



# Proyecto Biomira, Ruta Nacional N°231 Agua Caliente de Cartago

---

DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

Ficha técnica del documento		
1. N° Informe MOPT-03-05-01 -0694-2022	2. N° de Expediente ED-EB-22-0357	
3. Título Proyecto Biomira, Ruta Nacional N°231 Agua Caliente de Cartago	4. Fecha del informe octubre de 2022	
5. Institución Ejecutora Dirección General de Ingeniería de Tránsito Departamento de Estudios y Diseños	6. Instituciones receptoras Holcim	
7. Tipo de Reporte y Periodo de extensión Final. Octubre 2022	8. Colaboró Técnico. Osvaldo Piedra M.	
9. Elaboró Bach. Miguel Cubillo Espinoza Nombre y firma	10. Revisó Ing. Rony Rodríguez Vargas Nombre y firma	
12. Resumen Análisis del “Proyecto Biomira”, en donde se proponen una serie de estrategias integrales a problemas como la seguridad, movilidad, organización, imagen y el ambiente. Dicho proyecto requiere realizar varios ajustes al señalamiento vertical y horizontal, en algunos tramos de aceras se debe incluir una zona verde o para mobiliario urbano, eliminación de reductores de velocidad en contra del Decreto N° 40601-MOPT, Reglamento para la Instalación y Eliminación de Reductores de Velocidad en las Vías Públicas Terrestres y colocación de pasos peatonales sin un criterio técnico.		
13. Palabras Clave Mejoras de la movilidad y la seguridad vial en la zona	14. Nivel de seguridad Público	15. N° de páginas 29

## **1 Introducción**

### **1.1 Origen del Estudio**

La empresa Holcim presenta mediante nota sin número de oficio y con fecha del 08 de setiembre el proyecto denominado como Biomira, en donde se dan una serie de estrategias con el fin de mejorar la movilidad, seguridad, organización, imagen y ambiente, en la planta ubicada en Agua Caliente de Cartago y zonas adyacentes.

Dicha solicitud fue recibida en el Departamento el 20 de setiembre y se le asignó el número de expediente ED-EB-22- 0357 para el respectivo tramite.

Debido a lo anterior, se llevó el análisis de la situación actual y la propuesta recomendada, con el fin de implementar medidas que aseguren más movilidad y seguridad a todos los usuarios que transitan por la zona.

### **1.2 Objetivos**

A continuación, se detallan los objetivos establecidos para este estudio, tanto general, como específicos:

#### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar el proyecto Biomira presentado por la empresa Holcim, el cual se desarrolla en la planta ubicada en la zona de Agua Caliente de Cartago con el fin de mejorar la seguridad vial y la movilidad de todos los usuarios que pasan por la zona por medio de facilidades peatonales, ciclovías y funcionalidad en la zona.

#### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Verificar las condiciones actuales del tramo en análisis de la Ruta Nacional N° 231 e identificar sus respectivos puntos de conflicto que se generan con la interacción de una zona industrial, zona escolar y de todos los usuarios que hacen uso de dicho espacio.
- Verificar la viabilidad de implementar las mejoras emanadas en la Memoria de Diseño del proyecto Biomira haciendo uso del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, con el cual se analizarán los elementos que componen la vía

(anchos de carril, espaldones), con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito se confrontara el señalamiento horizontal y vertical y la Guía Técnica de Diseño para Infraestructura Ciclista y Guía Práctica Diseño de Aceras las cuales establecen las condiciones de movilidad para todos los usuarios.

- Con el fin de emitir observaciones y recomendaciones al proyecto.

### 1.3 Alcance

En el siguiente esquema se presenta el tramo de la Ruta Nacional N° 231 en donde se realizarán los respectivos análisis.

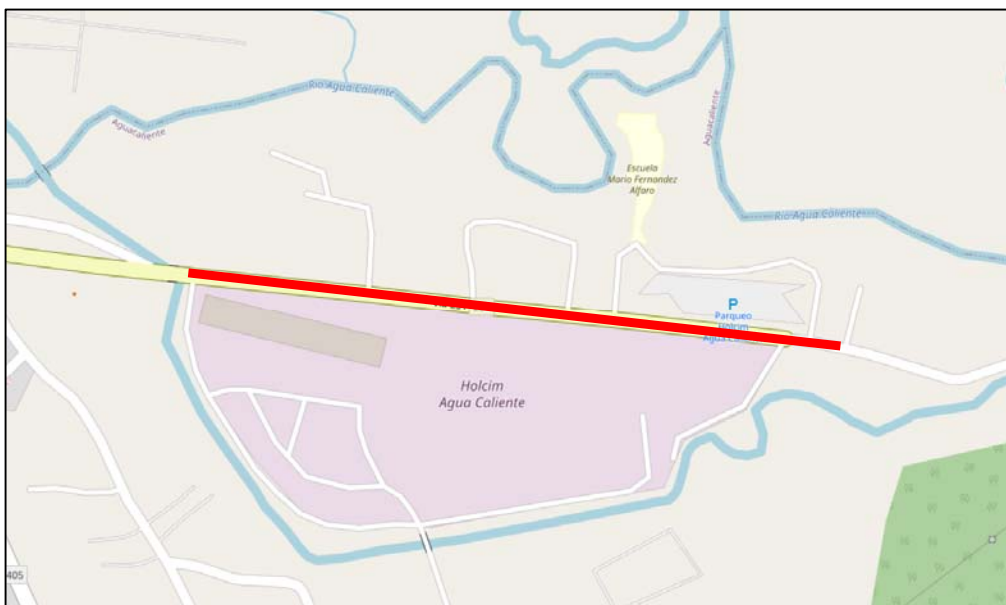


Imagen 1 Delimitación del tramo de la Ruta Nacional N° 231

Fuente: Geoportal Mopt, 30 de setiembre del 2022.

El estudio se enfoca en el mejoramiento de la seguridad vial de todos los usuarios que pasan por la zona, la colocación o eliminación de reductores de velocidad, las condiciones de la señalización horizontal y vertical y posibilidad de implementar el proyecto Biomira.

Dejando fuera del alcance del presente documento por razones de competencia, lo relacionado a la autorización del uso del derecho de vía para realizar las obras.

#### **1.4 Limitaciones**

Se tiene el inconveniente que no se posee una estimación de usuarios que hacen uso de la vía y los respectivos modos de transporte.

A la hora de realizar la visita de campo y debido al escaso volumen que transita por la zona no fue posible realizar un estudio de velocidades.

Es importante mencionar que existe un centro educativo “Escuela Mario Fernández Alfaro” el cual esta es un proceso de cierre técnico debido a estar en un terreno propenso a deslizamiento, cercanía de una gran zona industrial y el terreno no es propiedad del MEP, por lo que se estima el cierre para el año 2028. Para el año 2020 el centro educativo tenía 31 funcionarios y 339 estudiantes.

