

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA ACCESIBILIDAD DE PEATONES
Y BICI-USUARIOS CAMPUS LA SANTA MARÍA UNIVERSIDAD LA GRAN
COLOMBIA

Diego Alejandro Fierro Sáenz

Maicol Briceño Camacho



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
PROGRAMA ACADÉMICO, INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ, COLOMBIA

2024

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA ACCESIBILIDAD DE PEATONES
Y BICI-USUARIOS CAMPUS LA SANTA MARÍA UNIVERSIDAD LA GRAN
COLOMBIA

Diego Alejandro Fierro Sáenz

Maicol Briceño Camacho

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de (Ingeniero
Civil)

Ingrid Marylin Silva Rojas “director”,



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
PROGRAMA ACADÉMICO, INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ, COLOMBIA

2024

1 RESUMEN

Teniendo en cuenta la falta de senderos peatonales y un carril para bici usuarios en el campus la Santa María de la Universidad la Gran Colombia, ubicada en la vereda Yerbabuena, municipio de Chía, departamento de Cundinamarca. Se plantea como principal objetivo la implementación de un carril para bicicletas y un andén peatonal en la vía existente. Este planteamiento responde a la necesidad de contar con medios alternativos de transporte dentro del extenso campus universitario, ya que contar con este tipo de medios de permite generar beneficios al ambiente, ya que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del aire, también permite un desarrollo adecuado de actividades, generando cultura deportiva, ya que al realizar ejercicio, ya sea en la bicicleta o caminando, se genera un hábito de buena salud y cuidado personal

Este trabajo se basará en planos proporcionados por la facultad de ingeniería civil y estudios de suelos previos realizados por la Universidad La Gran Colombia. El diseño seguirá las especificaciones de la Guía de ciclo infraestructura para ciudades colombianas el cual permitirá obtener características y detalles que debe tener un pavimento flexible (asfalto), y la cartilla de andenes de Bogotá, garantizando la seguridad y eficiencia del carril para bicicletas y el andén peatonal. La implementación de este proyecto busca facilitar la movilización hacia zonas de interés, como veredas, fincas, centros comerciales y eventos de gran participación ciudadana, promoviendo así un transporte eficiente y respetuoso con el medio ambiente

Palabras clave: Transporte alternativo, senderos peatonales, pavimentos, accesibilidad, transporte sostenible

2 ABSTRACT

Taking into account the lack of pedestrian paths and a lane for bicycle users on the Santa María campus of the Universidad la Gran Colombia, located in the Yerbabuena village, municipality of Chía, department of Cundinamarca. The main objective is the implementation of a bicycle lane and a pedestrian platform on the existing road. This approach responds to the need to have alternative means of transportation within the extensive university campus, since having this type of means allows generating benefits for the environment, since they reduce greenhouse gas emissions and air pollution, It also allows an adequate development of activities, generating a sports culture, since when exercising, whether cycling or walking, a habit of good health and personal care is generated.

This work will be based on plans provided by the civil engineering faculty and previous soil studies carried out by the Universidad La Gran Colombia. The design will follow the specifications of the INVIAS 2022 Manual, which will allow obtaining characteristics and details that a flexible pavement (asphalt) must have, and the Bogotá platform booklet, guaranteeing the safety and efficiency of the bicycle lane and the pedestrian platform. The implementation of this project seeks to facilitate mobilization to areas of interest, such as sidewalks, farms, shopping centers and events with great citizen participation, thus promoting efficient and environmentally friendly transportation.

Keywords: Alternative transportation, pedestrian paths, pavements, accessibility, sustainable transportation

Tabla de Contenido

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | RESUMEN | 3 |
| 2 | ABSTRACT | 4 |
| 3 | INTRODUCCIÓN | 12 |
| 4 | OBJETIVOS | 14 |
| | 4.1 OBJETIVO GENERAL | 14 |
| | 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 14 |
| 5 | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 15 |
| 6 | ANTECEDENTES | 16 |
| 7 | COMPARATIVAS | 20 |
| | 7.1 Universidad de la Sabana | 20 |
| | 7.2 Universidad Militar Nueva Granada | 22 |
| | 7.3 Universidad Nacional de Colombia..... | 22 |
| 8 | MARCO DE REFERENCIA | 24 |
| | 8.1 MARCO TEÓRICO | 24 |
| | Beneficios de las Ciclorutas y Senderos Peatonales | 24 |
| | 8.1.1 Consideraciones Medioambientales | 24 |
| | 8.1.2 Criterios de Diseño para Ciclorutas y Senderos Peatonales..... | 25 |
| | 8.1.3 Ciclorutas: alternativa de transporte hacia la universidad tecnológica de Pereira..... | 26 |
| | 8.1.4 Socialización proyecto de ciclorutas para Cali:..... | 28 |
| | 8.2 MARCO CONCEPTUAL | 30 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 8.2.1 | Cicloruta: | 32 |
| 8.2.2 | Ciclobanda..... | 32 |
| 8.2.3 | Pavimentos | 33 |
| 8.2.4 | Pavimento Flexible..... | 35 |
| 8.2.5 | Pavimento articulado..... | 36 |
| 8.2.6 | Drenajes..... | 37 |
| 8.2.7 | Aguas subterráneas..... | 38 |
| 8.2.8 | Señalizaciones | 41 |
| 8.2.9 | Señalización horizontal: | 41 |
| 8.2.10 | Franja de paisajismo y mobiliario (FMP)..... | 42 |
| 8.2.11 | Rampas de acceso..... | 42 |
| 8.2.12 | Rampas fijas | 43 |
| 8.3 | MARCO GEOGRÁFICO..... | 44 |
| 8.4 | MARCO NORMATIVO..... | 45 |
| 8.4.1 | Mezclas asfálticas para carril bidireccional para bici usuarios | 47 |
| 8.4.2 | Criterio de Aceptación mezcla asfáltica | 48 |
| 9 | ASPECTOS METODOLÓGICOS | 51 |
| 9.1 | Fase 1: Información previa y reconocimiento: | 51 |
| 9.1.1 | Estudio de suelos..... | 52 |
| 9.2 | Fase 2: Alternativas | 54 |
| 9.2.1 | Adoquín | 55 |
| 9.2.2 | Pavimento Asfáltico | 55 |
| 9.2.3 | Concreto | 56 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | Matriz multi criterio: | 57 |
| 9.3 | Fase 3: Propuesta..... | 62 |
| 9.3.1 | Parámetro de diseño | 63 |
| 9.3.2 | Parámetro de diseño | 64 |
| 9.3.3 | Trazado en planta | 65 |
| 9.3.4 | Pendientes longitudinales y transversales | 66 |
| 9.3.5 | Distancia de visibilidad y de frenado | 67 |
| 9.3.6 | Diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito68 | |
| 9.3.7 | MÉTODO ICPI | 69 |
| 9.3.8 | Diseño ciclo vía y andén..... | 72 |
| 9.3.9 | Perfil con bombeo..... | 73 |
| 9.3.10 | Mobiliario Urbano..... | 75 |
| 9.3.11 | Bebedero: | 75 |
| 9.3.12 | Canecas en acero inoxidable: | 76 |
| 9.3.13 | Ciclo parqueadero: | 77 |
| 10 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 79 |
| 11 | CONCLUSIONES..... | 81 |
| 12 | BIBLIOGRAFÍA | 83 |
| 13 | ANEXOS | 86 |

Tabla de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Acceso Puerta Principal Finca La Santamaría | 18 |
| Figura 2 Acceso Peatonal a Campus Finca La Santamaría | 19 |
| Figura 3 Acceso Universidad de la Sabana | 20 |
| Figura 4 Acceso Universidad Militar Nueva Granada. | 21 |
| Figura 5 <i>Acceso Universidad Nacional</i> | 22 |
| Figura 6 Ciclorruta bidimensional | 32 |
| Figura 7 <i>Estructura típica del pavimento flexible</i> | 35 |
| Figura 8 <i>Diseño de Pavimento articulado</i> | 36 |
| Figura 9 Señalización Ciclistas | 40 |
| Figura 10 <i>Señalizaciones Horizontales</i> | 41 |
| Figura 11 Rampa de acceso | 42 |
| Figura 12. Rampa Fija referencial. | 42 |
| Figura 13. Planta campus La Santa María. | 43 |
| Figura 14 Acceso principal Campus Finca La Santa María | 43 |
| Figura 15 Vista aérea Campus Finca La Santa María | 44 |
| Figura 16 Tabla de Franjas y Anchos | 49 |
| Figura 17 Representación gráfica de FCP, FCA y FPM | 49 |
| Figura 18 <i>caracterización geotécnica</i> | 51 |
| Figura 19 <i>Plano sondeos</i> | 52 |
| Figura 20 Adoquín Modelo (Prepeniel) | 54 |
| Figura 21 Pavimento Asfáltico. | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 22 Vista pavimento asfáltico | 55 |
| Figura 23 Pavimento en concreto | 56 |
| Figura 24 Perfil de elevación | 63 |
| Figura 25 <i>Diseño de estructuras de pavimento en adoquines.</i> | 69 |
| Figura 26 <i>Perfil de estructura implementada por diseño</i> | 70 |
| Figura 27 <i>Estructura tipo</i> | 71 |
| Figura 28 Perfil de estructura implementada por diseño | 72 |
| Figura 29 Plano topográfico finca La Santa María | 74 |
| Figura 30 Bebederos | 75 |
| Figura 31 Canecas | 76 |
| Figura 32 Ciclo parqueaderos | 76 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Matriz multicriterio | 58 |
| Tabla 2 Matriz de clase y nivel | 59 |
| Tabla 3 Tabla de Valoración de oportunidad de Factibilidad. | 60 |
| Tabla 4 Tabla del perfil típico | 62 |
| Tabla 5 <i>Tabla de Velocidad de diseño en función de la pendiente de la calle</i> | 64 |
| Tabla 6 <i>Radio mínimo para el trazado de curvas</i> | 65 |
| Tabla 7 <i>Pendientes según longitud máxima permitida del tramo</i> | 66 |
| Tabla 8 <i>Distancia de frenado y de visibilidad en función de la velocidad y pendiente</i> | 67 |
| Tabla 9 <i>Tabla de categoría de tráfico</i> | 67 |
| Tabla 10 <i>Tabla de categoría de subrasante</i> | 68 |
| Tabla 11 <i>Tabla estructura implementada por diseño</i> | 70 |
| Tabla 12 Presupuestos | 77 |

- **Lista de anexos**

| | |
|--|-----------|
| ANEXO A. PLANO TOPOGRÁFICO FINCA LA SANTA MARÍA | 81 |
| ANEXO B. PLANO UBICACIÓN DE LOS SONDEOS | 82 |
| ANEXO C. REGISTRO DE PERFORACIONES | 82 |

3 INTRODUCCIÓN

La utilización de medios de transporte como buses, taxis, vehículos particulares, motocicletas, son los medios que comúnmente son utilizados en el área rural para la movilización a zonas de interés como lo son veredas, campus de universidades, fincas, centros comerciales y a eventos de gran participación ciudadana, esto según el “MINISTRO DE TRANSPORTE, Caracterización del Transporte en Colombia Diagnostico y Proyectos de Transporte e Infraestructura”. A esto, se suman las bicicletas que hoy en día se han convertido en el medio de transporte más eficiente y amigable con el ambiente a nivel nacional y zonal según (“Universidad del pacifico, la bicicleta un medio de transporte sostenible y con desafíos por resolver”) para moverse en forma segura y económica. Es por eso que llevar a cabo un diseño de sendero peatonal y bici carril en el campus universitario es de gran importancia ya que mejora aspectos de la salud como la condición física, mejora el medio ambiente y la calidad de vida. Este campus cuenta con una gran extensión de terreno, en la cual es imprescindible tener medios alternativos de transporte al interior para lograr el correcto desarrollo y disfrute de actividades realizadas, brindarles a los estudiantes una forma mucho más económica y al alcance de todos de poder transportarse y llegar a este campus.

El proyecto planteado en la finca la Santa María consta del mejoramiento de la vía existente por medio del diseño de un carril para bici usuarios, y sumando al mismo un andén peatonal ubicado en el costado del carril de bici usuarios continuo en el ingreso de los usuarios hasta la entrada de la finca; Para realizar el planteamiento se tiene registros fotográficos del lugar, planos otorgados por la facultad de ingeniería civil, estudios de suelos que se realizaron años atrás (2015), en los cuales nos podremos basar para la elaboración del

andén y el carril para los bici usuarios, teniendo en cuenta las especificaciones que nos da el manual del invias y la cartilla de andenes de Bogotá.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Plantear una propuesta para el mejoramiento del sendero con el que cuenta el campus La Santa María proponiendo alternativas de una ciclorruta bidireccional y un sendero peatonal en la entrada principal del campus de la universidad la gran Colombia para el fácil acceso de funcionarios, estudiantes y visitantes.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener información de los estudios técnicos existentes de la zona del proyecto, para realizar un análisis detallado del área de influencia.
- Diagnosticar el estado actual de la vía de acceso al campus de la universidad La Gran Colombia.
- Plantear las posibles alternativas que permitan una estructura adecuada y de conformidad para la accesibilidad peatonal del campus.
- Plantear una matriz multi criterio la cual permita inferir una relación costo-beneficio para el proyecto planteado.

5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de obras de infraestructura vial que presenta el campus de la universidad La Gran Colombia en la finca la Santa María en cuanto a la accesibilidad peatonal o vehicular, se ve afectada en gran medida por el mal estado de la vía existente, ya que actualmente esta se encuentra destapada y en épocas de invierno se ve afectada por inundaciones las cuales no permiten el tránsito adecuado por el sector.

Es importante realizar la construcción de un bicicarril y el sendero peatonal, ya que facilitará a los estudiantes el acceso al campus, les fomentará el uso de vehículos amigables con el medio ambiente y les brindara comodidad para llegar a este, ya que sin esta alternativa de mejoramiento tendrán que transitar por un camino destapado y que a su vez por las lluvias generan complejidad para su tránsito y posiblemente no se llegue de una manera presentable (embarrado) al campus.

El tramo de diseño no cuenta con los buenos estándares para el tránsito de vehículos de baja potencia en términos estructurales, funcionales y de durabilidad. Esto se debe a que no cuenta con una estructura de pavimento y que la rasante en la zona de diseño está conformada mayormente por limos y arenas limo arcillosas con consistencia firme lo que genera una óptima estabilización (Garzón Mesa, Pérez Araque, & Rivera Buitrago, 2015, pág. 60). Este tramo requiere de un mantenimiento del afirmado, obras de drenaje tales como cunetas, y un adecuado pavimento para un cómodo transitar.

6 ANTECEDENTES

- Según “Natalia Hinestroza Barrios, DISEÑO DE CICLO RUTA SEGURA, SOSTENIBLE Y AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE PARA LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA, En los últimos años se ha evidenciado que la movilidad se ha situado como una variable de gran importancia, debido a que reduce un alto número de situaciones como la contaminación, congestión, tráfico, seguridad, que afectan la calidad de vida de los ciudadanos. Por el cual, para mitigar este problema, expertos e instituciones nacionales promueven la importancia de desarrollar modelos de movilidad sostenible caracterizados por la promoción de transporte público de alta capacidad, el uso de modos de transporte no motorizados y la reducción de costos y altos niveles de contaminación.

La universidad piloto de Colombia seccional alto magdalena ha venido presentando un crecimiento a lo largo de su formación, creando de esta manera convenios con otras entidades, por lo cual es fundamental tener presente que la mayoría de los universitarios se desplazan en bicicletas invadiendo el carril exclusivo de los automóviles, motos y andenes, generando riesgos en la movilidad por los altos niveles de accidentalidad. De este modo, se plantea el diseño de una ciclorruta universitaria que brinde a los estudiantes o comunidad en general una zona eficiente y segura. De esta forma, se incentiva la cultura ciudadana, contribuyendo también el medio ambiente conversando la calidad del aire, la cual es idónea para realizar actividades físicas, recreativas, al aire libre con normalidad. Por ello, se debe tener presente los altos niveles de dióxido de nitrógeno que aumenta el riesgo de afecciones respiratorias, por ende, el uso de medios de transporte impulsados por forma mecánica o

energía renovable se considera viable por la disminución de las emisiones de gases contaminantes.

