

**I CONGRESO IBERO-AMERICANO DE SEGURIDAD VIAL  
Costa Rica, Mayo 2008**

**Título: ADECUACION DE UN PROYECTO DE CARRETERA PARA LA  
CIRCULACION SEGURA DE CICLOS.**

**Autor: Ing. Cruz Arnoldo Riverón Blanco**

**Empresa: Centro Nacional de Vialidad del Ministerio del Transporte**

**Centro de trabajo: Centro Provincial de Vialidad Holguín.**

**Departamento: Inversiones**

**Cargo: Especialista de Vialidad**

**Teléfono: 53-24-461362**

**Fax: 53-24-426849**

**E-Mail: [fernando@ciget.holguin.inf.cu](mailto:fernando@ciget.holguin.inf.cu)**

**Dirección: Máximo Gómez No. 266, entre Frexes y Aguilera, Holguin.Cuba.**

**Código postal: 80100**

**I CONGRESO IBERO-AMERICANO DE SEGURIDAD VIAL  
Costa Rica, Mayo 2008**

**Título: ADECUACION DE UN PROYECTO DE CARRETERA PARA LA CIRCULACION SEGURA DE CICLOS.**

**Autor : Ing. Cruz Arnoldo Riverón Blanco**

Especialista de Vialidad del Centro Nacional de Vialidad Holguín, Cuba

Profesor Instructor Universidad, Holguín

Coordinador Grupo Movilidad Urbana de la Ciudad Holguín del Programa A21L del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.

E.Mail: [fernando@ciget.holguin.inf.cu](mailto:fernando@ciget.holguin.inf.cu)

### **RESUMEN**

El impetuoso crecimiento de los ciclos en Cuba, en que el tránsito es conjunto de vehículos automotores con ciclos y peatones, causó severos conflictos del tránsito con las consiguientes consecuencias

Este trabajo expone los procedimientos que se utilizaron en la Ciudad de Holguín para ajustar el diseño de la ampliación de una vía existente, incorporándole ciclocarriles que posibilitaron la circulación segura de ciclos y el tránsito en general.

Para esto, se elaboraron estudios de: análisis del vial existente, revisión del diseño de ampliación elaborado, el tránsito, los ciclos y los ciclistas; todo lo que fue utilizado en elaborar alternativas de secciones transversales, soluciones en intersecciones, limitadores entre corriente vehicular y de ciclos que dieron como resultado la selección de una variante a implantar o ejecutar

De las variantes estudiadas, la seleccionada fue construida en un tramo de la vía y también se ha utilizado en otras, haciéndole correcciones para adaptarla a su sección existente, acciones que han tenido resultados relevantes en la seguridad vial.

### **INTRODUCCIÓN:**

A partir de los sucesos que tuvieron lugar en Europa a principios de la década anterior, siendo gran parte de este continente el principal suministrador a nuestro país, se produce una disminución drástica de todo tipo de abastecimientos, entre estos, los

combustibles y las piezas de repuestos, trayendo como consecuencia una disminución del transporte –colectivo y personal- produciéndose a la vez un crecimiento acelerado y estimulado de la utilización de los ciclos, aumento de la peatonización y vehículos de tracción animal.

Los ciclos, con sus características propias y de sus conductores, comienzan a funcionar en vías que no fueron diseñadas para la circulación conjunta con los vehículos motorizados. Tal situación produjo serias afectaciones y caos a la organización del tránsito de la Ciudad de Holguín, provocando importantes conflictos, accidentes con muertes, lesionados y otras consecuencias.

Todo lo anterior, dio lugar a la necesidad de evaluar los diseños de vías previstas en el Plan Director de la Ciudad y aún sin construir, para rediseñarlas con vistas a la circulación conjunta, pero ordenada, de los ciclos, vehículos automotores y de tracción animal.

### **DESARROLLO:**

El estudio surge con la selección de una vía con inmediatez en su ampliación, con gran tráfico de ciclos y que su sección transversal no incluyera carriles para ciclos.

### **I. CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO URBANO:**

La vía seleccionada fue un tramo de la Carretera Central, eje, que además de constituir la principal vía del país, es una arteria principal de la ciudad y la divide en dos partes. La ciudad de Holguín, capital de la provincia de su mismo nombre, se encuentra emplazada en área de 51 Km<sup>2</sup> de un valle, donde en su relieve predomina las pendientes del 1 y 2%, con una población mayor de 273 mil habitantes. La vía presenta las mismas características que su trayectoria regional: calzada de 6 m, 2 carriles, pavimento hidráulico con capa flexible, paseos de mejoramiento, drenaje por cunetas; aunque presenta ligeras y puntuales modificaciones, como son: aceras, vías paralelas, parterres, etc.