#### **1.5 Metodología**

Para realizar un estudio de mejoramiento de las condiciones viales, se debe pasar por un proceso que comprende varias etapas. A continuación, se describen y se dan algunos aspectos importantes a considerar en cada una de las etapas:

- Inspección técnica a campo con el fin de analizar las condiciones actuales de la vialidad vehicular y peatonal en la zona de análisis para determinar e identificar posibles puntos de conflicto.
- Analizar la propuesta del proyecto Biomira y sopesar con el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (Manual de Diseño) según la funcionalidad y clasificación de la carretera y sus respectivos elementos. Con respecto a los aspectos de movilidad se utilizan como referencia la Guía Técnica de Diseño para Infraestructura Ciclista y la Guía Práctica Diseño de Aceras.
- Análisis de resultados y emitir observaciones al diseño de Biomira.

#### **1.6 Generalidades**

En cuanto a la fundamentación jurídica que acompaña la ejecución de este estudio se tiene:

“El Departamento de Estudios y Diseños recibe las solicitudes de los interesados relacionadas con el mejoramiento de la seguridad vial. Para lo cual el Departamento de Estudios y Diseños cuenta con el

tiempo establecido en la normativa vigente para dar respuesta. Lo anterior según lo señalado en el Capítulo III: De la Dirección de Ingeniería de Tránsito, Artículos 11 y 14 de la Ley de Administración Vial, N° 6324.”

Es importante considerar que en agosto del presente año mediante el número de informe MOPT-03-05-01-0552-2022 se analizaron las condiciones existentes en la zona y se recomendó lo siguiente:

***Al Consejo Nacional de Vialidad:***

- a. Eliminar el paso cebra y reductores de velocidad existentes en el sitio de análisis.
- b. Eliminar el señalamiento vertical de restricción de estacionamiento existente.
- c. Reparar los tramos de la superficie de rodamiento que se encuentran en mal estado.
- d. Realizar los trámites pertinentes para la construcción de las aceras faltantes en el área de análisis.

***Al Interesado (Holcim):***

- a. Solicitar al Departamento de Señalamiento Vial de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito los permisos correspondientes a señalamiento y demarcación vial.
- b. Tramitar con el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) la autorización para reparar sectores de la superficie de rodamiento.
- c. Gestionar ante el Consejo de Transporte Público (CTP), todo lo concerniente a la reubicación de las paradas de autobús.

Con respecto a la seguridad vial se utiliza el Manual para el Desarrollo de Proyectos de Infraestructura desde la Óptica de la Seguridad Vial (edición 2013) (Manual de Seguridad Vial), del Consejo de Seguridad Vial, en donde se da una guía orientada a la “prevención de accidentes” mediante la incorporación de factores clave relacionados con la seguridad vial durante la planificación, diseño, construcción y operación de carreteras y redes viales.

Como también se utilizará el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control de Tránsito (edición 2014) (Manual de Señales), en donde se establecen los mecanismos de regulación,

prevención e información necesaria para la circulación por las vías públicas y el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (Manual de Diseño).

## 2 Desarrollo

### 2.1 Condición real

La Ruta Nacional N° 231 inicia en Cartago centro y finaliza en la zona de Agua Caliente de Cartago en la empresa Holcim, en la siguiente imagen se muestra dicho tramo en color verde.

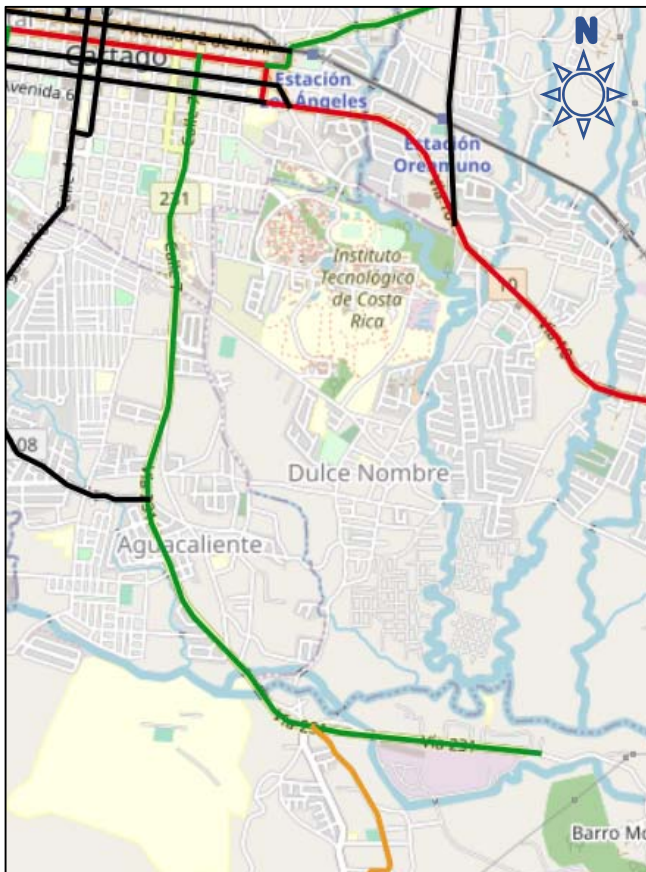


Imagen 2 Ubicación de la Ruta Nacional N° 231, en color verde

Fuente: Geoportal Mopt, 30 de setiembre del 2022.

La zona en estudio se sitúa en el distrito de Agua Caliente de la provincia de Cartago, en las coordenadas 510 422 Este y 1 087 232 Norte, basado en el sistema de proyección CRTM05.

Según la información brindada por la Dirección de Planificación Sectorial en dicha ruta hay dos estaciones la N° 231 y la N° 689, secciones 30290, con un tránsito promedio diario de 9163 y 8460 vehículos, con un 0,71 % y 3,4 % de vehículos tipo autobús y un 2,14 % y 3,19 % de vehículos articulados.

Posterior a la ruta nacional N° 231 hay una calle en lastre que comunica a dos aglomerados de viviendas que hacen uso de dicha vía como ruta de ingreso y salida.

En la siguiente imagen se muestran dichas viviendas.



Imagen 3 Grupo de viviendas que hacen uso de la Ruta Nacional N° 231.

Fuente: Geoportal Mopt, 02 de octubre del 2022.

En el inicio del tramo en estudio se presentan un ancho de vía de aproximadamente 6,6 m, con doble sentido de circulación, existe una zona de espaldón que va desde los 2,0 m hasta los 2,5 m en los márgenes de la vía, en la margen derecha hay una zona verde de aproximadamente 2,0 m y una acera de 1,0 m de ancho, mientras que en la margen izquierda hay una zona verde de aproximadamente 5,0 m y ausencia de aceras. En las siguientes imágenes se muestran esas condiciones.



Imágenes 4 y 5 Vista de margen derecha e izquierda respectivamente desde el acceso oeste de la R. N. N° 231.

Fuente: Elaboración propia octubre del 2022.

En el siguiente tramo se presenta la zona industrial en donde se presentan anchos de vía variables y hay una serie de reductores de velocidad y pasos peatonales tipo cebra. En las siguientes imágenes se presentan dichos elementos.