Así mismo, es importante la implementación de la innovación y competencia en el diseño de una ciclorruta con instalaciones de algunas estaciones de recarga para el uso exclusivo de las bicicletas eléctricas u otros medios de transporte, ya que esta implementación es adecuada como alternativa de movilidad, cabe resaltar las altas temperaturas de la zona donde su calentamiento global está por encima de los promedios normales”. (Hinestroza Barrios, 2023)

- Según “Universidad Nacional de Colombia, en su bitácora UNAL, un modelo le pedalea a trazar condiciones para aprovechar y diseñar ciclorutas, dice que: La herramienta identifica la viabilidad a partir del reconocimiento de los condicionantes que afectan a los ciclistas para recorrer determinada distancia y los estándares para el diseño y construcción de nuevos tramos de ciclorruta, aprovechando la red existente y teniendo en cuenta limitantes financieros para su desarrollo. Ya se ha aplicado en Medellín, donde ha representado aportes.

Él generó una posibilidad, desde la academia y la tecnología, para realizar un diseño óptimo de redes de ciclo-infraestructura y promover el transporte en bicicleta en ciudades del sur global, y sobre todo de comprenderlo, teniendo en cuenta que, como lo dice, no es un secreto que la cultura del uso de la bicicleta en los países de esta parte del mundo no es lo más amplio ni desarrollado. Esa es una particularidad de nuestro contexto, así como la topografía y los usos del suelo, determinantes para recorrer ciertas distancias muy distintas, por ejemplo, a los de Holanda o de cualquier ciudad de Estados Unidos.

Por asuntos como esos, para movilizarse en bicicleta no basta con el interés o el gusto, y eso él lo sabe. Está convencido de que, para captar a más usuarios o, como él dice, para invitar a alguien a que se baje del carro y se monte en una bici, hay que ofrecerle condiciones óptimas, pues esa persona “estará más dispuesta a asumir el reto, siempre y cuando encuentre ciclo-infraestructura con buenas características en términos de conexión y comodidad que sea directa”, expresa. Esos son, precisamente, unos de los factores esenciales que incluye el modelo de optimización de ciclorrutas que ideó como parte de su tesis de doctorado y con el cual no solo busca proteger a los que hacen uso actualmente de la bicicleta, sino captar usuarios potenciales, además de aprovechar las ciclorrutas existentes y recursos destinados para la construcción de otras, en el caso de ser estrictamente necesario.

La investigación se constituyó en dos fases. Una fue comprender las rutas que actualmente usan los ciclistas en Medellín, lo que implicó indagar por características individuales para determinar la distancia promedio de los recorridos, que tiende a delimitar el espacio que un ciclista tiene para interactuar en la ciudad, por ejemplo, con respecto a oportunidades de estudio y empleo”.

En ese sentido, se identificaron distintas rutas, así como sus características, que algunos participantes describieron en encuestas. Por ejemplo: una de ellas inicia en la calle del Tranvía de Ayacucho, por donde continúa hasta llegar a la entrada a Santa Elena, en Buenos Aires; mientras que otra persona inicia el recorrido en la Estación Acevedo, toma la carrera 52 hasta Moravia, luego la ciclorruta de Carabobo norte hasta la Alpujarra y de ahí se dirige a Palacé para continuar hasta Punto Clave, seguir por la calle 30 y arribar al centro comercial Premium Plaza.

El estudio reafirmó particularidades propias del sur global que también son muestra de las formas de uso de la bicicleta, como el hecho de la segregación de la población desde el punto de vista socioeconómico, al igual que la falta de continuidad y cobertura de la ciclo infraestructura actual, lo cual tiene sus efectos”. (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, un modelo le pedalea a trazar condiciones para aprovechar y diseñar ciclorutas).

Visita al campus La Santa María

Figura 1

Vías Acceso Finca La Santa María



Nota. Vía Acceso Puerta Principal Finca La Santamaría.

Figura 2

Vías Acceso Finca La Santa María



Nota. Acceso Peatonal a Campus Finca La Santamaría

Las figuras 1 y 2 muestran fotos del estado actual del campus, estas fotos fueron tomadas en las visitas que se realizaron a este.

7 COMPARATIVAS

En este apartado lo que se buscó fue dar una breve descripción del pensamiento a futuro que se tiene para el campus La Santa María, en comparación a otros campus universitarios que ya existen y se encuentran en funcionamiento, y detallar cómo estos implementan senderos de bici usuarios y peatones.

7.1 Universidad de la Sabana

La universidad de la sabana ofrece distintos espacios para la interacción de sus estudiantes maestros y demás personas afines dentro de la institución, para que compartan y realicen actividades en dicho campus.

Se logra ver que esta universidad tiene varios senderos peatonales colocados estratégicamente para que las personas dispongan de la mejor ruta para dirigirse de un punto a otro dentro del campus de la forma más rápida y sencilla posible.

Dichos senderos están contruidos principalmente con afirmado compuesta por una capa compactada de material de rodadura.

Cabe resaltar que este campus cuenta con zonas para tránsito de ciclistas y peatones diseñado posiblemente en asfalto o concreto, esto según especificaciones técnicas de diseño y costos presupuestados.

Figura 3

Campus Universidad de la Sabana



Nota. Vías Acceso Universidad de la Sabana, <http://www.unisabana.edu.co>

7.2 Universidad Militar Nueva Granada

En la universidad Militar se puede encontrar otra referencia del camino a tomar para el diseño de los senderos peatonales y ciclorutas para el campus La Santa María, ya que como se puede observar este campus tiene los senderos peatonales diseñados en asfalto los cuales recorren gran parte de campus, permitiendo a las personas una fácil y rápida movilización por todos los sectores de la universidad además de poder llegar a cualquier edificio o instalación ubicada en el campus.

Figura 4

Campus Universidad Militar Nueva Granada



Nota. Universidad Militar Nueva Granada, <https://www.umng.edu.co/proyecto-campus>

7.3 Universidad Nacional de Colombia

En la Universidad Nacional se puede encontrar un desarrollo bastante óptimo en cuanto al tema de ciclorutas, estos transportes buscan de una manera organizada y detallada

facilitar el desplazamiento de la gente dentro del campus universitario, así mismo en esta universidad promocionan la actividad física por medio de las bicicletas, generando una cultura de aprovechamiento de todo su campus y una forma fácil, rápida y sin contaminantes para el desplazamiento de una zona a otra dentro del campus. Actualmente la universidad cuenta con un programa llamado Bicirrun, el cual cuenta con 117 bicicletas al servicio de la comunidad universitaria, teniendo una base de horarios establecidos según la demanda que se tenga. Así se puede observar que este campus posee una gran infraestructura de ciclorrutas, las cuales facilitan el desplazamiento por todo el campus de cualquier persona que lo disponga; siendo este un modelo a seguir para la generación de más senderos que permitan el uso de las bicicletas y un mayor desarrollo cultural. (Colombia, Bienestar Bogotá UNAL, 2023)

Figura 5

Campus Universidad Nacional de Colombia



Nota. Vías Acceso Universidad Nacional, [http: repositorio.unal.edu.co](http://repositorio.unal.edu.co)

8 MARCO DE REFERENCIA

8.1 MARCO TEÓRICO

Introducción:

El desarrollo de infraestructura para ciclorrutas y senderos peatonales es fundamental para promover la movilidad sostenible, mejorar la salud pública y reducir la congestión vehicular y la contaminación ambiental. Este marco teórico aborda los aspectos esenciales de la construcción de ciclorrutas y senderos peatonales, destacando sus beneficios, normativas aplicables y consideraciones medioambientales.

Beneficios de las Ciclorrutas y Senderos Peatonales

- **Salud Pública:** El fomento del ciclismo y caminar ayuda a reducir enfermedades relacionadas con el sedentarismo, como la obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares.
- **Medio Ambiente:** Disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación acústica al reducir el uso de vehículos motorizados.
- **Movilidad Sostenible:** Ofrecen alternativas de transporte accesibles y eficientes, aliviando la congestión vehicular.

8.1.1 Consideraciones Medioambientales

- **Impacto Ambiental:** Evaluación de impacto ambiental para minimizar los efectos negativos sobre el entorno natural.
- **Integración Paisajística:** Diseño que respete y se integre con el paisaje natural y urbano existente.

- Sostenibilidad: Uso de materiales ecológicos y prácticas constructivas sostenibles.

8.1.2 Criterios de Diseño para Ciclorrutas y Senderos Peatonales

- **Ciclorrutas**

- Ancho de la vía: Debe ser suficiente para permitir el tránsito seguro de ciclistas en ambos sentidos. Se recomienda un ancho mínimo de 2.0 a 2.5 metros para ciclorrutas unidireccionales y de 3.0 a 4.0 metros para bidireccionales. (Según especificaciones técnicas de la cartilla de andenes de Bogotá)
- Superficie: Debe ser lisa, antideslizante y libre de obstáculos. El pavimento asfáltico o concreto son materiales comunes.

Senderos peatonales

- Ancho de la vía: Un ancho mínimo de 1.5 a 2.0 metros es adecuado para permitir el paso cómodo de dos personas caminando en sentido contrario. (Según especificaciones técnicas de la cartilla de andenes de Bogotá)
- Superficie: Debe ser estable, antideslizante y accesible para personas con discapacidad. Materiales como adoquines, concreto y asfalto son adecuados.
- Entorno: Integración con espacios verdes, áreas de descanso y mobiliario urbano como bancas y papeleras.

A continuación, se muestran unos antecedentes de trabajos realizados en universidades para la implementación de ciclorutas en las ciudades de Pereira y Cali.

8.1.3 Ciclorutas: alternativa de transporte hacia la universidad tecnológica de Pereira

Ruta 1:

La ruta 1 inicia en la Universidad Tecnológica de Pereira específicamente en la entrada La Julita, pasando por La Bolera que se encuentra ubicada en la Avenida Juan B. Gutiérrez, esta vía es poco transitada, pero suele congestionarse debido al ancho de la calle con respecto a los buses de transporte público que por allí circulan. La ruta continúa por Pinares Médica y se dirige a la carrera 20, a continuación, sube por la calle 10 hasta la carrera 17. Las ubicaciones anteriormente propuestas cuentan con señalización, árboles que brindan frescura y calidez en la vía, además de gran cantidad de conjuntos y edificaciones que ofrecen seguridad a los usuarios de la ciclorruta. Posteriormente recorre 3 cuadras para llegar a la calle 13 y cruza el round point que comunica con la Avenida Belalcázar, subiendo a la carrera 15 y girando a mano izquierda hacia la Avenida 30 de agosto, pasando por la Gobernación De Risaralda y finalmente llegando al Parque Olaya Herrera. (SÁNCHEZ CASTILLO, 2003)

Ruta 2:

La ruta 2 inicia en la Universidad Tecnológica de Pereira (Osorio, s.f) exactamente en la entrada del edificio 15 que se encuentra ubicada en la calle 11. La calle mencionada anteriormente es angosta, pero no es muy transitada por lo que a una ciclorruta le ofrece seguridad debido a que hay vigilantes por la universidad y los conjuntos aledaños, además de la velocidad a la que deben CICLORUTAS UTP 117 transitar los vehículos por ser zona

escolar. Está rodeada de arbustos que brindan frescura y un ambiente agradable para los usuarios y la infraestructura de la calle se adecuará con facilidad a la requerida para una ciclorruta. La ciclorruta continúa por la carrera 27 y se comunica con la calle 13, posteriormente se realiza un giro hacia la carrera 23. El recorrido descrito anteriormente posee calles con adecuada señalización y se adecuan con facilidad a la infraestructura de una ciclorruta, además posee árboles y vegetación que brindan calidez y un clima atractivo para los beneficiarios de la ciclorruta. Otra característica es la gran cantidad de edificios y casas que ofrecen protección a las personas que utilicen este medio de transporte alternativo. A continuación, la ciclorruta sigue el recorrido por la calle 14 que es una vía principal donde el tránsito de vehículos es alto y por lo mismo brinda seguridad a los usuarios frente a robos, violencia o delitos. El recorrido continúa por la calle 15 para lo cual se debe cruzar el round point y conectar con la carrera 16 Bis. Las vías anteriormente mencionadas son poco transitadas, además falta señalizarlas y adecuarlas a las necesidades de la ciclorruta. Otra característica es la gran cantidad de negocios y establecimientos, que traen como consecuencia vehículos estacionados en la calle perjudicando el flujo vehicular adecuado. La propuesta de ciclo ruta sigue por la salida armenia, esta vía es bastante congestionada y en el ambiente se percibe una alta contaminación. Pasando el deprimido de la Avenida Belalcázar el recorrido de la ruta 2 llega a su destino final que se encuentra localizado en la calle 14, el Parque Olaya Herrera. (Osorio, s.f)

Ruta 3:

La ruta 3 inicia en la entrada principal de la Universidad Tecnológica de Pereira que se encuentra ubicada en la calle 10, esta calle es una zona estudiantil y con árboles en los

alrededores ofreciendo un ambiente atractivo para los usuarios de la ciclorruta. Continúa por la carrera 26, la vía no es plana porque cuenta con una pendiente superior al 7%, pero es un tramo corto. Posteriormente llega a la calle 11 que conecta con la carrera 27, este recorrido favorece a los beneficiarios de la ciclorruta en los siguientes aspectos: la velocidad permitida para la CICLORRUTAS UTP 119 circulación vehicular es baja debido a que es zona estudiantil, los edificios y establecimientos aledaños cuentan con vigilantes y seguridad en cuanto a que asegura flujo de personas. Sin embargo, a las vías les falta señalización y adecuar la infraestructura de acuerdo con lo requerido por una ciclorruta. La ruta continúa por la calle 13 hasta la carrera 23 y realiza un giro para unirse a la calle 14. Las calles nombradas anteriormente son de un solo sentido, cuentan con árboles y vegetación a su alrededor, a la redonda se encuentran ubicados barrios de estrato alto que brindan vigilancia y seguridad a los usuarios de la ciclorruta al no situarse por espacios solitarios. De la calle 14 se debe realizar un cruce para llegar a la carrera 22 en donde se encuentra localizado el Terminal de Transporte de Pereira. La calle 14 es una vía de doble sentido por lo cual se requiere señalización en la intersección que comunica con la carrera 22. Se eligió como destino final el Terminal de Transporte de Pereira debido a que la comunidad UTP cuenta con personas que no viven en Pereira, sino en lugares aledaños y es necesario transportarse hasta este punto de la ciudad. (Osorio, s.f)

8.1.4 Socialización proyecto de ciclorutas para Cali:

El Sistema Integrado de Transporte de Cali tiene la responsabilidad de mantener una infraestructura vial adecuada para permitir un transporte eficiente de los ciudadanos. Esta

infraestructura no la comprenden solo los buses articulados sino también los alimentadores, las vías alternas, la zona de ladera que hace parte de la ciudad y las ciclorutas.

El uso de la bicicleta trae agilidad en las vías, beneficios para la salud y disminuye la contaminación, aparte de eso, la comunidad creciente de usuarios de bicicletas afirma que esta constituye una alternativa amigable y más funcional que el MIO. Sin embargo, los peligros a los que se enfrentan las personas que usan bicicleta para movilizarse por la ciudad son muchos, como la falta de ciclorutas, o el mal estado de las mismas, los robos, y la poca educación por parte de los conductores de automóviles, motos y las mismas bicicletas.

La bicicleta es una forma de movilización que debería ser incluida en el sistema integrado de transporte, de manera que garantice a sus usuarios la misma seguridad que ofrece a los pasajeros del MIO. En este sentido, desde el 2010, Metrocali ha realizado estudios e implementado proyectos como el plan maestro de ciclorutas. De estas iniciativas han resultado mejoras, entre ellas la construcción de algunas ciclorutas que faltan y últimamente la implementación de los bici parqueaderos en algunas terminales del sistema.

8.2 MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual para el diseño y construcción de ciclorrutas y senderos peatonales aborda los conceptos fundamentales y sus interrelaciones dentro del ámbito de la movilidad sostenible y el urbanismo. Este marco sirve como base teórica para entender cómo estas infraestructuras contribuyen a mejorar la calidad de vida urbana, la seguridad vial y la salud pública.