El tránsito es una combinación de vehículos automotores de todo tipo, ciclos, vehículos de tracción animal y una alta peatonalidad. Esta mezcla de usuarios se realiza en forma desorganizada y caótica; se observa excesivos giros a la izquierda y las marchas

se realiza con demoras e inseguridad. Estas características no son homogéneas en todo el tramo por lo que se realizaron estudios para seleccionar un tramo menor, entre los que se encuentran:

- Estudios de intensidad de 12 horas, incluyendo los ciclos
- Análisis de la accidentalidad.
- Uso del suelo circundante

Estos estudios permitieron seleccionar un tramo de 1 Km. con las peores condiciones para que los resultados de sus estudios permitieran crear soluciones mas generales para todo el tramo urbano y para otras vías de la ciudad.

## **II. .ESTUDIO Y REPROYECCION DEL TRAMO DE 1 KM.**

En su longitud, presenta actualmente las mismas características geométricas del trazado general. Constituye el acceso principal a la mayor zona industrial de la ciudad y es uno de los vínculos fundamentales de la ciudad con la circunvalante, una zona industrial importante y el aeropuerto internacional. Se acentúa la presencia de instalaciones fabriles, almacenes, instalaciones de transporte, etc.

A este tramo se le realizó los siguientes estudios

- Recuentos especializados en dos zonas: "A" y "B".
- Análisis de accidentalidad.
- Estudios de demoras
- Análisis del proyecto existente.

De estos estudios, es relevante que por esta vía circulaban en 1984 más de 20 mil vehículos automotores diarios y actualmente ha disminuido a menos de 4 mil, sin embargo los ciclos en esa fecha, que en esa fecha era despreciable su intensidad ahora superan los 11 mil diarios.

En el 55% de los accidentes que se producen intervienen los ciclos y de ellos, el 87 % son culpables.

De los estudios de demoras, se pudo comprobar que la velocidad alcanzada por los vehículos automotores se encuentra en el rango de 10 a 15 Km/h., debido a que tienen que circular entre los ciclos

La sección transversal del diseño existente sin ciclocarril estaba compuesto por: 4 carriles de 3.25 m, separador central de 3.20 m, contén cuneta de 0.50 m, parterres y aceras de 1.50 m. para un total de 23.20 metros.

### III. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.

Realizado los estudios del tránsito y de las características geométricas actuales y proyectadas del vial, estos no eran lo suficiente para acometer la fase de reproyección, por lo que complementamos con otros estudios, entre los que se encuentran:

- Estudio de las características de los ciclos actuales y los probables a utilizar
- Estudio de bibliografías sobre los ciclos, ciclocarriles y ciclovías.
- Caracterización de los conductores de ciclos de la ciudad.
- Investigaciones de la velocidad de los ciclos.
- Estudio de frenado de ciclos

#### Estudio de las características de los ciclos actuales y los probables a utilizar.

Entre las características estudiadas se encuentran:

Tipos, márgenes laterales, secciones transversales del ciclista, gálibos.

#### **CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE LOS CICLOS EN HOLGUIN, CUBA**

<b>TIPOS</b>	<b>LONGITUD (M)</b>	<b>ANCHO (M)</b>	<b>ANCHO DE MANUBIOS</b>	<b>MARGENES A CADA LATERAL</b>
Simples	1.40 - 1.90	0.60- 0.80	0.60 - 0.80	0.20
De carga	1.90 - 2.10	0.70 - 1.00	0.60 - 0.80	0.20
Bicitaxis con sidecar	1.90 - 2.10	0.90 - 1.00	0.60 - 0.80	0.20
Bicitaxis con asientos traseros.	1.90 - 2.40	0.90 – 1.00	0.60 - 0.80	0.20
Bici de impedidos	1.40 -1.80	0.80-0.90	0.60 - 0.80	0.20

Altura desde la rasante a la cabeza del ciclista en bicicleta simple: 1.80 m  
 Margen desde la cabeza a un obstáculo superior en bicicleta simple: 0.25  
 Gálibo vertical total del ciclista, con sidecar y sin sombrilla: 2.05 m  
 Gálibo vertical total del ciclista con sidecar y con sombrilla: 2.25 m  
 Galibo horizontal del ciclista en bicicletas simples: 1.00 m  
 Gálibo horizontal del ciclista en bicicletas de carga: 1.20  
 Gálibo horizontal del ciclista en bicicletas con sidecar: 1.20  
 Gálibo horizontal Bicitaxis con dos asientos traseros: 1.20  
 Altura de la rasante al pedal en la posición mas baja: 0.05 m.  
 Diámetro de las sombrillas u otras cubiertas que se utilizan: 1.10 - 1.30

Estudio de las características de los ciclovías y ciclocarriles utilizados en otros países, tales como:

-\*\*Tipos de ciclovías según su localización en la ciudad.

