


Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

**ELABORACIÓN DE UN MODELO QUE DETERMINE LA MEJOR RUTA PARA
CICLISTAS DE LA CIUDAD DE PEREIRA Y DOSQUEBRADAS, IMPLEMENTANDO
LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA.**



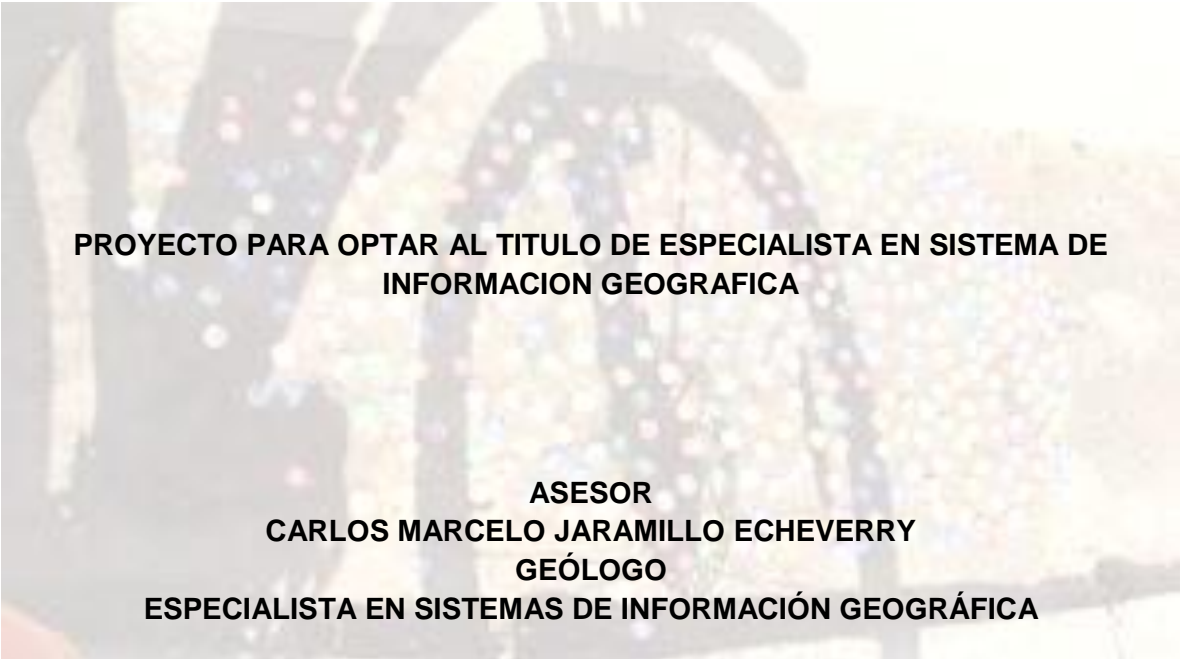
**ANCIZAR HENAO GONZALEZ
ADMINISTRADOR AMBIENTAL
DANIEL EDUARDO GONZALEZ OCAMPO
INGENIERO DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
ESPECIALIZACION EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA
ABRIL DE 2014**

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

**ELABORACIÓN DE UN MODELO QUE DETERMINE LA MEJOR RUTA PARA
CICLISTAS DE LA CIUDAD DE PEREIRA Y DOSQUEBRADAS, IMPLEMENTANDO
LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA.**

**ANCIZAR HENAO GONZALEZ
DANIEL EDUARDO GONZALEZ OCAMPO**



**PROYECTO PARA OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN SISTEMA DE
INFORMACION GEOGRAFICA**

**ASESOR
CARLOS MARCELO JARAMILLO ECHEVERRY
GEÓLOGO
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
ABRIL DE 2014**

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

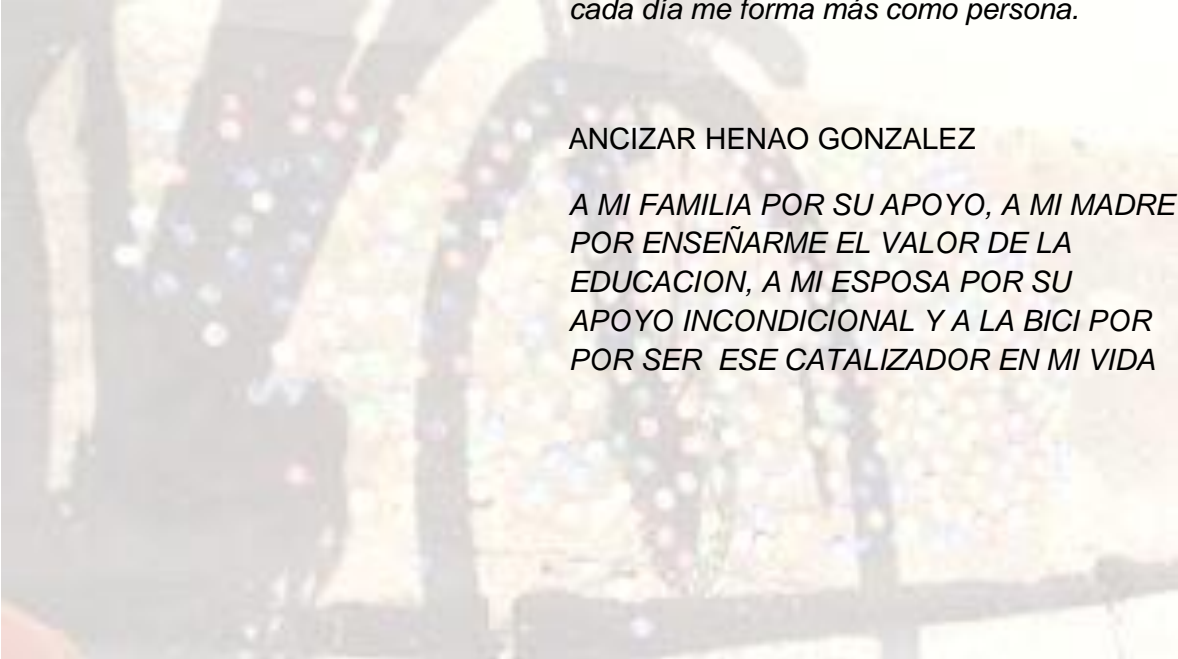
DEDICATORIAS

DANIEL EDUARDO GONZALEZ

A Dios en primer lugar por permitirme tener el apoyo de mi familia, el cual se convierte en motor principal para alcanzar las metas propuestas, a mi madre quien con su sacrificio me regalo el don de la educación, con la que cada día me forma más como persona.

ANCIZAR HENAO GONZALEZ

A MI FAMILIA POR SU APOYO, A MI MADRE POR ENSEÑARME EL VALOR DE LA EDUCACION, A MI ESPOSA POR SU APOYO INCONDICIONAL Y A LA BICI POR POR SER ESE CATALIZADOR EN MI VIDA



Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Nota de aceptación



Firma del Jurado

Firma del Director

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

ABRIL 2014

TABLA DE CONTENIDO

PALABRAS CLAVES.....	7
INTRODUCCION.....	10
JUSTIFICACION.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
HIPOTESIS.....	18
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	18
DATOS Y METODOLOGIA.....	19
MARCO TEORICO.....	20
DESARROLLO DE LA INVESTIGACION, SOLUCIONES Y PRUEBAS.....	24
ANALISIS DE RESULTADOS.....	27
CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....	28
BIBLIOGRAFIA.....	29
ANEXOS.....	31

RESUMEN

El gran crecimiento poblacional que ocurre en las grandes ciudades de Colombia, ha convertido hoy día sus vías en un constante tira y afloje por la lucha de un espacio por donde movilizarse. Vemos a diario en los principales medios de comunicación como automovilistas, en muchos casos, en estado de alicoramiento, arremeten contra ciclistas, peatones y otros usuarios de la vía, aumentando las cifras de muertes y heridos.