- **Conceptos Clave**

- **Movilidad Sostenible:** Estrategia de transporte que busca reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia mediante el uso de modos de transporte no motorizados y públicos.
- **Infraestructura Ciclista:** Conjunto de instalaciones y equipamientos diseñados para facilitar y proteger el uso de bicicletas, incluyendo ciclorrutas, estacionamientos y señalización específica.
- **Senderos Peatonales:** Caminos dedicados exclusivamente a los peatones, diseñados para garantizar su seguridad y comodidad en la movilidad diaria.
- **Salud Pública:** Estado de bienestar físico, mental y social de la población, influenciado por factores ambientales, sociales y económicos, incluyendo el diseño urbano y la infraestructura de movilidad.

- **Relaciones entre Conceptos**

- **Movilidad Sostenible y Salud Pública:** La promoción de la movilidad sostenible a través del diseño de ciclorrutas y senderos peatonales fomenta

estilos de vida activos, reduciendo enfermedades relacionadas con el sedentarismo y mejorando la salud mental.

- **Infraestructura Ciclista y Seguridad Vial:** Las ciclorrutas bien diseñadas separan a los ciclistas del tráfico motorizado, reduciendo el riesgo de accidentes y mejorando la seguridad vial.
- **Senderos Peatonales y Accesibilidad:** Los senderos peatonales diseñados con criterios de accesibilidad garantizan que todas las personas, incluidas aquellas con discapacidades, puedan desplazarse de manera segura y cómoda.
- **Infraestructura Ciclista y Movilidad Sostenible:** Una red bien conectada de infraestructura ciclista facilita el uso de la bicicleta como medio de transporte diario, reduciendo la dependencia del automóvil y las emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Teorías y Modelos**

- **Teoría de la Movilidad Sostenible:** Plantea la necesidad de desarrollar sistemas de transporte que sean ecológicamente responsables, económicamente viables y socialmente inclusivos. (Movilidad sostenible, UNESCO).
- **Modelo de Diseño Urbano Centrado en el Peatón y el Ciclista:** Propone una planificación urbana que prioriza la movilidad no motorizada, creando ciudades más habitables y seguras.

- **Supuestos**

- La mejora en la infraestructura ciclista y peatonal fomenta el uso de la bicicleta y el caminar, reduciendo el uso de vehículos motorizados.
- Un diseño adecuado de ciclorrutas y senderos peatonales mejora la seguridad vial y la accesibilidad.
- La integración de estos espacios en el entorno urbano contribuye a la cohesión social y mejora la calidad de vida de los visitantes al campus.

Este marco conceptual proporciona una guía estructurada para investigar y comprender cómo el diseño y construcción de ciclorrutas y senderos peatonales pueden influir en la movilidad y la salud pública. A continuación, se definen claramente los conceptos importantes a tener en cuenta y sus relaciones, permitiendo orientar el trabajo y la práctica en el campo del urbanismo, accesibilidad y la movilidad sostenible, garantizando que las intervenciones sean efectivas y beneficiosas para la sociedad.

8.2.1 Cicloruta:

Las ciclorrutas son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta, segregadas físicamente del resto del tránsito (motorizado) y también de los peatones. Las ciclorrutas pueden transcurrir al nivel de la calzada, al nivel del andén o a un nivel intermedio, pero siempre llevan algún tipo de segregación física. Pueden ser unidireccionales o servir para los dos sentidos circulatorios (bidireccionales). (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

8.2.2 Ciclobanda

Las ciclobandas son vías reservadas exclusivamente para la circulación en bicicleta segregadas visualmente, es decir, a través de marcas viales, color y otros dispositivos

indicativos de su especialización. Pueden transcurrir a nivel de la calzada o formar parte del andén, aunque en ese caso debe justificarse rigurosamente, pues genera conflictos con los peatones que deben ser evitados desde la propia concepción de la ciclo-infraestructura. La experiencia internacional al respecto indica que las ciclobandas por andén llegan a ser contraproducentes para la propia imagen y propósito de la bicicleta, cuyo espacio de circulación más apropiado en la ciudad es en proximidad o junto a los demás vehículos. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

Figura 6

Ciclorruta



Nota. Ciclorruta bidireccional (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

8.2.3 Pavimentos

Son aquellas superficies en las que se puede transitar libremente, utilizando asfalto como material básico para la fabricación de estas. Lo usual es que, para la fabricación de

estas carreteras y suelos, se utilice el asfalto común, que es un producto de la destilación del petróleo crudo.

Sin embargo, se pueden utilizar otros tipos de pavimentación, como hormigón asfáltico y productos similares con el fin de realizar la construcción de estas estructuras viarias, bien sean para uso común, comercial o actividades industriales.

Aunque estos suelos cuentan con gran resistencia al tráfico y al clima, requieren ciertos tipos de procedimientos para su aplicación que no siempre son amigables con las personas que trabajan con dichos materiales ni con el medio ambiente.

Por ello, cada día surgen nuevas opciones de asfaltos y pavimentos que pueden sustituir en cierta medida a los asfaltos tradicionales (utilizados en las carreteras mayormente) con un nuevo tipo de mezcla de materiales base que pueden cumplir la misma función, pero de una forma más sencilla. (ÚNICO ASFALTOS)

“Un pavimento rígido consta de una losa de concreto de cemento Pórtland que se apoya sobre una capa de subbase (se puede omitir esta última capa cuando el material de la subrasante es granular). La losa posee características de viga que le permiten extenderse de un lado a otro de las irregularidades en el material subyacente. Cuando se diseñan o construyen con propiedad, los pavimentos rígidos proporcionan muchos años de servicio con un mantenimiento relativamente bajo.” Pérez García (2010, pág. 10)

En cuanto al adoquín:

“El adoquín según la cartilla guía ilustrativa del proceso constructivo del pavimento flexible hace referencia a “Adoquín es una pieza rectangular de material pétreo, generalmente de arcilla cocida, piedra natural o concreto, que se utiliza para pavimentar calles, aceras y otras áreas peatonales.

De acuerdo a la secretaría de movilidad el “estudio de tráfico es un análisis exhaustivo de las condiciones de circulación en una zona específica. Se realiza para evaluar el volumen, la velocidad y la composición del tráfico, así como para identificar los problemas y las oportunidades de mejora.

La proyección del tráfico es una parte integral del proceso de diseño de carreteras, comenzando desde los estudios de factibilidad de inversión, estructuración de deuda óptima a fin de conseguir menores tasas, hasta el desarrollo de planes de trabajo futuros”. (secretaria Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público)

8.2.4 Pavimento Flexible

“Una de las clases de pavimento es el pavimento flexible cuya estructura total se defleca o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El pavimento flexible es una estructura formada por varias capas como lo son la subrasante, la subbase, la base y la carpeta asfáltica; cada una con una función determinada” (Garzón Reina & Hernández Méndez, pág. 5)

Figura 7

Estructura típica del pavimento flexible



Nota. Estructura típica del pavimento flexible, Instructivo del proceso constructivo de una vía en pavimento flexible (Angie Ortiz 2017)

Cabe resaltar que:

“Una de las características principales de este tipo de pavimento es brindar una superficie cómoda y segura para el usuario. Esto se consigue debido a la manera en que este pavimento transfiere las cargas. Las capas de un pavimento flexible se colocan en orden descendente en capacidad de carga, lo que indica que la capa superior es la que mayor capacidad portante tiene de todas las que se disponen, por lo que la estructura como tal del pavimento es la que soporta la mayor parte como tal de las cargas de los vehículos y las cargas restantes se transfieren a la subrasante.”

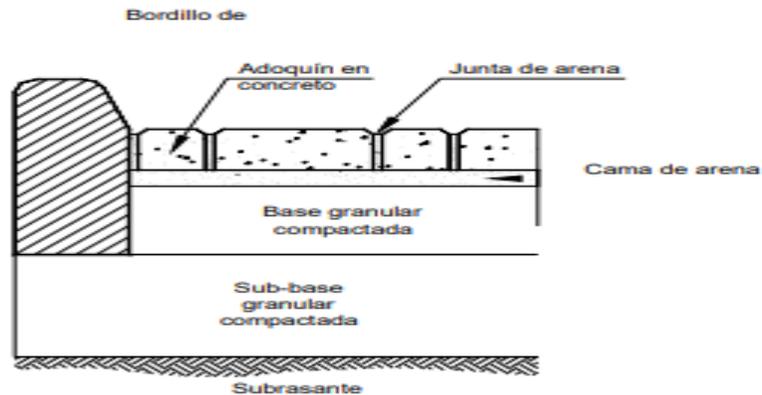
(Garzón Reina & Hernández Méndez)

8.2.5 Pavimento articulado

“Un pavimento articulado está compuesto por una capa de rodadura de adoquines de concreto, la capa de base y la de subbase cuando la anterior exista y opcionalmente una capa de mejoramiento de la sub rasante” (SÁNCHEZ CASTILLO, 2003)

Figura 8

Diseño de Pavimento articulado



Nota. Articulados para Trafico Medio y Alto

8.2.6 Drenajes

Sistemas urbanos de drenaje sostenibles:

“Son unas estructuras y / o tipologías complementarias al sistema de drenaje convencional para el manejo de aguas pluviales. Los sistemas convencionales de saneamiento y drenaje en las ciudades tienen como objetivo primordial conducir de manera eficiente las escorrentías a un receptor que las tratará. Los SUDS quieren aligerar esta carga final, asimilar lo que recibe y transformarlo para el beneficio de la ciudad. Su objetivo principal es mitigar tanto los problemas de cantidad como de calidad de las escorrentías urbanas, minimizando los impactos del desarrollo urbanístico, maximizando la integración paisajística, los valores sociales y ambientales de las actuaciones programadas. Las diferentes estructuras se encuentran divididas en dos:

- Tipologías mayores: Estructuras de mayor tamaño, se incluyen pondajes, humedales artificiales, cuencas de infiltración y obras de control de torrentes.
- Tipologías menores: Incluyen elementos que por sus dimensiones reducidas pueden incorporarse incluso en el perfil vial y dentro de espacios privados, tales como: alcorques, tanques de almacenamiento, zonas de bioretención, cunetas verdes, cunetas secas de drenaje y zanjas de infiltración.

Este es un sistema constructivo sostenible que permite mejorar la gestión del agua lluvia en la infraestructura urbana, emulando el ciclo hidrológico natural. Los SUDS reducen los agentes contaminantes en las aguas de escorrentía y protegen la calidad de los cuerpos de agua que reciben estas captaciones; desde la hidrología urbana, los SUDS son una alternativa para reducir las tasas de escorrentía, logrando con ello disminuir el volumen de las aguas superficiales que llega al sistema de alcantarillado mitigando con ello los riesgos de inundaciones” (secretaria Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público)

8.2.7 Aguas subterráneas

El agua es un recurso natural renovable y esencial. La secretaria de ambiente resalta que:

“El agua subterránea constituye un recurso del subsuelo que brinda oportunidades de desarrollo a la sociedad, además de ser una alternativa para consumo humano en las zonas con demanda de agua potable y útil para llevar a cabo proyectos agroindustriales, mineros y de hidrocarburos. El agua subterránea

representa más del 30% de las reservas de agua dulce del planeta, sin embargo, hay que tener en cuenta que el agua de las capas de hielo y glaciares no está disponible para uso. Así las cosas, se precisa que el agua subterránea representa más del 97% del agua dulce disponible del planeta” (Instituto colombiano de Geología y Minería). Además de esto la secretaría de ambiente afirma que:

“El agua subterránea es agua dulce, proveniente de la infiltración de aguas lluvias, almacenada en poros del subsuelo y grietas de las rocas, conformando depósitos denominados acuíferos. Es importante ya que es una excelente fuente de suministro para consumo humano, en zonas con demanda de agua potable; además, brinda oportunidades de desarrollo a la sociedad, por ser de gran utilidad para llevar a cabo proyectos agroindustriales, mineros y de hidrocarburos, entre otros. Por otro lado, contribuye al sostenimiento de corrientes superficiales (ríos, quebradas), lagos, humedales y demás ecosistemas asociados”. (Instituto colombiano de Geología y Minería)

Tipos de captación según la secretaría de ambiente:

- Pozos: perforación mecánica vertical, por lo regular en forma cilíndrica (diámetro 2 a 16 pulgadas) revestidos de tubería metálica o PVC. Se realizan mediante hincados de tubería o perforación con taladros y se dotan de sistemas de extracción (electro bombas o compresores).
- Aljibes: Receptáculo hallado mediante excavación, que almacena agua subterránea con profundidades pequeñas (5 a 10 metros) y diámetros grandes (hasta 1 metro), cuyas paredes se revisten con ladrillo, tubería de cemento o concreto

para evitar su derrumbamiento. Para extraer el agua contenida, se puede hacer uso de bombas manuales o sistemas de bombeo muy simples.

- **Manantiales:** Es una sugerencia del agua que emerge de las rocas y están concentrados en la zona de descarga del agua subterránea, y cuando brota a la superficie, se convierte en un afluente temporal o permanente. Generalmente se realizan galerías y drenes, las cuales son perforaciones horizontales de baja pendiente de sección circular que interceptan el flujo de agua subterránea en el acuífero, permitiendo que el agua salga a la superficie del terreno por gravedad.” (Instituto colombiano de Geología y Minería).

En cuanto al aprovechamiento de aguas subterráneas se tienen en cuenta los siguientes:

“Puede extraerse a partir de condiciones dadas espontáneamente por la naturaleza, como es el caso de los manantiales o las descargas subterráneas a un río o al mar.

Para extraer el agua subterránea de los acuíferos por medios artificiales, es necesario construir una captación, es decir una instalación que permita poner a disposición del usuario el agua contenida en los acuíferos. Entiéndase por acuíferos, las rocas que tienen agua y que a su vez permiten su movimiento, bajo la acción de las fuerzas de gravedad, de tal manera que puede explotarse en cantidades apreciables.

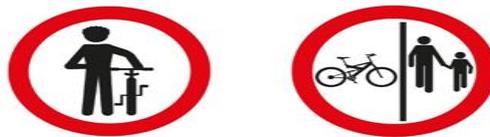
El conocimiento de los sistemas hidrogeológicos y la adecuada gestión de este recurso garantizan un abastecimiento a largo plazo que contribuye a atender las crecientes demandas y a mitigar los impactos del cambio climático previsto.

Cualquier desequilibrio en el ciclo hidrológico puede ocasionar que se convierta en un recurso no renovable en el tiempo a escala humana.” (Instituto colombiano de Geología y Minería)

8.2.8 Señalizaciones

Una ciclorruta 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.

Figura 9



Nota. Señalización Ciclistas

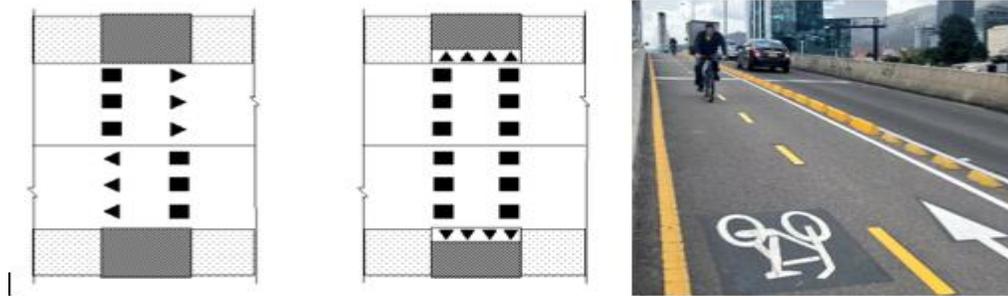
8.2.9 Señalización horizontal:

Las ciclorutas bidireccional cuentan con su línea de separación de carriles en color amarillo.

Se usa la bicicleta pintada en el pavimento para enfatizar en la utilización de la faja o pista ciclista.