Imágenes 6 y 7 Muestra de reductores de velocidad y pasos peatonales en la zona industrial.

Fuente: Elaboración propia octubre del 2022.

Detrás de la empresa Holcim hay un centro educativo el cual tiene acceso por una acera que pasa por los terrenos de la empresa o por la calle la cual posee un portón y una prevención de propiedad privada.

En las siguientes imágenes se muestra la calle de acceso y la conexión peatonal existente.



Imágenes 8 y 9 Calle de acceso a centro educativo con portón y prohibición de acceso.

Fuente: Elaboración propia octubre del 2022.



Imágenes 10 y 11 Calle de acceso a centro educativo con portón y prohibición de acceso.

Fuente: Elaboración propia octubre del 2022.

En el momento de realizar la visita a la zona se detectó deficiencia en el señalamiento vertical (reglamentario, preventivo y de información) y horizontal, por lo que el usuario no tiene la información necesaria para circular de una forma segura y cómoda.

De hecho, no se percibe la existencia del centro educativo debido a la ausencia del ensamble típico de señalización de las zonas escolares.

## 2.2 Propuesta de proyecto Biomira

La propuesta radica en mejorar las condiciones de movilidad y seguridad a todos los usuarios en la zona.

El proyecto se divide en 4 etapas o zonas a intervenir.

**2.2.1 ZONA 1.** La primera zona se enfoca en el mejoramiento e imagen de la zona, en donde se implementan aceras, zonas de descanso y un tramo de ciclovía, haciendo uso del derecho de vía.

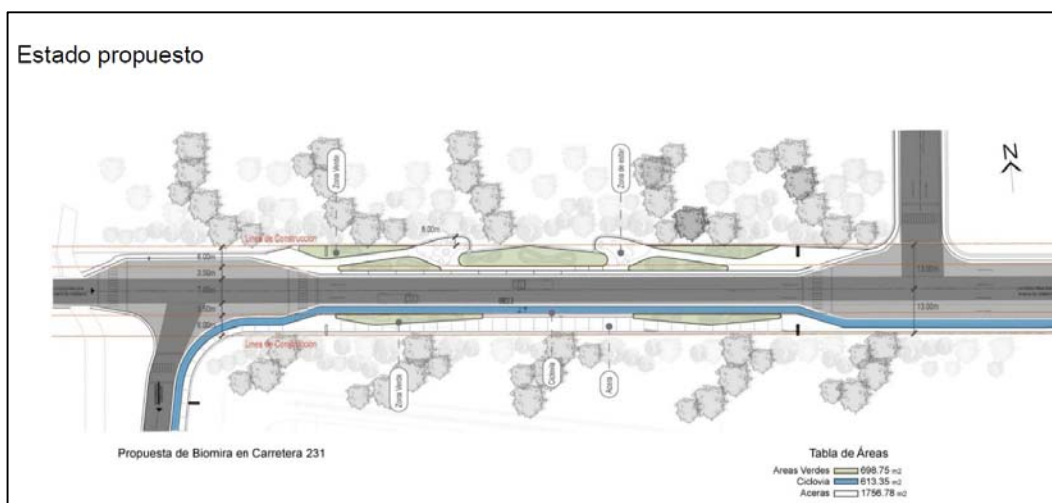


Imagen 12 Primera zona de intervención.

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

A continuación, se presentan algunos de los perfiles de las zonas, en la margen derecha se coloca una ciclovía con doble sentido de circulación con un ancho de 2.2 m y una zona peatonal de 3.2 m, mientras que en la margen izquierda con un ancho de 4.73 se destinarían a zonas de descanso y aceras.

En ese tramo se tendrían carriles de 4.0 m de ancho por sentido.

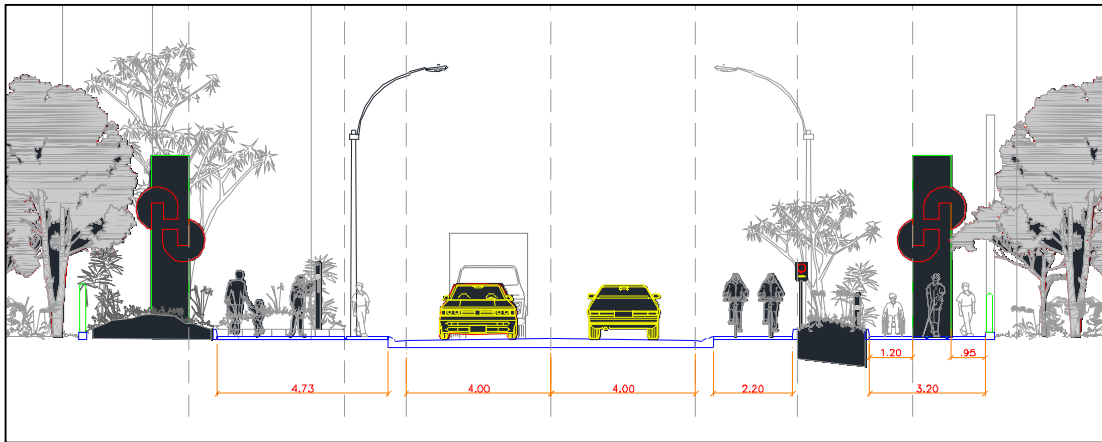


Imagen 13 Perfil de la primera zona de intervención (margen izquierda solo peatonal) .

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

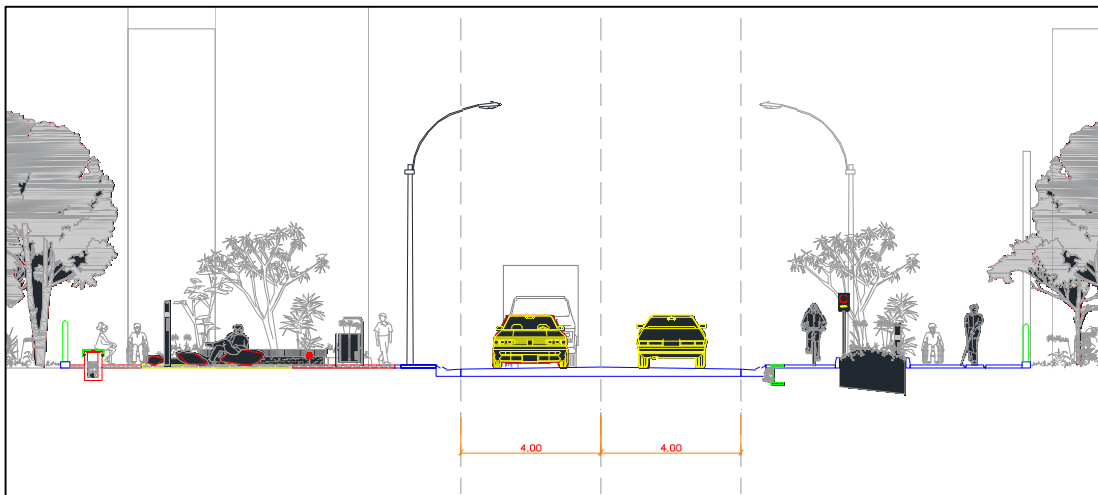


Imagen 14 Perfil de la primera zona de intervención (margen izquierda zona de descanso y peatonal) .