- a) Ciclovías o segregados.
- b) Adosados a la calzada.
- c) Incorporados a la calzada de 1 o 2 sentidos.

-\*\* Capacidades que ofrecen.

CANTIDAD DE CARRILES	SENTIDOS DE CIRCULACION	CAPACIDAD CICLOS/HORA
<b>CON TRAFICO DE CICLOS SOLAMENTE:</b>		
1	1	1000
2	1	2000
2	2	1500
<b>ADOSADO CON TRAFICO PEATONAL:</b>		
2	3	300 CICLOS + 60 PEATONES/HORA

- **\*\*Criterios que justifican su construcción**

<b>INTENSIDADES DE TRÁFICO</b>	
<b>AUTOMOTOR ( Veh/día)</b>	<b>DE CICLOS (bicicleta /hora pico)</b>
2500	90
2500 - 5000	30
5000 + 10000	15
Mas de 10000	10
<b><i>Intensidades menores de 500 ciclos/día y menores de 2000 veh/diarios no requieren ciclocarriles o ciclovías.</i></b>	

-- **\*\*Ancho de ciclocarriles:**

La bibliografía recomienda de forma muy general, secciones desde 0.75 m hasta 6,0 m, dependiendo de su posición horizontal y vertical con relación al vial, presencia de peatones, presencia de áreas verdes, cruces a nivel, superior e inferior, sentidos de circulación, uso del suelo colindante ( residencial, comercial.) , etc

**\*\* Fuente:** *Impacto del uso masivo de los ciclos en las ciudades.*

Caracterización de los conductores de ciclos de la ciudad.

Se realizaron muestreos de los conductores de ciclos que circulan actualmente, los cuales se resumen en la siguiente tabla:

**CARACTERISTICAS DE LOS CICLISTAS DE LA CIUDAD DE HOLGUIN**

<b>INDICADORES</b>	<b>% del total</b>
<b>SEGÚN LA EDAD</b>	
Menores 14 años	1
14 a 17 años	7
17 a 23 años	35
23 a 60 años	53
Mayores de 60 años	4
<b>SEGÚN EL SEXO</b>	
Masculino	74
Femenino	26
<b>CONOCIMIENTO DE LA LEY DEL TRÁNSITO</b>	
Con conocimiento	44
Con desconocimiento	56
<b>ESCOLARIDAD</b>	
Primaria	12
Secundaria	41
Bachilleres	35
Profesionales	12

Indisciplinas más comunes en los ciclistas en vías sin ciclocarriles:

- Circular agarrado de las defensas y barandas de los vehículos automotores.
- Zigzaguo y maniobras mientras circulan.

- Invasión de las sendas automotoras contrarias.
- Circulación en sentido contrario.
- Conduciendo con una sola mano.

Estudio de velocidad de los ciclos.

Se realizaron recorridos flotando en la corriente de ciclos, lo que nos definió que la velocidad promedio es de 12 Km/h en distancias hasta de 5 Km., donde las pendientes no superan el 2% como promedio. En pendientes promedio mayores, la velocidad disminuye considerablemente, pudiéndose concluir que para nuestra Ciudad, la pendiente para ciclos es recomendable hasta el 2 %. Pendientes mayores a 2 y menor o igual al 5% permiten alcanzar esta velocidad, pero para distancias más cortas.

Estudio de frenado de ciclos

De las investigaciones que estamos desarrollando sobre distancia de frenado de los ciclos, conocemos que en la práctica, para vías con pendientes hasta el 2% se comporta de la siguiente forma:

PENDIENTE LONGITUDINAL	DISTANCIA FRENADO	
	SUBIENDO	BAJANDO
(%)	(m)	(m)
0,0	0,3	0,5
0,1	0,1	1,0
0,2	0,2	1,0
0,3	0,3	1,5
0,4	0,7	2,0
0,5	0,8	3,0
0,6	0,9	3,2
1,0	1,8	5,0
1,1	1,9	5,6
1,2	2,3	6,0
1,3	2,3	7,0
1,4	3,0	7,4
1,5	3,2	7,8
1,6	4,2	8,0
1,7	4,7	9,0
1,8	4,9	10,0
1,9	5,0	10,5
2,0	5,2	11,0