Figura 10

Señalizaciones Horizontales



Nota. Señalizaciones Horizontales

8.2.10 Franja de paisajismo y mobiliario (FMP)

“Franja cuya función principal es aportar a la calidad ambiental y segregar modos de circulación, protegiendo principalmente al peatón. Es donde se generan actividades urbanas diferentes a la circulación. En esta franja se ubican la vegetación, mobiliario, señalización, rampas de acceso a predio, vados peatonales, elementos complementarios al transporte público y elementos de servicios públicos.”
(secretaria Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público, pág. 14)

8.2.11 Rampas de acceso

“Las rampas para silla de ruedas y para personas con movilidad reducida permiten generar un buen acceso a desniveles verticales encontrados, y pueden ser utilizadas por cualquier persona con problemas de movilidad permanente o temporal”
(secretaria Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público)

Figura 11

Rampas de Acceso



Nota. Rampa de Acceso referencial

8.2.12 Rampas fijas

“Este tipo de rampas para discapacitados son permanentes y se usan para salvar desniveles medios o elevados, forman una unidad arquitectónica con su entorno y deben quedar integradas en el espacio donde se ubican siendo ante todo accesibles, usables y seguras” (secretaría Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público)

Figura 12



Rampas Fijas

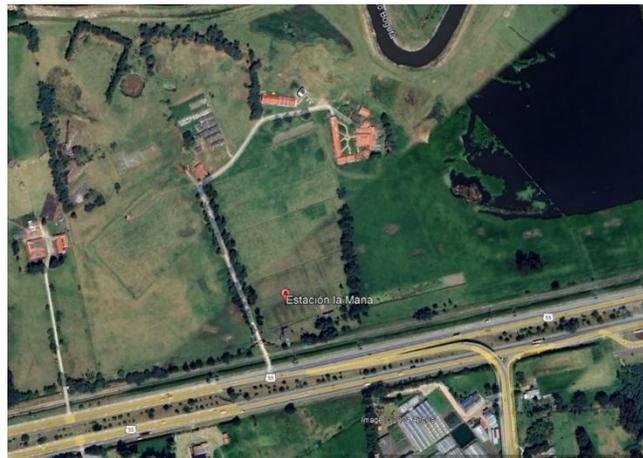
Nota. Rampa Fija referencial,

8.3 MARCO GEOGRÁFICO

Por medio de fotografías se identifica el área o zona en la que se encuentra ubicado el campus La Santa María de la Universidad la Gran Colombia ubicado en el municipio de Chía Cundinamarca, km 25 vía Bogotá-Tunja.

Figura 13.

Planta Campus La Santa María



Nota. Campus Finca La Santa María vista planta.

Figura 14

Planta Campus La Santa María



Nota. Acceso principal al Campus Finca La Santa María.

Figura 15

Planta Campus La Santa María



Nota: Vista aérea Campus Finca La Santa María

8.4 MARCO NORMATIVO

Según el (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) “Las dimensiones de referencia Las vías ciclistas deben tener unas dimensiones que permitan tanto el tránsito seguro y cómodo de bicicletas como las maniobras de adelantamiento, encuentro, parada, etc. Como primera referencia básica se consideran las siguientes dimensiones habituales para el conjunto bicicleta-ciclista: la altura y la longitud igual o inferior a 1,90 metros, mientras que el ancho es de aproximadamente 0,70 metros. Esta dimensión se amplía al considerar el espacio de circulación, que incluye los requerimientos necesarios de los ciclistas para guardar el equilibrio. El espacio de circulación básico para bicicletas convencionales se establece en 1,00 metros de ancho y 2,25 metros de altura. Pero hay que tener en cuenta también la posible ampliación de esos espacios de circulación en función de las características del usuario

(edad, condición física), del entorno (pendientes) o del contexto (viento)” . (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

En Colombia hay diferentes regulaciones notables a la hora de diseñar ciclo-infraestructura. la normativa más relevante a nivel nacional. Cada ciudad ha adoptado reglamentación específica con respecto a los temas que le competen.

“Decreto 798 de 2010

Reglamentación de los estándares urbanísticos básicos para el desarrollo de los equipamientos y los espacios públicos, necesarios para su articulación con los sistemas de movilidad, principalmente con la red peatonal y de ciclorrutas que complementen el sistema de transporte y se establecen las condiciones mínimas de los perfiles viales al interior del perímetro urbano de los municipios y distritos que hayan adoptado plan de ordenamiento territorial”. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016).

Ley 1083 de 2006 Por medio de esta ley “se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible” pero principalmente la movilidad sostenible. En ella se define la necesidad de dar prelación a los “modos alternativos de transporte” que incluyen los peatones y bicicletas, y se asigna a los alcaldes municipales a adoptar mediante Decreto los Planes de Movilidad (Congreso de Colombia, 2006). (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

Decreto 1538 de 2005 Se refiere a a El diseño, construcción, ampliación, modificación y en general, cualquier intervención y/u ocupación de vías públicas, mobiliario urbano y demás espacios de uso público; y b) El diseño y ejecución de obras de construcción, ampliación, adecuación y modificación de edificios, establecimientos e instalaciones de

propiedad pública o privada, abiertos y de uso al público. En su artículo 8 establece definiciones clave como rampa, vado, vías de circulación peatonal, aparcamiento, símbolos de accesibilidad, accesibilidad en las vías públicas (entre otros). (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005) (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

Especificaciones IDU Estas especificaciones generales de construcción forman parte de los contratos realizados por el Instituto de Desarrollo Urbano para la construcción, rehabilitación, mejoramiento y conservación de la infraestructura vial y espacio público de Bogotá D.C.; en el contenido de estas especificaciones se encuentran los siguientes capítulos: 1.Aspectos Generales, 2.Materiales Básicos, 3.Excavaciones y Rellenos,4.Subbases y bases, 5.Revestimientos Asfálticos, 6.Concreto y 7.Espacio Público, los cuales dan la base para trabajos que no estén avalados por especificaciones particulares o especificaciones propias del contrato.

8.4.1 Mezclas asfálticas para carril bidireccional para bici usuarios

“El pavimento flexible contemplado en esta cartilla, es aquel en el que la capa superficial está constituida por mezclas asfálticas, que se apoya sobre la capa de subbase granular y ésta sobre el suelo de cimentación mejorado o no. Los granulares de apoyo, se pueden emplear mejorados; también las capas asfálticas, aunque, en el marco de los lineamientos de esta Cartilla, la aplicación de capas asfálticas se hace para infraestructura de la red de ciclorutas a nivel de andén, donde la carga es esencialmente peatonal, por lo que su mejoramiento puede no requerirse. Se definen aquí las especificaciones y procesos constructivos correspondientes a la

ejecución de capas asfálticas. Estos procesos presuponen la ejecución de la capa de subbase granular, de acuerdo con lo definido en la parte inicial de este capítulo.”

(Secretaria Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público)

Especificaciones de los materiales:

- Las mezclas asfálticas se pueden definir como un producto de la mezcla de un ligante asfáltico, agregados granulares y aditivos (fibras, grano caucho), fabricado en planta y colocado en obras a temperaturas superiores a la ambiental.
- Los requisitos para garantizar la calidad de los materiales son un conjunto de propiedades que buscan garantizar un desempeño adecuado de las estructuras construidas, con el paso del tiempo. Por eso, los materiales empleados deben ajustarse a los parámetros y lineamientos de la sección 510 del Manual IDU MG-IC-010: ET-2011, en su versión vigente, para agregados pétreos, llenante mineral y ligante asfáltico.
- El material de superficie para la red de ciclorrutas (a nivel de andén) podrá ser capa asfáltica del tipo MD-10, en su espesor mínimo de 3 cm según se indica en la Tabla 510.5 de dicha sección.

(Secretaria Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público)

8.4.2 Criterio de Aceptación mezcla asfáltica

Los requisitos que se exigen en esta Sección para garantizar la calidad de los materiales son un conjunto de propiedades que buscan garantizar un adecuado desempeño con el tiempo de las estructuras construidas. La evaluación de los materiales no

se centrará en un único parámetro sino en el conjunto de los mismos; por tal motivo, la aprobación de los materiales a ser empleados deberá ser sustentada mediante un informe técnico desarrollado por el especialista de geotecnia y/o pavimentos, donde se consigne cuál será el desempeño de las capas construidas relacionando los resultados obtenidos de la caracterización de los materiales con sus posibles cambios en el proceso de construcción, y la durabilidad y desempeño en el periodo de diseño, proponiendo las estrategias necesarias a nivel constructivo para garantizar el cumplimiento de las exigencias del diseño. El interventor aprobará o rechazará los materiales en función de los requisitos establecidos en esta Sección y el informe de desempeño del especialista.

La Franja de Circulación Peatonal (FCP) es una zona destinada para el paso exclusivo de los peatones, incluyendo aquellos con movilidad reducida. El ancho de la franja se mide sin incluir los bordillos, y si colinda con una Franja de Paisajismo y Mobiliario (FPM) se debe tomar en cuenta el ancho total de la franja contigua. Si la FCP limita con una Franja de Ciclorruta, el ancho se mide incluyendo el bordillo de confinamiento. La pendiente transversal no debe ser mayor al 2% y el agua de la superficie debe ser conducida hacia el lado opuesto al borde de la calle.

Es importante que la FCP se separe de otras franjas para evitar la circulación de ciclistas o vehículos motorizados. La pendiente longitudinal debe ser de al menos el 0,5% para evitar que se formen charcos cuando llueve. Además, la FCP siempre debe ir acompañada de una Franja de Paisajismo y Mobiliario (FPM).

En cuanto a la Franja de Ciclorruta a nivel de Andén (FCA), se requiere un ancho mínimo de 2,40 metros en vías arteriales para permitir la circulación de bicicletas en el

andén. El ancho de la FCA debe ser evaluado de acuerdo a los volúmenes de bicicletas que se esperen en la zona. Si hay una FCP adyacente a la FCA, se debe instalar un patrón de alerta de 0,40 metros de ancho entre ambas franjas, separado 0,20 metros del borde de la FCA.” (Secretaria Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público)

Figura 16

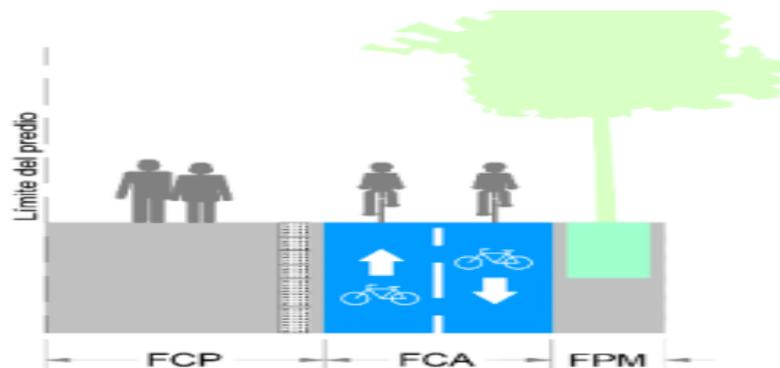
Franjas y Anchos

| Franjas | Ancho mínimo (m) | Ancho Ideal (m) | Comentario |
|-----------------------------------|---|---|---|
| Franja de circulación Peatonal | 2.0 | 3.50 | Ancho mínimo para vías locales. El ancho ideal puede variar dependiendo de los niveles de servicio peatonal resultantes del estudio de tránsito o el análisis de capacidad para proyectos nuevos. |
| Franja de paisajismo y mobiliario | 0.60 | 4.40 | |
| Franja de ciclorruta andén | 1.20 unidireccional 2.40 bidireccional | 1.50 unidireccional 3.00 bidireccional | Medida carril unidireccional/bidireccional. |

Nota. Tabla de Franjas y Anchos, Cartilla de andenes de Bogotá

Figura 17

Representación gráfica de FCP, FCA y FPM



Nota. Representación gráfica de FCP, FCA y FPM

9 ASPECTOS METODOLÓGICOS

9.1 Fase 1: Información previa y reconocimiento:

Obtener información de los estudios técnicos existentes de la zona del proyecto, para realizar un análisis detallado del área de influencia. Se recolectarán datos de informes, ensayos, prácticas y demás consultas que permitan detallar el tema a tratar y den solución a posibles preguntas o inquietudes que surjan mediante el proceso de investigación. - estudios de suelos que se tengan disponibles en la zona del campus la Santa María, así mismo con los planos topográficos para determinar las cotas del terreno por donde se podrá realizar dichos senderos, así mismo se contrastaron estos planos para verificar el diseño y óptima ubicación de este proyecto. Cuyo caso será de tipo documental; ya que todos los datos que proporcione esta investigación serán tomados de terceros, y se basarán en los ensayos propios que debe tener estos tipos de pavimentos y los resultados no solamente esperados si no requeridos por la normativa colombiana (en este caso el INVIAS 2017). Se tendrán en cuenta las fechas establecidas en el cronograma de trabajo las cuales indicarán, para esta fase las visitas a campo que se realizará para detallar el terreno y como se encuentra el campus La Santa María, las condiciones del suelo y demás parámetros influyentes para la recolección y toma de datos que se realizan. (Garzón Mesa, Pérez Araque, & Rivera Buitrago, 2015

9.1.1 Estudio de suelos

Figura 18

Plano caracterización geotécnica



Nota. Caracterización geotécnica y análisis de resultados, a nivel estático y dinámico, del subsuelo presente en la finca "la santa maría" km 25 - autopista norte. -Universidad la gran Colombia

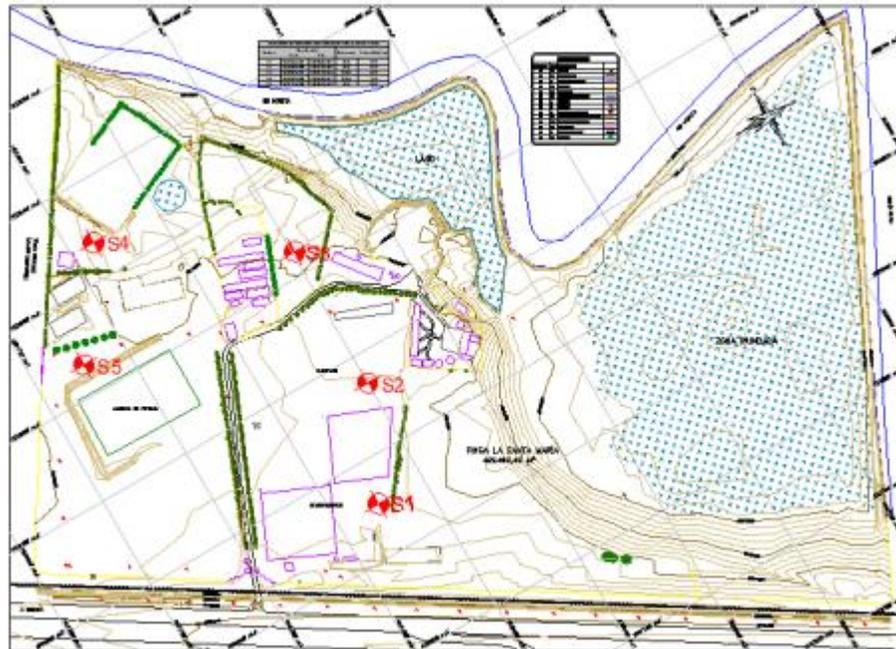
Basados en el trabajo “*Caracterización geotécnica y análisis de resultados, a nivel estático y dinámico, del subsuelo presente en la finca "la santa maría" km 25 - autopista norte. -Universidad la gran Colombia*”, realizado por Jorge Leonardo Garzón Mesa, Ana Cristina Pérez Araque y Karen Yisela Rivera Buitrago, consistió en cinco (5) perforaciones con equipo de penetración manual, en la cual la profundidad mínima de sondeos se realizó en el sondeo 3, con una profundidad de 4.90 m, en donde no se encontró nivel freático; y una profundidad máxima en el sondeo 1 de 9.90 m. Durante esos sondeos se recuperaron muestras inalteradas con tubo Shelby y remodeladas con el tubo Split Spoon durante el Ensayo de Penetración

Estándar, SPT; dichos sondeos se ubicaron de tal forma que se abarcará la totalidad de la zona de estudio ubicando los sondeos en cinco sitios. (Garzón Mesa, Pérez Araque, & Rivera Buitrago, 2015, pág. 60)

“La totalidad de área de trabajo se constituye por depósitos no litificados, los cuales son materiales generados por la dinámica fluvial del río Bogotá y sus afluentes, así como la sedimentación de antiguos lagos; estos materiales están compuestos por una compleja intercalación de materiales como arcillas, turbas, limos y localmente arenas finas”. (Garzón Mesa, Pérez Araque, & Rivera Buitrago, 2015, pág. 36)

Figura 19

Plano Sondeos realizados



Nota. Plano sondeos

9.2 Fase 2: Alternativas

Diagnosticar el estado actual de la vía de acceso al campus de la universidad La Gran Colombia, teniendo como referencia los estudios y documentos señalados en la primera fase para así plantear un óptimo trazado y diseño de los senderos para bici usuarios y peatones. Se consultarán información de accidentalidad que permita detallar con datos las dificultades de acceso que tiene el campus y las zonas más críticas, así con la recopilación de dicha información se logrará identificar las zonas en donde trabajar y diseñar los senderos propuestos en el proyecto y se identificará infraestructura vial para ciclistas aledaña con el fin de establecer la conectividad con el diseño propuesto. En esta fase del proyecto se realizará una investigación de tipo cuantitativa, ya que se recolectarán datos de informes, ensayos, prácticas y demás consultas que me permitan detallar el tema a tratar y den solución a posibles preguntas o inquietudes que surjan mediante el proceso de investigación.