Si queremos tener una experiencia vivencial de quien impone la ley del más fuerte; es solo que salgamos a caminar o pedalear por las calles de nuestras ciudades; lo cual nace principalmente por la ausencia de una cultura ciudadana, que conduzca al respeto por los demás actores de la vías; aspecto que se puede evidenciar al observar diariamente automóviles aparcados sobre andenes que restringen el paso de los peatones, concesionarios y talleres que emplean el espacio público para ofertar y reparar los vehículos respectivamente, obligando al viandante a bajarse de la acera e incursionar en la peligrosa vía, el no empleo de las cebras y puentes peatonales por parte de transeúntes; los cuales son tan solo unos pocos ejemplos de las arbitrariedades de las que son objeto los peatones y ciclistas a diario en nuestras vías.

Garantizar una infraestructura ciclística segura, cómoda, atractiva y con bici parqueaderos para mejorar la movilidad no motorizada de los personas de las ciudades de Pereira y Dosquebradas, es una tarea que la administración municipal de ambos municipios, junto con los concejos municipales, deberían incluir en sus Planes de Ordenamiento Territorial para que en próximas administraciones sea ejecutada.

Con este proyecto de tesis se busca mediante el uso y aplicación los Sistemas de Información Geográfica (SIG), plantear un modelo de ciclo ruta en Pereira y Dosquebradas, para definir las aéreas de servicio y evaluar la accesibilidad de la cicloruta, que permita pacificar el tráfico y hacer de nuestra ciudad un sitio amable, sostenible, funcional y eco eficiente.

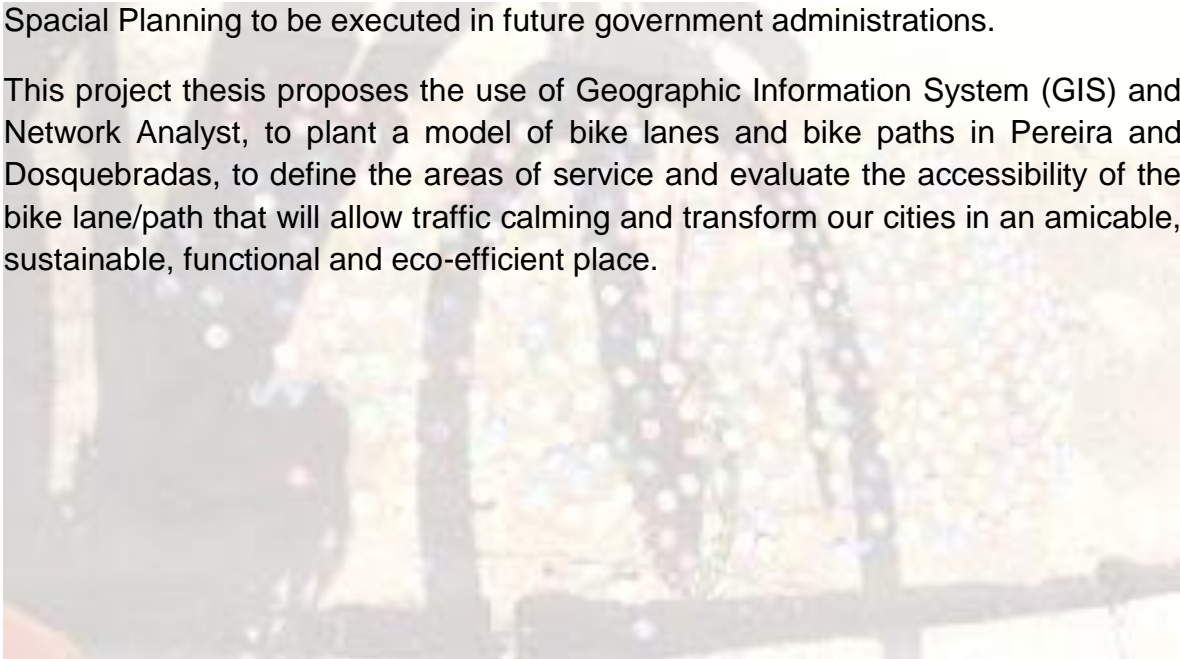
Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

ABSTRAC

The bicycle today constitutes one of the inventions, although simple and basic in its design, an affordable and environmentally sustainable alternative for the traffic mobility crisis that is lived by medium and big cities of the world.

To guarantee a secure, comfortable and attractive cycling infrastructure with bicycle parking and improve the non-motorized mobility for the people of the cities of Pereira and Dosquebradas, is a task of the municipal administration along with the municipal council of both municipalities. This project should be included in Spatial Planning to be executed in future government administrations.

This project thesis proposes the use of Geographic Information System (GIS) and Network Analyst, to plant a model of bike lanes and bike paths in Pereira and Dosquebradas, to define the areas of service and evaluate the accessibility of the bike lane/path that will allow traffic calming and transform our cities in an amicable, sustainable, functional and eco-efficient place.



PALABRAS CLAVES

Pacificación del Tráfico: No es otra cosa que pensar que los peatones y las bicicletas, son los elementos a proteger en la ciudad, y no los autos.

Movilidad: Se entiende el conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías, que se producen en un entorno físico.

Movilidad Sostenible: englobaría un conjunto de procesos y acciones orientados para conseguir como objetivo final un uso racional de los medios de transporte por parte tanto de los particulares como de los profesionales.

Ciclo vía: En Colombia, este término se entiende como una vía o sección de la calzada destinada ocasionalmente (domingos y días festivos) para el tránsito de bicicletas, peatones y otros medios de tracción humana.

Ciclo ruta: Instalación para el uso de la bicicleta que se encuentra físicamente separada y segregada del tráfico vehicular motorizado por un espacio abierto o por una barrera.

Bici senda: Son caminos cuya separación no esta tan pronunciada y pretende ser exclusiva para los usuarios de la bicicleta, normalmente construidos en parques urbanos. Habitualmente se construyen en paralelo a caminos peatonales (andenes, alamedas) y están abiertos a diferentes tipos de vehículos con ruedas como bicicletas, patines en línea y sillas de rueda (Vélo Quebec, 2003)

Red de carriles bici: Algunos expertos internacionales entienden el término básicamente como el total de tramos consecutivos de vía elegidos por un usuario de la bicicleta entre su origen y destino.

Parqueaderos de bicicletas: Este tipo de infraestructura suele tomar varios nombres: biciparqueadero, bicicletero, cicloparqueadero, estacionamiento de bicicletas entre otros. En la mayoría de los casos, la instalación de dispositivos diseñados para el estacionamiento de bicicletas es casi selecta. Varios diseños y opciones están para el estacionamiento de bicicletas, tales como:

- Soportes: preferiblemente unidades para 1 ó 2 bicicletas.
- Parqueaderos para bicicletas: La mayoría de unidades para 6 o más bicicletas.
- Casilleros para bicicletas: para uso individual o colectivo.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

- Instalaciones automáticas para las bicicletas (en la mayoría de los casos se debe pagar por el servicio): los usuarios de la bicicleta la entregan a la entrada.
- Estacionamiento Vigilado: almacenamiento colectivo de bicicletas con la vigilancia la mayor parte del día y la noche.

Sistema de bicicletas publicas: Un (SBP) es un Sistema de Bicicletas Públicas que funciona como un medio alternativo de movilidad urbana, el cual pone a disposición de los ciudadanos un número definido de bicicletas para el uso compartido. Estas bicicletas están diseñadas para ser usadas como medio de transporte público y hacen posible recoger una bicicleta en un punto de servicio del Sistema y devolverla en otro punto de servicio diferente, para facilitar la movilidad del usuario.

Los sistemas de bicicletas públicas o “Bike share system” son modelos que se han implementado con éxito en diferentes ciudades del mundo, generando soluciones en materia de movilidad y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

Ciclista/usuario de la bicicleta: Término de uso frecuente para distinguir aquellos que utilizan la bicicleta como medio de transporte (normalmente todos los días de la semana) de aquellos que le dan un uso recreativo o ciclistas deportivos

Sociedad Sostenible: Término que proviene del concepto de desarrollo sostenible que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades

Plan de Ordenamiento Territorial: Es una herramienta técnica que poseen los municipios para planificar y ordenar su territorio

SIG: Es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica.

Modelo 3D: Desde un punto de vista visual, es una representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades que, una vez procesados se convierten en una imagen en 3D o una animación 3D.

Aplicativo Web: Es aquella herramienta que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través del internet o de una intranet mediante un navegador.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

ArcGis Online: Es un gestor de contenido colaborativo, basado en tecnología cloud, para mapas, aplicaciones, datos y cualquier tipo de información geoespacial.



