (Propuesta)		
Vía tráfico no motorizado. Vía compartida ciclista-peatón con prioridad para el peatón.		
Ubicación	Deberá ubicarse en las zonas urbanas en las que no sea posible la segregación peatón-ciclista.	
Diseño	Rectángulo de 90 cm de alto por 60 cm de ancho.	

Señalización Horizontal sobre Pavimento (Propuesta)	
Vía tráfico no motorizado. Vía compartida ciclista-peatón con prioridad para el peatón.	
Ubicación	Deberá ubicarse en las zonas urbanas en las que no sea posible la segregación peatón-ciclista
Diseño	
Ancho menor de 1.8 metros	Ancho igual o superior a 1.8 metros y para tráfico de bicicletas en un solo sentido (La marca discontinua sugiere cierta canalización del tráfico sin conferir prioridad al ciclista)
	

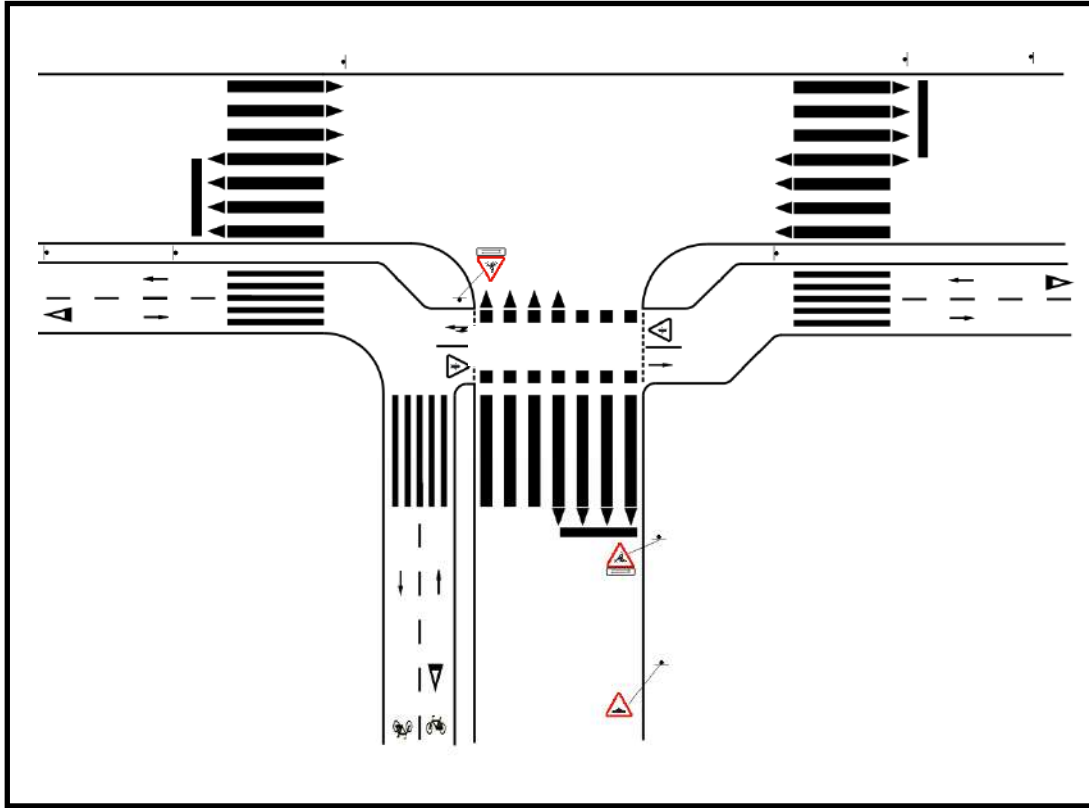
Esta señalización cobra especial importancia en lugares de paso obligado con poco espacio como pueden ser pasarelas, puentes y pasos inferiores.

A continuación se muestran un par de ejemplos de señalización urbana, en la que solamente se ha indicado la señalización referente a las vías ciclistas:

Ejemplo 1. Muestra la señalización de una intersección semaforizada.



Ejemplo 2. Muestra la señalización de una intersección con prioridad para tráfico no motorizado.



5.6.- PANELES INFORMATIVOS.

La señalización destinada a informar a los usuarios de las vías ciclistas estará compuesta por:

- Monolitos. Para el inicio y final de los itinerarios ciclistas.
- Cartel de Itinerario.
- Señales de salida en tramos interurbanos.
- Señalización informativa en intersecciones y gloriets urbanas.

Paneles informativos		
Monolito		
Ubicación	Deberá ubicarse en todas las vías ciclistas en el inicio y final de los itinerarios.	
Diseño	Tamaño: 2.400 mm x 800 mm.	

Paneles informativos	
Esquema General de Itinerario. Presenta un croquis del recorrido y puntos principales del mismo, tiempos y distancias.	
Ubicación	Deberá ubicarse en todas las vías ciclistas en el inicio de las mismas, así como en puntos de destacada importancia y, al menos cada 5.000 m.
Diseño	Franja superior pantone 356. Inscripción blanco: icono bici + Entidad Administrativa. Franja inferior pantone 617, con croquis del itinerario.



 Consejería de Fomento y Vivienda Dirección General de Infraestructuras	
Itinerario Metropolitano: SE-100 Acceso Norte a Sevilla 	
LA RINCONADA SEVILLA La Rinconada Área Logística Majarabique Ronda Supernoche C/ Astronomia Glorieta de los Ferrocarriles Centro 3,8 km 2,2 km 1,0 km 0,8 km 23 min 13 min 6 min 5 min TRAMO URBANO TRAMO INTERURBANO OTRAS VÍAS CICLISTAS LUGAR DESTACADO NODO INTERMODAL	

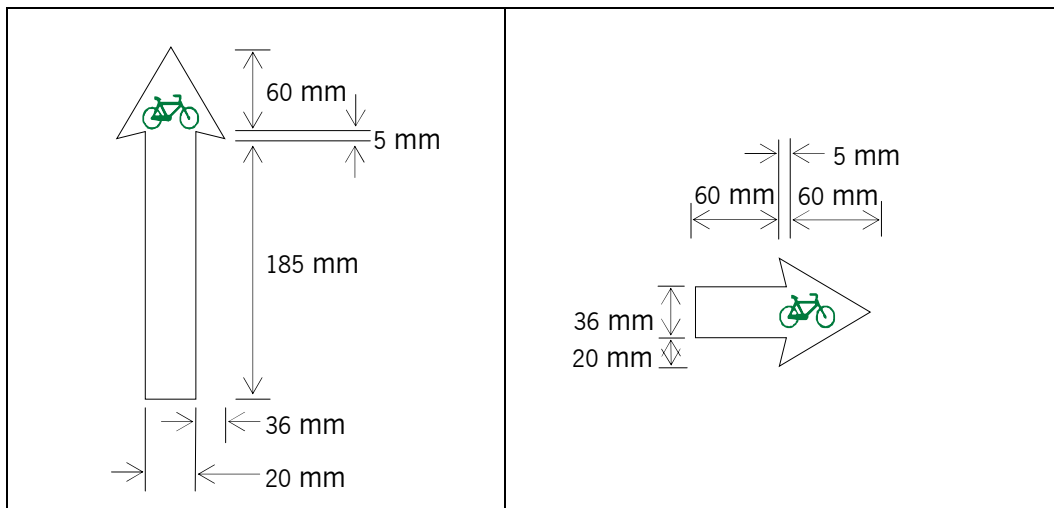
Paneles informativos	
Señalización de Salida en tramos interurbanos.	
Ubicación	Deberá ubicarse en las bifurcaciones existentes en la vía ciclista.



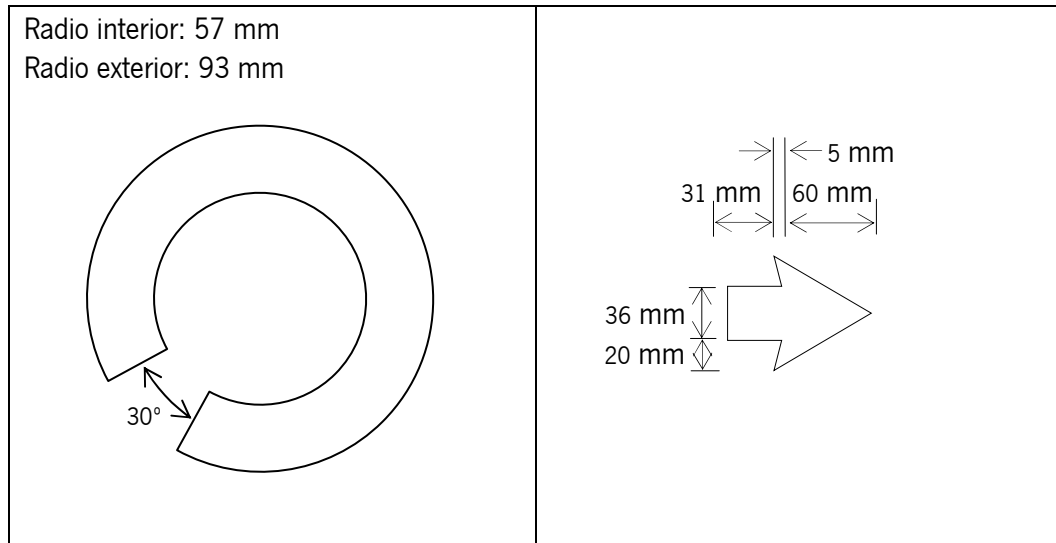
Paneles informativos	
Intersección de vía ciclista Urbana	Glorieta en vía ciclista Urbana
	

Los criterios de diseño son los siguientes:

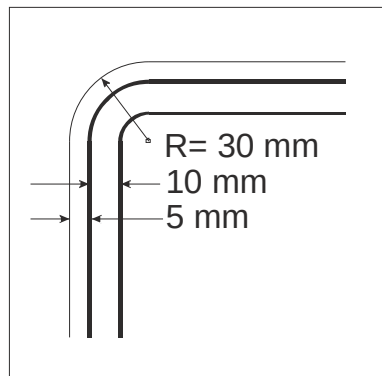
- Franja superior (opcional): Matricula (fondo: pantone 617) y Denominación de Itinerario (fondo: pantone 356). Tamaño: 60x10 cm²
- Panel genérico S-860 en el que figura el esquema de movimientos (fondo: pantone 356). Tamaño 60x50 cm². Si no se dispone franja superior el tamaño del panel será 60x60 cm²
- Tamaño pictogramas: 7.5x7.5 cm² / 5.0x5.0 cm².
- Altura de letra: Itinerario y destino principal: 30 mm.
- Altura de letra: destinos secundarios: 20 mm.
- Pictograma bicicleta: inscrito en un rectángulo de 20x8 cm².
- Código QR (opcional): inscrito en un cuadrado de 4.0x4.0 cm².
- Diseño flechas esquema de intersección:



- Diseño esquema de glorieta:



- Borde y orla de paneles y franjas superiores:



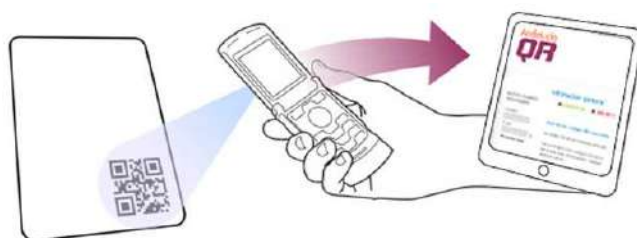
5.7- EMPLEO DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.

El recurso a las tecnologías de la información y comunicación disponibles en cada momento, puede facilitar al usuario de las vías ciclistas una gran cantidad de datos prácticos y de interés relacionados con las rutas en las que se encuentran. La señalización debe ser capaz de incorporar estas nuevas tecnologías (tanto las presentes como las futuras que se vayan desarrollando) de una manera eficiente y eficaz. Un ejemplo de ello es la utilización de códigos QR, ampliamente difundidos en la actualidad, que mediante un dispositivo móvil que permita su lectura con una aplicación adecuada y tenga conexión a Internet, ofrezca acceso a todo tipo de información.

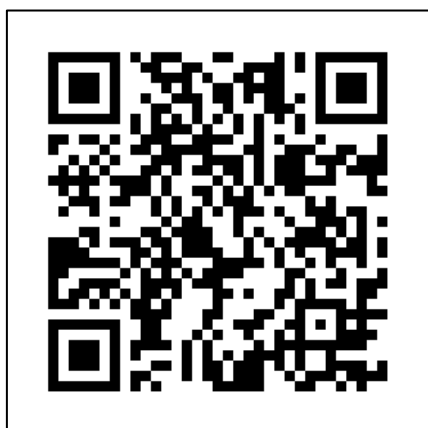
Desde la Junta de Andalucía existen iniciativas que podrían ser aprovechadas en este sentido, como Andalucía QR (promovida por el Centro de Innovación Turística de Andalucía (CINNTA) dependiente de la Consejería de Turismo, Comercio y Deporte con la finalidad de facilitar al sector turístico andaluz las ventajas que ofrecen los códigos QR para la promoción, el marketing y la comercialización turística.)



CINNTA
CENTRO DE INNOVACIÓN
TURÍSTICA DE ANDALUCÍA



Los códigos son capturados y descifrados por los usuarios o turistas a través de la cámara del terminal, con una simple aplicación instalada en el mismo.



6.- INTERSECCIONES

6.1.-PRINCIPIOS BÁSICOS

Las intersecciones son elementos esenciales dentro de los itinerarios ciclistas, ya que es donde se producen la mayoría de los conflictos y accidentes en los que se ven involucrados ciclistas, peatones y vehículos a motor.

Por ello es fundamental el adecuado estudio del diseño y de la tipología de la intersección en cada caso, con el objeto de asegurar la continuidad de los itinerarios ciclistas, con la máxima comodidad, y adoptando la seguridad como principio fundamental. Efectivamente, en este sentido, los conceptos actuales en la sociedad sobre movilidad urbana, tradicionalmente muy centrados en la fluidez del tráfico, realzan la seguridad de todos los usuarios en el espacio público, apostando por la coexistencia pacífica entre los distintos medios de transporte y el reparto equitativo del espacio público.

A continuación se indican los **criterios básicos** a tener en cuenta a la hora de diseñar las intersecciones:

- Deben disponer de **superficie suficiente** para que los diferentes usuarios que acceden a la intersección puedan percibirse con tiempo y permita reaccionar con seguridad.
- Es necesario garantizar **visibilidad y espacio suficiente** del lado del ciclista y del conductor motorizado. Se recomiendan medidas constructivas para asegurar que no aparquen vehículos en las proximidades de las intersecciones que dificulten la visibilidad entre vehículos, peatones y ciclistas.
- **La señalización debe ser clara y limitada a lo necesario**, que debe ser claramente legible y coherente, y que permita conocer las **prioridades** y la toma de decisiones sin titubeos.
- **Las velocidades deben ser compatibles** entre los diferentes tipos de usuarios, limitando las mismas para reducir riesgos. En este sentido se estudiará en cada caso las velocidades para cada usuario en la intersección, que deberán estar adecuadamente señalizadas, y los medios de reducción de velocidades a emplear en cada caso. En este sentido podrán realizarse estrechamiento de vías, elementos de calzado de tráfico, etc..
- Las vías ciclistas deben tener **continuidad en las intersecciones**, tanto para dar seguridad al ciclista como para que el conductor que se aproxima sea consciente del cruce de la vía ciclista.
- La vía ciclista debe ser claramente **identificable**. Puede adoptarse soluciones, por ejemplo, de **sobreelevación de la intersección**, elevando la cota de la vía ciclista que cruza una calzada con tráfico motorizado. Pueden conseguirse también mediante la diferenciación por **colores y texturas**; si bien debe procurarse la integración e impacto

visual en el entorno, no deben descuidarse los aspectos fundamentales de marcar el espacio reservado para ciclistas y aumentar la percepción de la intersección por parte de peatones, ciclistas y vehículos motorizados.