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

**2.2.2 ZONA 2.** En zona dos se trabajarán tres temas:

1. Mejoramiento del muro para brindar mayor seguridad al usuario, en donde se propone integrar un muro verde y ampliar la altura del mismo, para mejorar la visual de los usuarios y propiciar un ambiente más seguro para los transeúntes.
2. Mejoramiento de las aceras, que cumplan con los anchos mínimos y requerimientos de accesibilidad como las losetas táctiles para propiciar la seguridad de todos los usuarios
3. La mejora de la banda transportadora que pasa encima de la carretera mediante un cerramiento en toda la parte superior de la misma para evitar cualquier incidente entorno a flujos de material entre otro tipo de fallos mecánicos que se puedan dar

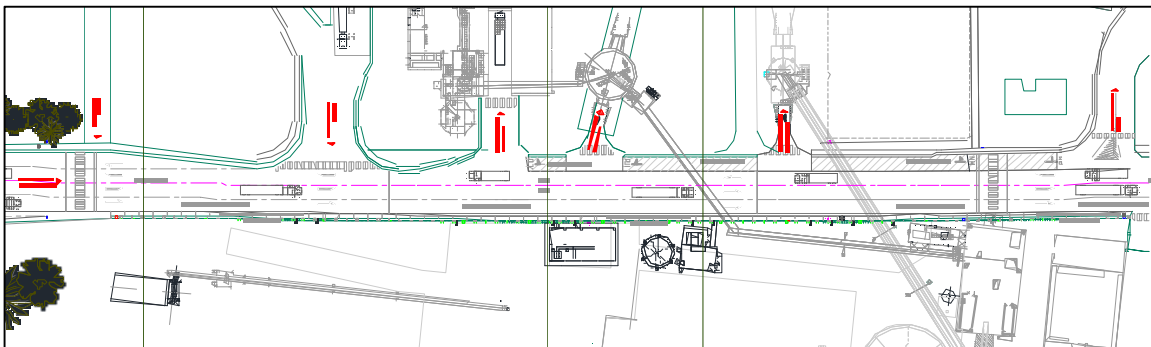


Imagen 15 Segunda zona de intervención.

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

A continuación, se presentan algunos de los perfiles de las zonas, en la margen derecha se coloca un muro verde y una acera con un ancho de 1.2 m, mientras que en la margen izquierda se prevé una acera de 1.65 m de ancho y una zona de 3.38 m de zona de estacionamiento de camiones a la espera de ingreso. En ese tramo se tendrían carriles de 4.0 m de ancho por sentido.

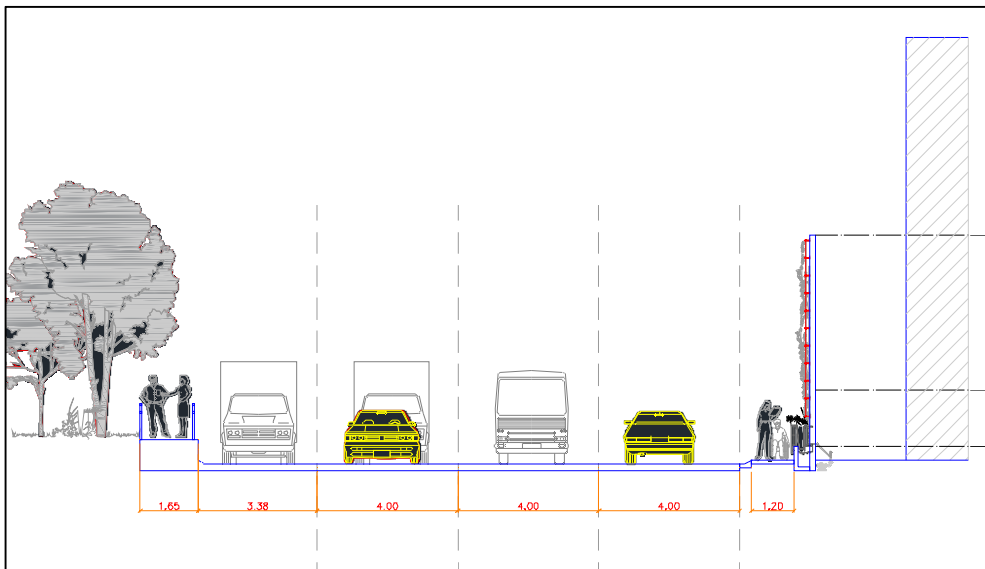


Imagen 16 Perfil de segunda zona de intervención (margen izquierda zona de espera de ingreso ).

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

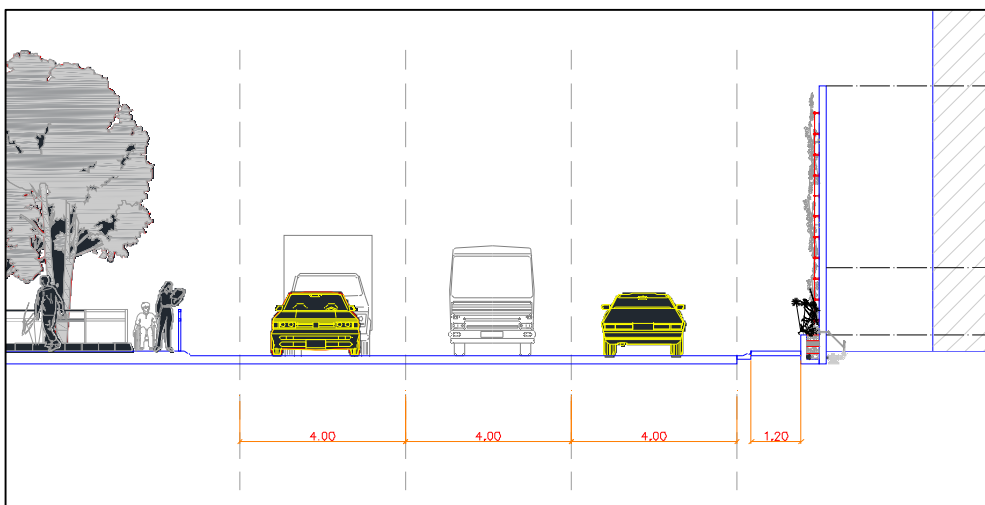


Imagen 17 Perfil de segunda zona de intervención (margen derecha con acera de 1.2 m y muro verde).

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

2.2.3 **ZONA 3.** En esta zona se propone rediseñar el acceso principal a la planta de cemento, incorporando zonas verdes más amenas, así como la demarcación de zonas para los camiones, los vehículos que ingresan al parqueo y los vehículos que esperan ingresar al parqueo de visitas.