En cuanto a topografía, esta presenta un terreno bastante plano, con leves ondulaciones que se hacen más empinadas hacia el Este cuyo origen está asociado con la evolución en el eje de la Sabana del río Bogotá; sin embargo el cuerpo de la estructura remonta sobre una morfología suave y ondulada que desciende con dirección NW, esta topografía está desarrollada sobre antiguos materiales lacustres y aluviales recubiertos hacia el Este por depósitos de vertiente del tipo flujo de escombros y/o lodos que descienden desde la ladera adyacente; 500 m a 1000 m más al oriente de la finca la morfología cambia suavemente, 2 hasta convertirse en una ladera moderada localmente empinada desarrollada en su totalidad sobre rocas sedimentarias de la Formación Guaduas.

Se ejecutó un levantamiento detallado de la zona donde se analizó la morfodinámica, elemento importante para el diagnóstico de las problemáticas de estabilidad, donde no se

identificaron procesos activos o cicatrices del terreno, pero si se ven algunas zonas húmedas y líneas de escorrentía. (Garzón Mesa, Pérez Araque, & Rivera Buitrago, 2015, pág. 60)

9.2.1 Adoquín

Como primera alternativa se propone realizar el mejoramiento del acceso para peatones y ciclistas, en adoquín puesto que en sistema constructivo es la mejor opción por su rápida instalación, por su fácil mantenimiento ya que los adoquines se pueden quitar y volver a utilizar, lo cual permite que dichos mantenimientos sean de bajo costos; es una solución económica a largo plazo y tiene diversas propiedades que ayudan a que sea óptimo como la durabilidad, resistencia a la intemperie y se adaptan a cualquier tipo de clima. Son un sistema flexible y permiten el movimiento relativo por ello la grietas no sería un problema.

Figura 20

Adoquín Modelo



Nota. Adoquín Modelo (Prepeniel)

9.2.2 Pavimento Asfáltico

Como segunda alternativa se propone realizar los andenes y el bicicarril en pavimento. Los pavimentos son estructuras compuestas por capas de diferentes materiales,

que se construyen sobre terreno natural, para permitir el tránsito sobre ellos de manera segura, cómoda y confortable.

Figura 21

Pavimento Asfáltico



Nota. Ejemplo Pavimento Asfáltico con normas de tránsito para bici-usuarios.

Figura 22

Pavimento Asfáltico



Nota. Vista Pavimento Asfáltico.

9.2.3 Concreto

Como tercera alternativa se propone el diseño de pavimento rígido, dicho pavimento consiste básicamente en una losa de concreto simple, apoyada directamente

sobre una base o sub base. Esta losa debido a la rigidez que la caracteriza y a su alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos ejercidos sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas sobre la subrasante.

Este diseño permitirá tener una superficie mucho más duradera en el tiempo y sin muchos daños a lo largo de su periodo de utilización.

Figura 23

Pavimento Concreto



Nota. Pavimentos en Concreto

Matriz multi criterio:

La matriz multicriterio para la construcción de una ciclorruta podrá los siguientes criterios y su respectiva descripción:

Resistencia y durabilidad: Este criterio evalúa la capacidad del material para resistir el desgaste causado por el tráfico de bicicletas, cambios climáticos y el paso del tiempo. Se

puede asignar una puntuación basada en la vida útil estimada de cada material y su resistencia a la abrasión y roturas.

- Seguridad y adherencia: Este criterio considera la capacidad del material para proporcionar una superficie segura para los ciclistas. Se evalúa la adherencia del material, especialmente en condiciones húmedas, para evitar resbalones y caídas. Además, se pueden tener en cuenta características como la absorción de impactos y la resistencia al deslizamiento.

- Mantenimiento y costos: Este criterio evalúa los costos asociados con la instalación y el mantenimiento del material a lo largo del tiempo. Se consideran factores como el costo inicial de instalación, los gastos de mantenimiento regular y la necesidad de reparaciones o reemplazos periódicos.

- Sostenibilidad y medio ambiente: Este criterio analiza el impacto ambiental de cada material utilizado en la construcción de la ciclorruta. Se pueden considerar aspectos como la procedencia de los materiales, su producción y transporte, así como su capacidad para ser reciclados o reutilizados al final de su vida útil.

- Comodidad y experiencia del usuario: Este criterio evalúa la comodidad de la ciclorruta y la experiencia del usuario al transitar sobre diferentes materiales. Se considera la capacidad del material para reducir la vibración y proporcionar una superficie suave y cómoda para los ciclistas, así como la facilidad de desplazamiento.

Tabla 1

Matriz Multicriterio

| PROPUESTAS | ASPECTOS | | | | | | | | | |
|------------|--|--|---|--|--|---|---|---|--|--|
| CONTEXTO | SEGURIDAD | | SOCIAL | | CONSTRUCTIVO | | GEOGRAFICO | | ECONOMICO | |
| | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO |
| ADOQUIN | trabajar con adoquines en una ciclo via es que estos materiales proporcionan una superficie firme y duradera, que puede soportar el tráfico de bicicletas y peatones | los adoquines pueden ser resbaladizos en condiciones húmedas o mojadas, lo que puede representar un riesgo para los usuarios de la vía | trabajar con adoquines en una ciclo via es que estos materiales pueden proporcionar un aspecto estético atractivo a la vía, lo que puede mejorar la calidad del ambiente urbano | los adoquines pueden resultar incómodos para los usuarios de la vía, especialmente aquellos que utilizan bicicletas de llantas delgadas. Además, la instalación de adoquines puede requerir el cierre temporal de la vía, lo que puede afectar la movilidad de las personas. | adoquines en una ciclo via es que estos materiales pueden ser colocados sin necesidad de maquinaria pesada, lo que puede reducir los costos de construcción y minimizar el impacto en el entorno | la instalación de adoquines puede requerir de habilidades y conocimientos específicos para asegurar una colocación adecuada y uniforme. Además, la remoción y reemplazo de adoquines para realizar reparaciones puede ser un proceso laborioso y costoso. | pueden ser utilizados para construir superficies permeables que permiten el drenaje natural del agua de lluvia, lo que puede reducir el riesgo de inundaciones en la zona | los adoquines pueden resultar resbaladizos en condiciones húmedas, lo que puede aumentar el riesgo de accidentes para los usuarios de la vía. Además, la instalación de adoquines en suelos blandos o inestables puede requerir de trabajos adicionales de compactación y estabilización del terreno. | estos materiales pueden tener una vida útil larga y requerir poco mantenimiento, lo que puede resultar en ahorros a largo plazo en costos de reparación y mantenimiento. Además, los adoquines pueden ser producidos localmente, lo que puede fomentar la economía local | la instalación de adoquines puede ser más costosa que otros materiales de construcción para ciclovías, y puede requerir de mano de obra especializada para garantizar una colocación adecuada. Además, la resistencia al desgaste de los adoquines puede verse afectada por el tráfico pesado de vehículos |
| | 4 | 2 | 5 | 3 | 4 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| | 3 | | 4 | | 3.5 | | 3.5 | | 4 | |

| PROPUESTAS | ASPECTOS | | | | | | | | | |
|------------|---|---|---|--|---|---|---|--|--|---|
| CONTEXTO | SEGURIDAD | | SOCIAL | | CONSTRUCTIVO | | GEOGRAFICO | | ECONOMICO | |
| | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO |
| PAVIMENTO | trabajar con asfalto en una ciclo via es que este material proporciona una superficie uniforme y sin obstáculos para los usuarios de la vía, lo que puede reducir el riesgo de accidentes. Además, el asfalto puede ser diseñado para proporcionar mayor adherencia, lo que puede mejorar la seguridad en condiciones | el asfalto puede ser resbaladizo en condiciones húmedas o aceitosas, lo que puede aumentar el riesgo de accidentes. Además, el uso de asfalto puede contribuir a la contaminación acústica y puede tener un impacto negativo en la salud de los usuarios de la vía y los residentes cercanos. | trabajar con asfalto en una ciclo via es que este material puede ser más cómodo y accesible para usuarios de todas las edades y habilidades, lo que puede fomentar el uso de bicicletas y la actividad física. Además, el asfalto puede proporcionar una superficie más agradable para los usuarios de la vía, lo que puede mejorar la calidad de vida en la zona | el uso de asfalto puede contribuir a la contaminación del aire y al calentamiento global, lo que puede tener un impacto negativo en la salud y el medio ambiente. Además, la construcción de ciclovías puede tener un impacto negativo en las comunidades locales, si no se consulta adecuadamente a los residentes y se | material es relativamente fácil de instalar y puede ser utilizado en una variedad de terrenos y situaciones. Además, el asfalto puede ser diseñado para adaptarse a las necesidades específicas de la ciclo via, como el uso de pinturas y señalizaciones para indicar las zonas de tráfico y las áreas de descanso | el asfalto puede requerir un mantenimiento regular para evitar el desgaste y la aparición de baches, lo que puede aumentar los costos de construcción a largo plazo. Además, el asfalto puede tener un impacto ambiental negativo si no se maneja adecuadamente, especialmente en términos de eliminación de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero. | este material es resistente a las condiciones climáticas variables, como las lluvias y la humedad. Además, el asfalto es un material duradero que puede resistir la exposición a la luz solar y la acción del tráfico, lo que lo hace adecuado para su uso en zonas de alto tráfico en la región. | el asfalto puede contribuir al efecto de isla de calor en áreas urbanas, lo que puede aumentar las temperaturas locales y el consumo de energía. Además, el uso de asfalto puede tener un impacto negativo en la calidad del aire y la salud de los residentes cercanos, especialmente si no se maneja adecuadamente la eliminación de residuos. | trabajar con asfalto en una ciclo via es que este material puede ser más económico y fácil de instalar que otros materiales, lo que puede resultar en menores costos de construcción. Además, el asfalto puede ser reparado y repavimentado con relativa facilidad, lo que puede resultar en menores costos de mantenimiento | el asfalto puede requerir mantenimiento frecuente debido al desgaste y daño por el tráfico, lo que puede aumentar los costos a largo plazo. Además, el uso de asfalto puede contribuir al efecto de isla de calor en áreas urbanas y puede tener un impacto ambiental negativo. |
| | 5 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 |
| | 4.5 | | 3.5 | | 3.5 | | 4 | | 4 | |

| PROPUESTAS | | ASPECTOS | | | | | | | | | |
|------------|--|--|---|--|---|--|---|---|--|--|--|
| CONTEXTO | SEGURIDAD | | SOCIAL | | CONSTRUCTIVO | | GEOGRAFICO | | ECONOMICO | | |
| | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | POSITIVO | NEGATIVO | |
| CONCRETO | material proporciona una superficie estable y antideslizante que reduce el riesgo de accidentes. Además, el concreto puede ser diseñado para incluir marcas y señalización de tráfico, lo que mejora la seguridad y la visibilidad de la ciclo vía para los usuarios y conductores | la construcción con concreto puede requerir la interrupción del tráfico y la creación de desvíos, lo que puede aumentar el riesgo de accidentes en la zona de construcción. Por lo tanto, es importante diseñar la ciclo vía de concreto con cuidado y considerar la seguridad de los usuarios | este material proporciona una superficie resistente y duradera que puede soportar el uso intensivo y la exposición a las inclemencias del tiempo. Esto puede aumentar la accesibilidad y la seguridad para los usuarios, lo que puede fomentar un mayor uso de la ciclo vía | la construcción de una ciclo vía de concreto puede tener un impacto visual y acústico en la comunidad circundante, lo que puede afectar la calidad de vida de los residentes. Además, el costo del proyecto puede limitar la capacidad de la comunidad para financiar otras iniciativas. | este material es fácil de manejar y moldear, lo que permite la creación de superficies suaves y uniformes. Además, el concreto puede ser diseñado para adaptarse a las necesidades específicas de la ciclo vía, como la creación de rampas de acceso y zonas de descanso. | concreto puede requerir un proceso de curado prolongado, lo que puede aumentar el tiempo y los costos del proyecto. Además, la creación de una base sólida para el concreto puede requerir la excavación de grandes áreas y la eliminación de materiales existentes, lo que puede aumentar los costos y el impacto ambiental del proyecto. | este material es resistente a las condiciones climáticas variables, como las lluvias y la humedad. Además, el concreto es un material duradero que puede resistir la exposición a la luz solar y la acción del tráfico, lo que lo hace adecuado para su uso en zonas de alto tráfico en la región. Además, el concreto puede ser diseñado para adaptarse a las necesidades específicas de la ciclo vía. | el concreto puede ser más costoso que otros materiales, lo que puede aumentar los costos de construcción a largo plazo. Además, el uso de concreto puede tener un impacto negativo en el medio ambiente si no se maneja adecuadamente la eliminación de residuos. | este material es duradero y requiere poco mantenimiento, lo que reduce los costos a largo plazo. | el costo inicial del concreto puede ser más alto que otros materiales, lo que puede aumentar los costos de construcción. Además, el proceso de fabricación y transporte de concreto puede generar emisiones de gases de efecto invernadero y consumir mucha energía, lo que puede aumentar los costos indirectos del proyecto. | |
| | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | |
| | 4 | | 4 | | 4 | | 3.5 | | 3.5 | | |

Nota. Matriz Multicriterio para la toma de decisión

Criterios para la toma de decisiones en las propuestas de acuerdo a la matriz:

Tabla 2

Matriz de clase y nivel

| Clase | Nivel | Descripción |
|------------------------------------|-------|---|
| Factible (alta prioridad) | 5 | El proyecto cumple con todas las expectativas del aspecto se genera, bastante conveniente |
| Alto (Factibilidad alta) | 4 | El proyecto cumple con algunas de las expectativas del aspecto, tiene una actividad buena ante los objetivos de la propuesta |
| Medio (factibilidad no recomendad) | 3 | el proyecto es semitolerable. Sin embargo, se podría buscar mejorar o buscar una alternativa mas acertiva a los objetivos |
| Bajo (baja factibilidad) | 2 | El aspecto es bastante bajo en cuanto a expectativas siendo casi nada factible de su operación y/o durante su construcción podría generar algunos riesgos |
| Muy bajo (no hay factibilidad) | 1 | El proyecto no aporta nada positivo para el proyecto planteado en todos sus items podría salirse de las directrices del proyecto |

Nota. Matriz criterio para la toma de decisión

Tabla 3

Tabla de Valoración, generada de la matriz multi criterio

| Valoración de oportunidad de factibilidad | | | |
|---|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| valoracion positiva | | valoracion negativa | |
| CUNTITATIVA | CUALITATIVA | CUNTITATIVA | CUALITATIVA |
| | | | |
| 4,4 | Alto (Factibilidad alta) | 2,8 | Bajo (baja factibilidad) |

Nota. Tabla de Valoración de oportunidad de Factibilidad.