#### **IV. PREMISAS PARA REPROYECTAR EN EL TRAMO SELECCIONADO:**

De los análisis y resultados de los estudios precedentes se elaboraron las premisas para la re-proyección de un tramo de 1 Km, entre las que se encuentran:

- Asumir como volumen horario de diseño la intensidad actual en hora pico.
- No utilizar soluciones a desnivel
- Separar las corrientes vehiculares y de ciclos mediante elementos físicos
- Racionalizar incorporación de calles transversales y los giros a la izquierda.
- Proyectar ciclocarriles con sección que permita el rebase.
- Diseñar sección transversal que permita la circulación en paralelo de un ciclo simple y uno de carga o bicitaxi.
- Que la posición del ciclo en la sección transversal del vial sea en función de evitar al máximo los conflictos en intersecciones.

#### **V. DETERMINACION DE LA SECCION TRANSVERSAL Y PLANTA DEL CICLOVIA**

Para la determinación de la sección transversal del ciclocarril se partió de parámetros que se obtuvieron empíricamente. Estos fueron:

Velocidad de diseño (**Vd**): 12 Km. /h

Longitud del ciclo tipo (**L**): 1,90 m

Claro entre ciclos: 3,10 m

Longitud del intervalo entre ciclos (**I**): 5,0 m.

Carriles por sentido: 2 (1 lento y de paradas y otro rápido y de rebase)

Capacidad del ciclovía (**C**) en ciclos/hora/sentido: se calculó a partir de la siguiente fórmula, que es simplemente el cálculo de densidad de ciclos en 1 Km. de vía una velocidad

$$C = 1000 / L (Vd) = \text{ciclos/hora/sentido.}$$

##### Sección transversal del ciclocarril

A partir de la determinación de los cálculos y definiciones anteriores, se consideró que en esta vía, el ancho del ciclocarril (2 carriles de ciclos

unidireccionales) estuvieran en el rango de 2.20 a 2.40 m, sin incluir el contén-cuneta de 0.50 m.

#### *Planta de la vía con ciclocarril*

Con los estudios precedentes, se diseñaron 16 secciones transversales típicas con su correspondiente análisis de funcionamiento en las intersecciones, las cuales se sometieron a un análisis de ventajas y desventajas para definir una para esta reprojcción, seleccionándose que la favorita sería la de ciclocarriles unidireccionales paralelo a las corrientes vehiculares y separados físicamente por casquetes de hormigón, siempre que sea probable.

#### *Sección transversal típica integral*

La sección transversal de la vía reprojctada es de 4 carriles de 3.25, separador de 1.20, contenes cunetas de 0.50, 2 ciclocarriles de 2,20 m cada uno, parterres y aceras de 1.50 m cada uno, para un ancho total de 25.60 m, lo que es posible por la amplia faja existente. Esta sección puede sufrir modificaciones en otras partes del tramo, en dependencia de la faja libre que disponga.

## **VI. VALIDACIÓN PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS DEL DISEÑO**

Los estudios de capacidad y secciones transversales calculados teóricamente fueron validados en la práctica en otras vías con gran intensidad de tránsito de ciclos, y para esto se utilizaron vallas las que se abrían o se estrechaban para permitir el paso de ciclos deseados, donde se corroboró la efectividad de los cálculos en cuanto al ancho de la sección transversal y de la capacidad.

## **VII. CONSTRUCCIÓN Y CREACIÓN DE CICLOCARRILES EN LA CIUDAD**

- Se ejecutó por este diseño, la ampliación de una parte de la vía estudiada (Carretera Central), con ligeras modificaciones porque la faja de emplazamiento era muy amplia, como por ejemplo: en el ancho de los carriles automotores se ampliaron a 3.50 m, se plantaron áreas verdes entre las aceras y el límite de propiedad, se amplió el separador en los lugares que

el espacio lo permitiera y se diseñaron carriles de espera en las intersecciones.

- Adaptación en otra carretera de acceso (Ave. de los Libertadores) de 4 carriles automotor existente sin separador, reduciendo 1 carril automotor y creándole 2 ciclocarriles unidireccionales con limitadores físicos y con la sección diseñada en este estudio.
- Adaptación de una vía urbana (Ave. Álamos) de 4 carriles automotor, sin separador central a 2 ciclos carriles unidireccionales con limitadores físicos y mantener 3 carriles automotor.
- Creación de ciclocarriles unidireccionales en vías estrechas del casco histórico (colonial), separado de la corriente vehicular con línea de pintura en el pavimento. Estos ciclocarriles tienen 1 metro de ancho más los 0.50 m del contén cuneta.
- Otra medida con relación al tema ha sido: ha sido la limitación de circulación de determinadas vías, sendas y carriles, desviando los ciclos por calles residenciales de bajo tráfico automotor.
- Otros estudios han estado dirigido por la voluntad de crear vías exclusivas para ciclos, pero limitaciones multifactoriales no lo aconsejan acometer en nuestra ciudad.