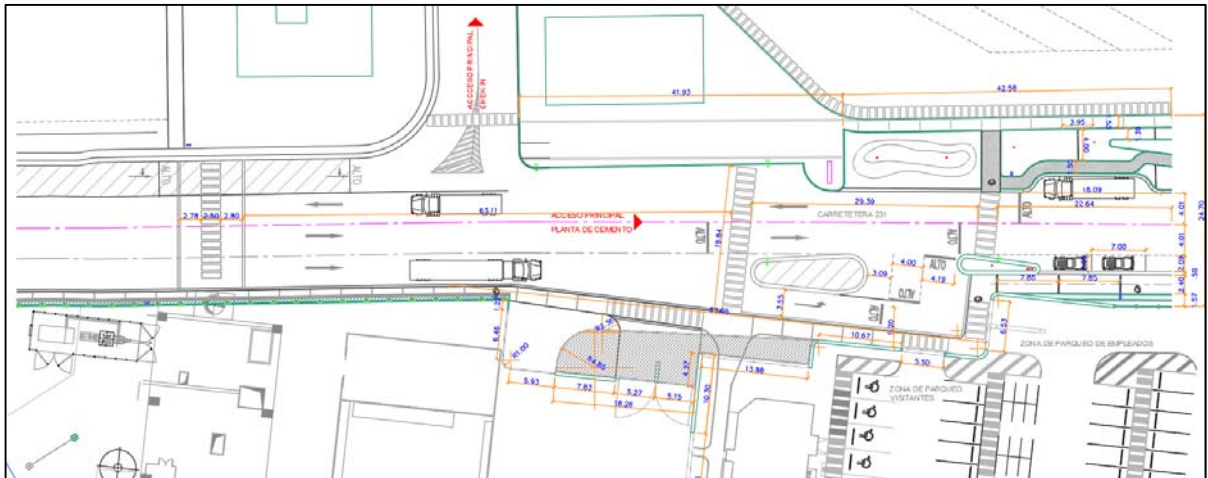


Imagen 18 Tercera zona de intervención.

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

2.2.4 **ZONA 4.** En la zona de cierre propone una zona verde con una serie de mobiliario urbano que podrá ser aprovechado por distintos usuarios y al lado sur del proyecto se proyecta la continuidad de aceras accesibles y ciclo vía.

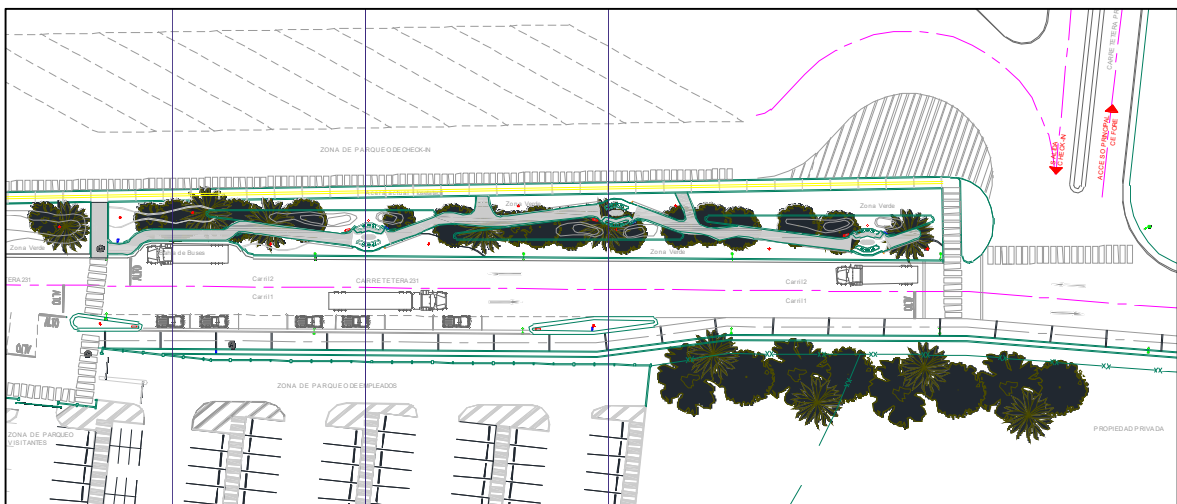


Imagen 19 Cuarta zona de intervención.

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

A continuación, se presenta uno de los perfiles de la zona, en la margen derecha se coloca una acera y ciclovia con un ancho de 2.52 m, mientras que en la margen izquierda se prevé una acera de 1.20 m de ancho y una zona de descanso con mobiliario urbano.

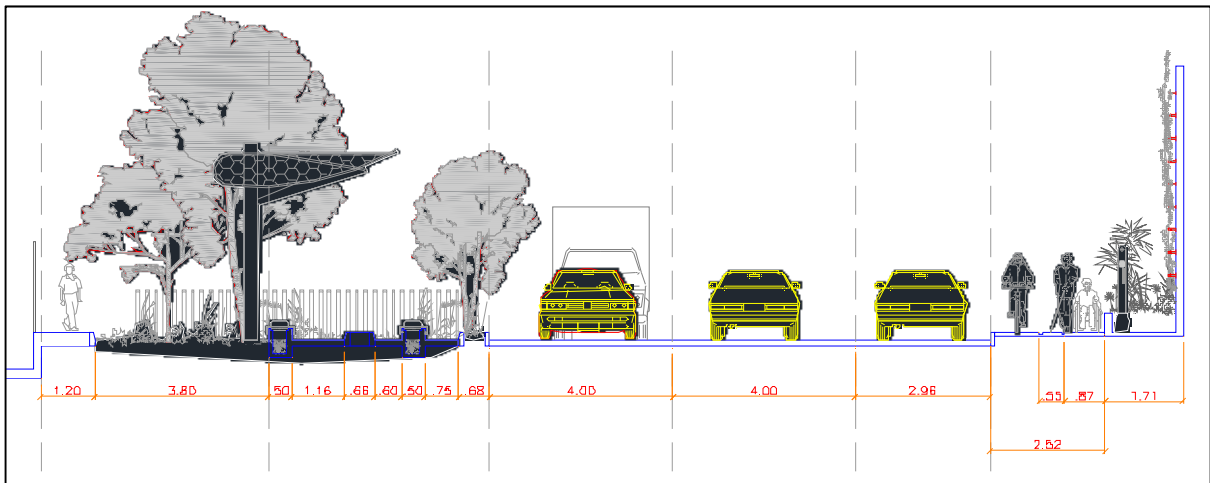


Imagen 20 Perfil de la cuarta zona de intervención.

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.

En el diseño de Biomira se presenta los siguientes esquemas del señalamiento horizontal y vertical.

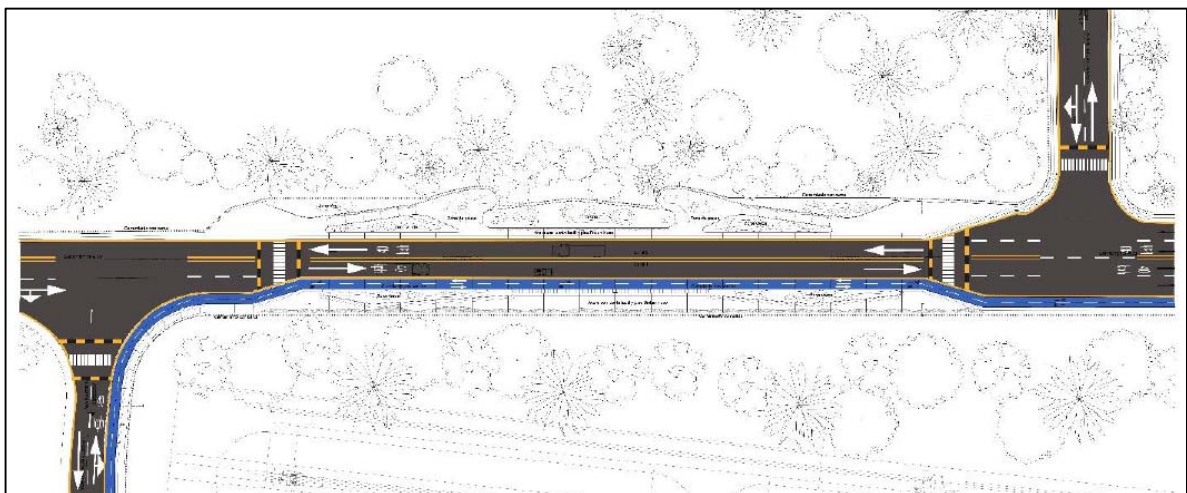


Imagen 21 Señalamiento horizontal presentado.

Fuente: Memoria de Diseño proyecto Biomira.



- Posibilidades de maniobra y recuperación,
- Reducción de la severidad de impacto.

A continuación, se presentan elementos que se deben considerar para mejorar la seguridad vial y comodidad a la hora de pasar por la zona.

### **Anchos De Carril**

Tomando en consideración el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (Manual de Diseño), el cual establece lo siguiente con respecto a los anchos de carril izquierdos.

*En este Manual, se considera que el ancho de carril de 3.60 m es el deseable en carreteras rurales y urbanas, porque una carretera de dos carriles con 7.20 m de ancho de calzada ofrece las condiciones óptimas para la circulación, reconociéndose que pueden utilizarse anchos menores. Cuando haya restricciones por el derecho de vía, el carril de 3.30 m se considerará recomendable; en tanto que el carril de 3.0 m de ancho es aceptable únicamente en el caso de calles o carreteras diseñadas para baja velocidad y bajo volumen de tránsito. Se admite el uso de carriles de 3.30 metros en la parte interior de autopistas y hasta 3.90 metros en los carriles exteriores, para permitir más comodidad y seguridad a los vehículos lentos y a las bicicletas. En el diseño de carriles contiguos y de doble sentido de circulación, en el centro de la sección transversal para facilitar los giros a izquierda, los anchos recomendables varían entre 3.00 y 4.80 metros.*

### **Espaldones**

Con respecto a los espaldones u hombros el Manual de Diseño exhorta en la implementación de espaldones por razones de seguridad vial en los casos de desperfectos mecánicos. Dicho espaldón se establece según la funcionalidad de la vía.

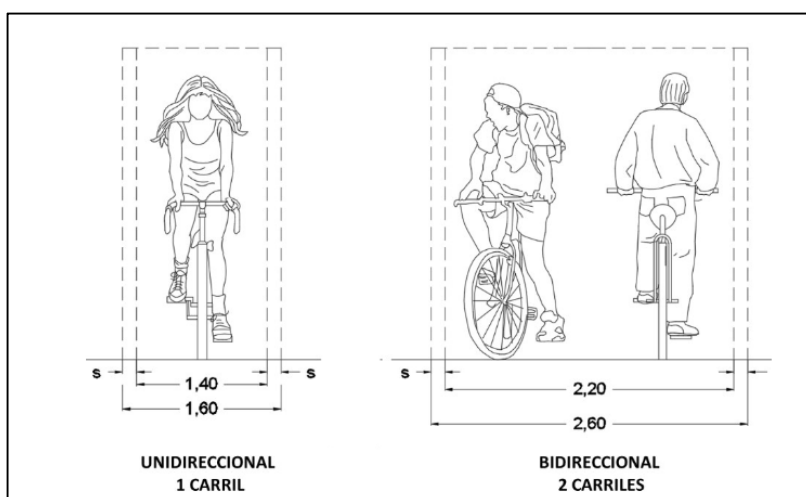
Tipo de Carretera		Acceso	Tipo de Superficie	Ancho de Hombros (m)		Ancho de Aceras (m)
				Internos	Externos	
AA	Autopista	Controlado	Alto	1.0 – 1.5	2.5 - 3.0	
AR	Arterial Rural	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AU	Arterial Urbana	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AMR	Arterial Menor Rural	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
AMU	Arterial Menor Urbana	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CMR	Colector Mayor Rural	Controlado	Alto	1.0 -1.5	2.5 – 3.0	1.2 – 2.0
CMU	Colector Mayor Urbana	-	Alto	0.5 – 1.0*	1.2 - 1.8	1.2 – 1.5
CR	Colectoras Menor Rural	-	Intermedio	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CS	Colectoras Menor Urbana	-	Intermedio	-	1.2 – 1.6	1.0 – 1.2
LR	Local Rural	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
LU	Local Urbano	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
R	Rural	-	Bajo	-	-	-

\* Solamente con mediana

Fuente: Manual de Diseño

### Ciclovía

Con respecto a la movilidad ciclística la Guía Técnica de Diseño para Infraestructura Ciclista recomienda que el ancho mínimo de un ciclo carril es 1,40 m. Esta dimensión permite movimientos evasivos y maniobras. Sin embargo, la infraestructura siempre debe facilitar la interacción entre ciclistas para maniobras de adelantamiento o rebases, razón por la cual se debe procurar un ancho de 1,60 m para un ciclo carril o ciclovía unidireccional, y de 2,60 m para un ciclo carril o ciclovía bidireccional, tal y como se muestra en la Figura 16.



Fuente: Guía Técnica de Diseño para Infraestructura Ciclista.

## Aceras

Según la Guía Práctica Diseño de Aceras, las aceras se deben construir con el ancho máximo con el fin de promover la movilidad peatonal, como también considerar otras variables como la topografía, la velocidad, tipo de circulación vehicular adyacentes a la acera y el potencial de crear áreas de encuentro.

Bajo esa premisa, la Guía recomienda un ancho de acera de acuerdo al uso del suelo, en la siguiente tabla se muestran dichos anchos.

Tabla 3. ANCHO MINIMO DE ACERAS NUEVAS			
USO DE SUELO a)	MÍNIMO EN METROS		
	Franja de fachada	Franja de circulación b)	Franja verde y /o de mobiliario c)
Camino vecinales d)	N.A	N.A	N.A
Residencial	N.A	1.5	0.5
Comercial	0.5	2.0	0.5
Mixta	0.5	2.5	0.5
Público institucional	0.5	2.0	0.5
Industrial	N.A	1.5	0.5
Patrimonial	0.5	2.0	0.5
Agropecuaria y forestal	N.A	1.5	N.A
Turística	0.5	2.0	0.5
Recreativa	N.A	2.0	0.5

Fuente: Guía Práctica Diseño de Aceras.

## Reductores de Velocidad

Mediante el Decreto N° 40601-MOPT, Reglamento para la Instalación y Eliminación de Reductores de Velocidad en las Vías Públicas Terrestres, se establece la ubicación y diseño de reductores de velocidad a construir con el fin de asegurar la velocidad en el tramo en estudio y salvaguardar a los usuarios más vulnerables.

Será requisito indispensable, para cada reductor de velocidad que se construya la instalación de una señal especial de prevención en cada sentido de circulación, según el diseño establecido en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Como también implanta el criterio técnico con el fin de salvaguardar la integridad de todos los usuarios que pasan por la zona.

### **Senda Peatonal**

Se utilizan en las intersecciones donde puedan presentarse conflictos entre los movimientos de vehículos y peatones. Su definición dependerá del tipo de intersección, rural o urbana, el volumen de peatones, las características del cruce, la presencia o no de señales luminosas.

Se tienen los siguientes tipos de sendas o pasos peatonales.

- 1) Tipo Cebra o cebrado, para intersecciones con volumen superior a 150 peatones/hora. El ancho de las líneas y la separación entre ellas, será de 0.40 m. El ancho de la zona de paso tendrá un mínimo de 3.00 m.

Deben demarcarse pasos peatonales en las intersecciones donde exista un conflicto entre el movimiento vehicular y el peatonal y también donde hay un alto volumen de peatones, por ejemplo, en islas de paradas de autobuses o donde se permite el cruce de peatones entre intersecciones, donde los peatones, no podrían reconocer con facilidad el sitio correcto para cruzar. El ancho del paso peatonal comúnmente se rige por el ancho de las aceras que conecta, por volumen de peatones y la velocidad de operación en semáforos peatonales aislados.

Cuando haya un intenso tránsito de peatones en una calle donde el tránsito vehicular se mueve a una velocidad relativamente alta, deben considerarse otras formas adicionales para protección de peatones, tales como semáforos accionados por los peatones o un nivel separado para el cruce de éstos, como por ejemplo puentes peatonales.

Las aceras continuas de paso peatonal son dispositivos que también se utilizan cuando existen altos flujos peatonales, pero su uso está reservado para vías locales de baja velocidad.

### Señales Verticales

- Las señales de reglamentación son aquellas que indican al conductor sobre la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones en el uso de la vía, según las leyes y reglamentos en materia de tránsito.
- Las señales preventivas se emplean con el objeto de prevenir al tránsito de condiciones peligrosas existentes o potenciales, en la carretera o adyacentes a ella y la naturaleza de las mismas.

Las señales de prevención exigen precaución de parte del conductor ya sea para disminuir la velocidad o para que efectúe otras maniobras que redundan en su beneficio y en el de otros conductores y peatones.

Las señales de prevención, se deben colocar en sitios que aseguren su mayor eficiencia, tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones particulares de la carretera, calle o camino, así como la cantidad de vehículos que transiten por la vía.

### Señales Horizontales

- La demarcación está constituida por las líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordes y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

#### 2.4 Causa

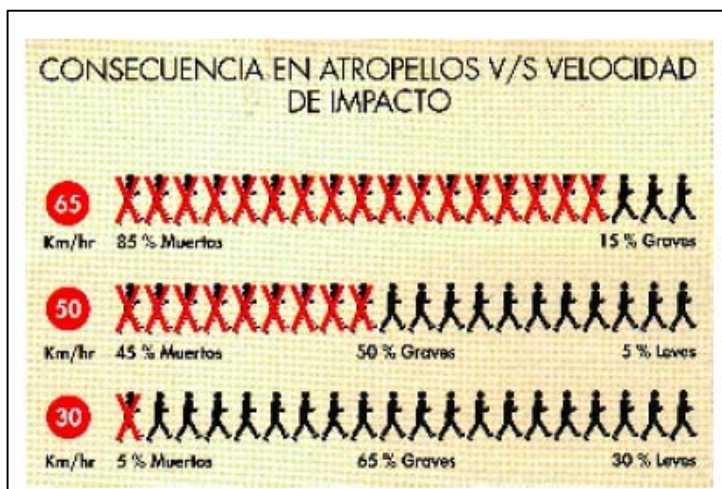
En la zona en estudio se presentan varias deficiencias (señalamiento horizontal y vertical, continuidad de aceras, estado de la vía) que pueden influir en la probabilidad de ocurrencia de algún tipo de accidente e inconveniente a la hora de pasar por la zona.

La ausencia del ensamble típico de zona escolar no previene y alerta a reducir la velocidad, ya que los usuarios pueden topar estudiantes escolares cruzando la vía o pasando entre los camiones estacionados y no visualizarlos por su baja estatura.

Llevar a cabo la demarcación horizontal de paso cebra en una vía, sin un semáforo peatonal o un reductor de velocidad tipo acera, se considera inseguro ya que tanto el peatón como el conductor del vehículo asumen prioridad de paso por sobre los demás usuarios; en donde el peatón (usuario más

vulnerable) conlleva las consecuencias más críticas dependiendo de la velocidad a la que ocurra el atropello.

En donde en los casos de accidentes con atropello es relevante tomar en cuenta que a 50 Km/hr el impacto de la gravedad de las lesiones es el triple que a 30 Km/hr. La gravedad de las lesiones de los accidentes de peatones con relación a la velocidad puede apreciarse en el cuadro siguiente



## 2.5 Efecto

La seguridad de los peatones y ciclistas depende en gran medida de una buena educación vial de parte de conductores y de que el público entienda y acepte los métodos para el control del tránsito.

Principalmente el control de peatones y vehículos en la proximidad de las escuelas. Es así que ni los escolares ni los conductores podrán desplazarse en forma segura en las zonas escolares, a menos que entiendan que los controles del tránsito y de las vías funcionan para su beneficio.

Con el fin de alertar al conductor de la presencia de una zona escolar, en las señales verticales se hace uso de la forma de pentágono la cual presenta varias ventajas. En primer lugar, hace que las señales escolares de advertencia se diferencien de las otras señales de prevención, con lo cual se le recuerda al conductor que está en presencia de una situación más delicada en la que debe poner más atención.

El señalamiento vertical y horizontal alerta de la cercanía de un centro educativo y la presencia de usuarios vulnerables por lo que restringe la velocidad a 25 kph con el fin de minimizar la ocurrencia de accidentes y la severidad en caso de atropello. (Probabilidad de muerte menos del 5% en caso de atropello).

Con la implementación de aceras y ciclovías, se brindan condiciones más seguras que promueven y motivan a la movilidad peatonal y activa.