Como primer paso en la elaboración de la matriz multi criterio se definió el objetivo de la matriz, en este caso dicho objetivo es brindar un aporte claro de cuál es la mejor propuesta para la construcción de un bicirrail bidireccional y un sendero peatonal para el campus La Santa María de la Universidad La Gran Colombia, dentro de las propuestas a escoger se plantearon diseños en pavimento rígido (concreto), pavimento flexible (asfalto) y pavimento articulado (adoquín).

Posteriormente se definieron criterios relevantes a tener en cuenta para este proyecto como lo son la seguridad, resistencia y durabilidad, costos y procesos constructivos, teniendo en cuenta en cada uno de ellos los aspectos positivos y negativos

Luego, teniendo ya las características de cada una de las opciones de los pavimentos considerados en la propuesta, se procede a verificar los resultados de la valoración de oportunidad de factibilidad, este valor iría de 0 a 5, siendo cero poco factible y 5 como la

mejor opción para tomar. Esta valoración de oportunidad de factibilidad arrojó un resultado de 4,4 para el pavimento adoquinado, 4,4 para el pavimento flexible y 4,2 para el pavimento rígido.

9.3 Fase 3: Propuesta

Para dar respuesta a la propuesta realizada de este trabajo nos basamos en los objetivos planteados donde contemplan diagnosticar y plantear posibles soluciones, con aplicación de un prediseño, basados en la guía de ciclo -infraestructura dado a esto tomamos un sendero peatonal en adoquín en arcilla con un ancho de 1.5 m, junto a un diseño bidireccional para la ciclo ruta en superficie asfáltica con un ancho de 3m, basándonos en los resultados que arrojó la matriz multi criterio, estas dos propuestas se generan para los 426 m con los que cuenta la vía ya existente y en los cuales se toma como punto de partida la entrada principal de la finca, hasta la zona de parqueaderos que tiene dispuesta esta. El diseño contará también con su respectivo diseño de una cuneta verde con una pendiente transversal del 2% de forma trapezoidal o uve, como alternativa para la recolección de aguas pluviales, este diseño de cunetas está pensando principalmente en el ecosistema con el que cuenta la finca La Santa María; ya que este tipo de cuneta verde permite la infiltración natural del suelo a través de la capa permeable de vegetación de la cuneta.

Actualmente en el estudio de suelos realizados según (Garzón Mesa, Pérez Araque, & Rivera Buitrago, 2015) “La rasante de la zona de diseño está conformada por arcillas de alta compresibilidad, también se encuentran limos y arenas limo arcillosas, lo que genera una estabilización en días secos pero que en tiempos de inundación generan un difícil acceso

por la inestabilidad que tienen las arcillas con saturación de agua, se concluye que los materiales ensayados son suelos arcillosos blandos que se encuentran sobre consolidados lo cual permite la construcción de edificaciones de categoría baja y media sin presentar asentamientos grandes.

Tabla 4

Tabla del perfil típico

| MATERIAL | PROFUNDIDAD (m) | |
|---|-----------------|-------|
| | Desde | Hasta |
| Limo Orgánico | 0.0 | 2.0 |
| Arcilla habana oxidada | 2.0 | 5.0 |
| Arcilla Limo Arenosa café oscura con vetas de oxidación | 5.0 | 8.0 |
| Arena fina gris | 8.0 | 9.0 |

Nota. Tabla del perfil de típico encontrado en la zona de estudio

9.3.1 Parámetro de diseño

Pendiente uniforme del tramo natural, cotas tomadas del terreno.

$$P = \frac{(2556 - 2555)}{435 \text{ m}} * 100 = 4.35 \%$$

Figura 24

Perfil de elevación



Nota: Perfil elevación de Google Earth

Dado que no contamos con un perfil en campo nos basamos en estos puntos de elevación para continuar con la propuesta de accesibilidad para peatones y bici-usuarios campus finca la santa maría.

9.3.2 Parámetro de diseño

Velocidad de referencia

Según (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) La velocidad para la cual se diseña la ciclo-infraestructura es de gran importancia, ya que determina el radio y el peralte de las curvas y las distancias mínimas de visibilidad. Asimismo, afecta el espacio requerido al circular en bicicleta y, por lo tanto, condiciona el ancho necesario de las vías ciclistas.

Tabla 5

Tabla de Velocidad de diseño en función de la pendiente de la calle

| PENDIENTE | LONGITUD DE TRAMO | | |
|-----------|-------------------|------------|---------|
| | 25 - 75 m | 75 - 150 m | > 150 m |
| 3 - 5 % | 35 km/h | 40 km/h | 45 km/h |
| 6 - 8 % | 40 km/h | 45 km/h | 50 km/h |
| 9 % | 45 km/h | 50 km/h | 55 km/h |

Fuente: Elaboracion propia a partir de "Ciclociudades" Tomo V. (ITDP & I-CE, 2011a)

Nota. Tabla Velocidad de diseño en función de la pendiente de la calle.

Basados en nuestra pendiente de 4.35 % y longitud del tramo de 435 m contamos con una velocidad de 45 km/h

9.3.3 Trazado en planta

Según (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) Para el trazado en planta se diferencia entre la curvatura en tramos y el radio de giro en intersecciones. En ambos casos se utiliza como referencia la velocidad de circulación, pero es mayor para el trazado de curvas en tramos (para no reducir sensiblemente la velocidad del ciclista), mientras que en las intersecciones la reducción de la velocidad es deseable (mayor seguridad) y el espacio suele ser más limitado.

Tabla 6

Radio mínimo para el trazado de curvas

| VELOCIDAD (km/h) | RADIO MÍNIMO DE CURVAS EN TRAMOS (m) | |
|------------------|--|---|
| | SUPERFICIE PAVIMENTADA (ASFALTO / CONCRETO) | SUPERFICIE DESTAPADA (GRAVILLA COMPACTADA) |
| 20 | 10 | 15 |
| 30 | 20 | 35 |
| 40 | 30 | 70 |

Fuente: FGSV, ERA 2010

Nota. Radio mínimo para el trazado de curvas en tramos de vías ciclistas

Contamos con un radio mínimo de 30 basados en nuestra velocidad de 45 km/h y con una superficie pavimentada en asfalto.

9.3.4 Pendientes longitudinales y transversales

Según (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) En relación con las pendientes longitudinales de las vías, hay que tener en cuenta que afectan no sólo al esfuerzo para ascender sino también la seguridad en los descensos. Salvo para los ciclistas de tipo deportivo, no son recomendables los trazados que superen un 6% de gradiente ascendente, ya que son poco cómodos y atractivos para los ciclistas urbanos cotidianos.

Tabla 7

Pendientes según longitud máxima permitida del tramo.

| PENDIENTE | LONGITUD MÁXIMA PERMITIDA DEL TRAMO |
|-------------|-------------------------------------|
| 3 - 6% | 500 m |
| 6 - 8% | 250 m |
| 8 - 10% | 90 m |
| más del 10% | 30 m |

Fuente: FGSV, ERA 2010

Nota. Pendientes según longitud máxima permitida del tramo.

Contamos con una pendiente de 4.35 % y una longitud de tramo permitida de 435 m

9.3.5 Distancia de visibilidad y de frenado

Según él (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) Un factor muy importante a considerar al diseñar la ciclo-infraestructura es la distancia para frenar con seguridad, la cual depende de las pendientes, la superficie del pavimento y su estado (mojado o seco), así como la velocidad del ciclista.

Tabla 8

La distancia para frenar con seguridad depende de las pendientes, la superficie del pavimento y su estado es la suma de la distancia de frenado más la distancia recorrida durante el tiempo de reacción que, como referencia, se supone de 2 segundos en los cálculos para la elaboración

velocidad de diseño de 40 km/h, se requiere una distancia de parada de 50 metros más la longitud recorrida durante el tiempo de reacción del ciclista (2 segundos), lo que supone una distancia adicional de unos metros circulando a dicha velocidad.

Distancia de frenado y de visibilidad en función de la velocidad y pendiente.

| VELOCIDAD DE DISEÑO | PENDIENTE DESCENDENTE | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | 0% | | 3% | | 6% | |
| | FRENADA | VISIBILIDAD | FRENADA | VISIBILIDAD | FRENADA | VISIBILIDAD |
| 20 km/h | 20 m | 31 m | 25 m | 36 m | 30 m | 41 m |
| 30 km/h | 35 m | 52 m | 40 m | 57 m | 45 m | 62 m |
| 40 km/h | 50 m | 72 m | 55 m | 77 m | 60 m | 82 m |

Fuente: elaboración propia a partir a partir de "Ciclociudades", Tomo IV (ITDP & I-CE, 2011a)

Nota. Distancia de frenado y de visibilidad en función de la velocidad y pendiente.

9.3.6 Diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito

Niveles de tránsito

Según (TRANSPORTE, 2007) Los métodos usuales para el diseño de pavimentos asfálticos consideran esta variable en términos de repeticiones de ejes de 80 kN en el carril de diseño, cuya valoración con cierto grado de confiabilidad exige un conocimiento más o menos preciso de la magnitud de las cargas pesadas circulantes, a efectos de establecer su respectiva equivalencia con el eje patrón de diseño. se indican las categorías de tránsito adoptadas por el Método AASHTO-93 en función de la categoría de tráfico, así:

Tabla 9

Tabla de categoría de tráfico

| Categoría de tráfico | Rango de ejes de 80 kN en el carril de diseño | h_{min} (mm) |
|----------------------|---|----------------|
| T1 | < 150.000 | 50 |
| T2 | 150.000 - 500.000 | 75 |

Nota: Categoría de tráfico por rango de ejes de carril de diseño

Basados que no contamos con un tráfico constante en el predio tomamos de la tabla la categoría T1 para la Obteniendo un valor de CBR correspondiente a 6.55% hallado a partir del promedio de los ensayos realizados y tomando el 100% de la densidad del suelo, siendo este un valor regular usado para la subrasante de una carretera

Categorías de subrasante

Con el propósito de establecer los tipos de estructura de pavimento más compatibles con la capacidad de soporte de la subrasante se han definido las categorías.

Tabla 10

Tabla de categoría de subrasante

| CATEGORÍA | CBR (%) | COMPORTAMIENTO COMO SUBRASANTE |
|-----------|-------------------|--------------------------------|
| S1 | $CBR \leq 3$ | Malo |
| S2 | $3 < CBR \leq 5$ | Regular |
| S3 | $5 < CBR \leq 10$ | Bueno |
| S4 | $CBR > 10$ | Muy Bueno |

Nota: Tabla de categoría de subrasante

Dado al CBR obtenido la categoría de subrasante es S3 lo cual indica tiene un comportamiento bueno como subrasante

9.3.7 MÉTODO ICPI

Método diseño pavimento articulado (icpi)

Subrasante:

Subrasante Mr

$$2555 \text{ Psi} \times CBR^{0,64}$$

$$2555 \text{ Psi} \times 6,55^{0,64}$$

Resultado 8507

Psi

Tránsito:

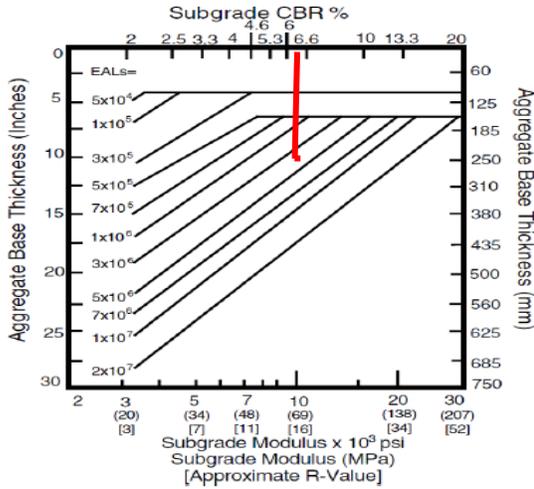
150,000

NT1

Adoquín + Base Granular.

Figura 25

Diseño de estructuras de pavimento en adoquines



Nota: Diseño de estructuras de pavimento en adoquines

Base granular (BG) = 21 cm

Tabla 11

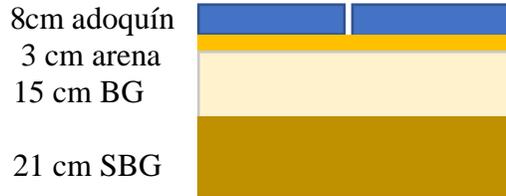
Tabla estructura implementada por diseño.

| Estructura | Espesor (cm) | CONSIDERACIONES |
|------------------------|--------------|--|
| Adoquín | 8 | DIMENSIONES FIJAS |
| Cama de arena | 3 | |
| Base granular (BG) | 15 | Se coloca el mínimo y se reparte con la capa de SBG |
| Subbase Granular (SBG) | 21 | El restante de la capa de BG (20 cm) se multiplica por el factor de conversión de 1,75 para saber nuestro espesor de SBG |

Nota: Estructura en adoquín.

Figura 26

Perfil de estructura implementada por diseño.



Nota: Detalle constructivo de estructura en adoquín.

Espesor base granular se obtiene un espesor de base granular BG de 21 cm aproximadamente. La estructura se distribuye de la siguiente manera: 8 cm del espesor de adoquín 3 cm de capa de arena, 15 cm de base granular y 21 cm de subbase granular.

Figura 27

Estructura tipo

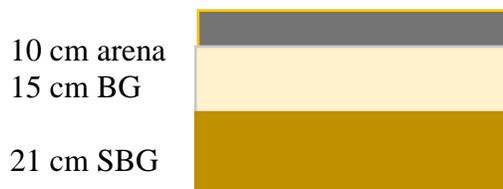
| CATEGORIA DE SUBRASANTE | ESTRUCTURAS TIPO | | | | | |
|--------------------------------|------------------|-----|---|-----|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| S1 $3 \leq \text{CBR}$ | | N/A | | N/A | | |
| S2 $3 < \text{CBR} \leq 5$ | | N/A | | N/A | | |
| S3 $5 < \text{CBR} \leq 10$ | | | | N/A | | |
| S4 $\text{CBR} > 10$ | | | | | | |

Nota: Estructura en tipo

Teniendo en cuenta el CBR de diseño 6.6 es superior al 5% no requiere mejoramiento y contamos con una categoría S3, seleccionamos la alternativa de estructura y hacemos la distribución de la siguiente manera: 10 cm del espesor de asfalto, 15 cm de base granular y 21 cm de subbase granular .

Figura 28

Perfil de estructura implementada por diseño.



Nota: Detalle constructivo de estructura en ciclorruta en asfalto.

9.3.8 Diseño ciclo vía y andén

El plano de la ciclorruta se ha diseñado utilizando el software de diseño llamado Civil 3D. La ciclorruta es un camino específicamente diseñado para ciclistas, proporcionando un entorno seguro y conveniente para el transporte en bicicleta.

El plano muestra el trazado de la ciclorruta en relación con las características geográficas y las infraestructuras existentes. El objetivo principal es crear un camino eficiente y directo, conectando diferentes puntos de interés, como parques, zonas deportivas, estradas primarias y secundarias, entre otras

En el plano, se pueden identificar varios detalles de información, se muestra el terreno existente, incluyendo colinas, cuerpos de agua, y otros elementos naturales relevantes. Esto permite tener en cuenta la topografía al diseñar el carril de bici usuarios, dado que el terreno es plano se evita pendientes pronunciadas o áreas difíciles de atravesar, Además se incluye detalle de infraestructuras existentes, vías de acceso aledañas, esto es importante para determinar las intersecciones con el tráfico vehicular y garantizar una integración segura del carril de bici usuarios en la red de transporte existente. Se pueden destacar cruces peatonales o señales de tráfico relevantes para garantizar la seguridad de los ciclistas.

La ciclorruta en sí se muestra como una línea continua en el plano, con dimensiones y detalles precisos. Esto incluye el ancho de la ruta, las curvas y giros necesarios, las áreas de descanso e hidratación, así como los puntos de conexión con otras infraestructuras, como estacionamientos para bicicletas o estaciones de transporte público.

9.3.9 Perfil con bombeo

El plano en perfil de la ciclorruta muestra una representación vertical detallada de la ruta, incluyendo el ancho de la franja peatonal y la franja asfáltica bidimensional, así como el bombeo en el asfalto.