INTRODUCCION

La bicicleta constituye uno de los inventos que a pesar de su diseño simple y sencillo, se convierte hoy en día en una alternativa, económica y ambientalmente sustentable para la crisis de movilidad que viven hoy en día las grandes y medianas ciudades del mundo.

Ciudades en el mundo como Ámsterdam, en Holanda, Copenhague, Dinamarca, Bogotá, Colombia, Curitiba, Brasil, Montreal, Canadá, Portland, Oregón, Basilea, Suiza, Barcelona, España, Beijing, China y Trondheim, Noruega, son consideradas las diez ciudades más amigables para pedalear (bike friendly)¹ ya que cuentan con cientos de kilómetros de cicloruta, las bicis se articulan con la red de trenes o subtes (metros), cuentan con parqueaderos seguros y cómodos, además de ciclo vías los fines de semana; Bogotá por ejemplo, cuenta con cerca de 120 kilómetros de ciclorutas para que los capitalinos puedan disfrutar de su ciudad de una forma placentera, otras ciudades como Montreal o Barcelona, poseen un sistema público de alquiler de bicicletas. Ciudades como Basilea, cuenta con una ruta verde o greenway, donde el ciclista puede pedalear a lo largo del río Rin y disfrutar del paisaje, rodeado de un ambiente ecológico y tranquilo. Estos son solo algunos ejemplos de la adopción de la bicicleta como alternativa amigable y como forma de visibilizar al ciclista. Repensar la ciudad incluyente y ambientalmente sostenible, es una tarea que cada uno debe hacerse, ¿cómo nos imaginamos nuestra ciudad dentro de unos años?, lugares plagados de autos, donde su majestad el automóvil sea el amo y señor de las vías?; incluso para recorrer cortas distancias de 5 kilómetros o menos, donde este ocupa el espacio de peatones, hasta de personas con discapacidad, donde el porcentaje de emisiones atmosféricas y contaminación auditiva aumenta de manera alarmante, así como el número de accidentes y pérdidas de vidas humanas sea la noticia común, o por el contrario transformar ese escenario caótico en lo que se ha convertido la ciudad del siglo 21 y adoptar formas más amigables de movilizarnos y de convivir con nuestro planeta.

El uso de la bicicleta responde a esa necesidad e integrar las ciclo rutas con el sistema de transporte masivo es un complemento ideal. “No es gratuito que cerca del 90% de los 30.000 estudiantes en la ciudad de Trondheim en Noruega, se movilicen a sus lugares de estudio en bici. Durante los últimos veinte años, la

¹ Goldsman, F (2011)

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG. inversión en infraestructura para las bicis en esta ciudad fue de 3,5 millones de dólares”.²

Pensar en la bicicleta no solo como un instrumento de carácter recreativo para salir a hacer deporte los días domingos, es un paradigma que las administraciones municipales, los técnicos y diseñadores de ciudad y demás usuarios de la vía deben romper, ya que la bicicleta se ha convertido en un medio que muchas personas entre ellas obreros de la construcción, vigilantes, y estudiantes emplean cada día para llegar a sus sitios de trabajo o estudio y que debido al alto costo del transporte público y a los sinnúmeros trancones y congestión en las vías, han optado por emplear.

JUSTIFICACION

El crecimiento porcentual del parque automotor en la ciudad de Pereira ha tenido un aumento en el periodo 2004-2012 del 61,7%,³ especialmente de motocicletas y de automóviles particulares; conllevando esto a que lo habitantes de la ciudad de Pereira vean la bicicleta no como un medio de transporte seguro, ya que la participación ciclistas y peatones como víctimas fatales en accidentes de tránsito en el Área Metropolitana Centro Occidente (AMCO) en el 2011 fue de 4% y 48% respectivamente, (según datos del Centro de Referencia Regional sobre violencia del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses Regional Occidente 2011), cifra significativa y preocupante. Es así que se hace necesario la construcción de una infraestructura ciclística que garantice la movilidad segura, cómoda, eficiente de sus los ciclo usuarios. En este sentido cobra importancia las herramientas de análisis espaciales que nos ofrece ArcGIS en la versión 10 ya que no permite involucrar las variables espaciales y el geoprocesamiento para la construcción de un modelo que permita determinar la mejor ruta, anexado las áreas de servicio para determinar su accesibilidad y cobertura.

En este sentido, a pesar del crecimiento del parque automotor de autos y motocicletas particulares, la mayoría de los viajes en el Área Metropolitana Centro Occidente, se realizan en transporte público (41,2%) y a pie (25,09%)⁴, pero la planeación, diseño de nuevas vías, mejoramiento y adecuación de las ya existentes, es una tarea que ha sido abordada y pensada para los automóviles principalmente.

² IDEM

³ Instituto Municipal de Transito de Pereira, 2012.

⁴ Area Metrpolitana Centro Occidente-AMCO-Matriz Origen Destino

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

En lo referente a los viajes en bicicleta en el Área Metropolitana Centro Occidente, son aproximadamente 20.116, lo que representa el 3% del total de los viajes⁵, es necesario aclarar que el municipio de la Virginia (8109 viajes en este medio) tiene una tradición en cuanto a un uso de la bicicleta mucho más arraigado que las ciudades de Pereira y Dosquebradas.

En este orden de ideas, es pertinente replantear la manera como se están abordando las políticas, planes, programas y proyectos en torno a la movilidad y a la movilidad no motorizada en el Area Metropolitana Centro Occidente; es necesario incorporar dentro de los análisis para el POT de la ciudad de Pereira y su área metropolitana, herramientas que permitan tomar decisiones técnicas e ingenieriles que faciliten el desarrollo de ciclos rutas para la movilidad no motorizada, integrándolos con otros sistemas de transporte del área de metropolitana centro occidente.

En general no hay claridad por parte de profesionales y técnicos del AMCO, por donde debe ser trazado el sistema de ciclo ruta, qué puntos y zonas debe conectar razón por la cual es necesario y pertinente empezar por plantear a los usuarios de las bicicletas, qué quieren en cuanto a las necesidades en infraestructura ciclística, por donde debería ser el trazado el circuito, es un ejercicio del cual se debe partir; así como investigar que trabajos se han desarrollado, como por ejemplo la tesis elaborada por Diana Marcela Sánchez Torres, en la que se aborda a un gran número de ciclistas y se les consulta a cerca de la percepción que tienen al movilizarse en la ciudad en bicicleta, y que aspectos deberían ser tenidos en cuenta al momento del diseño y puesta en marcha de un sistema ciclístico.

Existen unas condiciones y requisitos (coherencia, seguridad, dirección, comodidad) que en la ciudad de Pereira no se han tenido en cuenta al momento de planificar una obra de este tipo y que han representado un despilfarro de dinero para la ciudadanía de Pereira, como es el caso de la cicloruta del Rio que se encuentra en total abandono, maleza, escombros, separadores en mal estado, es lo que queda de una obra que fue sin lugar a dudas pensada con las mejores intenciones, pero que careció de una planificación rigurosa

En este orden de ideas los sistemas de información geográfica, ofrecen la versatilidad de integrar el componente geográfico en la toma de decisiones en estudios de carácter espacial. Poder contar con un modelo diseñado a través de los SIG, se constituirá en un aporte valiosos e interesante, ya que permite un análisis de múltiples variables (topografía, clima, zonas de mayor concentración de

⁵ IDEM

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG. usuarios, ubicación de parqueaderos, lugares donde se concentran los mayores robos), y así plantear una ruta pertinente para los ciclistas, donde se pueda identificar, las aéreas de mayor flujo ciclistico, ubicación de bici parqueaderos, lugares de interconexión con otros sistemas integrados de transporte, permitirá además al usuario conectarse a través de un teléfono móvil con acceso a internet y descargar el mapa de la cicloruta e identificar sitios de interés como bibliotecas, museos, universidades, cines, teatros, parques de flora y fauna, zoológicos, aeropuertos, terminales de transporte y obviamente la vía ciclistica para llegar a cada uno de estos lugares de manera rápida y segura.

Un modelo de este tipo representara un paso hacia una ciudad mas amistosa con el ciclista, más humana, sostenible ya que se permitirá visibilizar al ciclista no como un estorbo para los autos, sino como un usuario más de la vía que usa la tracción humana para desplazarse.