## **VIII. CONCLUSIONES**

En esta reprojcción solo se incrementa el ancho de la faja de emplazamiento con relación al proyecto original en 2.40 m y se incrementa la sección asfaltada en 4.40 m, debido a los dos ciclocarriles de 2.20 m c/u.

Sin llegar a la perfección, las ventajas en seguridad y velocidad de comunicación de los ciclos en estas vías son superlativos, así como también para los vehículos automotores, incidiendo notablemente en la reducción de muertos, lesionados y daños materiales al 30% de la participación de los ciclos de hace 10 años atrás, así como que ha contribuido al ahorro de portadores energéticos.

El estudio ha demostrado que se puede aplicar en un gran número de vías en proyecto y en otras que están construidas en la ciudad.

Además de los grandes beneficios de los ciclocarriles en la seguridad vial, el uso de los diferentes ciclos constituye una alternativa de transporte viable para países con restricciones similares, es un medio no contaminante, saludable, económico y al alcance de la mayoría; siempre que además, tenga apoyo y restricciones legislativas, como el caso de Cuba, en que la Ley del Tránsito y Vialidad incluye explícitamente todo lo relacionado con ciclocarriles, ciclovías, conductores de ciclos, etc.; y se creen otras facilidades infraestructurales como: parqueos, piqueras de bicitaxis, talleres de reparación, garantía de piezas de repuestos y neumáticos y señalización adecuada.

En esta ciudad existen más de 180 ciclos por cada 1000 habitantes que realizan más de 30000 viajes diarios; mas de 1300 bicitaxis trasladan diariamente alrededor de 28000 personas, que representan más del 16 % de los viajes de pasajeros de la ciudad y se trasladan cargas menores, aunque no en la magnitud de los pasajeros.

Todo lo realizado en nuestra ciudad hasta ahora, ha pasado a formar parte de uno de los aspectos de los Estudios de Movilidad de la Ciudad de Holguín que realiza el Programa de Apoyo a las Agenda 21 Locales (A21L) del Programa de las Naciones Unidas.

En los procesos del Programa se ha seleccionado este tema como uno de los tres problemas urbano-ambientales más críticos que hoy tenemos. Hasta ahora, se han realizado: Informe GEO-ciudad, Consulta Urbana, Formulación de estrategias, planes de acción y proyectos; todos realizados con la participación de la población, los principales actores y los gobiernos locales.

En estos momentos nos encontramos en la fase de aprobación y financiamiento de proyectos, entre los que se encuentran, como básico: el Estudio Origen-Destino que nos permitirá conocer lo máximo posible de los movimientos de la población de la ciudad; además de proyectos de mejora de la señalización y la organización del

transporte y otros que se derivan de los estudios relacionados con todos los factores que inciden en la movilidad de la población: la estructura de la ciudad, su conformación vial, la distribución territorial de los empleos y los servicios, etc. .

## **BIBLIOGRAFÍA:**

1. Benítez Olmedo, Raúl. Trazado de vías. Editorial ISPJAE. 1986
2. Chang Li Jesus...[et al.]. Impacto del uso de los ciclos en las ciudades. Recomendaciones para el planeamiento, diseño, proyecto y su implementación. IPF.1992
3. Cruz Romera Carlos A. ... et al.].Reproyección de un tramo urbano de la Carretera Central para adecuarla a la circulación segura de ciclos. Santiago de Cuba. 1994 (Trabajo de Diploma ISPJAM).
4. Fundora Ayuso, Gonzalo. Transporte Urbano. Empresa Nacional de Servicios y Producción del Ministerio de Educación Superior. Cuba. 1985.
5. La bicicleta. Editado por MINFAR. Ciudad Habana. 1991.
6. La calle, diseño para peatones y ciclistas. Ministerio Obras Públicas Urbanismo España. 1983.
7. Proyecto Ampliación Carretera Central del Km. 0 al Km. 4. EMPAI 13 Holguín. 1982.
8. Radelat Egues, Guido. Manual de Ingeniería del Tránsito.. Edición revolucionaria. 1964.
9. Riverón Blanco, Cruz Arnoldo. Planeamiento del Transporte Colectivo ciudad de Holguín. 1990 (tesis de grado inédita)