### **3 Conclusión**

#### **3.1 Conclusiones**

El proyecto Biomira presenta reductores de velocidad que no cumplen la normativa vigente, como también pasos peatonales tipo “Cebra” en varios puntos, sin un asidero técnico (velocidad de vehículos, cantidad de peatones, cantidad de accidentes), en donde se considera particularmente inseguro demarcar un paso cebra sin la protección de un semáforo o la construcción de un reductor tipo acera.

En el Diseño del proyecto de Biomira solo se presenta el señalamiento horizontal y vertical de la primera etapa.

En el tramo en análisis el proyecto Biomira mejora la movilidad ya que incrementa las zonas peatonales existentes incluyendo zona de descanso y algunos tramos con ciclovía.

En la visita de campo se lograron encontrar los siguientes hallazgos que pueden inducir a conflictos.

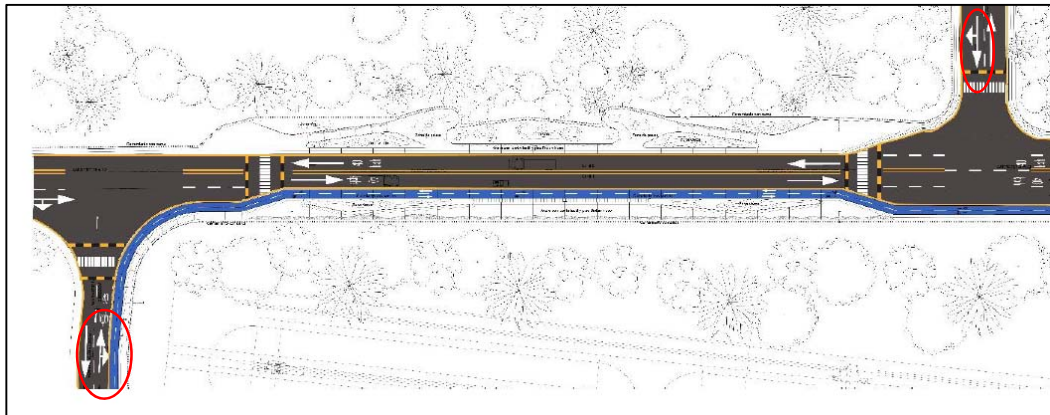
1. No se percibe la proximidad o existencia de un centro educativo debido a la ausencia del señalamiento tanto vertical y horizontal de zonas escolares.
2. Imposibilidad de realizar un estudio de velocidades debido a la poca afluencia de vehículos por la zona para determinar la velocidad a la que circulan los vehículos.
3. Tomando en cuenta que solo se llevó a cabo análisis de la funcionalidad y la seguridad vial de todos los usuarios no se determina que tanto se hace uso del derecho de vía existente en la zona.

Una vez cotejado el proyecto con los manuales y guías disponibles se concluye lo siguiente:

4. En el proyecto debe mejorar tanto el señalamiento vertical y horizontal como lo establece en el manual vigente. (ausencia ensamble de zona escolar, señales de prevención de vehículos pesados entrando y saliendo, líneas de espaldón y Altos).
5. En la zona 2 se proponen aceras de 1.2 m de ancho, pero no se reserva el espacio para zona verde o mobiliario urbano, como se establece en la Guía Práctica Diseño de Aceras para zonas de uso industrial.
6. En esta zona hay una serie de accesos a la industria tanto de entrada y salida, en donde cabe la posibilidad de implementar un carril de giro izquierdo para dichos ingresos, pero no se tiene el volumen de vehículos que realizan las maniobras, con el fin de realizar el análisis de justificación.
7. Hay una zona de espera de camiones que se ubica en contrasentido de circulación de vehículos lo que puede provocar confusión y maniobras no adecuadas.
8. En la zona 3 se debe mejorar la funcionalidad del ingreso al parqueo de visitas y empleados, ya que se presentan Altos en todos los movimientos.
9. En la zona de cierre o zona 4 la ciclovía solo tiene el ancho necesario para un sentido de circulación, en la acera no se cuenta con el 0.5 m de ancho de zona verde o de mobiliario urbano.
10. Hay una bahía de autobús que no cumple con las dimensiones establecidas en el Manual de Diseño.

### **3.2 Recomendaciones**

- Se deben eliminar los 10 reductores de velocidad los cuales no cumplen con la normativa vigente.
- Llevar a cabo un estudio técnico para la justificación de pasos peatonales en el tramo.
- Incluir la demarcación de una zona de espaldones en el diseño horizontal como también líneas de paro y "ALTO".
- Se deben cambiar las flechas direccionales de las dos intersecciones que se presentan en el señalamiento horizontal, ya que indican movimiento directo y giro derecho siendo lo correcto giro izquierdo y derecho.



- Hay señales horizontales de 40 kph por lo que se recomienda colocar señales verticales de velocidad máxima en la zona 1.
- Incluir el ensamble típico de Escuela (vertical y horizontal) como se establece en la normativa vigente.
- Incluir el señalamiento de las paradas de autobuses e instaurar bahías de autobús con el diseño del Manual de Diseño.

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	9	15	15	3	39
Para un bus	12	15	20	4	47
Para dos buses	9	30	15	3	54
Para dos buses	12	30	20	4	77
Para tres buses	12	45	20	4	77

**Cuadro 4.4. DIMENSIONES TÍPICAS DE LAS BAHÍAS PARA EL REFUGIO DE AUTOBUSES**

- Colocar señales preventivas que indiquen la entrada y salida de vehículos pesados en la zona.
- Eliminar las zonas de espera de camiones ya que estas se ubican cerca de la acera que brinda acceso al centro educativo por lo que cabe la posibilidad que niños crucen la vía entre los camiones, en donde no son tan visibles para los conductores de camiones.
- Verificar la cantidad de vehículos que realizan el giro izquierdo con el fin de sopesar la implementación de un carril de giro izquierdo.
- Colocar una zona de 0.5 m de ancho destinada para zona verde o mobiliario urbano en los tramos de las zonas 2 y 4, como se establece en la Guía Práctica Diseño de Aceras.

- Modificar el acceso a los parqueos de visitantes y empleados, ya que la funcionalidad recomendada puede provocar confusión al usuario.
- En la zona 4 incluir doble sentido a la ciclovía.

## 4 Anexos

### 4.1 Anexo 1. Glosario

**Carril:** espacio longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitado o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

**Coordenada:** referencia numérica para la ubicación de un sitio.

**Demarcación horizontal:** demarcación constituida por líneas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordes y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ella, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento, con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

**Intersección:** aquellos elementos de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos. Estas infraestructuras permiten a los usuarios el intercambio entre caminos.

**Señales verticales:** dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, o para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de lugares.

## 5 Bibliografía

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica (1979), Ley N° 6324: Ley de Administración Vial. Diario Oficial La Gaceta.

Consejo de Seguridad Vial (octubre 2013), Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial Segunda Edición.

Departamento de Estudios y Diseños, MOPT (2019), Guía Técnica de Diseño para Infraestructura Ciclista, informe MOPT-03-05-01-0917-2019.

GIZ-MINAE (2021), Guía Práctica Diseño de Aceras.

Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2011). Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial.

Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2015). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito.