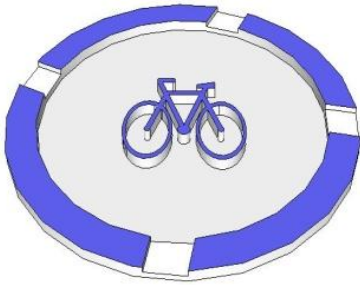


Anteproyecto de diseño y costos de cicloruta para la ciudad de Cartago



Abstract

This document contains the tools and procedures used in developing a preliminary design and cost of a bike path in the city of Cartago. It aims to provide the municipality a draft and a proposal for an unique or exclusive infrastructure for cyclists containing geometric design, planimetry and height profiles, complemented by 3-pavement structure alternatives and specific cross sections for each of the 7 sections that make up the bike path.

The proposed route runs through the center and the peripheries of the city and connects many important points of the city such as schools, parks, central market, amongs others it has elements of protection, vertical markings and signs to increase safety for users.

It is hoped that this work is the basis on which developers can begin the project with the design, planning and execution of works, is not intended as the final design since in reality arise modifications due to the presence of special conditions along the path, but provides an adequate approximation of what should be done.

It used aerial images provided by the municipality as well as two orthophotos Ochomogo and Tejar to carry out the project axis plot and determining the height profile along the same; design manuals were consulted for this type of infrastructure used in South America and based on AASHTO and conducted a survey of information and photographs along the path.

We obtained a two-way bike path 3 m wide and a length of about 12 km, which is two circuits one in the north and another in the south are united in the 6th Avenue in the heart of the city.

Keywords: Planimetry Design, profile height, signage and marking, pavement structure, road safety, bike path bidirectional, sash belt cycling, track cycling.

Resumen

El presente documento contiene las herramientas y procedimientos utilizados en la elaboración de un diseño preliminar y costos de una cicloruta en la ciudad de Cartago. Posee como objetivo brindar a la Municipalidad de Cartago un anteproyecto para una propuesta de una infraestructura exclusiva para ciclistas, que incluye el diseño geométrico, planimetría y perfiles de altura, complementados de 3 alternativas de estructura de pavimentos y secciones transversales específicas para cada uno de los 7 tramos que componen la cicloruta.

El trazado propuesto recorre el centro y las periferias de la ciudad y une puntos importantes de la ciudad (comercio, educación, recreación, turismo) cuenta con elementos de protección, demarcación y señalización vertical que incrementen la seguridad de los usuarios.

Se espera que este estudio sea la base para que los desarrolladores del proyecto puedan iniciar el diseño, la planeación y la ejecución de las obras. No obstante, no se pretende que sea el diseño definitivo ya que pueden surgir modificaciones debido a la presencia de condiciones especiales a lo largo del trazado, pero brinda una aproximación adecuada de lo que debe llevarse a cabo.

Se utilizaron imágenes aéreas proporcionadas por la Municipalidad, así como dos ortofotos de Tejar y Ochomogo para la realización del trazado del eje de proyecto y la determinación del perfil de alturas a lo largo del mismo. Se consultaron manuales de diseño de este tipo de infraestructuras utilizados en Suramérica y basados en AASHTO y se llevó a cabo un levantamiento de información y fotografías a lo largo del trazado.

Se obtuvo una cicloruta bidireccional de 3 m de ancho y una longitud aproximada de 12 km.

Palabras clave: Diseño planimétrico, perfil de alturas, señalización, demarcación, estructura de pavimento, seguridad vial, cicloruta bidireccional, faja ciclista, pista ciclista, ciclobanda.

Anteproyecto de diseño y costos de cicloruta para la ciudad de Cartago

CARLOS ROBERTO ESPINOZA ESPINOZA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Agosto del 2011

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo.....	2
Marco teórico	3
Introducción.....	14
Diseño planimétrico.....	19
Diseño altimétrico.....	22
Diagnóstico de los tramos	23
Señalización.....	24
Diseño pluvial.....	25
Parámetros de diseño.	26
Resultados	27
Análisis de los resultados.....	50
Conclusiones.....	60
Apéndices	63
Anexos	64
Referencias.....	65

Prefacio

Durante los últimos años, diversos factores a nivel mundial han originado constantes aumentos en el costo de los hidrocarburos. Actualmente el precio de los combustibles alcanzó un máximo histórico y esta problemática tiende a prevalecer. Por lo tanto es necesario que el país busque otras alternativas de transporte. Así la idea de poner en marcha el ferrocarril a Cartago, las mejoras en el servicio de transporte público actual y la construcción de infraestructuras tales como ciclorutas permitirán a las personas movilizarse en bicicleta u otros medios públicos y no en sus automóviles. Esto contribuiría con el ahorro de combustible.

La propuesta de la cicloruta surge de la necesidad de brindar a los ciclistas y a la población en general la oportunidad de cambiar el automóvil por la bicicleta para realizar viajes cortos en la ciudad.

Este es un medio de transporte barato, de fácil y accesible mantenimiento, que mejora el estado físico de quien lo utiliza, al mismo tiempo que contribuye a disminuir la cantidad de vehículos en las calles del centro de la provincia y consecuentemente las emisiones que estos originan.

Ante tantas ventajas es evidente que el país debe realizar esfuerzos tendientes a la promoción del uso de la bicicleta como medio de transporte y recreación, por medio de la construcción de infraestructuras exclusivas demarcadas y señalizadas que brinden seguridad y confianza a los usuarios. El presente informe constituye uno de estos esfuerzos y contempla el diseño planimétrico, la estructura de pavimentos, aceras, caños, señalización y costo total de la cicloruta.

La eventual creación de una cicloruta en la ciudad de Cartago ha motivado profundamente

a los ciudadanos, ya que el proyecto contribuirá positivamente a la creación de una sociedad más sana, democrática y humanizada.

Agradezco a Dios por la vida y la fortaleza que me brindó a lo largo de este estudio, sobre todo en momentos cuando creí que la meta era inalcanzable.

Agradezco profundamente a mi madre, Sra Vera Espinoza, quién durante mucho tiempo trabajó y se esforzó por darme una buena educación y quién siempre ha sido mi pilar y mi modelo de perseverancia.

A Eduardo Chavarría mi amigo y mentor quién a pesar de haber perdido la vista, es un ejemplo que inspira a todas las personas que lo llegan a conocer y quién hace 16 años me sacó del oscurantismo y me enseñó lo valiosas que son las matemáticas. Sin duda eso marcó mi destino y por eso hoy estoy finalizando mi carrera.

A la Municipalidad de Cartago que me dio la oportunidad de desarrollar esta propuesta. Al Arq. Óscar López, quién me guió a lo largo de estos meses, me brindó su tiempo y me facilitó información importante para la elaboración del presente estudio.

A mi amigo Ólger Ávila quién me ayudó durante los recorridos realizados.

A mi profesor guía Arq. Carlos Ugalde quien contribuyó en la realización de este proyecto aportando ideas valiosas, consejos, y sugerencias acertadas.

A los profesores de la Escuela, de Ingeniería en Construcción, Ing. Maikel Méndez, Ing. Rolando Fournier, Ing. Romel Cuevas e Ing. Sonia Vargas, por su apoyo y aportes oportunos.

Resumen ejecutivo

La función de las universidades públicas es aportar conocimiento por medio de la docencia, la investigación y la extensión, con el fin de promover el desarrollo del país y mejorar la calidad de vida de los costarricenses. Una manera de hacerlo es generando proyectos que incidan en el progreso de las comunidades, particularmente, dotar a Cartago de una cicloruta es una oportunidad para que la Escuela de Ingeniería en Construcción del ITCR colabore con el avance de esta ciudad. Con base en lo anterior la propuesta de diseño y planeación de una infraestructura poco común en el país como es la cicloruta es bastante relevante y novedosa.

Además dicho proyecto abre portillos para futuras propuestas afines que la Escuela puede implementar en el futuro y que, a su vez, motivará a otras provincias para que incorporen este tipo de servicio pro-ciclistas.

Inicialmente se propuso el trazado en función de la interconexión de diversos puntos a lo largo de las periferias de la ciudad. Una vez definido se efectuó un recorrido a lo largo de este utilizando un odómetro con el que se realizó un estacionamiento cada 100 m. En estos puntos se tomaron varias fotografías con el objetivo de mostrar la disponibilidad de espacio, así como la presencia de condiciones particulares del relieve, alcantarillas, presencia o ausencia de aceras y caño, entre otras.

Tras esta verificación, a lo largo del trazado, se utilizaron imágenes aéreas sobre las cuales se dibujó el trazo o eje de proyecto. Este se compone de curvas horizontales que se dibujaron siguiendo la metodología usada para el diseño de carreteras, basada en la asignación de velocidades de diseño en función de la pendiente del terreno sobre el que se extiende dicho trazado, según se establece en los manuales de diseño de ciclorutas AASHTO, y Bogotá principalmente.

Se dividió la totalidad de la cicloruta en 7 tramos, esto para facilitar el análisis de cada uno, dado que poseen características propias de topografía, pendiente, tipo de zona, cantidad de tráfico, entre otros. De esta división surgieron

diversas estrategias de intervención de las cuales, a su vez, se generaron 7 secciones transversales típicas, una para cada tramo.

Respecto de la estructura de pavimentos se crearon 3 alternativas, cada una de las cuales está en función de ciertas premisas. En consecuencia se obtuvieron 3 costos para la construcción de la cicloruta basados en los diferentes materiales; la segunda utiliza 10 cm de asfalto y capas de base y sub-base sobre una subrasante compactada, la tercera resultó en una superficie de rodadura de 5 cm de concreto colado en sitio, la cual no requiere de las capas de base y sub-base, únicamente de la conformación y compactación de la subrasante.

El proyecto generó diversos productos, específicamente el trazado del mismo paralelo a las vías existentes, la señalización y demarcación por emplear, los detalles típicos por utilizar establecidos en diversos manuales de diseño y otras publicaciones tales como la guía del espacio urbano y finalmente las propuestas de estructura de pavimentos con sus respectivos costos.

Las 3 ofertas resultantes fueron \$881 375, \$2 473 750 y \$1 793 175 respectivamente, en todas, el rubro de la estructura de pavimentos representó los mayores porcentajes, seguido de la obras complementarias tales como aceras, cordón y caño y zonas verdes. Por último, el movimiento de tierras y la señalización representan los rubros con menor peso.

Principalmente por la restricción del espacio a lo largo del trazado de la cicloruta se decidió la utilización de una faja ciclista y no de la pista ciclista. Esta última se conoce también como ciclobanda.

La alternativa 1 puede realizarse siempre y cuando las calzadas de las vías que corren paralelas al trazado, sean recarpeteadas, ampliadas y mejoradas logrando un acabado adecuado para obtener una superficie de rodadura de calidad. Asimismo se requiere de la construcción de la acera y del caño ya que actualmente ésta es irregular, discontinua e inexistente en ciertos puntos.

Marco Teórico

Sistemas de ciclorutas

Según la literatura, la necesidad de construir o ampliar una cicloruta está en función de varias consideraciones entre las que se pueden mencionar datos de tráfico referentes a la intensidad de movimientos de vehículos automotores, ciclistas y peatones así como otros modos de transporte; datos de accidentes como tipos, causas, víctimas y daños materiales en diferentes tramos del estudio.

Adicionalmente las características urbanas y estructurales entre las que se incluyen la existencia de centros de enseñanza como universidades y escuelas, centros de trabajo, comercio, almacenes, zonas turísticas y recreativas.

Por último los datos geométricos que constituyen el ancho de la calzada, ancho de la pista (si existe), intersecciones, pendientes medias e infraestructura vial, buscando además que el tramo sea coherente, directo, atractivo y con pendientes adecuadas que promuevan su uso.

La bicicleta como medio de transporte presenta beneficios medibles. Por ejemplo, por el bajo costo de adquisición y mantenimiento se traduce en economía de combustible, por su tamaño representa un menor espacio lo que contribuye a la realización de obras e inversiones públicas modestas, produce un bajo impacto ambiental, no produce gases ni ruido y finalmente por su facilidad de manejo y conducción puede ser un medio de transporte para todas las edades.

No obstante, presenta las siguientes desventajas: radio de acción limitado ya que no todas las personas son capaces de recorrer largas distancias o tramos con pendientes considerables, la distancia ideal está entre 2 y 4

km pero se admite un viaje normal casa-trabajo de 5 a 6 km, aunque con las bicicletas con velocidades y bajo condiciones favorables de topografía, clima e infraestructura los viajes pueden ser mayores. Finalmente, otra desventaja es su vulnerabilidad a la intemperie, al robo o a los accidentes.

Por otra parte, la implantación de la circulación segura de bicicletas deberá contemplar medidas de carácter promocional:

- Ciclorutas en sitio propio o en andén
- Ciclorutas en vía compartida o fajas ciclistas
- Medidas de pacificación del tráfico
- Señalización
- Cruces exclusivos
- Estacionamientos
- Educación en el tránsito

En ciudades tradicionales existentes no planificadas como el caso en estudio, el uso de ciclorutas en sitio propio, es decir, separadas de la calzada, se dificulta debido a la restricción de espacio en zonas de alta densidad. Debido a esto la alternativa, aunque menos segura, sería la cicloruta en vía compartida acompañadas de medidas de pacificación del tráfico.

El lugar donde se pretenda construir una ciclo vía, preferiblemente, deberá ser una zona plana (En el Manual de Diseño utilizado se establecen pendientes máximas de 10%), con estación seca prolongada, aunque la experiencia internacional lo desmiente; debe contar con espacios libres o franjas de terreno como retiros municipales, derechos de vía, franjas de protección de ríos y quebradas y terrenos mal drenados, llenos de maleza que pueden ser recuperados.

Existen algunas directrices generales para la investigación y los levantamientos, éstas tienen que ver con la evaluación de las actividades ciclísticas en la comunidad,

el tránsito y los conflictos con las bicicletas y vehículos, entrevistas a autoridades escolares e industriales sobre el uso actual de la bicicleta, contactos con autoridades locales sobre proyectos que puedan facilitar el uso seguro de este medio de transporte, además de consultas a clubes y asociaciones de ciclismo. Por otra parte, encuestas a los usuarios actuales y potenciales sobre origen y destino y los posibles enlaces con lugares como universidades, colegios, fábricas, parques, complejos deportivos, entre otros.

Asimismo es importante el levantamiento cartográfico de los tramos y áreas de interés que generalmente se extienden paralelos a los corredores urbanos y que conectan núcleos de población cercanos a lo largo de senderos públicos (servidumbres), corredores férreos hasta parques y áreas de recreación.

Infraestructuras para bicicletas

Básicamente son cuatro los tipos de ciclorutas que existen: en sitio propio o en andén, en vía compartida, bulevar para bicicletas y vías compartidas.

Cicloruta en sitio propio o en andén

Estas se encuentran separadas de las calles por un espacio abierto o una barrera que aleja el tránsito vehicular de los usuarios. Puede construirse como una faja a la derecha interna a la calzada o bien estar separada independiente a la derecha. Son tradicionalmente usadas por peatones, corredores, patinadores y ciclistas como vías de doble sentido (bidireccionales).

Pueden ser apropiadas en corredores que no son bien servidos por el sistema de calles donde hay pocas intersecciones.

Cicloruta en vía compartida

Es una parte de la calzada que se destina al uso exclusivo o preferencial de los ciclistas en las áreas urbanas, cuando el espacio es reducido y es difícil el diseño de una vía segregada, la alternativa más razonable es la implantación de

fajas para ciclistas, la cual básicamente es la asignación de una franja de la calzada destinada al tránsito motorizado para el uso exclusivo de bicicletas. Estas fajas deberán estar debidamente demarcadas para informar sobre el uso preferencial de los ciclistas.

Se implementan a través de:

- Reducción de los carriles de los vehículos.
- Eliminación de un carril de automóviles.
- Eliminación del estacionamiento lateral, excepto donde este es esencial para el uso de suelo próximo.
- Ampliación de hombrillos.

Bulevar para bicicletas

Este es una calle con bajos volúmenes de tráfico donde el movimiento de los ciclistas adquiere prioridad respecto del flujo vehicular, por tal razón deja de operar como una calle local y lo hace como una calle para ciclistas pero mantiene el acceso local para los automóviles; el control del tráfico pretende limitar los conflictos entre automóviles y ciclistas. Se introducen medidas para pacificación del tráfico que permitan controlar las velocidades del tráfico y desestimen el uso del automóvil.

Vías compartidas

Este tipo de cicloruta es una calle compartida en donde ciclistas y conductores participan de los mismos espacios, pueden ser adecuadas en calles de vecindarios con bajos volúmenes de tráfico. Hay dos tipos: fajas con sobreancho y fajas de ancho normal. Las primeras son requeridas en calles con altos volúmenes de tráfico y altas velocidades y deben permitir que un automotor pueda adelantar a un ciclista sin invadir la faja adyacente.

Generalmente el arreglo más adecuado para calles locales con menos de 3000 vehículos motorizados por día y que no son diseñadas como ciclorutas es el de calle común o compartida en la cual no es necesaria la implementación de infraestructura especial para bicicletas pero sí medidas de pacificación del tráfico.

A continuación se muestra el siguiente cuadro tomado del Manual de Diseño de Ciclovías de Bogotá, el cual hace recomendaciones acerca de la selección de la infraestructura por emplear, de acuerdo con el TPDA promedio de las calles adyacentes al tramo en cuestión.

CUADRO 1. RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CICLORUTAS.

NÚMERO PROMEDIO DE VEHÍCULOS POR DÍA	INFRAESTRUCTURA DE RUTA RECOMENDADA
<3.000	Calle común, a menos que se especifique sobre la red de ciclorutas un bulevar o una conexión señalizada.
>3.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, mejoras con medidas para pacificación del tráfico resultan aceptables.*
>3.000 <10.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, mejoras con medidas para pacificación del tráfico o fajas con sobreaño resultan aceptables.*
>10.000 <20.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, fajas con sobreaño son aceptables.*
>20.000	Ciclorutas. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, la alternativa de una infraestructura paralela debería ser desarrollada.

Figura 1. Criterio de selección de tipología

Criterios para la aplicación de tipologías

Elementos tales como definición de la sección, existencia de separadores, ancho de la calzada, número de carriles y ancho de las aceras además de los siguientes criterios:

- Volumen y velocidades del tráfico vehicular: definen el nivel y tipo de protección.
- Volumen esperado de usuarios: define anchos adecuados.
- Espacio existente: define la tipología básica (pista, faja, etc).
- Entorno urbano: define tipología y características especiales.

Diseño geométrico

Inicialmente se define el espacio útil de un ciclista. Este se compone de un ancho de 1.5 m de los cuales 0.6 m es el ancho del manubrio además de 0.2 m a cada lado para el movimiento de manos y piernas y un gálibo de 0.5 m, 0.25 m en altura. La siguiente figura muestra lo descrito:

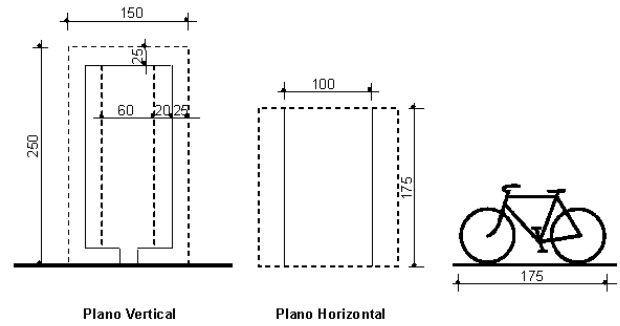


Figura 2. Espacio útil de un ciclista en cm

Pistas y fajas ciclistas

La pista ciclista está separada de la vía destinada a la circulación de otros vehículos por un elemento separador situado entre esta vía y el andén o acera de peatones.

Pueden ser unidireccionales o bidireccionales. Lo recomendable es que sean unidireccionales aunque por limitaciones de espacio pueden poseer ambos sentidos. En este caso la pista bidireccional debe ser objeto de cuidados especiales, más aún cuando el trazado es paralelo a la calle o vía y en las intersecciones.

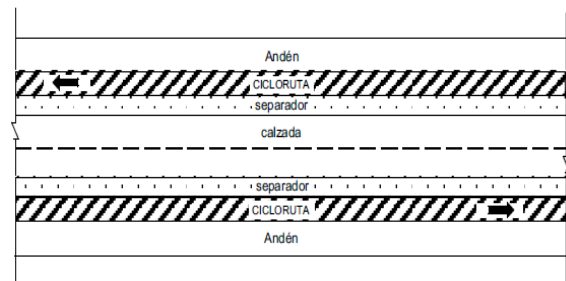


Figura 3. Pistas unidireccionales

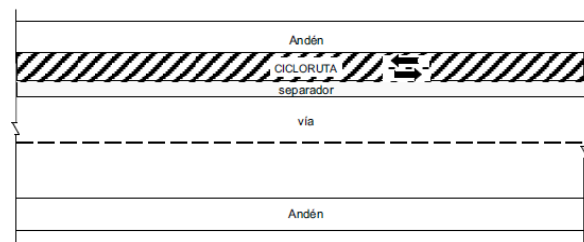


Figura 4. Pista bidireccional

La faja ciclista, por su parte, es una porción de la calzada que se asigna al uso

preferencial y exclusivo de bicicletas mediante señalización y demarcación del pavimento. Se utiliza cuando no es posible construir una pista por falta de espacio y otras variables o limitantes. La separación entre el tráfico ciclístico y vehicular se efectúa mediante un trazo de pintura asociado a un ligero desnivel u obstáculos que se superan sin dificultad.

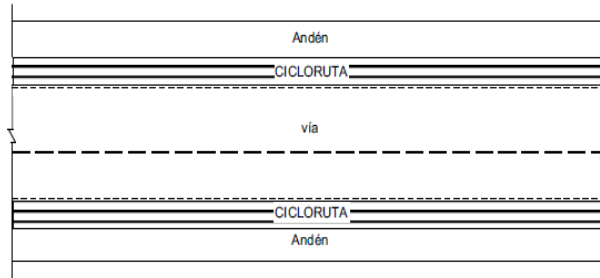


Figura 5. Fajas ciclistas

Ancho de pistas y fajas ciclistas

El ancho mínimo efectivo de las pistas unidireccionales es de 2.25 m y cuando se tienen bordes con diferencias de nivel superiores a 10 cm u obstáculos laterales, habrá necesidad de incrementar el ancho en 0.5 m, tal y como se muestra en las siguientes figuras contenidas en el Manual de Diseño utilizado como base para la realización del presente informe.

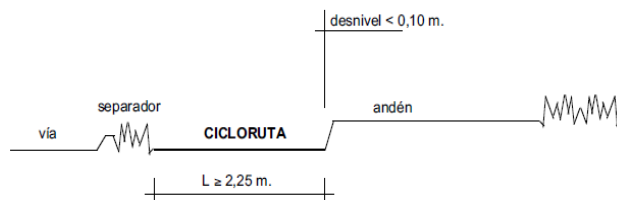


Figura 6. Sección transversal de una pista unidireccional, caso 1, Manual Bogotá.

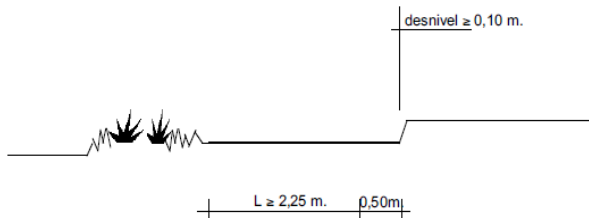


Figura 7. Sección transversal de una pista unidireccional, caso 2

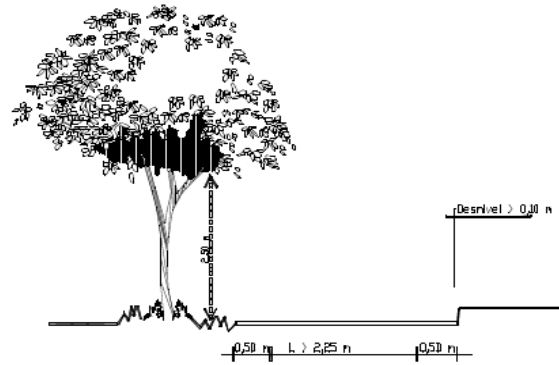


Figura 8. Sección transversal de una pista unidireccional, caso 3

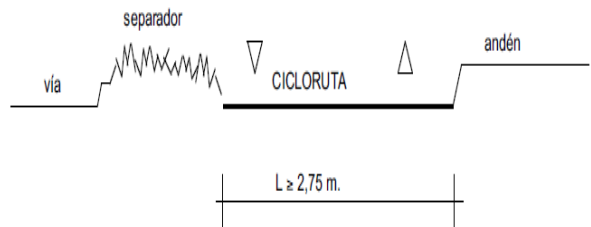


Figura 9. Sección transversal de una pista bidireccional

El siguiente cuadro muestra el ancho de las pistas bidireccionales en función del tráfico ciclista.

ANCHO DE PISTA BIDIRECCIONAL EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA.

VOLUMEN (bicicletas por día)	ANCHO EFECTIVO (m)
Hasta 1.500	2,75
Más de 1.500	3,00

FUENTE: Technical Handbook of Bikeway Design

Figura 10. Ancho de cicloruta bidireccional

En el caso de las fajas ciclistas de zonas urbanas, algunos de los factores que determinan el ancho son el estacionamiento de los vehículos motorizados, el tipo de faja, el volumen de ciclistas y el número de fajas ciclistas ya sea unidireccional o bidireccional.

Se muestra la sección transversal en la Figura 1.9 del manual mencionado y se presenta a continuación.

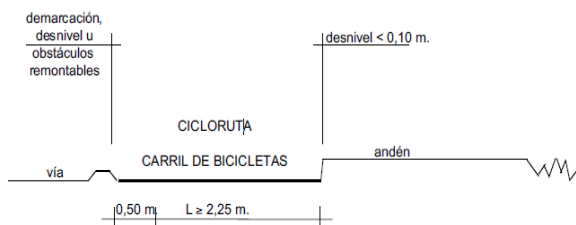


Figura 11. Sección transversal de una faja ciclista

Existen 4 tipos de fajas: las tipo 1 que son aquellas marcadas en el pavimento que no bordean zonas de parqueo, las del tipo 2 están marcadas de la misma forma que las tipo 1 pero estas bordean zonas de parqueo. Las tipo 3 son fajas protegidas por un separador y las tipo 4 son aquellas localizadas entre la línea de parqueo y un canal de tráfico motorizado, por tal razón este tipo de faja no puede ser bidireccional.

Para el proyecto en cuestión se puede pensar en utilizar fajas tipo 2 y tipo 3. Relacionado con esto se presentan dos cuadros donde se establece un ancho mínimo en función del volumen proyectado de usuarios ciclistas:

ANCHO DE FAJA CICLISTA TIPO II EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA.

DIRECCIÓN DEL FLUJO	ANCHO EFECTIVO (m)
Volúmenes mayores a 1.500 bicicletas /día	
Unidireccional	2,50
Bidireccional	3,00
a. Cuando el tráfico de la faja ciclista y la línea de parqueo adyacente van en direcciones opuestas.	3,00
b. Cuando el tráfico de la faja ciclista y la línea de parqueo adyacente van en la misma dirección.	3,25
Volúmenes menores o iguales a 1.500 bicicletas /día	
Unidireccional	1,75
Bidireccional	2,75
a. Cuando el tráfico de la faja ciclista y la línea de parqueo adyacente van en direcciones opuestas.	2,75
b. Cuando el tráfico de la faja ciclista y la línea de parqueo adyacente van en la misma dirección.	3,00

FUENTE: Technical Handbook of Bikeway Design

Figura 12. Ancho de la faja según cantidad de ciclistas

Y para el tipo 3 tómesese en cuenta el siguiente cuadro:

ANCHO DE FAJA CICLISTA TIPO III EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA

DIRECCIÓN DEL FLUJO	ANCHO EFECTIVO (m)
Volúmenes mayores a 1.500 bicicletas /día	
Unidireccional	2,50
Bidireccional	3,00
Volúmenes menores o iguales a 1.500 bicicletas /día	
Bidireccional	2,75

FUENTE: Technical Handbook of Bikeway Design

Figura 13. Ancho de la faja según cantidad de ciclistas

Cabe destacar que los anchos de pistas y fajas recomendados en el manual mencionado son algo diferentes si se comparan con otros manuales, investigaciones y experiencias propias de cada país.

Velocidad de diseño

Se considera que bajo condiciones normales (buenas condiciones climáticas, terreno plano y pavimento asfáltico) la mayoría de los ciclistas pueden mantener una velocidad de 20 km/h. Además, en la actualidad, con la tecnología implementada a las bicicletas no es extraño que se mantengan velocidades de más de 30 km/h, por tal razón una velocidad de diseño de 30 km/h brinda un buen margen de seguridad.

A partir de este parámetro se determinan el radio y el peralte de las curvas horizontales, ancho de la cicloruta y distancias de velocidad mínimas. Por otra parte, cuando la pendiente longitudinal es pronunciada el ciclista desarrolla velocidades mayores por lo que la velocidad de diseño en descensos deberá ser mayor a aquella en tramos rectos.

Pendientes

Respecto al diseño de esta variable debe tomarse en cuenta el esfuerzo que será necesario para escalarlas y los elementos de seguridad para los descensos.

Pendientes menores a 3% no causan ningún problema y se pueden desarrollar tramos largos con facilidad, además se recomienda no diseñar con pendientes mayores a 6% para no causar fatiga en los usuarios e introducir longitudes de descanso, es decir, con menor pendiente en cada cambio de pendiente que

permita al usuario acelerar antes de empezar a escalar de nuevo.

Sobreanchos

Como se mencionó anteriormente, en los descensos, el ciclista experimenta cierta aceleración la cual produce que alcance altas velocidades y que deba inclinarse para corregir su trayectoria. Por otro lado, un ciclista escalando requerirá de un ancho suficiente para poder trezarse de un lado al otro para mantener su balance. Estas situaciones pueden aumentar la posibilidad de colisión más aún cuando es una cicloruta bidireccional. Por tal razón se provee de espacio adicional a los carriles en el interior de algunas curvas y se conoce como sobreancho.

Pistas y fajas ciclistas no requieren sobreanchos cuando su longitud es menor a 75 m. En el caso de pendientes mayores o iguales a 6% siempre se diseñarán con sobreanchos tanto en descensos como ascensos.

Radios de curvatura

El radio mínimo de curvatura de una curva horizontal es función del peralte de la superficie, el factor de fricción entre la superficie de rodadura y las llantas de la bicicleta y la velocidad de diseño.

El factor de fricción es función de las condiciones de la superficie seca o mojada, deterioro, tipo y condición de las llantas, entre otros. Este valor se extrae de los valores utilizados para carreteras y se extrapolan sus valores de acuerdo con rangos de velocidad determinados.

Cuando se trata de inducir a los ciclistas a disminuir la velocidad en las cercanías de una intersección, se pueden implementar curvas de 3 a 5 m de radio para identificar el peligro, antes se puede introducir también curvas de 15 m de radio que permitan una transición adecuada; por último en tramos continuos el radio mínimo es 30 m.

Peralte

Este nunca deberá exceder el 12 % ya que puede causar movimientos lentos y una sensación de incomodidad. En caminos bidireccionales con

curvas con pendientes mayores a 4% el peralte no será mayor a 8 %.

Distancia de visibilidad

Esta es la distancia requerida por un ciclista para detenerse por completo al observar un obstáculo, depende del tiempo de percepción y reacción del ciclista, también del estado de la superficie que determina el coeficiente de fricción, la pendiente y la velocidad de diseño.

Pavimentación

Los requerimientos básicos para una cicloruta en lo concerniente a su superficie de rodadura son: regularidad, impermeabilidad, debe ser antideslizante y en lo posible de aspecto agradable. Estas condiciones no son sometidas a esfuerzos altos, lo que significa que no requieren mayor estructura que la demandada para las vías peatonales.

Este elemento deberá ser capaz de diferenciar visualmente la cicloruta con las vías adyacentes mediante la utilización de diversas coloraciones, aunado a otros dispositivos de señalización.

En Bogotá, según el manual consultado, los tipos de pavimentos que pueden ser utilizados son el concreto hidráulico y los materiales bituminosos, así como revestimientos tales como concreto asfáltico con agregados pequeños sobre una base estabilizada o tratada con cal o cemento.

Estructuras de las ciclorutas

En pistas ciclistas la sub-base constituye la fundación de la base y se compone de materiales existentes alrededor del sitio de construcción. El relleno debe componerse de material compactable en capas de 15 cm al 90% del Próctor modificado.

La base transfiere la carga vehicular hacia las capas iniciales. El material por usar deberá estar libre de materia orgánica y se recomienda una granulometría específica, además de que cumpla con las siguientes normas: y requerimientos.

- Cada capa de material debe compactarse con espesores menores a 15 cm, al 95% del Próctor modificado y debe contener la humedad óptima para alcanzar ese valor.
- La base será de menos de 15 cm después de compactada.
- La base no debe colocarse sobre superficies húmedas.
- La base debe extenderse con un sobrecancho de 30 cm a cada lado respecto de la superficie de rodadura.

Relacionado con la capa de rodadura, provee una superficie de rodadura confortable y segura, protege la base y la selección del material está en función de la resistencia por proveer, cohesión y uniformidad en el acabado, así como impermeabilidad y durabilidad.

Lo que concierne a las fajas ciclistas, su calidad depende del estado de la superficie de rodadura o calzada vigente, se deben asegurar algunos detalles:

- Tapas de pozos, tragantes y demás instalaciones deben nivelarse con la superficie de rodadura.
- En los pavimentos rígidos las juntas deben estar en buenas condiciones.
- La superficie de rodadura requiere mantenimiento regular para remover arena y tierra u otros materiales que pueden originar accidentes.
- Las varillas de las rejillas de drenaje deben ser perpendiculares al sentido del tráfico, evitando altas vibraciones y accidentes.

Tipos de pavimentos

Se tienen los pavimentos a base de concretos hidráulicos y pavimentos bituminosos. Entre los primeros se mencionan los siguientes:

- Concreto mezclado en sitio: puede tener juntas secas o selladas con material bituminoso sobre el terreno compactado.
- Posee varias ventajas entre ellas su fácil ejecución, no requiere material de préstamos para la base, manejabilidad del equipamiento, impermeabilidad y bajo costo en relación con otros tipos de pavimentos, algunas

desventajas es que puede confundirse con la acera peatonal y dificultad de acceso para reposición y conservación de redes subterráneas.

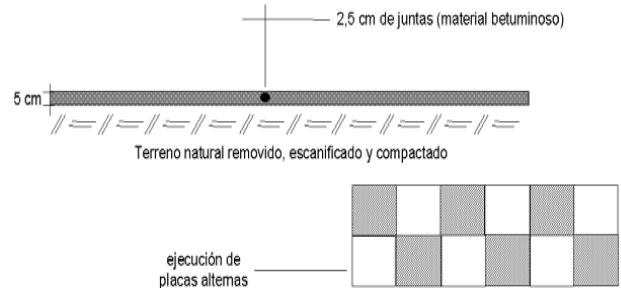


Figura 14. Pavimento en concreto hidráulico

- Concreto en placas prefabricadas: estas se apoyan sobre el terreno compactado con juntas secas selladas con material bituminoso como se muestra en las imágenes mostradas. Como ventajas están su facilidad de ejecución, su base es el terreno, puede ser de diversos colores lo que la distingue de la acera y es de fácil sustitución en caso de necesidad de reparación de redes subterráneas. Por otro lado no presenta una superficie de rodadura uniforme en el caso de una mala ejecución y pueden existir desniveles entre placas vecinas que producen pequeñas gradas que incomodan y no permiten una conducción segura.

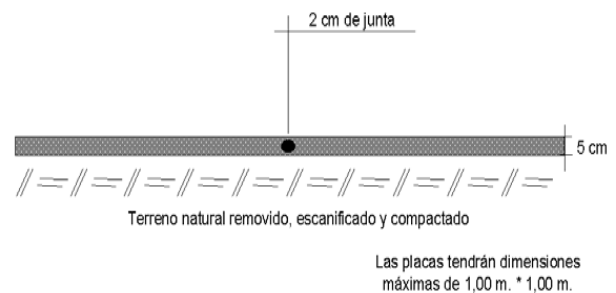


Figura 15. Pavimento en concreto hidráulico con placas prefabricadas

Los pavimentos bituminosos son bastante utilizados en la pavimentación de vías y calles; se recomiendan dos tipos:

Tratamiento superficial simple, con emulsión preferiblemente colorizada.

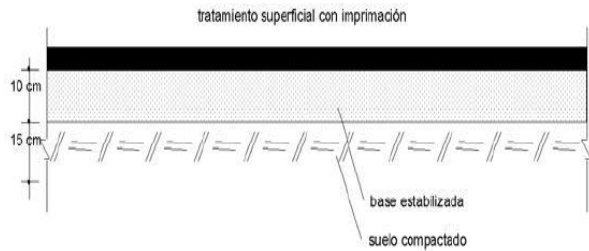


Figura 16. Pavimento con tratamiento superficial simple

- Concreto asfáltico, mezclado en frío con empleo de emulsión o con asfalto líquido.
-

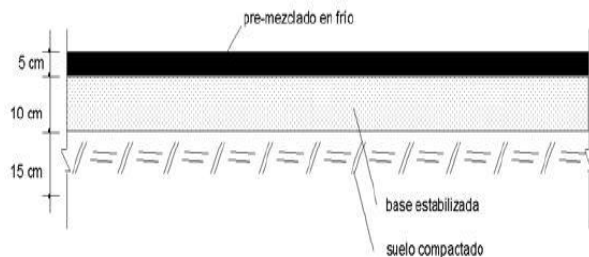


Figura 17. Pavimento con tratamiento en frío

Ambas alternativas tienen la ventaja de que su tecnología de ejecución es bastante conocida, brindan una buena superficie de rodadura y puede ejecutarse manualmente, entre sus desventajas están el alto costo por el equipamiento que es utilizado principalmente para vías o calles.

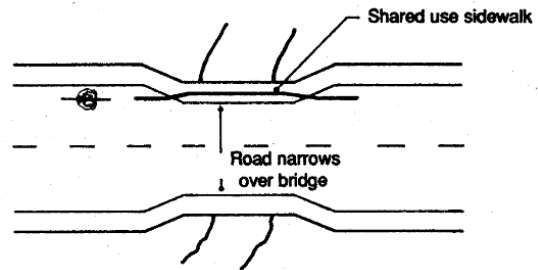
La base y sub-base se compactarán al 95% y 90% del Próctor modificado respectivamente con la humedad óptima para llegar a la máxima densidad en capas de entre 10 y 15 cm.

Respecto de los pasos de la cicloruta por puentes con poco espacio, existen algunas alternativas, se establece que al menos un ensanchamiento de 0.5 m a ambos lados hace a la vía más compatible para el tráfico de ciclistas, por otra parte cuando existe espacio en el puente se pueden implementar pasos compartidos entre peatones y ciclistas

Alternativamente, es posible añadir un paso para las bicicletas a los lados de la estructura. Esto puede ser mediante una estructura en voladizo ubicada a ambos lados del puente. Se establece que no es aconsejable la

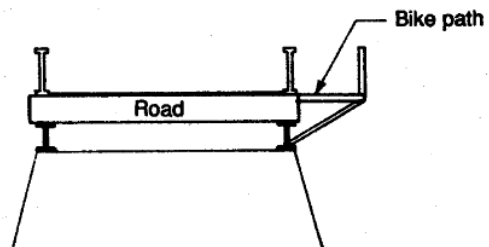
instalación de dos vías en un lado de la estructura del puente ya que esto puede crear problemas de acceso y evacuación; por tanto, a menos que las instalaciones del puente puedan acondicionarse y señalizarse adecuadamente para el acceso y salida de bicicletas, esta solución no se recomienda. (Manual diseño canadiense, 2004)

Las siguientes figuras tomadas del manual canadiense muestran algunas de estas alternativas que se pueden implementar en el caso de estudio.



SHARED USE SIDEWALK

Figura 18. Paso en puente de uso compartido



BRIDGE WITH SIDE BIKE PATH

Figura 19. Alternativa de estructura para puentes estrechos

Bicicletarios

De poco sirve cualquier esfuerzo para la promoción del uso de la bicicleta si los usuarios no cuentan con facilidades y espacios seguros para el estacionamiento de sus vehículos. En la actualidad los ciclistas tienen dos alternativas, recostar la bicicleta en paredes de almacenes, muros de residencias o recostadas con el pedal al bordillo o sardinel lo que en ocasiones significa

que la bicicleta termina en el suelo o acera obstruyendo el espacio e incomodando al ciclista.

Por tanto es necesaria la implementación de estacionamientos o bicicletarios que deben colocarse en áreas donde no interfieran con el tráfico peatonal o paradas de autobuses y donde no se desarrollen actividades de tipo invasivo sobre el espacio público.

El espacio requerido por una bicicleta estacionada es tal que pueden ubicarse cerca de 8 y 10 espacios para bicicletas en donde se estaciona un solo vehículo liviano. Una bicicleta estacionada perpendicularmente ocupa un espacio rectangular de 0.6 m por 2 m, al estacionarlas en diagonal el área se reduce a 0.75 m por 1.5 m, esta situación se muestra en el Anexo 2, Figura 7.

Existen dos tipos de estacionamiento para bicicletas de larga y corta duración. El primero es conocido como bicicletarios y es usado principalmente por usuarios que asisten a jornadas de trabajo; el segundo está destinado a diferentes usos como servicios, pasatiempos, entre otros.

La principal diferencia entre ambos tipos radica en el cuidado ante robo e interperie en función del tiempo de exposición de las bicicletas, otra diferencia son los picos de afluencia a determinadas horas generalmente en industrias y centros educativos.

Los bicicletarios deben ser cerrados, vigilados y dotados en la medida de lo posible de algún equipamiento, bombas de aire comprimido, llantas y neumáticos. Además pueden contar con casilleros o "lockers" y teléfonos públicos. Los estacionamientos de corta duración son los que permiten mantener la bicicleta en posición vertical y encadenada.

Pueden ser públicos o privados, localizados en centros educativos, industrias, instituciones y en áreas centrales donde se concentran actividades terciarias y de gran afluencia de personas.

Por su costo los bicicletarios requieren de gran número de usuarios para ser viables. Por el contrario, los estacionamientos de corta duración deben ser múltiples, espaciados y gratuitos.

Pueden construirse de materiales como concreto, estructura metálica, madera o fibra de vidrio principalmente.

La cantidad de espacios por ubicar está en función del área o de la instalación en la cual se desarrollan diversas actividades como centros educativos, industrias, parques, centros deportivos y espacios de descanso.

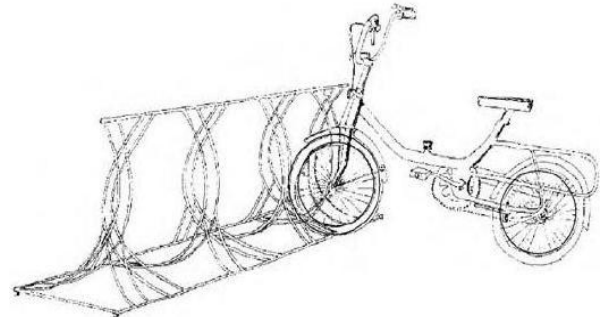


Figura 20. Estacionamiento de corta duración

Señalización

Una cicloruta bien diseñada requiere en general poca señalización. El exceso de esta puede causar problemas ya que confunde y distrae al ciclista, quien debe mantener atención en el camino y en los demás usuarios y no en la señalización.

Verticales

Son de tres tipos: reglamentación, preventivas e informativas. Las primeras indican a los usuarios las limitaciones y prohibiciones sobre su uso. Las segundas buscan avisar o advertir al usuario de la vía de la existencia de riesgos y / o condiciones peligrosas e imprevistas y su naturaleza. Deben ubicarse con la debida anticipación para que conductores y ciclistas tengan el tiempo adecuado para percibir, identificar, tomar una decisión y ejecutar la maniobra que la condición anunciada requiere. Esta distancia debe ser al menos de 25 m en áreas urbanas. Finalmente, las informativas tienen el objetivo de guiar al usuario con explicaciones relacionadas con localidades, direcciones, sitios de interés especial, intersecciones y cruzamientos, distancia recorrida y prestación de servicios.

Horizontales

Esta es utilizada en intersecciones y con un ancho mínimo de 2.8 m. Seguidamente se muestra la figura para ilustrar una configuración válida.

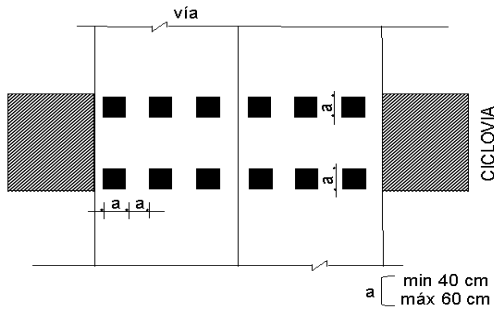


Figura 21. Cruce a nivel para ciclistas

Se pueden utilizar formas para definir prioridades en intersecciones, se acostumbra la marcación de pequeños triángulos de base entre 40 y 60 cm y 60 cm de altura como mínimo. Este símbolo indica la preferencia para la bicicleta o para los automotores y se ilustra de manera respectiva en la siguiente figura:

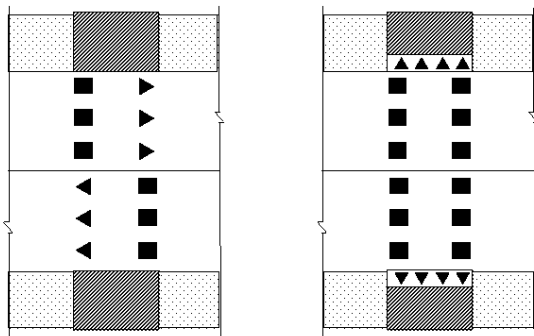


Figura 22. Prioridades en intersecciones

La cicloruta se demarca con un trazo continuo de color blanco de 25 cm de ancho que constituye una separación con el tráfico vehicular, los accesos a propiedades adyacentes se marcan con líneas discontinuas de metro en metro, en aproximaciones a los cruces se procederá de la misma manera.

A lo largo de la línea de demarcación se pueden colocar obstáculos remountables como tachones o prismas de concreto separados cada

4 m, en el caso de las ciclorutas bidireccionales la línea de separación de los carriles será de color amarillo.

Complementariamente se usa la bicicleta pintada en el pavimento para enfatizar en la utilización de la faja de pista ciclista.

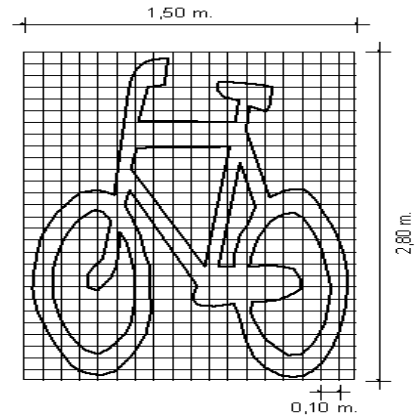


Figura 23. Bicicleta blanca pintada en el suelo

Se recomienda reiterar esta señal cada 30 m y puede complementarse con flechas y otras señales verticales.

Cabe decir que la señalización horizontal es la más importante para los ciclistas dado que estos poseen un campo visual más bajo que el de los automotores. Además los ciclistas deben mantener su vista en el suelo para mantener su equilibrio y evitar obstáculos. Lo anterior permite que los ciclistas puedan percibir más fácilmente aquello situado en el suelo.

Por otra parte, la demarcación debe llevarse a cabo sobre pavimentos relativamente indeformables, lisos y compactos por lo que no pueden utilizarse en caminos de lastre o tierra.

Las demarcaciones pueden dividirse en líneas longitudinales, transversales, símbolos y leyendas entre otras.

Las longitudinales se emplean para separar los flujos de circulación de distinto tipo u opuestos, además indican las zonas donde se puede o no adelantar (líneas continuas o discontinuas) su ancho debe ser mínimo de 10 cm y de color blanco.

Las transversales son principalmente utilizadas en cruces para indicar el lugar donde los vehículos deben detenerse. También indican sendas destinadas para el cruce de peatones o bicicletas.

Los símbolos y leyendas guían, advierten y regulan a los ciclistas, se constituyen de flechas, triángulos de CEDA EL PASO, PARE, entre otros.

La pintura para demarcación debe cumplir con normas internacionales que garanticen durabilidad en carreteras de concreto, asfalto o superficies previamente demarcadas, así como mejorar la visibilidad nocturna y secado rápido. Las innovaciones en este campo han desarrollado tecnologías conocidas como fastrack que acelera el proceso de aplicación a través de un secado rápido y una excelente adhesión de las micro esferas de vidrio que se utilizan para reflejar la luz al conductor por las noches.

Su rendimiento está en función del espesor que se desea obtener, para un espesor de 1 mils (milésima de pulgada) seco un galón rinde 30 m^2 , en aplicaciones típicas se realizan de 10 – 15 mils de espesor seco. Además el rendimiento puede verse afectado por la porosidad y pérdidas de aplicación y espesor de la película.

Estas pinturas son amigables con el ambiente, son a base de agua, no contienen plomo ni mercurio, no emiten niveles de compuestos orgánicos volátiles que son dañinos para la salud y no son inflamables.

Se pueden aplicar de manera manual con brocha, rodillo, pistola o con la utilización de equipos o máquinas aplicadoras pintabandas, requiere de agentes de disolución en una proporción de 1/8 de galón por cada galón de pintura.



Figura 24. Equipo de demarcación

En el CR-2010 se especifican los espesores así como el número de capas por aplicar sobre pavimentos nuevos y establece para pintura convencional tipo A, que la primera capa se aplicará a razón de $2.6 \text{ m}^2/\text{l}$ antes de la aplicación de las micro esferas de vidrio. Luego de esto se deben aplicar dos capas de recubrimiento de $8.8 \text{ m}^2/\text{l}$ y $3.7 \text{ m}^2/\text{l}$ respectivamente.



Figura 25. Equipo de demarcación

Pacificación de tráfico

Son todas aquellas medidas destinadas a reducir los efectos nocivos del tráfico vehicular. Este concepto surgió en Delft, Holanda, en los años 60, cuando planificadores e ingenieros buscaron reducir la velocidad del tráfico motorizado mediante la implementación de una serie de prácticas conocidas como “woonerf”. Esta experiencia creó un espacio nuevo en el cual peatones y ciclistas compartían la superficie de la vía con el tráfico motorizado, en un espacio con árboles y amoblamiento en las calles en un intento por crear un medio ambiente agradable.

Adicionalmente se desanimó el tráfico vehicular haciendo que avanzaran a paso lento en lugares donde los peatones y ciclistas tenían la prioridad de movimiento.

Esta experiencia tiene varios objetivos primordiales para mejorar la seguridad de las vías para todos los usuarios tales como disminuir el tráfico, alcanzar velocidades bajas, crear más espacios abiertos y asignar más espacio para árboles, arbustos y jardines.

Sin embargo la implementación de este tipo de experiencias no es suficiente para reducir los problemas de tráfico relacionados con el medio ambiente, deben complementarse con un conjunto de técnicas y métodos de administración de tráfico, políticas restrictivas de tráfico, de compromiso de los ciudadanos y planeación regional y urbana.

Consecuentemente para poner en marcha políticas o medidas que desestimulen el uso innecesario del automóvil, es necesario fortalecer, mejorar y ampliar el servicio de

transporte público, establecer zonas de restricción de vehículos pesados, sectorizar la ciudad de manera que las paradas de autobús no se sitúen en puntos conflictivos de tráfico vehicular y englobar todas estas variables en un plan de ordenamiento vial.

Las siguientes figuras muestran cómo el uso combinado de diversos elementos y políticas pueden crear ambientes agradables y aptos para las personas, donde los vehículos pasan a un segundo plano.



Figura 26. Ejemplos de pacificación en Julich, Alemania



Figura 28. Ejemplos de pacificación en Frankfurt, Alemania



Figura 27. Ejemplos de pacificación en ciudades de Europa



Figura 29. Faja ciclista en Barcelona, España

Introducción

Como parte de los cambios que los centros urbanos deben realizar en un futuro cercano, debido al déficit de energía que proviene de los hidrocarburos y a su alto consumo; se hace necesario que Costa Rica, como país que no posee la materia prima para producirlos, impulse alternativas sostenibles y tendientes a la disminución de su consumo, dado su alto precio en relación con otras fuentes de energía que el país produce.

Por tal razón es de vital importancia que en Costa Rica se utilicen otras formas de transporte que reduzcan el consumo del petróleo y sus derivados así como las emisiones de CO₂ de los automotores.

Una de esas alternativas es incentivar a la población en el uso de las bicicletas como medio de transporte, dotándola de una infraestructura pensada para el tránsito seguro de los ciclistas de la ciudad de Cartago, sus periferias y centros de importancia, principalmente el Polideportivo, el ITCR, el Covao, el San Luis Gonzaga, entre otros.

En Costa Rica existen algunas ciclorutas, entre ellas se puede nombrar la que une El Roble con Caldera en la provincia de Puntarenas. Esta tiene una extensión de 12 kilómetros y fue construida por el Consejo Nacional de Vialidad en el 2007. Asimismo es sinónimo de seguridad para los cientos de vecinos que utilizan la bicicleta para ir a sus trabajos, centros de estudio o a las playas.

En enero del 2009 se creó el primer tramo de la ciclovía urbana en Hatillo 3. Esta se efectuó gracias al financiamiento que la FIA Foundation le brindó al Gobierno de Costa Rica. Esta vía tiene una extensión modesta de 800 metros y 2 metros de ancho.

Es notable que en la provincia de Cartago se desarrolla una importante actividad en torno al deporte del ciclismo de montaña o de ruta y que cada vez existen más personas que se conducen a sus trabajos o lugares de estudio en bicicleta. Numerosos eventos de ciclismo de montaña programados al año y de iniciativas tales como “Ciclovía recreativa dominical, Cartago ciudad histórica” son un ejemplo de ello.

Según información suministrada por autoridades del Parque Industrial de Cartago basada en datos estadísticos de los últimos tres meses, se conoce que unos 1500 empleados se desplazan a sus puestos de trabajo entre las 6:00 am y las 7:30 am y regresan a sus hogares entre 4:30 y 5:30 pm en bicicleta. También se sabe que un promedio de 300 bicicletas más de visitantes o de empleados con horarios diferentes llegan durante el transcurso del día. En total son cerca de 3300 bicicletas diarias las que circulan desde y hacia esta zona franca al día. Esta cifra viene a reafirmar lo dicho antes acerca del amplio uso de este medio de transporte en la provincia.

Por lo tanto es conveniente promover que mayor cantidad de personas se vean motivadas e imiten esta práctica. Para ello es necesario la existencia de una ciclovía o cicloruta segura, que sea ágil, directa y que principalmente conecte puntos importantes tales como centros de producción, educación, centros agrícolas, entre otros.

Finalmente, se puede decir que en Costa Rica las ciudades están en función de los vehículos y no de los peatones, en un comentario escrito por Pedro Calvo en el periódico La Prensa Libre en el año 2009, se ilustra esta realidad *“El ciclista, admirable individuo, hombre, mujer o niño que utiliza un vehículo que hace avanzar usando sólo su propia fuerza. Lo usa para trasladarse de un lugar a otro, por su trabajo, por placer, por competencia o por ejercicio. Hoy, se juega la vida en nuestras angostas carreteras de Costa Rica*

muchas construidas para carretas y bueyes, invadidas por miles y miles de vehículos de todos los tamaños y de altas velocidades. La diferencia en tamaño y potencia, entre un furgón y una bicicleta, es comparable a la que hay entre un elefante y una hormiga. Sin embargo, con tal diferencia en tamaño y fuerza, el derecho en carretera es al cien por ciento del más grande, o sea del elefante. No dejaron para el pequeño ni el más mínimo espacio, ni el más ínfimo derecho. Los ciclistas fueron totalmente ignorados y marginados. La carretera es exclusiva para motorizados. Quien se atreve a transitar por esas calles de Dios con tan sensible vehículo, lo hace por su cuenta a sabiendas de que lleva las de perder por siempre”.

Es necesario tener muy claro que una cicloruta es una red de facilidades para la circulación de bicicletas entre dos puntos, un origen y un destino, y se compone de Ciclovías, ciclobandas y / o ciclocalles.

La vía destinada al uso exclusivo de bicicletas y que se encuentra segregada físicamente del tránsito de vehículos motorizados, se conoce como ciclovía. En casos donde el espacio es restringido, son convenientes las ciclobandas constituidas por fajas o sendas que se ubican en la calzada y que se segregan del tránsito vehicular o peatonal, solo mediante demarcación pintada u horizontal y vertical. Finalmente la ciclocalle es una vía convencional o peatonal donde circulan juntos bicicletas y automotores y donde la velocidad máxima permitida no es mayor a 30 km/h, para lo cual se utilizan medidas calmantes de velocidad (traffic calming).

Este proyecto es solo uno de los ejes de acción que la Municipalidad busca implementar para devolverle a Cartago la armonía que gozaron los habitantes del pasado. Pero en las condiciones actuales de desarrollo, es decir pretende en conjunto con demás proyectos de ordenamiento urbano hacer una ciudad más humanizada, saludable y agradable a la vista, con la intención de que al verse los excelentes resultados de este tipo de iniciativas en otros

países tales como Colombia, Chile, Venezuela, Argentina, Perú entre otros; las municipalidades del país decidan impulsar este tipo de obras.

El presente estudio persigue “*la valorización de la bicicleta como medio de transporte, además de una necesidad económica, es una conquista social que debe ser obtenida a través de esfuerzos coordinados, que no requieren estudios costosos, y sí de una buena dosis de imaginación y una firme determinación*”. (Manual de Diseño, Bogotá)

La importancia de la construcción de la cicloruta radica en brindar seguridad a los usuarios de bicicleta como medio de transporte; asimismo en que se estimula su uso. Por otra parte la construcción de la acera y la remodelación de las existentes buscan proteger al peatón y democratizar la forma en que las personas se transportan.

En resumen, el proyecto tiene como objetivo general proponer el trazado y diseño de una cicloruta en la ciudad de Cartago y periferias.

Entre los objetivos específicos se enumeran los siguientes:

- Conectar mediante esta obra, puntos importantes tales como centros de producción, educación, centros agrícolas, entre otros.
- Elaborar un diseño planimétrico y altimétrico del trazo propuesto.
- Hacer un diseño de la estructura base, sub-base, superficie de rodadura, cordón, caño, y cunetas.
- Efectuar la señalización del trazo de la ciclovía.
- Presentar el presupuesto de dicha propuesta.

Metodología

Como primer paso se propuso el trazo de la cicloruta, el cual obedeció a diversos criterios o características deseables.

Se usó el trazo propuesto por el Arq. Óscar López, quién labora en la Municipalidad de Cartago, que en su tesis de posgrado analiza los diversos escenarios en los que propone un ordenamiento territorial con base en documentos tales como “Perspectivas del Medio Ambiente Urbano 2006” (GEO GAM) y mapas del uso del suelo elaborados por el Departamento de Catastro de la Municipalidad de Cartago, realizado en el 2004.

Este trazo consta de un anillo periférico que permite conectar sitios importantes del centro y las periferias de la ciudad, entre los que se pueden nombrar la Basílica de los Ángeles, los colegios Covao y Figueres, Vicesa, los patios de la JASEC, Metrocentro, Santo Domingo Sabio, las cercanías del CUC, El Polideportivo, el colegio Miravalles y el ITCR, el Mercado Central, Lumaca y otros centros de comercio (Megasuper, Palí).

Una vez definido el trazo fue necesario un trabajo de levantamiento de información en el sitio a lo largo del estacionamiento del trazo. A continuación se resume la forma en la que se obtuvieron los datos de campo así como los instrumentos utilizados.

Se llevó a cabo un recorrido inicial por la ruta propuesta en la cual se utilizó un odómetro MARCA IVO. Dicho recorrido partió de la Plazoleta de los Ángeles y se marcó en la calle con un spray, este punto fue el 0+000. Se continuó por la ruta mostrada en la Figura 5 del Anexo 1, en tramos de 100 metros. En cada uno de estos puntos se tomaron fotografías con el objetivo de mostrar el espacio disponible, así como condiciones particulares de cada estacionamiento, tales como la existencia de alcantarillas, huecos y demás irregularidades del

relieve y finalmente para conocer la longitud aproximada del recorrido propuesto.

Por otra parte se hizo uso de ortofotos de Tejar y Ochomogo proporcionadas por la Escuela de Ingeniería en Construcción, correspondientes a la zona en estudio, ya que la precisión de estas imágenes (5 metros) es mejor a la que brindan las demás fuentes de información con que se cuenta. Estas imágenes se muestran en la Figura 5 del Anexo 1.

Adicionalmente se utilizó un gps marca Garmin, propiedad de la Escuela de Construcción, con el cual se realizó (en automóvil) un trackeo sobre la ruta escogida para obtener información de alturas y longitud de esta y luego comparar estos datos con los obtenidos de las ortofotos y del dato registrado por el odómetro.

Estas ortofotos fueron la base del perfil de alturas por utilizar para el presente estudio.

Para llevar a cabo el trazo del eje de proyecto (planimetría) se utilizó una fotografía aérea de Cartago (Ver Anexo 1, Figura 3) y una capa en formato cad correspondiente a un entramado que representa las diferentes cuadras, lotes, fincas, límites de propiedad y derechos de vía municipales. Ambas fueron proporcionadas por la Municipalidad de Cartago. La imagen fue inserta como una imagen ráster y sobre esta se trazó el eje de proyecto de la cicloruta haciendo uso de Autocad 2010. Inicialmente se procedió uniendo rectas a lo largo de las calles por las cuales se extiende la cicloruta propuesta, procurando representar al máximo la realidad. El eje de proyecto se extiende paralelo a la calzada existente en el espacio comprendido entre la línea de propiedad y cualquiera de los bordes de la calzada.

Durante la realización del trazado se tuvo la limitación de no contar con información más

precisa que permitiera obtener un eje de proyecto más cercano a la realidad, e incluso se presentaron algunas variaciones entre la imagen satelital y la capa mencionada. Esta variación se contrarrestó ajustando cada cuadra por separado sobre la imagen descrita haciendo que coincidieran. Al final se tomaron en cuenta las cuadras inmediatas al eje de proyecto y no la totalidad de la ciudad. Este arreglo permitió que las líneas que representan las calles de la capa coincidieran de mejor manera con las calles de la imagen.

Esta variación es producto de la curvatura de la tierra y las variaciones de alturas a lo largo del trazado, ya que en una foto no todos los puntos que se ven en un plano lo están.

Dicha manipulación de la información puede afectar la exactitud del estudio respecto de la realidad, aunque las variaciones son muy pequeñas respecto de la magnitud total de la cicloruta.

Aunado a la situación mencionada con anterioridad, la resolución de la imagen impidió la adecuada diferenciación entre las calles y las aceras. Además la presencia de diversos techos que sobresalen de la línea de propiedad o construcción, impidieron apreciar con el nivel de detalle adecuado para identificar la línea a partir de la cual da inicio la acera, el caño y la calzada respectivamente, por lo que el trazo resultante no pretende ser el definitivo y puede variar algunos metros respecto a la localización que debe tener en la realidad.

Los cambios en la orientación del eje de la cicloruta se contrarrestan con la creación de las curvas horizontales, los giros están determinados por el trazado planteado y los cambios de margen a lo largo del mismo, buscan evadir y alejar a los ciclistas de condiciones peligrosas, centros de comercio importantes, tramos muy congestionados y / o intersecciones con niveles importantes de tráfico vehicular.

Los lugares en donde se propusieron los cambios de un borde a otro, estuvieron determinados por la presencia de paradas de autobús o frente a lugares concurridos, en donde se hace necesaria por la sola presencia de estudiantes y trabajadores de la aplicación de

elementos de semaforización y pasos peatonales combinados con pasos para la faja ciclista que se complementarán con señalización y demarcación adecuadas.

Durante la realización del trazado sobre la imagen mencionada, se consultó constantemente la información que brindaron las fotografías a lo largo del trazado, para tener en cuenta las diversas condiciones particulares que se presentan y que requieren ser incorporadas en la planeación de la cicloruta.

Una vez que se trazó el eje de proyecto sobre la imagen mencionada, se estacionó haciendo uso de un módulo de civilcad 2008 para autocad 2010. Dicho estacionamiento coincide con el realizado durante los días de recorrido con el odómetro y con el estacionamiento fotográfico del diagnóstico de los tramos que se presenta en el apéndice.

Dado que el trazo resultante presenta una longitud considerable según los resultados brindados por el odómetro, el gps, las ortofotos y el estacionamiento hecho en civilcad, se decidió dividir el mismo en tramos según el tipo de zona que recorre, el nivel de tráfico, la pendiente y demás condiciones particulares, de esta manera se simplifica el análisis y es posible generar una estrategia según el nivel de intervención necesaria en cada uno de los tramos.

A continuación se presenta una breve descripción del recorrido y otras condiciones particulares de cada tramo.

TRAMO 1: De la Plazoleta de los Ángeles hasta la salida de Hogares Crea carretera al Volcán Irazú.

Zona residencial con espacio disponible, pendiente considerable y acera y cordón de caño irregulares y discontinuos, problema con automóviles aparcados. Intersección o cambio de margen requerido antes de cruce Hogares Crea.

TRAMO 2: De Hogares Crea paralela a la carretera hasta la intersección de la misma con la línea férrea, cerca de Vicesa. Zona paralela a carretera nacional con suficiente espacio disponible, uso de derecho de vía para actividades comerciales que obstruyen el espacio

para peatones y ciclistas. Intersección cercana a la gasolinera a 200m del puente Baily.

TRAMO 3: Del punto anterior continuando paralelo a la vía férrea pasando por la zona de los Diques hasta el Centro de Cartago cerca de Lumaca.

Zona de precarios, charrales y botaderos clandestinos, espacio disponible adecuado, topografía plana.

TRAMO 4: De la Línea del tren, próxima a Tropigas, pasando por la Jasec y Metrocentro y continuando hasta Santo Domingo Sabio hasta la entrada del bulevar hacia el Polideportivo. Zona urbana, menos espacio disponible, así como menos volumen de tránsito, intersección cerca de Metrocentro y cruces con las avenidas de entrada y salida de la ciudad hacia San José.

TRAMO 5: De la entrada del Bulevar, continuando hacia el este hasta llegar a las cercanías del Proyecto y colegio Miravalles. Zona plana con espacio disponible, presenta intersecciones en la entrada del Bulevar y en la esquina de Jumbo supermercado.

TRAMO 6: Desde costado sur del Colegio Miravalles hasta la Plazoleta de la Basílica de los Ángeles. Zona residencial con espacio disponible, además de un segmento urbano, en el cual será necesario un ordenamiento respecto de los vehículos aparcados que obstruyen el espacio para la cicloruta. Sección en contra vía 200m.

TRAMO 7: Tramo central que recorre la Avenida 6 desde las cercanías de la Basílica hasta Lumaca. Zona urbana con menos espacio disponible, zona comercial y muchos vehículos aparcados, autobuses, Mercado Central de Cartago.

La división anterior tiene el objetivo de facilitar el análisis de los requerimientos de cada tramo, así pues se generará un cuadro que resuma algunas características importantes presentes en cada tramo tales como longitud, pendiente, tipo de zona y volumen de tráfico. Esta última característica se usa como parámetro para la definición del tipo de infraestructura por utilizar en los tramos, según el Cuadro 1.2 del Manual

de diseño de Bogotá que se encuentra en el Anexo 2, Figura 6.

Diseño planimétrico

La información contenida en las ortofotos permitió exportar el trazo a un formato adecuado para trabajar en AutoCad. A partir de este se inició el trazado, el cual se insertó en una lámina proporcionada por la Municipalidad de Cartago del centro de la ciudad, se trazaron tangentes sobre la proyección xy uniendo los puntos contenidos en el tramo propuesto obteniendo el eje del proyecto del cual se desprenden los demás aspectos del diseño.

Una vez definido el eje del proyecto se procedió de la misma forma que al diseñar carreteras, por lo que se requirió del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales para el desarrollo de las curvas circulares. En el Anexo 1 se presenta la Figura 2 que contiene valores recomendados de radio de giro y otras variables de diseño que permiten comparar y determinar la validez de los resultados por obtener.

Se hizo uso del Manual de diseño usado en Bogotá, Colombia, el cual presenta la metodología para el diseño de la cicloruta y del cual se desprenden las principales variables de diseño. Cabe destacar que estas variables se determinan de igual manera en ambas fuentes mencionadas y sus resultados son muy cercanos.

Inicialmente la velocidad de diseño determina el radio de giro, el peralte, distancias de señalización y el ancho de la cicloruta. Según el Manual consultado, la velocidad de diseño adecuada es de 30 km/h.

Como parte del diseño geométrico la variable de partida fue la pendiente, la cual se desprende del perfil topográfico del trazo en cuestión.

A continuación se muestra un cuadro en el cual se resumen las velocidades de diseño en función de las pendientes.

VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO.

PENDIENTE (%)	LONGITUD (metros)		
	25 a 75	75 a 150	> 150
3 a 5	35 Km/h	40 Km/h	45 Km/h
6 a 8	40 Km/h	50 Km/h	55 Km/h
9	45 Km/h	55 Km/h	60 Km/h

FUENTE: Technical Handbook of Bikeway Design.

Figura 30. Velocidad en función de la pendiente

Anteriormente se hizo mención de la separación en tramos, en los cuales hay diferentes pendientes, por tanto cada tramo se analizó en función de su pendiente de manera separada.

Se escogió utilizar un peralte de 4%, en vista de que el Manual de Bogotá recomienda peraltes máximos de 8% en tramos con pendientes mayores o iguales a 4%, y en este caso el circuito ciclista se compone de algunos tramos con pendientes mayores a ese valor, adicionalmente 4% cumple con la evacuación de las aguas y brinda confort al usuario.

Respecto a la velocidad de diseño se hizo uso de la figura anterior en el cual se relaciona la pendiente con la longitud en metros de los tramos rectos, ya que en caso de secciones con longitudes o rectas de más de 150 metros fácilmente se alcanzan velocidades considerables.

El factor de fricción de la superficie de rodadura se estableció en 0.21. Este dato se extrajo del Manual de la AASHTO, para una velocidad de 50 km/h.

Con las anteriores variables de diseño identificadas, se consultó el Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales del SIECA, del cual se desprende el siguiente desarrollo.

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

De esta se desprende el R.min de la curva:

$$R = \frac{V^2}{127 \times (e + f)}$$

Donde:

R= es el radio de la curva.

V= la velocidad (km/h).

e= es la sobreelevación en fracción decimal.

f: es el factor de fricción lateral (AASHTO, 1999).

Seguidamente se muestra un cuadro que resume valores de radios de curvatura en función del peralte y de la velocidad de diseño. En el caso en cuestión el cuadro no tiene los valores para el peralte por usar, por lo que el radio requerido en cada curva se determinó a partir de las fórmulas anteriores.

RADIOS DE CURVATURA EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO.

VELOCIDAD DE DISEÑO	PERALTE 2%	PERALTE 12%	SUPERFICIES DESTAPADAS PERALTE 2%
20 Km/h	7,5 m	6,1 m	14,3 m
25 Km/h	11,7 m	9,5 m	22,4 m
30 Km/h	16,9 m	13,6 m	32,2 m
35 Km/h	23,0 m	18,5 m	43,8 m
40 Km/h	30,0 m	24,2 m	57,3 m
50 Km/h	46,9 m	37,9 m	89,5 m
60 Km/h	67,5 m	54,5 m	128,8 m

FUENTE: Technical Handbook of Bikeway Design.

Figura 31. Radio de la curva en función de la velocidad

Se determinó la longitud de transición de la curva Le, mediante la expresión:

$$Le = \frac{0.0702 \times V^3}{R \times C}$$

Donde:

R= es el radio de la curva (m) (3 para carreteras).

V: es la velocidad (km/h).

C: es la tasa de crecimiento de la aceleración centrípeta (m/s³).

A continuación se presenta una figura en la cual se muestran las variables necesarias para el dibujo de las curvas circulares, este desarrollo se basa en la metodología mencionada en el texto "Trazado y diseño geométrico de vías"

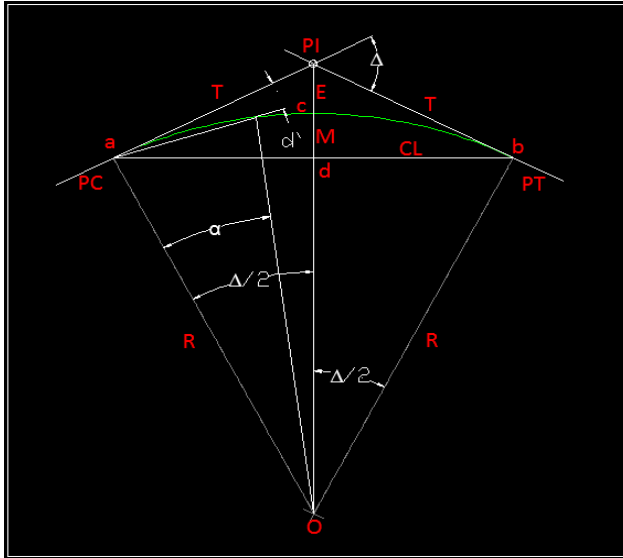


Figura 32. Elementos de una curva circular

A partir de geometría y trigonometría básica se obtienen las expresiones necesarias para el desarrollo, las cuales se enumeran a continuación:

Tangente de la curva T (m)

$$\tan \frac{\Delta}{2} = \frac{T}{R}$$

Longitud de la cuerda que subtiende el arco CL (m)

$$\text{sen} \frac{\Delta}{2} = \frac{ad}{oa} = \frac{2ad}{2R} = \frac{CL}{2R}$$

Longitud de la Externa E (m)

$$E = R \times \left(\sec \left(\frac{\Delta}{2} \right) - 1 \right)$$

Longitud de la Flecha M (m)

$$M = R \times \left(1 - \cos \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right)$$

Luego se trazan los ángulos de desviación d' y α , para diferentes puntos contenidos en la espiral, para unirlos a las tangentes inicialmente trazadas.

$$\frac{\alpha}{2} = \frac{l \times 90^\circ}{\pi \times R} = d'$$

Para concluir se procederá con el siguiente procedimiento de dibujo:

- Ubicarse en el PI y trazar un círculo con radio igual a la tangente T.
- Trazar la cuerda CL uniendo ambos puntos en donde se une el círculo trazado con las tangentes.
- Trazar un segmento desde el PI hasta la mitad de la cuerda CL
- Desde PI, abrir un círculo con radio igual a la Externa E.
- Desde el punto de la Externa, abrir un círculo de radio igual al R.min.
- Se trazan radios desde el centro del círculo R.min hasta los puntos PC y PT.
- Se procederá luego a medir ángulos α , desde el radio (segmento O-PC) y ángulos d' desde la tangente T (segmento PC-PI), tal y como se muestra en la Figura 32.
- Finalmente se trazará el arco el cual se inicia en PC y pasa por las intersecciones de los ángulos trazados en el paso anterior, hasta llegar al punto de Externa E, donde luego la curva se traza de manera simétrica.

Definida la velocidad de diseño en función de las pendientes, se debe analizar la necesidad de la implementación de sobreanchos principalmente en tramos donde la pendiente es mayor al 6%. El siguiente cuadro ilustra esa situación.

SOBREANCHOS REQUERIDOS EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO Y SU LONGITUD.

PENDIENTE (%)	LONGITUD (metros)		
	25 a 75	75 a 150	> 150
>3 y ≤6	-	20 cm	30 cm
>6 y ≤9	20 cm	30 cm	40 cm
>9	30 cm	40 cm	50 cm

FUENTE: Technical Handbook of Bikeway Design.

Figura 33. Sobreanchos en función de la pendiente

Se tomó la información de alturas de los diversos tramos y se determinaron las pendientes

promedio a cada 100 metros coincidiendo con el estacionamiento propuesto, de tal manera que haciendo uso del cuadro anterior se pudo asignar un sobreelevación requerido para cada estacionamiento y se identificaron cada una de las curvas dentro del mismo, para proponer así la incorporación o no de sobreelevaciones en las diversas curvas horizontales.

Los sobreelevaciones se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños y carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos o bicicletas en forma eficiente, segura, cómoda y económica.

Para el dibujo de los sobreelevaciones deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- En curvas circulares sin transición, el sobreelevación total debe aplicarse en la parte interior de la calzada, el borde externo y la línea de centro deben mantenerse como arcos concéntricos.
- El ancho extra debe efectuarse sobre la longitud total de transición y debe desarrollarse en proporción uniforme.
- Los bordes del pavimento deberán tener un desarrollo suave y curvado atractivamente para inducir su uso.
- Deberán detallarse en los planos adecuadamente y durante el proceso constructivo.

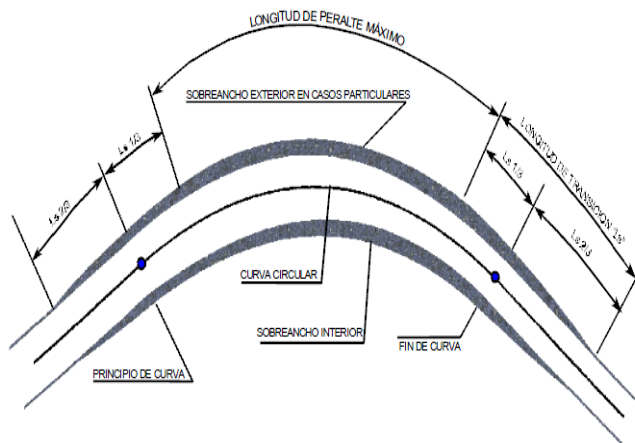


Figura 34. Transición simple de peralte y sobreelevación en curvas horizontales

Haciendo uso de la figura anterior se determina el aumento en el ancho a lo largo de la

longitud de transición tal y como se muestra en la Figura 34, en la cual se distribuye el sobreelevación iniciando desde una distancia igual 2/3 de Le o Ls (long.de transición) antes del inicio de la curva PC y hasta 2/3 de Le o Ls luego del final de la curva PT.

La transición del bombeo a la sobreelevación se lleva a cabo con lo establecido en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, específicamente utilizando la Figura 9.4.

Respecto a las distancias de visibilidad o parada se hizo uso de la siguiente expresión:

$$S = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0.694 \times V$$

Donde:

- S = distancia de visibilidad (m).
- V = velocidad de diseño (km/h).
- f = coeficiente de fricción (0.25).
- G = pendiente 10%.

Diseño altimétrico

Inicialmente se hizo uso de la información extraída de las ortofotos ya descritas. Estas brindaron la información de la altura del terreno (z) a lo largo de la trayectoria propuesta de la cicloruta; la información obtenida es de aproximadamente cada 5 metros y se procedió a ordenarla de acuerdo con el estacionamiento sugerido en la altimetría por lo que se reordenaron los datos haciendo uso del paquete computacional Microsoft Excel.

Dado que la información proveniente de las ortofotos corresponden a aproximadamente 1847 puntos de datos, se optó por sumar las distancias entre dos puntos consecutivos hasta ir acumulando de 100 en 100 metros, y de esta forma hasta completar el total de cada tramo. Cabe destacar que debido a que la información de alturas y longitudes en planta provenientes de la ortofoto se ubican en el centro de cada pixel y al no necesariamente coincidir con el trazo realizado de acuerdo con la propuesta, se tuvo dificultad a la hora de acumular valores exactos de 100 en 100 y en vez de esto se obtuvieron algunas centenas de metros con longitudes de

entre 97 y 104 metros que se alternaron con algunos valores muy cercanos a 100. De lo anterior se obtuvieron datos de altura de valores en planta aproximadamente cada 100 metros, lo que permitió generar los diversos perfiles de alturas de los diversos tramos propuestos.

Generalmente al diseñar una ruta nueva se generan tangentes a lo largo del perfil existente y de la diferencia algebraica de las mismas se obtienen las longitudes mínimas de las curvas verticales. En el caso de esta propuesta de diseño esta metodología no se llevará a cabo tomando en cuenta que el trazado propuesto es paralelo a rutas o calles ya existentes y se supone que su diseño incorporó los parámetros establecidos por las instancias pertinentes que en Costa Rica es el Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales de SIECA, por lo cual el perfil generado será considerado como el nivel de la rasante sobre la cual se llevarán a cabo diversos tipos de intervención para el emplazamiento de las fajas y pistas ciclistas.

Diagnóstico de los tramos

Como se mencionó anteriormente, se caminó a lo largo de cada tramo, recopilando información importante para el diseño y la planeación de la cicloruta. Se adjunta en el apéndice un estacionamiento fotográfico cada 100 m, el cual permitió principalmente determinar la existencia de espacio para la implantación de la faja o pista ciclista a lo largo del trazo propuesto.

Dicho estacionamiento o levantamiento busca adicionalmente mostrar condiciones particulares que pueden presentarse ante una eventual puesta en marcha de la cicloruta y que puede dar, no solo una muy buena noción de los inconvenientes o consideraciones importantes que deben tomar en cuenta quienes construirán la obra, sino también una serie de medidas no constructivas que pueden ser necesarias y que tienen que ver con el ordenamiento vial de algunos segmentos y medidas de pacificación vial a lo largo de todo el recorrido.

A partir de los resultados originados del diagnóstico de los tramos, se ideó un plan de intervención general o global para cada tramo, el cual incluye entre otras cosas el desarrollo de diferentes secciones típicas (modelos en sketch up 8), que siguen los detalles típicos y las recomendaciones de la Guía para el diseño y construcción del espacio público en Costa Rica del CFIA y el ICCYC (Ver Anexo 2, Figuras 13 y 14) que entre otras cosas establece la configuración, los materiales y elementos urbanísticos por utilizar en ciclorutas.

En cada una de las secciones propuestas se busca aprovechar el espacio existente de la mejor manera y para esto se usará el espacio sobre el caño y se implementarán rejillas de concreto que permitan la utilización de la franja correspondiente al caño que, de lo contrario, no podría ser usado y que en secciones con anchos de vía limitados son requeridos. Este detalle se muestra en el Anexo 2, Figuras 17, 18 y 19.

Para el tramo 1 se llevó a cabo un levantamiento del sitio que sirvió para medir aproximadamente 4.5 m a partir de la línea de construcción de las viviendas y demás edificaciones, estos 4.5 m corresponden a 1.5 m de acera que es el mínimo ancho que debe tener una acera según la Guía para el diseño y construcción de espacio público en Costa Rica y los restantes 3 m constituyen dos carriles cicloviarios de 1.5 m cada uno.

Al realizar esta actividad se garantiza la existencia del espacio mínimo necesario principalmente a lo largo de este tramo, para la implantación de aceras donde no las hay y de la demarcación de la faja ciclista sobre el pavimento de la calzada adyacente.

Se investigó el tipo de suelo a lo largo de los diferentes tramos, con el fin de proponer una estructura de pavimento adecuada según cada tramo, se consultó un mapa geológico escala 1:50000 creado por U.S Geological Survey, Dirección general de geología y minas e hidrocarburos y la Universidad de Costa Rica creado en 1987 y modificado por última vez en el 2008 (Ver Anexo 2, Figura 20) del cual se obtuvo la información requerida. Seguidamente se tomaron en cuenta las recomendaciones de la Guía del espacio urbano mencionada antes y de

diversos manuales de diseño de ciclovías y ciclorutas, los cuales establecen los grosores y componentes de las capas de la estructura de pavimentos de acuerdo con la clasificación del suelo obtenida.

La guía del espacio urbano clasifica para efectos de las estructuras típicas de pavimento a los suelos según su CBR en regular, malo y muy malo, luego asignan dimensiones de sub-base granular para bajo tráfico con base en esa clasificación (Ver Anexo 2, Figura 11).

Complementariamente se presentarán 3 alternativas para la estructura de la faja ciclista, la primera está en función de la suposición de que la Municipalidad asumirá la nivelación de la calzada con la acera y extenderá la calzada hasta el límite del caño con el objetivo de ensanchar la calzada existente y demarcar sobre esta la faja ciclista. Por otra parte la pista ciclista que recorrerá parte del tramo 2 y tramo 3, la cual contará con la estructura indicada en la figura del anexo que se extrajo de dicha guía.

La segunda alternativa asume que la Municipalidad no toma parte de la ampliación de la calzada ni de la demolición y nivelación de la acera y toma como base la estructura comentada en el Marco Teórico que corresponde a pavimentos bituminosos con tratamiento superficial simple (Ver Figura 16).

La última alternativa corresponde a un pavimento en concreto hidráulico mezclado en sitio, el cual se muestra en la Figura 14 del Marco Teórico.

Finalmente se asignó una sección típica a cada tramo o subtramo según se explicó y su extensión se indicará debidamente en la lámina que compone al diseño planimétrico, esto ante la dificultad que representa la falta de información que podría originarse mediante un levantamiento con estación total por ejemplo y que podría permitir la definición de la infraestructura requerida metro a metro.

Para llevar a cabo el presupuesto se cuantificará el costo total por metro de cada sección propuesta y se multiplicará por la longitud de cada tramo para obtener el costo de la

implementación de estas soluciones o alternativas.

Los valores utilizados para la realización del presupuesto fueron facilitados por el profesor Ing. Marcos Rivas. Estos costos unitarios toman en cuenta la mano de obra y equipos y son muy fieles a la realidad.

Señalización

Para llevar a cabo la señalización del trazo propuesto se hará uso de varios manuales de diseño y otras fuentes encontradas en la red.

En el apartado de anexos se resumen algunas de las recomendaciones y las distancias por utilizar para la demarcación de la cicloruta. Estas imágenes adjuntas muestran diversas condiciones que pueden presentarse y la forma adecuada en que estas pueden demarcarse.

Se presentan además las dimensiones de las flechas y demás demarcaciones principalmente la horizontal con las cuales se llevó a cabo la señalización de la faja ciclista.

Se inició a partir del trazo obtenido luego del diseño planimétrico, se utilizaron principalmente 5 señales verticales. Estas se pueden observar en el Anexo 3 antes mencionado.

Se colocarán señales de “SOLO BICICLETAS” R0-9 al inicio y al final de cada cuadra, además en los puntos en los cuales la cicloruta atraviesa vías de tráfico vehicular se hace necesario la colocación del aviso “CRUCE DE CICLISTAS” PO-14 para indicar la presencia de la misma, para esto puede ser necesario la colocación de más de una de estas señales con el objetivo de avisar a todas las vías que confluyan al cruce en cuestión.

Otra de las señales utilizadas es “CICLISTAS EN LA VÍA” PO-2 las cuales se ubicarán en las periferias de la faja ciclista. Estas buscan informar con una distancia adecuada (cuadras antes) a los conductores de la presencia de ciclistas de tal manera que estos puedan disminuir la velocidad o bien tomen otras rutas.

Finalmente se utilizaron “SUPERFICIE SEGREGADA MOTORIZADOS-BICICLOS” RO-13 y “SUPERFICIE SEGREGADA PEATONES-

BICICLOS” RO-11, ambas fueron alternadas aproximadamente cada 60 m y pretenden indicar tanto a conductores como a peatones de la presencia de una franja, faja o superficie exclusiva para la circulación de ciclistas.

Las señales horizontales buscan separar y resaltar la franja ciclista, además las señales de PARE se ubicarán antes de los cruces con vías exclusivas de tráfico vehicular e indican a los ciclistas que deben detenerse completamente antes de atravesar la vía.

Adicionalmente se utilizarán algunas señales informativas que indiquen la existencia de lugares de interés, comercio, estacionamiento de bicicletas y distancias recorridas.

Para llevar a cabo el presupuesto de la señalización se cuantificarán el número de señales verticales así como el área de pintura requerida para la demarcación horizontal y finalmente los demás elementos de separación tales como mojones y barandas. Una vez cuantificados se multiplicarán por el precio unitario de cada elemento por separado. Específicamente se investigó con empresas que se dedican a la colocación de señales verticales y el precio de instalación de cada señal oscila en 60 mil colones, pero se estableció en 50 mil colones cada una por ser más de 100 las señales por colocar.

Por otra parte se investigó el tipo, el rendimiento y el costo de la pintura reflectiva disponibles en el mercado y con base en esto se determinó la cantidad de galones de pintura por utilizar. Complementariamente se buscó información en el Consejo Nacional de Vialidad CONAVI donde se obtuvieron algunas ofertas de licitación pública (República-Limón 2010) disponibles. De estas se obtuvieron los montos de los diversos rubros tales como maquinaria y equipos, mano de obra, materiales y costos fijos. Este desglose se muestra en el apartado de resultados. Finalmente se indagó en el precio de los elementos de separación para obtener el costo de los mismos.

Diseño pluvial

Se pretende dimensionar el caño a lo largo del recorrido de la cicloruta para que recoja y conduzca el agua de la calzada y la faja ciclista junto con el agua proveniente de las viviendas y / o predios adyacentes. No contempla el caño del borde opuesto, ni la interconexión con los elementos de alcantarillado existentes tales como tragantes y pozos pluviales. Se asume que el sistema existente tiene la capacidad hidráulica adecuada.

No se calcularán las dimensiones del caño rectangular propuesto para cada estación, es decir, cada 100 m. En su lugar el análisis se limitará a aquellos puntos en los cuales la pendiente es alta y la cuenca aportadora es grande, en los demás puntos se requerirá de menores secciones con capacidades menores en las que el diámetro no será menor a 200 mm como se establece en la norma de Acueductos y Alcantarillados, AyA.

Tiempo de concentración

Según recomendación del Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias para edificaciones en áreas urbanizadas de menos de 1 hectárea, puede suponerse un tiempo de concentración menor a 5 minutos, esto ya que la separación entre tragantes será máximo de 100 m y por tanto no deberán recoger el agua de áreas mayores a 10000 m².

Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia para el dimensionamiento de la tubería pluvial se determinará por medio de la información de mapas de isoyetas disponibles en el Código mencionado y uno elaborado por el Instituto Meteorológico Nacional IMN del año 2005, el cual se muestra en el Anexo 2, Figura 21. Este valor es 150 mm/hr.

Coeficientes de escorrentía

Se utilizarán los siguientes coeficientes de escorrentía para la determinación del caudal de diseño a través de la fórmula Racional y para un periodo de retorno de 10 años.

$$C_{vialidad\ calles} = 0.81$$

$$C_{techos} = 0.83$$

Caudal de diseño

El caudal de diseño se determinará a partir de la fórmula racional.

$$Q = \frac{CIA}{3600}$$

Donde:

- Q = Caudal (l/s)
- C = coeficiente de escorrentía
- I = Intensidad de lluvia (mm/hr)
- A = área de la superficie (m²)

Parámetros de diseño

Del desarrollo para el dimensionamiento de canales y alcantarillas de Manning, se calcularán las dimensiones requeridas para la conducción del caudal hidrológico calculado a partir del método racional.

$$V = \frac{1}{n} \times R_3^2 \times S_2^1$$

Donde:

- V = velocidad (m/s)
- R = radio hidráulico (m)
- S = pendiente (m/m)
- n = coef. Rugosidad

A partir de la fórmula de caudal se pueden realizar algunas simplificaciones.

$$Q = V \times A$$

Donde:

- Q es el caudal (l/s)
- A = área de la superficie (m²)
- V = velocidad (m/s)

Se obtiene una expresión que permite conocer el área necesaria para que fluya el caudal calculado, con esto se busca obtener un caudal hidráulico que debe ser mayor que el hidrológico calculado inicialmente.

$$\frac{Q}{A} = \frac{1}{n} \times R_3^2 \times S_2^1$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R_3^2 \times S_2^1 \times A$$

Se asumirá una sección cuadrada para la cuneta o caño, y se obtendrá la expresión del radio hidráulico para dicha sección, partiendo de la definición de radio hidráulico.

$$R = \frac{\text{área mojada}}{\text{perímetro mojado}}$$

$$R = \frac{l^2}{4l} = \frac{l}{4}$$

Luego el radio y el área se expresan como función del lado del cuadrado para obtener así esta dimensión.

$$\frac{Q \times n}{S_2^1} = \left(\frac{l}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \times l^2$$

$$\frac{Q \times n}{S_2^1} \times 4_3^2 = (l)^{\frac{2}{3}} \times l^2$$

$$\frac{Q \times n}{S_2^1} \times 4_3^2 = (l)^{\frac{8}{3}}$$

$$\left(\frac{Q \times n \times 4_3^2}{S_2^1}\right)^{3/8} = l$$

Al no utilizarse tuberías, sino más bien canales o cunetas de secciones cuadradas y rectangulares, no es necesario realizar verificaciones de fuerza tractiva, pero sí se revisarán las velocidades del flujo para que se mantengan en los regímenes recomendados.

Resultados

Tras la descripción de los métodos, reglamentos y manuales consultados, en este apartado se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con el orden en que se desarrollaron cada uno de los objetivos planteados. A saber:

- Diseño planimétrico o geométrico del eje de proyecto.
- Altimetría del trazado.
- Estructura de pavimentos, definición del tipo de infraestructura para la cicloruta, dimensionamiento sistema pluvial.
- Señalización y demarcación.
- Costo aproximado de la propuesta.