Este modelo contribuirá a la pacificación del tráfico, ya que hará que los vehículos y motos disminuyan la velocidad en las intersecciones, y aportará a la disminución de accidentes fatales para ciclistas y peatones; de igual manera, al existir un sistema de ciclorutas se motivará a que un mayor número de personas dejen el automóvil particular y hagan uso de la bicicleta, ya que se contaría con una infraestructura segura por donde desplazarse, esto generará un aporte significativo en la disminución de casos asociados a obesidad (La Ley 3355 de 2009 en su artículo N° 6 reglamenta que: “los entes territoriales en coordinación con las autoridades de planeación y transporte, deberán llevar a cabo acciones que garanticen la integración modal de formas de transporte activo con los sistemas de transporte público, debiendo diseñar estrategias de seguridad vial para ciclistas y peatones, buscando la disponibilidad de espacios públicos para la recreación activa: parques, ciclo vías y recro vías”) y muerte por problemas cardiacos. De otro lado el contar con un sistema de ciclorutas seguro y eficiente generara un aporte en la disminución de material participado y ruido por fuentes móviles al ambiente.

Contar con un sistema de ciclorutas para Pereira y Dosquebradas, implicaría un impacto social muy grande para la población, “esto significaría un aumento del 20% en sus ingresos, alguien que se gaste 1700 pesos diarios dos veces al día son 3.400 pesos al día, por 6 días a la semana seria 20.400 pesos semanales, suponiendo que solo se mueve al trabajo y no sale el domingo; por unas 50 semanas al año son 1.020.000 pesos al año que se ahorra la persona que se moviliza en bicicleta, en diez años serian 10.200.000 pesos, con este dinero se

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG. podría pagar una vivienda de interés social, sumando el subsidio del gobierno, es un impacto de inversión social significativo”⁶

Este modelo es novedoso en el sentido ya que se plantea como piloto en el país, debido a que no hay estudios o proyectos donde se trace una vía ciclística, con la herramienta de ArcGis 10 y la extensión network Analyst.

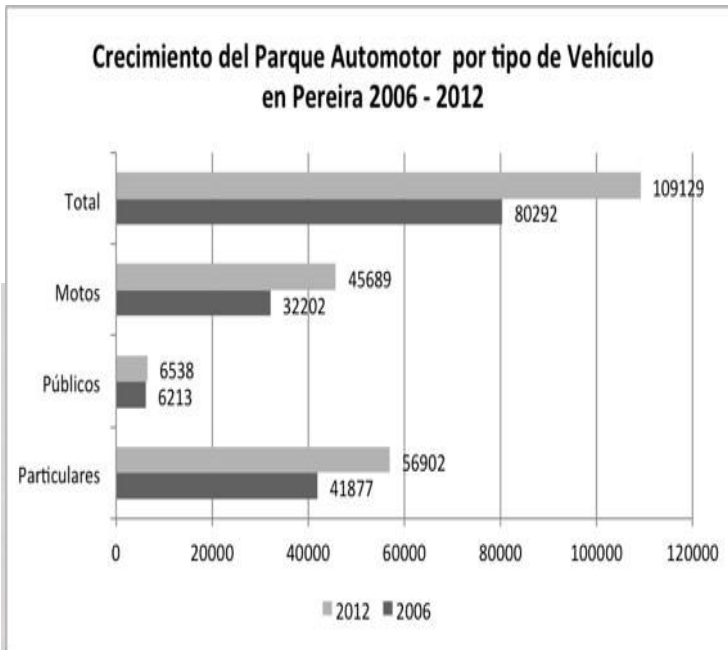


⁶ www.terra.com Bogotá en Bicicleta, Declaraciones Ex alcalde de Bogotá Enrique Peñalosa.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Figura N 1 Crecimiento Parque Automotor Pereira periodo 2006-2012



Fuente: Instituto Municipal de Transito y Transporte de Pereira.

El problema de la movilidad y la gestión en el transporte público, en un hecho que afecta a todas las grandes ciudades y metrópolis en el mundo, no se puede establecer una causa en particular ya que es una problemática compleja que presenta varias aristas. Podemos señalar algunas causas generales de orden global y referirnos a otras de orden local.

Una verdad contundente y objetiva de la que debemos partir es la siguiente: Está comprobado que ninguna ciudad del planeta puede facilitar el desplazamiento de los ciudadanos si éstos utilizan como medio predominante el automóvil. Los Ángeles ha consolidado durante este siglo la imagen de ser la ciudad de las autopistas y los vehículos particulares. Esta ciudad fundamentó su proceso de urbanización en el uso del automóvil, a tal punto, que hoy en día le consagra el 70% del espacio urbano en la parte central.⁷

⁷ Montezuma, Ricardo. Presente y Futuro de la Movilidad Urbana en Bogotá: Retos y Realidades. Veeduría Distrital. 2000

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

La ciudad de Los Ángeles es un claro ejemplo a nivel mundial del uso indiscriminado del automóvil en relación al costo social que implica el mantenimiento de la infraestructura vial, accidentalidad, pérdida de vidas humanas y el tiempo que implica estar en una congestión.

Sumado a esto podemos señalar el hecho que representa tener un automóvil en el imaginario colectivo de las personas; para la mayoría de los ciudadanos un auto simboliza estatus, clase, escalar un paso más en la pirámide social, se mira al propietario de un automóvil como alguien que está progresando, que tiene mejor “calidad de vida”, que dejó atrás la “pobreza”, ya no se anda a pie o en bus, se tiene autonomía al momento de desplazarse, ya no se debe esperar 15 o 20 minutos el autobús que lo lleva al trabajo o al lugar de estudio, o tener que soportar las enorme filas o multitudes en el bus o colectivo.

Se debe dar un vuelco en esa mentalidad, algo egocéntrica o de alguna manera “autocéntrica”, donde prima el interés particular como miembro de una sociedad, sin reconocer y reflexionar acerca del costo que implica tener un auto no solo como propietario del mismo, sino para la sociedad en términos económicos y ambientales, ya que representa más dinero en el mantenimiento de vías, ocupación del espacio público, emisiones de gases contaminantes como CO, NOx, SOx, PM-10, PST y ruido, problemas de obesidad asociados al uso indiscriminado del automóvil, que conllevan a enfermedades mortales como trombosis, diabetes y paro cardio-respiratorios.

A nivel local, en el caso de Pereira y Dosquebradas, podemos mencionar algunas causas puntuales y estructurales que generan una problemática aguda en la movilidad, como son las siguientes:

- Existe una mesa de movilidad no motorizada que se encuentra totalmente estática, así como su plan de acción.
- El diseño e incorporación de la red de ciclo rutas en los Planes de Ordenamiento territorial (POT), no son claros ni precisos.
- No existe un acuerdo entre alcaldes de Pereira y Dosquebradas para coordinar y enfocar recursos destinados a la promoción y uso de la bicicleta; y lo poco que existe en divulgación e incentivo en la promoción del uso de la bicicleta son diseñados por aquellos que nunca han montado una bicicleta.
- La peatonalización del centro de la ciudad se está realizando sin tener en cuenta por lo menos el decreto reglamentario.
- No existe una agenda para el año 2013 con metas, productos e indicadores precisos que direccionen la movilidad del Área Metropolitana Centro

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG. Occidente (AMCO), la cultura ciudadana en las calles y la ocupación del espacio público.

- Ausencia de voluntad política, carencia de competencia técnica en la formulación de planes, proyectos o programas que promuevan toda una política entorno a la movilidad no motorizada.

Figura N 2 Pirámide Invertida de las prioridades para la gestión de la movilidad



Fuente: CicloLima

En general la gestión de la movilidad tanto en la ciudad de Pereira como su Área Metropolitana, se encuentra acéfala, no existen dolientes que asuman un compromiso profesional entorno a plantear soluciones a esta problemática, los colectivos de ciudadanos que quieren tomar la iniciativa en plantear alternativas no tienen respuesta de las administraciones municipales, simplemente se quedan en el activismo, El Área Metropolitana Centro Occidente como autoridad única de transporte en la región no posee un plan claro y preciso entorno a la movilidad, la alcaldía municipal de Pereira actúa pasiva e impotente al ver como ocupan el espacio público los vendedores informales en el centro de la ciudad.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

El panorama, en conclusión, no es alentador en lo concerniente a la gestión de la movilidad, integrar la bicicleta con el Sistema Integrado de Transporte Masivo, sería una excelente opción, si esta alternativa funciona con éxito en otros lugares del mundo ¿por qué no en Pereira y su Área Metropolitana?

HIPOTESIS

¿El diseño de una cicloruta en Pereira y Dosquebradas disminuiría el número de accidentes de ciclistas?

¿Una cicloruta que conecte a la ciudad de Pereira y Dosquebradas mejoraría la movilidad para los usuarios de bicicletas?

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar un modelo de ciclo ruta para los municipios de Pereira y el Área Metropolitana utilizando los sistemas de información Geográfica. Para hacer más segura y rápida la movilidad de ciclistas.

ESPECIFICOS

- Buscar la mejor ruta mediante un Dataset de Red.
- Definir las Áreas de Servicio para evaluar la cobertura de la cicloruta.
- Cuantificar las instituciones y equipamiento urbano dentro del área de servicio.
- Crear un modelo de análisis de ruta.
- Incorporar el modelo de cicloruta dentro del Plan de Ordenamiento Territorial en la ciudad de Pereira y su Área Metropolitana.

DATOS Y METODOLOGIA

El desarrollo del estudio se va a realizar en las ciudades de Pereira y Dosquebradas, la primera caracterizada por ser una ciudad comercial y de servicios, la segunda con un carácter más industrial y por estar ambas ubicadas en el centro del país, además de ser ciudades vecinas y que conforman junto con el municipio de la Virginia el Área Metropolitana Centro Occidente; Para lo cual el modelo se implementará sobre una Geodatabase, que contiene la información relevante para la ejecución del mismo, a su vez permitir realizar análisis espaciales con las herramienta Network Analyst de la aplicación ArcGIS en la versión 10. La Geodatabase contiene capas como límite departamental y de los municipios de estudio, centros poblados, Malla Vial, jerarquización de vías para ruteo, cuerpos de agua, usos del suelo, y sitios de interés. Con esta base de datos espacial, es posible utilizar la herramienta de ruta de la extensión de Network, la cual nos permitirá determinar en el modelo la mejor distribución de ciclo ruta para satisfacer las necesidades de los usuarios.

El primer paso a seguir fue determinar de la capa de sitios de interés, los puntos claves según la planificación de la ciclo ruta, los cuales tomará el modelo para determinar las vías que intervienen en ella, posteriormente se clasifican las vías prioritarias de la capa de malla vial, colocando restricción en aquellas que no cumplen que los requisitos, con estas definiciones, se determina los parámetros del modelo, el cual contiene una capa de Ruta que permite establecer el tipo del vehículo, la velocidad promedio, las distancias recorridas, el tiempo empleado.

Como paso siguiente se añade al modelo de ruta, el análisis de cobertura; el cual permite determinar la población que se cubre con la ruta planteada, para ello es necesario utilizar la herramienta de análisis espacial de Network Analyst "Service Area", así podremos determinar por medio de unas isócronas el cubrimiento de la población de la capa de tipo línea que está representado la ruta, para hacer este análisis al igual que la ruta se debe contemplar unos parámetros, y poder determinar el área de cobertura, estos se configuran en la capa de Área de Servicio que se añade al modelo, se determinan los puntos en donde queremos saber el cubrimiento de población, y en este caso se contemplan los tiempos de desplazamientos de los usuarios hacia la ciclo ruta.

Para la construcción del modelo, ArcGIS en la versión 10 cuenta con la herramienta de Model Builder, la cual permite crear, modificar y administrar modelos de geoprocamos, estos modelos son flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas espaciales, y suministran la salida de una

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.
herramienta a otra como entrada, también se puede considerar un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo.

CUADRO N°1 ArcGis agrupa las redes en dos categorías: Redes Geométricas y Dataset de Red.

Redes Geométricas	Network Dataset
Elementos de Red: Arcos y Nodos	Elementos de Red: Arcos , Nodos y Giros
Se crea a partir de: Feature Class de una Geodatabase, que se encuentra en el mismo Feature Dataset	Se crea a partir de: Feature Class de una Geodatabase, que se encuentran en el mismo Feature Dataset y Shapefiles de una misma carpeta.
El sistema maneja la conectividad	El usuario Controla la conectividad cuando crea el Network Dataset (NDS)
Unimodal	Unimodal o Multimodal
Funcionalidades de Rastreo o Trazado	Funcionalidades de Resolver (Solver) una Red.

Fuente: Yull Salcedo.

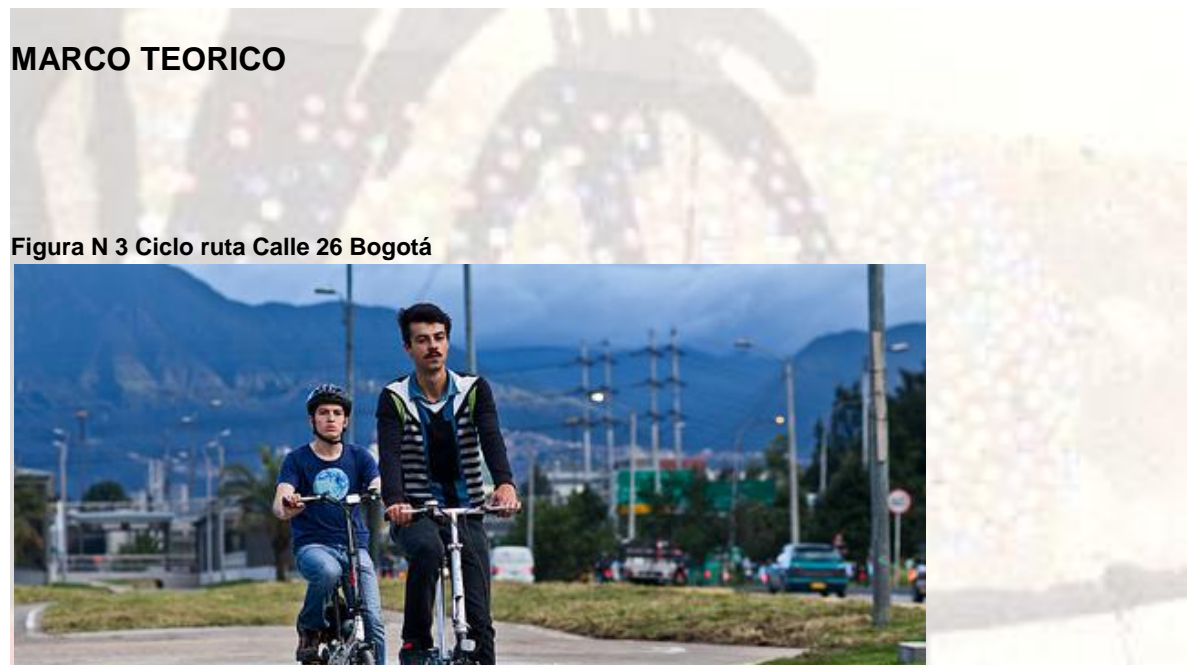


Figura N 3 Ciclo ruta Calle 26 Bogotá



Fuente: Google

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Las ciclorutas⁸ constituyen hoy día un elemento cicloamistoso en la planificación de cualquier ciudad que pretenda dar un paso hacia una movilidad sostenible e integral.

Los sistemas de ciclorutas varían y cambian de nombre, dependiendo del tipo de planificación de la ciudad, en Argentina se llaman bicicarril, carrilbici o biciesenda, áreas verdes en España, o ciclo vía en Chile.

La ciudad de Bogotá es un referente mundial en cuanto a diseño de este tipo de infraestructura ciclística, Bogotá cuenta hoy día con aproximadamente 376 kilómetros de cicloruta, además de jornadas como la ciclo vía dominical y ciclo vía nocturna que se hace en diciembre y cerca de 450 mil viajes diarios, comprueban y hacen de la cicloruta y el desplazarse en bicicleta en Bogotá todo un estilo de vida.

En cuanto a estudios referentes a la movilidad ciclística empleando los Sistemas de Información Geográfica, existen experiencias internacionales como el producido en Madrid España, donde se desarrollan estudios asociados a la Localización Óptima de Bases de Bicicletas Públicas en Madrid mediante los Sistemas de Información Geográfica,⁹ en este trabajo de maestría se empleó el ArcGis Desktop 10 y se usaron las extensiones de análisis espacial (Spatial Analyst) y el análisis de redes (Network Analyst).

Otro caso de estudio donde se integra el componente geográfico a la planificación de la infraestructura para bicicletas, en donde a través de los SIG se realizan un análisis de múltiples variables (Larsen y El-Geneidy, 2009; Rybarczyk; 2010), en este tipo de evaluaciones se tienen en cuenta factores condicionantes y restrictivos para el funcionamiento del sistema de ciclo rutas (inseguridad, accidentes, vandalismo) así como agentes propicios (clima, señalización, cultura ciclística, género, edad), en este trabajo se tuvo presente encuestas a los usuarios de la bicicleta en Montreal Canadá, referente al origen destino, así como información socio-demográfica de los ciclistas, además de indagar directamente a los usuarios de la bicicleta por donde debería estar ubicada la ciclo ruta que la ciudad necesitaba. Lo anterior apoyándose en herramientas y tecnología de los Sistemas de Información Geográfica.

⁸ Instalación para el uso de la bicicleta que se encuentra físicamente separada y segregada del tráfico vehicular motorizado por un espacio abierto o por una barrera.

⁹ Latorre Sanchez Marta, Localización Óptima de Bases de Bicicletas Públicas en Madrid mediante los Sistemas de Información Geográfica, Universidad Complutense de Madrid, febrero de 2010.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Un caso particular que integra el uso de GPS y aplicaciones para teléfonos inteligentes es el trabajo desarrollado por Charlton, Sall, Schwartz, Hood y Paul, titulado **“CycleTracks – a Bicycle Route Choice Data Collection Application for GPS-Enabled Smart Phones;”** esta aplicación permite a un ciclista en la ciudad de San Francisco, EEUU, mediante un teléfono inteligente iPhone, descargar la aplicación Cycle Tracks. Cycle Tracks utiliza el soporte GPS Smartphone para grabar rutas de bicicleta de los usuarios y los tiempos de viaje y mapas de visualización de sus paseos, con el fin de ayudar a los planificadores de transporte a tomar decisiones sobre el uso de bicicleta en la comunidad. Al final de cada viaje, los datos que representan el motivo del viaje, la ruta, así como la fecha y la hora se enviarán a la Autoridad de Transporte del Condado de San Francisco (SFCTA) para su análisis. Todos los datos de identificación personal se mantienen confidenciales.

Siguiendo con la misma línea referente a los teléfonos inteligente (Smartphones) se encontró el trabajo denominado **“BikeTrack: Tracking Stolen Bikes through Everyday Mobile” Phones and Participatory Sensing.** Donde a través de aplicativos a dispositivos móviles y uso de GPS, se hace un seguimiento a bicicletas hurtadas en el campus de la Universidad Nacional de Taiwán. Mediante el aplicativo Bike Track, un sistema de detección participativo que emplea teléfonos inteligentes y etiquetas de Bluetooth de bajo costo para hacer seguimiento a las bicicletas robadas.

El trabajo abordado por Rybarczyk y Wu; llamado **“Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decisión analysis”** plantea un modelo para la planificación de instalaciones de bicicletas teniendo en cuenta la oferta y demanda. Se realizó un análisis en dos niveles geográficos: de red y a nivel barrial y un SIG (análisis exploratorio de datos espaciales), para explorar los patrones espaciales de las instalaciones para bicicletas a nivel de barrio, este modelo se aplicó a Milwaukee, Wisconsin, EEUU, y los resultados sugieren que una combinación de SIG y MCE (Evaluación de Multicriterios), puede servir como una mejor alternativa para planificar las instalaciones óptimas para bicicletas, y así suplir las necesidades de oferta, según los objetivos de agencias gubernamentales, planificadores y ciclistas.

Un trabajo interesante es el planteado por Brocha, Eneldo, y Gliebe, de la escuela de Estudios Urbanos y Planificación de la Universidad Estatal de Portland, Oregon, Estados Unidos, denominado **“Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data”**. Este proyecto buscaba a través de instalaciones de unidades de GPS, entender mejor las preferencias de los ciclistas, y observar el comportamiento de 164 ciclistas en Portland, Oregon.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Los hallazgos sugieren que los ciclistas son sensibles a los efectos de la distancia, a su vez la frecuencia, la pendiente, el control de intersección (por ejemplo, presencia o ausencia de señales de tránsito), y los volúmenes de tráfico. Los viajes se codificaron a una red detallada de bicicletas para estimar un modelo de elección de ruta ciclística.

El proyecto denominado: ***“Mapping bicyclists experiences in Copenhagen.”***

Es un estudio llamativo en el sentido, que a través de un análisis estadístico hecho a los usuarios de la bicicleta en la ciudad de Copenhague, Dinamarca, se evalúa el entorno de tráfico, las instalaciones para bicicletas, densidad urbana, centralidad, atención del medio ambiente entre otros aspectos, se indican las experiencias positivas o negativas a lo largo de la ruta ciclística. Todo esto empleando Google Maps.

El estudio titulado ***“Mapping bicycle use and the risk of accidents for commuters who cycle to work in Belgium”***, explora la variación del uso de la bicicleta y el riesgo de accidentes en las municipalidades Belgas, este documento de investigación analiza la relación entre las jerarquías urbanas y el uso de la bicicleta y propone un mapa empleando los SIG, que señala los municipios que combinan proporciones bajas o altas de concentración de ciclistas con riesgo alto o bajo de accidentes y propone además que municipios necesitan atención específica en términos de seguridad vial.

En el contexto Suramericano se encontró un trabajo denominado “identificación de factores que contribuyen al uso de la bicicleta como transporte urbano;” desarrollado por Jonara Machado de Oliveira, de la maestría de arquitectura y urbanismo de la Universidad Federal de Santa Catarina, en Brasil. Los datos y entrevistas a usuarios de la bici fueron, identificados, cuantificados y categorizados, para posteriormente transferirlos a una hoja de cálculo, los mapas mentales se integraron con los datos de la entrevistas y se analizaron espacialmente en un SIG.

En el ámbito local existe un trabajo desarrollado en la maestría de sistemas de información geográfica, de la universidad San Francisco de Quito de Bogotá se denomina, “Guía Metodológica Para la Implementación de un SIG de Bici taxis en Bogotá.” Este trabajo en términos generales busco capturar a través de un GPS la ruta que cubre cada bici taxi, así como los paraderos. Posteriormente luego de cargar los datos en el SIG y de generar topología, el sistema genera mapas diarios donde se visualizan las rutas y paraderos.

En el caso particular de Pereira existe un Plan Maestro de Movilidad del Municipio 2008, el cual dentro de sus objetivos esta: “Articular la red de ciclorrutas y la red

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG. peatonal con la estructura urbana propuesta en el POT.”¹⁰ Así mismo se menciona en el capítulo 3 artículo 12 de dicho Plan: Se establece la creación de circuitos ciclísticos que interrelacionan sistemas ambientales, de espacio público (parques, corredores ambientales, corredores hídricos, zonas de reserva, etc.) y los nodos de desarrollo de la ciudad”¹¹.

En este sentido el colectivo Espacio y Ciudad, inquieto por los problemas de movilidad que padece la ciudad; ha diseñado un modelo de cicloruta, partiendo de las necesidades de un grupo significativo de ciclistas, que a través de un proceso de concertación busca incorporar este modelo en el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Pereira. De igual modo el desarrollo de este trabajo de grado servirá de insumo para que una administración futura que tenga la voluntad política de ejecutar y desarrollar un sistema de ciclorutas para la ciudad, cuente con los elementos técnicos para diseñar todo un sistema que contribuya a mejorar la movilidad de la ciudad y su Área Metropolitana.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN, DESARROLLO SOLUCIÓN Y PRUEBAS.

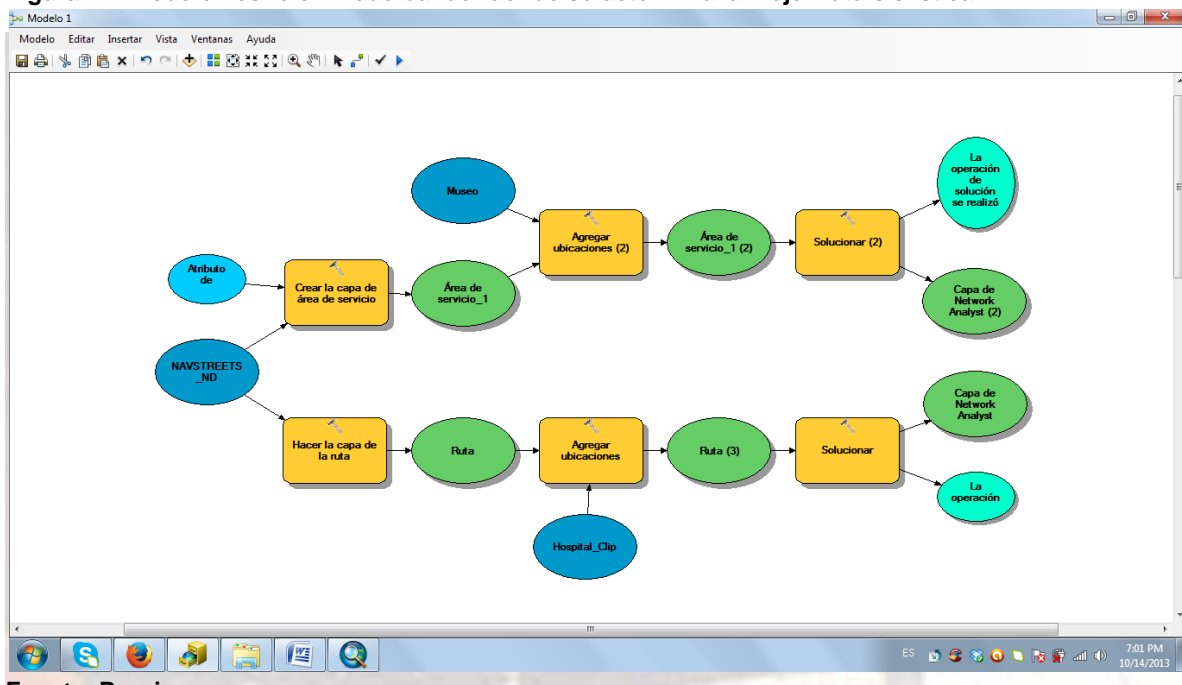
Se construyó el modelo a través de la herramienta Model Builder; que según el centro de recursos de ArcGIS me permite crear los flujos de trabajo utilizando la herramientas de espaciales de geoprocetamiento, en la figura No 4 se puede ver que a partir de una capa de red vial de la ciudad de Pereira se comienza la construcción del modelo en donde utilizando la herramienta VPR de la extensión de Network Analyst; se concatenan los demás elementos del modelo que permite determinar la ruta óptima para la construcción de una ciclo vía en el municipio de Pereira y su área metropolitana determinando por medio de otra herramienta que ofrece la misma extensión las áreas de coberturas que se tiene de la ruta pactada utilizando Service Area, es así como este modelo se puede parametrizar para determinar la ruta óptima

¹⁰ Plan Maestro de Movilidad, Secretaria de Planeación Municipal de Pereira, Julio de 2008.

¹¹ IDEM

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Figura N 4 Modelo hecho en Modelbuilder donde se determina la mejor ruta ciclística.



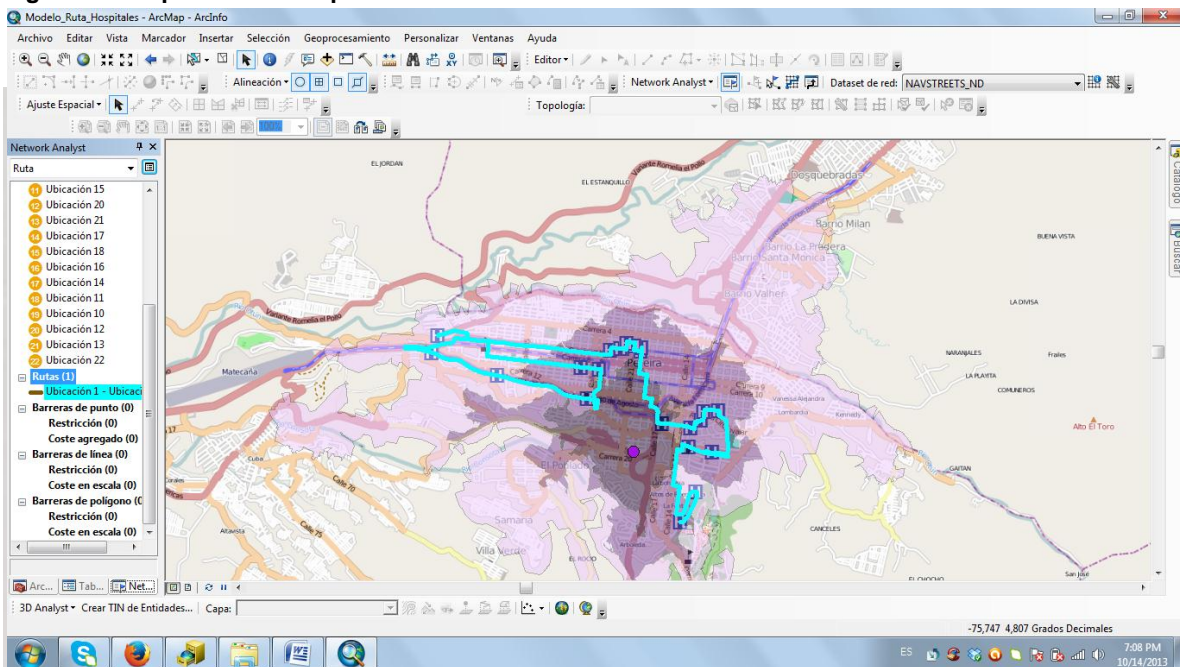
Fuente: Propia

En este modelo se determino la mejor ruta que conectara las clínicas y centros médicos de la ciudad, a través de la herramienta VRP¹² de la extensión Análisis de Redes, de igual manera los polígonos que determinan la accesibilidad en un radio de 3, 5 y 10 minutos al Museo de Arte de Pereira que se realiza con la herramienta “Área de Servicio” de la extensión Análisis de Redes de ArcGIS en la versión 10.

¹² Vehicle Routing Problem

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Figura N 5 Mapa donde se representa la visualización del modelo



Fuente: Propia.

En esta imagen podemos visualizar el resultado del modelo en ArcMap, nos muestra el recorrido más corto en términos de tiempo a través de los centros médicos de la ciudad de Pereira.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Figura N 6 Representación en mapas Giro a giro del recorrido en términos de tiempo y distancia



Fuente: Propia

La herramienta de Análisis de Redes, proporciona indicaciones en forma de mapas giro a giro que se pueden imprimir, donde nos indica la distancia en metros y el tiempo en minutos del recorrido.

ANALISIS DE RESULTADOS

El Dataset de Red es indispensable como elemento que define la conectividad de elementos interconectados de líneas, puntos y giros para modelar este tipo de redes de transporte. En un principio se partió construyendo una red geométrica pero esta no funciono ya que al momento de cargar el Dataset en ArcMap el sistema no lo reconocía, entonces se decidió por construir un dataset de red definiendo la dirección de las vías, conectividad, elevación y algunos parámetros.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

En relación con las aéreas de servicio se definieron tres polígonos o áreas de servicio que están a 3, 5 y 10 minutos a pie de la ciclo ruta planteada, donde se establecen todas las calles a las que se puede llegar en estos términos de tiempo a los hospitales, clínicas de la ciudad de Pereira. Se puede acceder en particular al museo de Arte de Pereira y a otras instituciones y centros de servicio como bancos, centros educativos en un tiempo no mayor a 15 minutos, desde el centro de la ciudad o desde la comuna Universidad, pero debido al aumento del parque automotor en la ciudad y de la disminución de las vías a causa del Sistema Integrado de Transporte Megabus estos tiempos pueden aumentar entre 20 y 30 minutos más.

Contar con una infraestructura ciclística permitiría de la mano de esta herramienta mejorar los tiempos en los recorridos, ya que además de tener un carril exclusivo para ciclistas, seguro y cómodo, se contaría con un análisis que calcula la ruta más corta entre los puntos que se consideran importantes para el análisis.

Deben existir elementos estructurantes que permitan mejorar la accesibilidad de los ciclistas, como son bici parqueaderos en estaciones de Megabus, bancos, universidades así como distintas corporaciones públicas y privadas. De nada sirve contar con un sistema de ciclorutas sino se cuenta con infraestructura para que las personas lleguen a sus destinos y parqueen sus bicicletas de manera cómoda y segura.

Las áreas de servicio creadas por la herramienta de Análisis de Redes también ayudan a evaluar la accesibilidad; pueden utilizarlas para cuantificar el número de personas, la superficie de terreno cubierta o cualquier otra variable en el interior de la isócrona generada por el análisis.

El resultado del ejercicio es un modelo que permite determinar la ruta óptima para la creación de la ciclo ruta, calculando las áreas de servicio que permiten visualizar la cobertura, estableciendo sitios de interés para los usuarios como puntos claves de partida en el modelo, con el fin de facilitar la accesibilidad de dichos sitios.

CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION.

Varios proyectos de investigación que se pueden desprender en un futuro cercano y que son compatibles y se pueden complementar de la mano de este, son:

- Análisis Espacial de los Accidentes de Tránsito empleando los Sistemas de Información Geográfica.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

- Localización óptima de bases de bicicletas públicas en la ciudad de Pereira mediante los Sistemas de Información Geográfica.
- El Dataset de red modelan la red de calles, y son los indicados para modelar redes de transporte.
- La Redes Geométricas son las apropiadas para modelar redes de calles o de transporte
- Incluir Análisis de Ciclo ruta a través de la herramienta ArcGIS versión 10 en los Planes de Ordenamiento Territorial para el sistema de bicicletas publicas SBP de la ciudad de Pereira.

BIBLIOGRAFIA

Citada

- Arango; Oscar; Rodríguez, Gladys; Ciudad Región Eje Cafetero. Hacia un Desarrollo Urbano Sostenible. (2004). Editores. Impreso por graficas JES Ltda. Manizales. Pág. 302
- El Transporte Urbano En América Latina” En La Era Urbana. Editorial Suplemento Regional para América Latina y El Caribe, Edición sobre Transporte Urbano. Volumen II, N° 2, Otoño 1993.p.I
- Ley 3355 de 2009.
- Montezuma, Ricardo. Presente y Futuro de la Movilidad Urbana en Bogotá: Retos y Realidades. Veeduría Distrital. 2000.
- Plan Maestro de Movilidad, Secretaria de Planeación Municipal de Pereira, Julio de 2008.
- Revista Semana. (Febrero 2013, Bogotá) Sierra, Juan Carlos
- www.terra.com

Consultada

- Acero Mora, Jesús David. Manual de políticas amables con la bicicleta. Bogotá, Junio de 2010.
- Brocha, Joseph, Eneldo Jennifer, Gliebe John. Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data. 2012
- Charlton Billy, Sall Elisabeth, Schwartz Michael, Hood Jeff, Paul Matt. CycleTracks a Bicycle Route Choice Data Collection Application for GPS-Enabled Smart Phones.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

- Gaviria, Mario. La bicicleta ambientalmente perfecta. Universidad Pública de Navarra.
- Larsen Student, Pattweson Zachary, El-Geneidy Ahmed. Build it. But where? The use of geographic information system in identifying locations for new cycling infrastructure. School of Urban Planning McGill University. 2010.
- Montezuma, Ricardo. La transformación de Bogotá;. 1995-2000. Entre Redefinición Ciudadana y Espacial. Primera Edición. Fundación Ciudad Humana. Litoperia Impresores Ltda. Bogotá. 2003
- Osorio Morales, Manuel Andrés. Movilidad Humana Sustentable: Hacia un propósito estratégico en la gestión ambiental institucional del Área Metropolitana Centro Occidente en Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira 2010.
- Pardo, Carlos Felipe, Burbano Valente Johanna. Las trampas de la velocidad: Análisis de la lectura cultural de dos organizaciones. Pontificia Universidad Javeriana. 2007
- Pardo, Carlos Felipe. Jacoby Enrique. Ciudades del automóvil, obesidad y cambio climático. Bogotá, agosto de 2010.
- Pardo, Carlos Felipe. Salida de Emergencia: reflexiones sociales sobre las políticas de transporte. Proyecto de Transporte Urbano Sostenible para América Latina y el Caribe. Julio 2005.
- Plan Maestro de Ciclo Rutas del Bicicentenario. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago de Chile, Interface for Cycling Expertise (Holanda). 2007-2010.
- Rybarczyk Greg, Wu Changshan. Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis. 2010.
- Sánchez Torres, Diana Marcela. La bicicleta como propuesta de movilidad sustentable para el Área Metropolitana Centro Occidente AMCO. Convenio Colciencias-Área Metropolitana Centro Occidente- Universidad Tecnológica de Pereira. 2012.
- Snizek Bernhard, Sick Nielsen Thomas Alexander, Skov-Petersen Hans. Mapping bicyclists experiences in Copenhagen. 2013.
- Soto Osorio, Lina María. Ruiz Ramírez, Ángel Enrique. Escenario para la práctica del ciclo montañismo en Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira. 2010.
- Tsung Ted, Lai Te, Yunn Su Ya, Hua Chu Hao. BikeTrack: Tracking Stolen Bikes through Everyday Mobile” Phones and Participatory Sensing. Departamento de Ciencia e Ingeniería, Universidad Nacional de Taiwan.
- Vandenbulcke Grégory, Thomas Isabelle, De Geus Bas, Degraeuwe Bart, Torfs Rudi, Meeusen Romain, Int Panis Luc. Mapping bicycle use and the risk of accidents for commuters who cycle to work in Belgium. 2009.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

ANEXOS REGISTRO FOTOGRÁFICO

Foto N| 1 Ciclistas en el Viaducto Cesar Gaviria, Sentido Pereira-Ddas



Fuente: Archivo Personal

Foto N° 2 Aspecto Ciclo rutas Quito Ecuador.



Fuente: Archivo Personal

Foto N° 3 Imprudencia Ciclistas sobre Av 30 de Agosto Pereira



Fuente: Archivo Personal

Foto N° 4 Invasión andén por parte de ciclosuarios Av 30 de Agosto



Fuente: Archivo Personal

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Foto N° 5 Residuos solidos sobre Ciclo ruta Av del Rio Pereira.



Fuente: Archivo Propio

Foto N° 6 Abandono Ciclo ruta Av del Rio Pereira.



Fuente: Archivo Propio

Foto N° 7 Basuras sobre la Ciclo ruta Av del Rio Pereira



Fuente: Archivo Propio.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Foto N° 8 Sistema Bicicletas Publicas Medellín



Fuente: Google.

Foto N° 9 Sistema Bicicletas Publicas U Nacional Bogotá



Fuente: Google.

Foto N° 10 Sistema distribución de Bicicletas Bicing; Barcelona-España



Fuente: Google

Foto N° 11 Ciclo parqueaderos Amsterdam -Holanda



Fuente: Google.

Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

Foto N 12 Bicicleteros en Transmilenio, Bogotá



Fuente: Revista Económica Supuestos, U de los Andes

Foto N° 13 Motos sobre Ciclo ruta, Bogotá



Fuente: Periódico El Tiempo.

Foto N° 14 Aspecto deterioro Ciclo rutas Bogotá



Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.



Fuente: www.denunciadirecta.wordpress.com



Elaboración de un Modelo que determine la mejor ruta para ciclistas de la ciudad de Pereira y Dosquebradas, implementando los Sistemas de Información Geográfica SIG.

ANEXOS

DOCUMENTOS

Código Nacional de Transito:

<http://www.colombia.com/noticias/codigotransito/>

Manual Ciclista Urbano:

[http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Cultura/Secciones/Publicaciones/Documentos/2013/manual%20Bici%20completo%20\(1\).pdf](http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Cultura/Secciones/Publicaciones/Documentos/2013/manual%20Bici%20completo%20(1).pdf)

Guía Estacionamiento de bicicletas:

<http://despacio.org/wp-content/uploads/2013/11/Guia-cicloparqueaderos-nov2013.pdf>