- **Minimizar los tiempos de espera y los recorridos** de los ciclistas para aumentar la comodidad y rapidez del itinerario ciclista, teniendo en cuenta que las interrupciones en la marcha hacen perder energía cinética y requerir un mayor esfuerzo para el ciclista.
- Se intentará el **alejamiento del carril bici de los puntos de conflicto** y compartir lo menos posible su itinerario con el tráfico motorizado. Este punto, que puede ser contrario al de la minimización de los recorridos, deberá ser valorado adoptando como principio fundamental el de la seguridad para el ciclista.

TRATAMIENTO DE LAS APROXIMACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES DE SEÑALIZACIÓN EN INTERSECCIONES:

El Reglamento General de Circulación establece que los conductores de bicicletas tienen prioridad de paso respecto a los vehículos de motor:

- **a)** Cuando circulen por un carril bici, paso para ciclistas o arcén debidamente señalizados.
- **b)** Cuando para entrar en otra vía el vehículo de motor gire a derecha o izquierda, en los supuestos permitidos, y haya un ciclista en sus proximidades.
- **c)** Cuando circulando en grupo, el primero haya iniciado ya el cruce o haya entrado en una glorieta.

En los demás casos y en ausencia de señalización ciclista específica, serán aplicables las normas generales sobre prioridad de paso entre vehículos: se deberá respetar la regla de la mano derecha, es decir ceder el paso a los vehículos que vengan por dicha mano, rigiéndose el ciclista por las mismas normas que los automóviles

Con el propósito de garantizar la seguridad vial, debe tratarse de modo especial las aproximaciones a las intersecciones mediante sistemas que pongan en alerta a los distintos tipos de usuarios y permitan adaptar sus velocidades y hacerlas compatibles entre ellos; no debe olvidarse la reserva de espacio suficiente para espera y acumulación de peatones, bicicletas y demás tráficos. Hay diversos medios de contribuir a la moderación de velocidades y reducir de esta forma el riesgo de accidente. Entre dichas técnicas se encuentran los cambios de trayectoria, elevación de rasante, ajuste de radios de giro, etc

La señalización de regulación en las vías ciclistas se realizará prioritariamente mediante marcas viales y se situarán con suficiente antelación para que cada usuario pueda prever y efectuar las maniobras necesarias con comodidad y seguridad.

En concreto deberá señalizarse sobre el pavimento:

- **La proximidad de la intersección**, como advertencia de peligro, ya sea mediante la indicación de proximidad de un lugar frecuentado por peatones, como por la existencia de una intersección regulada por semáforos etc. En este sentido, es de gran utilidad la **diferenciación del pavimento** de la vía ciclista desde las proximidades de la zona de la intersección, con la intención de que los diferentes usuarios, incluidos los propios ciclistas, perciban con suficiente antelación la presencia de la misma y les alerte durante todo el cruce. La diferenciación del pavimento de la vía ciclista debe supeditarse al tráfico principal cuando la preferencia sea la motorizada. Al contrario, cuando la preferencia sea ciclista, se deberá marcar claramente en el pavimento el carril de paso ciclista.
- La **prioridad** establecida en la intersección para la vía ciclista, ya sea mediante la señalización de STOP, CEDA EL PASO, SEMÁFORO o CRUCE CON PRIORIDAD
- Las **flechas informativas** de las posibles maniobras a realizar en la zona de intersección.
- Las marcas viales de **delimitación de vía ciclista** en la zona de la intersección, así como las líneas de detención en caso de ser necesario, y las marcas viales de pasos peatonales donde existieran.

Para intensidades o velocidades significativas o cuando la señalización no sea suficiente, habrá que recurrir a la semaforización de la intersección. En función del tipo de vía ciclista, unas veces irá acompasado con el tráfico motorizado o con el viandante. La presencia de regulación semafórica que recoja específicamente el tráfico ciclista siempre será buena, permitiendo incluso su programación diferenciada. Debe tenerse en cuenta que el tiempo de arrancada y aceleración es superior al de los peatones.

Cuando sea admisible circular por los carriles bici en dos sentidos se deberá tener en cuenta esta prioridad en los pasos sobre la calzada, llamando la atención del conductor mediante un aviso que puede consistir, por ejemplo, en colocar una señal que contenga el pictograma de la bicicleta con dos flechas.

6.2.-TIPOLOGIA DE INTERSECCIONES

La casuística de las intersecciones reales es prácticamente ilimitada, por lo que los esquemas que se recogen en los apartados siguientes son meramente indicativos de situaciones genéricas, incorporando en algún caso las experiencias registradas sobre su funcionamiento. El proyectista en cada caso deberá justificar la solución más idónea, habida cuenta de las características geométricas y circunstancias de tráfico, utilizando para ellos las recomendaciones genéricas que encabezan el presente capítulo. En cualquier caso, la seguridad vial debería ser el elemento fundamental al que los demás principios tendrían que supeditarse.

En general, las intersecciones se diseñan en función de la tipología de vía ciclista procedente de los ramales confluentes: si en estos se ha optado por las vías compartidas, es recomendable que los ciclistas compartan la calzada en las intersecciones; si son segregadas, se suele mantener la segregación en la intersección.

La forma de la intersección condiciona las posibilidades de movimientos y regulación en cada caso. Se distinguen:

- Intersecciones en T
- Intersecciones convencionales con giros a la izquierda
- Glorietas
- Otros casos: Intersecciones con ramales de enlace de vías rápidas, cruce de vía ciclista con vía motorizada, paso a distinto nivel

INTERSECCIONES EN T

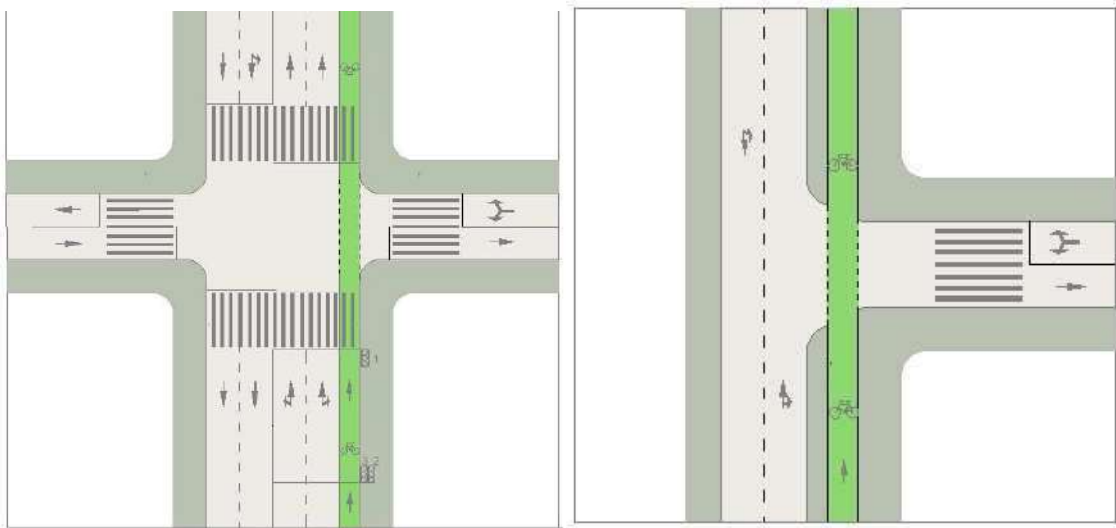
Son aquellas en las que habitualmente una vía secundaria desemboca en una principal. Normalmente la intersección es perpendicular, pero puede extenderse la situación a una intersección con cierto ángulo.

En este caso, los vehículos que circulan por la vía principal tienen preferencia sobre la secundaria. El problema surge como consecuencia del giro a la derecha de los vehículos motorizados de la vía principal cuando el ciclista sigue una trayectoria rectilínea sobre la misma

Se suelen plantear dos alternativas inicialmente: el cruce rectilíneo de la vía ciclista o la modificación de trayectoria hacia la vía secundaria de ésta:

Así, las vías ciclistas que cruzan rectilíneamente la intersección refuerzan su carácter prioritario frente a los motorizados, pero pueden generar cierto conflicto con los vehículos que giran a la derecha desde la vía principal (colisiones o bloqueos en la calzada); adicionalmente, los vehículos que cedan el paso a los peatones pueden bloquear el paso ciclista.

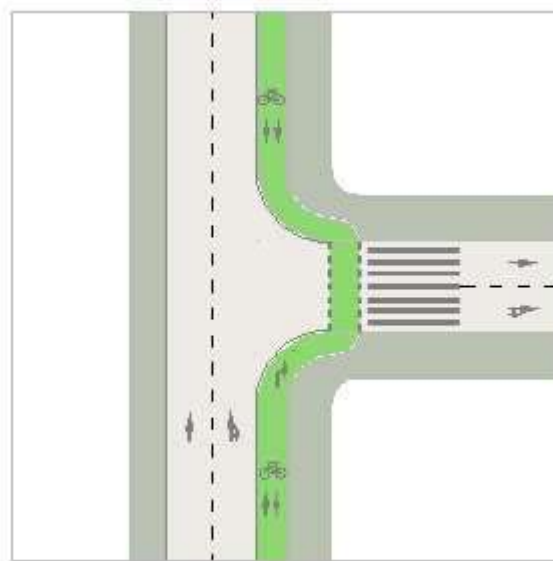
Esta solución es sin duda la más cómoda para el ciclista y es una opción siempre y cuando las intensidades de tráfico motorizado no hagan peligrar la seguridad del ciclista. En este caso, es más seguro que las vías ciclistas sean unidireccionales.



Una alternativa es aquella que pasa por **modificar** el cruce de la vía ciclista hacia la vía secundaria, confiriendo mayor seguridad al alejarse del punto de conflicto. Habría que estudiar su yuxtaposición al paso de peatones. De esta forma también se evita el bloqueo de la calzada por parte del vehículo que tiene que ceder el paso al ciclista.

Esta alternativa viene especialmente favorecida en caso de la que las aceras de la vía principal sean anchas (cuando hay aparcamientos, por ejemplo) y no sea necesario forzar el trazado ciclista con giros bruscos. También el hecho de que las vías ciclistas sean de doble sentido presenta menos problemas de seguridad.

Puede resaltarse como inconveniente que se pierde legibilidad en cuanto al a preferencia de paso, siendo quizás necesario reforzar con otros elementos que resalten la prioridad.



Es muy importante en este tipo de intersecciones garantizar una correcta visibilidad entre automóviles y ciclistas, por el que es recomendable despejar de cualquier obstáculo los 10 m anteriores a la intersección.

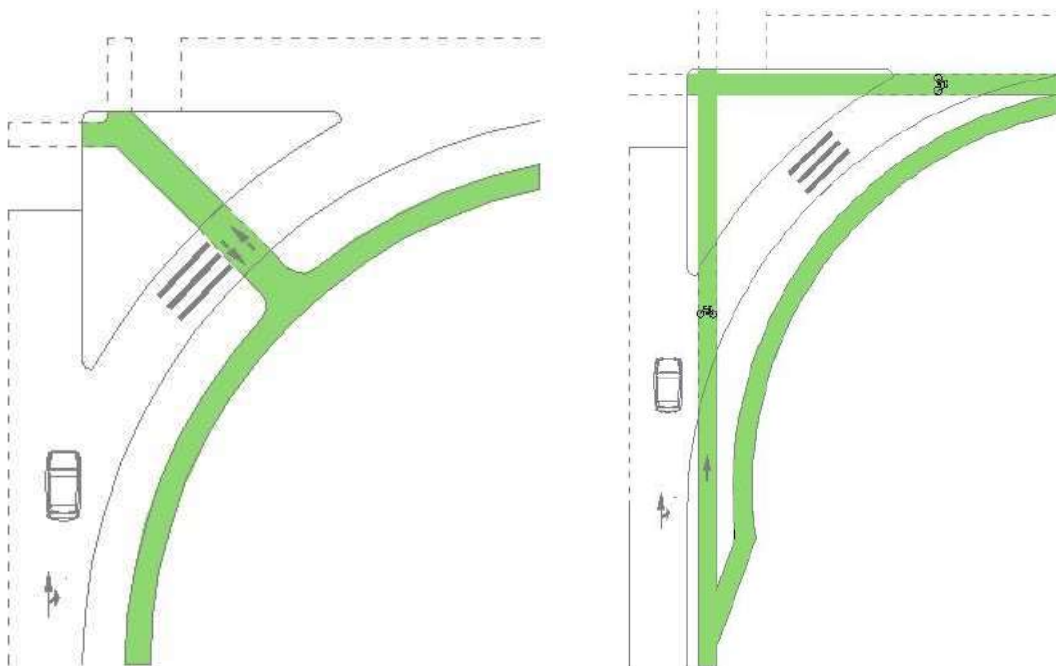
Tramos de trenzado.

Los tramos de trenzado, en los cuales se intercambian de carril bicicleta y vehículo motorizado, no están recomendados, aconsejándose buscar una alternativa más segura para resolver los movimientos de ambos tráficos.

Cruces con carril de giro a la derecha independiente

Se producen cuando los giros a derecha del tráfico motorizado se resuelven con isletas triangulares. En estos casos las posibilidades que normalmente se adoptan pueden ser trazando los pasos ciclistas anexos a la calzada, sin retranqueo (vías de sentido único), o bien trazando los pasos ciclistas con retranqueo en paralelo al paso peatonal (vías de doble sentido).

Es indispensable en todo caso señalizar convenientemente las prioridades de paso.

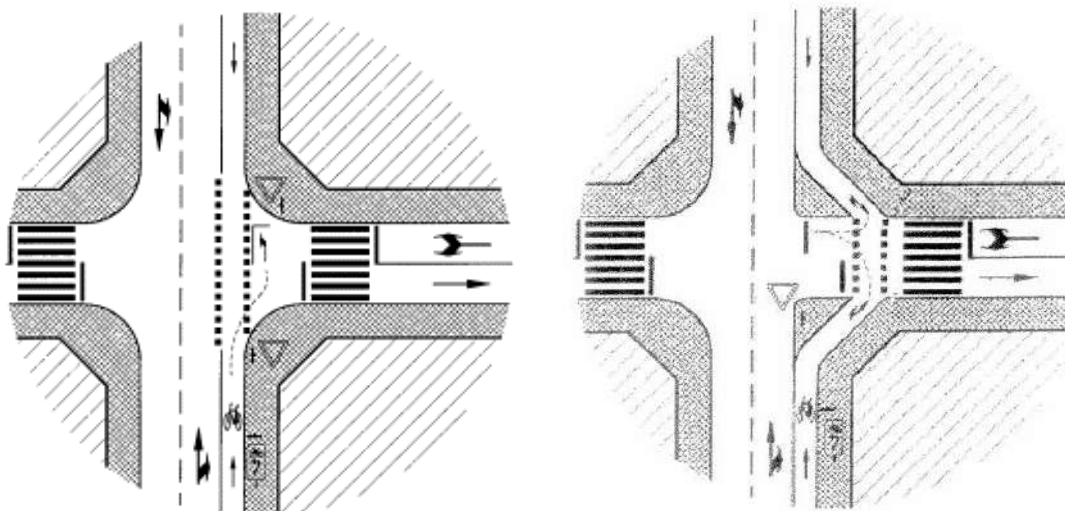


CRUCES CONVENCIONALES: GIROS A LA IZQUIERDA

El giro a la izquierda del ciclista constituye una maniobra peligrosa que debe ser cuidadosamente estudiada en cada caso, en función de las intensidades de tráfico y los recorridos a efectuar. Se exponen a continuación varios casos de giros a la izquierda desde un carril bici hacia una vía compartida.

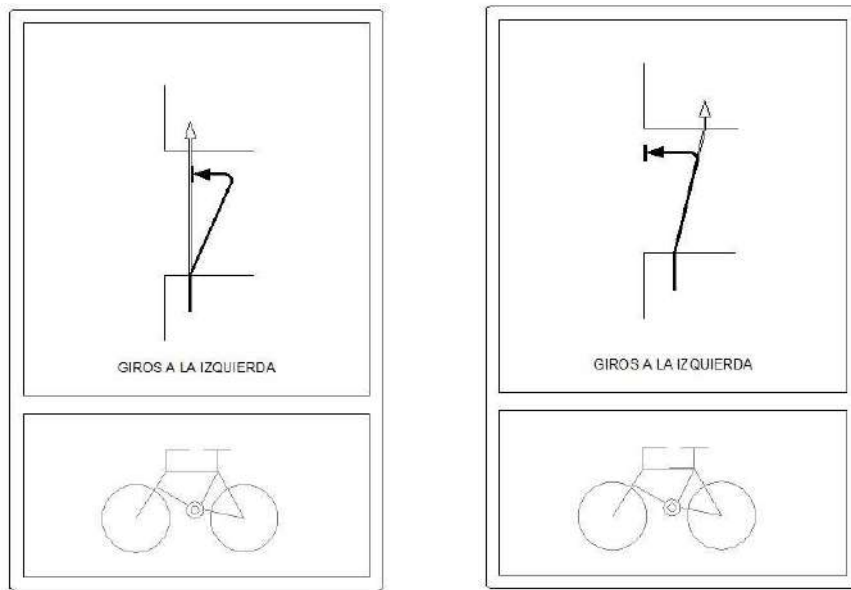
El **giro directo a la izquierda** de la vía ciclista presenta el problema de que obliga a un tramo de trenzado previo entre ciclista y vehículo que siguen recto, con el consiguiente menoscabo a la seguridad vial. Debido a las muy singulares circunstancias en que este caso puede establecerse no se recoge en este manual dicha posibilidad.

Normalmente el **giro** a la izquierda se resuelve **de forma indirecta**, apoyándose en una zona de espera situada por delante del paso de peatones de la vía transversal, que puede quedar bien a la derecha o la izquierda de la vía ciclista.

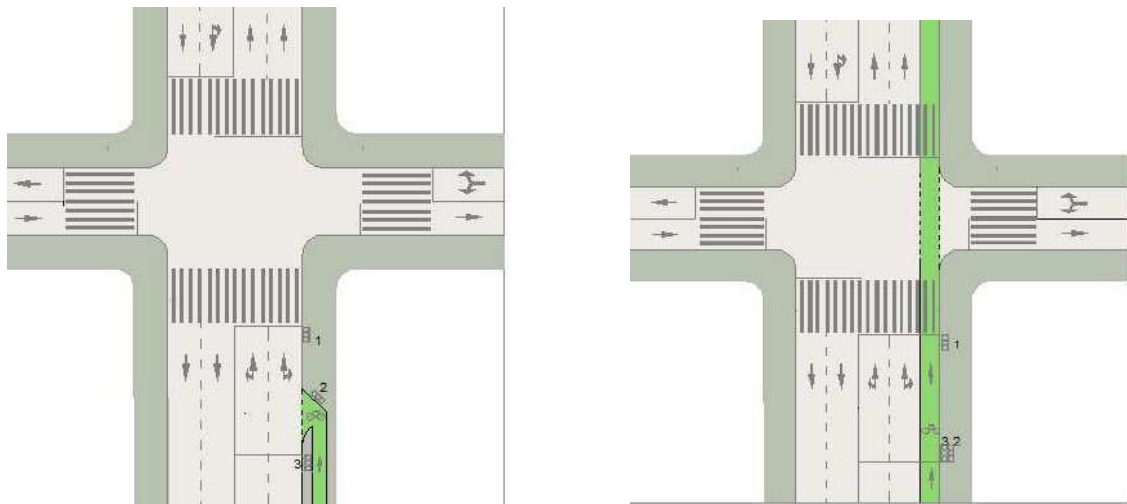


Fuente: "Signale für den Radverkehr-Ein Leitfaden zur Radverkehrssignalisierung" Stadt Münster, Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung: Presse und Informationsamt. Abril 2007

Los ciclistas que giren a la izquierda deben disponer de una clara orientación; en los giros indirectos se dispondrá de suficiente superficie de giro que deberá ser percibido por el ciclista con toda claridad mediante la correspondiente señal, cuando las características del lugar no permitan indicar claramente que el ciclista va a girar. Para este caso, se proponen unos croquis como los abajo recogidos; estas señales recomendadas no son señales oficiales del Reglamento, por ello, hay que cuidar que el tráfico motorizado no se confunda con ellas.



Para **intensidades elevadas** e intersecciones importantes es habitual que éstas se encuentren semaforizadas, siendo deseable implantar semáforos especiales para el tráfico ciclista, permitiendo así la programación diferenciada. Un ejemplo de una intersección semaforizada con todos los movimientos permitidos puede ser el siguiente, con vías ciclistas de un solo sentido y zona de espera para bicicletas:



Esquemas basados en el Manual de Recomendaciones DGT

Así en el caso primero, con acera de separación:

Fase 1.- El semáforo 2, sólo para ciclistas, está en rojo mientras el 1 y el 3 están en verde. El 3 pasa a rojo con lo que se despeja la zona entre las líneas de parada de los semáforos 1 y 3. Finalizado el tiempo de despeje, pasa a rojo el semáforo 1.

Fase 2.- El semáforo 2 pasa a verde dejando avanzar a los ciclistas hasta la línea de parada del semáforo 1.

Fase 3.- El semáforo 1 pasa a verde permitiendo la salida de los ciclistas en la dirección de deseen. Durante esta fase, los vehículos de la vía transversal tienen su semáforo en rojo.

Si no hay acera de separación entre la calzada y vía ciclista, puede crearse una fase especial para los ciclistas que actúe de forma similar a la descrita más arriba; en este caso, los semáforos 1 y 2, sólo para ciclistas, pasan a verde al mismo tiempo, permitiendo la incorporación de los ciclistas a la intersección

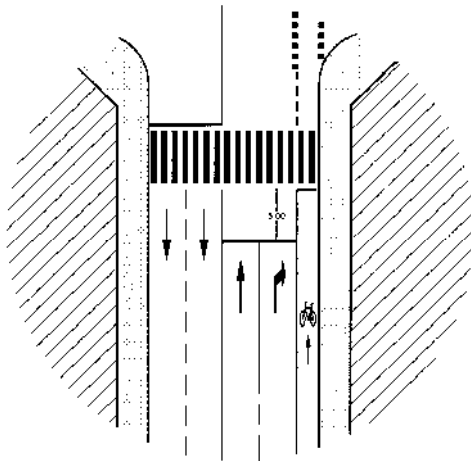
En general y para vías de un solo sentido, la necesidad de semáforos específicos será en la práctica obligatoria si los movimientos de bicicleta y tráfico motorizado no son coincidentes o se dispone de zona de espera. Si la vía ciclista está a cota de acera y el cruce se produce junto a un paso de peatones, podría ser suficiente con el semáforo de dos fases, aunque es siempre recomendable la regulación específica.

Para vías de doble sentido y con cruce junto al paso de peatones, podrá hacerse compatible la fase peatonal con la ciclista. Si el cruce ciclista se realiza alejado del paso de peatones, se empleará un semáforo específico.

Zonas adelantadas para ciclistas

Una medida genérica planteable tanto para giros a derecho como a la izquierda es la implantación de una línea de detención para ciclistas adelantada unos 5.0 m respecto a la del tráfico motorizado (advanced stop lines, empleados en numerosas ciudades extranjeras). Con esto se consigue:

- Mayor percepción por los vehículos, tanto los que quedan por detrás, como los que vienen de todas las direcciones
- Preseleccionar la posición de giro
- Cobrar cierta ventaja en tiempo y recorrido sobre los vehículos de motor
- No respirar los gases producidos por el tráfico motorizado



Zona de espera adelantada. Croquis Manual de Recomendaciones DGT

Fotografía :Fuente: "Signale für den Radverkehr-Ein Leitfaden zur Radverkehrssignalisierung" Stadt Münster, Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung: Presse und Informationsamt. Abril 2007

6.3.- GLORIETAS

Las evidentes ventajas de las glorietas para intersecciones motorizadas, en cuanto a aumentos de capacidad, de la seguridad y disminución de costes de explotación (al eliminar semáforos) no lo son tanto si incluimos la circulación ciclista, por la complejidad de las maniobras que se producen. Un diseño y tamaño de glorieta que termine igualando las velocidades de ambos tráficos será percibido como más seguro para el ciclista. En general se han obtenido buenas experiencias con glorietas pequeñas o miniglorietas como modo de calmar el tráfico y facilitar el cruce seguro de todos los usuarios; en las glorietas grandes, en cambio, suele ser mucho más difícil encontrar buenas soluciones para la implantación de vías ciclistas.

Tipologías de glorietas con vías ciclistas normalmente empleados:

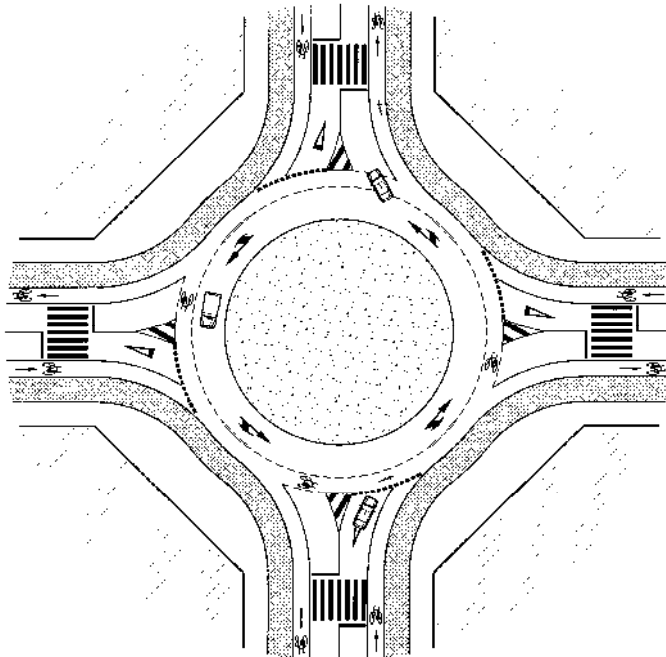
Carril exterior de la glorieta como carril bici

Es la situación existente cuando una de las vías confluentes tiene carril segregado.

Los carriles bici habrían de ser por fuerza unidireccionales, ya que sería sorprendente encontrar bicicletas circulando en sentido contrario junto al tráfico motorizado.

Los estudios realizados evidencian los conflictos que se producen en relación a la prioridad en las salidas, (ya que los vehículos motorizados al girar a derecha interrumpen el carril ciclista), sin haberse llegado a resultados concluyentes.

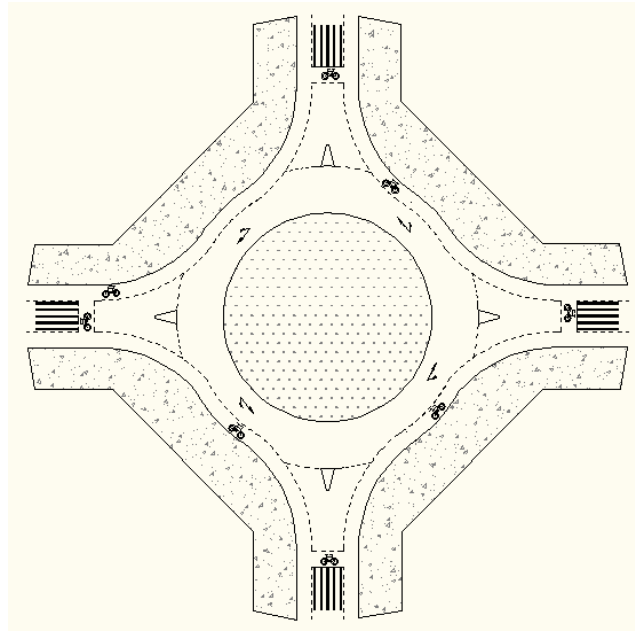
En cualquier caso, las intensidades límites de tráfico que parecen acordarse en los distintos estudios se sitúan en un máximo de 8.000-12.000 veh/día.



Croquis Manual de Recomendaciones DGT

El proyectista debe estudiar esta alternativa justificando los conflictos en las salidas. Una variante más sencilla de acometer puede ser aquella en que uno de los ejes tenga mucha más intensidad de tráfico que los restantes, minimizándose por dicha razón las posibilidades de conflicto entre los vehículos que abandonan la glorieta y las bicicletas que continúan por ella. Se recomienda en este caso reforzar la preferencia ciclista con alguna de las medidas habituales, incluida la elevación de nivel.

La forma de minimizar y hacer más seguros los encuentros entre los distintos tráficos es trasladar el paso ciclista a las inmediaciones del paso de peatones, originado de esta forma una sola detención en la trayectoria del tráfico motorizado que abandona la glorieta:

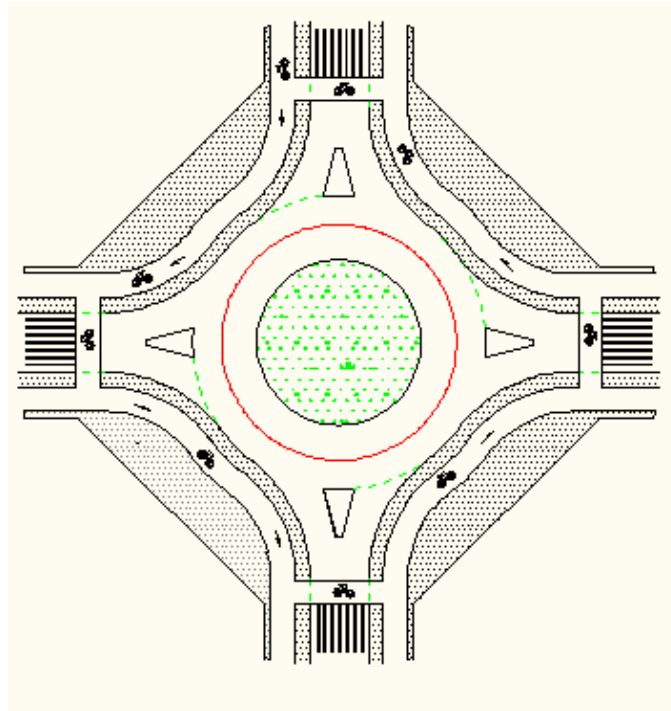


Acera-bici /Pista bici en glorietas (vía ciclista segregada)

Esta tipología se produce cuando alguna de las vías que acceden tiene vía ciclista adyacente, independiente o incorporado en acera, dando continuidad al mismo por toda la glorieta

La prioridad en las salidas de la glorieta es una cuestión no zanjada, habiéndose establecido a uno u otro tráfico en distintos países, sin resultados concluyentes

Este caso tiene su aplicación óptima para mayores intensidades que en casos anteriores, (12000 veh/día; 1000 bicicletas/día) y requiere una reserva de espacio importante. En estos casos de intensidades altas puede ser una opción llevar los pasos ciclistas junto a los pasos peatonales.



Esta tipología tiene el inconveniente de que requiere un espacio considerable, por lo que puede ser complicada implementarla en zonas urbanas consolidadas.

Ante la existencia de varios carriles de entrada o salida, los pasos ciclistas de un solo sentido deberían estar semaforizados como garantía de seguridad; si son de doble sentido se convierte en requisito fundamental. Vías ciclistas de doble sentido en rotondas solo se recomiendan en caso de intersecciones giratorias semaforizadas muy grandes, donde de lo contrario los rodeos a efectuar por los ciclistas podrían resultar excesivos.

6.4.- OTROS CASOS SINGULARES

Intersecciones de vía ciclista con vía motorizada

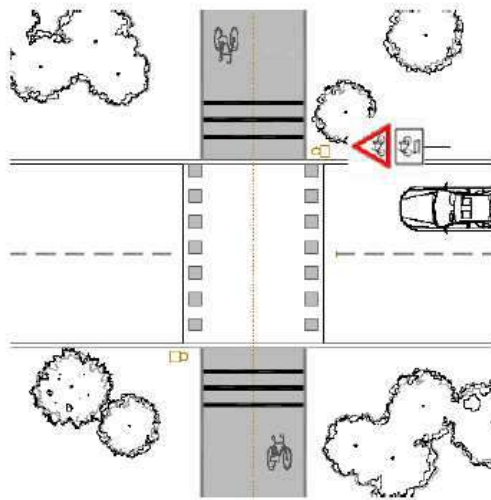
El problema clave en estas intersecciones es alertar al ciclista del cruce con la vía motorizada, ya que tanto éste como el conductor motorizado se aproximan con un estado de relajación mayor que en otras vías en las que la presencia mutua es más cercana, provocando de esta forma accidentes por la pérdida de atención.

Así mismo, para evitar confusiones acerca de la prioridad que corresponda a uno u otro tráfico,

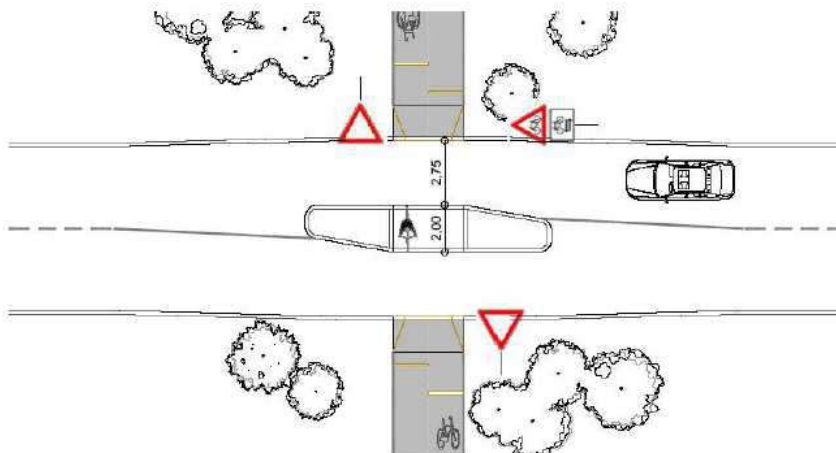
Sería recomendable adoptar las siguientes precauciones:

- Anunciar el cruce visiblemente con tiempo suficiente (preseñalización)

- Señalizar convenientemente a quien corresponde la prioridad de paso. Esta deberá establecerse en cada caso según los tráficos y velocidades esperados en ambas vías. La prioridad es para la vía ciclista según el Reglamento de Circulación, pero puede ser aconsejable adjudicarla a la vía motorizada cuando las intensidades en ésta empiezan a ser importantes (200-400 veh/hora)
- Disminución de velocidad de vehículos y ciclistas (señalización, bandas rugosas, "lomos", etc)
- Asegurar la visibilidad reciproca
- Asegurar que el motorizado no invada la vía ciclista (barreras, pivotes)
- En caso de que no convengan los pasos sobreelevados (frecuencia de pesados) puede incorporarse semáforos con pulsador

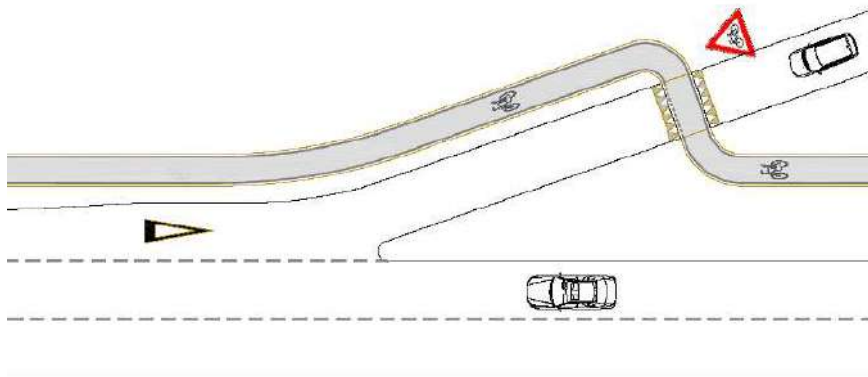


- Si el tráfico en la principal es elevado ($IMC > 5000$ veh/día) y la vía motorizada ancha, posibilidad de instalar isleta central que permita al ciclista cruzar la calzada en dos fases



Intersección con ramales de enlace

Las singulares características de las intersecciones con estos ramales son los cruces en ángulo y las importantes velocidades que llevan los vehículos motorizados, agravado por el hecho de que estos últimos circulan especialmente pendientes del tráfico de la Vía de enlace.

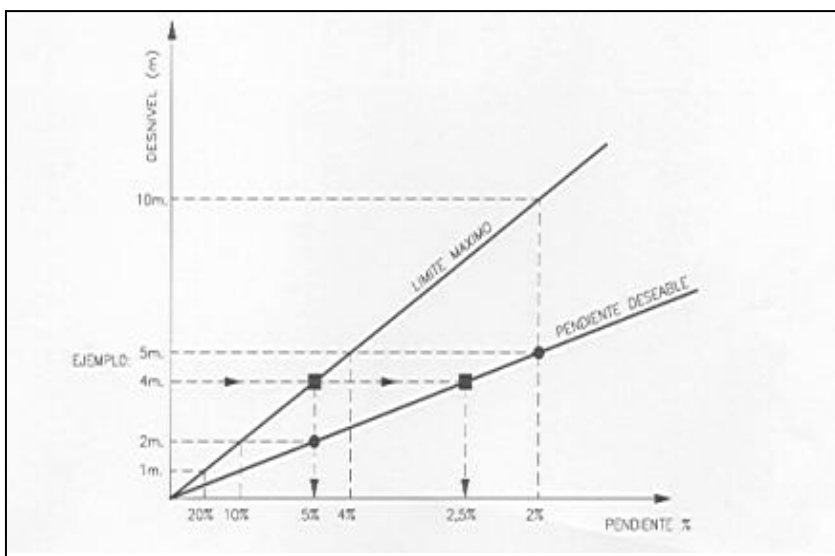


Para garantizar la percepción ciclista-conductor, el cruce de la vía ciclista debería configurarse perpendicular al ramal, obligando a cambios bruscos de dirección que disminuyan la velocidad del ciclista

Pasos a distinto nivel. Rampas de acceso

En ocasiones el recurrir a un paso a distinto nivel es la única solución posible en el caso de salvar líneas de ferrocarril, vías rápidas o cursos de agua.

En este caso, hay que implantar unas rampas de acceso que deben tener la menor pendiente posible. La pendientes recomendadas vienen dadas por la longitud de vía ciclista afectado. Se suele emplear para su consideración el ábaco siguiente, extraído de la *“Guide Générale de la Voirie Urbaine”*, editado por el Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports, de Francia.



Generalmente, la obra de paso será de doble sentido y se podrá utilizar por otros usuarios como peatones y personas con movilidad reducida, por lo cual se recomienda que la sección transversal del paso sea como mínimo de 4.0 m y, preferiblemente, superior a 5.0 m. Se vigilarán las cualidades antideslizantes de los tramos en pendiente.

En cualquier caso, se tendrá en cuenta lo que se recoja en la normativa vigente sobre accesibilidad en las infraestructuras.

Otras interferencias:

Paso de peatones sobre vía ciclista

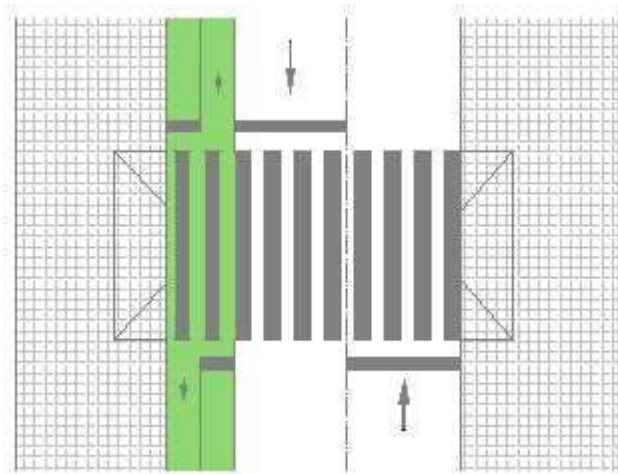
En el caso de coexistencia de paso de peatones sobre vía ciclista, deberá favorecerse el cruce en condiciones de seguridad, considerando que salvo que se señalice en contra, la prioridad le corresponde al peatón.

Los trazados de la vías ciclistas se realizarán dentro de lo posible paralelos a la calzada o acera, evitándose trazados que crucen los pasillos peatonales y multiplique las interferencias

El cruce de ambos elementos debe producirse en un punto de suficiente visibilidad y debe contar con la señalización necesaria para que ambos modos se perciban con antelación.

La espera de los peatones no debe producirse nunca dentro de la vía ciclista, debiendo ubicarse el rebaje del paso peatonal antes o después de la vía ciclista.

El paso de peatones en calzada se prolongará con idénticas características al interior de la vía ciclista a la que va a anexa



Paradas de autobús

Constituye una zona de coexistencia entre peatones, bicicletas y el autobús, y debe resolverse minimizando el conflicto entre ellos. La casuística puede ser amplia: ejemplos de ellos son los siguientes:

La vía ciclista rodea la parada de autobús

Este caso debe complementarse con un paso de peatones sobre la vía ciclista con señalización que reduzca la velocidad en esta vía e indique la preferencia del peatón. Esta solución es válida para un significativo trasiego de peatones-pasajeros y cuando se disponga de amplios espacios.



(tomado del Manual de recomendaciones DGT)

Vía ciclista entre lugar de parada del autobús y zona de espera de pasajeros

Válido para menores tráficos de pasajeros ya que requiere menos intervención. Si la vía ciclista está a cota de calzada, podría elevarse a cota de acera. Habrá que señalizar correctamente la zona: con señalización vertical se podrá reforzar la prioridad peatonal; con la horizontal se

podrán disponer mensajes frente a la marquesina y en el lugar de bajada de viajeros, así como marcas viales de ceda el paso para las bicicletas.



Vía ciclista delante de marquesina (Berlín).

Tomado del Plan Director de la bicicleta de Zaragoza)

7.- COMPLEMENTOS DE DISEÑO PARA VÍAS CICLISTAS

Se analizarán los complementos de diseño tanto para las vías ciclistas como para su entorno viario de manera que repercutan en el cambio del tráfico (motorizado y no motorizado) y garantice la comodidad y seguridad de los ciclistas.

7.1.- Calmado del tráfico y ciclocalles.

La circulación de bicicletas en el tráfico general y su integración contribuye por sí misma a la moderación de la velocidad, siempre que se den las combinaciones adecuadas de velocidad e intensidad de vehículos, modificando el comportamiento de los conductores de vehículos motorizados y contribuyendo directamente a la pacificación del tráfico.

Las intervenciones en el viario para calmado del tráfico son un instrumento fundamental para el doble objetivo de facilitar la movilidad ciclista por un lado y la amortiguación del tráfico motorizado que dan como resultado unos espacios comunes más amables.

La pacificación o calmado del tráfico consiste en introducir medidas que disminuyen la velocidad de los vehículos motorizados. Además de cambios en la normativa y en la señalización se deben recurrir a:

Cambios físicos en la sección de los viales y su entorno, es decir, en la calle.

Cambios en el modo de uso de la calle y no en la morfología.

De este modo se persigue que entre todos los intervinientes en el espacio público: peatones, bicicleta, transporte público y vehículos motorizados se asegure una movilidad confortable y segura, priorizándolo en el orden que han sido mencionados.

Basándonos en las publicaciones de referencia al respecto como es “Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana” de A. Sanz y editada por el Ministerio de Fomento y teniendo como objetivo crear un espacio público dónde la percepción de los conductores comporte adecuar su velocidad al entorno compartido con peatones y bicicletas, los cambios en la sección para introducir una vía ciclista deben utilizar las siguientes herramientas:

- Ajuste del trazado del viario
 - En planta, con alineaciones sinuosas, zig-zag y estrechamientos
 - En alzado, insertando plataformas intermedias, franjas transversales de alerta y reductores de velocidad
 - Diseño de intersecciones y radios de giro

- Ajuste del espacio de aparcamiento y la calzada
 - Reducción del nº de carriles motorizados
 - Transformación del aparcamiento de batería a línea
 - Reducción de las franjas de aparcamiento
- Diseño de la sección transversal de la calle
 - Insertar un carril bici segregado
 - Reducción de la anchura de los carriles motorizados
 - Eliminación de un sentido de circulación motorizada
 - Transformación de carriles bus en carriles bus-bici
 - Arbolado, Mobiliario urbano y Pavimentación
- Tratamiento de la señalización horizontal y vertical



Ejemplo extraído del libro "Camino escolar" de Marta Román e Isabel Salís

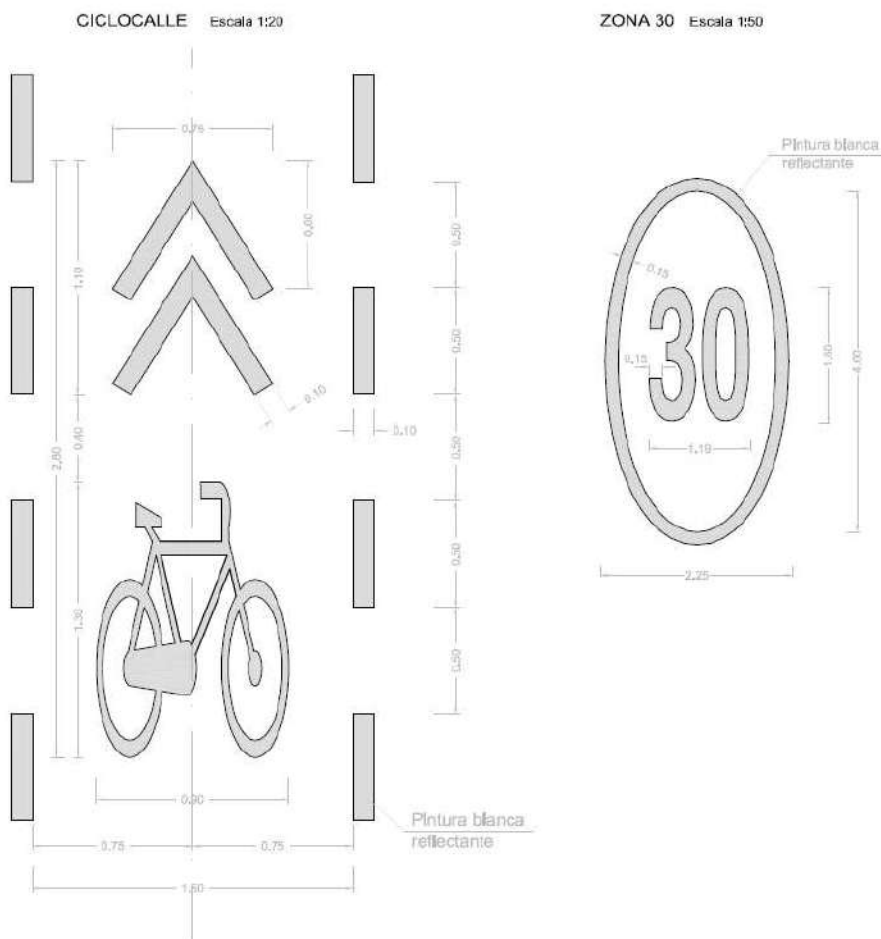
También mediante intervenciones reversibles y de bajo coste, tendentes a cambiar el uso de la calle y no necesariamente la morfología, donde se buscan obtener "calles habitación" y no "calles pasillo", podemos diseñar medidas para el calmado de tráfico.

A continuación y dentro de la tipología de vías ciclistas compartidas, se va a tratar de la definición de ciclocalle, su implantación y señalización.

A menudo, por las características la ciudad, pueblo o barrio no es posible diseñar una vía ciclista segregada en ciertos tramos de forma que se complete la red proyectada o existente. En estos casos suele coincidir que la calzada no es confortable, atractiva ni segura para el ciclista, por lo que es recomendable recurrir a la ciclocalle o zona 30, de modo que el proyecto de vía ciclista tenga continuidad y la red que se diseñe se directa.

Se puede definir como ciclocalle: las vías ciclistas en calzada compartida con los vehículos a motor que están limitada la velocidad de circulación de vehículos a 30 km/h y con una señalización horizontal concreta que se detalla a continuación:

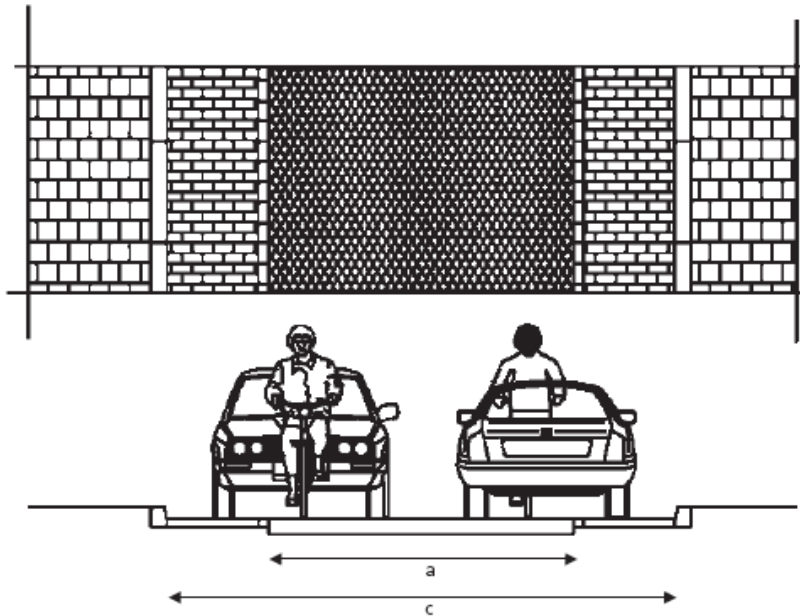
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL



Y la siguiente señalización vertical:



También en el diseño de estas vías se pueden proyectar los viales diferenciando los pavimentos de la calzada de forma que se visualice fácilmente el ámbito de circulación de la bicicleta y el vehículo motor, además de aportar ala red ciclista uniformidad. En el ejemplo siguiente se interpreta la calzada diferenciada interior como preferente para bicicletas:



La implantación de este tipo de vías es recomendable para calles unidireccionales de vehículos a motor donde tenemos anchura suficiente para transformarla en una ciclocalle y adosada a ella una vía ciclista unidireccional en sentido contrario, como en la imagen inferior.



Ciclocalle de Vitoria. Foto realizadas por M. Calvo

Reductores de velocidad.

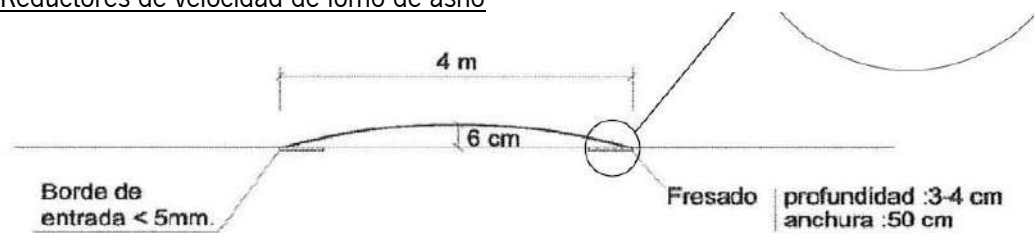
Como herramienta para el calmado de tráfico, dentro de los ajustes del trazado del viario, en alzado podemos introducir dispositivos que modifican la alineación vertical como son los reductores de velocidad.

Para el establecimiento de los criterios básicos que deben ser considerados en el proyecto y la ejecución e instalación de reductores de velocidad (RDV) cicloamistosos se aplicará la “Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado” según Orden del Ministerio de Fomento FOM/3053/2008.

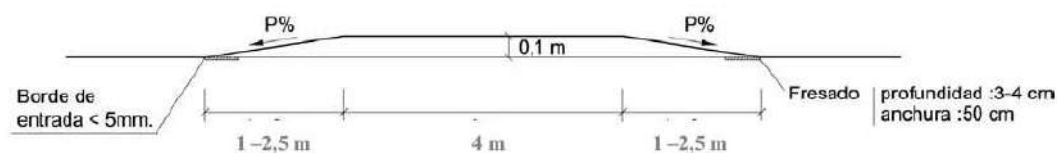
La instalación de RDV cumplen con una doble función, la reducción de la diferencia de velocidad entre bicicletas y el tráfico a motor, y como elemento de continuidad de la red ciclista en el cruce de calzada de vehículos motorizados.

Son dispositivos colocados sobre la superficie de rodadura, cuya finalidad es la de mantener unas velocidades de circulación reducidas a lo largo de ciertos tramos de vía. Se clasifican según su geometría y función en los denominados:

Reductores de velocidad de lomo de asno

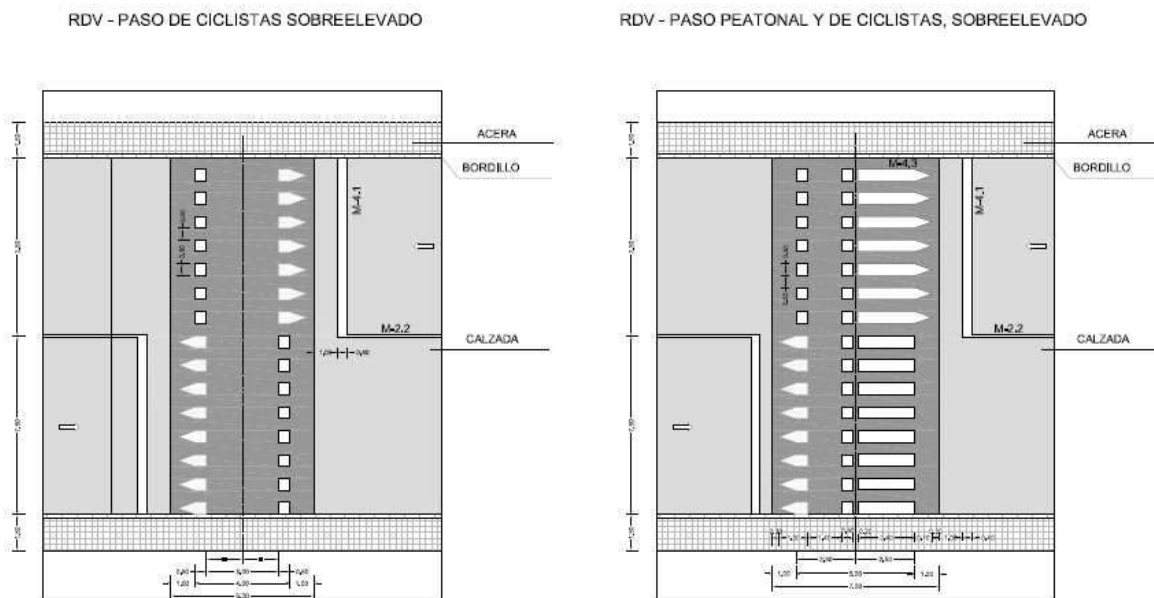


Reductores de velocidad de sección transversal trapezoidal



Estos últimos dispositivos cumplen la función de pasos peatonales y ciclista, situándose su rasante a un nivel ligeramente superior al del firme. A efectos legales le son de aplicación las disposiciones vigentes relativas tanto a pasos de peatones y ciclista como a reductores de velocidad.

En el caso de coexistencia de cruce peatonal y ciclista, la anchura de la plataforma de los RDV cicloamistosos, podrá aumentar hasta 5 m de manera que quede diferenciado el itinerario peatonal y ciclista, mediante la señalización horizontal correspondiente según croquis.



Como uno de los objetivos de los RDV cicloamistosos es igualar la velocidad de los vehículos a motor con velocidad de las bicicletas, en algunos casos puede ser recomendable hacer pasar a los ciclistas por el costado o mediante un bypass, dependiendo de la función de la calle y el tipo de reductor de velocidad.

7.2. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS.

En algunos tramos de las vías ciclistas, en especial en carriles bici y ciclosendas, puede ser necesaria la instalación de sistemas de protección que ofrezcan cierto grado de contención en caso de salida de las bicicletas de la vía y que, además, contribuyan a incrementar la percepción de los límites de su trazado. Los rasgos más importantes a tener en cuenta en la instalación de estos elementos en vías ciclistas son la altura, la forma y el aspecto.



En carriles bici protegidos que discurren en paralelo a carreteras de ámbito autonómico o nacional, como los de la imagen superior, los elementos de contención y protección deberán adecuarse a las recomendaciones existentes para este tipo de vías aprobadas por el Ministerio de Fomento como son:

- Recomendaciones sobre criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas (O.C. 28/09)
- Recomendaciones sobre criterios de aplicación de pretilas metálicas en carretera (O.C. 23/08)
- Recomendaciones sobre sistemas de contención (12-12-95)
- Barreras de seguridad metálicas (O.C. 28/09)
- Barreras de seguridad metálicas para protección de motociclistas (anexo O.C. 18bis/08)
- Pretilas metálicas (31-07-08) (aprobado por O.C. 23/08)

Se deben evitar las barreras con un perfil cortante o con elementos que resalten en el lateral próximo a la circulación de bicicletas. En estos casos es preferible efectuar la separación con barreras o pretilas de hormigón. Si se quieren utilizar barreras metálicas puede optarse por las mixtas de acero y madera que además resultan más fáciles de integrar en el entorno.

En todos los casos de barreras o defensas se deberá prestar atención a transiciones y abatimientos de forma que no sean un peligro para el tráfico motorizado ni ciclista.

Desde el punto de vista del ciclista, las barandillas en pasos superiores, viaductos, puentes y pasos sobre cursos de agua deben tener una altura de al menos 1,50 metros, con el criterio añadido de que la disposición de sus elementos impida que los niños las utilicen como escalera. Por otro lado, no deben suponer una merma del ancho de vía recomendado. De este modo se consigue la percepción de mayor seguridad por parte del ciclista.

Otro aspecto importante en las vías ciclistas es el balizamiento de los puntos críticos como son los comienzos y finales, cruces de calles, vados etc. donde es recomendable colocar una baliza. Esto favorece mucho a la seguridad de los propios ciclistas, los motoristas y también que otros vehículos estén más alertados sobre el cambios en el flujo de tráfico.

7.3.- ELEMENTOS DE SEGREGACIÓN.

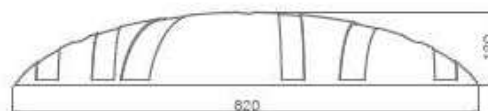
En este subapartado se tratará sobre la protección de las vías ciclistas respecto a la circulación o el aparcamiento de otros vehículos, describiendo las medidas que se recomienda para su instalación como bordillos, bolardos y otros dispositivos.

Separadores sintéticos

En general, se recomienda que cuando el carril bici discorra junto al tráfico rodado y al mismo nivel se dispongan separadores de tráfico de material sintético reciclado. Éstos se colocarán sobre una banda de pintura reflexiva blanca de 30 cm de ancho, inclinados o en paralelo en relación al eje de la vía y separados entre sí 2 m, permitiendo la posible salida del ciclista en el sentido de avance.



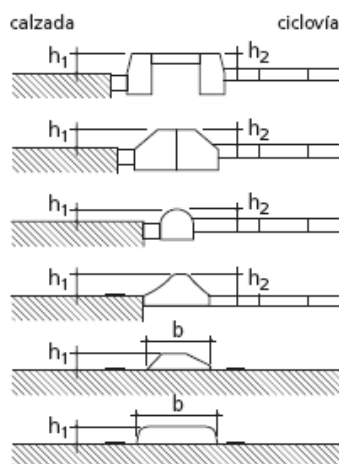
Modelo tipo zebra de Zicla



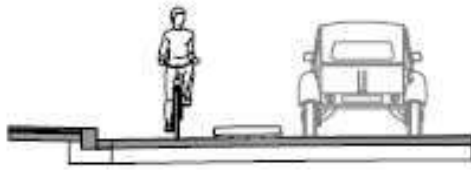
Separadores mediante bordillos o elementos de hormigón

Cuando el espacio es limitado, se puede sustituir los separadores de tráfico por unos bordillos remontables en el lado de la vía ciclista de 5 cm (h_2) y 10 cm (h_1) en el de la calzada, cuyo perfil evite que el pedal golpee o se enganche con él.

- (1) dos soleras de hormigón con azulejos (tiles) u otros separadores (clinkers) entre medio
- (2) dos soleras de hormigón juntas
- (3) solera de hormigón semi-redonda
- (4) perfil de solera hueca
- (5) lomo de asfalto
- (6) soleras anchas de hormigón u otro material



También se pueden instalar elementos prefabricados



Hitos cilíndricos

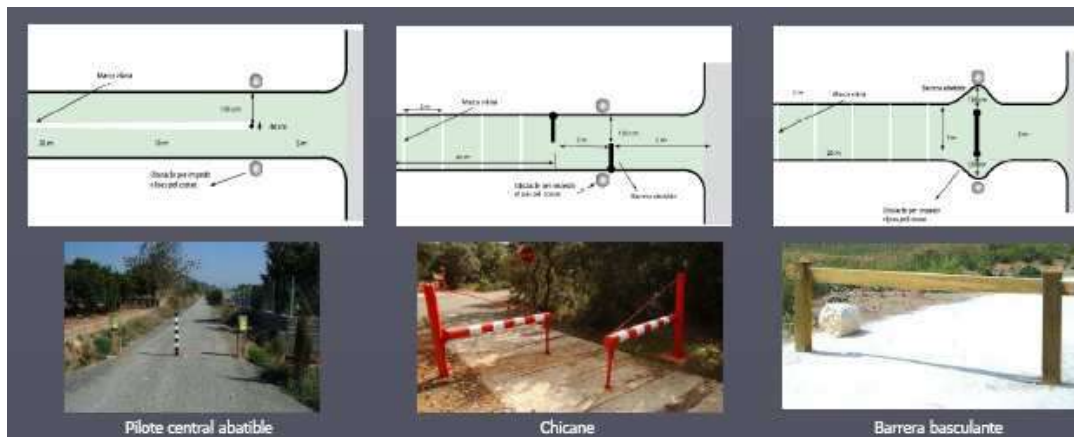
Se utilizarán como refuerzo y guía, en caso de que se considere necesario como complementación señalética de la vía ciclista, para que no se franquee la línea que los une o también en los vértices de inicio o final. También puede utilizarse para ello captafaros horizontales (“ojos de gato”).



7.4. SISTEMAS DE RESTRICCIÓN DE ACCESO A LAS VÍAS CICLISTAS.

Para impedir el acceso a las vías ciclistas de los vehículos a motor, recomendamos, además de la señalización propia, la disposición de posibles sistemas en las extremidades de los itinerarios ciclista. (chicanes, barreras, pilotes centrales abatibles, etc) que impidan la intrusión.

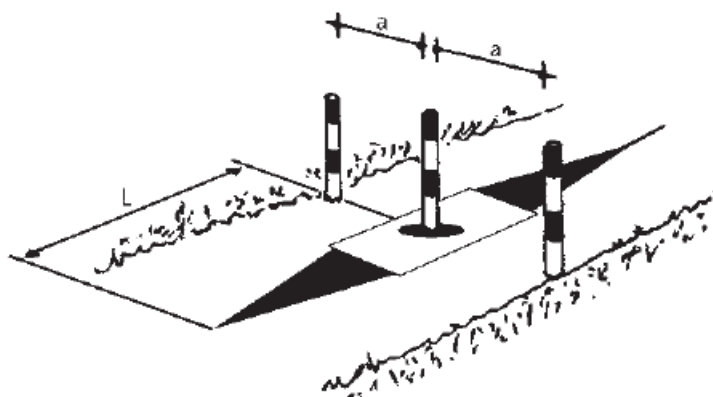
Estos sistemas se diseñarán para que permitan un cierto grado de flexibilidad de modo que deje el paso a los vehículos de mantenimiento y de emergencia.



Por lo tanto, se desaconsejan sistemas rígidos de prohibición de acceso y se recomienda que los dispositivos cuenten con elementos móviles para hacer posible el paso de estos vehículos.

- Chicane: dos barreras separadas que pivoten sobre su eje para dejar pasar a los vehículos de mantenimiento. Las barreras deben permitir el paso de las sillas de ruedas, los ciclistas con remolque o los tándems.
- Barrera: basculante o pivotante ocupando completamente la vía con un paso lateral para ciclistas. Debe disponer de un sistema que permita elevar la barrera para facilitar el paso de los vehículos autorizados.
- Bolardo central abatible: con sistemas manuales o automáticos de bajada para dejar paso a los vehículos autorizados.

Es muy importante hacer visibles los elementos de retención de acceso (señalización horizontal, vertical e "in situ") para disminuir el riesgo de colisión de los ciclistas.



$$a = [1-1,5 \text{ mts}] \text{ y } L \geq 5 \text{ mts}$$

8.- INTEGRACION AMBIENTAL Y EQUIPAMIENTOS

8.1.-INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJÍSTICA.

LA CONSIDERACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES Y PAISAJÍSTICOS EN EL DISEÑO

Como infraestructura lineal, un carril bici genera impactos ambientales y paisajísticos que es necesario estudiar y evaluar, adoptando las medidas preventivas y correctoras que sean precisas.

Los parámetros de diseño de las vías ciclistas son menos rígidos que las de una carretera o un ferrocarril y por ello son más fáciles de integrar en el medio. El proyectista debe considerar en cada caso los elementos físicos y espaciales que configuran la imagen final de la vía (firmes, taludes, elementos de seguridad...) relacionándolos con las características del entorno. El objetivo es conseguir que el resultado final permita al usuario una lectura fácil de su trazado y un tránsito cómodo. Pero a la vez ha de lograr que el observador externo no aprecie una fuerte intrusión visual y que no se generen alteraciones sobre la fauna, vegetación, escorrentías o permeabilidad territorial.

En vías ciclistas que transcurren en medios naturales, las medidas han de extremarse. Además, la calidad de la infraestructura ciclista y su apreciación por el usuario mejora cuando el diseño aprovecha e incorpora el paisaje natural, haciendo más agradable un recorrido, tanto en desplazamientos cotidianos (al trabajo) como en los de ocio o deporte, redundando en un mayor uso.



Vía ciclista integrada en el medio. Vía verde de la Sierra

Como criterios generales que el proyectista ha de considerar en las fases previas del diseño, tienen especial relevancia los siguientes:

- Debe inventariarse los elementos que integran el paisaje, tanto natural como rural o urbano, destacando la vegetación, morfología del terreno, accidentes orográficos, construcciones, singularidades, analizando tanto su funcionalidad como sus características estéticas.

- De manera especial, se han de evitar los ecosistemas más frágiles o de mayor valor de conservación, así como áreas con presencia de especies protegidas.
- Los elementos singulares de carácter natural o patrimonial que no sean frágiles pueden incorporarse al proyecto, o mostrarse desde el trazado (grandes árboles, restos arqueológicos,...).
- Las características climáticas, como insolación, precipitaciones máximas, heladas, temperaturas medias y extremas, han de condicionar la adopción de soluciones constructivas adecuadas, y la correcta elección de elementos principales (tipo de firme) y complementarios (arbolado, elementos de defensa, áreas de descanso)
- Han de estudiarse otros condicionantes, como el valor agrologico del suelo, las líneas de escorrentía, los movimientos de fauna, presencia de lagunas temporales o charcas.

En ámbitos rurales y naturales el trazado de la vía ciclista puede buscar la integración paisajística y ambiental apoyándose en sistemas lineales naturales presentes en las proximidades o en su cuenca visual, como cauces naturales, bordes de lagos o estanques, límites de masas forestales o bosques, cortafuegos, vías pecuarias, antiguos trazados de carreteras o ferrocarriles.

Tramitación Ambiental

De acuerdo con la vigente autonómica sobre evaluación de impacto ambiental (Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental en Andalucía), las vías ciclistas, en cualquiera de sus tipologías, no están sometidas a procedimiento de evaluación ambiental.

No obstante, considerando las actividades que el Anejo 1 de la Ley determina como sometidas a Autorización Ambiental Integrada, hay que estudiar en cada caso la aplicabilidad de los epígrafes 7.11 y 7.12 para caminos rurales de nuevo trazado. El Decreto 356/2010 (Reglamento de Autorización Ambiental Unificada) aclara que se entiende por camino rural:

“ los caminos agrícolas, los forestales de servicio y los de servicio a los poblados que discurran por suelo no urbanizable, cuyas condiciones de pendiente, radio de curvatura y firme lo hagan apto para el tránsito de cualquier tipo de vehículos durante todo el año, para cuya ejecución sea necesario aporte de material o técnicas de mejora de calzada o estabilización, para cuya construcción puedan ser necesarias obras de fábrica en pasos o cunetas y que al menos posea tres metros de firme.

Las características de las vías que se recomiendan en este Manual no las hacen "aptas para el tránsito de cualquier tipo de vehículos", por lo que no son aplicables estos epígrafes, salvo que se diseñen para admitir adicionalmente tránsitos motorizados.

También hay que tener en cuenta si se afectan medios sensibles con protección legal específica. El epígrafe 13.7 del citado anejo de la Ley somete a Autorización Ambiental Unificada los caminos rurales o forestales de nuevo trazado cuando se desarrollen en zonas especialmente sensibles, designadas en aplicación de la Directiva 79/409/CEE relativa a la conservación de las aves silvestres, de la Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y

de la fauna y flora silvestres y de la Ley 2/1989 por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, o en humedales incluidos en la lista del Convenio de Ramsar.

Así mismo, según lo establecido en el artículo 27, las actuaciones públicas y privadas que puedan afectar directa o indirectamente a los espacios de la Red Ecológica Europea Natura 2000, podrán estar sometidas a Autorización Ambiental Unificada cuando así lo decida la Consejería competente en materia de Medio Ambiente.

Obviamente, pueden ser necesarias al margen otro tipo de autorizaciones sectoriales, como ocupación de vías pecuarias o afección a monte público.

Medidas de integración paisajística.

Además de las medidas de revegetación, que se desarrollan en otro epígrafe, existen medidas que han de ser consideradas para mejorar la integración paisajística de una infraestructura ciclista.

- Reducir los movimientos de tierra.
- Respetar las formaciones vegetales existentes y las especies vegetales de interés.
- Tender los taludes dándoles una pendiente no superior a 3H:2V con objeto de ser fácilmente revegetados.
- Redondeo de las aristas superiores del talud.
- En el caso de que estos taludes tengan pendientes muy pronunciadas, se pueden utilizar técnicas especiales como la colocación de mantas orgánicas, o mallas metálicas de triple torsión que consiguen fijar las tierras favoreciendo así la revegetación del talud.
- Utilizar materiales y pavimentos que no contrasten con la textura y colores del entorno. Es recomendable no usar firmes asfálticos coloreados en medios rurales, y priorizar en cambio firmes de tierra o zahorra, debidamente acondicionadas.
- Cuidar los elementos y complementos a la vía ciclista, como áreas de servicio, estacionamientos de bicicletas, vallas, diseñándolos con materiales propios de la zona (madera, piedras), y evitando la utilización de materiales de carácter urbano (como aceros, bancos metálicos...).
- Si es posible, evitar obras de drenaje con tubos, sustituyéndolos por badenes con base de hormigón.
- Evitar una señalización excesiva.
- Mantener y conservar las vías para evitar que se creen trazados alternativos sin adecuar.

Medidas correctoras ambientales

Las vías ciclistas son infraestructuras que por su carácter y dimensiones tienen una menor incidencia ambiental, pero ello no implica que en los proyectos no sean de aplicación buena parte de las medidas ambientales, tanto preventivas como correctoras, aplicables a infraestructuras lineales.

Estas deben determinarse en cada caso tras la realización de un inventario ambiental, análisis de condicionantes y evaluación de posibles impactos. Así mismo debe comprobarse el estricto cumplimiento de la normativa vigente, en particular sobre vías pecuarias, patrimonio histórico, flora y fauna, residuos, ruidos....

8.2. PLANTACIONES Y ARBOLADO.

Valor de la vegetación en las vías ciclistas.

La construcción de una vía ciclista debe ir acompañada de medidas de mejora paisajística mediante la plantación de arbolado y setos arbustivos, siempre condicionadas a la disponibilidad de terreno.

Ello no solo supone una mejor apreciación del usuario y una mayor frecuencia de uso, pues la vegetación aporta beneficios muy concretos como la protección frente a los fenómenos meteorológicos extremos (sol, lluvia, viento) y frente a la contaminación atmosférica o el ruido. En Andalucía los meses de máxima insolación pueden hacer inviable la utilización de las infraestructuras ciclistas en las horas centrales del día, salvo que se disponga de la sombra continua que proporciona el arbolado.

No hay que olvidar tampoco la utilidad de las plantaciones en aspectos funcionales integrados en el propio diseño. La correcta disposición de un seto arbustivo y de árboles permite segregar eficazmente los diferentes tipos de tráfico. Los problemas de erosión en taludes pueden minimizarse con siembras y plantaciones. También pueden utilizarse un arbolado denso de especies perennes para ocultar determinadas vistas.

Dado el carácter lineal de las vías para bicicletas, el ajardinamiento y arbolado más generalizado es la plantación longitudinal a lo largo de la traza. Sin embargo, en muchas ocasiones es posible y deseable evitar la alineación recta de las plantaciones, recurriendo, si hay espacio, a plantaciones al tresbolillo o a la formación de bosquetes.

Los espacios residuales de dominio público se deben aprovechar para localizar masas arboladas que proporcionen una mayor naturalidad al recorrido o para ubicar áreas de descanso.

Restauración.

Las operaciones de revegetación tienen un calendario que es necesario respetar siempre. Los árboles deben plantarse siempre durante el otoño-invierno, en parada vegetativa, salvo las palmeras, que se plantan en verano. Las especies arbustivas son menos exigentes, pero también deben plantarse durante el otoño-invierno.

Las especies que deben estudiarse en proyecto deben ser preferentemente autóctonas y poco exigentes en su mantenimiento. En zonas urbanas, el arbolado debe guardar semejanza con el existente, pudiendo escogerse especies ornamentales.

En las alineaciones que acompañan a la vía son preferibles especies caducifolias, que sombrean en verano y permiten el soleamiento en invierno. Para áreas de descanso y zonas adyacentes, puede recurrirse a la mezcla de especies de hoja caduca y perenne.



Vía ciclista urbana en zona arbolada

Los costes de implantación son relativamente reducidos, en relación al efecto conseguido. Pero hay que considerar siempre un periodo posterior de dos años con tareas de mantenimiento (riegos, podas, abonados, escardas, reposición). Es necesario considerar además a más largo plazo la limpieza necesaria en la época de caída de las hojas o el crecimiento de las raíces, que pueden afectar a la calidad superficial de la vía o al propio tránsito de las bicicletas.

Los desmontes y terraplenes deben ser también tratados, mediante siembras y plantaciones. El uso de tierra vegetal extraída de la obra, junto al aporte de materia orgánica suele bastar para obtener una cubierta de herbáceas suficiente para proteger los taludes, pero si los taludes exceden a un metro de altura, debe complementarse con la plantación de especies arbustivas adecuadas.

Criterios generales de plantación.

Para el diseño de la vegetación en el entorno de una vía ciclista, en cuanto a especies, presentación y distribución, se deben tener en cuenta los principios generales siguientes:

Arboles.

- Uniformidad: el material vegetal debe presentar características homogéneas, en cuanto a dimensiones y estructura de copa, en el momento de plantación. En las alineaciones conviene utilizar solo dos o tres especies entre las habituales de cada zona.
- La altura mínima de la cruz del árbol (ramificación) deber ser de dos metros

- La poda debe permitir una visibilidad mínima de 2,50 metros de altura, desde el nivel del pavimento
- Las distancias entre los árboles deben mantenerse constantes en las alineaciones. Se recomienda una distancia mínima de plantación de 6 metros.
- En áreas descanso zonas adyacentes expropiadas, se debe optar por bosquetes de árboles y arbustos, en distribución irregular.

Arbustos.

- La distribución sobre el terreno y la separación entre plantas debe estar condicionada por el desarrollo final de la especie y por el fin perseguido: setos lineales, restauración de taludes, ajardinamiento en áreas de descanso.
- En los taludes, debe emplearse planta pequeña combinando, según la superficie a restaurar, de tres a cinco especies. Pueden distribuirse en grupos, pero si hay riesgo de erosión es preferible una distribución al tresbolillo.
- Un seto lineal denso de arbustos con especies que alcanzan más de un metro de altura constituye una separación muy eficaz de los espacios destinados a otros medios de desplazamiento.
- Deben evitarse especies dotadas de espinas (crataegus, rosales,...) y especies con sustancias venenosas (adelfas, por ejemplo).

Operaciones para la implantación de la vegetación.

Con respecto a las especificaciones técnicas de la plantación, los proyectos han de tener presente lo siguiente:

- Preparación, adecuación y limpieza previa del terreno. Replanteo de árboles.
- La plantación de árboles se realizará en hoyos de más de 80 cm de profundidad. Los arbustos, en función de sus dimensiones, entre 40 y 80 cm.
- En taludes es preferible planta pequeña, en hoyos de 40 cm de profundidad
- A la tierra extraída hay que añadirle enmiendas, abonos y retenedores de humedad, según necesidades del terreno y del clima.
- El terreno alrededor de la planta se debe compactar suavemente, vigilando que la tierra no supere el nivel del terreno. El primer riego debe ser efectuado de inmediato.
- Se debe prever la colocación de protectores, ante la presencia de ganado o conejos. En árboles pueden colocarse rejillas metálicas, hasta una altura suficiente. En arbustos protectores en tubo perforado.

Especies recomendadas para vías ciclistas en Andalucía.

En cada proyecto deben estudiarse las especies más idóneas, de acuerdo con las condiciones climáticas y edáficas. Deben prestarse atención a la presencia de condicionantes extremos,

como la presencia de yesos, exposición marina, climas muy secos o muy fríos. Una buena opción suele ser inventariar las especies presentes en manchas de vegetación natural cercanas a la traza.

En la tabla siguiente se recomiendan algunas especies de uso común en Andalucía.

Nombre de la especie arbórea	Nombre común	Uso	Altura máxima- Características
<i>Celtis australis</i>	Almez	Alineaciones	25 m. Copa amplia y densa. Caducifolio
<i>Fraxinus angustifolius</i>	Fresno	Alineaciones	15 m. Copa mediana. Caducifolio
<i>Ulmus minor</i>	Olmo	Alineaciones	20 m. Copa amplia y densa. Caducifolio
<i>Populus alba</i>	Álamo blanco	Alineaciones	25-30 m. Copa alargada. Caducifolio
<i>Populus nigra</i>	Álamo negro	Alineaciones	25-30 m. Copa alargada. Caducifolio
<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	Áreas de descanso	30 m. Zona costera. Hoja perenne
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	Áreas de descanso	20 m. Tolera la caliza. Hoja perenne
<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	Áreas de descanso	10 m. Arbolito siempre verde. Copa densa
<i>Quercus rotundifolia</i>	Encina	Áreas de descanso	10 m. Copa densa. Xerófila. Crecimiento lento
<i>Tamarix spp</i>	Taraje	Diversos	7-10 m. Arbolito resistente a la salinidad
<i>Castanea sativa</i>	Castaño	Diversos	20 m. Naturalizada. Caducifolia de montaña.

Nombre de la especie arbustiva	Nombre común	Uso	Características
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	Setos	Siempre verde, de 1-2 m. Climas suaves, sin sequía estival. Terrenos con humedad
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	Setos	Muy resistente. Crecimiento rápido. Venenosa.
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	Setos. Áreas de descanso.	Arbusto o arbolillo (4-5 m). Necesita humedad
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Retama	Taludes	Muy resistente. Escasa cubierta.
<i>Quercus coccifera</i>	Coscoja	Taludes	Muy resistente. Crecimiento lento.
<i>Pistacea lentiscus</i>	Lentisco	Taludes y otros	Muy resistente. Crecimiento lento.
<i>Genista cinerea</i>	Hiniesta	Taludes y otros	Arbusto muy ramificado. Resistente, con valor ornamental
<i>Teucrium fruticans</i>	Olivilla	Taludes y otros	Pequeño arbusto. Resistente y ornamental
<i>Phillyrea angustifolia</i>	Labiérnago	Áreas de descanso	Valor ornamental. Estructura densa. Necesita humedad
<i>Coronilla juncea</i>	Coronilla	Áreas de descanso	Mata ornamental. Resistente. Zona litoral.
<i>Arbutus unedo</i>	Madroño	Áreas de descanso	Valor ornamental. Estructura densa. Necesita humedad
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito	Áreas de descanso	Palmera autóctona. Clima cálido.
<i>Viburnum tinus</i>	Durillo	Diversos	Valor ornamental. Estructura densa. Necesita humedad
<i>Cytisus grandiflorus</i>	Escobarrama	Diversos	Grande y muy ramificado. Resistente, con valor ornamental.
<i>Spartium junceum</i>	Retama de olor	Diversos	Muy resistente. Crecimiento rápido
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	Diversos	Aromática siempre verde. Ornamental.
<i>Lavandula stoechas</i>	Lavanda	Diversos	Aromática siempre verde. Ornamental.

8.3.-ÁREAS DE DESCANSO

En itinerarios superiores a 5 kilómetros es conveniente la creación de espacios acondicionados para el descanso. Tanto las distancias entre áreas como su equipamiento deben ajustarse a la demanda previsible.

En ellos debe disponerse de un equipamiento mínimo con aparcamientos para bicicletas, bancos, mesas y papeleras. Si es posible, puede instalarse también una fuente de agua. Son además una ubicación idónea para la instalación de cartelería informativa sobre el recorrido. Dependiendo de la superficie disponible puede además crearse una zona arbolada, que proporcione sombra a la zona de estancia y acompañarse de plantaciones arbustivas, con carácter más ajardinado.

A la hora de diseñar estas áreas hay que tener en cuenta siempre las labores de mantenimiento que van a requerir, como la necesidad de vaciar periódicamente las papeleras, por lo que es conveniente que sean accesibles con vehículos motorizados.



Área de descanso dotada de mesas, arbolado y aparcabicis.

8.4.- ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS

Es imprescindible prever la localización de aparcamientos para bicicletas en el lugar de origen y de destino de los desplazamientos. Uno de los factores que más disuaden del uso de la bicicleta y en particular en los desplazamientos cotidianos, es la elevada probabilidad de robo si no se dispone de un lugar seguro donde estacionarla.

Deben situarse lo más cerca posible del lugar probable de destino, a menos de 100 m para los aparcamientos de larga duración y de 50 m para los de corta duración.

Los emplazamientos que han de estudiarse siempre en todo recorrido ciclista son:

- Estaciones de ferrocarriles y transportes metropolitanos.

- Paradas de autobús y tranvía.
- Centros educativos y deportivos.
- Oficinas y centros administrativos y sanitarios públicos.
- Polígonos industriales.
- Zonas comerciales.
- Parques, jardines y plazas.
- Lugares de ocio

Es recomendable que se sitúen en sitios muy visibles, con tránsito frecuente de peatones o en lugares vigilados o cubiertos por cámaras. Nunca deben disponerse restando espacio al peatón, salvo que las aceras sean muy amplias.

Los nodos de transporte deben disponer siempre de aparcabicis, pues la posibilidad de utilizar la combinación de bicicleta y transporte público incrementa notablemente la población que se desplaza cotidianamente en medios más sostenibles, en detrimento del vehículo privado. En este caso son recomendables las ubicaciones en el vestíbulo de las estaciones (si hay sitio) o cerca de la puerta. Si hay parking para vehículos privados, pueden destinarse varias plazas a aparcamientos para bicicletas.

Por lo general, salvo en lugares donde ya existe una fuerte demanda, es preferible situar inicialmente pocos bicicleteros y si se aprecia mayor demanda ubicar más.

Tan importante como su ubicación es su diseño y el espacio que ocupa. Una bicicleta de adulto mide 1,90 m pero es necesario mantener 1,5 m adicionales para las maniobras de entrada y amarre, lo que supone en total 3,5 m. La distancia mínima entre amarres debe ser de 60 cm, aunque se recomienda 80 cm.

Existen numerosos modelos y diseños disponibles en el mercado. En cada situación debe estudiarse el más idóneo, pero en general deben cumplir los siguientes requisitos:

- Seguridad. Debe permitir el amarre de la bici de forma cómoda, dejando sujetos los principales elementos (cuadro y ruedas). Algunos aparcabicis incorporan el sistema de amarre pero lo habitual es que sea el usuario el que aporte candados y cadenas.
- Adaptabilidad. Debe permitir el amarre de todo tipo de bicicletas y de tamaños. En zona urbana es posible la adaptación de mobiliario urbano que tiene otras funciones (bancos, vallas...).
- Estabilidad. Debe asegurar que la bicicleta queda sujeta de forma estable. Un golpe en una bicicleta sujeta solo por la rueda puede provocar daños importantes.
- Comodidad. El dispositivo debe permitir efectuar la maniobra de aparcamiento con facilidad. La separación entre amarres debe ser suficiente (no menor de 60 cm).

- Estética. El aparcabicis debe adecuarse al entorno arquitectónico o natural.
- Protección climática. Para aparcamientos de larga duración, existen modelos que proporcionan protección frente a fenómenos meteorológicos que deterioran las bicicletas (lluvia, viento, sol).
- Coste. El precio y las necesidades y costes de su mantenimiento determinan también la idoneidad de un modelo determinado de aparcabicis.

Los modelos más recomendables son los denominados de “U” invertida o “universales”, ya sea en módulos de 6 a 10 amarres o por piezas independientes. Son adaptables y versátiles, ofreciendo una protección adecuada al permitir el amarre fácil de cuadro y ruedas.

Son desaconsejables los modelos realizados en hormigón, los que sujetan solo por la rueda y los ganchos para colgar bicicletas.

En centros donde es previsible una fuerte demanda (universidades, estaciones, centros deportivos, hospitales), o aparcamientos de larga duración, son recomendables los sistemas de consigna (contenedores con llave), locales de acceso restringido y vigilado o sistemas contenedores.



Aparcamientos en el local reservado y en el vestíbulo de la Estación de plaza de armas, en Sevilla

8.5.- ILUMINACIÓN.

Los sistemas de iluminación de una bicicleta son muy limitados, lo que obliga en cada caso a determinar la necesidad de disponer luminarias, relacionadas siempre con la seguridad vial.

En carriles urbanos la iluminación de las calles suele ser suficiente, tanto si la vía ciclista se dispone sobre la acera como sobre la calzada. En las intersecciones (cruces, gloriets) es necesario no obstante comprobar que no existen puntos poco iluminados que no permitan al vehículo detectar el cruce del ciclista a tiempo, ya que su velocidad de desplazamiento es superior a la del peatón. Las vías interurbanas, por lo general no estarán iluminadas o lo estarán solo en lugares puntuales (estructuras, intersecciones, accesos a los nodos de transporte público).

En vías ciclistas metropolitanas para desplazamientos cotidianos si puede ser necesario disponer de luminarias específicas, tanto si discurre en paralelo a una carretera no iluminada como si mantiene un trazado independiente. De no ser así, su utilización puede ser baja, particularmente en invierno, por la limitada duración de la luz diurna.

Se trata de un equipamiento de coste elevado de implantación, que necesita posteriormente de un mantenimiento continuo.

9.- CONTROL DE CALIDAD

9.1.- Definiciones y conceptos

El objetivo del control de calidad es asegurar que todas y cada una de las operaciones implicadas en una obra o unidad de obra, se realizan de acuerdo con las prescripciones establecidas con el fin de obtener la calidad exigida, o en su caso, realizar los ajustes o modificaciones necesarias para corregir las deficiencias detectadas, restableciendo las condiciones de calidad exigidas a la misma.

Como control de calidad podemos entender el conjunto de los tres conceptos siguientes:

Control de calidad de materiales y equipos.

Control de calidad de ejecución.

Control de calidad geométrico.

Cabe distinguir también, atendiendo al agente que realiza el control de calidad, entre:

Control de calidad de Producción.

Control de calidad de Recepción.

El control de calidad de Producción corresponde al contratista, que es quién tiene contraídas las obligaciones de calidad. Es imprescindible, antes del comienzo de la obra, planificar la gestión del control. El contratista, lo desarrollará encuadrado en un Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC) redactado e implantado según la Norma UNE-EN ISO 9001. Este PAC debe incluir la apertura de no conformidades de las anomalías detectadas en los controles, y de las acciones correctivas pertinentes para evitar la repetición de las mismas.

El control de calidad de Recepción es el que corresponde a la parte contratante, y su finalidad es verificar que la calidad contratada se produce. Este control se realiza a través de inspecciones, pruebas, ensayos, etc., se realiza mediante los equipos de Dirección de Obra y los Laboratorios de Ensayos, mediante el Plan de Supervisión de la Calidad (PSC) de la Dirección de Obra, redactado e implantado así mismo según la Norma UNE-EN ISO 9001.

En este apartado trataremos específicamente el Control de Calidad de Materiales.

9.2.- Plan de Control de Calidad de Materiales de vías ciclistas

El Plan de Control de Calidad de Materiales de una obra vía ciclista se puede definir como el documento que sirve de base, guión y referencia para la sistematización de dicho control.

Por ello, el plan de control debe contemplar, al menos, los siguientes aspectos para cada unidad de obra o parte de ella objeto de control:

- Medición de la unidad a controlar.
- Finalidad del control propuesto.
- Método de ensayo a aplicar para el control.
- Norma que regula el ensayo a realizar.
- Tamaño de lote adoptado.
- Tamaño de la muestra considerado.
- Número de ensayos resultantes de la aplicación del criterio.
- Valoración del Plan.

Unidad a controlar

La selección de las unidades a controlar se debe basar en, al menos, los siguientes criterios:

- Tipo de Plan de Control y su alcance (Producción o Recepción).
- Repercusión de la calidad de la unidad o elemento sobre la de la obra en su conjunto.
- Volumen de la unidad, absoluto y relativo al total de la obra.
- Posibilidad de obtener información válida de la unidad a través de ensayos.

Lote

El lote es la “unidad de control” por excelencia y puede definirse como un grupo de elementos del mismo tipo que puede considerarse homogéneo a efectos de su control.

Muestra

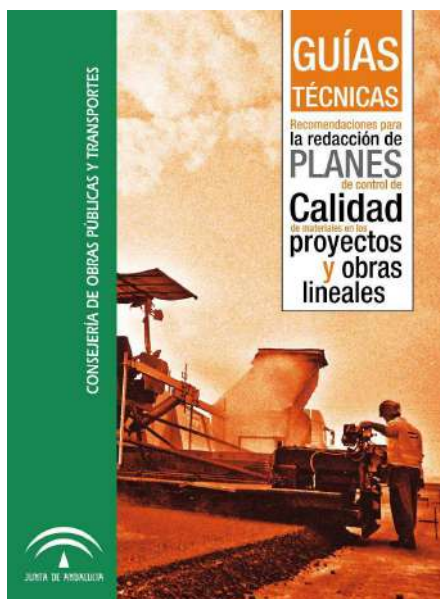
Los ensayos se realizan sobre muestras tomadas de esos lotes, de forma aleatoria. Es importante vigilar la representatividad de las muestras y adoptar tamaños de la misma que ayuden a estimar o eliminar las posibles incertidumbres o desviaciones propias del mismo lote o, incluso, del método de control.

Método de control

Para que el resultado de un control sirva como criterio de aceptación o rechazo de un lote, es necesario que su ejecución **se realice conforme a un procedimiento estándar** o normalizado que permita su aceptación “universal”, contraste y reproducibilidad.

La Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía tiene editadas, con el objeto de sistematizar los Planes de Control de Calidad de Materiales, desde 1.999 unas “Recomendaciones para la redacción de Planes de Control de Calidad de materiales en los Proyectos y Obras Lineales”, que constituyen una herramienta de gran utilidad para un buen control de calidad en las obras. Estas Recomendaciones contemplan todos los capítulos usuales en las obras lineales. En ellas se incluyen además, en formato Hoja de cálculo Excel, Modelos de Planes de Control tanto de Producción, como de Recepción, de forma que, automáticamente, al introducir la medición correspondiente y el precio del contrato, se obtiene el número de ensayos

a realizar y el importe de los mismos. En estas Recomendaciones se diferencian los controles o ensayos según se trate de:



Suelo de apoyo

Es fundamental caracterizar el cimiento o suelo de apoyo sobre el que se apoyan las distintas capas del firme de la vía, al objeto de definir el tipo de explanada que conformará la vía.

Los ensayos de caracterización a realizar serán los necesarios para la clasificación del suelo de apoyo, según la IDFRCA (que refiere al artículo 330 del PG-3), es decir: Granulometría por tamizado, Límites de Atterberg. Contenido en Materia Orgánica., Contenido en Sales solubles, Colapso, Hinchamiento libre, Próctor Normal e Índice CBR.

Como control de la unidad terminada, se realizarán los ensayos de compactación de densidad y humedad in situ.

Suelos de préstamo y materiales granulares

Los ensayos a realizar sobre los suelos de préstamos serán los ya referidos en el epígrafe anterior; para los materiales granulares será de aplicación los referidos en IDFRCA y recogidos en el Art. 510 del PG-3. Hay que hacer hincapié en la exigencia del marcado CE para los materiales sujetos a la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción (zahorras, escolleras,...).

El control de la compactación se llevará a cabo mediante ensayos de densidad y humedad in situ.

Suelos estabilizados y/o tratados con cemento y/o cal

El proceso de control comprende dos fases:

Controles previos: consistente en la identificación del suelo base (ensayos de laboratorio), de los materiales de adición (puede bastar los certificados de origen, marcado CE), y el estudio de dosificación de la mezcla.

Control de la ejecución del suelo estabilizado y Control de la compactación de la capa estabilizada y/o tratada, que se realizará normalmente mediante ensayos de densidad y humedad in situ.

Mezclas Bituminosas

El control de esta unidad de obra comprende:

Controles previos referente a la aptitud de áridos, de ligante bituminoso y verificación de la fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa. Normalmente no serán necesarios realizarlos, bastando la presentación de los certificados, ensayos de procedencia y correspondientes marcados CE.

Pueden tener más interés, con la periodicidad establecida en los Pliegos o la que termine el Director de las Obras, los siguientes controles:

- o Control de la Mezcla Bituminosa fabricada. Consistirán, con la periodicidad establecida en los Pliegos o la que termine el Director de las Obras, en la determinación del contenido de ligante, granulometría de los áridos extraídos, densidad y huecos de la mezcla y sensibilidad al agua.
- o Control de compactación y extensión de la mezcla bituminosa, mediante la extracción de testigos.

Pavimentos de hormigón

Se determinará la consistencia y resistencia a compresión/flexotracción del hormigón, a la edad de 28 días.

Es siempre recomendable determinar la proporción de aire ocluido en el hormigón, pero cuando la vía ciclista se ubique en una zona sometida a nevadas o heladas, esta determinación cobrará más importancia.

En este tipo de vías, más que la resistencia, es fundamental asegurar la durabilidad, por lo que debe prestarse especial atención a que el espesor del pavimento sea el adecuado y el fijado en proyecto, lo que se comprobará mediante la extracción de testigos

Baldosas, adoquines y bordillos

Se aplicará fundamentalmente un control documental (certificados y ensayos del fabricante), y eventualmente, se verificará con la periodicidad que determinen los Pliegos o el Director de las Obras

Los ensayos recomendados para estas unidades son: Aspecto, forma y dimensiones, Absorción de agua, Resistencia a la rotura, Desgaste por abrasión y Resistencia al deslizamiento.

Señalización

Se aplicará fundamentalmente un control documental (certificados y ensayos del fabricante), y eventualmente, se verificará con la periodicidad que determinen los Pliegos o el Director de las Obras

Elementos de balizamiento y defensa

Se aplicará un control documental (certificados del fabricante), y eventualmente se verificará con la periodicidad que determinen los Pliegos o el Director de las Obras.

Revestimiento del firme o pavimento con pintura, mortero o slurry

Esta unidad de obra es fundamental en una vía ciclista, ya que es la que incide directamente sobre la seguridad y comodidad del usuario de la vía, el ciclista.

El control de calidad consistirá en:

- Identificación del material de revestimiento: pintura, o slurry, habitualmente.
- Determinación de las características superficiales del pavimento terminado, que por su importancia, se tratará en el punto siguiente.

Características superficiales del pavimento

El aspecto esencial del control en las vías ciclistas es el de las características superficiales del pavimento, ya. Estas características superficiales son fundamentalmente:

- Resistencia al deslizamiento.
- Regularidad superficial.

Actualmente se encuentran en fase de investigación sistemas y equipos para la determinación de estos parámetros de forma continua en este tipo de vías. En el momento presente y a falta de ensayos más específicos, la regularidad superficial se puede determinar mediante la regla de 3 metros, y la resistencia al deslizamiento, mediante el ensayo del péndulo. El valor recomendado para la resistencia al deslizamiento es de $R_d > 45$.

En caso de utilizar algún tipo de revestimiento en la vía, es recomendable determinar, de manera adicional, la adherencia del revestimiento al sustrato o capa sobre la que se aplica; lo que podrá efectuarse mediante la determinación de la resistencia a tracción sobre testigos extraídos del pavimento.

10.- CONSERVACIÓN DE VÍAS CICLISTAS

La puesta en servicio de un carril bici conlleva previamente la necesidad de contemplar en las diferentes fases del diseño y proyecto las labores de conservación y mantenimiento. Así mismo es necesario elaborar el estudio económico asociado que permita prever y minimizar los costes posteriores.

El mantenimiento y la limpieza constituyen factores decisivos en el buen funcionamiento de una vía ciclista. Un mantenimiento deficiente provocará una baja utilización y un incremento de la inseguridad del colectivo ciclista.

La mayor parte de los trabajos de mantenimiento y limpieza son provocados por concepciones erróneas en el diseño de la vía ciclista, como por ejemplo defectos en el sistema de drenaje, tratamientos defectuosos de los márgenes y de los accesos a la vía o elección de plantaciones inadecuadas. Por lo tanto, es muy importante prestar atención a estos aspectos en el momento de realizar el diseño de la vía, puesto que condicionarán el esfuerzo en el mantenimiento a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

Los factores más importantes que con el paso del tiempo van degradando las características iniciales de la vía ciclista son el propio paso de bicicletas así como las condiciones climáticas a las que se ve sometida la misma. El conjunto de operaciones destinadas a mantener o restituir, en su caso, las características iniciales de una vía ciclista, es considerado parte de la conservación y mantenimiento de la misma.

Una buena conservación, tanto preventiva como curativa, permitirá una mayor durabilidad de la infraestructura, mantenimiento de los niveles de comodidad en la conducción, y mejora de la seguridad vial en las mismas.

La conservación de las vías ciclistas abarca un espectro muy amplio de actividades, y en él deben incluirse: la explanada, el firme, los sistemas de drenaje, los puentes, estructuras y obras de fábrica, la señalización y balizamiento, el alumbrado y, en general, la totalidad de elementos constituyentes de la vía. A continuación se desarrollarán algunos aspectos a tener en cuenta para el mantenimiento de las vías ciclistas.

Firmes. Características Superficiales y Propiedades Estructurales.

Las actuaciones de conservación del firme se dirigen fundamentalmente a la consecución de tres objetivos principales:

- Mantenimiento de una adecuada resistencia al deslizamiento, a fin de que el pavimento proporcione una seguridad suficiente a los vehículos que por él circulan.

- Mantenimiento de una regularidad superficial acorde con el trazado de la vía y las velocidades normales de recorrido, de manera que la rodadura sea cómoda para el usuario.
- Mantenimiento de una resistencia estructural suficiente para el tráfico que ha de soportar la vía.

Son actividades encaminadas a la consecución de estos objetivos algunas como las siguientes.

- Barrido de la vía.
- Baldeo de la vía.
- Sellado de arquetas.
- Eliminación de los deterioros más comunes del pavimento como pueden ser la existencia de baches, blandones, roderas, agrietamientos, peladuras, exudaciones, etc., en el caso de firmes con pavimento bituminoso; y escalonamientos, bombeo de finos, colmatación de juntas, roturas de esquina, desconchados, pérdidas de textura, etc., en el caso de firmes con pavimento de hormigón.

En este sentido cabe indicar que, tanto el nivel de deterioro como la necesidad de conservación y frecuencia de realización de las actuaciones, variarán en función de la tipología de la vía y del ámbito en el que se encuentre la misma.

Así mismo cabe especial mención la conservación de puntos de conflicto específicos como son las intersecciones de la vía ciclista con otras vías, o puntos de acuerdos verticales.





Sellado de grietas en el carril bici de la A-491.

Fuente: Servicio de Carreteras de la Delegación Provincial de Cádiz.

Drenaje

Dentro del proyecto, a la hora de elegir los sistemas de drenaje, es muy importante tener en cuenta el mantenimiento que requiere cada sistema, así como su frecuencia. Para facilitar las labores de conservación, deberán evitarse fuertes estrechamientos y puntos bajos de difícil limpieza, así como pendientes muy pronunciadas.

Dentro de las labores de mantenimiento del drenaje podemos encontrar:

- Labores de limpieza de sumideros, cunetas, obras de drenaje transversal etc.
- Reposición de rejillas y arquetas.
- Reparación de cunetas.

Señalización

Resulta fundamental la realización de actuaciones de conservación de la señalización de las vías ciclistas, tanto de la señalización vertical (señales de código y orientación) como de las marcas viales. Son actividades englobadas en este apartado las siguientes:

- Reposición de señalización vertical, elementos de balizamiento y defensa.
- Reposición de postes y elementos de anclaje de las señales.
- Limpieza y eliminación de graffiti, publicidad, pegatinas, etc.
- Revisión y repaso de marcas viales.
- Reposición de elementos de iluminación.



Reposición de barandilla en el carril bici de la A-491.

Fuente: Servicio de Carreteras de la Delegación Provincial de Cádiz.

Balizamiento y defensas.

Es básico para un correcto mantenimiento de la funcionalidad y de la seguridad la conservación de estos elementos. Se deberá garantizar que dichos elementos no se vuelven peligrosos, debido al degradamiento y afloramiento de ferralla.

Los elementos de hormigón sufren un mayor deterioro y requieren un mayor coste de reposición respecto a los sintéticos.

Son preferibles los elementos discontinuos, al ser más fáciles de reemplazar si se necesita a la vez que ofrecen una posibilidad de escape de la vía ciclista en casos de emergencia, y a su vez sintéticos, al ser menos rígidos y duros ante posibles caídas sobre ellos de los ciclistas.

Limpieza

Son actividades de mantenimiento de las vías ciclistas relacionadas con la limpieza de las mismas las siguientes:

- Barrido o baldeo de la vía.
- Limpieza de hojas de la vía pública.
- Eliminación de obstáculos.
- Servicio especial para heladas y retirada de nieve.
- Recogida de basuras de forma periódica y después de actividades excepcionales sobre la vía ciclista.
- Eliminación de barro.
- Servicios de limpieza especiales (inundaciones...).



Limpieza de ramas y hojas sobre el carril bici tras labores de conservación de la vegetación.
Fuente: Servicio de Carreteras de la Delegación Provincial de Cádiz.

Conservación de la Vegetación

Una buena elección de especies, con una correcta ubicación, reduce los costes de mantenimiento. Si las especies son adecuadas, pasados los dos primeros años no debe ser necesario efectuar riegos, salvo en periodos de fuerte sequía.

No obstante sí es necesario considerar determinadas actuaciones, algunas ocasionales y otras periódicas, como pueden ser las siguientes:

- Poda de árboles. Es importante considerar la altura de los árboles de manera que las alineaciones mantengan una altura de la cruz del tronco por encima de 2 m. En el caso de no ser posible la elección de especies con estas características, parte de los trabajos de mantenimiento será la realización de podas de formación en los meses de invierno, que eliminen las ramas de los mismos.
- Poda de arbustos. Evitar la plantación de arbustos de rápido crecimiento que puedan invadir la plataforma ciclista, ya que en caso contrario sería necesaria como labor de mantenimiento la realización también de podas en primavera.
- Siegas. Labores periódicas de siegas, necesarias para mantener controlada la vegetación herbácea evitando riesgo de incendios en las vías ciclistas no urbanas.

- Limpieza de hojarasca. En las alineaciones de árboles de sombra, es necesario realizar limpieza de hojarasca en los meses de otoño.
- Abonos y enmiendas de suelos. Ocasionalmente, según necesidades, puede ser necesaria la realización de estas actividades, así como tratamientos fitosanitarios o reposiciones de marras. Estas acciones requieren de inspecciones que determinen su necesidad.



Siega de vegetación herbácea.

Fuente: Servicio de Carreteras de la Delegación Provincial de Cádiz.

REFERENCIA NORMATIVA.

- Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, por el que se aprueba el Texto Articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.
- Ley 19/2001, de 19 de diciembre, de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial aprobado por Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- Norma 3.1-IC. "Trazado". Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Norma 6.1-IC. "Secciones de Firme". Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Norma 8.1-IC. "Señalización vertical". Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Norma 8.2-IC. "Marcas viales". Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado. ORDEN FOM/3053/2008.
- Orden Circular 28/2009 sobre Criterios de Aplicación de Barreras de Seguridad Metálicas. Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. PG-3. Ministerio de Fomento.
- Orden Circular 317/91 T y P. Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos. Dirección General de Carreteras del MOPTMA.
- Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental en Andalucía (Ley 7/2007).
- Decreto 356/2010 Reglamento de Autorización Ambiental Unificada.
- Decreto 293/2009, Reglamento que regula las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía.
- Ordenanza de circulación de peatones y ciclistas de Sevilla. BOP de Sevilla n ° 117 del Martes, 22 de Mayo de 2008.
- Ordenanza de circulación de ciclistas de Málaga. BOP de Málaga n ° 117 del 21 de junio de 2011.

- Ordenanza de circulación de peatones y ciclistas de Granada. BOP de Granada n ° 134 del 15 de Julio de 2010.
- Calmar el Tráfico. Ministerio de Fomento, Alfonso Sanz Alduan. 2008.

REFERENCIA TÉCNICA.

- Manual de recomendaciones de diseño, construcción, infraestructura, señalización, balizamiento, conservación y mantenimiento de carril bici”. Ministerio del Interior. Dirección General de Tráfico. 2001.
- Recomendaciones de vías ciclistas”. Comunidad de Madrid. Consejería de obras públicas, urbanismo y transportes. Autores: Alfonso Sanz Alduan, Antonio Fernández Zúñiga, Pedro Puig-Pey. Dirección General de Carreteras. 2001.
- Manual de vías ciclistas de Guipúzcoa. Recomendaciones para su planificación y proyecto”. Autores: Alfonso Sanz, Igor Martín, José Francisco Cid, Ander Irazusta, Itziar Eizaguirre. Diputación Foral de Guipúzcoa. 2006.
- Manual para el diseño de vías ciclistas de Cataluña. Generalitat de Cataluña. 2007.
- Guía de Diseño de Vías Ciclables de La Región de Murcia.
- Plan de la Bicicleta de Sevilla. Plan Director para el fomento del uso de la bicicleta como medio de transporte. Sevilla, Octubre 2008.
- Proyectar Vías Ciclistas. Miguel Ángel Carrera Hueso, Diego Sanz Abella y Francisco Selma Mendoza. Diputación de Valencia. 2012.
- Plan Director de la bicicleta de Zaragoza. Capítulo 8. Criterios de diseño y ejecución de vías ciclables
- Señalización de vías ciclistas en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana.
- Actuaciones Multimodales en carreteras. Dirección General de Carreteras. Consejería de Fomento y Vivienda. 1999
- Instrucción para el diseño de firmes de la Red de Carreteras de Andalucía, de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, IDFRCA (2007).
- Manual de pavimentos asfálticos para vías de baja intensidad de tráfico, Miguel Ángel del Val, Alberto Bardesi Orue-Echevarria. 1991.



- Conception d'itinéraires cyclables. Office fédéral des routes OFROU. Confédération suisse. Suiza.
- Collection of Cycle Concepts 2012. Cycling Embassy of Denmark. Dinamarca.
- Desing manual for bicycle traffic (CROW). 2011. Holanda.
- Bikeway Planning and Design. California. U.S.A.
- Bicycle Road Safety Audit Guidelines and Prompt Lists. Federal Highway Administration Office of Safety. 2012.