Seguidamente se presentan una serie de cuadros que resumen los aspectos relevantes para el diseño geométrico de la propuesta.

El siguiente indica el tipo de infraestructura por utilizar para cada uno de los tramos propuestos, así como la pendiente máxima y promedio resultantes del trazado planteado.

CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS EN LOS DIVERSOS TRAMOS						
TRAMO	long. (m)	Pend. prom. (%)	Pend. máx. (%)	Tipo de zona	Volumen de tránsito	Tipo infraest. a usar
1	1862.33	4.68	7.80	Zona comercio residencial	3000 - 500	Faja ciclista
				Zona residencial alta y baja densidad		
2	2477.72	-1.94	-7.62	Zona residencial de baja densidad	10000 - 3000	Pista y faja ciclista
3	1103.56	-1.45	-10.70	Zona residencial de baja densidad	3000 - 500	Pista y faja ciclista
				Área de afectación del Reventado		
				Zona residencial alta densidad		
4	1775.49	-2.26	-5.48	Zona residencial alta densidad	10000 - 3000	Faja ciclista
				Zona de comercio residencial industrial		
				Zona comercio residencial		
5	1648.19	-1.00	-9.86	Zona comercio residencial	10000 - 3000	Faja ciclista
				Zona residencial de baja densidad		
6	1773.68	1.82	9.15	Zona residencial alta densidad	3000 - 500	Faja ciclista
				Zona comercio residencial		
7	1388.59	1.44	2.63	Zona comercio residencial	20000 - 10000	Faja ciclista
				Zona comercio central		
				Zona de comercio residencial industrial		

Los valores negativos de la pendiente indican únicamente que se desciende, los positivos indican ascenso.

La información de del cuadro anterior se obtuvo de la manipulación de los datos topográficos obtenidos de las ortofotos. El cuadro muestra la extensión de cada tramo, la clasificación del tipo de zona según el Plan Regulador de Cartago (Ver Anexo 1, Figura 4), el volumen de tránsito según SIECA (Ver Anexo 1, Figura 1) el cual clasifica a las calles por donde se extenderá la cicloruta como colectoras suburbanas en su mayoría.

Como se observa, en todos los tramos se usarán fajas ciclistas principalmente por la disposición del espacio disponible y en el tramo 2 sí será posible la construcción de una pista ciclista (específicamente en el tramo comprendido entre Hogares Crea y aprox. 200 m antes del Puente Bailey) al igual que en el tramo 3 paralelo a la vía férrea.

Respecto al diseño planimétrico, la variable de partida es el ángulo delta que resultó de la unión de las diversas tangentes que fueron trazadas al inicio del estudio. Por otra parte se resumen los datos tales como velocidad de diseño, radio de la curva, longitud de transición y

distancia de visibilidad o parada para cada una de las 53 curvas horizontales resultantes. La diferencia de colores en el cuadro indica cada uno de los 7 tramos resultantes del trazado.

Junto a estos valores se obtuvieron algunas otras variables de diseño que forman parte principalmente del procedimiento de dibujo de las curvas, algunos de ellos son longitud del arco que compone la curva, la tangente, la cuerda, la externa y la flecha. Estos valores se muestran en los cuadros de la lámina A1-1.

Se utilizó un peralte de 4% para el bombeo del agua que cae en parte de la calzada y la totalidad de la faja ciclista. Debido a ello esta no tendrá pendiente hacia los costados de la misma como se recomienda, sino más bien en una sola dirección buscando que el agua fluya directamente hacia la rejilla de concreto o caño disponible en uno de los costados de la calzada.

Las velocidades varían de los 35 a los 55 km/h y son función de la pendiente como se mencionó en la metodología.

CUADRO 2. VARIABLES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS HORIZONTALES								
Curva	V. diseño (km/h)	Sobreelev. e (%)	F.fricción	Δ (grados)	Rc (m)	Le (m)	d. visibilidad (m)	Comprobación
1	35.00	4.00	0.21	4.37	38.58	26.00	38.02	Bien
2	35.00	4.00	0.21	26.53	38.58	26.00	38.02	Bien
3	35.00	4.00	0.21	13.51	38.58	26.00	38.02	Bien
4	35.00	4.00	0.21	7.79	38.58	26.00	38.02	Bien
5	35.00	4.00	0.21	16.40	38.58	26.00	38.02	Bien
6	35.00	4.00	0.21	16.63	38.58	26.00	38.02	Bien
7	35.00	4.00	0.21	11.31	38.58	26.00	38.02	Bien
8	40.00	4.00	0.21	9.54	50.39	29.72	45.69	Bien
9	40.00	4.00	0.21	16.86	50.39	29.72	45.69	Bien
10	40.00	4.00	0.21	9.12	50.39	29.72	45.69	Bien
11	40.00	4.00	0.21	5.34	50.39	29.72	45.69	Bien
12	40.00	4.00	0.21	5.23	50.39	29.72	45.69	Bien
13	40.00	4.00	0.21	10.08	50.39	29.72	45.69	Bien
14	40.00	4.00	0.21	10.55	50.39	29.72	45.69	Bien
15	40.00	4.00	0.21	8.37	50.39	29.72	45.69	Bien
16	45.00	4.00	0.21	18.44	63.78	33.43	53.92	Bien
17	40.00	4.00	0.21	20.05	50.39	29.72	45.69	Bien
18	50.00	4.00	0.21	45.13	78.74	37.15	62.71	Bien
19	35.00	4.00	0.21	10.38	38.58	26.00	38.02	Bien
20	50.00	4.00	0.21	22	78.74	37.15	62.71	Bien
21	50.00	4.00	0.21	9.9	78.74	37.15	62.71	Bien
22	50.00	4.00	0.21	6.43	78.74	37.15	62.71	Bien
23	50.00	4.00	0.21	4.85	78.74	37.15	62.71	Bien
24	50.00	4.00	0.21	5.44	78.74	37.15	62.71	Bien
25	50.00	4.00	0.21	16.56	78.74	37.15	62.71	Bien
26	50.00	4.00	0.21	10.82	78.74	37.15	62.71	Bien
27	50.00	4.00	0.21	13.44	78.74	37.15	62.71	Bien
28	50.00	4.00	0.21	11.42	78.74	37.15	62.71	Bien
29	40.00	4.00	0.21	11.1	50.39	29.72	45.69	Bien
30	40.00	4.00	0.21	9.91	50.39	29.72	45.69	Bien
31	35.00	4.00	0.21	11.91	38.58	26.00	38.02	Bien
32	40.00	4.00	0.21	6.6	50.39	29.72	45.69	Bien
33	40.00	4.00	0.21	17.98	50.39	29.72	45.69	Bien
34	40.00	4.00	0.21	6.07	50.39	29.72	45.69	Bien
35	40.00	4.00	0.21	18.64	50.39	29.72	45.69	Bien
36	35.00	4.00	0.21	8.67	38.58	26.00	38.02	Bien
37	35.00	4.00	0.21	9.51	38.58	26.00	38.02	Bien
38	35.00	4.00	0.21	8.42	38.58	26.00	38.02	Bien
39	35.00	4.00	0.21	19.59	38.58	26.00	38.02	Bien
40	40.00	4.00	0.21	8.12	50.39	29.72	45.69	Bien
41	45.00	4.00	0.21	6.36	63.78	33.43	53.92	Bien
42	45.00	4.00	0.21	13.49	63.78	33.43	53.92	Bien
43	45.00	4.00	0.21	7.28	63.78	33.43	53.92	Bien
44	45.00	4.00	0.21	7.81	63.78	33.43	53.92	Bien
45	45.00	4.00	0.21	9.06	63.78	33.43	53.92	Bien
46	55.00	4.00	0.21	10.92	95.28	40.86	72.06	Bien
47	55.00	4.00	0.21	9.82	95.28	40.86	72.06	Bien
48	45.00	4.00	0.21	4.74	63.78	33.43	53.92	Bien
49	45.00	4.00	0.21	20.61	63.78	33.43	53.92	Bien
50	35.00	4.00	0.21	5.11	38.58	26.00	38.02	Bien
51	35.00	4.00	0.21	7.56	38.58	26.00	38.02	Bien
52	40.00	4.00	0.21	15.93	50.39	29.72	45.69	Bien
53	45.00	4.00	0.21	61.14	63.78	33.43	53.92	Requiere M

Se llevó a cabo una verificación respecto de la distancia de visibilidad o de parada de las diferentes curvas y resultó que únicamente en una de ellas curva 53, la distancia de visibilidad requerida fue mayor a la disponible o L_v que es la longitud de transición de la curva. Cabe mencionar que esta curva contará con un área verde donde se ubicarán bancas, estacionamientos de corta duración, árboles, jardines y otros elementos urbanísticos para aprovechar los espacios municipales que en la actualidad se pierden.

El cuadro siguiente muestra la información correspondiente a la ubicación en el estacionamiento de cada una de las curvas y sus puntos característicos tales como el principio de la curva PC, el principio de tangente PT, el PI que es el punto donde se intersecan las tangentes que dan origen a la curva y finalmente la ubicación en el estacionamiento de longitudes iguales a $2/3$ de L_v , que son importantes para la distribución de la sobreelevación y peralte, así como para conocer la longitud desde la cual se da inicio a la franja adicional correspondiente al sobreancho de las curvas que lo requieran.

La información de este cuadro se obtuvo del diseño planimétrico constituido por el eje de proyecto que fue estacionado mediante civilcad.

El número de curvas en cada tramo es función de la configuración del espacio disponible y las características propias a lo largo de este.

Así, en el tramo 1 resultaron 15 curvas, en el 2 también se obtuvieron 15, en el tramo 3 únicamente 5 curvas debido a que recorre paralelo al corredor férreo que presenta pocas curvas.

El tramo 4 presenta 5 curvas ya que al recorrer un área más céntrica, son los giros los que permiten los cambios de dirección y no las curvas.

El tramo 5 paralelo al bulevar del polideportivo, cuenta con 8 curvas y el tramo 6 posee 5, para finalizar el tramo 7 no presenta curvas horizontales.

CUADRO 3. ESTACIONAMIENTOS DE LOS PUNTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES					
Curva	2/3Le a PC	PC	PI	PT	PT a 2/3Le
1	559.66	585.39	611.39	637.39	663.12
2	687.32	713.05	739.05	765.05	790.78
3	1005.32	1031.05	1057.05	1083.05	1108.78
4	1156.65	1182.38	1208.38	1234.38	1260.11
5	1204.31	1230.04	1256.04	1282.04	1307.77
6	1224.91	1250.64	1276.64	1302.64	1328.37
7	1256.60	1282.33	1308.33	1334.33	1360.06
8	1296.80	1322.53	1348.53	1374.53	1400.26
9	1395.19	1428.78	1458.50	1488.22	1521.81
10	1438.14	1471.73	1501.45	1531.17	1564.76
11	1479.50	1513.09	1542.81	1572.53	1606.12
12	1538.62	1572.21	1601.93	1631.65	1665.24
13	1571.95	1605.54	1635.26	1664.98	1698.57
14	1605.73	1639.32	1669.04	1698.76	1732.35
15	1645.24	1678.83	1708.55	1738.27	1771.86
16	2305.95	2339.54	2369.26	2398.98	2432.57
17	2948.49	2991.01	3024.44	3057.87	3100.39
18	3034.84	3068.43	3098.15	3127.87	3161.46
19	3073.90	3126.39	3163.54	3200.69	3253.18
20	3285.67	3311.40	3337.40	3363.40	3389.13
21	3309.95	3335.67	3372.82	3409.97	3435.69
22	3316.75	3369.24	3406.39	3443.54	3496.03
23	3433.51	3486.00	3523.15	3560.30	3612.79
24	3514.09	3566.58	3603.73	3640.88	3693.37
25	3643.63	3696.12	3733.27	3770.42	3822.91
26	3704.97	3757.46	3794.61	3831.76	3884.25
27	3739.80	3792.29	3829.44	3866.59	3919.08
28	3775.14	3827.63	3864.78	3901.93	3954.42
29	3808.89	3861.38	3898.53	3935.68	3988.17
30	3852.22	3904.71	3934.43	3964.15	4016.64
31	4283.14	4316.73	4346.45	4376.17	4409.76
32	4377.07	4410.67	4436.67	4462.67	4496.27
33	4413.77	4439.49	4469.21	4498.93	4524.65
34	4465.33	4498.92	4528.64	4558.36	4591.95
35	4928.36	4961.95	4991.67	5021.39	5054.98
36	5568.75	5602.34	5632.06	5661.78	5695.37
37	5614.75	5648.35	5674.35	5700.35	5733.95
38	6028.69	6054.42	6080.42	6106.42	6132.15
39	6082.19	6107.92	6133.92	6159.92	6185.65
40	6752.81	6778.54	6804.54	6830.54	6856.27
41	7570.31	7596.03	7625.75	7655.47	7681.19
42	7610.03	7643.63	7677.06	7710.49	7744.09
43	7702.78	7745.30	7778.73	7812.16	7854.68
44	7738.78	7781.30	7814.73	7848.16	7890.68
45	7765.70	7808.22	7841.65	7875.08	7917.60
46	8030.36	8072.88	8106.31	8139.74	8182.26
47	8195.11	8237.63	8278.49	8319.35	8361.87
48	8285.90	8349.42	8390.28	8431.14	8494.66
49	8824.62	8888.14	8921.57	8955.00	9018.52
50	9176.33	9218.85	9252.28	9285.71	9328.23
51	9732.28	9774.80	9800.80	9826.80	9869.32
52	9822.29	9848.02	9874.02	9900.02	9925.75
53	9925.66	9951.38	9981.10	10010.82	10036.54

Seguidamente se presenta un cuadro que resume algunas características resultantes de los tramos de la cicloruta. En este se muestra la longitud resultante de cada tramo, así como la totalidad de toda la cicloruta. La diferencia entre ambas es de aprox. 0.58%. También puede observarse que la diferencia en las mediciones de la altura es entre 3 y 5 metros. No obstante muestra un comportamiento muy similar en los valores de delta h que dan validez a los perfiles generados, ya que confirma que aunque los valores de altura absolutos no son los mismos, las alturas obtenidas representan la realidad de los tramos de manera relativa.

Todos los tramos presentan una sola pendiente, es decir, se va con la pendiente o contra ella. El tramo 2, por su parte, presenta un segmento en que se transita contra la pendiente y otro en el que se transita cuesta abajo. Esta situación puede observarse de mejor manera en los perfiles generados más adelante.

Específicamente puede resumirse que al recorrer los tramos en el sentido descrito en secciones anteriores, el tramo 1 presenta una escalada con pendiente considerable hasta llegar a Hogares Crea y en 1800 m se escalan aproximadamente 90 m.

El tramo 2, como se mencionó con anterioridad, presenta una leve pendiente hasta el Puente Bailey, punto a partir del cual da inicio el subtramo en descenso donde es de esperarse que los ciclistas alcancen mayores velocidades. A raíz de esta condición el cuadro siguiente presenta para el tramo 2 dos valores de delta h.

El tramo 3 es principalmente plano y es el que presenta una menor diferencia de alturas entre el punto inicial y final, aunque presenta una leve inclinación en dirección al centro de Cartago paralelo a la línea férrea.

El tramo 4 es el que presenta una mayor diferencia. Esto se debe a que varió ligeramente el recorrido a la altura de Barrio Fátima.

El tramo 5 presenta una topografía plana hasta las cercanías del Proyecto Manuel de

Jesús, punto a partir del cual se tienen pendientes mayores y donde la aceleración de los ciclistas lógicamente producirá altas velocidades.

El tramo 6 da inicio en el punto más bajo de toda la cicloruta aprox. 1395 msnm en las cercanías del plantel de la Municipalidad. En este punto se haya uno de los segmentos con mayor pendiente donde los ciclistas que asciendan experimentarán algún grado de esfuerzo de acuerdo con su estado físico y experiencia. Por su parte quienes descendan deberán regular su velocidad ante la aceleración que experimentarán.

El tramo 7 recorre una topografía plana de alto tránsito y actividad comercial.

Finalmente se obtuvieron dos datos adicionales de la longitud total de la cicloruta propuesta. El primero es el que se obtuvo mediante el uso del odómetro, según el cual durante el día 1 se tuvo una marca de 6995 m y durante el segundo día 5265 m, para un total de 12260 m. Este valor difiere del resultado obtenido de la ortofoto en un 1.92%. El segundo dato proviene del estacionamiento del trazo hecho en autocad y el cual fue estacionado como se mencionó con anterioridad con civil cad. Este valor es de 11711.28 m que difiere con el dato de la ortofoto en 2.65%.

Todos los resultados se compararon con el valor obtenido de la ortofoto 12029 m ya que este dato tiene mayor exactitud tal y como se indicó en la metodología.

CUADRO 4. LONGITUDES, ALTURAS Y PENDIENTES DE LOS TRAMOS									
Fuente	Tramo	l (m)	h inicial (m)	h final (m)	h máx (m)	Δh_1 (m)	Δh_2 (m)	pend. prom (%)	Lt (m)
Ortofoto	1	1862.33	1426.90	1517.10	1517.10	90.20		4.68	
	2	2477.72	1517.50	1470.80	1542.10	46.70	71.30	-1.94	
	3	1103.56	1470.70	1454.80	1470.70	15.90		-1.45	
	4	1775.49	1454.70	1414.60	1454.70	40.10		-2.26	
	5	1648.19	1414.60	1394.60	1414.60	20.00		-1.00	
	6	1773.68	1395.00	1426.70	1426.70	31.70		1.82	
	7	1388.59	1433.30	1453.00	1453.00	19.70		1.44	12029.55
Google earth	1	1880.00	1431.00	1521.00	1521.00	90.00		5.70	
	2	2470.00	1521.00	1476.00	1548.00	45.00	72.00	4.60	
	3	1110.00	1474.00	1457.00	1474.00	17.00		1.50	
	4	1670.00	1457.00	1421.00	1457.00	36.00		0.30	
	5	1660.00	1419.00	1390.00	1419.00	29.00		2.60	
	6	1790.00	1399.00	1431.00	1431.00	32.00		3.80	
	7	1380.00	1438.00	1458.00	1458.00	20.00		2.60	11960.00

Adicionalmente a esta información se adjuntan imágenes satelitales de la ciudad de Cartago obtenidas con el programa Google earth, 2011. Estas muestran la ubicación de cada uno de los tramos en color amarillo, así como los puntos importantes antes mencionados; además un perfil de altura de cada uno, obtenidos con el mismo software y que dieron origen a parte de los datos del cuadro anterior.

El tramo 1 presenta una diferencia entre el punto inicial y final de 90 m. Esto hace que este tramo sea uno de los que presenta mayor pendiente. El tramo 2 tiene una sección en la que se suben 46 m y luego a partir del puente Bailey en dirección oeste se descienden 71 m. Este subtramo presenta también pendientes considerables de entre 5 y 9%.

El tramo 3 es el más plano. En este la diferencia entre los puntos inicial y final es de 15 m por lo que presenta pendientes suaves.

El tramo 4 presenta una variación de 40 m. desde las cercanías de Tropigas hasta la entrada del bulevar al polideportivo.

El tramo 5 está compuesto de un recorrido plano paralelo al bulevar, luego a partir de la intersección de Jumbo Supermercado hacia el Proyecto Manuel de Jesús Jiménez, se descienden aprox. 20 m lo que representa una pendiente considerable.

El tramo 6 inicia en el punto más bajo de toda la cicloruta, presenta una escalada con pendiente cercana a 9% que termina cerca del bulevar hasta el TEC, luego de este punto el trazado es relativamente plano hasta la Basílica de los Ángeles.

El tramo 7 se extiende sobre Avenida 6, presenta una ligera pendiente hasta las cercanías de Tropigas, punto que se encuentra aproximadamente 20 m por encima del punto de partida inicial.

Por otra parte se muestran los puntos en los cuales la faja ciclista cambia de costado a lo largo de la calzada sobre la cual se extiende la misma, también algunos otros puntos críticos tales como giros, intersecciones y pasos a la altura de los bulevares.

TRAMO 1

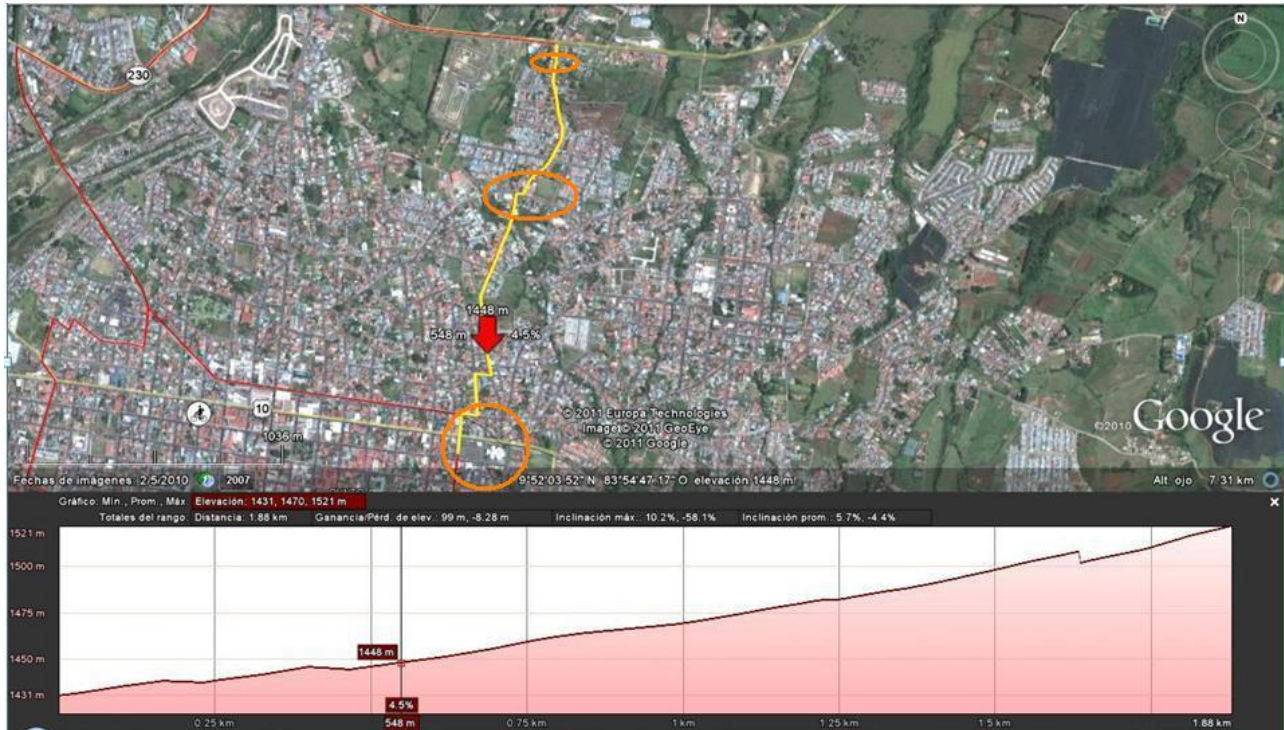


Figura 35. Tramo 1

En esta figura se indican puntos importantes que en este tramo, la Basílica de los Ángeles, el área cercana a la Escuela de San Blas y por último la zona en la cual se da el cambio de borde de la cicloruta en la calzada. Así mismo es importante mencionar que el trazado de la faja ciclista se orientará sobre el borde derecho de la calzada en sentido hacia el norte, cuenta con 4 giros, el primero en la estación 0+148 m aproximadamente, el segundo en 0+210 m. El tercero se ubica en el 0+452 m, el cuarto en los 0+508 m y el quinto se encuentra cercano a la Escuela de San Blas en la estación 1+188 m.

Por último aproximadamente en el 1+744 m se da el cambio de borde de la cicloruta mencionado con el objetivo de evitar que la faja ciclista deba cruzar la carretera al volcán y de esta manera no se originen conflictos viales mayores.

La figura del costado muestra esta situación. Es importante mencionar que a pesar de que la calzada es estrecha en este punto, se cuenta con espacio suficiente al costado derecho de la calzada (Ver Figura 19 del Apéndice) para que pueda ampliarse la misma y generar de esta

forma el espacio necesario para que este cruce no se vea limitado en su capacidad vehicular.

Este cuenta con 15 curvas horizontales y todas ellas requieren sobreelevaciones de 30 y 40 cm.



Figura 36. Cerca de estación 1+800 m, cambio de lado

TRAMO 2



Figura 37. Tramo 2

Este tramo recorre, como se observa, paralelo a carretera a Tierra Blanca, cuenta con 15 curvas horizontales y 14 de ellas requieren sobreelevaciones de 30 y 40 cm. Se indican con color anaranjado lugares de interés que recorre, además de los cambios de borde de la cicloruta sobre la calzada existente.

De derecha a izquierda se ubica Hogares Crea en el inicio del tramo. Más adelante en la estación 2+647 m se da el cambio de borde que pasa de izquierda a derecha en dirección oeste, aprovechando que en el lugar se encuentra una parada de autobús, algunos metros antes de la estación de gasolina y de la intersección cercana que presenta alto tránsito e incluye muchos camiones pesados.

Luego se tiene el puente Bailey que según el perfil mostrado es el punto de mayor altura de todo este tramo. A partir de este punto la pendiente es mayor lo que implica el desarrollo de altas velocidades en ciclistas que descienden.

Se resaltan también los colegios Covao y Figueres respectivamente. Para finalizar se ubica

Vicesa cerca de donde cruza la línea férrea que se dirige a Cartago centro y que atraviesa la zona del Dique.

La figura siguiente muestra dichos cruces o cambios de borde. Este se da a 200 m del puente Bailey y busca desviar y apartar a los ciclistas de zonas conflictivas para que no interfieran con los usuarios automotores.



Figura 38. Cerca 2+647 m, cambio antes de puente Bailey

La figura siguiente ilustra el segundo cambio de borde en las cercanías del colegio Covao en la estación 3+192 m. Complementariamente, con estos es necesaria la implementación de pasos peatonales debidamente demarcados y con semaforización que regule las prioridades para todos los usuarios de las vías. En este caso tanto para automotores, ciclistas y peatones como cerca de centros de estudio en donde es una obligación contar con pasos peatonales y demás elementos orientados a la prevención y seguridad vial.



Figura 39. Cambio de lado frente al Covao

TRAMO 3

Como se observa el tramo es relativamente plano. Este corre paralelo a la vía férrea desde el inicio en las cercanías de Vicesa hasta Tropigas.

La foto adjunta muestra el corredor por el cual se espera instalar la cicloruta.

En este tramo se obtuvieron 5 curvas horizontales sin la necesidad de incluir sobrecanchos. Por otra parte da inicio en la estación 4+340 m según la información obtenida de la ortofoto y en la 4+278 m según el estacionamiento hecho mediante civil cad.



Figura 40. Vista de entrada al Dique

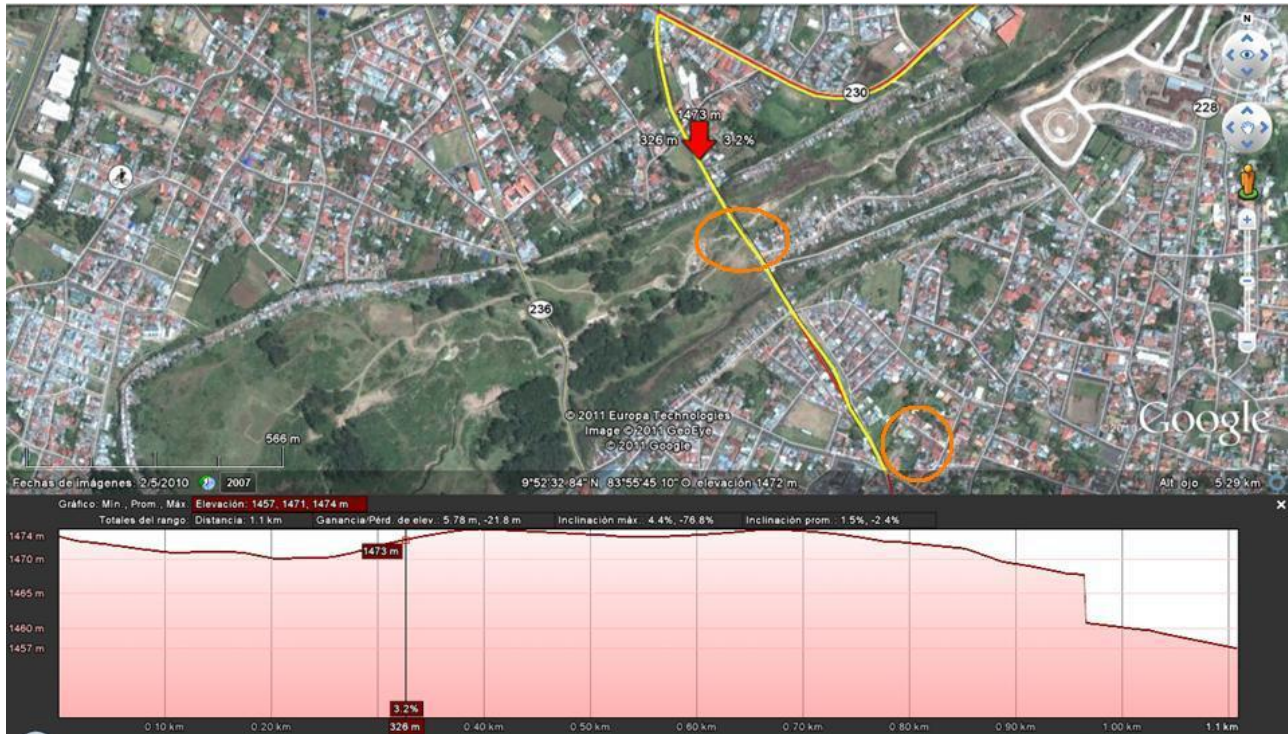
Más adelante se presenta un nuevo cambio de borde. Este además atraviesa la línea férrea en un punto en donde se unen varias calles. Pueden observarse algunas de las señales verticales por utilizar en la figura siguiente, las cuales deben anunciar la presencia del cruce de la faja ciclista en la calzada. Estas se colocan cerca del cruce y desde 25 y hasta 100 m con anterioridad a los cruces.



Figura 41. Fin tramo 3, cerca de Tropigas

La figura siguiente muestra el punto en donde se ubica el puente férreo sobre el río Reventado en la estación 4+725 m aproximadamente. Además se resalta el punto

cercano a las instalaciones de Tropigas, punto en el cual termina este tramo.



TRAMO 4

Este tramo conecta una serie de puntos relevantes, entre ellos se observan desde arriba hasta abajo en la Figura 46, el plantel de la JASEC, centro comercial Metrocentro, el cambio de borde en la calzada al inicio de la Calle 19 en dirección sur, la plaza y la iglesia María Auxiliadora y finalmente las instalaciones de los Salesianos Santo Domingo Sabio, cerca de donde se ubica el segundo cruce de borde de la faja ciclista en la calzada.

Se presentan además dos cambios de borde. El primero en la estación 6+160 m permite, como se observa en la Figura 44, evitar el conflicto que puede ocasionar el giro a la derecha de los automotores en la Avenida 4 cerca de Metrocentro. El segundo se ubica cerca de Santo Domingo Sabio, aproximadamente en la estación 6+750 m y como se mencionó con anterioridad, en casos similares se aprovechan puntos cercanos a paradas de autobuses para

crear pasos peatonales y para ciclistas debidamente señalizados y semaforizados.



Figura 43. Inicio tramo 4.



Figura 44. Cambio de borde cruce avenida 4.

El perfil mostrado muestra una diferencia de alturas entre el norte y el sur del tramo. Este aunque es céntrico, se percibe un trazado plano de poca pendiente de entre 1 y 3%.

Presenta 5 curvas horizontales que no requieren sobreelevación.



Figura 45. Cambio de borde frente Salesianos.

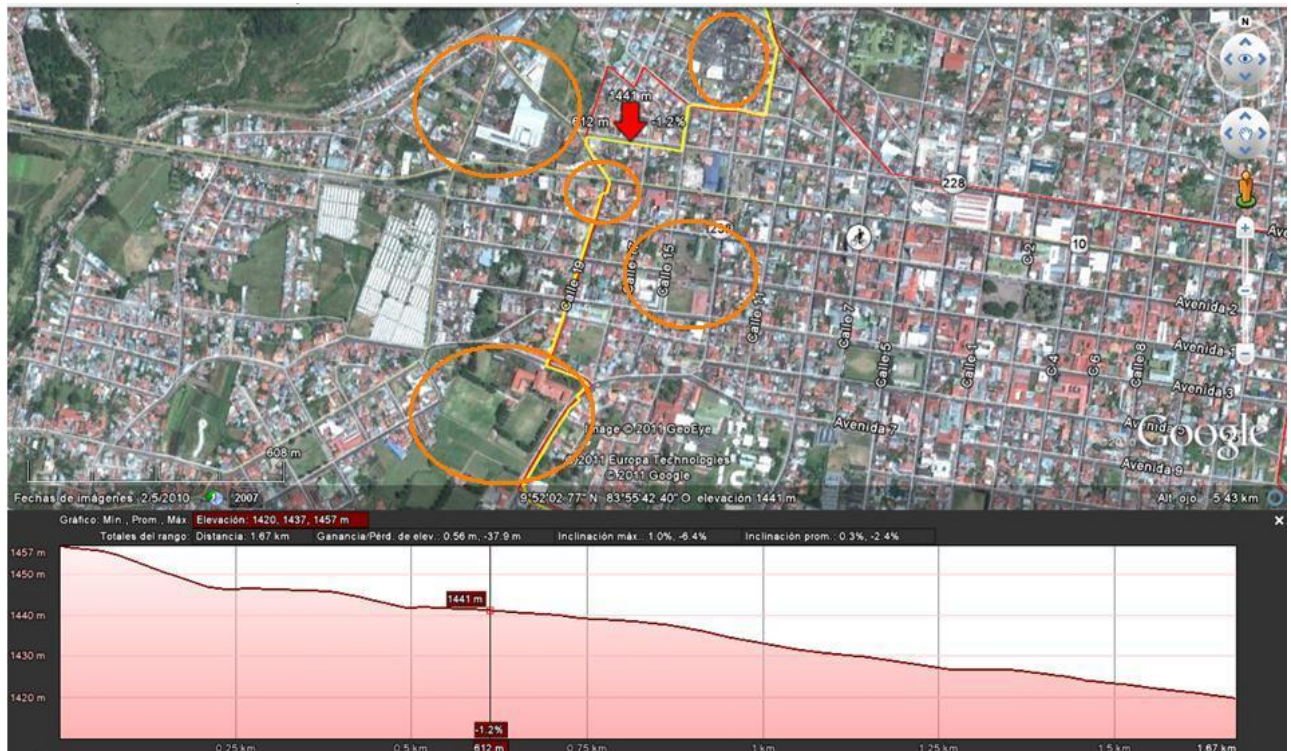


Figura 46. Tramo 4

TRAMO 5



Figura 47. Tramo 5

Pueden observarse puntos importantes cercanos a la cicloruta, entre ellos el CUC, el Polideportivo de Cartago, el Supermercado Jumbo, cerca del cual se haya también la intersección con la vía que conduce a Tejar. Finalmente se divisa el plantel de la Municipalidad.

Del perfil mostrado puede decirse que desde la entrada del bulevar hasta la altura de la intersección mencionada, el trazado presenta pendientes bajas ideales para ciclistas menos experimentados. Luego de este punto se presenta un subtramo con pendiente considerable hasta las cercanías del plantel de la Municipalidad de Cartago.

Se muestra la manera en que la faja ciclista atraviesa la isla divisoria del bulevar mencionado. Lo hace aproximadamente 20 m antes de la línea de proyección de la calle perpendicular al bulevar.



Figura 48. Entrada al bulevar al polideportivo.

La intersección a la altura de Jumbo Supermercado se muestra seguidamente y presenta una demarcación especial donde los vehículos que deben girar a la derecha para dirigirse hacia Tejar, pueden atravesar la faja sin restringir o poner en peligro a los ciclistas. El

ancho de la faja se reduce a 1.2 m por cada carril.



Figura 49. Intersección a Tejar.

El tramo posee 8 curvas horizontales de las cuales solo las curvas 46 y 47 requieren de sobranchos.



Figura 50. Cruce carretera a Agua Caliente.

La Figura 50 muestra el cruce cercano al plantel de la Municipalidad de Cartago. Este cruce requiere la ubicación de un semáforo peatonal y para ciclistas, además de elementos de reducción que reduzcan la velocidad y alerten a los conductores de los vehículos que se dirigen a Agua Caliente y que desarrollan altas velocidades en la actualidad.

TRAMO 6



Figura 51. Tramo 6

La imagen anterior muestra lugares tales como el Colegio Miravalles, ITCR, Mucap y la Basílica de los Ángeles, todos conectados por la cicloruta. El tramo inicia con una pendiente importante de 9%, luego presenta una topografía plana hasta el final del mismo.

También permite distinguir un cambio de borde cerca de la entrada principal al TEC aproximadamente en la estación 9+595 m, para evitar conflictos como se detalla en el diagnóstico de cada tramo. La Figura 52 muestra esta situación de mejor manera.

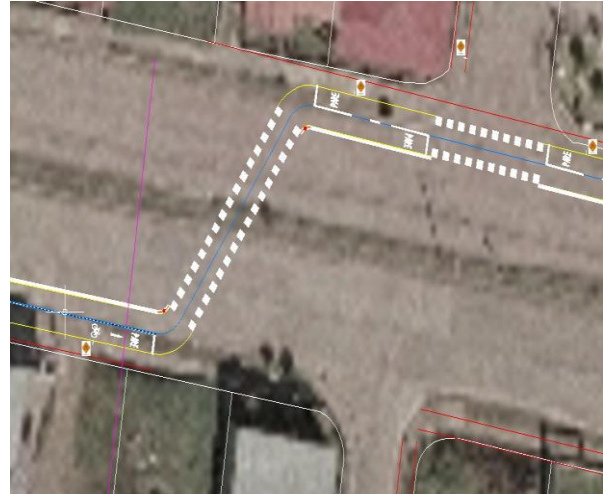


Figura 52. Cercanías entrada TEC.

TRAMO 7

Este tramo posee 5 curvas horizontales de las cuales solo la curva 49 requiere de sobreebanco.



Figura 53. Tramo 7

El último tramo se orienta a lo largo de la avenida 6. Este recorre varios puntos importantes como el Cuartel de la ciudad, el Mercado Central, la terminal de buses de Lumaca, el supermercado Megasuper, entre otros.

Presenta, al igual que los demás tramos, cambios de costado en la calzada con el objetivo de alejar la faja de puntos conflictivos, condiciones peligrosas o de alto tránsito.

Las siguientes figuras muestran los dos cambios que se presentan en este tramo. El

primero, en la 10+975 m aproximadamente, se da para evitar la zona del Mercado central y evitar conflictos cerca de la estación del tren ya que es una zona altamente comercial.



Figura 54. Cruce de borde frente al Cuartel

El segundo cambio se da en la estación 11+420 m y atraviesa la línea férrea. La razón de esto es que la disposición del espacio en el costado izquierdo de la línea férrea, respecto de la siguiente fotografía, es adecuado para la instauración de la faja ciclista.

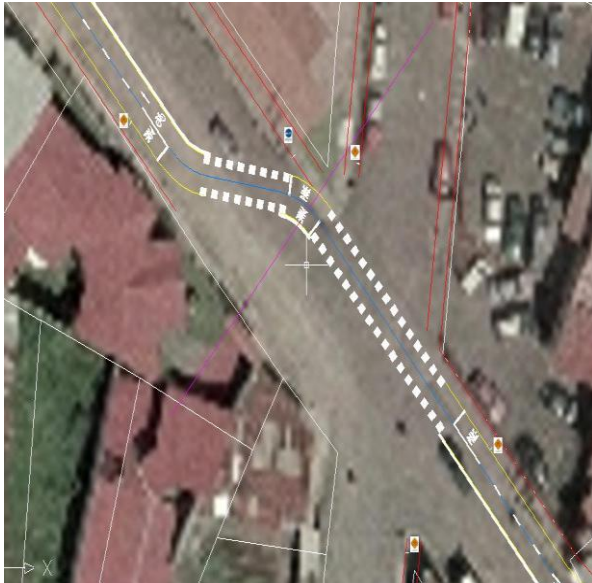


Figura 55. Cerca de supermercado Palí.

Por último se observa la unión de los tramos 6 y 7, en el cual se unen los circuitos norte y sur. En este punto los ciclistas tienen la opción de continuar hacia el norte para buscar San Blas o bien pueden girar a la izquierda hacia el Mercado Central. De la misma forma quienes vengan por Av. 6 pueden continuar hacia San Blas o girar a la derecha para buscar la Basílica o el TEC, por ejemplo.



Figura 56. Unión de circuitos en Avenida 6.

Continuando con los resultados relevantes de alturas del trazado descrito, en el apartado de los anexos se presentan 7 cuadros que resumen la información sobre alturas del estacionamiento del tramo propuesto. Esta información permitió determinar el perfil de alturas para cada tramo, el cual se presenta en la Lámina A2-3.

En dichos cuadros se muestra la pendiente promedio aproximadamente a cada 100 m, así como la altura aproximada sobre el nivel del mar. Se muestra de forma adicional el dato de sobreancho, principalmente, porque la necesidad o no de implementarlo está en función de la pendiente promedio presente en cada punto específico. La mayoría de las curvas que se ubican en puntos con pendientes mayores a 6 % requieren la implementación de espacios adicionales de 30 y hasta 40 cm.

En contraposición a lo dicho con anterioridad, en las estaciones donde la pendiente es menor al 3 %, no hay necesidad de ampliar la faja o pista ciclista mediante la dotación de sobreanchos en el interior de las curvas. El siguiente cuadro resume algunos de los datos de alturas a lo largo del trazado.

CUADRO 5. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS					
TRAMO	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobreancho (cm)	long. real acum (m)
1	0+000	1426.90	4.11	30.00	0.00
	1+000	1461.80	7.30	40.00	1012.01
2	2+000	1524.30	-0.20	NO REQUIERE	2063.09
	3+000	1542.10	-6.33	40.00	3071.00
	4+000	1481.80	-4.44	30.00	4086.19
3	5+000	1468.10	-5.96	30.00	5043.26
4	6+000	1442.60	-2.30	NO REQUIERE	6046.36
	7+000	1418.20	-2.21	NO REQUIERE	7051.35
5	8+000	1416.00	1.48	NO REQUIERE	8022.96
6	9+000	1408.80	7.25	40.00	9069.67
	10+000	1409.80	2.43	NO REQUIERE	10072.70
7	11+000	1441.40	1.17	NO REQUIERE	11043.83
	12+000	1453.00	1.24	NO REQUIERE	12029.55

Del diagnóstico de los tramos se desprenden alternativas, entre las cuales se indica para el tramo 1 que puede implementarse una faja ciclista sobre la calzada existente. Esta se ubicará entre la acera y el caño y los carriles automotores de la misma.

Por tanto se parte de la premisa que la calzada paralela al tramo en cuestión deberá ser recarpeteada y o mejorada para que la faja ciclista que básicamente estará demarcada sobre la calzada, posea una superficie adecuada para la circulación de los ciclistas. Adicionalmente, en algunas secciones, las aceras deberán ser demolidas para que posean el mismo nivel de la calzada y poder disponer de un espacio adicional para la demarcación de la faja descrita. En la siguiente fotografía se ilustra esta situación.



Figura 57. Estacionamiento fotográfico

Puede observarse cómo la acera posee irregularidad y alturas mayores a la calzada y caño, lo que dificulta una adecuada demarcación de la franja ciclista e implica menor espacio tanto para la doble vía vehicular como para los carriles ciclistas y los peatones en la acera.

Otra de las premisas o condiciones que facilitarían la adecuada implantación de la cicloruta, a lo largo de este tramo, se refiere a la recuperación del derecho de vía que integra la franja de espacio comprendida entre ambas líneas de propiedad y que da cabida a ambas aceras, la calzada de doble vía y algunos espacios u hombros de la calzada.

Se muestra cómo la acera presenta diferentes desniveles e impide la continuidad de movimiento a personas con discapacidad por ejemplo, en algunos metros la diferencia entre la acera y la calzada es significativa y representa como se mencionó anteriormente una barrera para la movilización de las personas con y sin discapacidades.

Otra dificultad son las rampas de acceso a las viviendas, las cuales originan aceras con desniveles importantes que cortan la continuidad de las mismas.

Por tanto para poder ser más eficientes la Municipalidad deberá hacer que las aceras y los caños posean niveles similares a la calzada, ya que los vecinos del lugar han modificado aceras e incorporado diferentes niveles que han resultado en la situación descrita, de esta manera se brinda accesibilidad a los peatones al dotarlos de aceras adecuadas y permite la utilización del espacio sobre caños y cunetas que en lugares estrechos deberá tomarse en cuenta.



Figura 58. Estacionamiento fotográfico

Puede ser viable que la Municipalidad pida a cada vecino que resuelva su situación particular y nivele su acera con la de sus vecinos para evitar gradas y desniveles considerables.

Luego de establecer de manera general algunas de los requerimientos previos a la implantación de la cicloruta en el paisaje urbano existente, se describirán en la sección de apéndices algunas condiciones y estrategias específicas acordes con las necesidades propias de cada estación.

Se generaron una serie de propuestas de sección transversal para cada uno de los tramos las cuales se muestran más adelante. En esencia son las mismas propuestas, no obstante cada una presenta una leve variación que obedece a las condiciones predominantes a lo largo de cada tramo.

Se obtuvieron 3 propuestas para la estructura de pavimentos de las secciones transversales por utilizar.

La primera está en función de las premisas comentadas en el diagnóstico de los tramos, por lo que se asume que antes del inicio de las obras, la calzada y las aceras a lo largo de los tramos ya han tenido que ser intervenidas, por lo que únicamente se contemplará la construcción de una pista y faja sobre el tramo 2 y una faja sobre el tramo 3 paralelo a la línea férrea. Estas requerirán de un movimiento de tierras que incluye limpieza, corte y remoción de material. Respecto de las capas, en primer lugar se debe preparar la subrasante como se menciona en el Marco Teórico. Incluye una sub-base granular debidamente compactada de 15 cm de espesor, una base estabilizada de 10 cm y una capa de asfalto de 10 cm y con acabado de imprimación asfáltica.

La segunda asume que se demolerán las aceras y parte de la calzada para nivelar ambas; y que estas acciones se harán de manera simultánea con la construcción de la faja ciclista o pista pero no correrá por parte de la Municipalidad sino de una empresa gestora. Contempla la demolición y limpieza de la totalidad de los tramos, así como la conformación y compactación de las diversas capas, las cuales serán una sub-base de 15 cm, una base estabilizada de 10 cm y una superficie de rodadura de asfalto de 10 cm de espesor con acabado de imprimación asfáltica.

Por último, la tercera incluye el uso de concreto hidráulico colado en sitio con un espesor de 5 cm y juntas de material bituminoso, sobre el terreno natural debidamente removido, escarificado y compactado.

El tipo de suelo predominante en la zona en la que se propone el trazado es coladas, tobas y brechas tobaceas andecitas, las cuales se

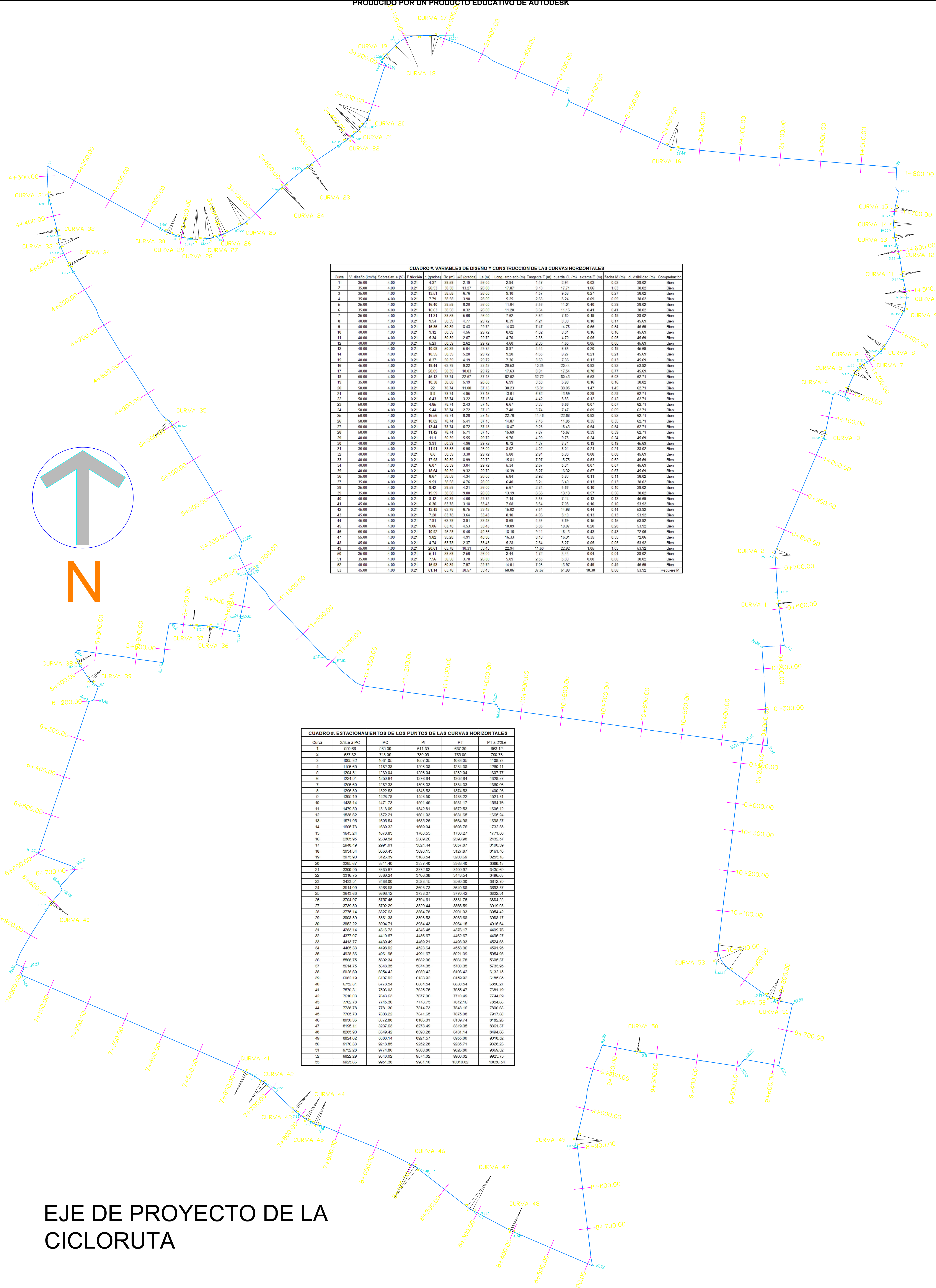
clasifican como SM-MH, arenas arcillosas y limos inorgánicos de alta plasticidad.

Las diferentes secciones mostradas tienen la particularidad de utilizar el espacio sobre los caños para el paso de los ciclistas, ya que la incorporación de las rejillas de concreto así lo permite. Se obtuvieron dimensiones de entre 20 y 50 cm de lado para los caños que fueron calculados asumiendo secciones cuadradas.

Cuentan con la acera mínima de 1.5 m de ancho con franja de zacate de 50 cm, además se muestra la franja de 25 cm de ancho la cual permite la separación de la faja principalmente cuando atraviesa o se extiende a lo largo de vías con tráfico considerable.

En algunos puntos que se indican en las diversas láminas de los tramos se hará uso de elementos de protección o separación tales como mojones de altura 60 a 90 cm o bordillos de poca altura.

Seguidamente se presentan 10 láminas: la primera muestra el eje de proyecto constituido de las rectas tangentes y las curvas circulares, el ángulo entre tangentes cuyo vértice es el PI y algunas tablas de diseño planimétrico, la segunda incluye el trazado de la infraestructura ciclista y los sitios de interés ampliamente indicados que une la cicloruta, la tercera describe el perfil de alturas de cada uno de los tramos y las propuestas 2 y 3 para la estructura de pavimentos de la faja y pista ciclistas, las últimas 7 láminas corresponden a los 7 tramos, en ellas se pueden ver el trazado de cada uno así como algunos detalles que hacen énfasis de puntos críticos o de interés, tales como intersecciones, cambios de lado en la calzada, áreas de descanso y recreación y, por último, la sección transversal típica asignada a cada tramo.



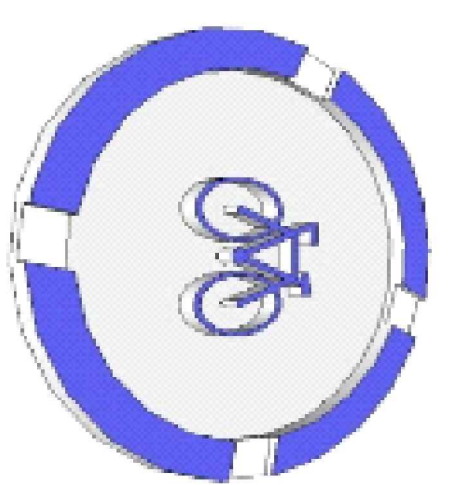
CUADRO #. VARIABLES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS HORIZONTALES

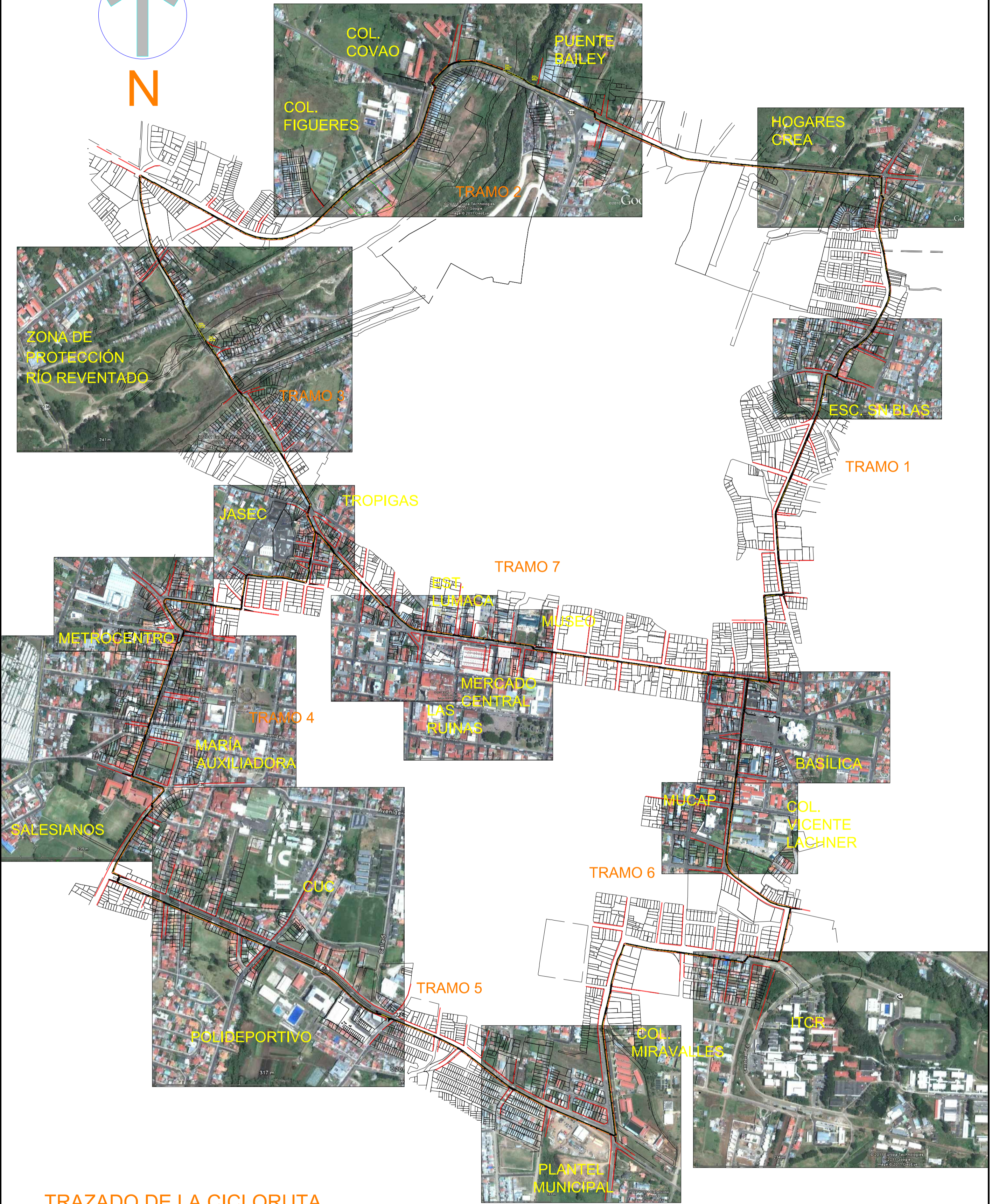
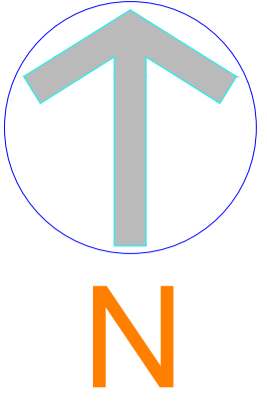
Cura	V. diseño (km/h)	Superelev. a (%)	F. fricción	L (metros)	Rc (m)	α/2 (grados)	Le (m)	Long. arco (m)	Tangente T (m)	cuarta CL (m)	externa E (m)	flecha M (m)	d. visibilidad (m)	Comprobación
1	35.00	4.00	0.21	4.37	38.58	2.19	26.00	2.94	1.47	2.94	0.03	0.03	38.02	Bien
2	35.00	4.00	0.21	26.53	38.58	13.27	26.00	17.87	9.19	17.71	1.06	1.03	38.02	Bien
3	35.00	4.00	0.21	13.51	38.58	6.76	26.00	9.10	4.57	9.08	0.27	0.27	38.02	Bien
4	35.00	4.00	0.21	7.79	38.58	3.90	26.00	5.25	2.63	5.24	0.09	0.09	38.02	Bien
5	35.00	4.00	0.21	16.40	38.58	8.20	26.00	11.04	5.56	11.01	0.40	0.39	38.02	Bien
6	35.00	4.00	0.21	16.63	38.58	8.32	26.00	11.20	5.64	11.16	0.41	0.41	38.02	Bien
7	35.00	4.00	0.21	11.31	38.58	5.66	26.00	7.62	3.81	7.60	0.19	0.19	38.02	Bien
8	40.00	4.00	0.21	9.54	50.39	4.77	29.72	8.39	4.21	8.38	0.18	0.17	45.69	Bien
9	40.00	4.00	0.21	16.86	50.39	8.43	29.72	14.83	7.47	14.78	0.55	0.54	45.69	Bien
10	40.00	4.00	0.21	9.12	50.39	4.56	29.72	8.02	4.01	8.01	0.16	0.16	45.69	Bien
11	40.00	4.00	0.21	5.34	50.39	2.67	29.72	4.70	2.35	4.70	0.05	0.05	45.69	Bien
12	40.00	4.00	0.21	5.23	50.39	2.62	29.72	4.60	2.30	4.60	0.05	0.05	45.69	Bien
13	40.00	4.00	0.21	10.08	50.39	5.04	29.72	8.87	4.44	8.85	0.20	0.19	45.69	Bien
14	40.00	4.00	0.21	10.55	50.39	5.28	29.72	9.28	4.65	9.27	0.21	0.21	45.69	Bien
15	40.00	4.00	0.21	8.37	50.39	4.19	29.72	7.36	3.69	7.36	0.13	0.13	45.69	Bien
16	45.00	4.00	0.21	18.44	63.78	9.22	33.43	20.53	10.25	20.44	0.83	0.82	53.92	Bien
17	40.00	4.00	0.21	20.05	50.39	10.03	29.72	17.83	8.91	17.54	0.78	0.77	45.69	Bien
18	50.00	4.00	0.21	45.13	78.74	22.57	37.15	62.02	32.72	60.43	6.53	6.03	62.71	Bien
19	35.00	4.00	0.21	10.38	38.58	5.19	26.00	6.99	3.50	6.98	0.16	0.16	38.02	Bien
20	50.00	4.00	0.21	22	78.74	11.00	37.15	30.23	15.31	30.05	1.47	1.45	62.71	Bien
21	50.00	4.00	0.21	9.9	78.74	4.95	37.15	13.61	6.82	13.59	0.29	0.29	62.71	Bien
22	50.00	4.00	0.21	6.43	78.74	3.22	37.15	8.84	4.42	8.83	0.12	0.12	62.71	Bien
23	50.00	4.00	0.21	4.85	78.74	2.43	37.15	6.67	3.33	6.66	0.07	0.07	62.71	Bien
24	50.00	4.00	0.21	5.44	78.74	2.72	37.15	7.48	3.74	7.47	0.09	0.09	62.71	Bien
25	50.00	4.00	0.21	16.56	78.74	8.28	37.15	22.76	11.46	22.68	0.83	0.82	62.71	Bien
26	50.00	4.00	0.21	10.82	78.74	5.41	37.15	14.87	7.46	14.85	0.35	0.35	62.71	Bien
27	50.00	4.00	0.21	13.44	78.74	6.72	37.15	18.47	9.28	18.47	0.44	0.44	62.71	Bien
28	50.00	4.00	0.21	11.42	78.74	5.71	37.15	15.69	7.87	15.67	0.39	0.39	62.71	Bien
29	40.00	4.00	0.21	11.1	50.39	5.55	29.72	9.76	4.90	9.75	0.24	0.24	45.69	Bien
30	40.00	4.00	0.21	9.91	50.39	4.96	29.72	8.72	4.37	8.71	0.19	0.19	45.69	Bien
31	35.00	4.00	0.21	11.91	38.58	5.96	26.00	8.02	4.02	8.01	0.21	0.21	38.02	Bien
32	40.00	4.00	0.21	6.6	50.39	3.30	29.72	5.90	2.91	5.80	0.08	0.08	45.69	Bien
33	40.00	4.00	0.21	17.98	50.39	8.99	29.72	15.81	7.97	15.75	0.63	0.62	45.69	Bien
34	40.00	4.00	0.21	6.07	50.39	3.04	29.72	5.94	2.97	5.94	0.07	0.07	45.69	Bien
35	40.00	4.00	0.21	18.64	50.39	9.32	29.72	16.39	8.27	16.32	0.67	0.67	45.69	Bien
36	35.00	4.00	0.21	8.67	38.58	4.34	26.00	5.84	2.92	5.83	0.11	0.11	38.02	Bien
37	35.00	4.00	0.21	8.42	38.58	4.21	26.00	5.67	2.84	5.66	0.10	0.10	38.02	Bien
38	35.00	4.00	0.21	19.59	38.58	9.80	26.00	13.19	6.66	13.13	0.67	0.66	38.02	Bien
39	45.00	4.00	0.21	11.60	38.58	5.80	26.00	7.44	3.58	7.44	0.13	0.13	45.69	Bien
40	45.00	4.00	0.21	6.36	63.78	3.18	33.43	7.08	3.54	7.08	0.10	0.10	53.92	Bien
41	45.00	4.00	0.21	13.49	63.78	6.75	33.43	15.02	7.54	14.98	0.44	0.44	53.92	Bien
42	45.00	4.00	0.21	7.28	63.78	3.64	33.43	8.10	4.06	8.10	0.13	0.13	53.92	Bien
43	45.00	4.00	0.21	7.81	63.78	3.91	33.43	8.69	4.35	8.69	0.15	0.15	53.92	Bien
44	45.00	4.00	0.21	9.96	63.78	4.53	33.43	10.09	5.05	10.07	0.20	0.20	53.92	Bien
45	45.00	4.00	0.21	10.92	63.78	5.46	40.96	18.16	9.11	18.13	0.43	0.43	72.06	Bien
46	55.00	4.00	0.21	13.44	78.74	6.72	37.15	18.47	9.28	18.47	0.44	0.44	72.06	Bien
47	45.00	4.00	0.21	4.74	63.78	2.37	33.43	5.28	2.64	5.27	0.05	0.05	53.92	Bien
48	45.00	4.00	0.21	20.61	63.78	10.31	33.43	22.94	11.60	22.82	1.05	1.03	53.92	Bien
49	35.00	4.00	0.21	5.11	38.58	2.56	26.00	3.44	1.72	3.44	0.04	0.04	38.02	Bien
50	35.00	4.00	0.21	7.56	38.58	3.78	26.00	6.09	2.55	6.09	0.08	0.08	38.02	Bien
51	40.00	4.00	0.21	15.93	50.39	7.97	29.72	14.81	7.95	15.97	0.49	0.49	45.69	Bien
52	40.00	4.00	0.21	61.14	63.78	30.57	33.43	88.06	37.67	84.88	10.30	8.86	53.92	Requiere M

CUADRO #. ESTACIONAMIENTOS DE LOS PUNTOS DE LAS CURVAS HORIZONTALES

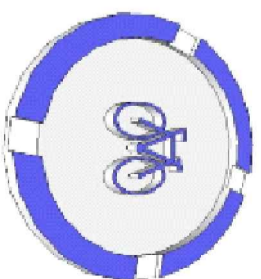
Cura	2/3 a e a PC	PC	PI	PT	PT a 2/3 e
1	599.66	585.39	611.30	637.39	663.12
2	687.32	713.05	739.05	765.05	790.78
3	1005.32	1031.05	1067.05	1083.05	1108.75
4	1186.66	1160.38	1208.38	1234.38	1260.11
5	1204.51	1230.04	1265.04	1282.04	1307.77
6	1224.81	1250.64	1276.64	1302.64	1328.37
7	1256.60	1282.33	1308.33	1334.33	1360.00
8	1296.80	1322.53	1348.53	1374.53	1400.81
9	1336.19	1426.78	1456.78	1488.22	1521.81
10	1438.14	1471.73	1501.45	1531.17	1564.76
11	1479.50	1513.99	1542.81	1572.53	1606.12
12	1538.62	1572.21	1601.93	1631.65	1665.24
13	1571.65	1626.54	1635.26	1664.68	1689.67
14	1605.73	1639.32	1669.04	1696.76	1732.35
15	1645.24	1678.83	1708.55	1738.27	1771.86
16	2305.95	2339.54	2369.26	2398.98	2432.57
17	2948.89	2991.01	3024.44	3057.87	3100.38
18	3034.84	3068.43	3098.15	3127.87	3161.46
19	3073.90	3126.39	3163.54	3200.69	3253.18
20	3285.67	3311.40	3337.40	3363.40	3389.13
21	3309.95	3335.67	3372.82	3409.72	3435.69
22	3315.15	3369.24	3406.39	3443.64	3485.03
23	3433.51	3486.00	3523.15	3560.30	3612.79
24	3514.09	3566.58	3603.73	3640.88	3693.37
25	3643.63	3696.12	3753.27	3770.42	3822.91
26	3704.67	3757.46	3794.61	3831.76	3884.25
27	3739.80	3792.29	3829.44	3866.59	3919.08
28	3775.14	3827.63	3864.78	3901.93	3954.42
29	3808.89	3861.38	3898.53	3935.68	3988.17
30	3852.22	3904.31	3934.43	3964.15	4016.64
31	4283.14	4316.73	4346.45	4376.17	4409.76
32	4377.07	4410.67	4436.67	4462.67	4496.27
33	4413.77	4439.49	4469.21	4498.93	4524.65
34	4465.33	4498.92	4528.64	4558.36	4591.98
35	4828.36	4861.95	4901.67	4921.39	4954.98
36	5568.75	5602.34	5632.06	5661.78	5695.37
37	5614.75	5648.35	5674.35	5700.35	5733.95
38	6028.69	6054.42	6080.42	6106.42	6132.15
39	6082.19	6107.92	6133.92	6159.92	6185.65
40	6782.81	6778.54	6804.54	6830.54	6856.27
41	7570.31	7596.03	7625.75	7655.47	7681.19
42	7610.03	7643.63	7677.06	7710.49	7744.09
43	7702.78	7745.90	7778.73	7812.16	7845.68
44	7738.78	7781.30	7814.73	7848.16	7890.68
45	7765.70	7806.22	7841.65	7875.08	7917.60
46	8030.36	8072.88	8106.31	8139.74	8182.26
47	8186.11	8237.63	8278.49	8319.35	8361.67
48	8285.90	8349.42	8390.28	8431.14	8484.66
49	8624.62	8688.14	8921.57	8955.00	9018.52
50	9176.33	9218.85	9252.28	9285.71	9328.23
51	9732.28	9774.80	9800.80	9826.80	9863.32
52	9822.29	9848.02	9874.02	9900.02	9925.75
53	9925.66	9951.38	9981.10	10010.82	10036.54

EJE DE PROYECTO DE LA CICLORUTA

Proyecto: PROPUESTA DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO Propietario: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA PROF. PROYECTO DE GRADUACION		Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción:	
Firma: _____ Profesional Responsable: _____ Dirección Técnica: _____ Firma: _____ Información Registro Público Propietario: MOPPT Nº de Catastro: _____ Sitios: Folio Real	Ing. CARLOS ESPINOZA		Nº de Permiso: _____
Escala: SIN ESCALA	Fecha: MAYO 2011	Lámina: A1	1



TRAZADO DE LA CICLORUTA



Aprobada por la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.

Proyecto: ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO
 Propietario: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
 PROF.: PROYECTO DE GRADUACIÓN
 Provincia: Cartago
 Cantón: Central
 Distrito: Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma: _____

Profesional Responsable:

Dirección Técnica:

Firma: _____

Información Registro Público

Propietario: MOPR

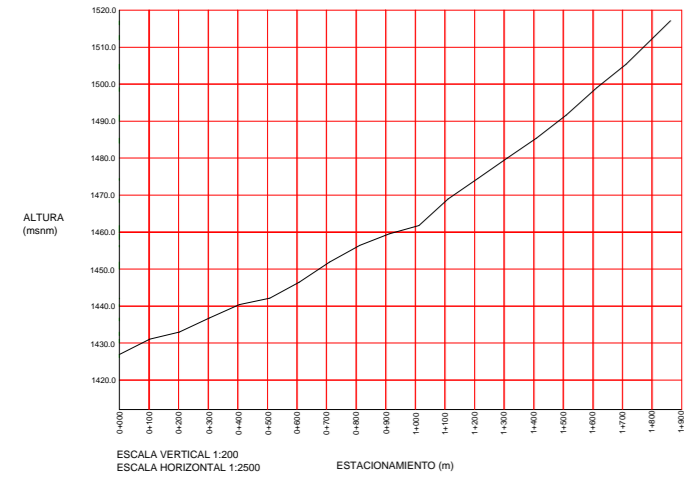
Nº de Catastro:

Sitas: Folio Real

Contenido: EJE DE PROYECTO DEL TAZO SUGERIDO PARA LA CICLORUTA

Escala:	Fecha:	Lamina:
SIN ESCALA	MAYO 2011	A2
		2

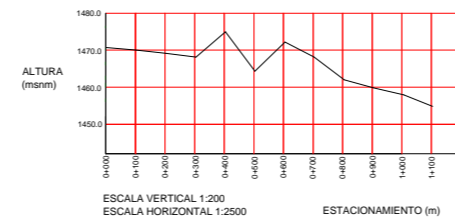
PERFIL TRAMO 1



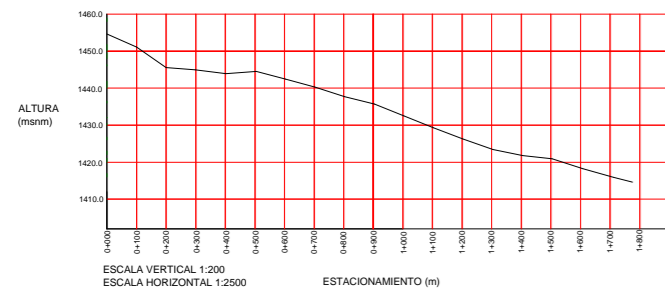
PERFIL TRAMO 2



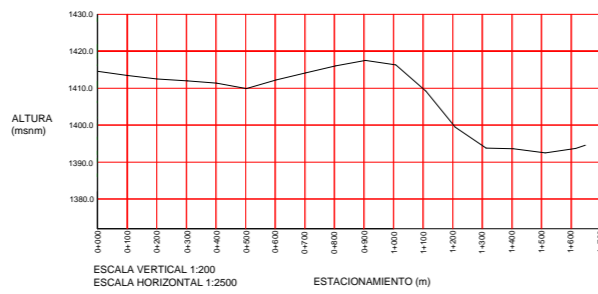
PERFIL TRAMO 3



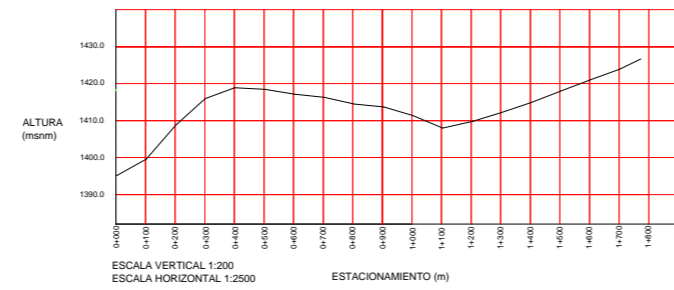
PERFIL TRAMO 4



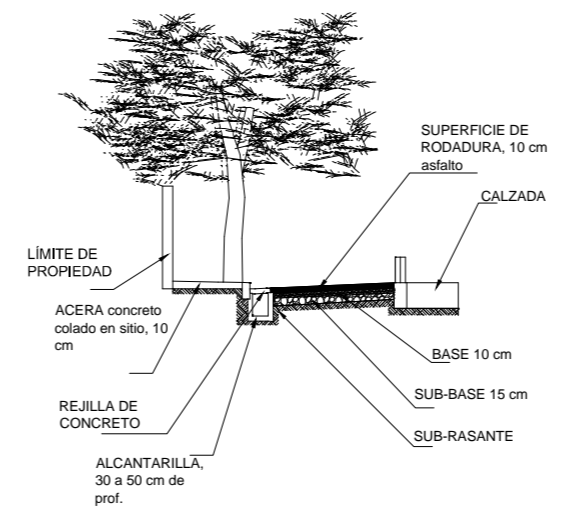
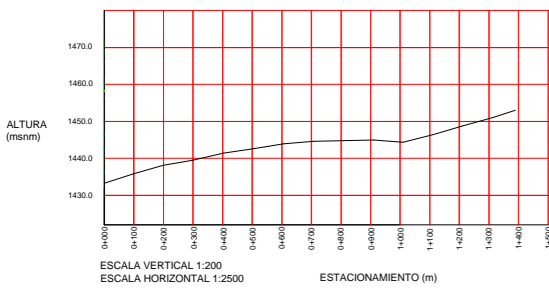
PERFIL TRAMO 5



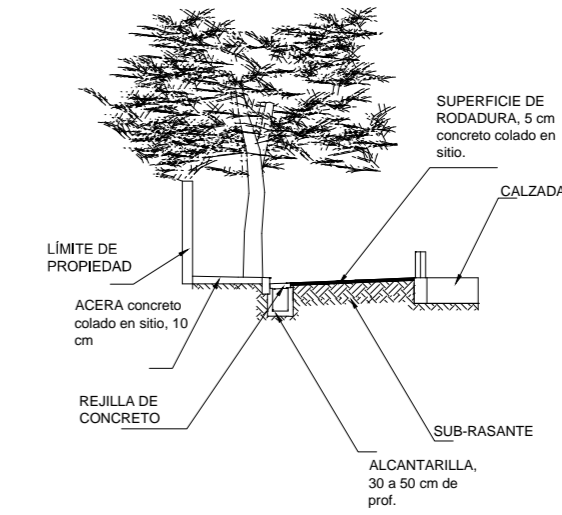
PERFIL TRAMO 6



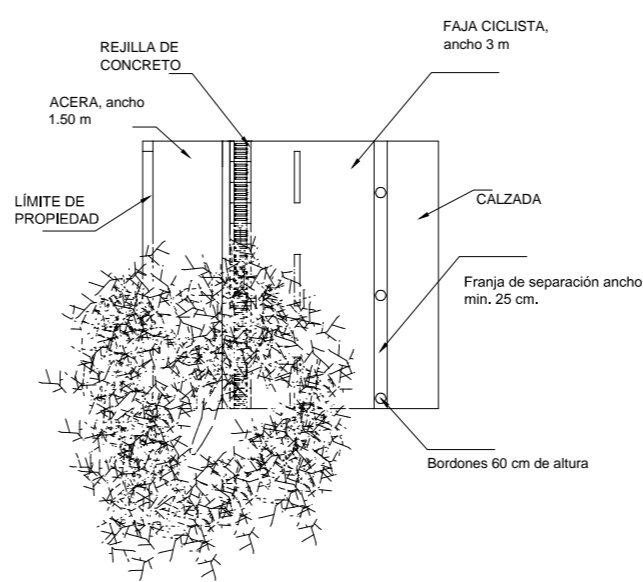
PERFIL TRAMO 7



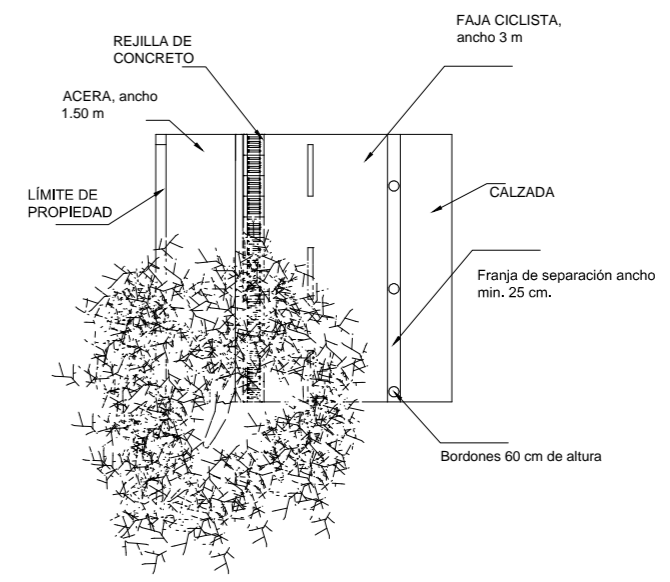
VISTA FRONTAL, SECCIÓN TRANSV. TÍPICA, PROPUESTA 2



VISTA FRONTAL, SECCIÓN TRANSV. TÍPICA, PROPUESTA 3

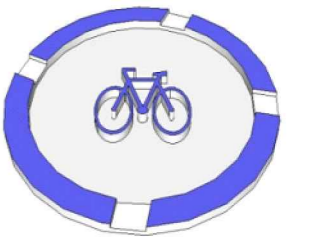


VISTA EN PLANTA, SECCIÓN TRANSV. TÍPICA, PROPUESTA 2



VISTA EN PLANTA, SECCIÓN TRANSV. TÍPICA, PROPUESTA 3

Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.



Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLOVÍA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN
 PROF. Provincia CARTAGO Cantón CENTRAL Distrito Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable:
 Dirección Técnica :

Firma : _____

Información Registro Público
 Propietario : MOPT

Nº de Catastro :
 Sitios : Folio Real

Contenido :
 PERFIL DE ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LOS TRAMOS QUE COMPONEN LA CICLORUTA. PROPUESTAS DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS DE LA FAJA Y PISTA CICLISTAS

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2 3

PERFIL TRAMO 1

PERFIL TRAMO 2

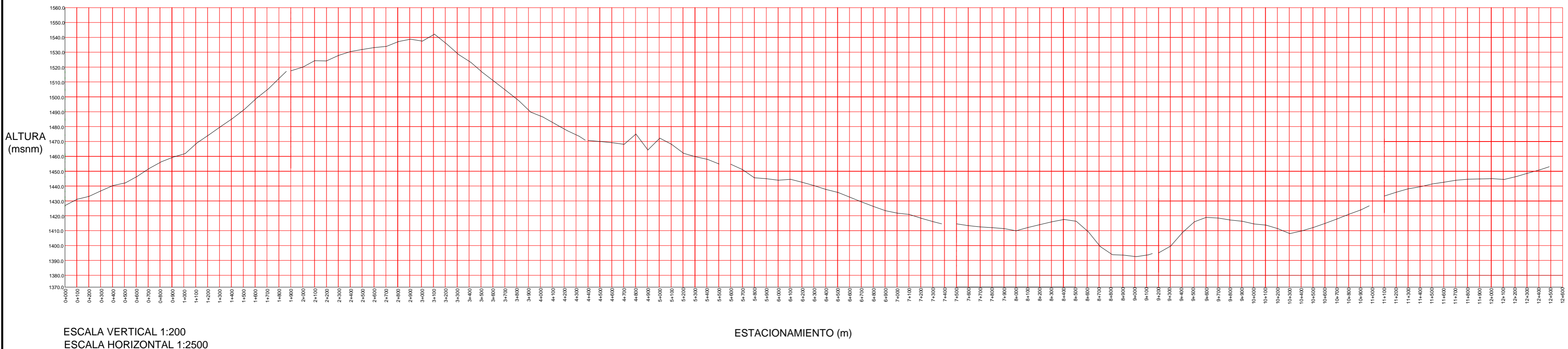
PERFIL TRAMO 3

PERFIL TRAMO 4

PERFIL TRAMO 5

PERFIL TRAMO 6

PERFIL TRAMO 7



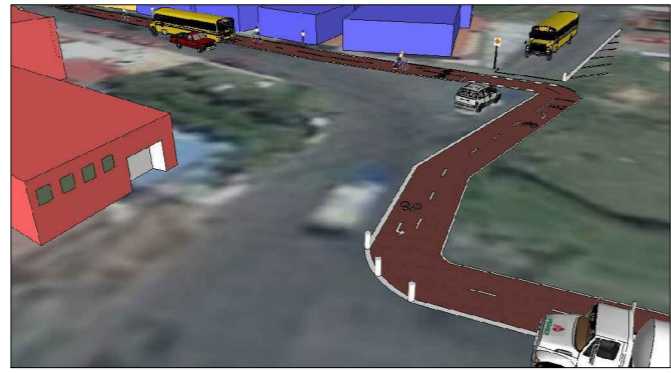
ESCALA VERTICAL 1:200
 ESCALA HORIZONTAL 1:2500

ESTACIONAMIENTO (m)

PERFIL DE ALTURAS DE LA CICLORUTA



VISTAS DETALLE 2



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 2,6 m DE ANCHO



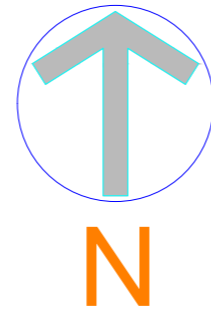
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 3,0 m DE ANCHO



Paso de la cicloruta frente a plazoleta de la Basílica



VISTAS DETALLE 1



ESC. SN BLAS

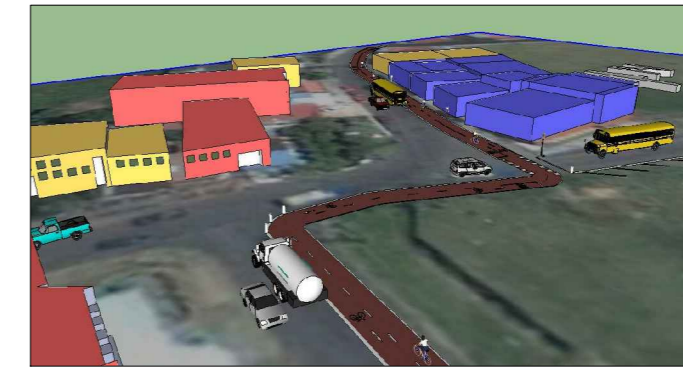
DETALLE 2

TRAMO 1

DETALLE 1

BASÍLICA

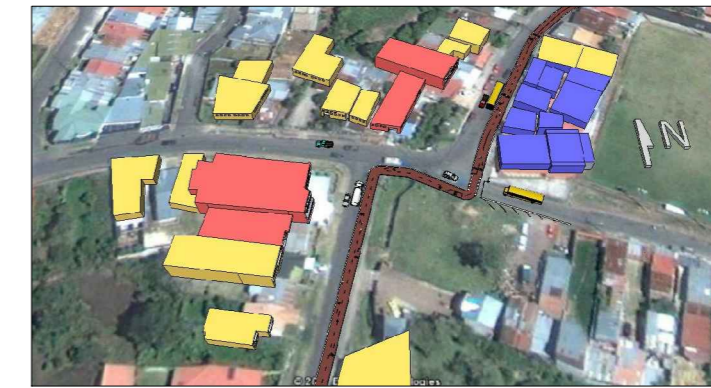
Inicio Tramo 7



VISTAS DETALLE 2



Panorámica de cicloruta frente a Escuela de San Blas



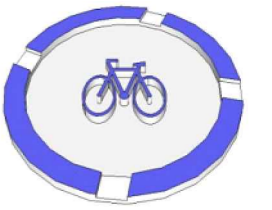
Esquina noroeste de la plazoleta de la Basílica



VISTAS DETALLE 1



Panorámica de cicloruta frente a la Basílica



Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.

Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN
PROF. Provincia CARTAGO Cantón CENTRAL Distrito Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable:
Dirección Técnica :

Firma : _____

Información Registro Público
Propietario : MOPT

Nº de Catastro :
Sitios : Folio Real

Contenido :
DISEÑO PLANIMÉTRICO DEL TRAMO 1,
SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES.

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2



VISTAS DETALLE 2



Vista de la cicloruta sentido Taras-Cot

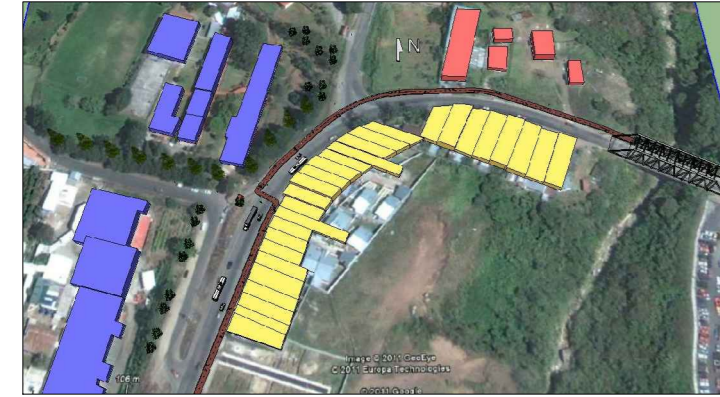
Estructura en voladizo sobre puente Bailey



Paso de la faja ciclista sobre el puente Bailey



VISTAS DETALLE 1



Cambio de lado de la cicloruta, frente colegio Covao



Paso frente a Bomba cercana a puente Bailey



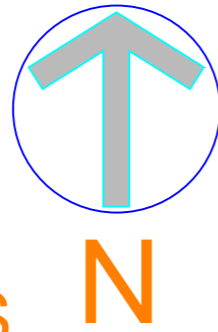
Cambio de lado de la cicloruta, 200 m antes de puente Bailey

COL. COVAO

PUENTE BAILEY

HOGARES CREA

COL. FIGUERES



TRAMO 2



Cruce de la cicloruta frente colegio Covao



VISTAS DETALLE 2



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE PISTA CICLISTA, 3.0 m DE ANCHO

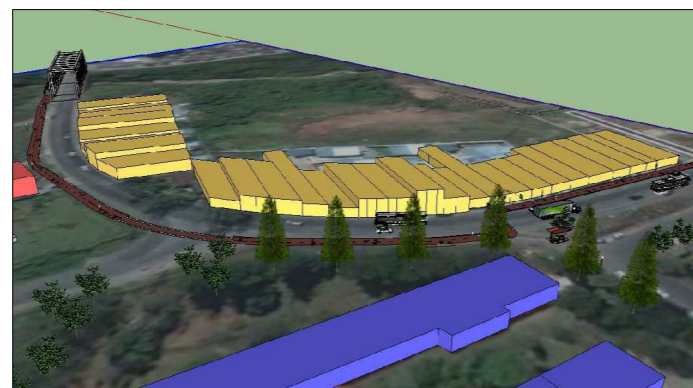


Cruce semaforizado

VISTAS DETALLE 1



Vista cicloruta en dirección oeste

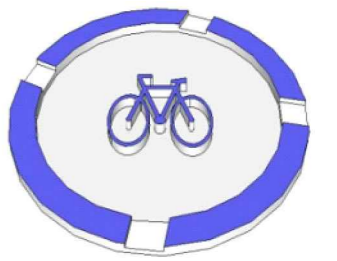


Paso de la cicloruta en las cercanías del puente Bailey



Cambio de lado de la cicloruta, 200 m antes de puente Bailey

Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.



Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN PROF.:

Provincia	Cantón	Distrito
CARTAGO	CENTRAL	Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable:
Dirección Técnica :

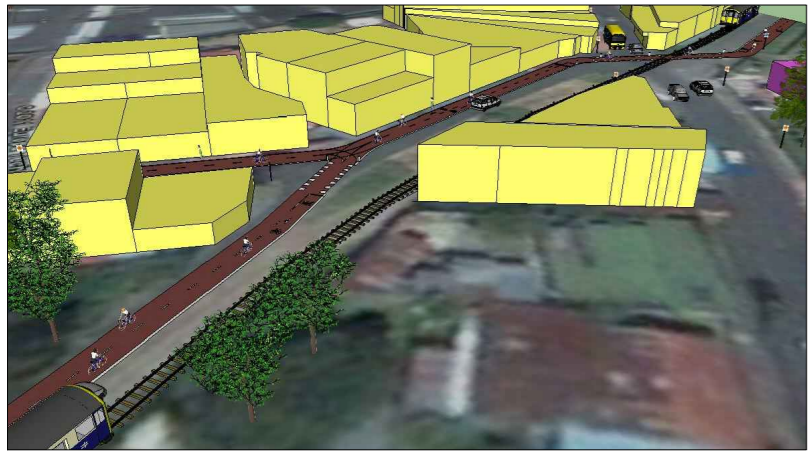
Firma : _____

Información Registro Público
Propietario : MOPT

Nº de Catastro :
Sitios : Folio Real

Contenido :
DISEÑO PLANIMÉTRICO DEL TRAMO 2,
SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES.

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2 5



Estructura en voladizo sobre puente Bailli

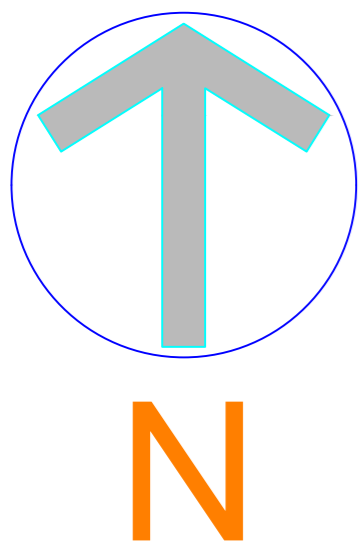
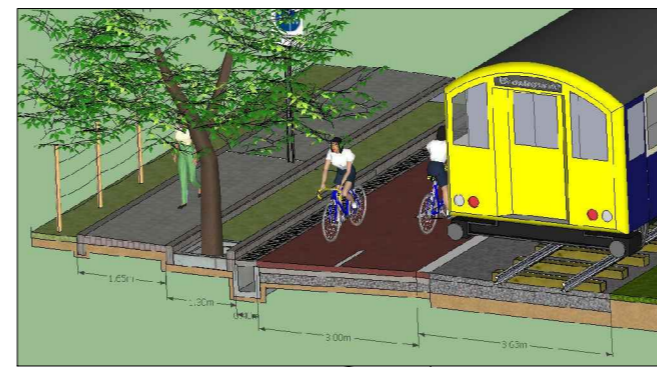
VISTAS DETALLE 1



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE PISTA CICLISTA, 3.0 m DE ANCHO



VISTAS SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



ZONA DE PROTECCIÓN RÍO REVENTADO

TRAMO 3

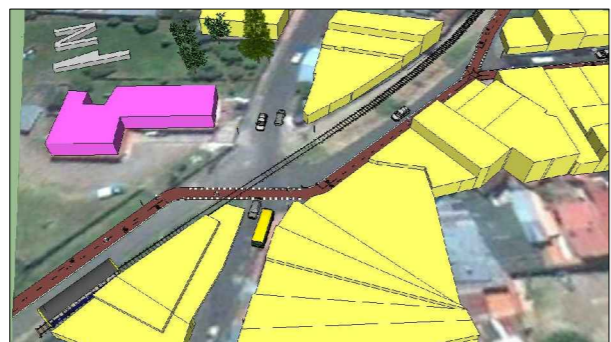


Área de espacio reducido, solo un carril vehicular

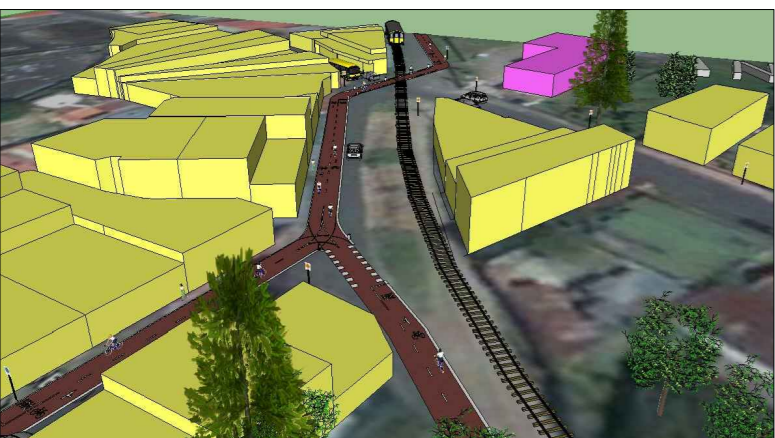
VISTAS DETALLE 1



Panorámica de final del tramo 3 e inicio del tramo 4

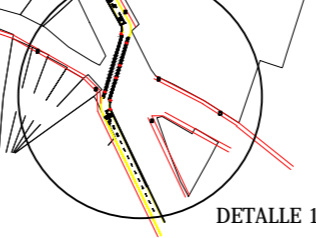


VISTAS DETALLE 1



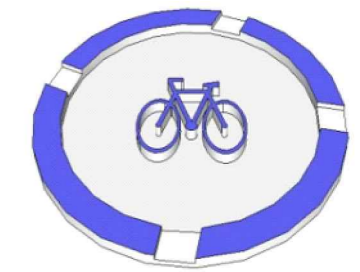
JASEC

TROPIGAS



DETALLE 1

Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.



Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN PROF.:

Provincia	Cantón	Distrito
CARTAGO	CENTRAL	Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable: Dirección Técnica :

Firma : _____

Información Registro Público Propietario : MOPT

Nº de Catastro : Sitas : Folio Real

Contenido : DISEÑO PLANIMÉTRICO DEL TRAMO 3, SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES.

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2
		6



Vista de paso de la cicloruta por avenida 4, sentido oeste



Vista panorámica del paso de la cicloruta en las cercanías de calle 19



VISTAS DETALLE 1



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 3,0 m DE ANCHO



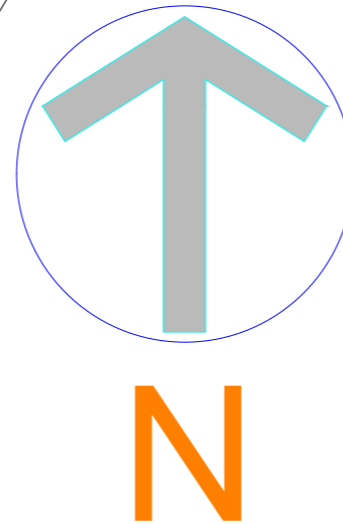
DETALLE 2



VISTAS DETALLE 2



DETALLE 3



JASEC

METROCENTRO

TRAMO 4

MARÍA AUXILIADORA

SALESIANOS

Inicio Tramo 4

DETALLE 1



VISTAS DETALLE 1



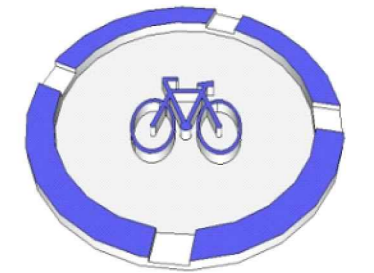
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 2,6 m DE ANCHO



VISTAS DETALLE 3



Cruce de la cicloruta frente a los Salesianos



Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.

Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

PROF.:

Provincia CARTAGO Cantón CENTRAL Distrito Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable: Dirección Técnica :

Firma : _____

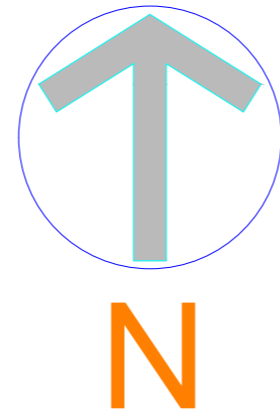
Información Registro Público Propietario : MOPT

Nº de Catastro : Sitas : Folio Real

Contenido : DISEÑO PLANIMÉTRICO DEL TRAMO 4, SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES.

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2

SALESIANOS



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 3.0 m DE ANCHO



Vistas detalle sección transversal típica



TRAMO 5

POLIDEPORTIVO

PLANTEL MUNICIPAL



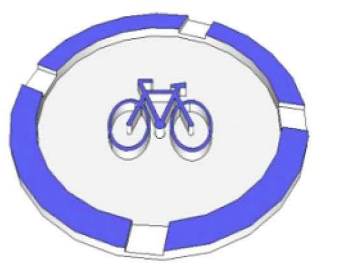
VISTAS DETALLE 1



VISTAS DETALLE 2

VISTAS DETALLE 3

Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.



Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN
 PROF. Provincia CARTAGO Cantón CENTRAL Distrito Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable:
 Dirección Técnica :

Firma : _____

Información Registro Público
 Propietario : MOPT

Nº de Catastro :
 Sitios : Folio Real

Contenido :
 DISEÑO PLANIMÉTRICO DEL TRAMO 5,
 SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES.

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2 8



Vista panorámica de la cicloruta cerca de Mucap



Área de descanso y recreación con estacionamientos de corta duración

VISTAS DETALLE 2



VISTAS DETALLE 1



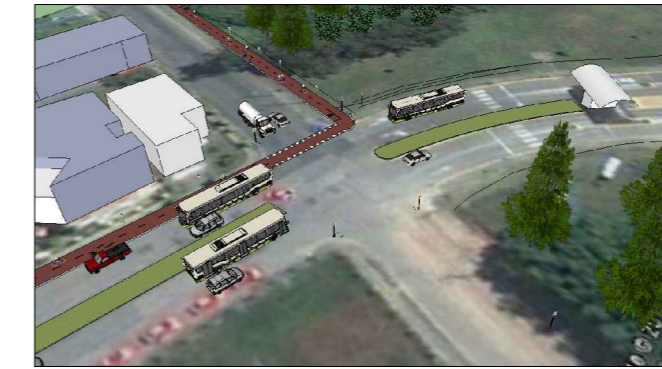
Cambio de lado de la cicloruta frente a entrada TEC



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 2,6 m DE ANCHO EN BULEVAR



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 2,6 m DE ANCHO



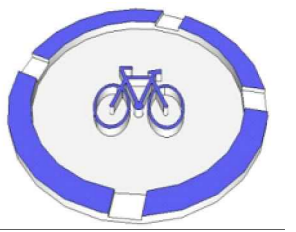
VISTAS DETALLE 1



Vista panorámica de la cicloruta frente a entrada TEC



Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.



Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

PROF.

Provincia CARTAGO	Cantón CENTRAL	Distrito Los Angeles
----------------------	-------------------	-------------------------

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable:
Dirección Técnica :

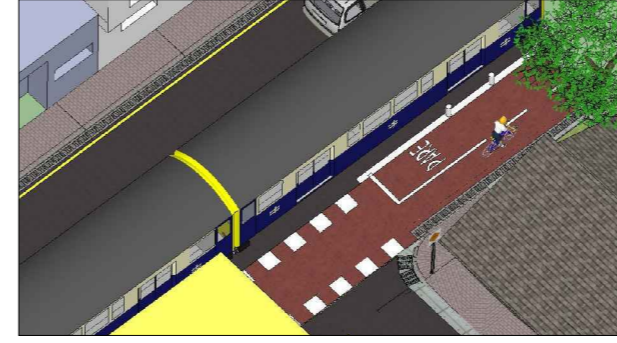
Firma : _____

Información Registro Público
Propietario : MOPT

Nº de Catastro :
Sitios : Folio Real

Contenido :
DISEÑO PLANIMÉTRICO DEL TRAMO 6,
SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES.

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2



VISTAS SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 2,6 m DE ANCHO

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 2,6 m DE ANCHO

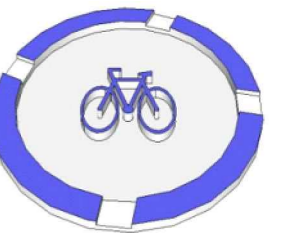


SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 3,0 m DE ANCHO

VISTAS SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA DE FAJA CICLISTA, 3,0 m DE ANCHO



Aprobación de la Comisión Revisora de Permisos de Construcción.



Proyecto : ANTEPROYECTO DE DISEÑO Y COSTOS DE CICLORUTA PARA LA CIUDAD DE CARTAGO

Propietario : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN
PROF. Provincia CARTAGO Cantón CENTRAL Distrito Los Angeles

Ing. CARLOS ESPINOZA

Profesional Responsable:

Firma : _____

Profesional Responsable:
Dirección Técnica :

Firma : _____

Información Registro Público
Propietario : MOPT

Nº de Catastro :
Sitios : Folio Real

Contenido : DISEÑO PLANIMÉTRICO DEL TRAMO 7, SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES.

Escala	Fecha	Lámina
SIN ESCALA	AGO 2011	A2



Cruce del tren sobre la faja ciclista



Avenida 6, sentido este-oeste



Avenida 6, frente al Museo Municipal



Estacionamientos para bicicletas de corta duración



Avenida 6, frente al Mercado Central de Cartago



VISTAS DETALLE 1



Avenida 6, cambio de lado en la calzada



Respecto a los resultados de la señalización de la cicloruta se presentan dos cuadros que resumen

la cantidad de elementos y materiales necesarios para la demarcación de la misma.

CUADRO 6. CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA SEÑALIZACIÓN					
Tramo	# de señales vert	Área de franja 25 cm (m2)	Área de línea continua 10 cm (m2)	Área de línea discontinua 10 cm (m2)	ml de demarc.
1	134	465.58	186.23	62.08	7138.93
2	85	619.43	247.77	82.59	9497.92
3	33	275.89	110.36	36.79	4230.30
4	88	443.87	177.55	59.18	6806.03
5	88	412.05	164.82	54.94	6318.04
6	81	443.42	177.37	59.12	6799.12
7	86	347.15	138.86	46.29	5322.93
TOTAL	595	3007.39	1202.96	400.99	46113.28

Se hace un desglose del número de señales verticales por utilizar en cada uno de los tramos. Adicionalmente se presenta la cantidad de área en metros cuadrados necesarios para la demarcación de cada una de las tres líneas longitudinales sobre la calzada.

El siguiente Cuadro 7, por su parte, muestra una serie de señales empleadas a lo largo de los tramos. Cada una de estas ocupa un área determinada que se indica junto con el número de señales, para determinar así el área total de pintura necesaria a lo largo del trazado.

El rendimiento de la pintura por utilizar es de 57.15 m²/galón. Se determinó también este valor en franjas de 10 cm de espesor, por lo que se dividió el resultado total de área de pintura en metros cuadrados por 0.1 m o 10 cm, para obtener el dato en metros lineales.

El primer cuadro resultó en 4611,33 m² de pintura y el segundo en 1332.47 m², ambos sumados dan 5943.8 m², 59438 m los cuales dan como resultado final 104 galones de pintura reflectiva.

Por cada litro de pintura deben utilizarse 0.7 kg de microesferas de vidrio, por lo que deben utilizarse aproximadamente 282 kg de este elemento, la pintura de tráfico por usar será convencional TTP1952 tipo II, base acrílica, del grupo Kativo marca Protecto.

Como parte de los resultados se obtuvieron una serie de medidas o cambios que son necesarios para la adecuada implantación de la faja ciclista que compone la cicloruta. Estos principalmente tienen que ver con el reordenamiento vial, cambios y restricción de vías a lo largo de algunos subtramos.

Cerca del inicio del tramo 1, en Avenida 6, con la eventual llegada del servicio del tren a la provincia, es necesario un cambio en la cantidad de carriles en vista de que la línea del tren se ubicará a lo largo de esta.

Luego desde la estación 0+210 m hasta la 0+452 m, la calle tendrá únicamente una vía sur-norte.

Continuando cerca del tramo 3 y 4 la vía tendrá únicamente sentido Cartago centro hacia el Dique. La siguiente figura muestra esta área: el círculo situado en la parte inferior de la imagen indica el punto a partir del cual solo habrá vía en sentido sur-norte, que empieza aproximadamente en la estación 5+565 m y continúa hasta topar con el tramo proveniente de Avenida 6 que posee una orientación sureste-noroeste y que se muestra en el segundo círculo, punto desde el cual la vía deja de ser doble y solo tiene cabida hacia el Dique.

Por último el círculo de arriba, indica calles con doble vía que tendrán la prohibición de tomar la calle sobre la cual se extiende la faja ciclista en dirección sureste, es decir, hacia el centro de Cartago solo tendrán vía hacia el noroeste en dirección hacia el Dique.

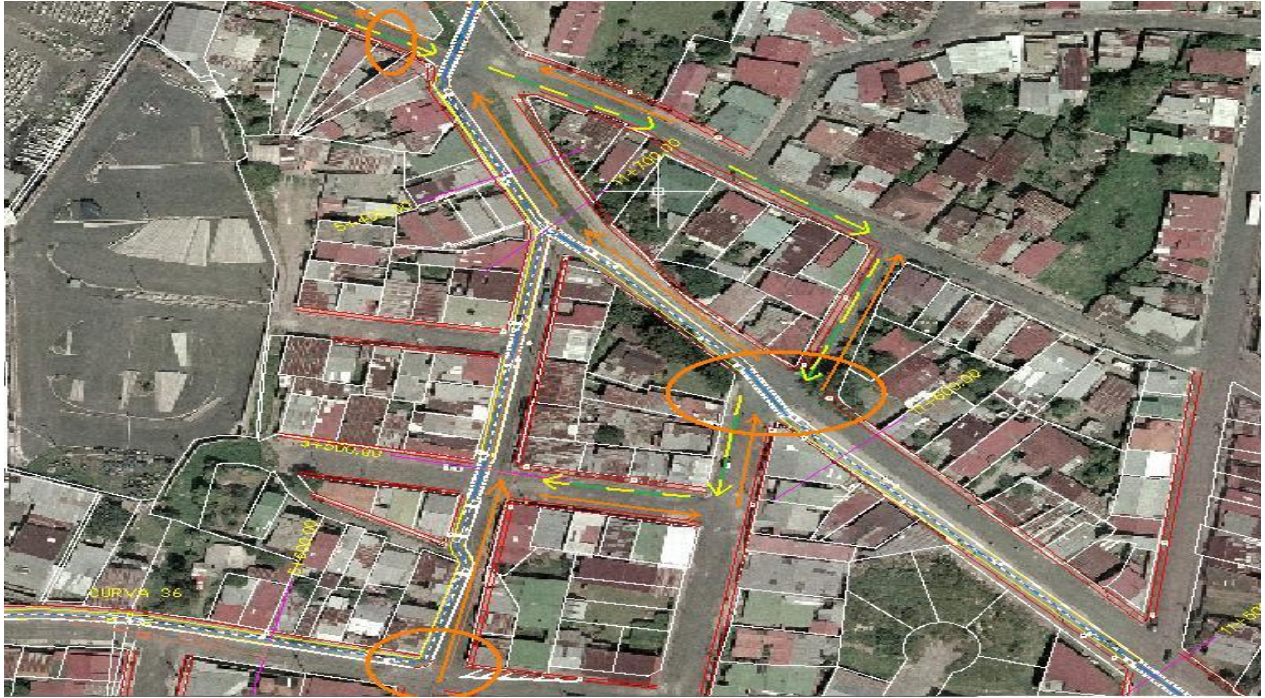




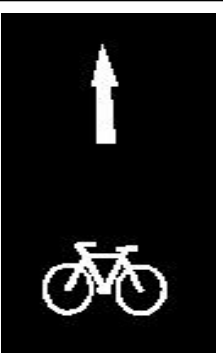
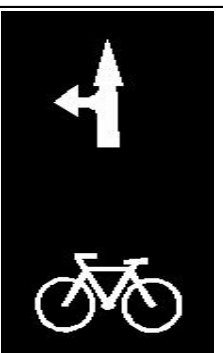
Figura 59. Reordenamiento y cambio de vías

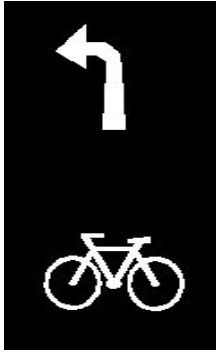
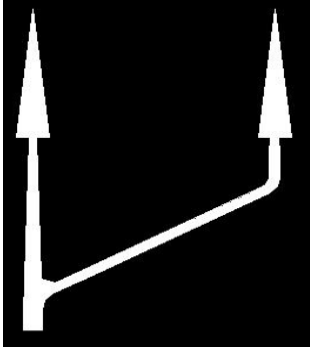
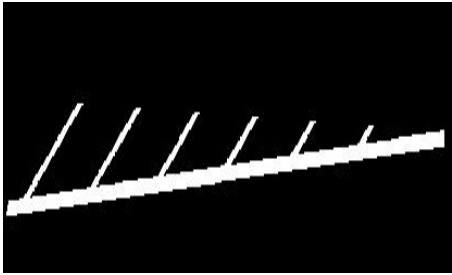
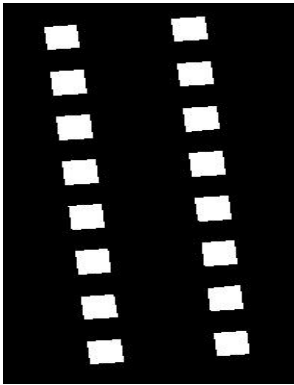
En la siguiente se observa el punto hasta donde se extiende la restricción de la vía mencionada anteriormente. Las flechas anaranjadas indican la

dirección de flujo en dirección noroeste y las amarillas muestran la trayectoria alternativa ante la prohibición de transitar paralelo a la línea del tren con dirección sureste.



Figura 60. Reordenamiento y cambio de vías

CUADRO 7. CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA SEÑALIZACIÓN					
Señal o símbolo	Área unitaria (m2)	Tramo	# de señales	Área (m2)	ml de demarc.
	0.36	1.00	7.00	2.53	108.60
		2.00	8.00	2.90	
		3.00	3.00	1.09	
		4.00	5.00	1.81	
		5.00	4.00	1.45	
		6.00	2.00	0.72	
		7.00	1.00	0.36	
		TOTAL	30.00	10.86	
	0.97	1.00	26.00	25.11	1603.06
		2.00	12.00	11.59	
		3.00	10.00	9.66	
		4.00	30.00	28.97	
		5.00	28.00	27.04	
		6.00	26.00	25.11	
		7.00	34.00	32.83	
		TOTAL	166.00	160.31	
	0.24	1.00	101.00	24.41	1225.18
		2.00	154.00	37.21	
		3.00	67.00	16.19	
		4.00	41.00	9.91	
		5.00	47.00	11.36	
		6.00	57.00	13.77	
		7.00	40.00	9.67	
		TOTAL	507.00	122.52	
	0.29	1.00	2.00	0.58	14.54
		2.00	0.00	0.00	
		3.00	0.00	0.00	
		4.00	1.00	0.29	
		5.00	0.00	0.00	
		6.00	0.00	0.00	
		7.00	2.00	0.58	
		TOTAL	5.00	1.45	

	0.29	1.00	10.00	2.92	102.32
		2.00	2.00	0.58	
		3.00	1.00	0.29	
		4.00	13.00	3.80	
		5.00	2.00	0.58	
		6.00	7.00	2.05	
		7.00	0.00	0.00	
		TOTAL	35.00	10.23	
	2.72	1.00	0.00	0.00	27.20
		2.00	0.00	0.00	
		3.00	0.00	0.00	
		4.00	0.00	0.00	
		5.00	1.00	2.72	
		6.00	0.00	0.00	
		7.00	0.00	0.00	
		TOTAL	1.00	2.72	
	13.41	1.00	4.00	53.64	1877.40
		2.00	0.00	0.00	
		3.00	0.00	0.00	
		4.00	5.00	67.05	
		5.00	3.00	40.23	
		6.00	1.00	13.41	
		7.00	1.00	13.41	
		TOTAL	14.00	187.74	
	10.08	1.00	13.00	131.04	8366.40
		2.00	6.00	60.48	
		3.00	5.00	50.40	
		4.00	15.00	151.20	
		5.00	14.00	141.12	
		6.00	13.00	131.04	
		7.00	17.00	171.36	
		TOTAL	83.00	836.64	
	TOTAL	675.00	1332.47	13324.70	

Finalmente se presentan los cuadros que contienen los rubros tomados en cuenta para la

cuantificación del presupuesto de la señalización de la cicloruta.

CUADRO 8. FUENTES CONSULTADAS PARA ELABORAR COSTOS DE SEÑALIZACIÓN									
RUBRO	COMEX	ROMARK GLIDDEN	PROTECTO	LICITACION CONAVI	#	costo comex	costo romark glidden	costo protecto	costo licitación
Cubeta (5 gal)	¢110,500	¢224,100		¢93,303	21	¢2,298,477	¢4,661,435		¢1,940,757
Galón			¢42,700		104			¢4,440,948	
Microesferas de vidrio sacos 25 kg	¢25,560			¢20,186	11	¢288,429	¢0		¢227,786
Diluyente para tránsito # 1649 S		¢12,186			13		¢158,421		
Costos directos						¢1,372,663	¢2,554,143	¢2,443,899	¢1,163,482
Señales verticales (unidad)				¢55,000	595	¢32,725,000	¢32,725,000	¢32,725,000	¢32,725,000
TOTAL						¢36,842,990	¢40,387,428	¢40,056,697	¢36,057,025

Los diferentes totales muestran el costo de la demarcación y contemplan materiales de varios proveedores y marcas. Además se presenta el desglose de los costos por separado

de demarcación y señales verticales por tramo, las señales verticales se colocan mediante una fundación de 1 pie cúbico de concreto.

CUADRO 9. DESGLOSE DE LOS COSTOS DE SEÑALIZACIÓN POR TRAMO						
Tramo	Área demarc. (m2)	# de señales vert	Cant. de galones	Costo demarcación (colones)	Costo señales vert. (colones)	Total (colones)
1	954	134	17	¢1,176,919	¢7,370,000	¢8,546,919
2	1063	85	19	¢1,310,666	¢4,675,000	¢5,985,666
3	501	33	9	¢617,562	¢1,815,000	¢2,432,562
4	944	88	17	¢1,163,975	¢4,840,000	¢6,003,975
5	856	88	15	¢1,056,254	¢4,840,000	¢5,896,254
6	866	81	15	¢1,068,233	¢4,455,000	¢5,523,233
7	761	86	13	¢938,087	¢4,730,000	¢5,668,087
TOTAL	5944	595	104	¢7,331,697	¢32,725,000	¢40,056,697

Sobre el dimensionamiento de los caños y / o cunetas se presenta el siguiente cuadro. Luego de este y para finalizar el apartado se presentan 3 cuadros en los cuales se resumen

los rubros tomados en cuenta para la realización de los tres presupuestos, así como algunos gráficos en los que se analiza cómo se distribuyen dichos rubros en los costos obtenidos.

CUADRO 10. RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO PARA SISTEMA PLUVIAL													
TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Pendiente (%)	A1 (m ²)	C1	A2 (m ²)	C2	CP	Q (l/s)	Q (m ³ /s)	l (m)	V (m/s)	Prof (m)
1	304.08	0+300	3.55	6066	0.83	961	0.81	0.83	242.20	0.24	0.32	2.34	0.26
1	405.45	0+400	1.66	1511	0.83	360	0.81	0.83	64.39	0.06	0.23	1.26	0.13
1	812.06	0+800	3.10	5050	0.83	694	0.81	0.83	198.07	0.20	0.31	2.12	0.23
1	1211.60	1+200	5.58	2304	0.83	823	0.81	0.82	107.46	0.11	0.22	2.26	0.12
1	1613.00	1+600	6.39	2672	0.83	495	0.81	0.83	109.11	0.11	0.21	2.39	0.11
2	1514.54	3+300	-6.93	5769	0.83	670	0.81	0.83	222.12	0.22	0.27	2.94	0.19
2	1612.67	3+400	-6.10	2644	0.83	690	0.81	0.83	114.73	0.11	0.22	2.38	0.12
2	1712.73	3+500	-6.16	6258	0.83	970	0.81	0.83	249.16	0.25	0.29	2.90	0.21
2	1815.02	3+600	-6.39	7918	0.83	800	0.81	0.83	300.83	0.30	0.31	3.08	0.24
3	0.00	4+340.05	-0.69	1280	0.83	674	0.81	0.82	67.01	0.07	0.27	0.92	0.18
3	304.05	4+600	6.92	2886	0.83	1115	0.81	0.82	137.44	0.14	0.23	2.61	0.13
3	805.49	5+100	-2.24	1511	0.83	0	0.00	0.83	52.25	0.05	0.20	1.34	0.10
3	1103.56	5+400	-3.19	2598	0.83	661	0.81	0.83	112.16	0.11	0.25	1.86	0.15
4	200.13	5+600	-0.61	2179	0.83	731	0.81	0.82	100.03	0.10	0.32	0.97	0.26
4	401.61	5+800	0.58	2518	0.83	434	0.81	0.83	101.73	0.10	0.33	0.95	0.27
4	602.75	6+000	-2.30	4309	0.83	902	0.81	0.83	179.46	0.18	0.31	1.84	0.24
4	802.91	6+200	-1.97	4137	0.83	1102	0.81	0.83	180.26	0.18	0.32	1.74	0.26
4	1202.32	6+600	-2.86	3149	0.83	892	0.81	0.83	139.01	0.14	0.27	1.88	0.18
4	1503.80	6+900	-2.60	2604	0.83	697	0.81	0.83	113.58	0.11	0.26	1.72	0.16
4	1711.99	7+100	-2.05	2477	0.83	396	0.81	0.83	99.03	0.10	0.26	1.52	0.16
5	603.70	7+800	1.91	5986	0.83	1318	0.81	0.83	251.50	0.25	0.37	1.87	0.34
5	1007.90	8+200	-6.96	4976	0.83	1591	0.81	0.83	225.78	0.23	0.28	2.96	0.19
5	1648.19	8+867.29	-0.02	1925	0.83	821	0.81	0.82	94.28	0.09	0.58	0.29	0.83
6	101.87	8+900	9.15	29484	0.83	3079	0.81	0.83	1123.57	1.12	0.48	4.90	0.57
6	602.27	9+400	-0.88	4057	0.83	842	0.81	0.83	168.70	0.17	0.36	1.27	0.33
6	1003.59	9+800	-3.37	3530	0.83	827	0.81	0.83	149.99	0.15	0.27	2.04	0.18
6	1504.63	10+300	3.12	4691	0.83	651	0.81	0.83	184.20	0.18	0.30	2.08	0.22
6	1702.19	10+500	3.92	4992	0.83	1084	0.81	0.83	209.23	0.21	0.30	2.34	0.22
7	299.98	10+900	1.85	3388	0.83	665	0.81	0.83	139.61	0.14	0.30	1.60	0.22
7	706.85	11+300	0.20	4299	0.83	751	0.81	0.83	174.02	0.17	0.49	0.73	0.60
7	1112.43	11+700	2.44	3195	0.83	1204	0.81	0.82	151.11	0.15	0.29	1.81	0.21

El cuadro anterior resume la información tomada en cuenta en diversos puntos a lo largo de cada tramo. Este contiene las áreas tributarias consideradas en el cálculo, las cuales corresponden principalmente al área de techos A1 y superficie pavimentada A2 al igual que los coeficientes de escorrentía para ambos y el coeficiente ponderado CP.

A partir de estos datos se obtuvieron los caudales hidrológicos en metros cúbicos y litros

haciendo uso del Método Racional en los puntos o estaciones mostrados, que bajo la suposición de secciones cuadradas se obtuvo el valor de la dimensión o lado de la cuneta o caño.

El valor de profundidad muestra la dimensión que deberá darse al caño en secciones rectangulares ya que el ancho del mismo está limitado por la dimensión de la rejilla de concreto por utilizar a lo largo de la cicloruta que es de 40 cm.

CUADRO 11. PRESUPUESTO DE ALTERNATIVA 1										
DESCRIPCION	UNIDAD PAGO	CANTIDAD / TRAMO 1	CANTIDAD / TRAMO 2	CANTIDAD / TRAMO 3	CANTIDAD / TRAMO 4	CANTIDAD / TRAMO 5	CANTIDAD / TRAMO 6	CANTIDAD / TRAMO 7	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Movimiento de Tierra										
Limpieza de Terreno en derecho de vía (calle)	Ha		1.04	0.61					\$1.538.79	\$2.535.31
Corte y bote de Vegetal en calle de 14.00m	m3		4088.23	1489.80					\$5.34	\$29,786.72
Corte y bote de Material de mala calidad	m3		5450.98	1986.40					\$5.34	\$39,715.62
Subtotal										\$72,037.64
Pavimentos										
Conformación de subrasante	m2		7433.15	3310.67					\$1.02	\$10,958.70
Subbase 15 cm	m2		7433.15	3310.67					\$5.00	\$53,719.13
Base Estabilizada de 10 cm	m2		7433.15	3310.67					\$6.00	\$64,462.95
Asfalto (10 cm)	m2		7433.15	3310.67					\$30.00	\$322,314.75
Imprimación asfáltica	m2		7433.15	3310.67					\$1.00	\$10,743.83
Demarcación horizontal-vertical (global)	gl								Ø40,056,696.66	\$78,542.54
Subtotal										\$540,741.90
Obras Complementarias										
Cordón y Caño	m		2477.72	1103.56					\$40.00	\$143,251.00
Zona verde	m		2477.72	1103.56					\$4.00	\$14,325.10
Áceras	m		2477.72	1103.56					\$31.00	\$111,019.53
Subtotal										\$268,595.63
COSTO POR METRO		\$9.00	\$230.00	\$226.05	\$6.63	\$7.01	\$6.11	\$8.00		
TOTAL DE LA OFERTA		\$16,758.67	\$569,880.36	\$249,458.59	\$11,772.50	\$11,561.28	\$10,829.87	\$11,113.90		\$881,375.17

En el cuadro anterior se muestran los rubros por tomar en cuenta, la unidad de medida y el precio unitario de cada uno y que permiten cuantificar los costos de cada uno de los tramos, así como el costo global de cada rubro o actividad.

Los gráficos adjuntos muestran la inversión que requiere cada uno de los tramos y la distribución de los rubros bajo las premisas de esta alternativa 1.



Figura 61. Gráfico de distribución de costos por rubro

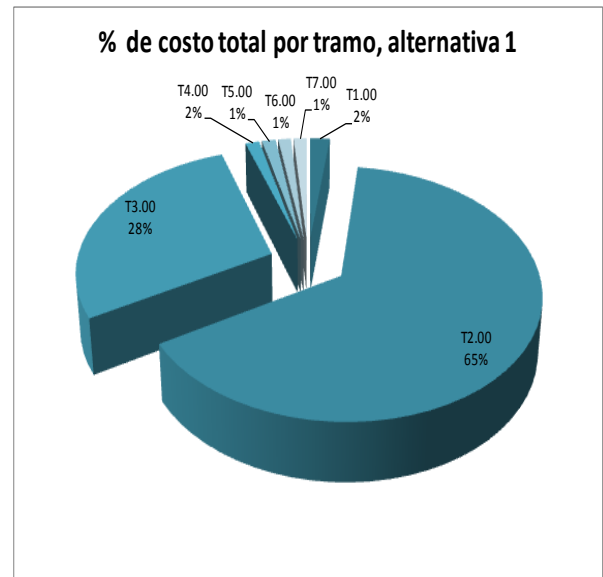


Figura 62. Gráfico de distribución de costos por tramos

CUADRO 12. PRESUPUESTO DE ALTERNATIVA 2										
DESCRIPCION	UNIDAD PAGO	CANTIDAD / TRAMO 1	CANTIDAD / TRAMO 2	CANTIDAD / TRAMO 3	CANTIDAD / TRAMO 4	CANTIDAD / TRAMO 5	CANTIDAD / TRAMO 6	CANTIDAD / TRAMO 7	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Movimiento de Tierra										
Limpieza de Terreno en derecho de vía (calle)	Ha	0.78	1.36	0.50	0.75	0.69	0.74	0.58	\$1,538.79	\$8,321.19
Corte y bote de Vegetal en calle de 14,00m	m3	2346.53	4088.23	1489.80	2237.11	2076.71	2234.84	1749.62	\$5.34	\$86,630.09
Corte y bote de Material de mala calidad	m3	3128.71	5450.98	1986.40	2982.82	2768.95	2979.79	2332.83	\$5.34	\$115,506.79
Subtotal										\$210,458.07
Pavimentos										
Conformación de subrasante	m2	5586.99	7433.15	3310.67	5326.46	4944.56	5321.05	4165.77	\$1.02	\$36,810.42
Subbase 15 cm	m2	5586.99	7433.15	3310.67	5326.46	4944.56	5321.05	4165.77	\$5.00	\$180,443.25
Base Estabilizada de 10 cm	m2	5586.99	7433.15	3310.67	5326.46	4944.56	5321.05	4165.77	\$6.00	\$216,531.90
Asfalto (10 cm)	m2	5586.99	7433.15	3310.67	5326.46	4944.56	5321.05	4165.77	\$30.00	\$1,082,659.51
Impresión asfáltica	m2	5586.99	7433.15	3310.67	5326.46	4944.56	5321.05	4165.77	\$1.00	\$36,088.65
Demarcación horizontal-vertical (global)	gl								Ø40,056,696.66	\$78,542.54
Subtotal										\$1,631,076.28
Obras Complementarias										
Cordón y Caño	m	1862.33	2477.72	1103.56	1775.49	1648.19	1773.68	1388.59	\$40.00	\$481,182.00
Zona verde	m	1862.33	2477.72	1103.56	1775.49	1648.19	1773.68	1388.59	\$4.00	\$48,118.20
Aceras	m	1862.33	2477.72	1103.56	1775.49	1648.19	1773.68	1388.59	\$31.00	\$372,916.05
Subtotal										\$902,216.26
COSTO POR METRO		\$229.40	\$230.20	\$225.90	\$227.04	\$227.42	\$226.51	\$228.41		
TOTAL DE LA OFERTA		\$427,226.96	\$570,376.01	\$249,288.78	\$403,100.22	\$374,830.98	\$401,760.40	\$317,167.26		\$2,743,750.61

Los gráficos adjuntos muestran la inversión que requiere cada uno de los tramos y la distribución de los rubros bajo las premisas de esta alternativa 2.

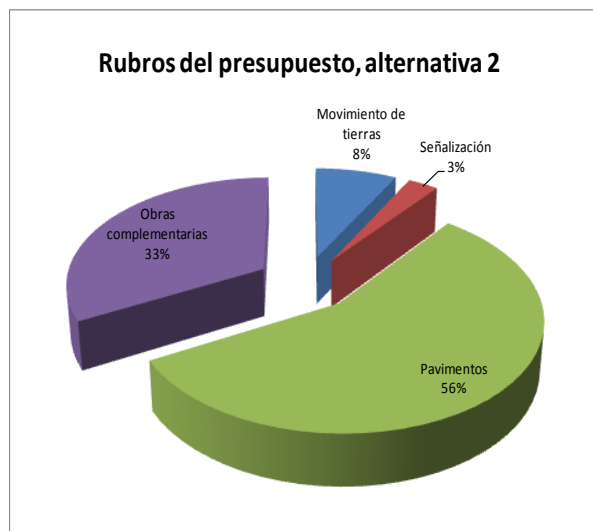


Figura 63. Gráfico de distribución de costos por rubro

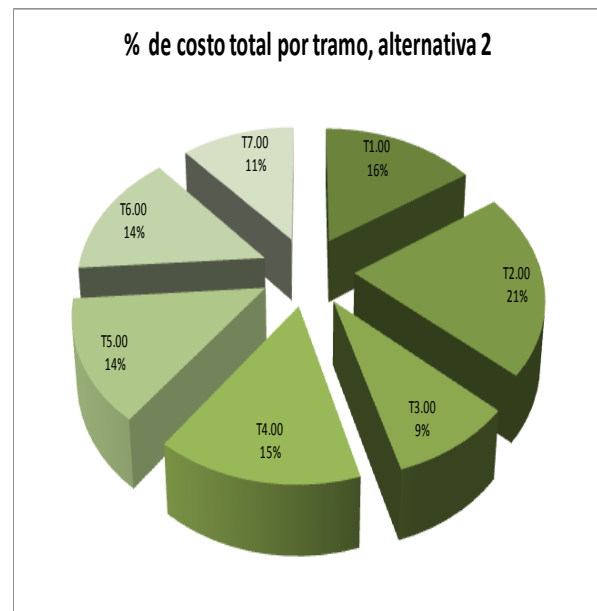


Figura 64. Gráfico de distribución de costos por tramo

CUADRO 13. PRESUPUESTO DE ALTERNATIVA 3										
DESCRIPCION	UNIDAD PAGO	CANTIDAD / TRAMO 1	CANTIDAD / TRAMO 2	CANTIDAD / TRAMO 3	CANTIDAD / TRAMO 4	CANTIDAD / TRAMO 5	CANTIDAD / TRAMO 6	CANTIDAD / TRAMO 7	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Movimiento de Tierra										
Limpieza de Terreno en derecho de vía (calle)	Ha	0.78	1.36	0.50	0.75	0.69	0.74	0.58	\$1,538.79	\$8,321.19
Corte y bote de Vegetal en calle de 14,00m	m3	2346.53	4088.23	1489.80	2237.11	2076.71	2234.84	1749.62	\$5.34	\$86,630.09
Corte y bote de Material de mala calidad	m3	3128.71	5450.98	1986.40	2982.82	2768.95	2979.79	2332.83	\$5.34	\$115,506.79
Subtotal										\$210,458.07
Pavimentos										
Conformación de subrasante	m2	5586.99	7433.15	3310.67	5326.46	4944.56	5321.05	4165.77	\$1.02	\$36,810.42
Pavimento de losa de concreto de 5 cms esp	m2	5586.99	7433.15	3310.67	5326.46	4944.56	5321.05	4165.77	\$15.66	\$565,148.26
Demarcación horizontal-vertical (global)	gl								Ø40,056,696.66	\$78,542.54
Subtotal										\$680,501.23
Obras Complementarias										
Cordón y Caño	m	1862.33	2477.72	1103.56	1775.49	1648.19	1773.68	1388.59	\$40.00	\$481,182.00
Zona verde	m	1862.33	2477.72	1103.56	1775.49	1648.19	1773.68	1388.59	\$4.00	\$48,118.20
Áceras	m	1862.33	2477.72	1103.56	1775.49	1648.19	1773.68	1388.59	\$31.00	\$372,916.05
Subtotal										\$902,216.26
COSTO POR METRO		\$150.38	\$151.18	\$146.88	\$148.02	\$148.40	\$147.49	\$149.39		
TOTAL DE LA OFERTA		\$280,065.72	\$374,586.77	\$162,085.66	\$262,801.27	\$244,591.40	\$261,603.85	\$207,440.90		\$1,793,175.56

Los gráficos adjuntos muestran la inversión que requiere cada uno de los tramos y la distribución de los rubros bajo las premisas de esta alternativa 3.

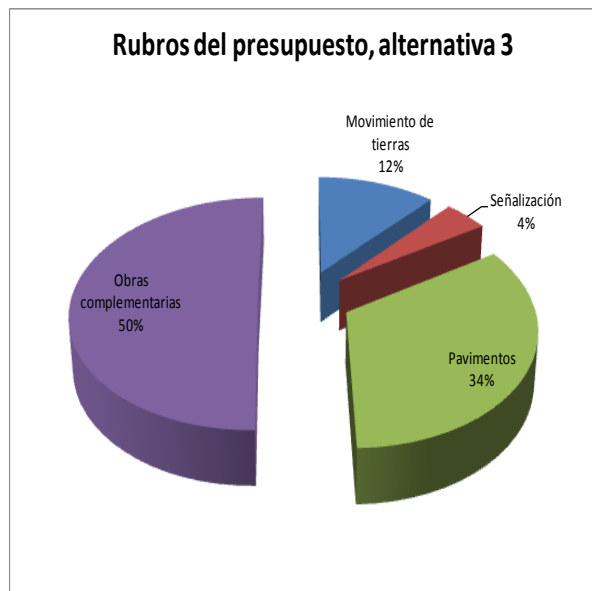


Figura 65. Gráfico de distribución de costos por rubro

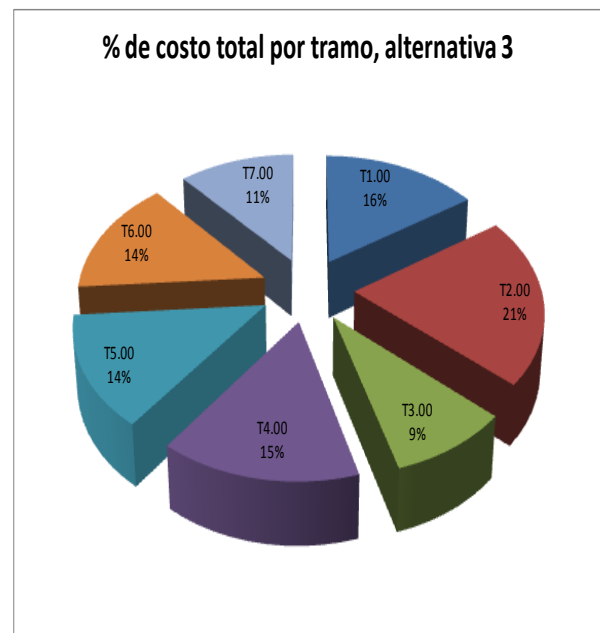


Figura 66. Gráfico de distribución de costos por tramo

Análisis de los resultados

El trazo obtenido recorre gran extensión del centro y las periferias de la ciudad, puede decirse que se compone de dos circuitos norte y sur conectados en el centro por un tramo que atraviesa el centro de la ciudad y que, como se estableció desde el inicio, une puntos como centros educativos, deportivos, comercio, industria, monumentos, entre otros.

La longitud de la cicloruta es significativa si se compara con la extensión ideal de un viaje en bicicleta. Según lo que establece la literatura, un viaje normal casa-trabajo ronda entre 5 y 6 kilómetros, sin embargo el uso de bicicletas más modernas posibilita recorrer cada vez mayores distancias. Además, en la provincia, gran cantidad de personas recorren distancias considerables diariamente y es de esperarse que puedan transitar sobre dicha cicloruta sin mayor dificultad.

Se propuso la utilización de la faja ciclista y no de la pista ciclista principalmente (no en tramos 2 y 3) por la limitación de espacio propia de las ciudades poco planificadas en cuyo caso se recomienda hacer uso de franjas libres, hombros de la calzada, retiros municipales, corredores férreos y demás espacios de maleza que, en la actualidad, no son aprovechados y que pueden albergar la faja en vía compartida complementada con elementos de pacificación de tráfico y señalización.

A lo largo de los tramos 2 y 3 sí es posible la construcción de la pista ya que, además de la presencia de mayor espacio respecto de los demás tramos, la poca presencia de calles que sirven a esta carretera a lo largo del recorrido de la cicloruta hasta las cercanías del puente Bailey, favorecen esta infraestructura.

Luego de este punto se continuará con faja ciclista ya que a partir de este se dan 2 cambios de lado y aumentan el número de calles que sirven a la carretera, al igual que los accesos a las diversas propiedades y/o negocios adyacentes.

Dadas las cambiantes condiciones y cantidad de espacio a lo largo del trazado se utilizarán tanto fajas como pistas, estas se constituirían en una cicloruta en la cual diversos tipos de infraestructura formarán parte de la totalidad de los tramos que integran una cicloruta.

También otras de las alternativas de infraestructura ciclista son los bulevares para bicicletas y las vías compartidas. Sin embargo se prefiere la implementación de las primeras dos en la ciudad de Cartago por razones de seguridad y espacio principalmente, además por que la implementación de la faja ciclista no resta conectividad a la ciudad.

En la mayoría de las ciudades del país, los centros urbanos crecieron con poca planificación y las características presentes en Cartago se repiten a lo largo de las demás provincias, principalmente las del Valle Central, por lo que es de esperarse que entre las infraestructuras para ciclistas mencionadas, las más fáciles de implementar sean la faja y pista ciclistas.

Otras facilidades para ciclistas como prioridad de paso ante los automóviles pueden implementarse una vez que se haya creado una cultura de respeto y conciencia en la población en general.

Respecto de las pendientes de los tramos, la teoría establece un máximo de 10 %.

En la cicloruta resultante se presentan pendientes ligeramente inferiores a este valor. En algunas secciones de los tramos 1, 2, 5 y 6 se experimentarán dos efectos: ganancia de velocidad en descenso donde fácilmente pueden

alcanzarse velocidades de 50 km/h, y contrario a esto, en ascensos el ciclista deberá incrementar el esfuerzo al pedalear.

Para contrarrestar estos efectos se adicionaron sobreanchos a las curvas donde la pendiente es considerable y donde de acuerdo con los criterios descritos será necesario su uso.

El diseño geométrico llevado a cabo busca y garantiza la seguridad de los usuarios.

Por esta razón, aunque se considera que 30 km/h es la velocidad de diseño apropiada, la experiencia propia y la presencia de algunas secciones con pendientes que oscilan entre 5 y 9 %, hacen necesario que se tomen en cuenta velocidades de diseño mayores que oscilaron entre los 30 y los 55 km/h, con el objetivo de obtener radios de giro grandes que garanticen mayor confort, seguridad y distancia de visibilidad a los usuarios.

En algunas secciones con baja pendiente no se implementaron curvas horizontales debido, entre algunas razones, a la limitación de espacio, a distancias muy cortas entre los PI y finalmente que presentaron ángulos menores a 2% entre las tangentes que integran el eje de proyecto y que hacen innecesario la implementación de las mismas. Este caso se presenta en la estación 11+300 m aproximadamente, además de algunos otros puntos en donde esta situación es imperceptible.

Los giros según los manuales de diseño deben tener entre 3 y 5 m de radio. En el caso en estudio se generaron gran cantidad de radios, en algunos casos mayores a 5 m y en otros casos menores o cercanos a 1.5 y 2 m, lo que supone una percepción de disconfort en el usuario al girar, que puede incrementarse al toparse con ciclistas en sentido contrario. Por esta razón se incrementó el ancho de la faja a lo largo de algunos metros para evitar estas situaciones (Ver Lámina A2-8, detalle 3 del tramo 5).

Se muestran en la lámina A1-1 los estacionamientos de los componentes de las curvas horizontales que conforman el eje de proyecto y que indican los puntos a partir de los cuales inician y terminan dichas curvas.

Las distancias de transición Le calculadas, permitieron llevar a cabo el desarrollo del peralte que busca brindar confort y seguridad

a los ciclistas en curvas pronunciadas. Al mismo tiempo, a lo largo de esta distancia, se extiende el sobreancho en las fajas ciclistas en el interior de las curvas. Estos aspectos hacen de la cicloruta un espacio que contempla los principales fenómenos que afectan a los ciclistas en descensos de pendientes importantes en curva y que pueden originar inseguridad y / o colisiones.

De las fuentes de información utilizadas, se obtuvieron varios valores. No obstante se tomaron los de mayor especificidad para el desarrollo de este estudio, por ejemplo, la información de alturas obtenida de las ortofotos, permitió conocer las pendientes presentes a lo largo del trazado y la foto aérea facilitada por la Municipalidad fue la base del diseño geométrico, las diferencias en la longitud del trazado con respecto de las demás fuentes de información fueron muy pequeñas en comparación a la longitud total del mismo.

Debido a cierta imprecisión de los datos de campo, el eje de proyecto y la ubicación de la cicloruta variarán algunos metros de la ubicación real, sin embargo brindan una buena idea de lo que debe llevarse a cabo y no impide que, a partir del anteproyecto generado, sea posible representar con bastante aproximación la propuesta y determinar un presupuesto de esta.

El diagnóstico de los tramos, muestran, estación a estación o punto a punto, condiciones particulares existentes a las que se enfrentarán los desarrolladores y que deben contemplarse a la hora de planear y construir la obra. Además puntualiza una serie de medidas ante la presencia de diversos inconvenientes físicos de espacio o de volumen de tráfico.

En aquellos puntos en los que se presentan los cambios mencionados en carreteras o calles de dos sentidos, la medida será siempre la utilización de semáforos y demarcación tanto del recorrido de la faja como de los pasos peatonales y, en la medida de lo posible, ubicados en las cercanías de las paradas de autobuses como en el caso del cambio cercano al puente Bailey, o bien cerca de centros educativos como en el cruce del Covao, lugares en los cuales son necesarios aún sin la presencia de una faja ciclista.

En los puntos donde se dan cambios en calles de una sola vía y de menor cantidad de tráfico diario como en el bulevar del TEC o el que se ubica en la calle 19, no será imperativo la colocación de semáforos y los ciclistas deberán detenerse en las marcas pintadas o demarcadas para esperar el momento adecuado para que crucen la vía. La idea de asignar prioridad a los ciclistas puede implementarse tiempo después de que la cicloruta haya sido construida y tanto los conductores como ciclistas se hayan acostumbrado al uso compartido de las vías.

Al final del tramo 3 se presenta un cruce o cambio que atraviesa la línea férrea. Este debe demarcarse con anticipación, de manera que los ciclistas estén alerta al horario y a la eventual presencia del tren. Este cruce, particularmente, requirió de una demarcación y señalización más intensiva, además de cambios y restricciones de algunas vías.

En el paso del puente férreo se aplicarán las alternativas mostradas en el Marco Teórico.

Por otra parte, tomando en cuenta que el corredor y el puente férreo serán rehabilitados para la puesta en marcha del servicio del ferrocarril en la provincia, deberá coordinarse junto con Incofer para que los trabajos, a lo largo de este tramo, contemplen la existencia de la faja o pista ciclista.

La creación de esta faja ciclista a lo largo de este corredor procurará no impermeabilizar la totalidad del suelo para aprovechar el escurrimiento del agua pluvial de manera natural, sin presencia de infraestructuras extensas y, a su vez, para disponer de una zona con áreas verdes y árboles.

Tomando en cuenta otros puntos importantes, a la altura de la entrada del bulevar del Polideportivo, la faja atraviesa la isla divisoria, por lo que la presencia de elementos de semaforización que lo regulen son significativos para controlar los flujos y brindar seguridad. La faja se ubicó aproximadamente a 20 m antes de la intersección en forma de "T", con la intención de que los conductores de automotores no se distraigan o confundan, al tener que asegurarse no solo de la ausencia de vehículos sino también de ciclistas en el momento de realizar los diversos giros, primordialmente cuando se viene por el bulevar en dirección oeste y se dirigen

hacia Guadalupe o bien hacia la derecha dirigiéndose hacia el centro de Cartago.

Se ideó una alternativa para el paso de la faja ciclista a través de la calle que conduce a Tejar, ya que este cruce presenta complejidad y gran cantidad de vehículos principalmente en las horas pico. Por lo tanto al aproximarse a este, los ciclistas deberán esperar el cambio de luz al igual que los automotores para continuar en dirección hacia el este. Esta situación se ilustra en el detalle 2 de la Lámina A2-8 del tramo 5. Por último, el diseño de este cruce requiere que se amplíe la calzada, en específico, la que se ubica inmediatamente luego de cruzar la calle a Tejar, en dirección este, es decir, dirigiéndose hacia el Proyecto Manuel de Jesús Jiménez. Esto puede llevarse a cabo reduciendo el ancho de las aceras a 1.2 m de ancho en ambos extremos, desplazando además el borde izquierdo para aprovechar el espacio que actualmente es irregular y que es utilizado para estacionar vehículos. De esta manera se obtendría un ancho mayor en este punto y se utilizaría la totalidad del derecho de vía.

El paso de la faja o pista frente a la entrada de viviendas, comercios, talleres y demás predios, deberá incluir aceras con rampas que se desarrollan en los primeros 50 cm, tal y como se establece en la Guía del espacio urbano. En el Anexo 2, Figuras 15 y 16 se muestran estos detalles.

Las secciones transversales resultantes intentan optimizar el uso del espacio disponible que varía a lo largo de cada tramo, ya que, como se evidenció en el diagnóstico de los tramos, se presentan secciones de poco ancho disponible donde se dificulta la instauración de la faja ciclista.

Las diferencias en las alternativas para la estructura de pavimentos radican en la utilización de diferentes superficies de rodadura. Las superficies de asfalto brindan un mejor acabado, brinda una superficie más lisa y su tecnología de ejecución es ampliamente conocida, aunque el equipamiento que requiere encarece su costo. De manera similar el concreto mezclado en sitio, este puede ser colocado sobre terreno compactado, no requiere de material de préstamo para la base o sub-base, es de bajo costo en relación con otros tipos de pavimento, presenta manejabilidad

del equipo. Por otra parte, tiene el inconveniente de que se confunde con la acera y dificulta la reparación de redes subterráneas.

Se propusieron las alternativas en asfalto y concreto ya que en el país se tiene experiencia en el uso de ambos materiales. Además son los materiales más utilizados para este tipo de obras y las fuentes consultadas los favorecen. Se utilizaron los grosores de las diversas capas especificados en el Manual de Bogotá, debido a la imposibilidad de contar con estudios de suelos que permitan conocer la capacidad de la subrasante y, a partir de este dato, dimensionar la estructura del pavimento según las metodologías de AASHTO que se encuentran en el Manual Centroamericano para diseño de pavimentos (SIECA).

Los costos de las alternativas varían notablemente. La propuesta en concreto no requiere de la adición base y sub-base, solamente de la conformación y compactación de la subrasante. Esto hace que esta alternativa sea menos costosa que la propuesta en pavimento asfáltico que requiere de una estructura de pavimentos compuesta de base y sub-base.

Cabe destacar que la losa de concreto de 5 cm tiene un costo de \$517 000 menos que la capa de 10 cm de asfalto. Al final la diferencia entre ambas alternativas fue cerca de \$950 000 que se debe además a la estructura de base y sub-base que requiere la alternativa 2.

Ambas alternativas pueden resultar demasiado robustas ante las bajas cargas que ejercen las bicicletas o peatones. Pero debe considerarse que la faja o pista será atravesada de manera constante por automóviles que ingresan día a día a las viviendas a lo largo de los tramos. Adicionalmente la estructura estará sometida a grandes cargas, en especial, en los accesos de talleres, fábricas, comercios y demás predios.

Finalmente, del análisis de costos se destaca que en la alternativa 1 se asumió una intervención previa de la calzada a lo largo de 5 tramos. En estos la intervención se reduce a la demarcación del pavimento mejorado y obtenido de la ampliación de la carpeta actual y la

nivelación de las aceras, es la alternativa más económica.

Sobre los tramos 2 y 3 la intervención sí contempla la construcción de la pista y faja ciclista, además de la demarcación y señalización y representa el 93% del costo de la propuesta económica; el 7% restante se reparte en los 5 tramos antes mencionados.

En la segunda propuesta se muestra una repartición más equitativa de la inversión. El tramo 2, por ser el más extenso, es el más costoso: 21% de la oferta. El tramo 1, a su vez, fue el tramo con mayor cantidad de señales verticales por colocar, ya que se extiende a lo largo de una vía con gran cantidad de accesos en medio de un área residencial de alta densidad. El tramo 3 es el de menor costo: 9%. En general todos varían de manera proporcional a su longitud, debido a que la estructura de pavimentos y las obras complementarias son los rubros de mayor peso en el costo. La señalización, a su vez, representa únicamente un 3%.

La última alternativa varía de la segunda en que las obras complementarias representan el 50% del costo y la estructura de pavimento constituida de la subrasante compactada y la losa de concreto de 5 cm el 34 %. Esto ocurre por la disminución del costo que implica la no colocación de la base y sub-base.

Los tres presupuestos buscan brindar diferentes opciones y responder a diversos escenarios que están en función de la realización de acciones establecidas en las premisas descritas en apartados anteriores.

La pintura por utilizar cumple con normas tales como FSS-TT-P-115F establecidas en el CR-2010 y la TTP-1952E, especificación más reciente en U.S.A, establecida por CONAVI como requisito al licitar este tipo de obras en el país. Además se usarán micro esferas de vidrio según AASHTO M247. El uso de estos, si bien encarece los costos, brinda una superficie reflectorizada al pavimento, incrementa la resistencia a la abrasión y aumenta la vida útil de la demarcación. En el CR-2010 se indican las tasas de colocación de la pintura según su clasificación.

La señalización horizontal complementa la demarcación, la colocación de las señales busca advertir a los conductores con anticipación

de la presencia de la infraestructura exclusiva para el tránsito de ciclistas, adicionalmente indica la presencia de los mencionados cambios de margen de la faja ciclista y / o restricciones a lo largo de algunas vías donde la limitación del espacio impide la implantación de la faja, los carriles vehiculares y las aceras, muestran en estos casos vías alternas e información relacionada. Cabe mencionar que estas medidas se llevarán a cabo en vías con bajo nivel de tránsito donde el impacto no es significativo y en donde cabe la reducción del ancho de los carriles que puedan habilitarse.

Respecto al dimensionamiento de las cunetas o caños de sección cuadrada propuestos, se obtuvieron lados que variaron entre los 20 cm hasta casi los 60 cm. En estos casos se ajustarán las dimensiones de manera que se conserve siempre la dimensión de 40 cm correspondiente a la rejilla de concreto, obteniéndose así una sección rectangular. El Cuadro 10 muestra algunos puntos en los cuales se obtuvieron profundidades de 83 cm, 60 cm, debido a que se ubican en lugares con pendientes cercanas a cero, y no por la existencia de grandes caudales, de hecho las velocidades en estos puntos son de 0.29 y 0.73 m/s respectivamente.

Al suponer que la superficie tributaria se compone en su totalidad de techos y superficies pavimentadas, se está sobrediseñando el sistema pluvial. Esto es beneficioso si se toma en cuenta, por ejemplo, la gran cantidad de agua que desciende a lo largo del tramo 1 y 2 durante aguaceros fuertes principalmente y que se agrava con la basura que obstruye los sistemas y que es común en todo el país.

La implementación de las rejillas además de posibilitar la mejor utilización del espacio, pueden reducir la obstrucción de los caños ya que estas representan una barrera física ante el paso de la basura.

Durante los recorridos realizados ha surgido la inquietud respecto de la seguridad de los trabajadores al momento de la realización de la obra, dado que esta se extiende a lo largo de calles y avenidas con diversos niveles de tráfico.

En consecuencia, existe el riesgo de atropellos y golpes, caídas en puntos con topografía quebrada como en los puentes Bailey y el puente férreo en la zona del Dique, además del uso de materiales con diversos grados de

peligrosidad como thinner y otros solventes principalmente al señalar y demarcar la cicloruta.

Aunado a estos riesgos se pueden mencionar sobreesfuerzos, malas posturas, exposición al polvo, cemento, luz solar y emisiones vehiculares. También existe el riesgo de que los trabajadores y los equipos se vean afectados por el hampa a lo largo de todo el trazado; pero principalmente a lo largo del tramo 3.

Por último, pero no menos importante, es el asunto de la seguridad de los usuarios de la cicloruta, tomando en cuenta que el trazado es extenso y que recorre algunas zonas consideradas conflictivas como los Diques y las cercanías del proyecto Manuel de Jesús Jiménez por lo que deben tomarse medidas tendientes a proporcionar seguridad a los ciclistas.

La zona de mayor cuidado es la que corresponde al tramo 3 que se extiende paralelo a la línea férrea. Esta, como ya se ha mencionado, será rehabilitada para la puesta en marcha del servicio del tren a la provincia, situación que requeriría, sin duda, de la colaboración de la Fuerza Pública y la Policía Municipal para garantizar la seguridad de los usuarios que utilizarán diariamente el tren. Esta situación puede beneficiar la seguridad de los ciclistas ya que la presencia policial puede desestimular a la delincuencia.

Dada la realidad de la alta criminalidad en la actualidad, se recomienda el uso diurno de la cicloruta y se apela por la precaución de los usuarios para que no expongan su integridad ante tal flagelo.

Hoy esta zona carece, casi en su totalidad, de presencia policial. Esto principalmente por la dificultad de acceso a la misma. Pero gracias a la faja ciclista la policía podría patrullar este sector con mayor facilidad y frecuencia, en especial con motocicletas que tienen mayor maniobrabilidad y que por su tamaño pueden conducirse por la faja, no así las patrullas.

Por la importancia que obtendrá de nuevo este corredor férreo, las autoridades competentes deben evaluar la posibilidad de ubicar casetillas donde los policías puedan estar presentes, una delegación o bien vigilancia mediante cámaras que puedan aumentar la seguridad tanto de los vecinos de la zona como de las personas que la atraviesan desde y hacia el centro de Cartago.

Conclusiones

- Debido a la restricción del espacio en una ciudad como Cartago, la faja ciclista será la opción en los tramos 1, 4, 5, 6 y 7 y esta misma se podrá implementar en parte del tramo 2 y la mayor parte del tramo 3.
- La introducción de esta infraestructura en la ciudad requiere de algunos cambios viales. En el tramo 1 cerca de avenida 6 (0+210 a 0+452 m) la calle solo tendrá vía sur-norte. Además en los tramos 3 y 4, desde las cercanías de la antigua estación ferroviaria hasta la entrada del Dique, la calle paralela a la vía férrea podrá únicamente albergar una vía para automotores en dirección sureste-noroeste.
- En un futuro si se reactiva el servicio de ferrocarril a la ciudad de Cartago, para poder dar el retiro adecuado a la línea férrea y contar con espacio para la cicloruta a lo largo de la avenida 6, habrá que reducir o eliminar los carriles vehiculares, así como el espacio de estacionamiento.
- De las tres alternativas de estructura de pavimentos analizadas para la cicloruta, los costos obtenidos son los siguientes: primera opción \$ 881 375, segunda opción \$ 2 743 750 y la tercera \$ 1 793 175.
- En todas las alternativas la señalización es el rubro de menor impacto en el presupuesto.
- En la alternativa 2 la estructura de pavimentos es el rubro con mayor costo: un 56% del monto de la oferta, seguido de las obras complementarias.
- En la alternativa 3 las obras complementarias representan más del 50%, seguido de la estructura de pavimentos 34%.
- La alternativa 1 representa una inversión muy localizada que concentra en solo algunos tramos el mayor beneficio y no en la totalidad de los sectores sobre los que se extiende la cicloruta.
- La estructura de pavimentos de las alternativas 2 y 3 propuestas, puede resultar sobrediseñada respecto del tránsito que deberá de soportar. No obstante, se busca aumentar la vida útil y disminuir el deterioro que puede experimentar por vehículos pesados y livianos, que eventualmente cruzarán con frecuencia la faja o pista.
- El costo por tramo de la alternativa 2 por metro lineal es, en promedio, de \$ 230. Mientras que para la alternativa 3 en concreto colado en sitio es de \$ 150 el metro línea. Por lo tanto es la alternativa más recomendable económicamente de las 3 expuestas.
- La cicloruta en concreto colado en sitio constituye una infraestructura capaz de soportar cargas importantes lo que sugiere una vida útil mayor, al mismo tiempo permite una diferenciación respecto de la calzada y los carriles vehiculares.
- Los tramos 4, 5, 6 y 7 de la propuesta coinciden en gran porcentaje con el recorrido propuesto por la Municipalidad y que desarrollará la empresa gestora, tomando en cuenta esto. La alternativa 2 resulta en \$1,496,858.86 y la alternativa 3 \$976,437.40.
- Los tramos 1, 2 y 5 presentan las mayores pendientes. En los descensos se pueden desarrollar altas velocidades por lo que las velocidades de diseño en esos puntos es de hasta 55 km/h.

- Los tramos 3, 4, 6 y 7 presentan pendientes menores a 3%, las velocidades que se desarrollan son menores, recorren calles y avenidas con mayor tráfico en el centro de la ciudad.
- La cicloruta, por ser una ruta no planificada en el momento en que se construyeron las calles y carreteras por las cuales se extiende esta, presenta tramos con diferentes grados de complejidad. Por ejemplo, el tramo 3 requiere de mucha intervención dado que no posee ningún tipo de infraestructura, en vista de que va al lado de la línea férrea en el sector de los diques. Además presenta consideraciones de poca seguridad, mientras que el tramo 6 (sobre la Avenida 6) necesita de poca intervención respecto del primer tramo descrito.
- Un estudio de suelos en diferentes puntos, a lo largo del trazado de la cicloruta, permitirá realizar un diseño de la estructura de pavimentos más acorde con los requerimientos reales, pudiendo a su vez tener impacto en el presupuesto.
- Dado que la cicloruta en algunos tramos queda estrechamente alineada a la vía vehicular, el tema de seguridad laboral durante la construcción de la cicloruta, así como la de seguridad de los futuros usuarios, es un aspecto muy importante por considerar posteriormente.
- La capacitación de los trabajadores sobre los aspectos de seguridad específicos para la construcción de la cicloruta, así como de seguridad vial que eduque a los ciclistas y a la población en general respecto al uso seguro de la cicloruta, merecen ser planteados como propuestas específicas por parte de profesionales competentes que enriquezcan esta iniciativa.
- La presente propuesta, aunque es susceptible de ser perfeccionada, debe tomarse como un primer paso en el diseño de ciclorutas para la provincia de Cartago, dado que es muy popular el uso de este medio de transporte en la provincia.

Recomendaciones

Con base en las conclusiones se recomienda lo siguiente:

- Usar espacios municipales a lo largo de la cicloruta para la creación de lugares o puntos de descanso, zonas verdes, jardines y estacionamientos. (Ver láminas de los tramos).
- Divulgar y promocionar la creación de la cicloruta por medio de la Municipalidad. Esto se puede lograr haciendo uso de los medios de comunicación con el objetivo de que los usuarios se motiven y la utilicen. También para que los conductores estén informados de la estructura exclusiva para ciclistas y estén anuentes a respetarla.
- Organizar eventos para convocar a los ciclistas a realizar recorridos a lo largo de la cicloruta, con el propósito de dar a conocer sus condiciones y para educar a los usuarios en el comportamiento seguro al transitarla.
- Incentivar el uso de la cicloruta sobre todo en aquellos puntos que coinciden con la cicloruta y que son centros de convergencia de la población, por ejemplo la parada de buses Cartago-San José, el mercado, el museo municipal, la Basílica, comercios, entre otros.
- Ubicar estacionamientos de poca y larga duración para bicicletas que propicien la conexión a sitios de trabajo, casas de habitación o bien a las escuelas, colegios, industrias y comercio.
- Idear una estrategia que integre a la Municipalidad y al comercio para que brinden a los clientes la posibilidad de estacionar sus bicicletas en lugares seguros y adecuados y promover de esta manera viajes en bicicleta y no en automóvil u otros medios.
- El comercio puede además patrocinar este tipo de facilidades, así como otros elementos del mobiliario urbano tales como bancas, basureros, siembra de árboles y otros elementos que pueden embellecer el entorno.
- Hacer esfuerzos para educar a los usuarios de la cicloruta al igual que a los peatones, respecto de la interpretación de la señalización, las condiciones potencialmente peligrosas al conducir una bicicleta, las maniobras seguras y demás aspectos para una seguridad vial integral.
- Realizar estudios que determinen los aspectos relevantes y los niveles de iluminación adecuados que requieren los usuarios para poder visualizar el camino por donde se conducirá a lo largo de las ciclorutas del país.
- Incorporar un plan de arborización por parte de un experto, de tal manera que se siembren especies nativas que no solo den sombra y belleza al circuito ciclista, sino que también atraigan a especies de aves por los frutos que estos producen.
- Desarrollar una normativa técnica para el diseño y construcción de este tipo de obras ya que sin duda significan un beneficio para la sociedad. Además el uso de este medio de transporte es importante en Cartago y en muchos lugares del país.
- Usar solamente durante el día ciertos tramos de la cicloruta, lo anterior por motivos de seguridad.

Apéndices

En este apartado se tratarán los siguientes asuntos: el primero es el resultado del perfil de alturas cada 100 m que se resume en 7 cuadros y el segundo muestra cómo, partiendo de la estación 0+000 en la Plazoleta de la Basílica de

los Ángeles, se desarrolló un diagnóstico a lo largo de los tramos que componen la cicloruta, el cual consta de un estacionamiento o levantamiento fotográfico que se presenta a continuación:

CUADRO 1. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS

TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobreechancho (cm)	long. real acum (m)
1	0.00	0+000	1426.90	4.11	30.00	0.00
	102.14	0+100	1431.10	1.90	NO REQUIERE	102.14
	201.91	0+200	1433.00	3.72	30.00	201.91
	304.08	0+300	1436.80	3.55	30.00	304.08
	405.45	0+400	1440.40	1.66	NO REQUIERE	405.45
	507.86	0+500	1442.10	4.39	30.00	507.86
	607.99	0+600	1446.50	5.30	30.00	607.99
	709.82	0+700	1451.90	4.40	30.00	709.82
	812.06	0+800	1456.40	3.10	30.00	812.06
	911.92	0+900	1459.50	2.30	NO REQUIERE	911.92
	1012.01	1+000	1461.80	7.30	40.00	1012.01
	1110.62	1+100	1469.00	5.45	30.00	1110.62
	1211.60	1+200	1474.50	5.58	30.00	1211.60
	1310.19	1+300	1480.00	5.48	30.00	1310.19
	1408.65	1+400	1485.40	6.12	40.00	1408.65
	1510.01	1+500	1491.60	7.28	40.00	1510.01
	1613.00	1+600	1499.10	6.39	40.00	1613.00
	1711.55	1+700	1505.40	7.80	40.00	1711.55
1811.53	1+800	1513.20	7.68	40.00	1811.53	
1862.33	1+862.33	1517.10	-0.02	NO REQUIERE	1862.33	

CUADRO 2. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS

TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobreechancho (cm)	long. real acum (m)
2	0.00		1517.50	2.46	NO REQUIERE	1862.33
	101.59	1+900	1520.00	4.34	30.00	1963.92
	200.76	2+000	1524.30	-0.20	NO REQUIERE	2063.09
	299.59	2+100	1524.10	3.73	30.00	2161.92
	401.50	2+200	1527.90	2.57	NO REQUIERE	2263.83
	502.69	2+300	1530.50	1.32	NO REQUIERE	2365.02
	601.21	2+400	1531.80	1.30	NO REQUIERE	2463.54
	701.24	2+500	1533.10	0.78	NO REQUIERE	2563.57
	803.85	2+600	1533.90	3.21	30.00	2666.18
	906.80	2+700	1537.20	1.58	NO REQUIERE	2769.13
	1007.83	2+800	1538.80	-1.31	NO REQUIERE	2870.16
	1106.70	2+900	1537.50	4.51	30.00	2969.03
	1208.67	3+000	1542.10	-6.33	40.00	3071.00
	1311.31	3+100	1535.60	-7.03	40.00	3173.64
	1413.75	3+200	1528.40	-5.16	30.00	3276.08
	1514.54	3+300	1523.20	-6.93	40.00	3376.87
	1612.67	3+400	1516.40	-6.10	40.00	3475.00
	1712.73	3+500	1510.30	-6.16	40.00	3575.06
	1815.02	3+600	1504.00	-6.39	40.00	3677.35
	1918.38	3+700	1497.40	-7.62	40.00	3780.70
	2019.37	3+800	1489.70	-3.24	30.00	3881.70
	2121.21	3+900	1486.40	-4.48	30.00	3983.54
	2223.86	4+000	1481.80	-4.44	30.00	4086.19
	2327.57	4+100	1477.20	-3.78	30.00	4189.90
	2425.41	4+200	1473.50	-5.16	30.00	4287.74
	2477.72	4+300	1470.80	0.00	NO REQUIERE	4340.05

CUADRO 3. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS

TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobreebanco (cm)	long. real acum (m)
3	0.00	4+340.05	1470.70	-0.69	NO REQUIERE	4340.05
	101.49	4+400	1470.00	-0.81	NO REQUIERE	4441.53
	200.81	4+500	1469.20	-1.07	NO REQUIERE	4540.86
	304.05	4+600	1468.10	6.92	40.00	4644.10
	403.83	4+700	1475.00	-10.70	50.00	4743.87
	503.78	4+800	1464.30	7.81	40.00	4843.83
	604.88	4+900	1472.20	-4.17	30.00	4944.93
	703.21	5+000	1468.10	-5.96	30.00	5043.26
	805.49	5+100	1462.00	-2.24	NO REQUIERE	5145.54
	903.84	5+200	1459.80	-1.85	NO REQUIERE	5243.89
	1006.46	5+300	1457.90	-3.19	30.00	5346.51
1103.56	5+400	1454.80		NO REQUIERE	5443.60	

CUADRO 4. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS

TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobreebanco (cm)	long. real acum (m)
4	0.00	5+443.61	1454.70	-3.61	30.00	5443.60
	99.76	5+500	1451.10	-5.48	30.00	5543.36
	200.13	5+600	1445.60	-0.61	NO REQUIERE	5643.73
	298.20	5+700	1445.00	-1.06	NO REQUIERE	5741.80
	401.61	5+800	1443.90	0.58	NO REQUIERE	5845.21
	505.22	5+900	1444.50	-1.95	NO REQUIERE	5948.83
	602.75	6+000	1442.60	-2.30	NO REQUIERE	6046.36
	702.93	6+100	1440.30	-2.60	NO REQUIERE	6146.53
	802.91	6+200	1437.70	-1.97	NO REQUIERE	6246.51
	904.23	6+300	1435.70	-3.24	30.00	6347.84
	1003.08	6+400	1432.50	-3.20	30.00	6446.68
	1103.05	6+500	1429.30	-3.02	30.00	6546.66
	1202.32	6+600	1426.30	-2.86	NO REQUIERE	6645.93
	1303.64	6+700	1423.40	-1.59	NO REQUIERE	6747.24
	1404.25	6+800	1421.80	-0.90	NO REQUIERE	6847.86
	1503.80	6+900	1420.90	-2.60	NO REQUIERE	6947.41
	1607.74	7+000	1418.20	-2.21	NO REQUIERE	7051.35
	1711.99	7+100	1415.90	-2.05	NO REQUIERE	7155.60
1775.49	7+200	1414.60	0.00	NO REQUIERE	7219.09	

CUADRO 5. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS

TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobreebanco (cm)	long. real acum (m)
5	0.00	7+219.1	1414.60	-1.20	NO REQUIERE	7219.09
	100.06	7+300	1413.40	-0.89	NO REQUIERE	7319.15
	201.29	7+400	1412.50	-0.48	NO REQUIERE	7420.38
	304.56	7+500	1412.00	-0.61	NO REQUIERE	7523.65
	403.43	7+600	1411.40	-1.51	NO REQUIERE	7622.53
	502.52	7+700	1409.90	2.27	NO REQUIERE	7721.61
	603.70	7+800	1412.20	1.91	NO REQUIERE	7822.79
	703.21	7+900	1414.10	1.89	NO REQUIERE	7922.30
	803.87	8+000	1416.00	1.48	NO REQUIERE	8022.96
	905.24	8+100	1417.50	-1.17	NO REQUIERE	8124.34
	1007.90	8+200	1416.30	-6.96	40.00	8226.99
	1109.85	8+300	1409.20	-9.86	50.00	8328.94
	1209.24	8+400	1399.40	-5.43	30.00	8428.33
	1312.41	8+500	1393.80	-0.22	NO REQUIERE	8531.50
	1404.25	8+600	1393.60	-1.01	NO REQUIERE	8623.34
	1512.88	8+700	1392.50	1.17	NO REQUIERE	8731.97
	1615.29	8+800	1393.70	2.74	NO REQUIERE	8834.38
	1648.19	8+867.29	1394.60	-0.02	NO REQUIERE	8867.28

CUADRO 6. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS

TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobrancho (cm)	long. real acum (m)
6	0.00		1395.00	4.52	30.00	8867.28
	101.87	8+900	1399.60	9.15	50.00	8969.14
	202.40	9+000	1408.80	7.25	40.00	9069.67
	301.76	9+100	1416.00	2.92	NO REQUIERE	9169.04
	401.06	9+200	1418.90	-0.39	NO REQUIERE	9268.33
	503.17	9+300	1418.50	-1.31	NO REQUIERE	9370.44
	602.27	9+400	1417.20	-0.88	NO REQUIERE	9469.55
	704.22	9+500	1416.30	-1.79	NO REQUIERE	9571.49
	804.95	9+600	1414.50	-0.80	NO REQUIERE	9672.23
	904.59	9+700	1413.70	-2.32	NO REQUIERE	9771.87
	1003.59	9+800	1411.40	-3.37	30.00	9870.87
	1104.39	9+900	1408.00	1.78	NO REQUIERE	9971.67
	1205.42	10+000	1409.80	2.43	NO REQUIERE	10072.70
	1304.22	10+100	1412.20	2.72	NO REQUIERE	10171.50
	1403.59	10+200	1414.90	3.07	30.00	10270.87
	1504.63	10+300	1418.00	3.12	30.00	10371.90
	1603.93	10+400	1421.10	2.85	NO REQUIERE	10471.20
	1702.19	10+500	1423.90	3.92	30.00	10569.47
1773.68	10+640.97	1426.70		NO REQUIERE	10640.96	

CUADRO 7. PUNTOS Y ALTURAS DEL TRAZO PROPUESTO SEGÚN ORTOFOTOS

TRAMO	long. (m)	Estacionamiento (m)	Altura (m)	Pendiente (%)	Sobrancho (cm)	long. real acum (m)
7	0.00	10+600	1433.30	2.57	NO REQUIERE	10640.96
	101.06	10+700	1435.90	2.23	NO REQUIERE	10742.02
	199.50	10+800	1438.10	1.39	NO REQUIERE	10840.46
	299.98	10+900	1439.50	1.85	NO REQUIERE	10940.94
	402.87	11+000	1441.40	1.17	NO REQUIERE	11043.83
	505.38	11+100	1442.60	1.31	NO REQUIERE	11146.34
	604.81	11+200	1443.90	0.69	NO REQUIERE	11245.77
	706.85	11+300	1444.60	0.20	NO REQUIERE	11347.81
	808.05	11+400	1444.80	0.20	NO REQUIERE	11449.01
	910.59	11+500	1445.00	-0.61	NO REQUIERE	11551.55
	1009.15	11+600	1444.40	1.94	NO REQUIERE	11650.11
	1112.43	11+700	1446.40	2.44	NO REQUIERE	11753.39
	1210.91	11+800	1448.80	2.17	NO REQUIERE	11851.87
	1312.42	11+900	1451.00	2.63	NO REQUIERE	11953.38
	1388.59	12+000	1453.00		NO REQUIERE	12029.55
		12+029.56				

Estacionamiento 0+000 - 0+210

Se cuenta con los 3 metros necesarios para la demarcación de los carriles para bicicleta. La acera existente es adecuada y no requiere mayor intervención.

Es necesario prohibir el estacionamiento a lo largo del borde derecho y marcar la faja ciclista, así como los carriles vehiculares para que cada conductor se desplace por su carril.



Figura 1. Estacionamiento fotográfico

En el cruce con la Av. 6 se colocarán mojones o bordones de concreto de 60 cm de altura debidamente pintados con pintura reflectiva. La cercanía con la línea del tren debe señalizarse adecuadamente (cruce férreo).

0+210 - 0+500

Se extiende a lo largo de un área residencial con una calle estrecha, en la cual el nivel de la acera excede al de la calzada hasta en 40 cm en algunos tramos. La acera existente es reducida y se observa en la siguiente fotografía cómo algunas viviendas invaden el derecho de vía y originan secciones con aceras estrechas.

Se partirá de que la acera existente será regularizada y que se podrá hacer en secciones muy angostas de 1.2 m de ancho por recomendación de algunos expertos. Esto permitirá obtener una acera apropiada y una calzada continua hasta la línea del caño sobre la cual se demarcará la faja ciclista. Por lo estrecho de esta vía se recomienda que esta calle solo tenga un sentido (sur-norte) a lo largo del trazo paralelo a la cicloruta y se use el margen opuesto

para estacionamiento de vehículos si el espacio disponible es suficiente para que no se presenten conflictos entre vehículos y ciclistas.



Figura 2. Estacionamiento fotográfico

Los elementos de separación no deberán interferir con los accesos a las diversas viviendas. En esta sección las velocidades no son altas pero la señalización es requerida en las periferias de las calles y avenidas que confluyen a la cicloruta, para alertar a los conductores del tránsito de la presencia de ciclistas y su prioridad, además de cambio o restricción de algunas vías.

0+500 - 1+200

Área residencial de mayor ancho de vía, el cual posee hombros entre la acera-caño y la calzada. El nivel entre calzada y acera es muy parecido aunque presenta rampas de entrada para ingreso a las viviendas que presentan un nivel más alto al de la calzada y originan irregularidades de forma. El caño es irregular en tramos cubiertos y descubiertos.



Figura 3. Estacionamiento fotográfico

Debe reducirse la acera a 1.5 m, ya que en la mayoría de los casos, en este tramo, la acera excede ese mínimo y puede generar mayor espacio para la faja ciclista. En la fotografía anterior se muestra cómo algunas secciones de caño están cubiertas y brindan la posibilidad de marcar la faja sobre esta franja, lo que permite ubicar la faja más próxima al borde alejándola de los vehículos.

Como se mencionó anteriormente existen secciones en las que la diferencia entre la acera y la calzada es considerable, situación originada por el irrespeto de quienes modifican sus aceras para mejorar los accesos a sus propiedades.



Figura 4. Estacionamiento fotográfico

Los caños podrán ser profundizados para obtener mayor capacidad hidráulica y evitar que se rebalse el agua sobre la superficie de rodadura de la faja ciclista.

La fotografía muestra cómo el caño es variado a lo largo de este tramo y puede esperarse que al cubrirlo con elementos de concreto se obtenga una franja de espacio mayor entre la acera y los carriles vehiculares.

En algunas secciones la calzada, luego de ser extendida en su borde derecho, no tiene el ancho necesario para la demarcación de los carriles vehiculares y la faja ciclista. Entonces será necesario buscar un espacio adicional en el borde izquierdo, extendiendo la calzada y aprovechando el espacio u hombro de la misma, y que es común en ambos márgenes de la superficie pavimentada que constituye la calzada actual.



Figura 5. Estacionamiento fotográfico

Pueden observarse espacios descubiertos en los que crece zacate o maleza. Esta franja de espacio se encuentra a lo largo del tramo 1 de manera discontinua y puede destinarse para formar parte del espacio que se dedicará a la faja ciclista. La siguiente fotografía es una muestra de esa situación e ilustra como franjas como esta limitan con caños adecuados y aceras amplias en las que resulta más sencillo la implantación de la cicloruta.



Figura 6. Estacionamiento fotográfico

La siguiente foto permite observar algunos metros que muestra una sección sobre la cual sería muy sencillo demarcar la faja ciclista. Sin embargo esta requeriría de tapar el caño para obtener una superficie uniforme, disminuir el espacio de acera al lado derecho separándose con barandas, mojones u otros de la faja para evitar confusiones, conflictos o accidentes como colisiones.



Figura 7. Estacionamiento fotográfico

Por otra parte se hayan secciones en las que el ancho de la calzada es adecuado y topa el caño del borde derecho, lo que genera un mayor espacio. Este se utiliza actualmente para el estacionamiento de vehículos frente a las viviendas inmediatas. En el margen izquierdo también se nota esta situación, por lo tanto en el margen derecho se debe eliminar la posibilidad de estacionamiento, con la intención de no obstruir la faja ciclista pintada sobre la calzada.



Figura 8. Estacionamiento fotográfico

El caño puede profundizarse sin necesidad de removerse. Se colocarán tapas de concreto sobre este con la intención de aprovechar espacio principalmente en secciones con anchos disponibles inferiores, además de salvar las diferencias de nivel entre la faja y el caño, las cuales pueden resultar incómodas para los usuarios por el riesgo de caer al caño.

En las esquinas de calles y avenidas u otros accesos debe marcarse la faja y acentuarse su presencia con el uso de colores, formas, texturas que alerten a los conductores de las cercanías de la faja para circulación de ciclistas. Pero, además, deben incorporarse elementos que disminuyan la velocidad de los ciclistas al llegar a estos puntos tales como señalización y desniveles que produzcan algún nivel de vibración al ciclista y le obliguen a frenar para alcanzar velocidades adecuadas para detenerse sin dificultad.



Figura 9. Estacionamiento fotográfico

Una alternativa adicional puede ser dotar al cruce de una tapa de concreto con color y textura sobre la proyección de la faja, de esta forma se recolectan las aguas en el cruce y se brinda seguridad al usuario.

Cerca del 1+100 m se tiene un espacio amplio que debe ser aprovechado para que, a partir de la ampliación de la calzada como premisa inicial, se proceda a la demarcación de la faja sobre la calzada. Además debe dársele continuidad a la acera y al caño que en algunos metros no existen.

La siguiente foto muestra la cercanía de un puente pequeño donde no será posible la incorporación de acera y faja dado lo reducido del espacio, por lo que se insistirá en que los peatones utilicen la acera del margen opuesto, o bien, se habilitará un tramo de uso compartido, según se indicó en el Marco Teórico.



Figura 10. Estacionamiento fotográfico

Lo ideal en este punto sería la ampliación del puente sobre el colector pluvial proveniente de varias cuadras al norte, ya que se contaría con espacio adecuado para ambas vías vehiculares, la faja y una acera peatonal, contrario a la condición actual que se ilustra a continuación.



Figura 11. Estacionamiento fotográfico

Debe prestarse atención al paso de la faja frente a la Escuela de San Blas. Este debe señalizarse adecuadamente y será indispensable la implementación de elementos de protección que separen a los estudiantes de los ciclistas.

Seguidamente se muestra el espacio frente a la escuela en el cual un segmento de malla ciclón separa la acera de la calzada, lo que hace pensar que este elemento debe extenderse a lo largo de todo el frente de la escuela para que separe a los peatones de la faja ciclista, la cual se extenderá sobre el borde derecho de la

calzada y el caño se cubrirá con tapas de concreto que permitan la utilización de espacio adicional.



Figura 12. Estacionamiento fotográfico

1+200 - 1+815

A esta altura del tramo se extiende un canal o cuneta que corre en el borde izquierdo de la calzada y que limita el espacio que puede destinarse a la calzada actual que resulta estrecha en ciertos puntos.



Figura 13. Estacionamiento fotográfico

En estas secciones del tramo 1 debe procederse de la misma forma que en estaciones anteriores. A la acera debe dársele continuidad y en tramos de poco espacio puede dársele anchos de 1.2 m. De manera complementaria, la profundización de los caños existentes puede permitir que se cubran con las tapas de concreto mencionadas con anterioridad, sobre las cuales se pintará parte de la faja ciclista.



Figura 14. Estacionamiento fotográfico

La fotografía anterior muestra uno de los puntos con menor espacio disponible: una acera de 50 o 60 cm de ancho y un caño promedio. En puntos críticos como este el ancho de la faja puede reducirse al mínimo de 2.75 m.



Figura 15. Estacionamiento fotográfico

Se procederá a erradicar aceras con niveles altos respecto de la calzada como se mostró anteriormente, de manera que se logre que la calzada se extienda hasta el borde del caño. E se cubrirá con las tapas de concreto dotadas de rejillas por las cuales el agua se evacuará y la faja será pintada en la franja de espacio a la izquierda de la calzada. El estacionamiento en ambos márgenes no será posible para no obstruir el espacio de la cicloruta y la reducción del ancho de los carriles vehiculares es una alternativa ante el espacio reducido. Así, se señalarán estas y otras

disposiciones tales como la reducción de la velocidad vehicular y, en casos necesarios, la imposición de desniveles u otros elementos que obliguen a los conductores a reducir la velocidad.

Por otro lado puede buscarse espacio en el borde próximo a la cuneta natural mencionada que se forma de una franja de ancho variable de zacate y maleza que pueden ser utilizados para lograr mayor separación entre los carriles vehiculares y la franja o faja ciclista.

Cerca de los 1+400 m el espacio es un poco mayor al de algunas estaciones atrás. Se recupera el ancho adecuado de la acera en el borde derecho y la calzada aumenta su ancho. Se notan aceras niveladas respecto de la calzada que pueden reducirse a 1.5 m y profundizar los caños para lograr el espacio entre la acera y el inicio del borde de la calzada y los carriles vehiculares.



Figura 16. Estacionamiento fotográfico

Se presentan algunas secciones con calzada estrecha pero espacio disponible a la derecha como se muestra en la siguiente fotografía. En esta se observa la presencia de aceras discontinuas cortadas por accesos a predios, charrales y espacios descubiertos de suelo y maleza que se ubican entre la acera y la calzada a lo largo de algunos pasajes.

Como se mencionó con anterioridad la idea es aumentar el ancho de la calzada a lo largo de todo el tramo, con el objetivo de obtener el espacio adicional que requiere la demarcación de la faja ciclista.



Figura 17. Estacionamiento fotográfico

Los últimos 200 m antes de la llegada a la carretera al Volcán Irazú, presentan una calzada estrecha justa para las dos vías actuales. Pese a eso, el espacio comprendido entre el borde de la calzada y el caño es apropiado e incorpora un caño adecuado.

En la fotografía siguiente se muestra el espacio descrito sobre el cual se extenderá la calzada para proceder de la manera descrita anteriormente.



Figura 18. Estacionamiento fotográfico

Por último, aproximadamente 50 m antes de dicho cruce, la faja cambiará de margen sobre la calzada con el objetivo de simplificar el trazado y evitar conflictos en intersecciones de alto tránsito. La siguiente foto muestra el espacio donde se llevará a cabo el cambio de borde; cabe indicar que deberá limpiarse el borde derecho cerca del cruce para extender la calzada sobre su margen derecho, ya que en el izquierdo se

ubicará la faja que girará a la izquierda para tomar la paralela a la carretera, por lo que debe aprovecharse el espacio disponible que se desaprovecha y contribuye al detrimento del espacio urbano.



Figura 19. Estacionamiento fotográfico

El tramo 2 corre paralelo a la carretera al Volcán Irazú, se extiende a lo largo del borde izquierdo de la calzada en dirección oeste y se caracteriza por tener un espacio amplio que se constituye en el hombro de la calzada compuesto de suelo, lastre, maleza y zacate principalmente.

A continuación se presentan algunas fotografías que evidencian lo descrito inicialmente.

1+815 - 2+647

Dada una mayor disponibilidad de espacio, la alternativa más aplicable es la construcción de una pista ciclista debidamente separada del tráfico de dicha carretera. Para ello se llevaron a cabo algunas mediciones y se constató que en algunas secciones el espacio comprendido entre la calzada y los límites de propiedad adyacentes es mayor a 8 m de ancho, lo que sin duda permitiría la implantación de la pista. La acera peatonal hoy inexistente y los espacios de área verde permiten la siembra de árboles de poca altura que den sombra y atractivo al tramo.

Esta franja de espacio, mencionada, es atravesada a lo largo del tramo por accesos a predios, talleres, bodegas y diversas propiedades, por lo que en estas secciones la pista cambiará a faja con la intención de no

obstruir los accesos y no atentar contra el derecho a la propiedad.



Figura 20. Estacionamiento fotográfico

Es prudente considerar que la pista y o faja será sometida a altas cargas en los accesos a las propiedades ya que será frecuente que vehículos pesados la atraviesen.



Figura 21. Estacionamiento fotográfico

La franja mencionada se muestra en la foto anterior. A esta altura se alternan algunas decenas de metros de terreno natural con zacate y otras de accesos pavimentados o empedrados. Toda esta franja permite la implantación de la pista ciclista.

Se observa que el terreno es plano en algunas secciones lo que implica un menor movimiento de tierras para la colocación de las diversas capas que constituirán la pista ciclista. El zacate recortado como se muestra a continuación brinda una sensación de amplitud a los

conductores y contribuye a enriquecer el paisaje, aunque la ausencia de una acera como tal obliga a los peatones a caminar en una franja de espacio muy próxima al carril automotor, lo que implica un factor de riesgo.



Figura 22. Estacionamiento fotográfico

La pista busca separar a los ciclistas y peatones de las altas velocidades que se desarrollan en esta sección relativamente plana y recta para evitar condiciones como la que se muestra en la foto anterior.



Figura 23. Estacionamiento fotográfico

Se muestra la existencia del espacio comprendido entre la línea de borde de la calzada y las cercas que limitan las propiedades aledañas, algunas de ellas no desarrolladas y que se constituyen como charrales, botaderos clandestinos de desechos no tradicionales, espacio ocioso compuesto de suelo natural, zacate, piedras y escombros.

Se observa cómo el espacio es suficiente para el estacionamiento de cabezales y camiones de anchos considerables, que no ocupan todo el ancho disponible pero que dificultan el tránsito peatonal.

Por tanto en segmentos o tramos en los que la situación es la descrita, la intervención deberá comenzar por limpiar estas zonas y poder definir con claridad la línea desde la cual se situarán las infraestructuras requeridas, con el objetivo de establecer con total certeza la configuración de la acera y el caño que deberá recoger las aguas de parte de la calzada y de la misma pista ciclista.



Figura 24. Estacionamiento fotográfico

La ausencia de acera y caño es la norma a lo largo de este tramo. Se observa agua estancada a los lados de la carretera producto de la ausencia del caño. Esta situación puede corregirse con la incorporación de una cuneta cubierta con tapas de concreto o, bien, con algunas rejillas de concreto no necesariamente a lo largo del ancho de la pista, de tal manera que recoja el agua llovida que no puede ser filtrada por algunos espacios de suelo descubierto que deben estar presentes a lo largo de la pista y faja ciclista, según corresponda.



Figura 25. Estacionamiento fotográfico

2+647 - 4+275

Cerca de este punto se da un cambio de margen de la cicloruta y a partir de este cruce se retoma la faja ciclista sobre el borde derecho. Esto se hará para evitar la intersección cercana al puente Bailey que puede generar conflictos en la dinámica vial. Además se aleja a los ciclistas de cruces o condiciones peligrosas como la entrada constante de vehículos a la estación de servicio próxima.

La foto anterior muestra un espacio apto para la implantación de la pista ciclista sobre el margen izquierdo de la carretera.

Una vez que se cambia de costado, la pista estará incorporada a la calzada existente que deberá ser extendida en su costado derecho para aumentar el ancho disponible.



Figura 26. Estacionamiento fotográfico

Adicionalmente puede aprovecharse el espacio que se muestra frente a la estación de servicio, en específico, sobre el costado derecho de la vista que ofrece la foto anterior, de tal manera que los carriles vehiculares puedan ser desplazados a lo largo de aproximadamente 200 m hasta llegar al puente Bailey. Así puede liberarse espacio sobre el margen de la calzada por donde se orientará la faja y se podrá imponer una distancia aceptable y segura entre los vehículos y la faja ciclista.



Figura 27. Estacionamiento fotográfico

Cerca del cruce a Llano Grande, en las inmediaciones de los colegios Covao y José Figueres, la faja se marcará sobre el margen izquierdo, según la foto adjunta y se recomendará la instalación de un paso peatonal y ciclovial que permita nuevamente el cambio de margen de la faja.

La calzada en este punto es amplia y permite la demarcación de la faja sobre el borde izquierdo en sentido hacia Taras.



Figura 28. Estacionamiento fotográfico

La foto anterior muestra el borde de la calzada donde puede marcarse la faja ciclista. Se observa también una acera adecuada y un caño regular. En tramos como este basta con la demarcación ya que el espacio es adecuado además de que es utilizado por ciclistas.



Figura 29. Estacionamiento fotográfico

Puede observarse cómo esa franja de espacio de la misma calzada puede destinarse para el flujo de ciclistas. La faja ciclista no difiere mucho de lo que se observa en la foto, pero se deben incorporar elementos de diferenciación tanto en pavimento como por medio de señales verticales.



Figura 30. Estacionamiento fotográfico

Algunas secciones no poseen acera y el espacio es ocupado por franjas de maleza que funcionan, en algunas ocasiones, como caños por donde escurre el exceso de agua llovida. Estos espacios deben limpiarse para poder extender la calzada hasta el caño y la acera que serían construidas en dicho espacio.

Las paradas de autobuses deben reconfigurarse para que no obstruyan la faja ciclista. En estos puntos la faja deberá ubicarse inmediata a la línea de propiedad para poder dar espacio a la parada de autobuses entre la faja y la calzada, de esta manera se evitan conflictos entre los ciclistas y las personas que esperan por los autobuses.



Figura 31. Estacionamiento fotográfico

La imagen anterior muestra cómo las aceras existentes son discontinuas y en ocasiones están obstruidas por paredes como es

el caso de la pared azul a la derecha de la imagen.

Se nota un espacio amplio en el que la faja podría ser marcada debidamente y separada por medio de la señalización del pavimento y cuando sea favorable podrían usarse elementos de separación como mojoneros o bordones.



Figura 32. Estacionamiento fotográfico

Entre los estacionamientos de 3+500 a 3+800 m se nota una pendiente moderada y un espacio sobre el borde izquierdo en dirección a Taras que es apropiado para la extensión de la calzada y la dotación de una acera de entre 1.5 y 1.2 m de ancho.

En la fotografía anterior se muestra cómo los ciclistas ocupan un espacio de 1 m de ancho aproximadamente a la hora de conducirse por la calzada compartiendo la vía con los automotores. Es evidente que el espacio al costado izquierdo es similar al ancho de los carriles de la calzada que constituye la carretera.

En secciones amplias se ubicarán zonas de descanso y elementos de arborización que den sombra a los usuarios y contribuyan a embellecer el espacio público.



Figura 33. Estacionamiento fotográfico

La construcción de una cuneta con capacidad importante es requerida en tramos con alta pendiente, similar al que se muestra anteriormente. La estrategia consiste en profundizar la tubería conductora o canal para aprovechar libremente toda la franja de espacio ocioso que se observa e instalar ahí un cordón de acera peatonal junto con la faja ciclista. Esta podrá ser dotada de tapas de concreto que permitan que el agua fluya a los caños y o cunetas que se encontrarán justamente debajo de la faja.

Cerca del final del tramo 2 se observan áreas en las que el espacio descrito, donde se piensa ubicar la faja ciclista, es ocupado por gran cantidad de carretas de cabezales. Esto implica que se está haciendo uso indebido del derecho de vía, que es un espacio público, en perjuicio del paisaje y la accesibilidad de peatones y ciclistas.



Figura 34. Estacionamiento fotográfico

Debe partirse de la premisa de que la Municipalidad prohibirá que estas situaciones se presenten a lo largo del trazado de la cicloruta. Se extenderá la calzada existente para ampliar la calzada y se demarcarán sobre esta los carriles ciclistas que componen la faja ciclista. Además la acera ausente a lo largo de buen porcentaje de este tramo será incorporada.



Figura 35. Estacionamiento fotográfico

La siguiente foto muestra una calzada amplia y continua, donde el espacio entre la línea de las propiedades, bodegas o predios cercanos está pavimentado y brinda una buena aproximación de lo que se busca llevar a cabo al procurar, en la mayoría de los casos, extender la calzada actual para que sea más factible la demarcación de la faja ciclista sobre la calzada. Específicamente en este punto debe incorporarse una acera con rampas y accesos a las bodegas a la derecha, se observa el uso de rejillas metálicas que recogen las aguas de la calzada y los estacionamientos adyacentes.



Figura 36. Estacionamiento fotográfico

Pocos metros antes de tomar el corredor paralelo a la línea férrea se ubican viviendas que poseen una acera bastante estrecha como se observa adelante, el caño es adecuado y se observa el espacio característico a lo largo de este borde, el cual está descubierto y requerirá de extender la calzada para ubicar sobre esta la franja con la faja ciclista.



Figura 37. Estacionamiento fotográfico

Al igual que para los anteriores tramos se deben tomar en cuenta algunas premisas o puntos de partida que deben ponerse en marcha antes de la instauración de la faja o pista ciclista, según se requiera.

Semanas atrás, el Gobierno anunció la puesta en marcha del servicio de ferrocarril a Cartago, situación que puede facilitar la instauración de una faja ciclista ya que para esto deberán iniciarse labores de limpieza y

excavación en algunas secciones donde los rieles han sido tapados por la misma maleza, sedimentos, basura y escombros.

Los durmientes de la línea férrea deben desenterrarse y reemplazarse y requerirán una mayor intervención por lo que la rasante actual debe excavarse para lograr la reinstalación de la vía.

4+275 - 5+336

En este punto se inicia el tramo 3 que se extiende paralelo al corredor por donde se ubica la línea férrea que se dirige al centro de Cartago. A continuación se presentan algunas fotografías que ilustran la situación actual de dicho corredor.

Se observan tramos en los que se encuentran viviendas que poseen acera y un jardín delantero que ocupa el espacio público, aún así se nota un espacio importante que puede dar cabida a la pista ciclista y a la línea férrea.

La siguiente foto muestra el espacio o corredor férreo, la línea férrea se orienta al costado derecho de la calle de lastre que se observa.



Figura 38. Estacionamiento fotográfico

En la foto que sigue se observa el espacio existente que se compone de una franja de zacate y maleza y de una franja de lastre utilizada para el tránsito de pocos vehículos, peatones y bicicletas



Figura 39. Estacionamiento fotográfico

Dado el espacio en secciones como esta, puede pensarse en la construcción de una pista o una faja indistintamente ya que el corredor descrito debe limpiarse. Por lo tanto, si se aprovecha esa situación la instauración de la estructura ciclovitaria es aún más factible.

En secciones como la que se observa anteriormente no se debe sellar todo el suelo con concreto o pavimento, por el contrario, deben destinarse espacios o franjas verdes que permitan la absorción de un porcentaje del agua llovida y que permitan la siembra de árboles que enriquezca el espacio y den sombra a los usuarios.



Figura 40. Estacionamiento fotográfico

Según la foto superior, las aceras están orientadas sobre el costado izquierdo frente a las viviendas. Entonces el caño continuará y será el elemento que separe la faja ciclista de la acera en los lugares donde no sea posible ubicar

árboles u otros elementos por razones de espacio.

La línea férrea, por su parte, correrá orientada sobre el costado derecho del espacio que se observa y estará debidamente retirada de la faja ciclista.



Figura 41. Estacionamiento fotográfico

La anterior imagen muestra los rieles que han ido desapareciendo por la colocación de lastre, pavimentación y acumulación de material por más de una década.

Puede ser necesario desplazar la línea aún más hacia la derecha hasta donde sea posible y seguro, para obtener mayor espacio libre en el centro del corredor y ubicar además de la faja ciclista, áreas verdes, parqueaderos y descansos a lo largo del tramo.



Figura 42. Estacionamiento fotográfico

En puntos como el que se observa en esta foto, puede omitirse la presencia de un caño, siempre y cuando pueda ubicarse la faja en

medio de franjas de suelo descubierto que puedan ser capaces de escurrir el agua y absorberla.

En algunas ciclorutas observadas para la realización del presente proyecto y en las cuales la faja se extiende a través de espacios con suelos descubiertos, no se acostumbra la instalación de caños a los costados, ya que el agua a través del bombeo de la faja fluye hacia los costados donde el suelo en función de su permeabilidad absorbe el agua.



Figura 43. Estacionamiento fotográfico

Debido al paso del tiempo, el derecho de vía del ferrocarril ha sido invadido, a lo largo de este tramo, por algunas personas que por su condición de pobreza buscan habitar zonas vulnerables como esta.

En este punto particular la faja ciclista se ubicará en el centro del espacio mostrado y la acera correrá sobre el extremo derecho, ya que los trillos que se observan conducen a diversos sectores de este caserío y deben sustituirse por aceras.



Figura 44. Estacionamiento fotográfico

Entonces para llevar a cabo tanto la rehabilitación de la línea férrea como la creación de una infraestructura que permita el tránsito de peatones y ciclistas, deben llevarse a cabo una serie de intervenciones con el objetivo de adaptar y acondicionar el lugar para la reinstalación de las capas de materiales y los durmientes sobre los que se apoyan las líneas férreas.

Las anteriores fotografías muestran respectivamente cómo la casa celeste se encuentra a menos de 1 m de uno de los rieles. Se observa también gran cantidad de ranchos a lo largo del dique, construido para el control de la zona del Reventado y que reducen el espacio que va a requerirse para el emprendimiento de ambos proyectos, casos como estos deberán ser expropiados o indemnizados sin ninguna objeción.



Figura 45. Estacionamiento fotográfico

Por lo tanto, si es posible contar con ese espacio invadido la instalación de la faja y la acera es posible.

En este tramo algunas secciones tienen espacio de sobra, pero su nivel de deterioro es evidente. En consecuencia, esta situación exigirá trabajos importantes de nivelación y limpieza de las franjas paralelas a la línea férrea, las cuales poseen basura, escombros y charrales.



Figura 46. Estacionamiento fotográfico

Al salir de la zona del Dique reaparece la calzada y se continúa con una zona que tiene espacio adecuado. Ahí la faja ciclista se ubicará en medio de la línea férrea a la derecha de acuerdo con la imagen anterior y la calzada existente.

Como estrategia se pensó extender la calzada hasta la línea de comienzo de los durmientes de los rieles, de esta manera se aprovecha la franja de suelo descubierto que se observa entre la calzada pavimentada y la zona de maleza y charral a la izquierda.

Al ganar este espacio se puede marcar la faja ciclista sobre la calzada existente una vez ampliada.



Figura 47. Estacionamiento fotográfico



Figura 48. Estacionamiento fotográfico

Con base en la imagen superior se observa cómo el espacio público es empleado para la disposición de todo tipo de desechos y escombros. Este espacio ocioso puede dar cabida a la instauración de la faja ciclista que ocupará el espacio comprendido entre la calzada y la línea férrea.

También se observa cómo la calzada, en este punto, es bastante estrecha. Además el tránsito es muy bajo y más bien es bastante frecuente el tránsito de peatones y ciclistas. Aún así el ancho del derecho de vía es menor a esta altura, por tanto la alternativa es extender la calzada hacia los dos bordes o costados, buscando aprovechar los espacios que se observan, de tal manera que se logre el espacio necesario para el paso del tren y la faja ciclista.



Figura 49. Estacionamiento fotográfico



Figura 51. Estacionamiento fotográfico



Figura 50. Estacionamiento fotográfico

Dada la restricción del espacio puede ser requerido eliminar un carril vehicular, de tal manera que solo se habilite un sentido en este caso de sureste a noroeste, es decir, de Cartago centro al Dique. En consecuencia se señalará esta situación y se indicarán rutas alternas para los conductores para no restringir su libre circulación y acceso a todos estos lugares.

Al acercarse a las instalaciones de Tropigas en Barrio Fátima, la acera aparece sobre la franja de espacio sobre la que recorrerá la línea férrea en los próximos años. Debido a esto es necesario, para la debida implantación de la faja ciclista, rehabilitar primero esta zona en función del corredor férreo.

Ocurre lo contrario en el punto ubicado cientos de metros atrás donde la disponibilidad del espacio se da sobre el borde derecho con sentido a Cartago centro. Ahí, la disponibilidad de espacio para tratar de aumentar el ancho se haya sobre el borde izquierdo como se observa claramente en la foto anterior. Por tanto debe procurarse aprovechar esa franja disponible y ganar espacio para la marcación de la faja sobre la calzada y la existencia de al menos un carril para automotores y la acera.



Figura 52. Estacionamiento fotográfico

El tramo 3 termina frente a Tropigas, exactamente en el cruce o intersección mostrada, en este punto la faja deberá cruzar la línea férrea y la demarcación debe ser clara para que los vehículos automotores identifiquen la faja y conduzcan con precaución. Por otro lado los ciclistas deberán acatar las reglamentaciones y señalizaciones propias de una intersección o cruce con vías férreas.

5+336 - 6+978



Figura 53. Estacionamiento fotográfico

La imagen anterior muestra el inicio del tramo 4. Esta es una zona residencial con casas de algunas décadas de antigüedad que presentan aceras angostas pero adecuadas y caños regulares, la calzada en estos puntos es estrecha a lo largo de las cuadras que se observan en la foto mencionada, aunque su bajo tránsito no representa una gran dificultad para la implantación de la faja ciclista.



Figura 54. Estacionamiento fotográfico

Al observar la figura anterior se evidencia que para la implantación de la faja, a lo largo de espacios como éste, puede requerirse la prohibición de la doble vía sobre la extensión que recorre la faja, es decir, la calle solo tendrá un carril automotor y el sentido de la vía puede ser consultado con los vecinos para tomar en cuenta sus necesidades.

Por otra parte los vehículos estacionados a los costados invaden parte de la acera y representarían una obstrucción ante una eventual faja ciclista.



Figura 55. Estacionamiento fotográfico

Según la foto, se observa cómo en algunas de las cuadras no hay un retiro municipal uniforme y adecuado, esto representa una dificultad para la marcación segura de la faja ya que en algunos puntos no hay acera y el espacio de la calzada es pequeño. Por situaciones como ésta a lo largo de estas 3 cuadras la vía deberá ir de sur a norte únicamente.



Figura 56. Estacionamiento fotográfico

En espacios como los que se muestran en las fotos anteriores, el ancho disponible es mayor y los niveles tanto de la calzada como de la acera son similares. En partes donde existen aceras mayores a 1.5 m, estas pueden reducirse para obtener mayor espacio en la calzada, asimismo en otros puntos en donde por razones de espacio esto se requiera. Además el caño puede taparse para aprovechar de mejor manera el espacio que se encuentra entre la acera y la porción de la calzada por donde transitan los automotores, de esta manera puede instalarse la faja ciclista sobre el borde derecho, según la vista de la foto anterior.

En la siguiente figura se observa cómo la franja de espacio en el borde derecho es ocupada por gran cantidad de automóviles estacionados. Con la iniciativa de la cicloruta el espacio mencionado estaría destinado a la faja ciclista, la cual requiere de un recarpeteo de la calzada actual, que incluya la franja de espacio que se observa con charcos de agua y porciones de lastre.



Figura 57. Estacionamiento fotográfico

En este punto se atraviesa sobre la calle 15. Esta es una zona residencial comercial en la cual el tráfico es mayor que en algunas estaciones anteriores, dado que está cerca de las avenidas que se utilizan para la salida y entrada de la ciudad. En la siguiente fotografía se nota que la faja puede ubicarse sobre el borde de la calzada. Este debe extenderse hasta la acera o hasta las rejillas de cemento que pueden ubicarse para conducir el agua al caño existente, el cual puede profundizarse para aumentar su capacidad y hacer uso de ese espacio.

Es necesaria la demarcación de la calle para que los automotores conduzcan por el espacio asignado y respeten la faja ciclista. También puede habilitarse el estacionamiento de vehículos en el borde opuesto al borde sobre el cual se demarcará la faja ciclista sobre la calzada ampliada.



Figura 58. Estacionamiento fotográfico

Al topar la Avenida 6, la calzada es amplia y por ella transitan gran cantidad de vehículos livianos y pesados. En este caso la alternativa sigue siendo la marcación de la faja sobre el borde izquierdo de acuerdo con la siguiente foto.

También se nota un desnivel entre la calzada y la acera, el cual puede salvarse con la incorporación de estructuras que pueden ser de concreto y que cubran el caño existente para aprovechar el espacio proyectado sobre este.

Por otra parte, la alternativa ideal sería recarpetear la calzada existente y disminuir su altura para obtener un nivel similar al de la acera, de esta manera la calzada puede extenderse de caño a caño, lo que resulta en mayor espacio y solo se requeriría demarcar la faja sobre el pavimento.



Figura 59. Estacionamiento fotográfico

Debe tomarse en cuenta que la Avenida 6 debe ser recarpeteada y su nivel debe reducirse para dejar al descubierto los rieles de la antigua línea férrea, los cuales han sido cubiertos por años de recarpeteo y donde nunca se removieron las antiguas capas para mantener niveles apropiados del nivel de la acera.



Figura 60. Estacionamiento fotográfico

La foto anterior tomada cerca del 6+100 m muestra el cruce con la Avenida 4. En este punto la faja se marcará sobre el borde izquierdo según la ilustración citada, esto para evitar el conflicto con los vehículos que eventualmente giran a la derecha.

El estacionamiento de vehículos en ambos márgenes, como se observa, resta espacio tanto para los dos carriles automotores como para la faja ciclista que se piensa marcar sobre el pavimento.



Figura 61. Estacionamiento fotográfico

En esta foto se observa mejor el espacio sobre el borde izquierdo donde se marcaría la faja. Al atravesar la avenida la faja se resaltará debidamente para que sea visible por los conductores.



Figura 62. Estacionamiento fotográfico

Luego del cruce anterior, la faja se extiende a lo largo de la calle 19. Esta es ocupada principalmente por viviendas y atraviesa las avenidas más transitadas de la ciudad. No obstante el espacio es adecuado ya que la calle presenta una sola vía y por lo tanto la marcación de la faja es más sencilla.

Puede ser necesario restringir el estacionamiento, al menos sobre el borde derecho, que será donde se pintará la faja ciclista.



Figura 63. Estacionamiento fotográfico

Con base en la imagen pueden observarse condiciones muy favorables tanto por el espacio, la ausencia de pendientes, como por el poco tránsito. En estos puntos la solución más práctica es la marcación de la faja sobre la calzada actual que debe mejorarse para propiciar una superficie de rodadura lisa y adecuada.



Figura 64. Estacionamiento fotográfico

Se observan caños de poca capacidad y cubiertos por rampas de acceso. En algunas secciones las aceras son adecuadas y el nivel de la acera y la calzada es el mismo lo que facilita, sin duda, la demarcación de la faja.

La siguiente foto corresponde al área frente a Santo Domingo Sabio, en donde se pueden ver gran cantidad de vehículos estacionados sobre una franja de espacio que incluye la acera.



Figura 65. Estacionamiento fotográfico

Claramente, para la marcación de la pista, este espacio debe estar despejado y el estacionamiento de vehículos no será permitido. Puede ser necesario que el caño se cubra y se instalen rejillas por las que el agua fluya, con el objetivo de ganar espacio y poder ubicar parte de la faja sobre el caño.



Figura 66. Estacionamiento fotográfico

Al girar para tomar la carretera a Guadalupe de Cartago, la faja se ubicará sobre el borde derecho de la calzada, según la foto anterior. Aproximadamente a 50 m se ubica una parada de autobuses y en ese mismo punto se espera instalar un semáforo para el paso de peatones y para que la faja pueda cambiar de margen nuevamente, ahora del derecho al izquierdo.

Existe una acera de ancho adecuado, luego de esta se halla una franja de maleza, suelo y piedras que no es utilizada, asimismo existe la calzada a dos vías de ancho adecuado

y con un espacio libre pavimentado en el margen izquierdo por el cual se puede demarcar la faja ciclista.



Figura 67. Estacionamiento fotográfico

En la anterior foto se muestra el espacio con el que se espera contar para la ubicación adecuada de la faja, actualmente es utilizado para el estacionamiento de vehículos que invaden este espacio y, en algunos casos, las aceras. Por tanto, debe privar el bien común sobre el de algunas pocas personas.

En la figura siguiente se nota el espacio o franja de suelo que alterna espacios de zona verde con espacios de estacionamientos, se cuenta también con una acera que no es continua debido a las rampas de acceso y a las gradas a lo largo de las diversas propiedades adyacentes.



Figura 68. Estacionamiento fotográfico

Al llegar a la entrada del bulevar que conduce al polideportivo de Cartago, la faja

cruzará el bulevar para tomar la vía que conduce al Polideportivo y a Jumbo Supermercado. Esa fue la razón por la que se propuso cambiar de margen 200 m atrás de la intersección "T" que conecta los corredores del bulevar con la carretera que va hacia Guadalupe y Tejar.

6+978 – 8600



Figura 69. Estacionamiento fotográfico

Este es el inicio del tramo 5 que recorre en gran parte y en forma paralela el bulevar mencionado. La foto anterior ilustra el lugar que presenta un ancho adecuado, en el cual la acera y el caño son adecuados y continuos, la calzada va de caño a caño, se tienen dos carriles de una sola vía y se acostumbra el estacionamiento de vehículos sobre ambos bordes del bulevar.

Los ciclistas que se observan en la foto, conducen por la franja de la calzada que se espera demarcar para el tránsito exclusivo de bicicletas y brinda una imagen de lo que puede esperarse con la puesta en marcha de la cicloruta.

La acera existente posee una franja de zacate que permite la siembra de algunas plantas, jardines o pequeños árboles que pueden brindar sombra y que separan a los peatones de los ciclistas.



Figura 70. Estacionamiento fotográfico

En algunos puntos el espacio de acera es mayor. Sin embargo, cómo se puede observar, los camiones se pueden parquear sobre esta. En estos casos y para evitar lo anterior, el espacio puede aprovecharse con la instalación de sitios de descanso para los ciclistas con bancas y árboles que permitan un ambiente más fresco.

Algunos negocios a lo largo de la cicloruta pueden incorporar bicicletarios y otras facilidades que les permita atraer a los ciclistas a consumir en sus negocios; esto significa un beneficio para ambas partes.



Figura 71. Estacionamiento fotográfico

La alternativa a lo largo de este tramo es principalmente la marcación de la faja en la calzada existente, separada del tráfico vehicular por una franja de 25 cm de ancho que va paralela a la cicloruta. Respecto del tráfico vehicular se puede afirmar que la demarcación adecuada de los carriles permite guiar a los conductores y

evitar las invasiones de los automotores en la faja ciclista.



Figura 72. Estacionamiento fotográfico

La foto anterior muestra el lugar frente al Polideportivo donde existe una calzada adecuada para la demarcación de la faja ciclista. Pero las alcantarillas sin tapa deberán taparse para evitar inconvenientes a los usuarios de la faja ciclista.

En este sector puede ser necesaria la restricción de la velocidad de los automotores, así como que el estacionamiento en el sentido oeste-este podría ser prohibido.

En caso de requerir mayor espacio del disponible puede disminuirse el ancho de la isla divisoria del bulevar, sin eliminar ninguno de los árboles existentes en esta franja de zacate que aporta al paisaje.



Figura 73. Estacionamiento fotográfico

Esta foto muestra la intersección del bulevar con la carretera a Tejar. Se nota una fila

de automóviles estacionados que ocupan espacio de la calzada. Esta práctica debe eliminarse para no obstruir el carril derecho el cual debe ser exclusivo para los giros a la derecha. Por su parte la faja deberá continuar paralela y a la par del carril izquierdo en el cual se ubican los vehículos que pretenden girar a la izquierda o bien continuar directo hacia el Proyecto Jesús Jiménez.

Este punto requiere de una demarcación y planificación adecuada para evitar la confusión y agilizar el tráfico del lugar.



Figura 74. Estacionamiento fotográfico

La anterior foto muestra el área luego de la intersección mencionada. En este punto la calzada es algo estrecha y se observan vehículos estacionados a los costados que reducen el espacio destinado a los 2 carriles vehiculares correspondiente a las 2 vías.

En la foto se observa una acera amplia mayor a 1.5 m y un caño adecuado. La implementación de elementos que tapen el caño pueden permitir la utilización del espacio que se encuentra encima de este y permitiría una mejor distribución del espacio.

En caso de que el espacio aún así sea insuficiente, puede utilizarse la franja de espacio del borde opuesto (derecho respecto a la foto anterior), con lo que se espera obtener una calzada de mayor ancho para la adecuada demarcación de los carriles para automóviles y la faja ciclista.



Figura 75. Estacionamiento fotográfico

Esta zona es cercana a la entrada al Proyecto Jesús Jiménez. Se muestra un área con espacio sobre el borde derecho de la calzada, el cual debe ser marcado para la implantación de la faja ciclista. También se nota un caño de poca capacidad que puede ser profundizado para aumentar su capacidad pluvial.

Como uno de los requisitos importantes para la implantación de los carriles ciclistas está el mejoramiento general de toda la calzada, específicamente aumentar su ancho sin dejar la calidad por fuera.

En espacios amplios como el que se muestra puede complementarse la faja con bancas que permitan el descanso de los usuarios.



Figura 76. Estacionamiento fotográfico

Anteriormente se mostró una zona con una pendiente significativa cuya calzada permite la circulación cómoda de los vehículos. El área cuenta con aceras y franja de zacate que facilita

la incorporación de árboles u otro tipo de vegetación que embellece el espacio y humaniza la ruta.

Como en la mayoría de los casos donde la alternativa viable es la faja ciclista principalmente por la limitación de espacio, se requiere mejorar la calzada existente de manera que esta se extienda y se obtenga mayor espacio.

En este punto la calzada se extiende de caño a caño y es posible la demarcación de la faja sobre la franja comprendida entre el carril vehicular y el borde izquierdo, según se muestra en la fotografía anterior.



Figura 77. Estacionamiento fotográfico

La imagen anterior muestra una panorámica más amplia de la calle sobre la que se espera trazar un tramo de la cicloruta. En ella pueden identificarse peatones sobre la acera mencionada, ciclistas, motociclistas y vehículos automotores.

Para lograr una segmentación adecuada de la calzada, la señalización o demarcación de los carriles en el pavimento es imprescindible, así como la franja de 25 cm de ancho y de color blanco que separará la faja ciclista y la hará resaltar.



Figura 78. Estacionamiento fotográfico

Esta otra vista muestra casas a lo largo del corredor descrito frente a las cuales se extiende la acera. La calzada se encuentra inmediatamente después de ésta lo que permitirá la demarcación de la faja sobre su borde derecho.

El estacionamiento de automóviles y autobuses, como se puede observar, a unos 100 m del lugar mostrado, debe prohibirse para evitar que obstruyan el espacio destinado a la faja para ciclistas.



Figura 79. Estacionamiento fotográfico

Al final del tramo 5 se converge con la carretera proveniente de Agua Caliente. Además se puede notar el espacio frente al plantel de la Municipalidad de Cartago, el cual es suficiente para la colocación de la faja Igual a la mayoría de los casos, la calzada debe extenderse desde su posición actual hacia el costado derecho, según se ilustra en la foto anterior y en la siguiente.



Figura 80. Estacionamiento fotográfico

La acera se ubica inmediatamente después de la línea de propiedad del plantel de la Municipalidad, según se observa en el margen izquierdo de la imagen anterior. Por lo tanto la calzada puede ensancharse para marcar sobre ella la faja en el margen izquierdo y evitar conflictos en la esquina donde se cruzan las calles mencionadas, ya que, como se muestra en la siguiente foto, el ancho actual en ese punto es justamente para dos vías vehiculares, aún cuando existe un espacio con zacate y maleza a la derecha de la calzada.



Figura 81. Estacionamiento fotográfico

8600 - 10+367

Inicia el tramo 6 al cruzar la carretera a Agua Caliente, cerca del Colegio Miravalles.



82. Estacionamiento fotográfico

La acera existente se constituye de adoquines y posee un ancho apropiado y uniforme. Al lado izquierdo se observa una franja de pavimento que no es utilizado por los conductores, quienes se desplazan sobre la carretera de concreto de 2 vías, como se aprecia en la foto anterior.



Figura 83. Estacionamiento fotográfico

Dada la calidad del pavimento utilizado, la faja puede ser demarcada sobre esa franja con espacio. Por otra parte, en la entrada del colegio la faja será resaltada para que tanto vehículos como peatones estén atentos a la presencia de ciclistas.

Al finalizar la pendiente, el espacio mencionado desaparece y como se observa en la imagen posterior, la acera sigue siendo la misma y cuenta con aprox. 1 m de franja verde. Luego de ella se encuentra el caño y la calzada de concreto.



Figura 84. Estacionamiento fotográfico

En lugares como este, donde la disposición del espacio para la demarcación de la faja ciclista es limitado, el primer paso es reducir la acera a 1.5 m de ancho y utilizar la franja de zacate continua junto con el espacio ganado de la reducción de la acera existente. También puede utilizarse una pequeña franja del carril vehicular, y el caño puede cubrirse para sumar espacio a la faja.

En caso de que se requiera el uso de una pequeña porción de la calzada vehicular actual, puede utilizarse parte del espacio u hombro de la calzada del borde derecho, según la foto anterior, para extender la superficie de rodadura y marcar los carriles automotores del ancho actual y no originar carriles estrechos e incómodos para los conductores que utilizan esta ruta.



Figura 85. Estacionamiento fotográfico

La foto anterior muestra la carretera mencionada y en su costado derecho se halla una franja de zacate y un trillo por el cual

transitan los peatones en ausencia de acera. Parte de este espacio puede utilizarse para la marcación de la faja una vez que la calzada actual se extienda al ancho necesario.

En sitios como este conviene no cubrir más de lo necesario el espacio de suelo donde puedan plantarse árboles que den sombra y que al mismo tiempo permitan la absorción de parte del agua llovida.



Figura 86. Estacionamiento fotográfico

Al ingresar al bulevar que lleva al TEC, se observan algunos puntos carentes de acera y caño y en los cuales existe espacio ocioso ocupado de maleza. En situaciones como esa, la alternativa es limpiar esas franjas de espacio con el objetivo de extender la calzada hasta la acera o caño por instalar donde sea posible. Esto permitirá ganar espacio para la demarcación de la faja en la calzada extendida.



Figura 87. Estacionamiento fotográfico

Frente al Centro Educativo Sony puede apreciarse un adecuado ancho de la vía para la demarcación de la faja ciclista sin conflictos.

La acera existente cuenta con un espacio donde pueden plantarse algunos árboles de tamaño adecuado para que brinden sombra a los ciclistas y peatones.

El volumen de tráfico es bajo a lo largo del bulevar, exceptuando en las mañanas cuando se da la entrada masiva a los centros educativos cercanos.



Figura 88. Estacionamiento fotográfico

Cerca de la entrada principal del TEC, la faja cambia de vía y cruza el bulevar a través de la isla divisoria. Esto para evitar que la faja atraviese la propia entrada y se originen conflictos, principalmente en horas de la mañana (7:15 a 8:00 am) cuando se originan algunas filas de automóviles y autobuses principalmente.



Figura 89. Estacionamiento fotográfico

Frente a las residencias del TEC, la calzada es amplia y sobre el borde derecho se halla la franja sobre la cual se espera demarcar la

faja ciclista. Aquí también conviene mantener el espacio de suelo y zacate.



Figura 90. Estacionamiento fotográfico

El estacionamiento a lo largo de ambos bordes de la calzada debe prohibirse para no cortar la continuidad de la faja.



Figura 91. Estacionamiento fotográfico

Puede observarse una franja de espacio que se encuentra entre la línea de construcción de las casas adyacentes y la calzada. Sobre este se pretende ubicar la faja ciclista y para hacerlo se debe extender la calzada, unificar la acera e incorporar el caño.

La próxima foto muestra el espacio sobre el borde derecho donde actualmente no existe acera ni caño. Este espacio puede permitir la extensión de la calzada, lo que permitiría la demarcación adecuada de la faja.



Figura 92. Estacionamiento fotográfico

Algunas secciones muestran espacios llenos de maleza, escombros y basura los cuales deben limpiarse y rescatarse para la implantación de la faja. La foto siguiente ilustra cómo el ancho de la calzada algunas veces está limitado por lotes baldíos y espacios como el descrito.



Figura 93. Estacionamiento fotográfico

A lo largo de la cuadra, frente a la Mucap, pueden observarse automóviles estacionados que reducen el espacio disponible para las 2 vías de la calle. En la siguiente foto se muestra la acera actual sin caño alguno.

La faja se ubicará en el margen izquierdo de la foto mostrada y ocuparía el espacio que se observa ocupado de vehículos.

Puede dotarse a esta área de un caño que puede cubrirse para que la faja corra sobre este.



Figura 94. Estacionamiento fotográfico

Este tramo 6 concluye en la plazoleta de los Ángeles, la calzada posee un ancho adecuado para la demarcación de la faja ciclista y en caso de ser necesario pueden profundizarse y taparse los caños existentes para utilizar el espacio sobre estos.



Figura 95. Estacionamiento fotográfico



Figura 96. Estacionamiento fotográfico

10+367 - 11+767

El tramo 7 corre paralelo a la Avenida 6 donde se ubica la línea férrea. A lo largo de esta vía, en la actualidad, existen casas y algunos negocios como se observa seguidamente.



Figura 97. Estacionamiento fotográfico

En la imagen se puede apreciar una acera con un ancho adecuado y un caño con una capacidad importante. Además, la calzada posee un nivel mayor al del caño y la acera debido a que, a lo largo de varios años, se han ido añadiendo capas de pavimento, sin respetar el nivel que tenía esta avenida cuando la línea del tren funcionaba.

La calzada actual debe ser intervenida para descubrir los rieles férreos, esto disminuirá el nivel de la misma y permitirá que la acera y el caño estén a nivel de la calzada.

Una vez que la Avenida 6 sea nivelada y recarpeteada, la faja puede demarcarse con mayor facilidad en la franja de espacio comprendida entre la acera y la demarcación del carril vehicular y, de ser necesario, pueden utilizarse los espacios encima de los caños actuales. No obstante estos deben profundizarse para evitar su desbordamiento sobre la superficie de rodadura de las bicicletas.

La siguiente foto muestra cómo, actualmente, el estacionamiento a lo largo de esta avenida no representa problemas para la circulación vehicular en el sector. Pero con la inminente reactivación del tren a Cartago, esta avenida no podría albergar la línea férrea, los carriles vehiculares, la franja de estacionamiento ni la faja ciclista que se pretende.



Figura 98. Estacionamiento fotográfico

Debido a esta situación el estacionamiento vehicular debe estar regulado a lo largo de la avenida y, al menos, en la margen sobre la cual se piensa demarcar la faja será prohibido.



Figura 99. Estacionamiento fotográfico

De la anterior foto se rescata que la calzada es continua hasta el caño y el nivel de esta respecto de la acera es similar. En condiciones como esta la faja podría ser marcada sobre el borde derecho de la calzada que se observa y los carriles vehiculares deberán demarcarse para evitar la confusión de los conductores.

Cabe mencionar que la línea férrea cubierta se orienta sobre el borde izquierdo de la avenida, por lo que esta franja de espacio no podrá ser utilizada para la circulación de vehículos ni bicicletas.

Cerca de las paradas de autobuses de Llano Grande, el espacio o ancho de la calzada se reduce como se observa en la siguiente foto. Para evitar esas situaciones, estas paradas de autobuses deberán ser reubicadas principalmente por el posible paso del tren en esta avenida.



Figura 100. Estacionamiento fotográfico

Al frente del Palacio Municipal, la avenida atraviesa una zona principalmente comercial con aceras adecuadas. Se puede observar mayor cantidad de peatones y la ocupación de ambos costados de la calzada por automóviles y taxis.



Figura 101. Estacionamiento fotográfico

Al eliminar la posibilidad de estacionamiento, la calzada puede aprovecharse de mejor manera y podría albergar el espacio para la circulación del tren, un carril vehicular y la faja ciclista debidamente demarcada sobre la misma.

Aproximadamente 25 m antes de la esquina que se muestra en la foto anterior, la faja ciclista cambia de margen para evitar la zona trasera del Mercado Central de Cartago y la estación de tren, la cual podría reactivar su servicio.



Figura 102. Estacionamiento fotográfico

Se observa un área comercial donde se tiene marcada una zona de estacionamiento en ambos costados de la calzada. Esta, aún así, posee espacio para los dos carriles con vía al oeste.



Figura 103. Estacionamiento fotográfico

La calzada se encuentra en un buen estado y el ancho es importante, pero los automóviles y camiones a los costados reducen su ancho.

La siguiente foto muestra uno de los espacios más concurridos y comerciales del casco central de la ciudad. En este punto la calzada es amplia y es ocupada, en gran parte, por camiones y otros vehículos.



Figura 104. Estacionamiento fotográfico

La foto siguiente presenta una vista del punto en donde la faja ciclista se desvía de la Avenida 6 y continúa paralela a la línea férrea en dirección al noroeste, en este punto la actividad

comercial es menor que 150 m atrás y el espacio es mayor.



Figura 105. Estacionamiento fotográfico

La siguiente foto muestra la calle en dirección noroeste. En este punto la faja ciclista se demarcará sobre el borde derecho y como se observa puede verse la línea férrea.

El espacio que se observa al lado derecho no es suficiente para la faja ciclista y un carril vehicular, por lo que la vía para vehículos en esta cuadra no podrá ser.



Figura 106. Estacionamiento fotográfico

Como alternativa ante la situación descrita, los rieles podrían removerse y colocarse más a la izquierda para aprovechar el espacio donde se observan los automóviles estacionados, de esta forma se puede disponer de mayor espacio a la derecha para la marcación de la faja y al menos un carril vehicular.



Figura 107. Estacionamiento fotográfico

Cabe mencionar que esta área presenta un bajo nivel de tráfico vehicular y principalmente si es usado como estacionamiento de vehículos y camiones de mercadería.

La siguiente foto presenta un área con un mayor ancho de vía, donde la línea del tren divide la calzada en dos partes: la izquierda sobre la que transitan los automotores y la derecha donde lo común es el estacionamiento de vehículos y camiones.

Algunos metros delante del punto mostrado la faja cambia una vez más de borde, en esta ocasión de izquierda a derecha según lo ilustra la foto referida, ya que sobre este costado se cuenta con el espacio conveniente para la demarcación de la faja sobre la calzada que deberá extenderse para este fin.



Figura 108. Estacionamiento fotográfico

En la próxima imagen se observa la misma situación descrita antes, por lo que sin dudarlo, se debe demoler toda la calzada ya que los rieles y los durmientes de estos deben descubrirse para su rehabilitación. Por lo tanto una vez que la línea esté lista, la calzada puede pavimentarse a ambos lados lo que permitiría la demarcación de la faja ciclista a la derecha debidamente separada del gálibo del tren y en la izquierda habría espacio para una o dos vías con carriles angostos o bien espacio para estacionamiento.



Figura 109. Estacionamiento fotográfico



Figura 110. Estacionamiento fotográfico

Puede observarse a la izquierda un desnivel importante entre la acera y el nivel de la calzada.



Figura 111. Estacionamiento fotográfico

En la imagen se muestra el final del tramo 7. Este se une con el tramo 3 y 4 al final de la calle, a la izquierda de la foto.

Puede notarse cómo, en este punto, el espacio es limitado e implicaría que la faja y el carril vehicular estarían muy juntos. Una alternativa radical podría ser eliminar el paso de vehículos en esta cuadra, para esto deben señalizarse algunas vías alternas que no limiten el movimiento de los conductores.

Anexos

En este apartado se incluye información, imágenes y cuadros utilizados para el desarrollo del presente estudio. Se divide en 4 secciones cada una de las cuales corresponde a los

componentes más importantes de la investigación realizada.

Anexo 1.

Diseño Planimétrico y Altimétrico.

Cuadro 3.1

Clasificación Funcional de las Carreteras Regionales, Volúmenes de Tránsito, Número de Carriles y Tipo de Superficie de Rodamiento

TPDA	>20,000		20,000-10,000		10,000-3,000		3,000-500	
Clasificación funcional	No. C	Superf.	No.C	Superf.	No.C	Superf.	No.C	Superf.
AR- Autopistas Regionales	6-8	Pav.	4-6	Pav.				
TS- Troncales Suburbanas	4	Pav.	2-4	Pav.	2	Pav.		
TR- Troncales Rurales	4	Pav.	2-4	Pav.	2	Pav.		
CS- Colectoras Suburbanas			2-4	Pav.	2	Pav.	2	Pav.
CR- Colectoras Rurales					2	Pav.	2	Pav.

No.C : Número de carriles; Superf. : Superficie de rodamiento; Pav : Pavimento asfáltico o de cemento Portland.

Figura 1. Tomado de Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras regionales.

Cuadro 4.10 Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales para distintas Velocidades de Diseño

Velocidad de Diseño(Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	33.7	35	32° 44'	30.8	30	38° 12'
40	0.17	60.0	60	19° 06'	54.8	55	20° 50'
50	0.16	98.4	100	11° 28'	89.5	90	12° 44'
60	0.15	149.2	150	7° 24'	135.0	135	8° 29'
70	0.14	214.3	215	5° 20'	192.9	195	5° 53''
80	0.14	280.0	280	4° 05'	252.0	250	4° 35'
90	0.13	375.2	375	3° 04'	335.7	335	3° 25'
100	0.12	492.1	490	2° 20'	437.4	435	2° 38'
110	0.11	635.2	635	1° 48'	560.4	560	2° 03'
120	0.09	872.2	870	1° 19'	755.9	775	1° 29'

Velocidad de Diseño(Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	395	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 156

Nota: Cifras redondeadas para radios y grados recomendados

Figura 2. Tomado de Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras regionales.



Figura 3. Foto aérea de la ciudad de Cartago proporcionada por la Municipalidad.

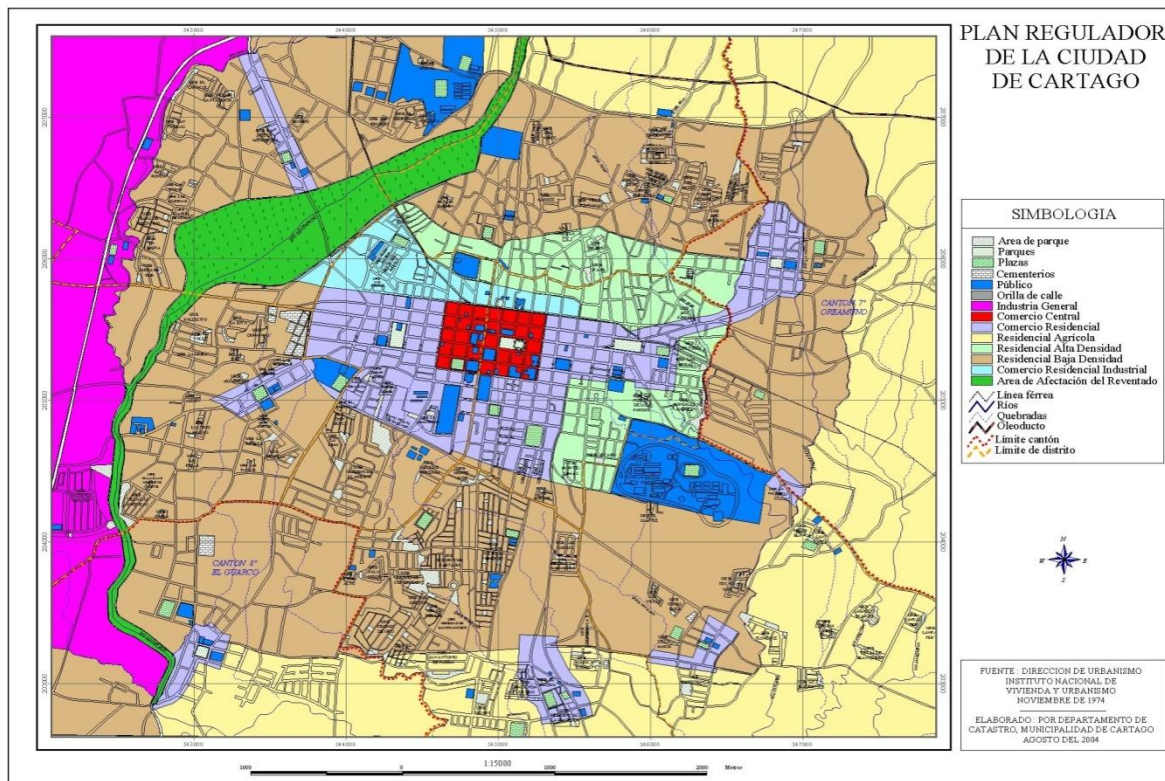


Figura 4. Plan Regulador proporcionado por la Municipalidad.

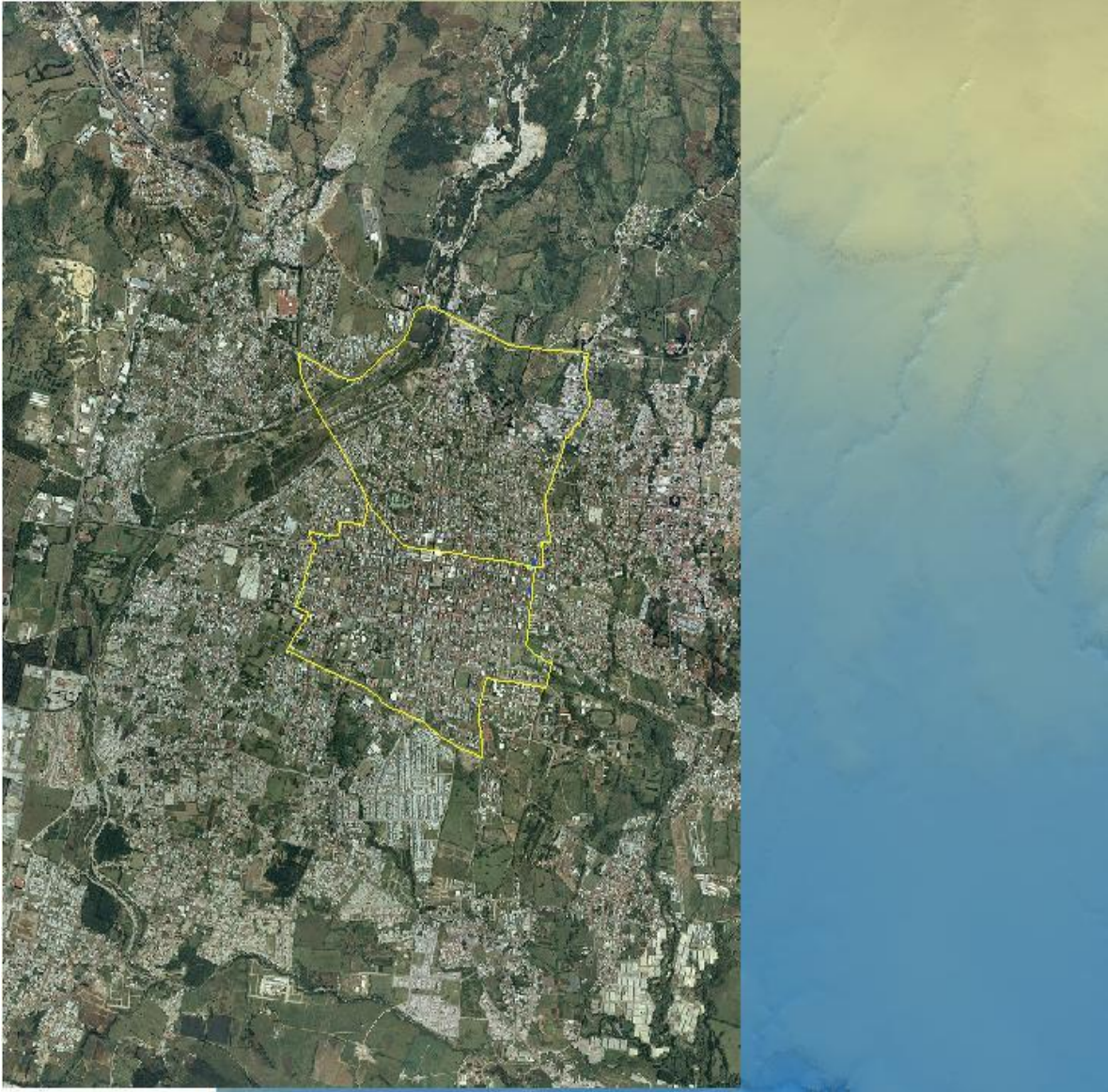


Figura 5. Ortofotos de Tejar y Ochomogo

Anexo 2.

Estructura de pavimento, aceras, secciones transversales de la faja y pista ciclista, bicicletarios y estacionamientos.

CUADRO 1. RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CICLORUTAS.

NÚMERO PROMEDIO DE VEHÍCULOS POR DÍA	INFRAESTRUCTURA DE RUTA RECOMENDADA
<3.000	Calle común, a menos que se especifique sobre la red de ciclorutas un bulevar o una conexión señalizada.
>3.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, mejoras con medidas para pacificación del tráfico resultan aceptables.*
>3.000 <10.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, mejoras con medidas para pacificación del tráfico o fajas con sobrancho resultan aceptables.*
>10.000 <20.000	Cicloruta. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, fajas con sobrancho son aceptables.*
>20.000	Ciclorutas. Donde no es posible debido a restricciones de ancho o necesidades de estacionamiento, la alternativa de una infraestructura paralela debería ser desarrollada.

* Mejoras con medidas para pacificación del tráfico o fajas con sobrancho son aceptables donde existe cualquiera de las siguientes condiciones:

- No es posible eliminar fajas o reducir su ancho;
- Existencia de restricciones topográficas;
- El pavimento adicional quebrantaría el ecosistema natural o sus características;
- El estacionamiento es esencial para servir al uso del suelo adyacente o para mejorar el medio ambiente de los peatones.

Figura 6. Infraestructura a usar en función de la cantidad de tráfico diario, Manual de Bogotá.

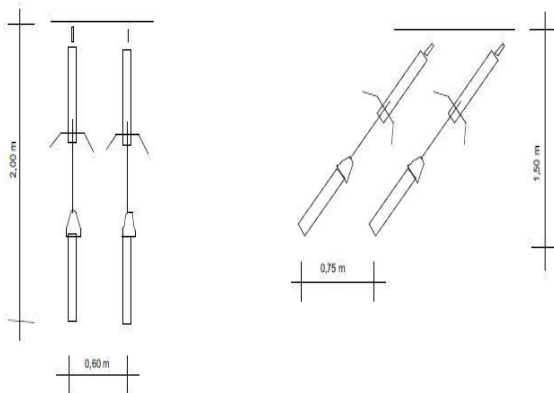


Figura 7. Estacionamientos de corta duración

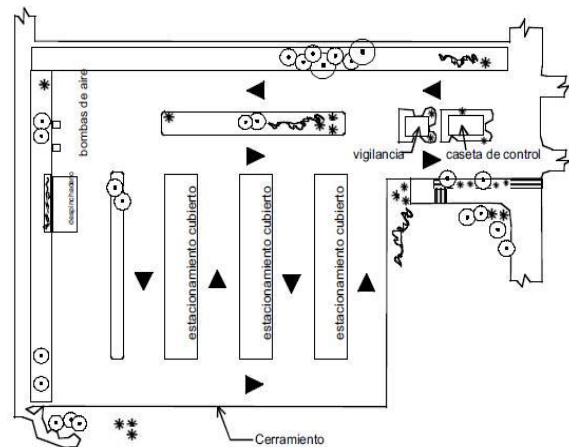


Figura 8. Estacionamientos de larga duración

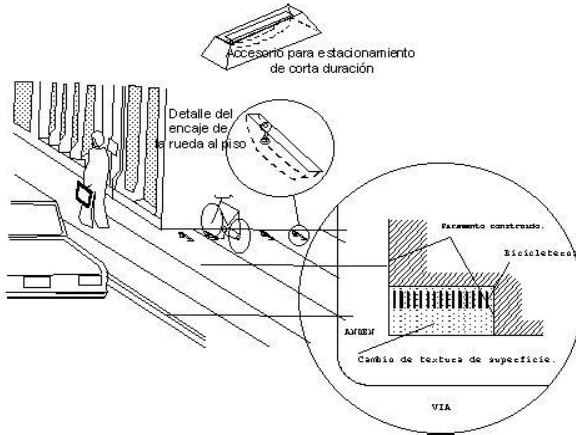


Figura 9. Estacionamientos de corta duración

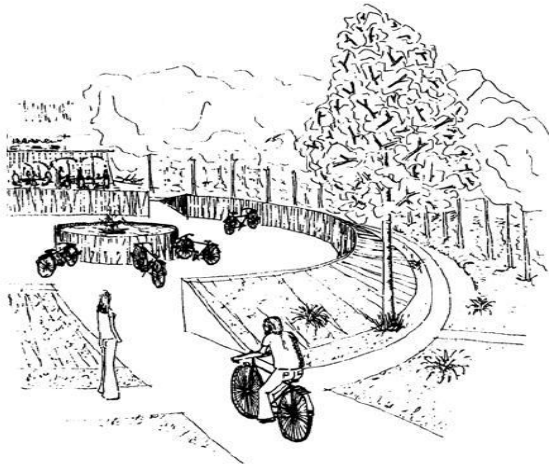


Figura 10. Estacionamientos de larga duración

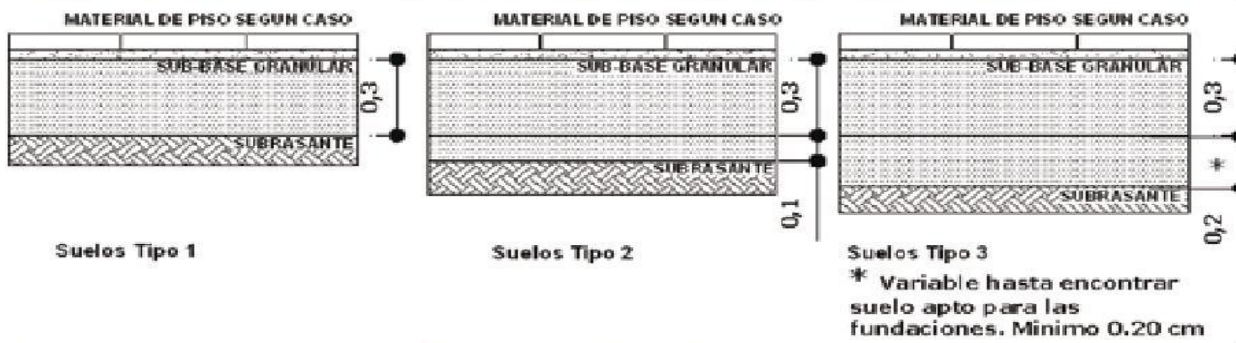
SUELO TIPO	CBR	RANGO
1	mayor o igual a 5%	Regular
2	entre 2% y 5%	Malo
3	menor de 2%	Muy malo

Fuente: IDU, DAPD, "Manual de Aceras del Taller del Espacio Público". Bogotá, 2000.

Figura 11. Clasificación de tipo de suelo según CBR

Figura No. 7

DIMENSIONES DE SUB-BASE GRANULAR PARA BAJO TRÁFICO



Fuente: IDU, DAPD, "Manual de Aceras del Taller del Espacio Público". Bogotá, 2000.

Figura 12. Dimensiones de sub-base granular para bajo tráfico.

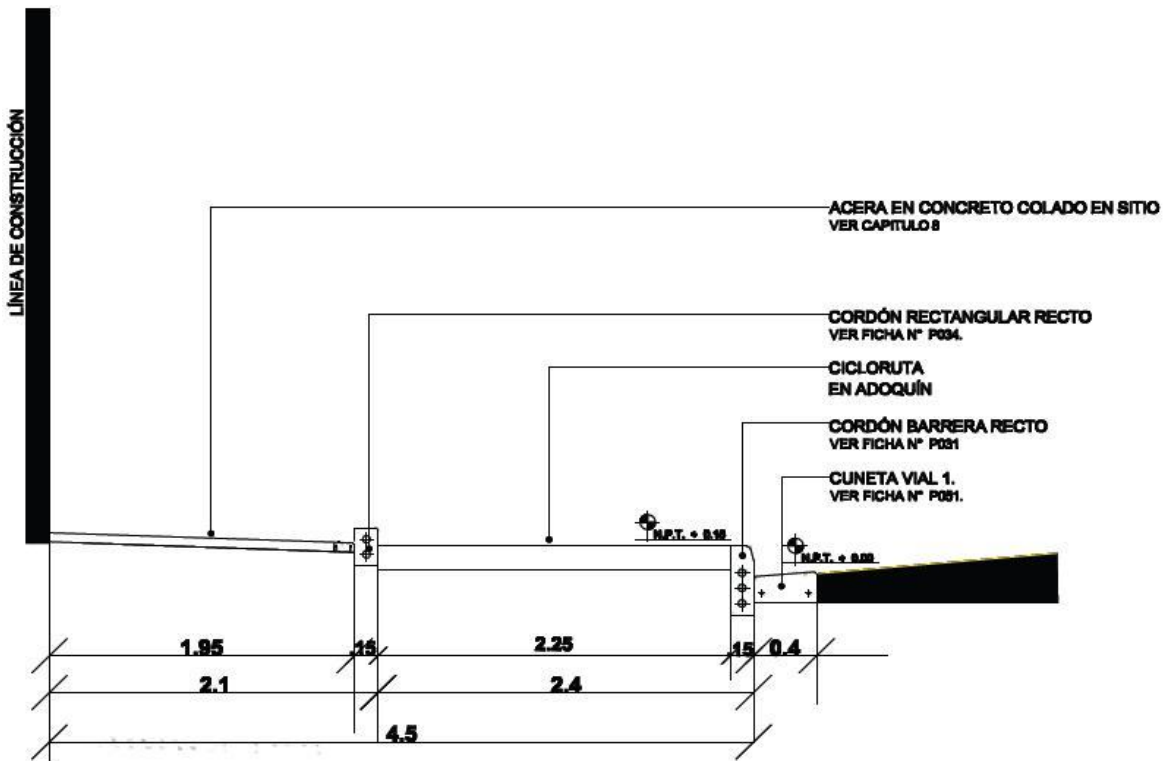


Figura 13. Perfil de cicloruta en acera de 4.5 m.

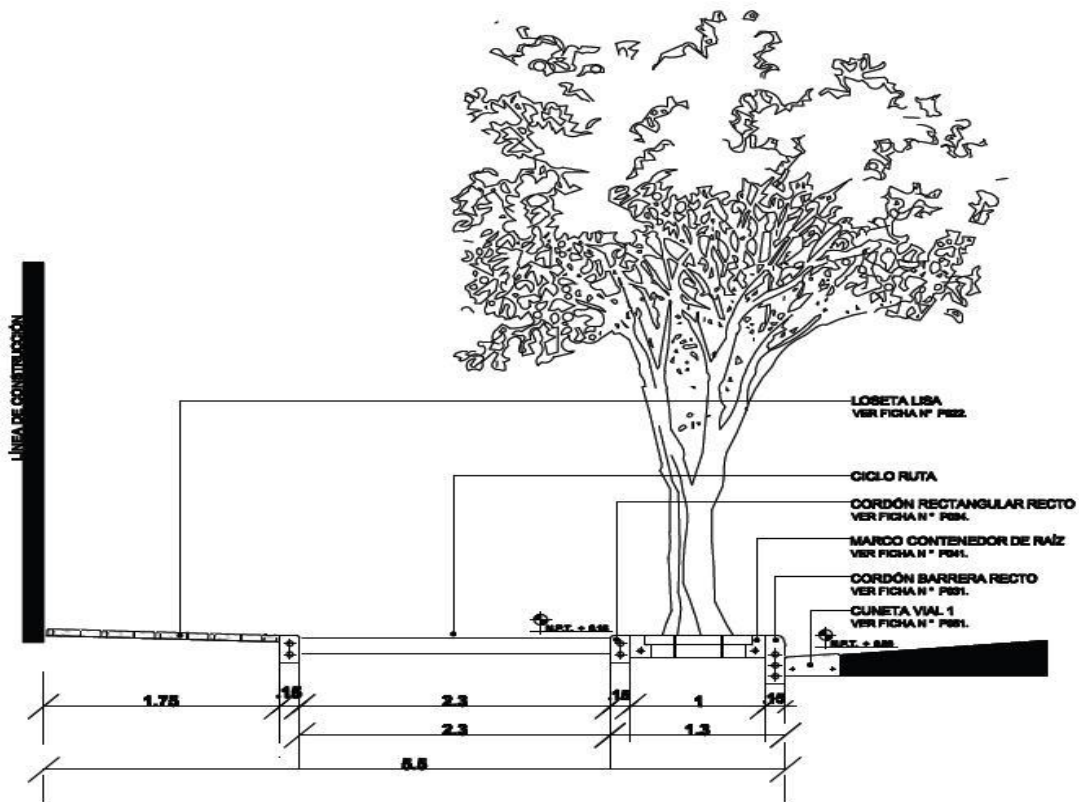


Figura 14. Perfil de cicloruta en acera de 5.5 m.

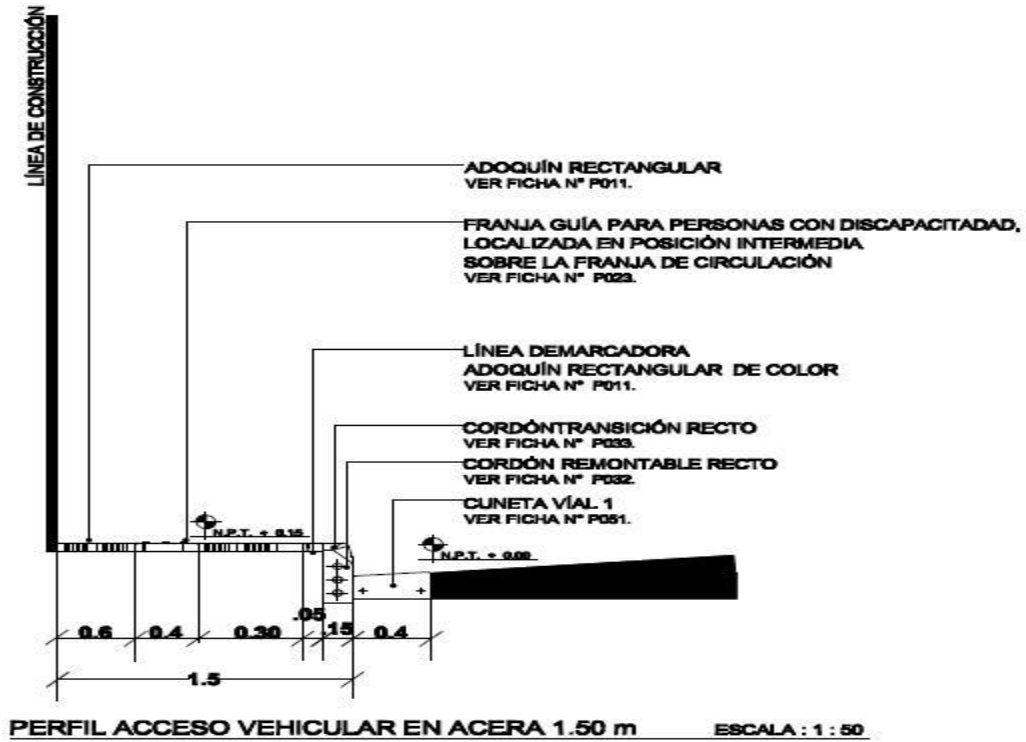


Figura 15. Perfil de acera de 1.5 m y acceso vehicular.

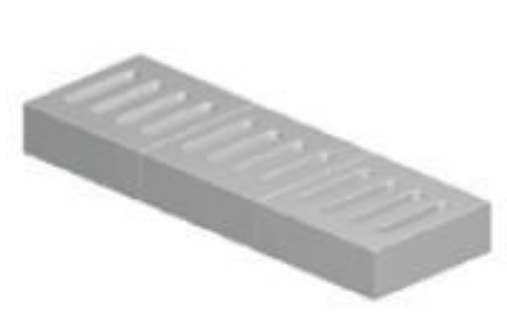


Figura 17. Rejilla de concreto

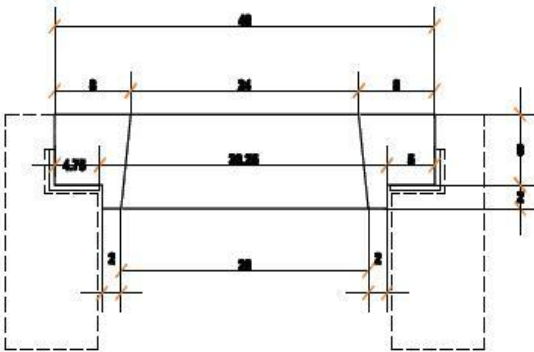
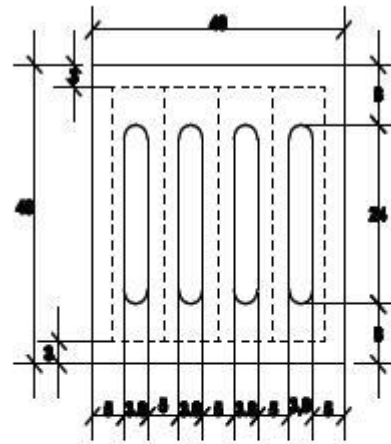


Figura 18. Rejilla de concreto

AXONOMETRÍA



PLANTA ESCALA 1:10

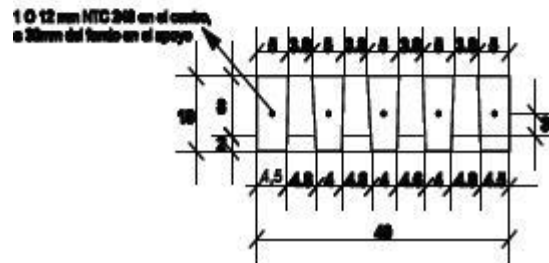


Figura 19. Rejilla de concreto

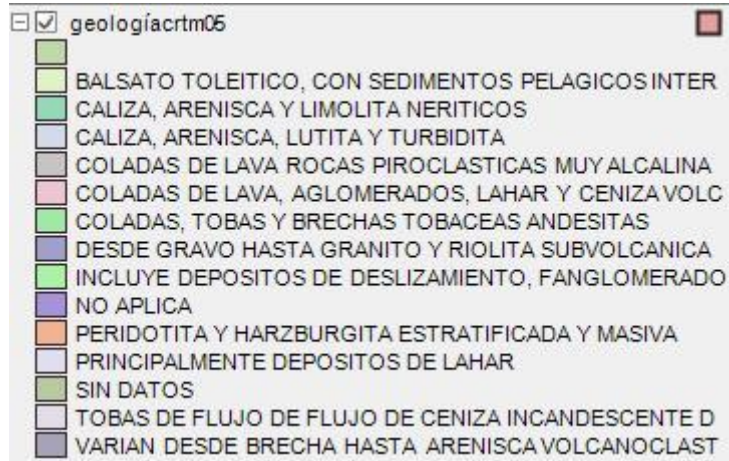
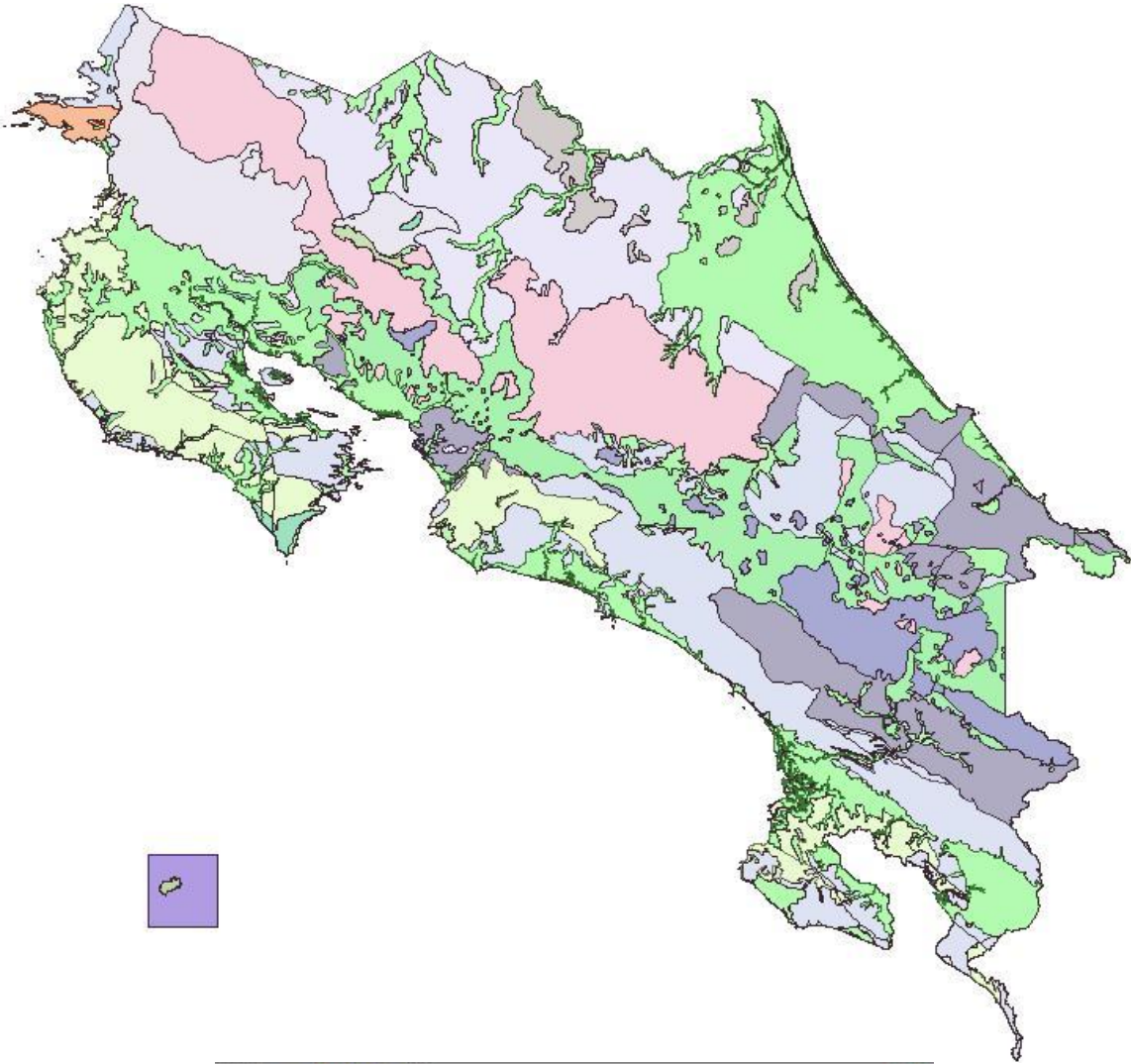


Figura 20. Mapa geológico de Costa Rica

Anexo 3. Señalización y demarcación.

Entre las señales preventivas, las más utilizadas son las siguientes:



CICLISTAS EN LA VIA
PO - 2
Figura 23



CRUCE DE CICLISTAS
PO - 14
Figura 24

Estas pueden usarse para indicar aquellos pasajes en donde el espacio en la calzada es insuficiente y donde los carriles deben ser reducidos.



P-39
Figura 25

En las cercanías de los cruces de la cicloruta con la línea férrea, la siguiente señal debe usarse en complemento con otras medidas.



P-44
Figura 26

Entre las señales reglamentarias se muestran.



CEDA EL PASO
RPI - 1a
Figura 27



PARE
RPI - 2a
Figura 28



**PROHIBIDA CIRCULACIÓN
DE BICICLETAS**
RPO - 8a
Figura 29



**SUPERFICIE SEGREGADA
PEATONES - BICICLOS**
RO - 11

Figura 32



SOLO BICICLETAS
RO - 9
Figura 30



**ESTACIONAMIENTO
BICICLETAS**
RA - 1a

Figura 33



**SUPERFICIE SEGREGADA
MOTORIZADOS - BICICLOS**
RO - 13
Figura 31

Finalmente las señales informativas más comunes.



**INICIO CICLOBANDA
IO-7a**

Figura 34



**FIN CICLOBANDA
IO-7b**

Figura 35



**DIRECCIÓN
ID-3**



**CONFIRMACIÓN
IC**

Figura 36

Las siguientes figuras fueron la base para la señalización de la cicloruta principalmente para la demarcación de esta.

La siguiente figura muestra la altura y la separación necesarias para una adecuada ubicación que permita su visibilidad.

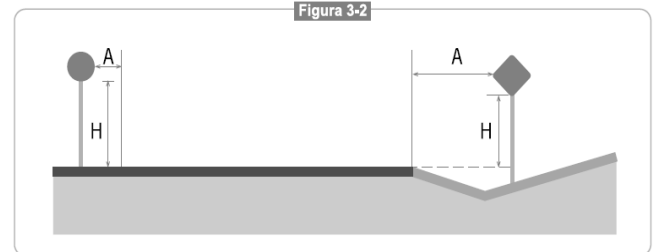
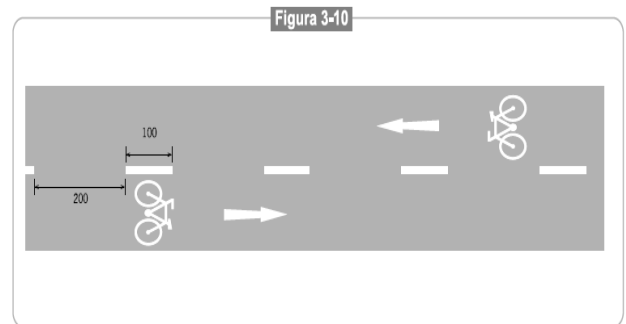


Figura 37

Para el presente estudio se establece una separación de 30 cm respecto del inicio de la faja ciclista o del caño y su ubicación es la acera cuando esté presente, según se muestra en la figura anterior.

La figura que se observa muestra la configuración establecida para las líneas longitudinales separadoras de las vías. Cabe destacar que el grosor de esta línea de color blanco es de 10 cm y será continua en curvas pronunciadas o en sitios con situaciones que hagan riesgosa la maniobra de adelantar.



colas en centímetros

Figura 38

Se utilizarán otras líneas transversales de 15 cm de ancho, las cuales se emplean principalmente para indicar a los conductores de vehículos y a los ciclistas donde deben detenerse, además de indicar paso de peatones.

En cruces, también es necesario que la senda o faja sea visible al atravesar una vía y por esto se utilizan cuadrados de entre 50 y 60 cm. Estas van alternadas lo que produce un mayor

contraste con la superficie de rodadura o pavimento.

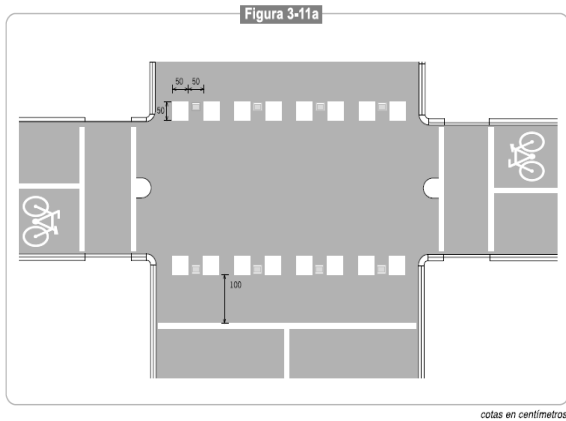


Figura 39

La siguiente figura muestra la posición en planta de las señales verticales que se complementan con la demarcación.

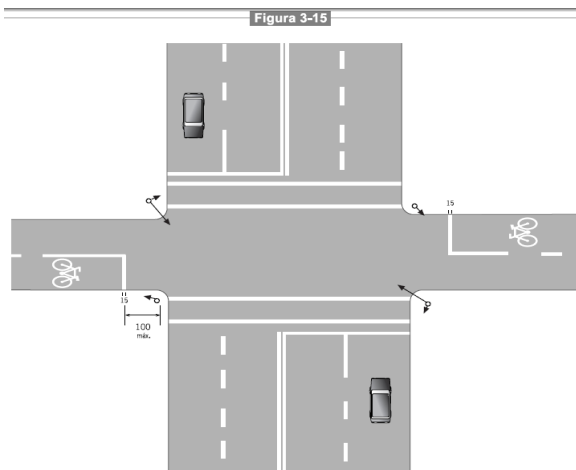


Figura 40

En la siguiente figura se establece la manera en que se implementan la señal de PARE, las líneas longitudinales y transversales, al ingresar a un cruce con tráfico vehicular.

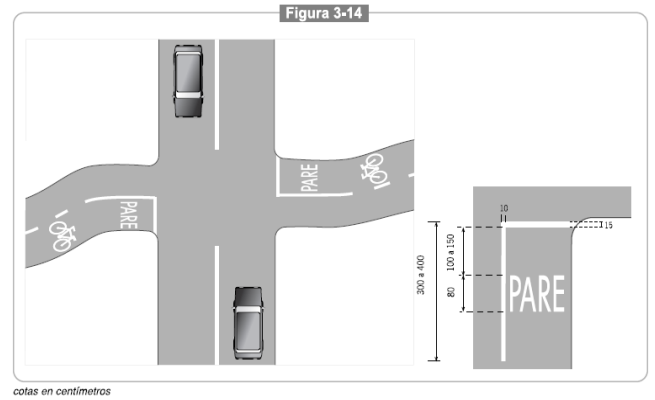


Figura 41

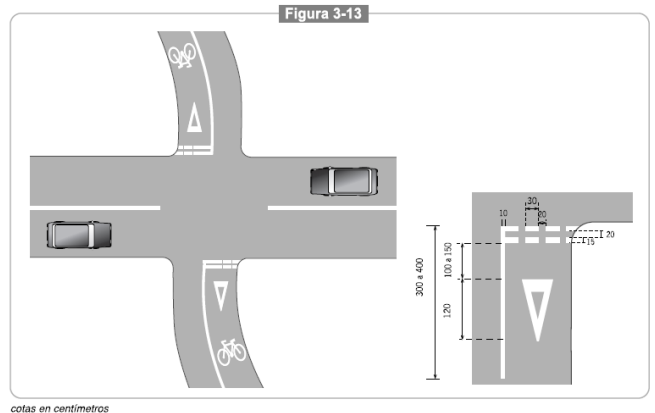


Figura 42

Anteriormente se ilustra la utilización del CEDA EL PASO, para emplearla debe garantizarse una distancia mínima determinada que está en función, a la vez, de la velocidad de los vehículos.

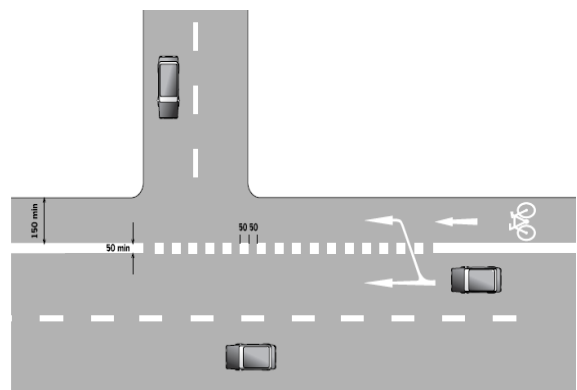


Figura 43

Para llevar a cabo la planeación de algunos puntos complejos o de alto tránsito tales como intersecciones, cruces y cambios de margen o borde en la calzada, se adjuntan las

siguientes

figuras:

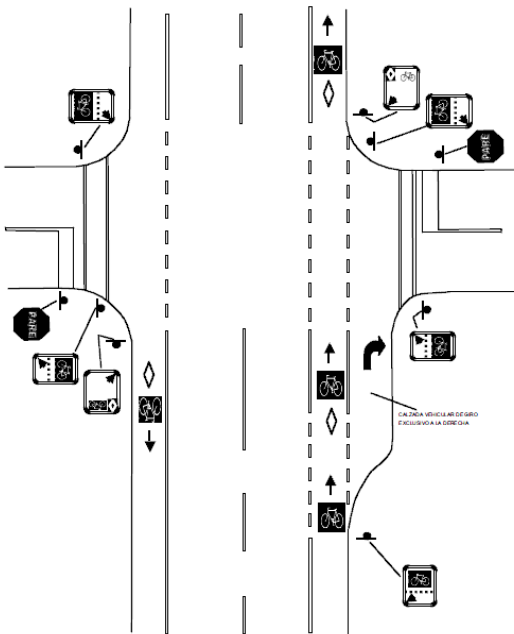


Figura 44

En esta figura se muestra la manera en la que debe demarcarse la calzada para que los vehículos que giran a la derecha no entren en conflicto con los ciclistas que continúan sin girar.

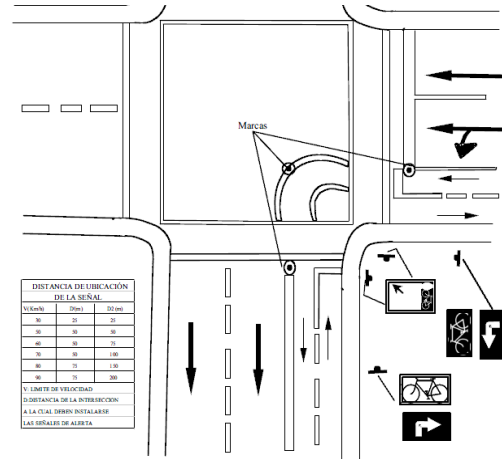


FIGURA 10 CAMBIO DE DIRECCION EN UNA CALZADA BIDIRECCIONAL PARA BICICLETA.

Figura 46

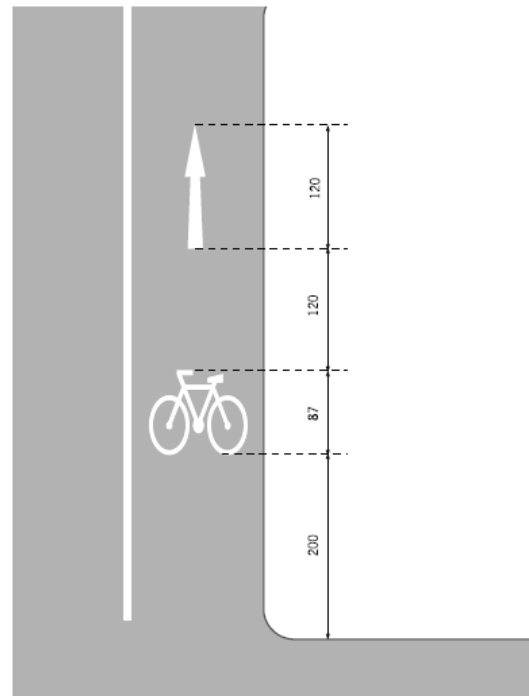


Figura 47

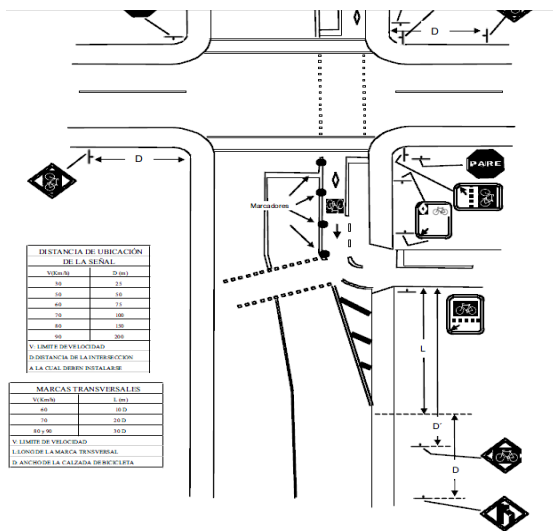


Figura 45

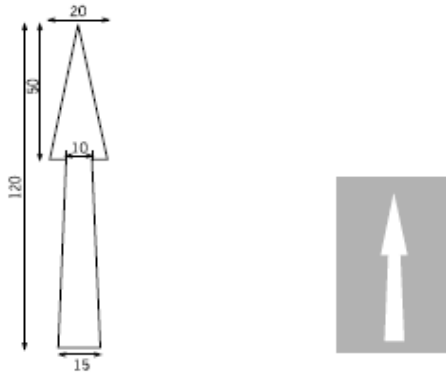


Figura 48

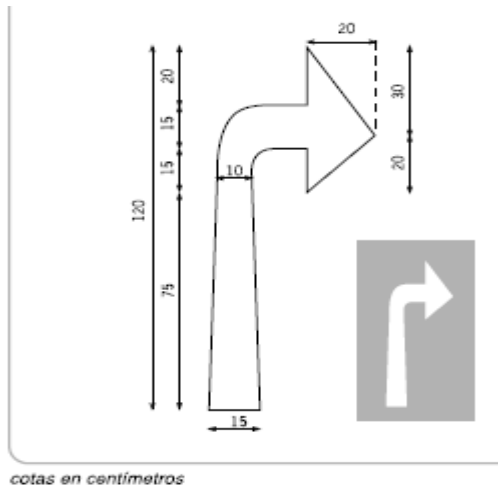


Figura 49

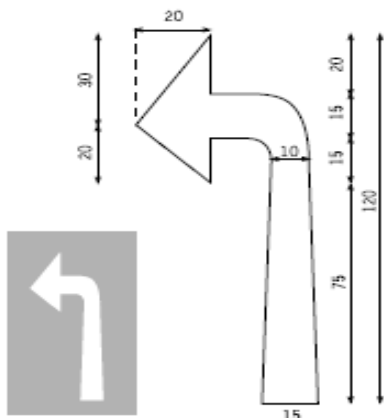


Figura 50

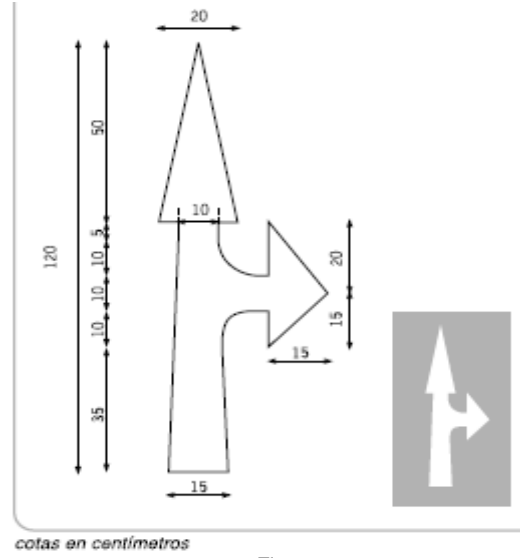


Figura 51

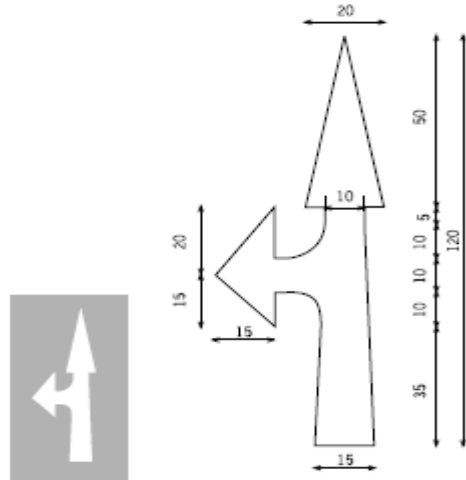


Figura 52

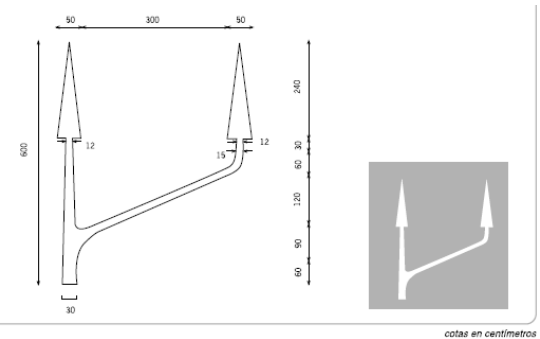


Figura 53



Figura 54



Figura 55

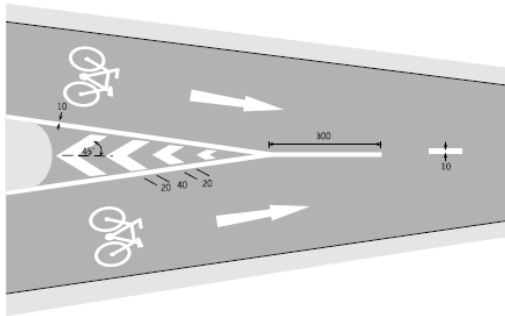


Figura 56

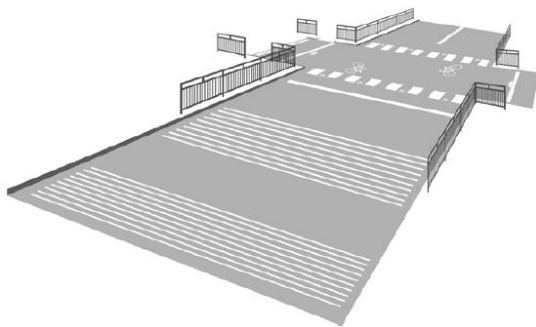


Figura 57

Referencias

- AYA. 2003. **NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA URBANIZACIONES Y FRACCIONAMIENTOS.**
- Coronado J. (Consultor) 2002. **MANUAL CENTROAMERICANO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS.** Secretaría de Integración Económica Centroamericana SIECA Y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID.
- Leclair R. (Consultor) 2001. **MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS CARRETERAS REGIONALES.** Secretaría de Integración Económica Centroamericana.
- MOPT Y CONAVI. 2010. **ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, CAMINOS Y PUENTES DE COSTA RICA (CR-2010).**
- Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D.C. e Instituto de Desarrollo Urbano. 1999. **Plan Maestro de ciclorutas para Santa Fe de Bogotá D.C, Manual de diseño de Ciclorutas.**
- American Association of state highway and transportation officials. 1999. **Guide for the development of bicycle facilities.** Estados Unidos.
- Barahona Luis Diego. 2001. Por el buen camino. **La Nación.** Costa Rica. Descargado <http://www.nacion./2011-30/Ancora/NotasDestacadas/Ancora2628893.aspx>.
- Canadian Institute of planners go for green. 1990. **Community cycling manual, A planning and design guide.** Actualizado en junio de 2004. Canadá.
- CFIA. 1996. **Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones.** Costa Rica.
- Departamento de Obras Públicas y Transportes de Bizkaia. 2002. **Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables.** España.
- Director-General of Transport South Australia. 1995. **A review of bicycle policy and planning developments in Western Europe and North America, a literature search.** Australia: II edición.
- Dobles, Miguel U. 2006. **Trazado y Diseño Geométrico de Vías.** 2 ed. Editorial UCR.
- Figueres, J. 1998. *Reglamento a la ley 7600 de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad.* **La Gaceta.** Decreto No. 26831-MP
- ICCYC-CFIA. 2008. **Guía para el Diseño y Construcción del Espacio Público en Costa Rica.** Costa Rica: Editorial Gozaka.
- Jiménez García, Fabio. 2005. **Modelo de Diseño de Sistemas Urbanos de**

Alcantarillado Pluvial, con una aplicación en MS Excel. Informe Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. p 41.

Plastics Pipe Institute, **“The Complete Corrugated Polyethylene Pipe Design Manual and Installation Guide”**, descargado de http://plasticpipe.org/drainage/design_manual.html el 31-May-2009

Calvo H. Pedro. 2009. Mayo. 04. Ciclovías. **La Prensa Libre**. Costa Rica, descargado de: <http://www.prensalibre.cr/pl/comentarios/324-ciclovias.html>.

Soto Ronny 2008. Julio. 27. Ciclovía es sinónimo de seguridad en Caldera. **La Nación**. Costa Rica, descargado de: http://www.nacion.com/ln_ee/2008/julio/27/pais1632983.html