En primer lugar, se observa una línea horizontal que representa el terreno existente. A partir de esta línea, se eleva una curva suave que representa la franja asfáltica bidireccional de la ciclorruta. Esta franja tiene un ancho de 3 metros y está diseñada para proporcionar un espacio adecuado para que los ciclistas se desplacen de manera segura y cómoda.

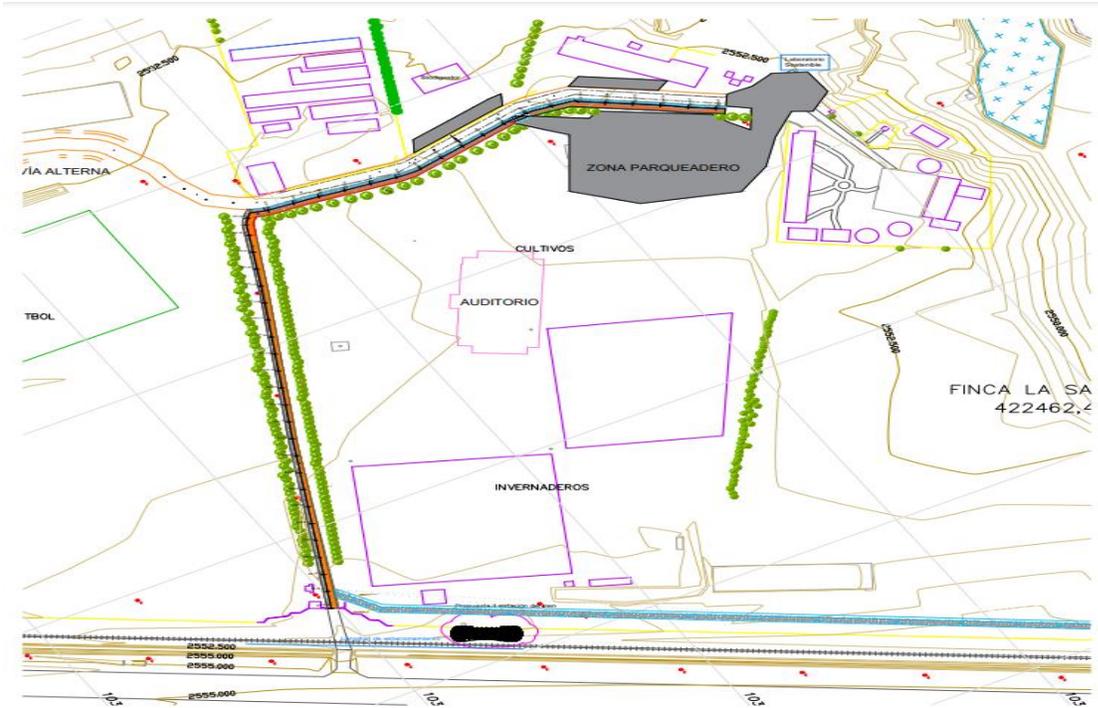
La curva de la franja asfáltica muestra un peralte del 1,5%. Esto significa que el lado exterior de la ciclorruta está ligeramente más elevado que el lado interior, lo que ayuda a drenar el agua de lluvia y proporciona estabilidad adicional para los ciclistas al tomar curvas. El peralte del 1,5% garantiza que la superficie de la ciclorruta sea inclinada pero no excesivamente pronunciada.

En el plano en perfil también se muestra una línea horizontal adyacente a la franja asfáltica, que representa la franja peatonal. Esta franja tiene un ancho de 1,5 metros y está separada de la ciclorruta por una línea de demarcación clara. La franja peatonal proporciona espacio para que los peatones caminen de forma segura, separados de los ciclistas y el tráfico vehicular.

El pavimento de la ciclovía debe garantizar un desplazamiento rápido, seguro y cómodo para los ciclistas, por lo tanto, es crucial poner especial atención a los estándares y detalles de construcción para asegurar que estas características se cumplan. La superficie recomendada es de mezcla asfáltica, básicamente porque entrega una sola superficie lo que garantiza una uniformidad óptima.

Figura 29

Plano topográfico Campus La Santa María



Nota: Plano topográfico.

9.3.10 *Mobiliario Urbano*

A continuación, se relacionan los elementos del mobiliario urbano, que se implementará en el diseño de la ciclorruta para hacer de ella más amena con los usuarios.

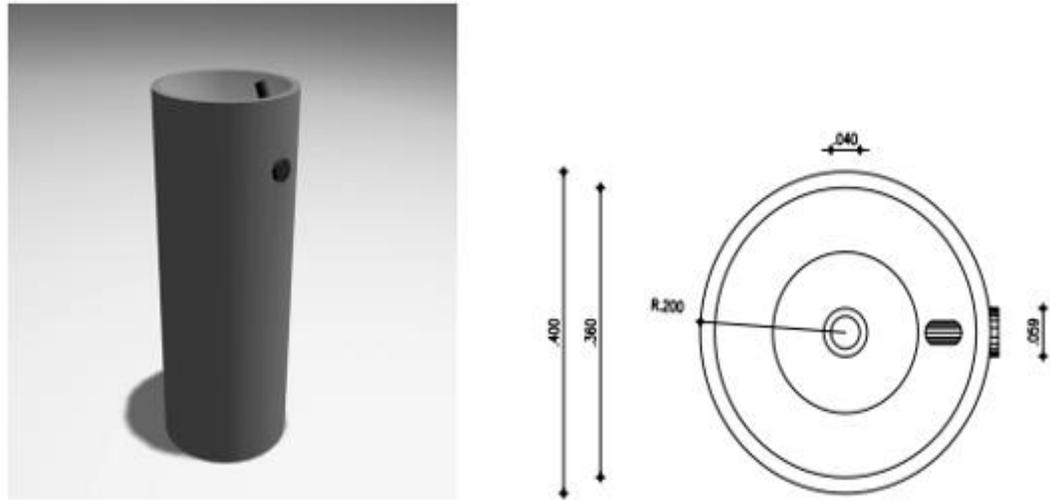
9.3.11 *Bebedero:*

Fuente pública que surte de agua potable al transeúnte, es una poceta en acero inoxidable cuenta con una base de soporte en concreto de 3000 psi. Para su ubicación se debe hacer en sitios de alta afluencia de público, pero evitando que obstruyan la circulación tanto de peatones como de los bici usuarios. Este bebedero se dispondrá en la entrada al

campus y solo se colocará uno de estos ya que el tramo a intervenir es de menos de medio kilómetro.

Figura 30

Bebederos



Nota. Normativa de los bebederos.

9.3.12 Canecas en acero inoxidable:

Tambores y tapas en lamina de acero inoxidable, soldada, unidos por paraleles redondos metálicos. Estas se ubican, una en la entrada al campus y la otra al finalizar el tramo a intervenir, más específicamente en la zona destinada a parqueaderos.

Figura 31

Canecas



Nota. Canecas de Acero Inoxidable

9.3.13 Ciclo parqueadero:

Tubos metálicos dobles con diámetro de 2" y 1 ½", para el parqueo de bicicletas en ambos costados, en pintura electrostática. Para su instalación se requiere fundir una base en concreto de 30 cm de profundidad dentro el cual se embebe el tubo de 2". Este ciclo parqueadero se diseñará al finalizar el tramo a intervenir, ubicados en la zona de parqueaderos.

Figura 32

Ciclo Parqueadero



Nota. Estructura Metálica para Bicicletas.

Tabla 12

Presupuestos (Basados en memoria descriptivas)

| DESCRIPCION DEL OBJETO | | Construccion de ciclo ruta bidireccional con franja peatonal en el campus la santa maria | | | | |
|--|------------|--|-----|----------|-----------------|--------------------------|
| PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA | | | | | | |
| ITEM | CODIGO IDU | DESCRIPCION | UND | CANT | VALOR | VALOR TOTAL |
| PRESUPUESTO CICLORUTA | | | | | | |
| PRELIMINARES | | | | | | |
| 1.1 | 1023 | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO A TODO COSTO. NIVEL DE COMPLEJIDAD MEDIO. Incluye personal, equipos, costos operacionales, procesamiento y entrega de la información, todos los costos indirectos e IVA. | M2 | 3.000,00 | \$ 900,00 | \$ 270.000,00 |
| 1.2 | 4604 | DESCAPOTE A MAQUINA EN MATERIAL COMUN (e=0.1m. Incluye Cargue). INCLUYE DISPOSICION FINAL DE ESCOMBROS | M2 | 3.000,00 | \$ 2.902,00 | \$ 870.600,00 |
| CONSTRUCCION | | | | | | |
| 2.1 | 4601 | CONSTRUCCION DE CICLORRUTA, INCLUYE OBRAS CIVILES, DEMARCACION, SEÑALIZACION VERTICAL (Calculado para un tramo representativo de 100 mt.) MEMORANDO SGI-20143050575033 | ML | 1.020,00 | \$ 177.443,00 | \$ 1.809.918,60 |
| 2.2 | 4607 | CONSTRUCCION DE CAMINO CON SUBBASE GRANULAR TIPO C SBG-C e=0.30MT | M2 | 3.050,00 | \$ 11.996,00 | \$ 36.587.800,00 |
| 2.3 | 4710 | DEMARCACION CON PINTURA TERMOPLASTICA PARA CICLORUTAS (INCLUYE SUMINISTRO, APLICACION) A=10 CM | ML | 2.040,00 | \$ 5.568,00 | \$ 1.135.872,00 |
| 2.4 | 3696 | PISO EN ADOQUIN DE ARCILLA 26x6x6cm (Suministro e Instalación. Incluye Base 3cm Arena Nivelación y Arena de Sello) | M2 | 1.530,00 | \$ 16.314,00 | \$ 24.960.420,00 |
| 2.5 | 3210 | BORDILLO PREFABRICADO A80 (Suministro e Instalación. Incluye 3cm Mortero de Nivelación 2000 PSI) | ML | 2.040,00 | \$ 15.684,00 | \$ 31.995.360,00 |
| 2.6 | 10626 | SEÑAL CICLORUTA SIC-02, TABLERO 0.70M X 0.18M. INCLUYE POSTE. SUMINISTRO E INSTALACIÓN | UN | 12,00 | \$ 146.250,00 | \$ 1.755.000,00 |
| URBANISMO | | | | | | |
| 3.1 | 11794 | PUNTO ECOLÓGICO COMPUESTO POR 2 CANECAS TIPO BARCELONA M-121 | UN | 2,00 | \$ 1.162.688,00 | \$ 2.325.376,00 |
| 3.2 | 6675 | CICLO-PARQUEADERO M101 | UN | 3,00 | \$ 357.813,00 | \$ 1.073.439,00 |
| 3.3 | 5847 | Bebedero M-110 Inc.Dado 3000psi(Sumi+ Instal) ** | UN | 3,00 | \$ 618.895,67 | \$ 1.856.687,01 |
| | | SUBTOTAL | | | | \$ 98.244.370,60 |
| | | Subtotal | | | | \$ 98.244.370,60 |
| | | AIU (15-5-5)30% | | | 25% | \$ 24.561.092,65 |
| | | TOTAL | | | | \$ 122.805.463,25 |
| GRAN TOTAL | | | | | | \$ 221.049.833,85 |
| NOTA: El cuadro de presupuestos mostrado corresponde a recursos propios | | | | | | |

10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La propuesta de accesibilidad para peatones y bici-usuarios en el campus La Santa María de la Universidad la Gran Colombia tiene como objetivo mejorar el tramo de accesibilidad al campus, implementando una Cicloruta y un sendero peatonal, esto permitirá incentivar a los estudiantes a conocer este campus. Esta iniciativa lleva a pensar en un futuro en que la universidad cree un campus accesible, cómodo y agradable para los estudiantes y personas que deseen visitar este espacio con el que cuenta la universidad, al mejorar las condiciones del campus se pretende incentivar a invertir y crear un campus que llegue a competir con otras universidades como se mostró en las comparativas que se realizaron en este proyecto, si bien, este proyecto es algo pequeño en comparación con futuras alternativas y propuestas que tenga pensada la Universidad, si permite dar un primer paso para mejorar e invertir en un mejor campus en el cual, porque no, llegar a ser una nueva sede en la cual se puedan brindar las carreras con las cuales dispone nuestra universidad, o porque no albergar un magnífico centro de laboratorios que permitan un mejor y más amplio desarrollo de los estudiantes que quieran ingresar a la universidad la Gran Colombia.

Por último y el motivo principal por el que se genera este proyecto y esta propuesta es, brindar una alternativa para todos los estudiantes que se les dificulta la forma de transporte para poder llegar al campus, brindándoles la posibilidad de transportarse en un medio amigable con el medio ambiente, cómodo y por sobre todas las cosas económico como es la bicicleta, generando un mayor incentivo por este tipo de vehículos y brindando la posibilidad de que muchos más estudiantes vayan y conozcan el magnífico campus con el

que cuenta la Universidad y por qué no, así como nosotros lo pensamos con este proyecto, muchos estudiantes se animen con desarrollar futuros trabajos, y proyectos que los hagan parte del avance ya sea tecnológico, de desarrollo, social o constructivo del progreso del campus La Santa María de la Universidad La Gran Colombia.

11 CONCLUSIONES

- El mejoramiento en la accesibilidad al campus La Santa María permite motivar a los estudiantes a utilizar la bicicleta como medio de transporte alternativo a los buses o carros, promoviendo la actividad física, reduciendo el sedentarismo y sus efectos negativos.

- Al realizar la caracterización del suelo, se tiene un CBR de 6.55% el cual corresponde a un valor regular para un material, donde de acuerdo a la clasificación del sistema unificado, el suelo puede ser parte de una subrasante de una calidad regular.

- Al fomenta el uso de la bicicleta se disminuye la emisión de gases contaminantes lo que permite ayudar al medio ambiente.

- La implementación de rampas de acceso facilita la movilidad dentro del campus para todas las personas, independientemente de sus discapacidades podrán sentirse cómodos dentro del campus, promoviendo así la inclusión de todo ser humano.

- El mejoramiento en la accesibilidad al campus permitirá un mejor aprovechamiento de las zonas verdes con las que cuenta el campus, brindando espacios para un descanso cómodo y tranquilo al aire libre.

- El mejoramiento de la entrada al campus y la implementación de una ciclovía y el sendero permitirá mejorar la estética del entorno, creando espacios más agradables y acogedores para la comunidad estudiantil.

- Con la realización del proyecto se genera una mayor implementación del uso de la bicicleta, con esto, se puede llegar a reducir la congestión del tráfico a todas aquellas personas que se quieran desplazar al campus de la Universidad la Gran Colombia, mejorando la movilidad y reduciendo el estrés que producen los trancones.

12 BIBLIOGRAFÍA

Alvarez Pabón, J. A., & Londoño Naranjo, C. A. (2008). *INVIAS*. Obtenido de INVIAS:

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>

BRICEÑO CAMACHO, M. (8 de Octubre de 2023). Vías acceso Campus Finca La Santa María. Chía , Vereda , Colombia.

Campus Universidad de la Sabana. (s.f.). Obtenido de https://orientacion.universia.net.co/que_estudiar/universidad-de-la-sabana-61.html

CICLOPARQUEADEROS COLOMBIA. (s.f.). Obtenido de https://www.cicloparqueaderoscolombia.com/?doing_wp_cron=1708662772.1097750663757324218750

Constru Neic. (s.f.). Pavimento en Concreto. *Pavimento en Concreto*. Obtenido de <https://construneic.com/pavimentos/pavimento-rigido/>

EcoApps. (s.f.). Señalización Ciclistas, Señales Reglamentarias. *Señalización Ciclistas*. Obtenido de <https://www.ecoapps.com.co/senalizacion-ciclistas-senales-reglamentarias/>

Fierro, A. (Octubre de 2023). Matriz de Clase y Nivel.

Fierro, A. (Octubre de 2023). Matriz Multicriterio.

Fierro, A. (Octubre de 2023). Presupuesto.

FIERRO, A. (ENERO de 2024). Pendiente Longitudinal.

Fierro, A. (Enero de 2024). Perfil.

FIERRO, A. (ENERO de 2024). Perfil Longitudinal.

- Garzón Mesa, J. L., Pérez Araque, A. C., & Rivera Buitrago, K. Y. (2015). *Repositorio Universidad la Gran Colombia*. Obtenido de [https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3554/Caracterizaci%
c3%b3n_geot%
c3%a9cnica_subsuelo_LaSantaMar%
c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3554/Caracterizaci%c3%b3n_geot%c3%a9cnica_subsuelo_LaSantaMar%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Garzón Reina, A. M., & Hernández Mendez, L. Y. (s.f.). *Repositorio Universidad Piloto*. Obtenido de Repositorio Universidad Piloto: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5711/CARTILLA.pdf?sequence=2>
- Google Earth. (s.f.). Campus Finca la Santamaría. *Campus Finca la Santamaría*. Obtenido de <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>
- Instituto colombiano de Geología y Minería. (s.f.). *Secretaría Distrital de Ambiente*. Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente: <https://www.ambientebogota.gov.co/aguas-subterranas>
- MANTENIMIENTO DE VÍAS*. (s.f.). Obtenido de MANTENIMIENTO DE VÍAS: <https://www.mantenimientodevias.com/productos/ciclorutas/>
- Pérez García, R. A. (JUNIO de 2010). *Biblioteca Usac*. Obtenido de Biblioteca Usac: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3151_C.pdf
- Prepeniel. (s.f.). Adoquín. *Adoquín*. Obtenido de <https://www.prepeniel.com/adoquin-traffic-peatonal>
- SÁNCHEZ CASTILLO , X. A. (2003). *Repositorio UniAndes*. Obtenido de Repositorio UniAndes: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/6f011213-8675-4efb-be13->

9a294063ecb5/content#:~:text=Un%20pavimento%20articulado%20esta%20compuesto,restricciones%20laterales%20de%20confinamiento%20adecuadas.

Secretaría Distrital de Planeación-Dirección del Taller del Espacio Público. (s.f.). *Secretaría de Ambiente*. Obtenido de Secretaría de Ambiente : <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/626774/cartilla+andenes+modificacion.pdf/15ad777d-60fa-4b13-ab85-556b6055daf8>

Secretaría Planeación de Bogotá. (s.f.). Canecas Acero Inoxidable. Obtenido de https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/generales/anexo_mobiliario_mep_.pdf

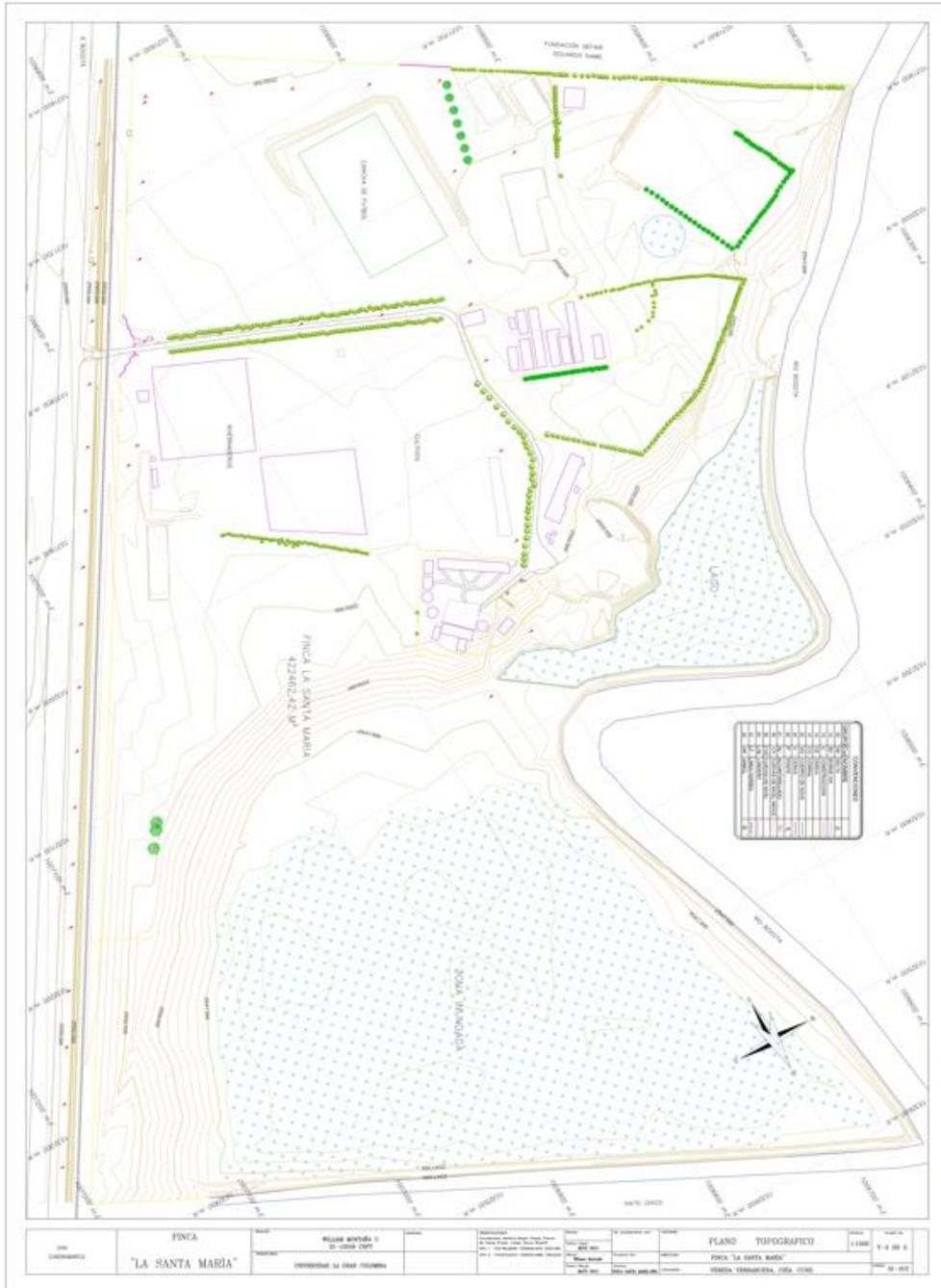
ÚNICO ASFALTOS. (s.f.). *Unico Asfaltos*. Obtenido de Unico Asfaltos: <https://unicoasfaltos.es/pavimento-asfaltico/#:~:text=Pavimento%20asf%C3%A1ltico&text=Son%20aquellas%20superficies%20en%20las,la%20destilaci%C3%B3n%20del%20petr%C3%B3leo%20crudo>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. (s.f.). Vías Acceso Universidad Nacional. *Vías Acceso Universidad Nacional*. Obtenido de <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/facultad/organigrama/item/200-universidad-nacional-de-colombia-en-la-lista-de-los-rankings-2018-de-qs-word-university.html>

Vías Acceso Campus Universidad Militar Nueva Granada. (s.f.). Obtenido de <https://www.umng.edu.co/proyecto-campus1>

13 ANEXOS

ANEXO A. PLANO TOPOGRÁFICO FINCA LA SANTA MARÍA



| | | | | | | | | | |
|----|--|---|---|--|----|----------------|---|---|---|
| 20 | | 2 | | con Barreno | | no | | | |
| 21 | | 3 | 3 | Arcilla habana Oscura, Pocos lentes de Arena, Presencia de Material Blanco. | | Barreno | | | |
| 22 | | 3 | 4 | Arcilla habana Oscura, Pocos lentes de Arena, Presencia de Material Blanco. | 4 | Shelby | | | |
| 23 | | 4 | 5 | Arcilla habana clara con presencia de arena | | Barreno | | | |
| 24 | | 5 | 5 | Arcilla Habana clara, Punta Gris | 5 | Estandar | 2 | 1 | 2 |
| 25 | | 5 | 6 | Arcilla Habana Clara, Espejos de arena en gran cantidad | 5 | Barreno | | | |
| 26 | | 6 | 6 | Habana Clara, Espejos de arena en gran cantidad | 6 | Shelby | | | |
| 27 | | 6 | 6 | Limpieza se encontro una leve capa de arena y volvio a ser limo. | | Barreno | | | |
| 28 | | 6 | 7 | Limo Oscuro | 7 | Shelby | | | |
| 29 | | 7 | 7 | Limo con capa intermedia de Arena (2 muestras) | 8 | Estandar | 6 | 4 | 3 |
| 30 | | 7 | 8 | Arcilla Color Gris con capa de Arena | 9 | Shelby | | | |
| 31 | | 7 | 8 | Arcilla Color Gris con capa de Arena | 9 | Barreno | | | |
| 32 | | 8 | 8 | Limpieza Arcilla Gris con Lentes de arena | 9 | Barreno | | | |
| 33 | | 8 | 9 | Se introdujo el Shelby y se encontro arena gris con gran cantidad de agua por lo que se recupero en bolsa. | 10 | Shelby (Bolsa) | | | |
| 34 | | 9 | 9 | Se encontro hasta 9.70 arena gris | 11 | Estandar | 1 | 3 | 3 |
| 35 | | 9 | 9 | 9.70 a 9.90 una mezcla de arcilla gris y limo | | Barreno | | | |

| PERFORACION | | | |
|--------------|---|----|----------------------|
| Proyecto | Caracterizacion Geotecnica Finca "La Santa Maria" | No | 2 |
| Localizacion | Finca La Santa Maria Km 25 Autopista Norte | | Color de Rotulo Care |

| CEN DA | | AGOSTO 2014 | | | NIVEL FREÁTICO a 8m | | | | |
|---------------|------------|----------------|--------------|---|---------------------|----------|----------|----|----|
| Escala (m) | Perfi l | De (m) | Hasta (m) | Descripción Visual | Muestra No | Tipo | MUESTRAS | | |
| | | | | | | | N | #C | #O |
| 0,0 | | 0 | 0,6 | Se realiza el descapote inmediatamente se observo arcilla amarilla con óxido | | | | | |
| 0,1 | | | | | | | | | |
| 0,2 | | | | | | | | | |
| 0,3 | | | | | | | | | |
| 0,4 | | | | | | | | | |
| 0,5 | | | | | | | | | |
| 0,6 | | 0,6 | 1,2 | Arcilla color habana oxidada | 1 | Estandar | 2 | 5 | 4 |
| 0,7 | | | | | | | | | |
| 0,8 | | | | | | | | | |
| 0,9 | | | | | | | | | |
| 1,0 | | | | | | | | | |
| 1,1 | | | | | | | | | |
| 1,2 | | 1,2 | 1,6 | Arcilla Color Habana con óxido. Se tomo muestra en bolsa | 1,1 | Barreno | | | |
| 1,3 | | | | | | | | | |
| 1,4 | | | | | | | | | |
| 1,5 | | | | | | | | | |
| 1,6 | | | | | | | | | |
| 1,7 | | | | | | | | | |
| 1,8 | | 1,8 | 2,6 | Arcilla Habana con óxido | 2 | Shelby | | | |
| 1,9 | | | | | | | | | |
| 2,0 | | | | | | | | | |
| 2,1 | | | | | | | | | |
| 2,2 | | | | | | | | | |
| 2,3 | | | | | | | | | |
| 2,4 | | 2,4 | 2,8 | Limpieza - Arcilla habana con vetas de óxido | | Barreno | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | |
| 2,6 | | | | | | | | | |
| 2,7 | | | | | | | | | |
| 2,8 | | | | | | | | | |
| 2,9 | | | | | | | | | |
| 2,9 | | 2,9 | 3,4 | Arcilla Habana con óxido | 3 | Estandar | 1 | 1 | 1 |
| 3,0 | | | | | | | | | |
| 3,1 | | | | | | | | | |
| 3,2 | | | | | | | | | |
| 3,3 | | | | | | | | | |
| 3,4 | | | | | | | | | |
| 3,5 | | 3,5 | 4,3 | Limpieza, Arcilla Habana con óxido se toma muestra de 4.10 a 4.30 | 3,1 | Barreno | | | |
| 3,6 | | | | | | | | | |
| 3,7 | | | | | | | | | |
| 3,8 | | | | | | | | | |
| 3,9 | | | | | | | | | |
| 4,0 | | | | | | | | | |
| 4,0 | | 4,0 | 4,7 | Arcilla Habana con un lente bajo de arena Se tomo muestra 4.1 m , Arcilla con bajos lentes de limo con óxido | 4 | Estandar | 4 | 7 | 5 |
| 4,1 | | | | | | | | | |
| 4,2 | | | | | | | | | |
| 4,3 | | | | | | | | | |
| 4,4 | | | | | | | | | |
| 4,5 | | | | | | | | | |
| 4,6 | | 4,6 | 5,5 | Limpieza - Arcilla habana con vetas color gris | 4,2 | Barreno | | | |
| 4,7 | | | | | | | | | |
| 4,8 | | | | | | | | | |
| 4,9 | | | | | | | | | |
| 5,0 | | | | | | | | | |
| 5,1 | | | | | | | | | |
| 5,2 | | 5,2 | 5,8 | Arcilla Gris | 5 | Shelby | | | |
| 5,3 | | | | | | | | | |
| 5,4 | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | |
| 5,6 | | | | | | | | | |
| 5,7 | | | | | | | | | |
| 5,8 | | 5,8 | 6,9 | Limpieza Arcilla Gris Oscuro, limo | 5,1 | Barreno | | | |
| 5,9 | | | | | | | | | |
| 6,0 | | | | | | | | | |
| 6,1 | | | | | | | | | |
| 6,2 | | | | | | | | | |
| 6,3 | | | | | | | | | |
| 6,4 | | 6,4 | 7,3 | Limo organico gris oscuro | 6 | Shelby | | | |
| 6,5 | | | | | | | | | |
| 6,6 | | | | | | | | | |
| 6,7 | | | | | | | | | |
| 6,8 | | | | | | | | | |
| 6,9 | | | | | | | | | |
| 7,0 | | 7,0 | 7,7 | Limpieza - Limo gris con vetas de color verde | | Barreno | | | |
| 7,1 | | | | | | | | | |
| 7,2 | | | | | | | | | |
| 7,3 | | | | | | | | | |
| 7,4 | | | | | | | | | |
| 7,5 | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----|--|---|---|--|---|--------|--|--|--|
| 30 | | 4 | | Oscura oxidada con lentes de arena | | ar | | | |
| 31 | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | |
| 34 | | 4 | 4 | Arcilla Consistencia Firme, Color Habana | | | | | |
| 35 | | | 6 | Oscura oxidada con lentes de arena | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | |
| 37 | | 4 | 4 | Arena, difícil recuperación | 5 | Shelby | | | |
| 38 | | 6 | 9 | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | |
| 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | | |
| 59 | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | |

| PERFORACION | | | | | | | | | |
|--------------|---------|---|-----------|---|------------|-------------------------|------------|---|----|
| Proyecto | | Caracterización Geotécnica Finca La Santa María | | | | Número | 4 | | |
| Localización | | Finca La Santa María Km 25 Autopista Norte | | | | Lote 07 rojo | | | |
| Fecha | | Ago 2014 | | | | Nivel freático a 3.70 m | | | |
| Perforación | | | | | Muestra | | | | |
| Escala (m) | Perfi l | De (m) | Hasta (m) | Descripción Visual | Muestra No | Tipo | Categorías | | |
| | | | | | | | M | A | A0 |
| | | 0,00 | 1,00 | Descapote, Capa vegetal aparentemente relleno de abono por causa de cultivo | | Barre no | | | |

| | | | | | | | |
|------|------|---|-----|----------|-----|-----|-----|
| 6,2 | 6,80 | Arcilla habana con vetas de tonalidad gris | | Barreno | | | |
| 6,80 | 7,30 | Arcilla de color gris de consistencia media | 8 | Shelby | | | |
| 7,30 | 8,00 | Arcilla gris oscura de consistencia media | 8,1 | Barreno | | | |
| 8,00 | 8,30 | Limo con presencia de arena de grano fino | 8,2 | Barreno | | | |
| 8,30 | 9,00 | Arena gris de grano fino | 9 | Estándar | 1,3 | 2,2 | 2,2 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |