



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
SUPERIORES UNIDAD LEÓN**

TEMA:

RED DE CICLISTAS EN LA CIUDAD DE LEÓN
GUANAJUATO.

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA INDUSTRIAL

P R E S E N T A:

RAMÓN ARROYO MONTOYA

TUTOR:

DRA. ARELI VÁZQUEZ JUÁREZ



LEON GUANAJUATO

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Reconocimiento.

Este trabajo fue realizado gracias al Programa UNAM-PAPIIT TA100716 Análisis cuantitativo del transporte no motorizado en León, Guanajuato.

Al Doctor José Julio Carpio Mendoza, que me apoyo en un momento donde yo mas lo necesitaba, lo hizo sin que yo se lo pidiera y sin esperar nada a cambio, siempre le estaré agradecido por eso.

También agradecemos a todos los voluntarios que nos apoyaron en cada uno de los conteos de ciclistas, es muy difícil nombrarlos a todos, pero sin ellos esto no hubiera sido posible.

Sabemos que no recibieron ninguna clase de incentivo monetario y aun así estuvieron dispuestos a ayudarnos a pesar de que hubo días lluviosos, donde el clima no se prestaba, hubo lugares donde era un verdadero riesgo estar contando ciclistas, a todos ellos mil gracias.

Pero en especial, quiero agradecer a la Dra. Areli Vázquez Juárez por este proyecto, por creer en mí, porque me ha contagiado de su entusiasmo por el ciclismo, porque me ha demostrado su amor por esta ciudad de León Guanajuato, a través de un proyecto que está enfocado en la mejora de la ciudad, ella ha sido la cabeza de este proyecto, sin ella esto no hubiera sido posible, por su apoyo incondicional muchas gracias.

Es bueno ser agradecido con lo que uno tiene, pues no todos tienen la oportunidad, esa oportunidad que nos da la posibilidad de mejorar y avanzar.

Índice.

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Hipótesis	4
1.2 Estado de la cuestión	5
1.3 Justificación	5
1.4 Datos.....	6
1.5 Estructura.....	7
2. LA RED VIAL.....	9
2.1 Ciclismo en México	9
2.2 Tipos de vías.....	10
2.3 Teoría de Grafos.....	11
2.4 Infraestructura sustentable	15
3. EL CICLOFÉRICO	17
3.1 Clasificación de los puntos de conteo por tipos de calles	17
3.2 Análisis de los datos obtenidos en los conteos.	21
3.3 Presentación de los datos obtenidos para el Cicloférico.....	34
3.4 El grafo.....	35
3.5 El Cicloférico de la ciudad de León GUANAJUATO.....	38
3.6 Puntos de discontinuidad del Cicloférico.	42
3.7 Conteos especiales en el punto Sigmoide (Sanabria y Del Canal).....	50
4. RESULTADOS.	53
4.1 Ecuaciones lineales de los conteos.....	53
4.2 Propuesta de vía alterna del Cicloférico	54
4.3 Correlaciones entre número de usuarios y conexidad de la red.....	58
4.4 Creación del modelo de elección de ruta para Sigmoide	62
4.5 Modelo de elección de ruta para Sigmoide	70
4.6 Uso del modelo de elección de ruta	72
5. CONCLUSIONES.....	77
6. BIBLIOGRAFIA	79
7. ANEXOS.....	81

Capítulo 1

Introducción

La bicicleta como medio de transporte, es una actividad que se ha promovido en recientes años en la ciudad de León Guanajuato y ha tomado vital importancia, para el modelo de sistema integrado de transporte de la ciudad.

Ha sido documentado en diversas fuentes que el uso de la bicicleta mejora la salud de quien la usa a través de la actividad física. Además, disminuye el tráfico y las emisiones de gases de efecto invernadero, si usuarios del automóvil particular cambian al uso de la bicicleta para trayectos cortos. Una última ventaja sería reducir gastos pues es más barato andar en bicicleta, que en auto o incluso transporte público. (SÁNCHEZ, 2019)

Este medio de transportarse se ve favorecido por el tamaño de la ciudad que aun permite que los recorridos dentro de ella no sean demasiado grandes, a la construcción de ciclovías y a la tradición ciclista de la ciudad.

Todo lo anterior es promovido por el municipio con el fin de incluirlo como parte completaría al transporte público, en un sistema de transporte integrado, que abarca bicicletas y distintos tipos de transporte público, rustas alimentadoras, auxiliares, lo que en la ciudad de león se conoce como orugas etc.

Pregunta general: ¿Cómo podemos construir infraestructuras que promuevan uso de la bicicleta?

Preguntas específicas:

- a) ¿La creación de ciclovías es garantía de aumento del flujo de ciclistas de la ciudad?
- b) ¿Qué factores son importantes para los ciclistas al momento de elegir alguna vía u otra?

Objetivo general

Analizar el comportamiento de los ciclistas de la ciudad de León Guanajuato para ayudar a revelar el comportamiento de la red de ciclistas, poder determinar cuáles son los problemas de la red de ciclistas y proponer soluciones a estos.

Objetos específicos

- Analizar la red de ciclovías de la ciudad.
- Investigar cuáles son los factores más importantes para un ciclista al momento de elegir una ruta.
- Investigar cuáles son los factores más importantes para el diseño de un sistema de ciclovías con eje en el Cicloférico.
- Crear un modelo de elección de ruta que nos ayude a crear ciclovías más eficientes.
- Crear propuestas de mejora, que favorezcan, el eficaz uso de los recursos públicos, para la mejora de la red de ciclistas.

1. 1 Hipótesis

La creación de ciclovías que se conecten entre sí y satisfagan la demanda de ciclistas que ya circulan por calles y banquetas, provocaría un aumento en el número de ciclistas, que circulan alrededor de la zona de la nueva ciclovía, y en general de la ciudad toda la ciudad.

1. 2 Estado de la cuestión

Al momento de comenzar este estudio, los datos con los que se contaba eran los conteos realizados por el IMPLAN que consistían de 29 puntos de conteo a lo largo de la ciudad de León, Guanajuato.

En el 2009 el Instituto Municipal de Planeación realizó la actualización del “Plan maestro de ciclovías” el cual establece un sistema de unificación en las redes ciclistas con más de 500 kilómetros de caminos. Derivado de este, se construyó una red con la finalidad de conectar puntos de mayor concentración de población como: universidades, centros comerciales, parques y estaciones de transferencia del Sistema Integrado de Transporte (IMPLAN, s.f.).

Posteriormente se llevó a cabo la actualización del Plan maestro de ciclovías de la ciudad de León Guanajuato 2015 aquí algunos de sus resultados

- Es prioritaria la reconstrucción o rehabilitación de 35,487 metros de ciclovías existentes con una calidad pobre o moderada.
- Es conveniente hacer la inversión en pavimentos de concreto hidráulico tal como lo indica el Manual de Ciclovías.
- Las ciclovías ubicadas en arroyo vehicular del lado de las banquetas, aun cuando cuenten con separadores plásticos y boyas continuas, no son respetadas por los vehículos y se utilizan en menor o mayor medida como estacionamiento.
- Es necesario generar una cultura vial en la población y una legislación específica para los ciclistas.
- Proyectar la conectividad intermodal con las opciones del SIT y de formas particulares de movilidad.
- Adoptar los nuevos paradigmas del uso del espacio público y de las vialidades, priorizando las formas sustentables como la bicicleta y el transporte público.
- Lograr la integración de circuitos funcionales multimodales.
- Tener un enfoque de apertura a lo nuevo en los proyectos de ciclovías (materiales constructivos, mobiliario urbano, actualización de reglamento de tránsito, nuevos criterios de diseño urbano)
- Atender puntos específicos prioritarios en la red ciclista (cruces, tramos de alta inseguridad, materiales de rodamiento peligrosos). (LEÓN, 2016)

Para llevar a cabo nuestros conteos se realizaron una selección de puntos estratégicos (tomamos como base los puntos escogidos por IMPLAN, agregando unos que consideramos importantes y quitamos los que consideramos como menos relevantes) los cuales incluyen puntos de alta demanda ciclista, así como puntos potenciales para la implementación de infraestructura ciclista, esto con el objetivo de contar con bases.

También sabemos que Guanajuato es el estado con mayor porcentaje de personas que usan la bicicleta como medio de transporte para ir a sus trabajos, y el segundo para ir a la escuela, es de extrañar que Guanajuato se haya tardado tanto en dar importancia a este rubro, los datos de los demás estados se encuentran en el anexo1. (INEGI, 2015)

1. 3 Justificación

La ciudad de León, Guanajuato, es la ciudad más poblada del estado (población de León 436 480 habitantes en 2015), por lo que conocer cómo se comportan los flujos de ciclistas dentro de la ciudad podremos generar estrategias que se aplique a otras ciudades importantes del estado como Silao, Irapuato o Celaya y dar aspectos clave para futuros estudios y proyectos en otras ciudades (población de Silao 173 024. Irapuato cuenta con 529 440 y Celaya cuanta con 468 469 datos de INEGI 2015).

Tenemos ciudades que no podrán soportar por mucho tiempo un aumento constante del tráfico, para solucionar esto tenemos que alejarnos de políticas centradas en el automóvil dando espacio al transporte alternativo como la bicicleta, haciéndola parte integral de las políticas del transporte público.

El impacto de la reducción de coches circulando por la ciudad, la reducción en la contaminación del aire, el aumento de ciclistas que circulan en forma segura, y la promoción de una actividad física, puede propiciarse mediante el correcto desarrollo de ciclovías.

Una red de ciclovías adecuada puede hacer de la bicicleta una verdadera alternativa a los medios convencionales de transporte, como el auto o el transporte público, no solo para nuevos ciclistas sino también para los que por necesidad ya realizan sus trayectos en bicicleta de forma insegura.

1. 4 Datos

Se diseñó un sistema de conteos de ciclistas que utiliza los puntos propuestos por el IMPLAN como base, a fin de tener datos de primera mano con los cuales poder trabajar.

Los conteos se realizaron mediante un proceso de observación directa y de forma manual en más de 40 puntos de la ciudad de León Guanajuato; El primero de estos conteos fue realizado el 12 y 13 de mayo del 2016, el segundo se realizó, los días 1 y 2 de septiembre del 2016, el tercero los días 10 y 11 de noviembre del 2016 y el último se realizó los días 30 y 31 de marzo del 2017.

Los conteos se efectuaron en días jueves y viernes, con el fin de incluir las variaciones de la semana y el fin de semana, el período de conteo por punto es de 2 horas de 7:00 am a las 9:00 am.

En cada punto se colocaban una o dos personas que llegaban al lugar a las 6:50 am; A las 7:00 am comenzaban a registrar el número de ciclistas que pasaban por la vialidad a intervalos de 5 minutos, anotando las respectivas consideraciones de sexo, carga, casco y uniforme, a las 9:00 am concluía el conteo.

En total participaron 42 aforadores y 6 coordinadores quienes se cerciorarán de la calidad de los conteos, además fueron responsables de capturar los datos obtenidos, todos de manera voluntaria.

Posteriormente los datos eran vaciados en una tabla que contenía la dirección y el número de ciclistas que circulaban cada 5 minutos, por punto, para los 40 puntos; Adicionalmente se analizaba los otros datos obtenidos.

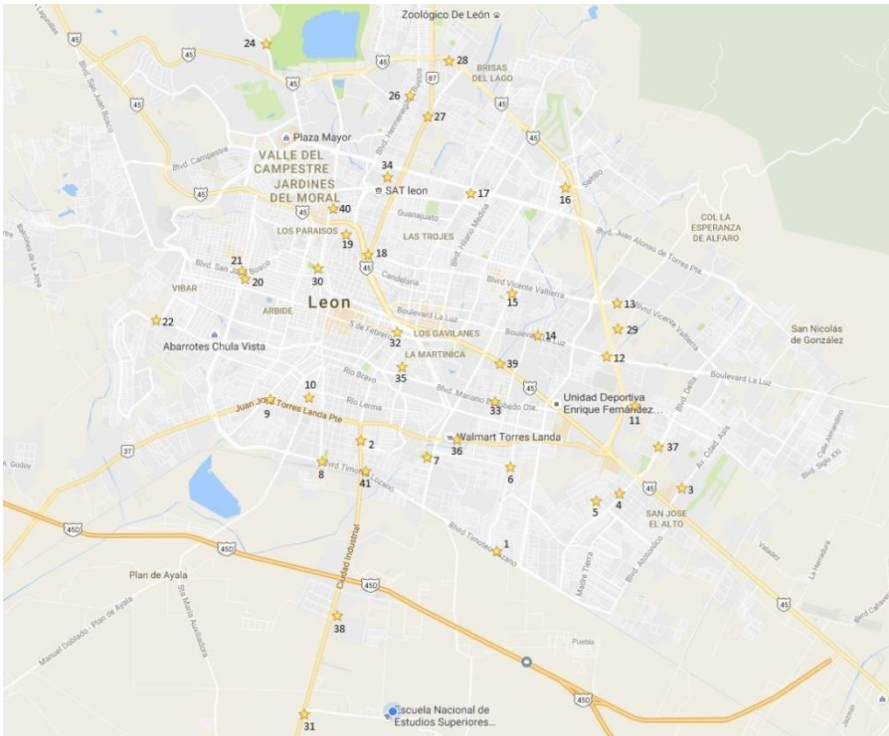


Ilustración 1 Mapa de León con los puntos de conteo.

La tabla para el formato de conteo, así como un ejemplo de los datos recabados en un día de conteos, se pueden encontrar en los anexos 4 y 5.

Los datos completos están en hojas en cálculo en la nube, y están por fechas, septiembre 2016 se encuentra en la liga https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Joxvn-owbmnjIA1psDfvjl-nW5GM2sauuyNRZ_sUWKU/edit?usp=drive_web&oid={userId} 10 y 11 de noviembre del 2016 se encuentran en la siguiente liga: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZO7I6_pWCry9JU5W-vCo4QdFqmJeKprTzbWGXJfb3fE/edit#gid=0 30 y 31 de marzo del 2017 se encuentran en la siguiente liga: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/14QQhdkLHCGOEt2E3KLrPMxhPe6cAsMdZcPb81-ll0/edit#gid=0> 12 y 13 de mayo se encuentran en la siguiente liga: https://docs.google.com/spreadsheets/d/10VB7_4_ZFpxYnViuWr9CUMLC4VTCnnUsqR1jEf77of4/edit#gid=0; En total, 8 días, de ahí se toman los datos para el capítulo de análisis de datos.

1. 5 Estructura

Nuestro estudio consta de tres capítulos en ellos tratamos lo referente a la infraestructura vial, capítulo 2, el Cicloférico, capítulo 3, y finalmente hablamos de los resultados, capítulo 4. A lo largo de ellos se presentará nuestro marco de referencia, la forma en la que analizamos los datos de los conteos, nuestro enfoque al Cicloférico como el eje articulador de la red de ciclovías, los resultados que obtuvimos, y algunos usos de esta información para generar algunas propuestas.

En el capítulo 2 veremos algunos datos del ciclismo de nuestro país para poder entender el papel de Guanajuato en el ciclismo México, estudiaremos los tipos de avenidas en una ciudad, analizaremos la red de ciclistas como un grafo invisible que está determinado por el andar de cada ciclista, definiremos infraestructura sustentable y cómo podemos construir infraestructuras de este tipo en la ciudad.

En el capítulo 3, El Cicloférico, presentaremos el ciclismo en la ciudad. Sabemos por el IMPLAN y por experiencia que existe un Cicloférico, un circuito a lo largo de la ciudad, que desgraciadamente no conecta con todas las ciclovías, presentaremos los datos de los conteos que nos son útiles para el Cicloférico y algunas representaciones de este, todo esto será la base del trabajo.

También en el capítulo 3 analizaremos los datos de todos los conteos en función a totales, máximos, número de intercesiones y tipos de calles, para conocer cómo afectan a toda la red de ciclistas, a fin de conocer la conectividad de las rutas considerando que una ciclovía es una ruta especial más efectiva que puede aumentar la cantidad de ciclistas que circulan por la red.

Para terminar el capítulo 3 presentaremos 2 puntos donde el Cicloférico pierde su continuidad, así como 2 conteos especiales para determinar que ocurre cuando la gente circula por un lado y el Cicloférico por otro.

En el capítulo 4 encontraremos las ecuaciones que se desarrollaron en el capítulo de análisis de los datos obtenidos en los conteos, la propuesta de una vial alterna que evita los puntos de discontinuidad del Cicloférico, así como correlaciones entre número de usuarios y conectividad de la red.

Crearemos un modelo de elección de ruta que ayude a la creación de mejores ciclovías a lo largo de toda la ciudad, que ayuden a ordenar los flujos de ciclistas, promover el uso de la bicicleta y aumentar el uso de las ciclovías por parte de los ciclistas.

Por último, usaremos este modelo de elección de ruta, a modo de ejemplificar la correcta, planeación en la creación de nuevas ciclovías, que tomen en cuenta todos los factores, que la mayoría de los ciclistas toman en cuenta al momento de elegir una ruta, que pueda plantear soluciones sin la necesidad de grandes reestructuraciones de la ciudad, con el fin de crear proyectos viables.

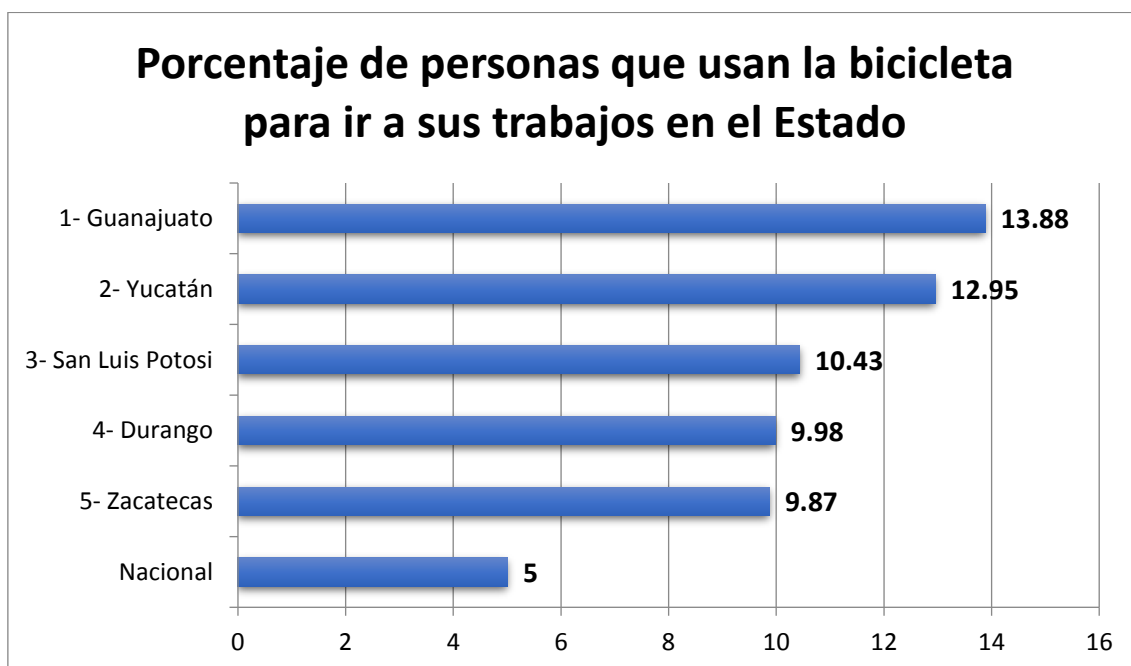
Capítulo 2 La red vial

2. 1 Ciclismo en México

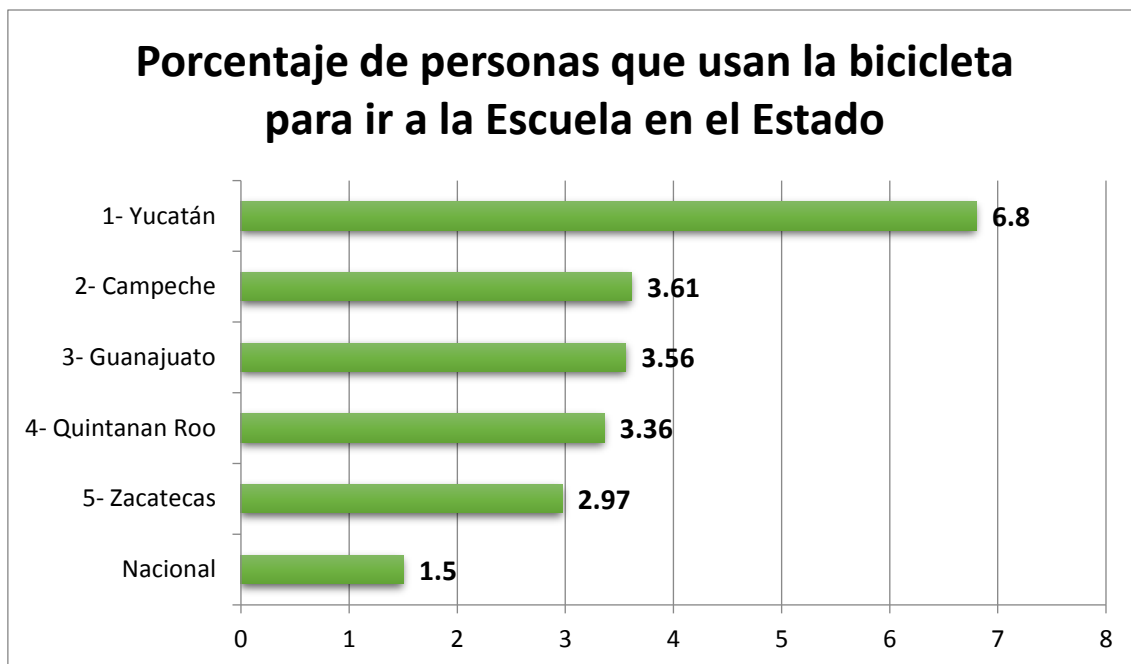
Hoy en día el uso de la bicicleta va más allá del deporte o de la diversión; Ante lo caótico que se ha convertido transitar por la ciudad, cada vez son más los habitantes que la utilizan la bicicleta como medio de transporte habitual. En México el 1.5 % de la población que va a la escuela usa la bicicleta como medio de transporte, mientras que 5 % de la población, usa este medio de transporte, para llegar a su trabajo; Por otro lado, en Guanajuato estos porcentajes son 3.56 % de los que van a la escuela, y el 13.88 % de los que van al trabajo, usan la bicicleta como medio de transporte, para llegar a sus destinos. (INEGI, 2015)

Guanajuato es el estado de mayor número % de personas usan la bicicleta para ir al trabajo con 13.88 %, y el tercero con mayor porcentaje de personas que usan este medio para ir a la escuela con el 3.56 % lo que indica que las personas adultas si ven como una alternativa ir al trabajo en bicicleta, pero aún no tienen la confianza de llevar a los niños al colegio por este medio. (INEGI, 2015)

Con lo cual Guanajuato es un estado con unos de los porcentajes más altos del país en esta materia y el uso de la bicicleta ya es un medio de transporte primordial para la población, por esa razón es necesario que estos porcentajes crezcan y lograr tener una ciudad amable con este medio de transporte como por ejemplo Copenhague donde el ciclismo representa el 24% de todos los viajes pendulares hogar – trabajo . (Denmark, 2015)



Gráfica de barras 1 Porcentaje de personas que van al trabajo por estado



Gráfica de barras 2 Porcentaje de personas que van a la escuela por estado

2. 2 Tipos de vías.

Para conocer el comportamiento de los ciclistas, debe de tener en cuenta que, no todas las calles de una ciudad cumplen la misma función, de ahí la diferencia en su tamaño, señalamiento, y si acepta o no dobles sentidos.

Estas diferencias en los tipos de vías de una ciudad, no solo marcan en flujo vehicular, sino que, a falta de ciclovías, influyen directamente en el modo que los ciclistas fluyen por estas vías, ya sea para ir con el tránsito vehicular, o bien para evitarlo, en el caso de arterias muy congestionadas que pudiesen ser demasiado peligrosas para los ciclistas.

En la Tabla 2 de los anexos se ilustra, en términos de movilidad y accesibilidad, la clasificación de un sistema vial urbano.

- 1- Autopistas y vías rápidas: las autopistas son las que facilitan el movimiento expedito de grandes volúmenes de tránsito entre áreas, a través o alrededor de la ciudad o área urbana. Son divididas, con control total de sus accesos y sin comunicación directa con las propiedades colindantes. Una autopista tiene separación total de los flujos conflictivos, en tanto que una vía rápida puede o no tener algunas intersecciones a desnivel, pero puede ser la etapa anterior de una autopista. Estos dos tipos de arterias forman parte del sistema o red vial primaria de un área urbana.
- 2- Calles principales: son las que permiten el movimiento de tránsito entre áreas o partes de la ciudad. Dan servicio a los generadores principales del tránsito y se conectan con el sistema de autopistas y vías rápidas. Con frecuencia son divididas y pueden tener control parcial de sus accesos. Las calles principales se combinan entre sí para formar un sistema, que mueve el tránsito en toda la ciudad, en todas las direcciones.
- 3- Calles colectoras: son las que ligan las calles principales con las calles locales, proporcionando a su vez acceso a las propiedades colindantes.
- 4- Calles locales: proporcionan acceso directo a las propiedades, sean estas residenciales, comerciales, industriales o de algún otro uso; Además de facilitar el tránsito local hacia

las residencias. Se conecta directamente con las calles colectoras y/o con las calles principales. (Grisales, 2007)

2. 3 Teoría de Grafos

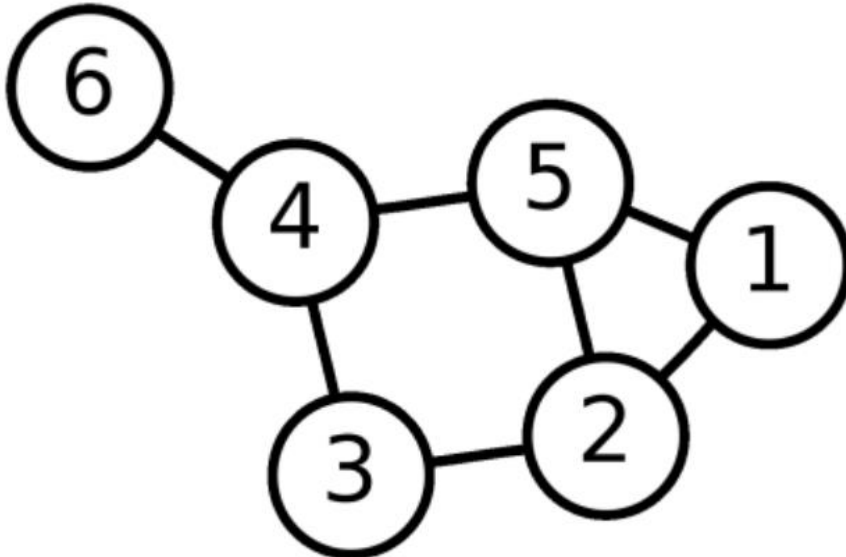


Ilustración 2 Diagrama de un grafo con 6 vértices y 7 aristas

En matemáticas y en ciencias de la computación, la teoría de grafos (también llamada teoría de las gráficas) estudia las propiedades de los grafos (también llamadas gráficas). Un grafo es un conjunto, no vacío, de objetos llamados vértices (o nodos) y una selección de pares de vértices, llamados aristas (edges en inglés) que pueden ser orientados o no.

Típicamente, un grafo se representa mediante una serie de puntos (los vértices) conectados por líneas (las aristas).

Un grafo G es un par (V, E) , donde V y E son conjuntos, junto con una aplicación

$$\Gamma_G: E \rightarrow \{\{u, v\}: u, v \in V\}$$

Al conjunto V se le llama conjunto de vértices; al conjunto E conjunto de lados o aristas, y a la aplicación γ_G (o simplemente γ) aplicación de incidencia.

Un grafo es una pareja de conjuntos $G = (V, A)$, donde V es el conjunto de vértices, y A es el conjunto de aristas, este último es un conjunto de pares de la forma (u, v) tal que $u, v \in V$. Para simplificar, notaremos la arista (a, b) como ab . En teoría de grafos, solo queda lo esencial del dibujo: la forma de las aristas no son relevantes, sólo importa a qué vértices están unidos. La posición de los vértices tampoco importa, y se puede variar para obtener un dibujo más claro.

Muchas redes de uso cotidiano pueden ser modeladas con un grafo: una red de carreteras que conecta ciudades, una red de ciclistas, una red eléctrica o la red de drenaje de una ciudad, etc.

Isomorfismo de grafos

Dados $G = (V, E)$ y $G' = (V', E')$, se denomina isomorfismo de G a G' a la aplicación biyectiva tal que para $a, b \in V$, $\{a, b\} \in E \leftrightarrow$ se cumple $\{f(a), f(b)\} \in E'$. Es decir, la

aplicación que relaciona biyectiva mente pares de vértices de E con pares de vértices de E' , de modo que los vértices conectados por aristas siguen estándolo.

G y G' se denominan isomorfos, y son matemáticamente iguales, solo varia la apariencia, o sea, que se mantienen las adyacencias, estructura, caminos y ciclos.

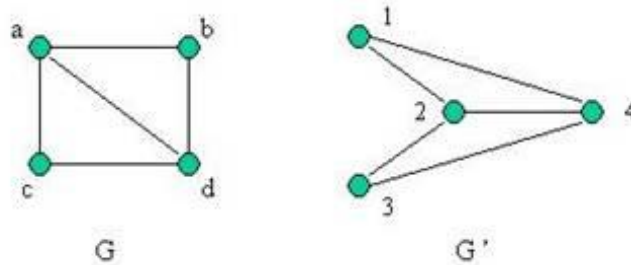


Ilustración 3 grafos isomorfos

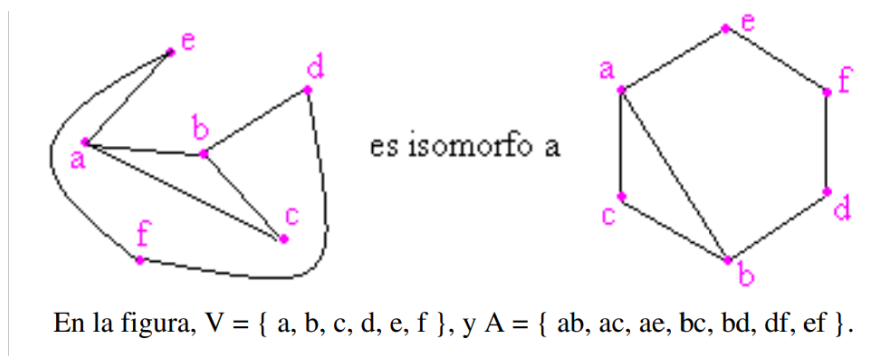


Ilustración 4 Ejemplo de grafos isomorfos

Esto es importante para nuestro estudio, pues los diseños isomorfos son clave al momento de conectar puntos en el mapa, buscando la manera más eficiente de conectarlos; Pero claro los mapas no son un lienzo en blanco en el que podamos dibujar, las ciudades ya están hechas, pero se pueden diseñar mejores rutas, y hacerlas más seguras.

Vértice

Vértice es el nombre que recibe el punto que marca la unión entre los segmentos que originan un ángulo o donde se fusiona un mínimo de tres planos. Los vértices constituyen uno de los dos elementos que forman un grafo. Diferentes situaciones en las que pueden identificarse objetos y relaciones que satisfagan la definición de grafo pueden verse como grafos y así aplicar la Teoría de Grafos en ellos.

Aristas

La arista surge por el vínculo que mantienen dos vértices de un mismo grafo. Cuando dos vértices se encuentran conectados a través de una arista, son adyacentes. En este marco, se dice que los vértices son incidentes a la arista en cuestión.

Aristas dirigidas y no dirigidas

En algunos casos es necesario asignar un sentido a las aristas, por ejemplo, si se quiere representar la red de las calles de una ciudad con sus direcciones únicas. El conjunto de aristas será ahora un subconjunto de todos los posibles pares ordenados de vértices, con $(a, b) \neq (b, a)$. Los grafos que contienen aristas dirigidas se denominan grafos orientados, como el siguiente:

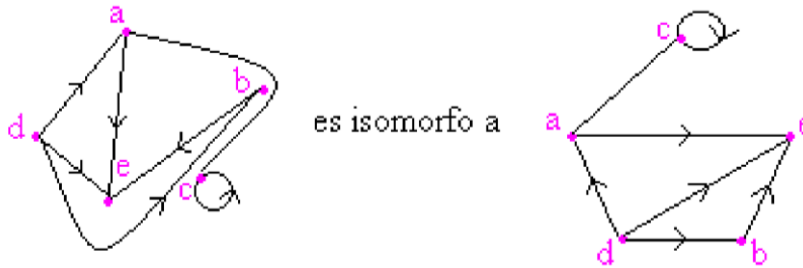


Ilustración 5 Grafos orientados isomorfos con aristas dirigidas.

Las aristas no orientadas se consideran bidireccionales para efectos prácticos (equivale a decir que existen dos aristas orientadas entre los nodos, cada una en un sentido). En el grafo anterior se ha utilizado una arista que tiene sus dos extremos idénticos: es un lazo (o bucle), y aparece también una arista bidireccional, y corresponde a dos aristas orientadas.

Aquí $V = \{a, b, c, d, e\}$, y $A = \{(a, c), (d, a), (d, e), (a, e), (b, e), (c, a), (c, c), (d, b)\}$

Se considera la característica de "grado" (positivo o negativo) de un vértice v (y se indica como (v)), como la cantidad de aristas que llegan o salen de él; para el caso de grafos no orientados, el grado de un vértice es simplemente la cantidad de aristas incidentes a este vértice.

Por ejemplo, el grado positivo (salidas) de d es 3, mientras que el grado negativo (llegadas) de d es 0.

Según la terminología seguida en algunos problemas clásicos de Investigación Operativa (p.ej.: el Problema del flujo máximo), a un vértice del que sólo salen aristas se le denomina fuente (en el ejemplo anterior, el vértice d); tiene grado negativo 0. Por el contrario, a aquellos en los que sólo entran aristas se les denomina pozo o sumidero (en el caso anterior, el vértice e); tiene grado positivo 0 no dirigidos y de grafos dirigidos. En los dos casos, las especificaciones incluyen, además de las operaciones generadoras, otras operaciones auxiliares.

Ciclos y caminos hamiltonianos

Un ciclo es una sucesión de aristas adyacentes, donde no se recorre dos veces la misma arista, y donde se regresa al punto inicial. Un ciclo hamiltoniano tiene además que recorrer todos los vértices exactamente una vez (excepto el vértice del que parte y al cual llega).

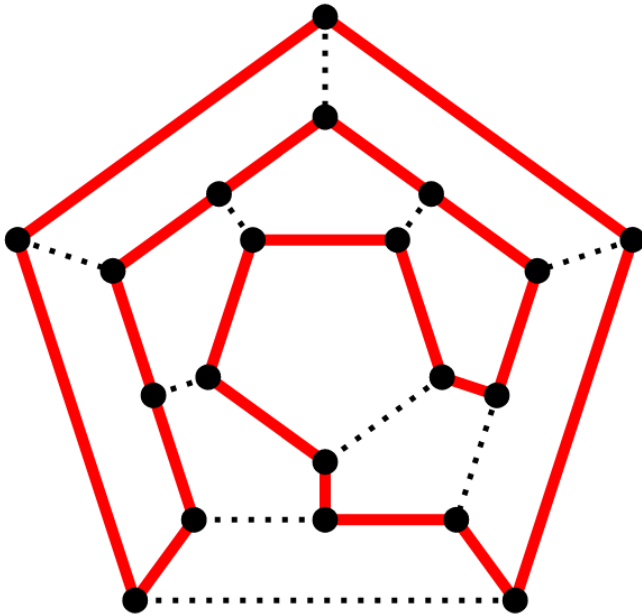


Ilustración 6 Ejemplo de un ciclo hamiltoniano.

Por ejemplo, en un museo grande (al estilo del Louvre), lo idóneo sería recorrer todas las salas una sola vez, esto es buscar un ciclo hamiltoniano en el grafo que representa el museo (los vértices son las salas, y las aristas los corredores o puertas entre ellas).

Caracterización de grafos

Grafos simples

Un grafo es simple si a lo más existe una arista uniendo dos vértices cualesquiera. Esto es equivalente a decir que una arista cualquiera es la única que une dos vértices específicos; Un grafo que no es simple se denomina multígrafo.

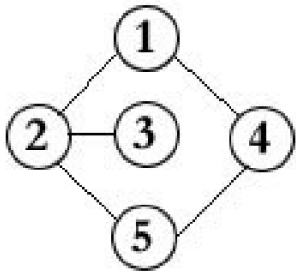
Grafos conexos

Un grafo es conexo si cada par de vértices está conectado por un camino; es decir, si para cualquier par de vértices (a, b), existe al menos un camino posible desde a hacia b.

Un grafo es doblemente conexo si cada par de vértices está conectado por al menos dos caminos disjuntos; es decir, es conexo y no existe un vértice tal que al sacarlo el grafo resultante sea desconexo.

En términos matemáticos la propiedad de un grafo de ser (fuertemente) conexo permite establecer con base en él una relación de equivalencia para sus vértices, la cual lleva a una partición de éstos en "componentes (fuertemente) conexas", es decir, porciones del grafo, que son (fuertemente) conexas cuando se consideran como grafos aislados; Esta propiedad es importante para muchas demostraciones en teoría de grafos. (PAMPLONA, 2012)

Grafo conexo



Grafo no conexo

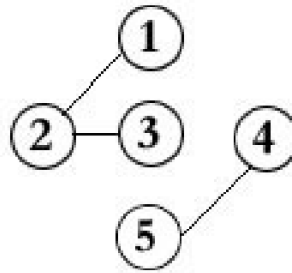


Ilustración 7 Grafo conexo y no conexo.

2. 4 Infraestructura sustentable

La infraestructura sostenible no solo permite un desarrollo económico sólido, la creación de empleo, la compra de bienes y servicios locales, sino que también mejora la calidad de vida de los ciudadanos, aumenta los impactos positivos (beneficios), ayuda a proteger nuestros recursos naturales vitales y el medioambiente, y promueve un uso eficiente de recursos financieros de forma perdurable en el tiempo.

Pero los especialistas a menudo carecen de la capacidad técnica completa para aprovechar de manera efectiva todas estas características "beneficiosas para todos" de la infraestructura sostenible.

Parafraseando las infraestructuras sostenibles, son aquellas que son necesarias para el correcto desarrollo de los ciudadanos, permiten el eficiente uso de los recursos naturales, de trabajo, de energía, financieros, que su uso es duradero en el tiempo, que no contaminantes y al mismo tiempo se pueden conservar de manera prolongada, sin afectar en demasía al medioambiente.

Hay muchas maneras en las que se pueden lograr estas metas, siempre tratando de tener el mayor número de factores a considerar, habrá algunos puntos que se dejen fuera, todo depende del tipo de infraestructura a evaluar, como sustentable.

Se puede comenzar con lo que claramente no es, como lo es el caso de la creación de infraestructuras con fines puramente especulativos, tomando por ejemplo un caso de España.



Ilustración 8 Markel Redonde Sand Castles II

Quizás, la imagen más icónica y triste de la burbuja inmobiliaria que explotó en España a finales de la pasada década, la Seseña: Un cúmulo de edificios erigidos en mitad de la nada, sin tiendas ni servicios que atender a los inquilinos de las más de 13.000 viviendas que se propuso construir Paco 'El Pocero' y que, en 2008, tuvieron que cancelarse. Una imagen que refleja a la perfección el desolador paisaje que dejó aquella crisis en el sector y que, entre otras muchas, captó con su cámara Markel Redondo. (Businessinsider, 2018)

Este caso, el de España es icónico de infraestructura no sustentable, todos los recursos son limitados, financieros, medioambientales, crediticios, de trabajo y capital, así como su uso en el tiempo, como lo es el caso del petróleo y los metales, muchos de ellos fueron desperdiciados en este tipo de proyectos, y su recuperación costosa.

La construcción entramados distribuidores viales por donde pasan los vehículos particulares, podría tomarse como infraestructura no sustentable, debido a que entre otras cosas las mega ciudades están tratando de limitar el uso de estos vehículos, por los atascos, la contaminación del aire y sonora que provocan, con su consiguiente caída en la productividad y salud de las personas.

Mientras que por otro lado trabajar para la construcción de infraestructuras, que promuevan el transporte público y el transporte no motorizado que además se puedan complementarse mutuamente, podría ser ejemplos de infraestructuras sustentables, el movimiento eficiente de grandes grupos de personas por toda la ciudad, pasa el desincentivo al uso privado del automóvil, en pro de un sistema de transporte público eficiente, además se podría financiar un objetivo con otro.

Capítulo 3

El Cicloférico

3.1 Clasificación de los puntos de conteo por tipos de calles

Sabemos que la realidad siempre se muestra un poco diferente a la teoría, por tal motivo creamos un modelo de clasificación de calles que nos permita determinar al momento de analizar un punto de conteo, qué tipo de calle es la que estamos analizando, tomando como base el capítulo 2.2 tipos de vías.

Ya que una vía no puede clasificarse toda de la misma manera pues muchas de las vías tienen lugares donde se ensanchan, otros donde se encogen y otros donde toman un papel diferente al que venía tomando, así que tomamos bulevares que tengan la misma clasificación en todos sus puntos como modelo, y clasificamos los puntos según las características del lugar a clasificar tomando como base la tabla 1.

Clasificación de avenidas			
Tipos de vías	Vías rápidas	Calles principales	Calles colectoras
Ejemplo modelo	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	BLVD. SAN PEDRO
Número de intersecciones	Ninguna o pocas	Medio	Medio o alto
Velocidad máxima	Alta	Media	Media o baja
Cruce de peatones	Bajo o nulo	Medio	Medio o alto
Característica distintiva	Son avenidas alrededor de la ciudad o en distribuidores viales	Se encuentran marcadas por el paso de la oruga. (León, 2019)	Son avenidas que se encuentran distribuidas por toda la ciudad a modo de red.
Características excluyentes	Las vías rápidas deben de tener más de 4 carriles	Las calles principales deben tener de 4 a 8 carriles	Las calles colectoras deben tener mínimo 2 carriles
Número que representa la vía	1	2	3

Tabla 1 Tablas para la clasificación de los puntos por las calles en las que se encuentran.

Para conocer el límite de velocidad de las calles recurrimos al Reglamento de Tránsito Municipal de León, quien determina la velocidad máxima permitida, por medio de señalización vial.

En las vías que no exista señalización reglamentaria, la velocidad máxima permitida será de:

- 60 km/h en vías primarias (bulevares).
- 40 km/h en vías secundarias (calles y avenidas) 40 kilómetros por hora.
- 20 km/h en áreas de alta concentración de personas, como escolares, peatonales, hospitales, iglesias, mercados, centros deportivos, centros de recreación y Zona Centro.

Nota: En la tabla clasificación de puntos, la columna de clasificación de puntos y la de clasificación final, tienen el mismo valor, pero el primero hace referencia con la calle que se debe comprar buscando similitudes y la otra es la clasificación final que se le asigne.

Clasificación de puntos							
Punto	Avenida estándar a la que más se parece	Número de intersecciones a 2 Km	Velocidad Máxima en KM/h	Cruce de peatonales	Característica distintiva	Carriles	clasificación
1	1	1	60	Nulo	Es un punto que está en una orilla de la ciudad	6	1
2	2	15	40	Medio	Es un punto dentro de la ciudad.	6	2
3	3	14	40	Nulo	Es un punto no muy transitado que conecta 2 áreas de la ciudad	4	3
4	2	14	2	Bajo	Es un punto en una zona industrial muy cerca de la base delta	6	2
5	3	16	20	Alto	Es un punto dentro de una zona de casa habitación	6	3
6	3	22	20	Alto	Es la avenida estándar para las colectoras	4	3
7	2	12	60	Bajo	Cuenta con paso de la oruga	6	2
8	2	15	40	Medio	Cuenta con tránsito de la oruga	4	2
9	2	31	40	Bajo	Cuenta con tránsito de oruga y es la avenida estándar de las calles principales	6	2
10	3	16	40	Bajo	Es un punto poco transitado entre el centro y Torres Landa	4	3
11	1	4	60	Bajo	Conecta agua azul con el distribuidor vial	4	2
12	3	11	60	Bajo	Es la principal salida y entrada de las colonias del Carmen	4	2
13	1	8	60	Bajo	Es una avenida a las afueras de la ciudad	6	1
14	3	7	20	Alto	Este punto se encuentra en un lugar céntrico de la ciudad	4	3
15	2	29	40	Medio	Cuenta con tránsito de la oruga	6	2
16	3	30	20	Alto	Se encuentra en un lugar céntrico	4	3
17	2	17	60	Medio	Es una arteria principal de la zona	6	2
18	2	17	40	Medio	Cuenta con tránsito de la oruga	6	2
19	3	15	20	Alto	Calle en un solo sentido	2	3
20	2	22	40	Alto	Corre paralela al BLVD Cervantes y lo complementa	3	2
21	2	2	40	Bajo	Avenida principal para las orugas	8 carriles 2 exclusivos de la oruga	2
22	2	7	60	Bajo	Es la principal entrada a la zona de las Hilamas	6	2

23							0
	1		60	Nulo	Es un puto en la parte menos transitada a un costado del metropolitano	6	1
24		2					1
25							0
26	3	21	20	Alto	Es una avenida entre puras calles locales	4	3
27	2	19	40	Bajo	Cuenta con tránsito de la oruga	6	2
28	1	1	60	Nulo	Es el prototipo de vía rápida	9	1
29	1	7	60	Nulo	Es el prototipo de vía rápida	9	1
30	2	21	40	Medio	Es la calle principal de la ciudad	8	2
31	1	2	60	Nulo	Está a las afueras de la ciudad	6	1
32	3	12	20	Alto	Zona peatonal	2	3
33							0
	3		20	Alto	Es casi la entrada a el paradero de san jerónimo	3	3
34		21					3
35	3	20	20	Alto	Está en zona residencial	4	3
36	2	10	40	Medio	Es el estándar de calle principal	6	2
37	2	26	60	Medio	Es el principal acceso a la Base Delta	6	2
38	1	4	60	Bajo	Es a las afueras de la ciudad		1
39							0
40							0
41	1	12	60	Bajo	Es un punto de donde se distribuye el trafico	6	1
42	1	6	60	Bajo	Es una venida con más carriles del conteo	10	1

Tabla 2 Tabla de puntaje para la clasificación de puntos, el número de clasificación

TIMOTEO LOZANO	1	BLVD. MARIANO ESCOBEDO	22
BLVD. HERMANOS ALDAMA	2	BLVD. ARISTOTELES	23
AV. FCO DE ASIS (CDAD. ASIS)	3	CAMINO A COMANJA	24
BLVD. DELTA	4	TRANSPORTISTAS	25
BLVD. EPSILON	5	BLVD. HERMENEGILDO BUSTOS	26
BLVD. SAN PEDRO	6	BLVD. MIGUEL HIDALGO	27
BLVD. GRAL. FRANCISCO VILLA	7	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	28
TIMOTEO LOZANO	8	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	29
BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	9	BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS	30
PROL. JUAREZ	10	CARRETERA LEÓN-CUERAMARO	31
AV. OLIMPICA	11	CALZADA DE LOS HÉROES	32
BLVD. LA LUZ	12	BLVD. MARIANO ESCOBEDO	33
BLVD. VICENTE VALTIERRA	13	JUAN DE LA BARRERA	34
BLVD. LA LUZ	14	AV. ROMA	35
BLVD. GRAL. FRANCISCO VILLA	15	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	36
BLVD. TELLEZ CRUCES	16	BLVD DELTA	37
BLVD. ANTONIO MADRAZO	17	CARRETERA LEÓN-CUERAMARO	38
BLVD. MIGUEL HIDALGO	18	PARQUE LINEAL ALFARO	39
SALIDA DE LOS GOMEZ	19	LOPEZ MATEOS	40
CALLE MANUEL DE AUSTRI	20	TIMOTEO LOZANO	41
BLVD. SAN JUAN BOSCO	21	JUAN ALONSO DE TORRES	42

Ilustración 9 Bulevares donde se encuentran los puntos de conteo

En la tabla 2 se clasificaron nuestros puntos de conteo según el tipo de vía en el que se encontraban, la mayoría de nuestros puntos de conteo se encuentran en calles principales de esta manera, se busca poder captar los mayores flujos de ciclistas de la ciudad.

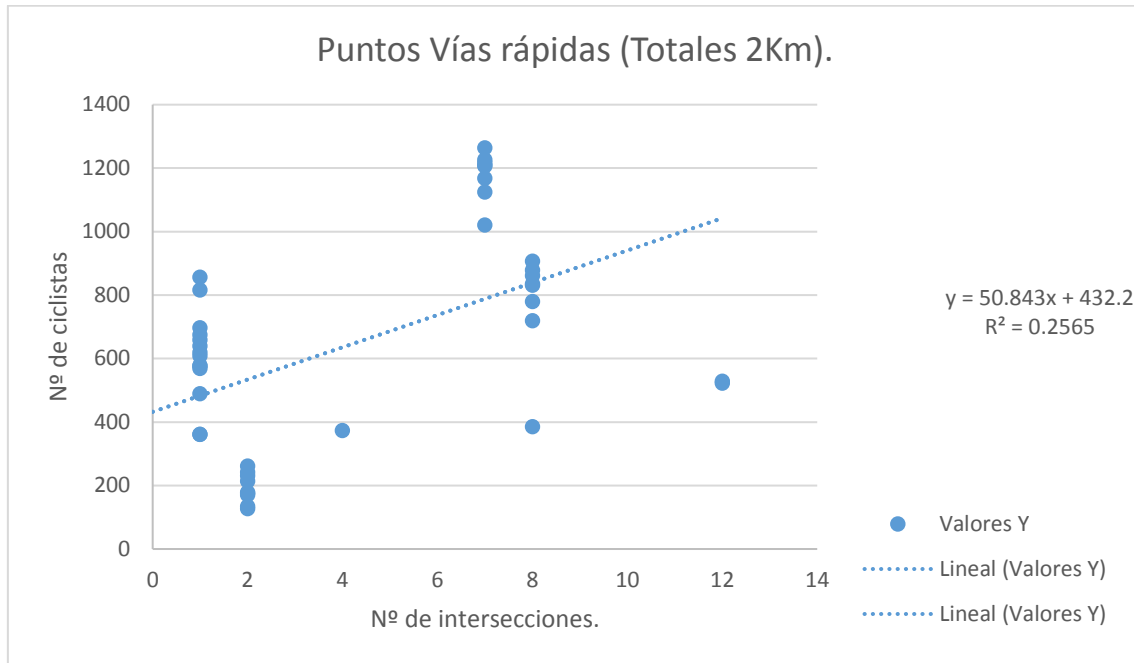
Clasificación de calles	Número de punto del conteo	Total
Vía rápida	1, 13, 24, 28, 29, 31, 38, 41 y 42	9
Calle principal	2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 27, 30, 36, 37,	17
Calle colectoras	3, 5, 6, 10, 14, 16, 19, 26, 32, 34, 35	11
Puntos sin datos	23, 25, 33, 39 y 40	5

Tabla 3 Tipos de calles, y puntos de conteo por calle.

En el anexo 6 se muestra una tabla con todos los máximos, totales y número de intersecciones a 2 y 4 kilómetros por fecha de todos los puntos.

3.2 Análisis de los datos obtenidos en los conteos

Lo ideal es que, los ciclistas salgan de las calles colectoras, y se pudieran integrar al sistema de ciclovías lo más pronto posible, pues el sistema de ciclovías debería de garantizar cierto nivel de seguridad y confort.



Gráfica 1 Totales de las intersecciones de las vías rápidas a 2 kilómetros.

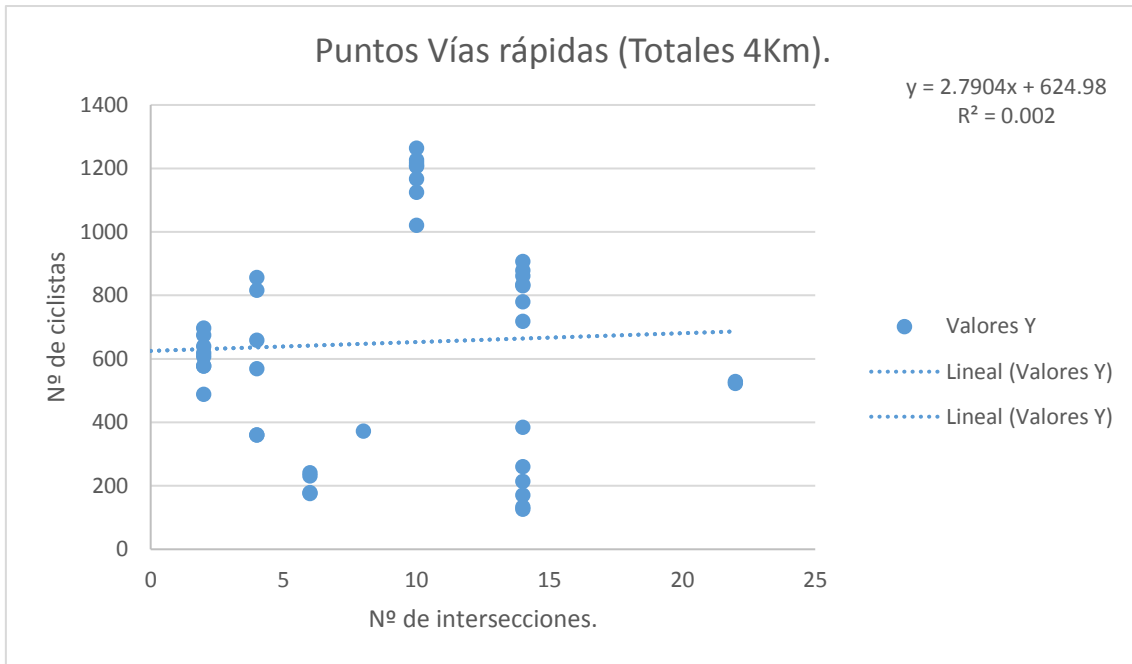
En la gráfica 1 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas totales, que pasan por todas las vías rápidas, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 2 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 2 kilómetros sobre el punto analizado.

Existen 3 puntos que están por encima de la gráfica es decir por encima de la tendencia, el punto 1 el 28 y el 29.

Los puntos 1 y 28 presentan la peculiaridad de que solo tienen 1 intersección, alrededor del punto, son los puntos con menos intersecciones de todos los conteos, el punto 1 está en TIMOTEO LOZANO y el punto 28 en BLVD. JOSE MARIA MORELOS

Por su parte punto 29 con su tope en 1264 por 7 intersecciones, este punto es el de mayor afluencia de las vías rápidas, que está en BLVD. JOSE MARIA MORELOS en uno de los tramos con mayor afluencia de toda la red de ciclistas.

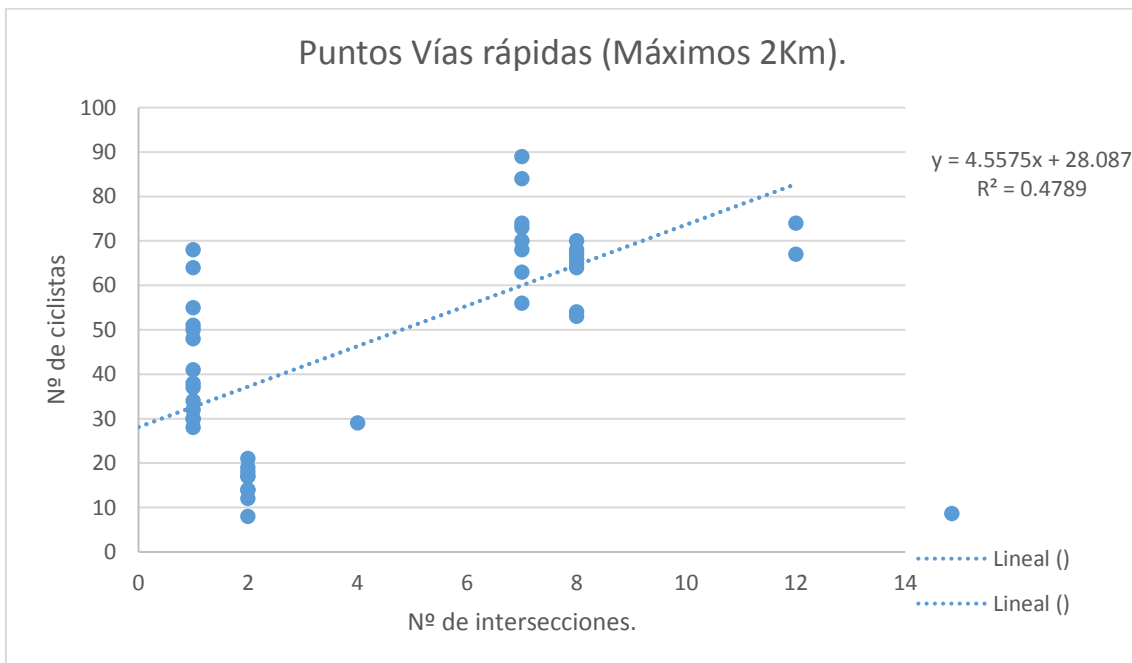
Estos 3 puntos presentan condiciones atípicas de bajo número de intersecciones y alto número de ciclistas, esto marca aún más una tendencia de más intersecciones más ciclistas en el caso de vías rápidas.



Gráfica 2 Totales de las intersecciones de las vías rápidas a 4 kilómetros.

En la gráfica 2 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas totales, que pasan por todas las vías rápidas, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 4 kilómetros.

Tal como en la gráfica 1 en la gráfica 2 sobresalen los puntos 1, 28 y 29 pero esta vez también el punto 13 BLVD. VICENTE VALTIERRA. La gráfica presenta una línea de tendencia más bien lineal, considerando que respecto a la gráfica anterior solo se agregan intersecciones de los 2 kilómetros más de conteo de estas.

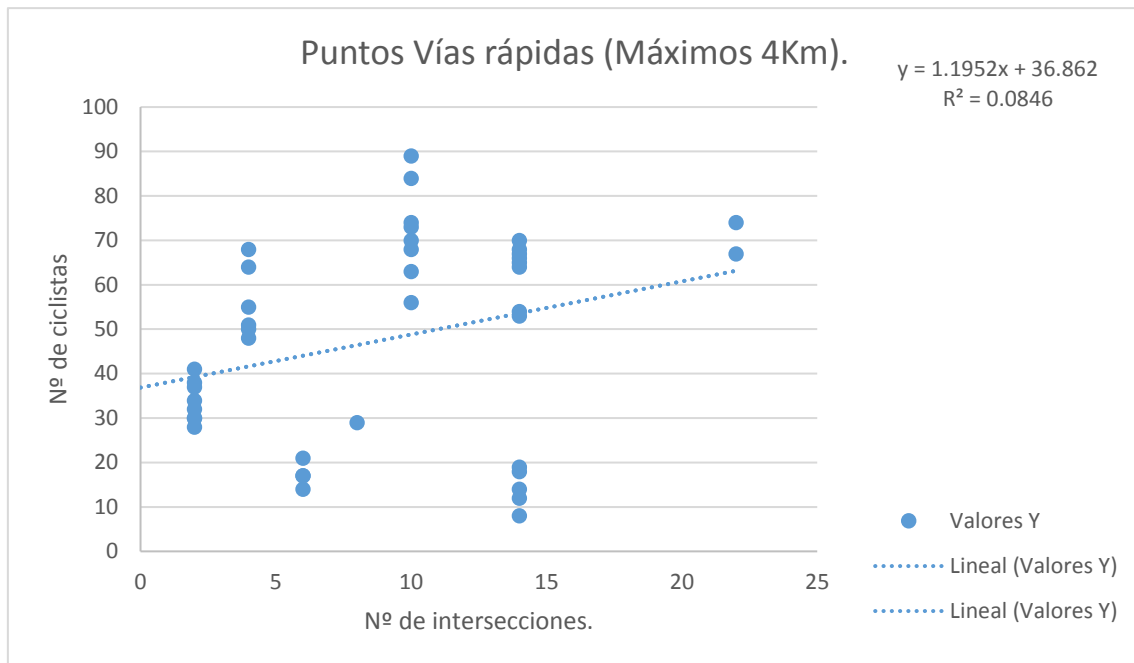


Gráfica 3 Máximos de las intersecciones de las vías rápidas a 2 kilómetros

En la gráfica 3 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas Máximo alcanzado en el punto, que pasan por todas las vías rápidas, donde se realizaron conteos, con

un rango para las intersecciones de 2 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 2 kilómetros sobre el punto analizado.

En la gráfica 3 también encontramos una relación positiva de más intersecciones más ciclistas, como en la gráfica 1 teniendo los mismos puntos que sobresalen de la recta 1, 28 y 29.



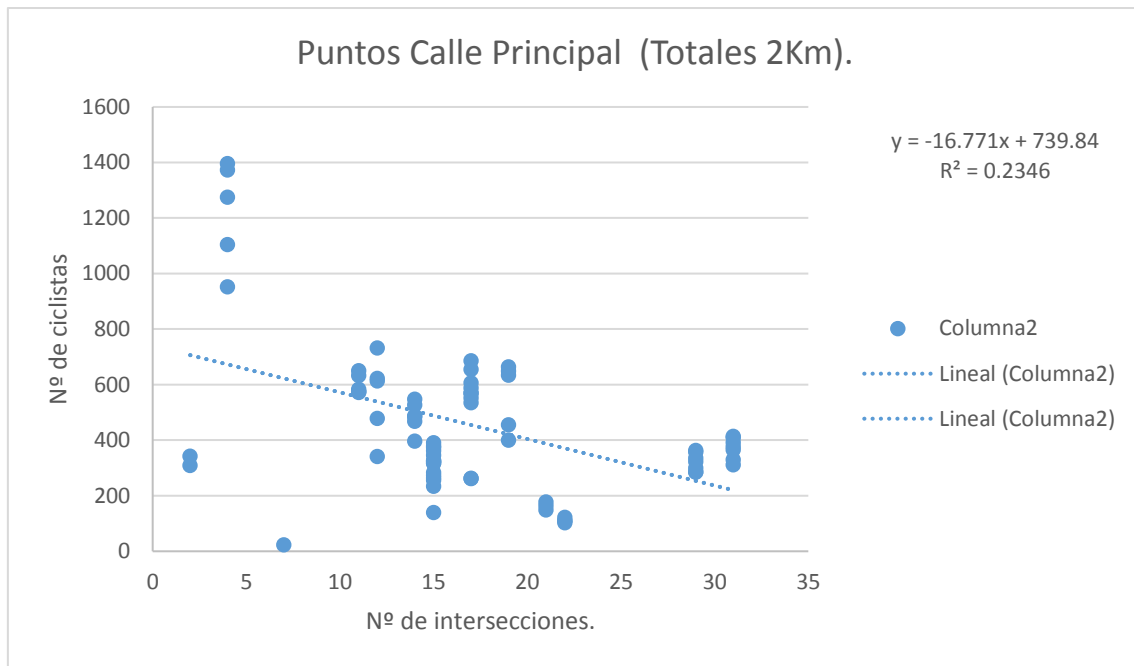
Gráfica 4 Máximos de las intersecciones de las vías rápidas a 4 kilómetros.

En la gráfica 4 se analiza la relación entre las intersecciones y el número de ciclistas Máximo alcanzado en el punto, que pasan por todas las vías rápidas, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 4 kilómetros.

La gráfica 4 tiene un comportamiento parecido a la de la gráfica 3, pero muestra una tendencia más lineal.

Con estas 4 gráficas (1 a 4) demostramos que, en el caso de las vías rápidas, el comportamiento de las intersecciones respecto a los conteos de ciclistas es más bien positivo, más intersecciones más ciclistas.

La razón que intuimos para que más intersecciones también se traduzcan en más ciclistas es que, más intersecciones también significan más puntos por donde acceder a las vías rápidas, que como su nombre lo indica una vía rápida con ciclovía, también es una vía rápida para los ciclistas sin embargo una de las características particulares de las vías rápidas es contar con pocas intersecciones que obstruyan el tránsito vehicular.

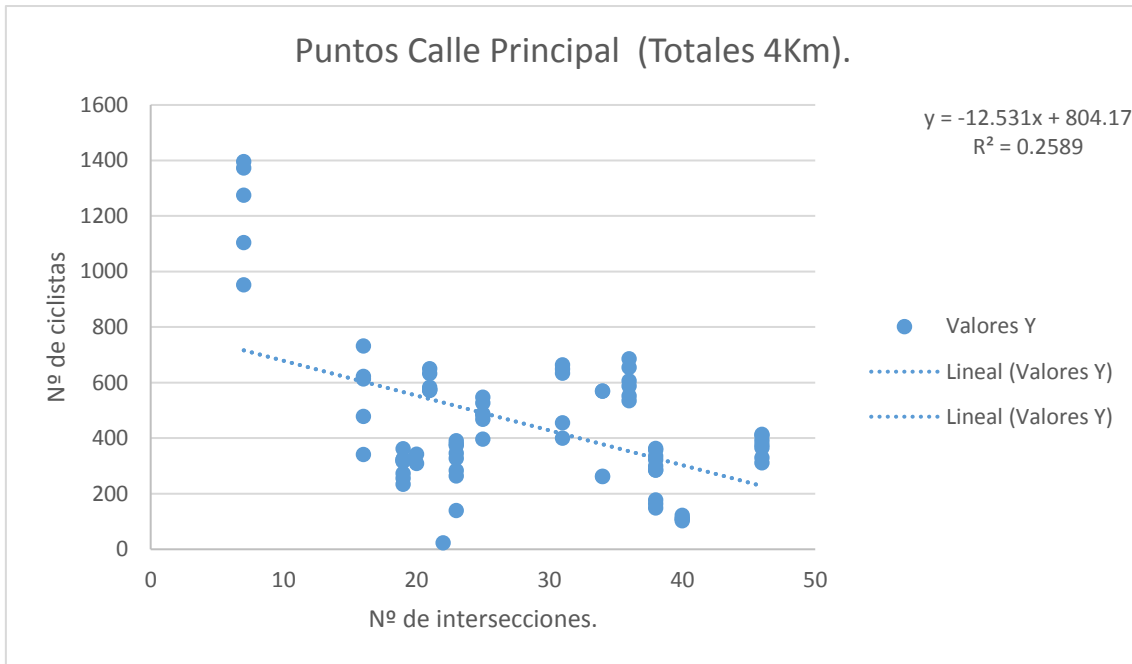


Gráfica 5 Totales de las intersecciones de las calles principales a 2 kilómetros.

En la gráfica 5 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas totales, que pasan por todas las calles principales, donde se realizaron los conteos, con un rango para las intersecciones de 2 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 2 kilómetros sobre el punto analizado.

Como podemos ver la gráfica 5 muestra una tendencia de más intersecciones, menos ciclistas, sin embargo, hay un punto que sale de la tendencia, y este es el punto 11 con sus 4 intersecciones a 2 km, y una afluencia de ciclistas entre 953 y 1396 rompe la tendencia de las calles principales, para un punto con tan pocas intersecciones ubicado en Av. Olímpica.

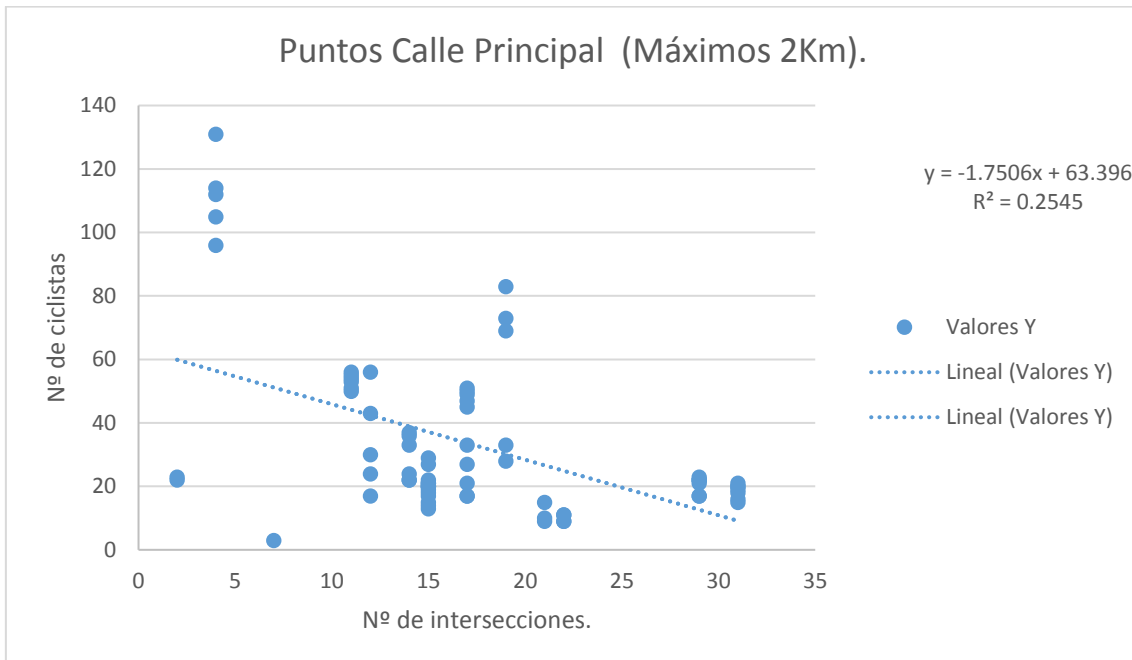
La Av. Olímpica estuvo a punto de considerarse como vía rápida ya tiene algunas de sus características, pero no entro por el tema de los carriles y su ubicación, sin embargo, es la ruta que eligen los ciclistas de la zona de delta para integrarse al distribuidor vial y de ahí a sus destinos.



Gráfica 6 Totales de intersecciones de las calles principales a 4 kilómetros.

En la gráfica 6 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas Totales, que pasan por todas las calles principales, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 4 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 4 kilómetros sobre el punto analizado.

La gráfica 6 tiene en común con la 5 que es solo el punto 11 el que rompe la tendencia y que ambas presentan tendencia negativa de más intersecciones menos ciclistas.

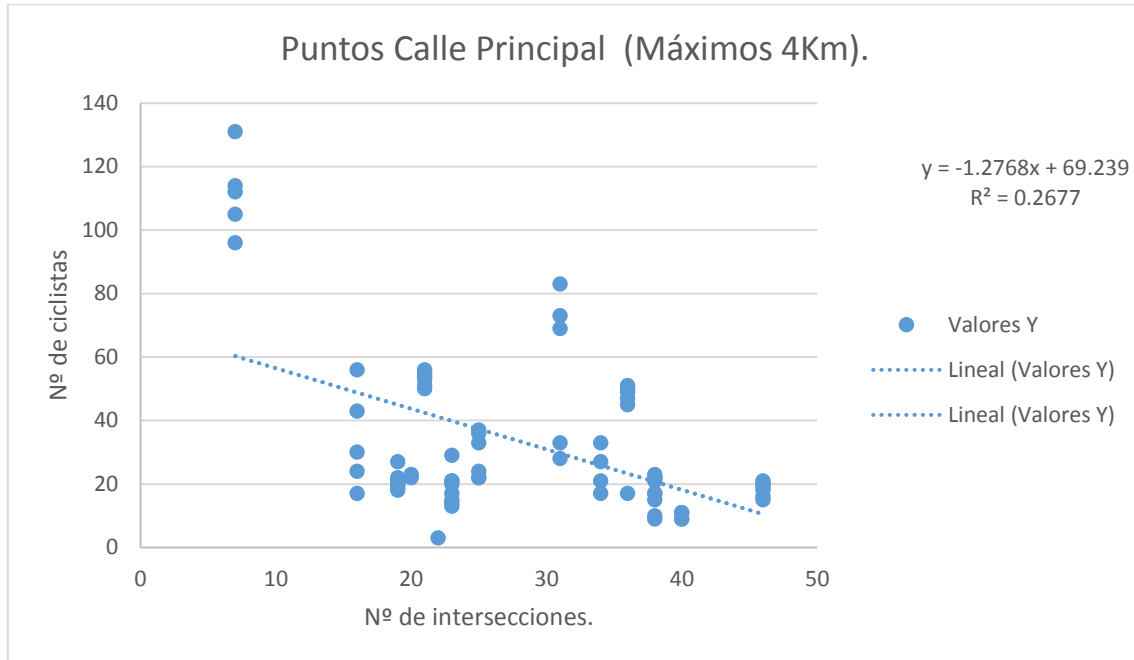


Gráfica 7 Máximos de intersecciones de las calles principales a 2 kilómetros.

En la gráfica 7 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas Máximo alcanzado en el punto, que pasan por todas las calles principales, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 2 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 2 kilómetros sobre el punto analizado.

Al igual que en la gráfica 5 y 6 el punto 11 rompe la tendencia, pero a la gráfica 7 hay que agregar un punto más el punto 27 con sus 19 intersecciones y máximos de 28 a 83 rompe la tendencia de más intersecciones menos ciclistas.

El punto 27 está ubicado en BLVD. MIGUEL HIDALGO en una zona que cuenta con una buena ciclo vía.

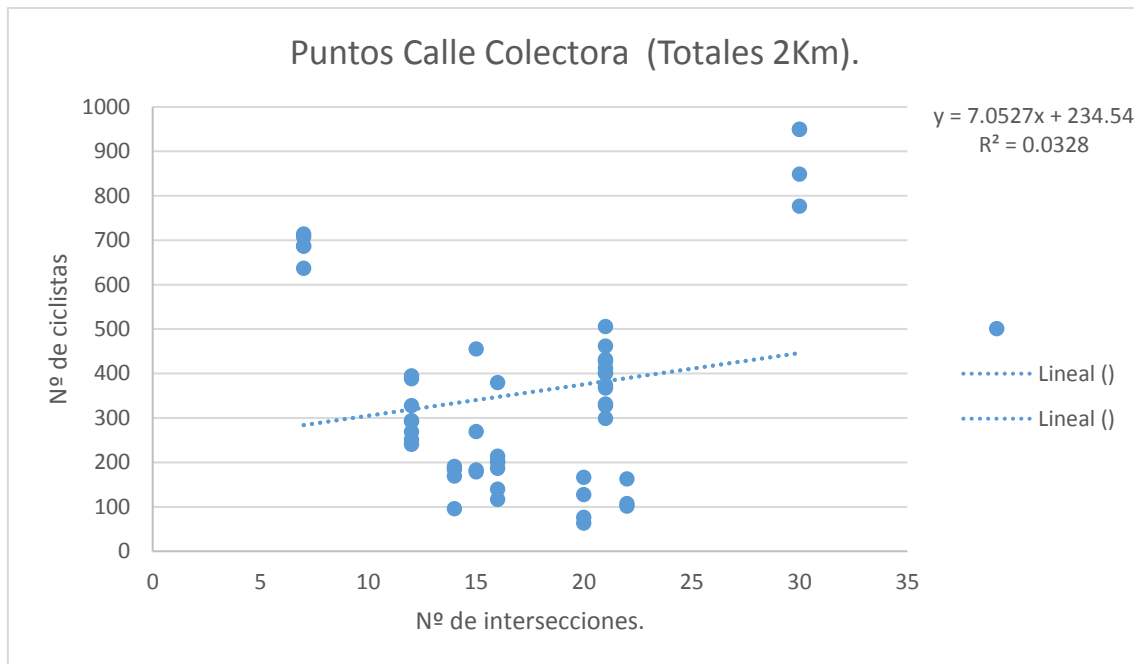


Gráfica 8 Máximos de intersecciones de las calles principales a 4 kilómetros.

En la gráfica 8 se analiza la relación entre las intersecciones y el número de ciclistas máximo alcanzado en el punto, que pasan por todas las vías rápidas, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 4 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 4 kilómetros sobre el punto analizado.

La gráfica 8 no presenta ninguna novedad, sobresalen los mismos puntos que en la gráfica 7 y confirma la tendencia de que, en calles principales, más intersecciones se traducen en menos ciclistas.

Esto puede deberse a las calles principales, son vías céntricas para llegar a muchos puntos con múltiples accesos, y el agregar un semáforo para cruzarla, (intercepción más común), no la vuelve más atractiva para los ciclistas.



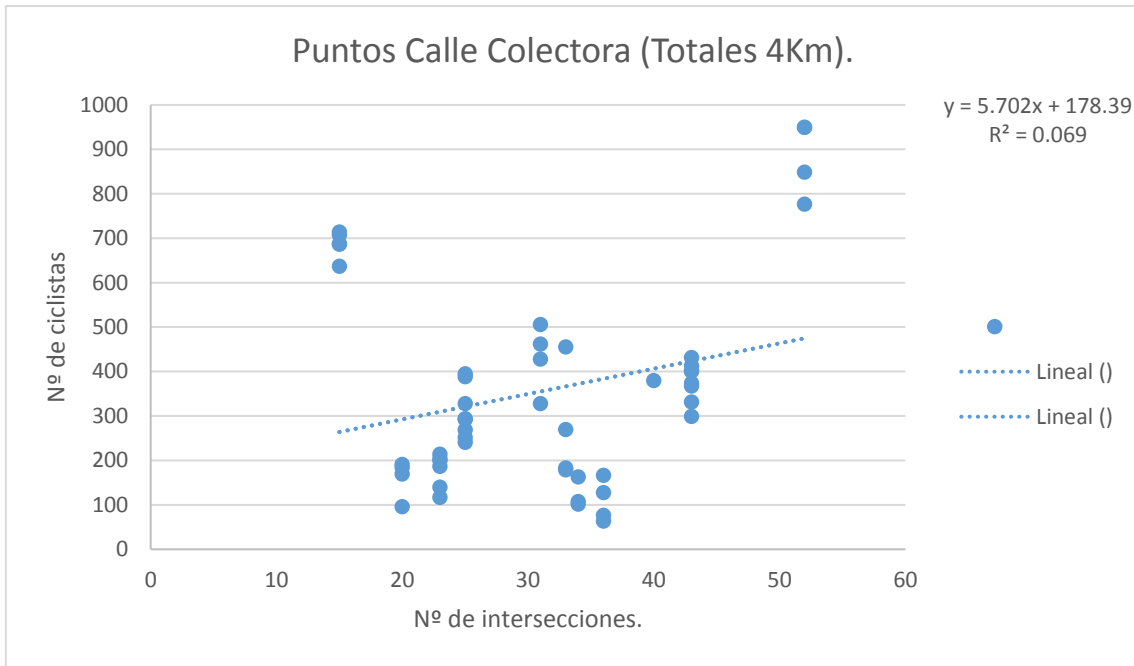
Gráfica 9 Totales de intersecciones de las calles colectoras a 2 kilómetros.

En la gráfica 9 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas Totales, que pasan por todas las calles colectoras, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 2 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 2 kilómetros sobre el punto analizado.

La gráfica 9 presenta una pendiente positiva de más intersecciones más ciclistas, 7 ciclistas más por cada intersección adicional, hay 2 puntos que sobresalen de la tendencia, con 7 intersecciones y 714 ciclistas, el punto 14 es el primero en romper la tendencia, y con 30 intersecciones y 950 ciclistas el punto 16 es el segundo en romper la tendencia.

El punto 14 es una calle colectora con una ciclovía muy bien hecha, que va por el centro del bulevar, con árboles a los lados que hacen que el trayecto del ciclista sea agradable, en un punto entre el Blvd Morelos y la zona piel de León.

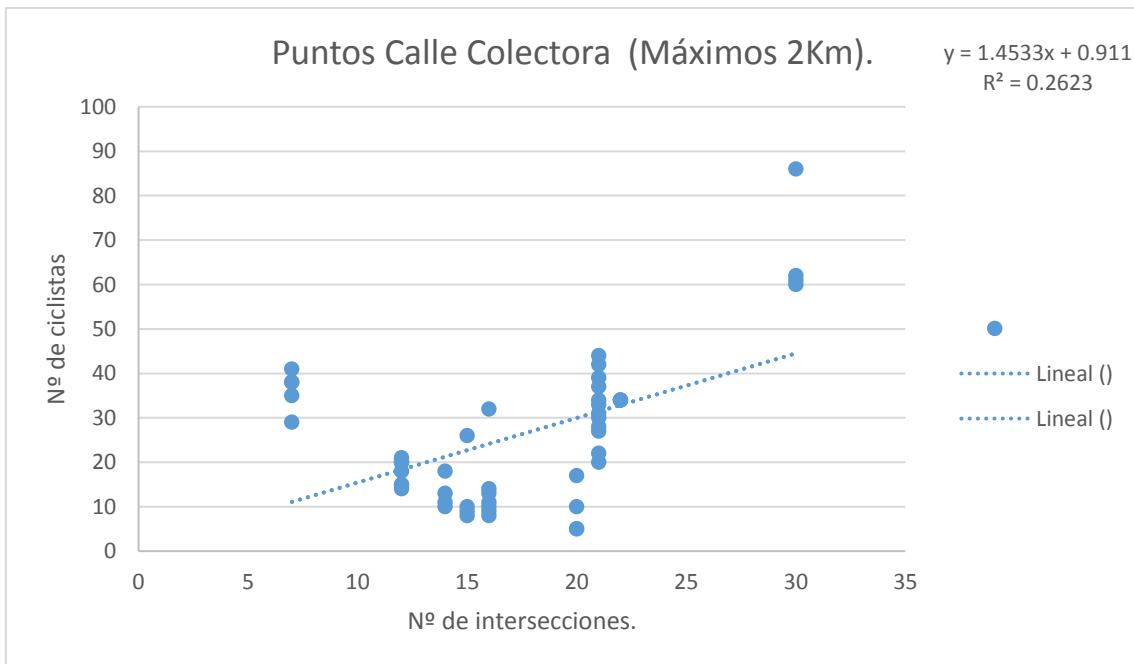
El punto 16 Al igual que el punto 14 presenta una ciclovía por el centro del Blvd con algunos árboles, es una avenida incrustada dentro de calles locales, en una zona entre el Blvd Juan Alonso de Torres y Blvd Morelos.



Gráfica 10 Totales de intersecciones de las calles colectoras a 4 kilómetros.

En la gráfica 10 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas Totales, que pasan por todas las calles colectoras, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 4 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 2 kilómetros sobre el punto analizado.

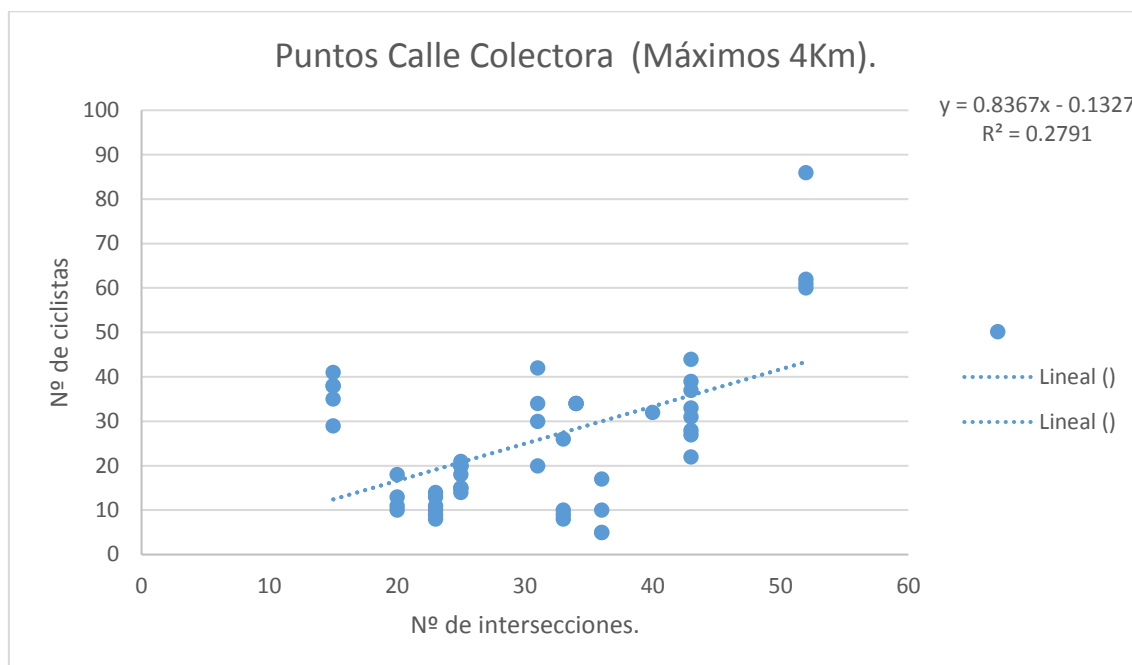
La gráfica 10 es casi un espejo de la gráfica 9 a pesar de que se están tomando en cuenta las intersecciones a 4 km, cabe mencionar que uno de los puntos que está ligeramente por encima de la tendencia es el 34 con sus 31 intersecciones y 506 ciclistas casi enfrente de la estación San Jerónimo la existencia de ciclovía es la única constante en los puntos de mayor afluencia de las calles colectoras.



Gráfica 11 Máximos de intersecciones de las calles colectoras a 2 kilómetros.

En la gráfica 11 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas Máximo alcanzado en el punto, que pasan por todas las calles colectoras, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 2 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 4 kilómetros sobre el punto analizado.

Aunque la pendiente es más inclinada a favor de más intersecciones más ciclistas, con los mismos puntos que sobresalen de la tendencia en los mismos lugares de ruptura.



Gráfica 12 Máximos de intersecciones de las calles colectoras a 4 kilómetros.

En la gráfica 12 se analiza la relación entre las intersecciones y el número ciclistas Máximo alcanzado en el punto, que pasan por todas las calles colectoras, donde se realizaron conteos, con un rango para las intersecciones de 4 kilómetros, es decir, las intersecciones en un diámetro de 4 kilómetros sobre el punto analizado.

Al igual que en las gráficas 8, 9 y 11 la gráfica 12 presenta la misma tendencia y forma de las anteriores, lo que esto nos indica que, en el caso de las calles colectoras, más intersecciones más ciclistas.

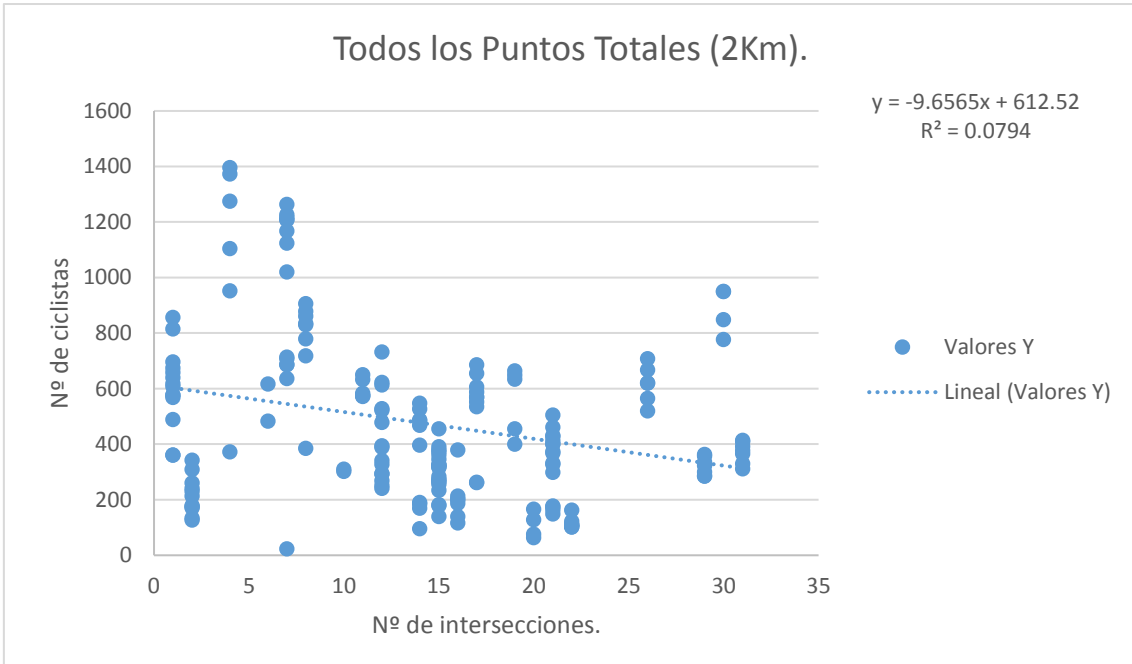
Creemos que, para poder tener puntos por encima de la tendencia de las calles colectoras, es necesario contar con ciclovías en buenas condiciones.

Resultados de las gráficas por calles				
	Intersecciones 2k	Intersecciones 4k	Máximos	Totales
Vías rápidas	1 a 12	2 a 46	8 a 89	127 a 1264
Calles principales	4 a 30	14 a 52	9 a 131	24 a 1396
Calles colectoras	2 a 31	12 a 46	5 a 86	64 a 950

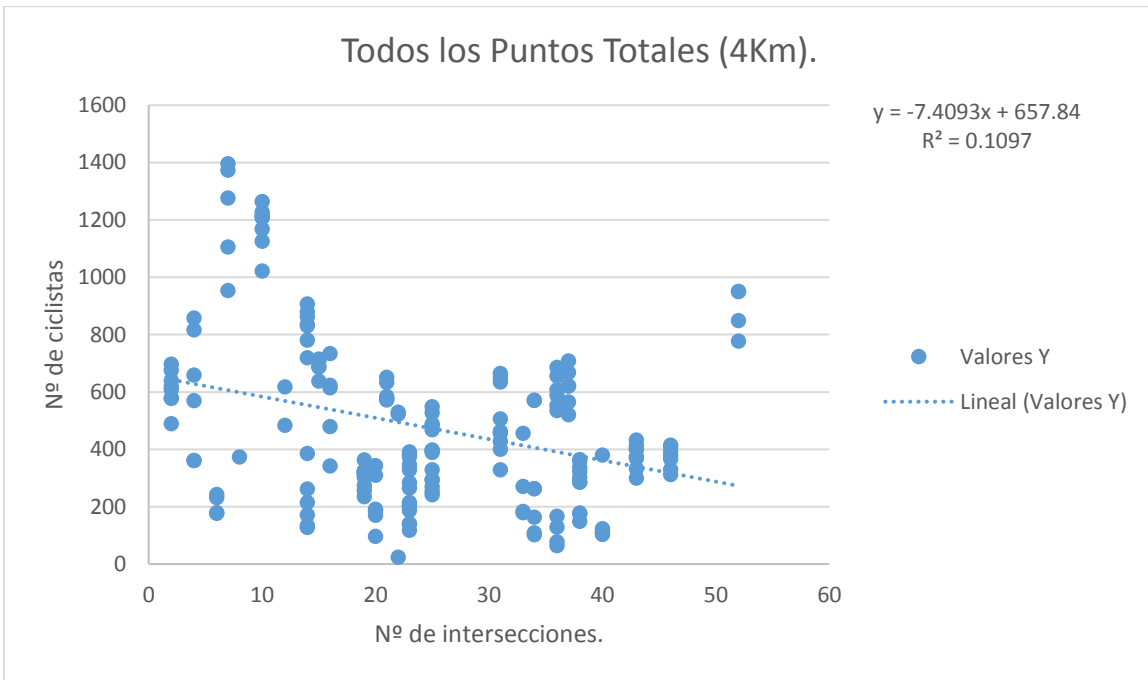
Tabla 4 Resumen de las gráficas por tipo de vía

Por lo tanto, podemos realizar recomendación para el diseño del sistema de ciclovías entero de la ciudad, (estamos tomando en cuenta únicamente los tipos de vías y las intercesiones) lo ideal es que el Cicloférico se construya sobre vías principales, y que otras ciclovías se conecten a él, a través de calles colectoras, de modo que tengamos un grafo conexo.

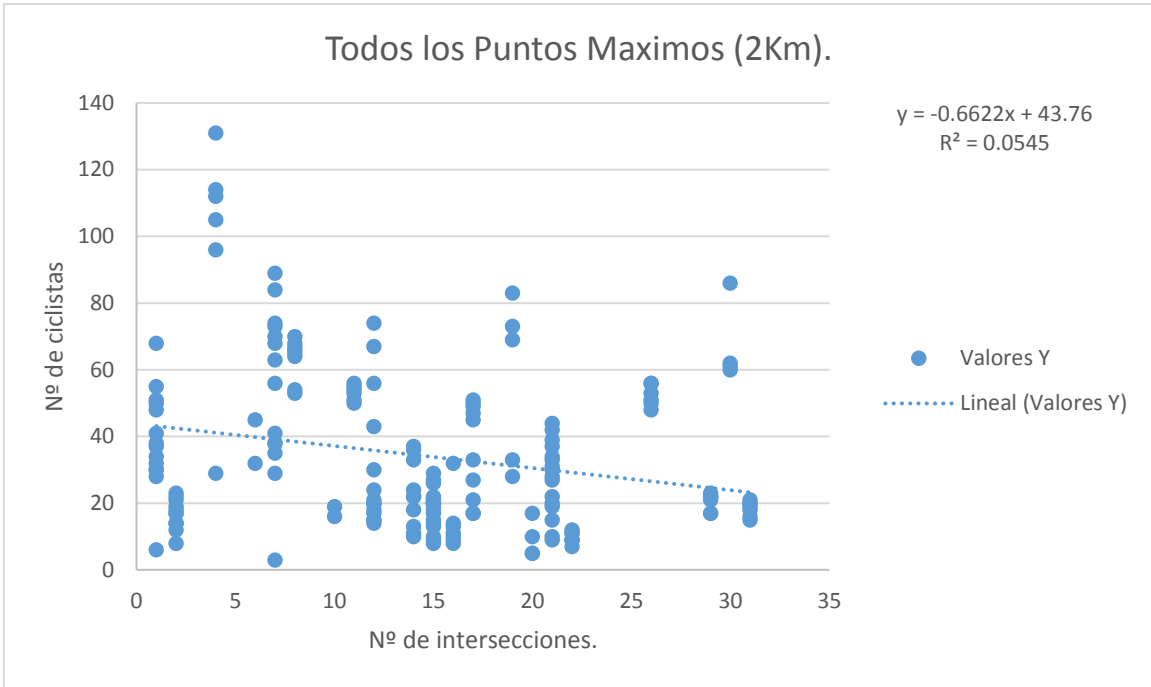
De este modo tendremos un Cicloférico con el menor número de intersecciones posibles y ciclovías que conectan los lugares de origen y destino de los ciclistas con el Cicloférico, y el Cicloférico conectara a toda la ciudad.



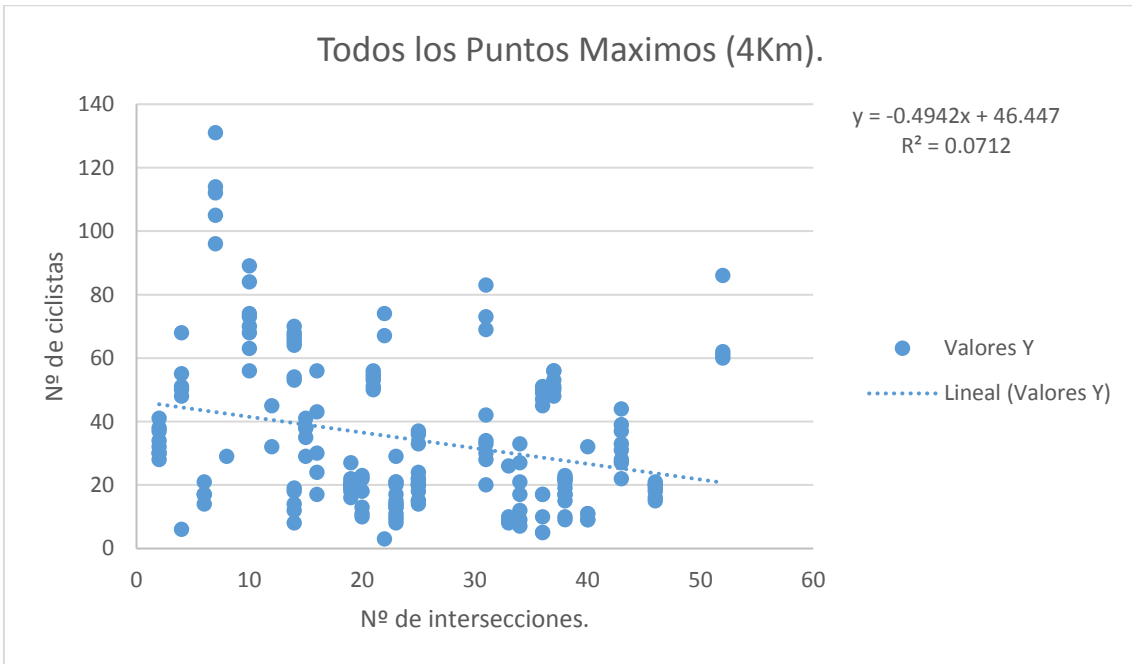
Gráfica 13 Todos los puntos con las totales intersecciones a 2 kilómetros



Gráfica 14 Todos los puntos con los totales de intersecciones a 4 kilómetros



Gráfica 15 Todos los puntos con los Máximos de intersecciones a 2 kilómetros



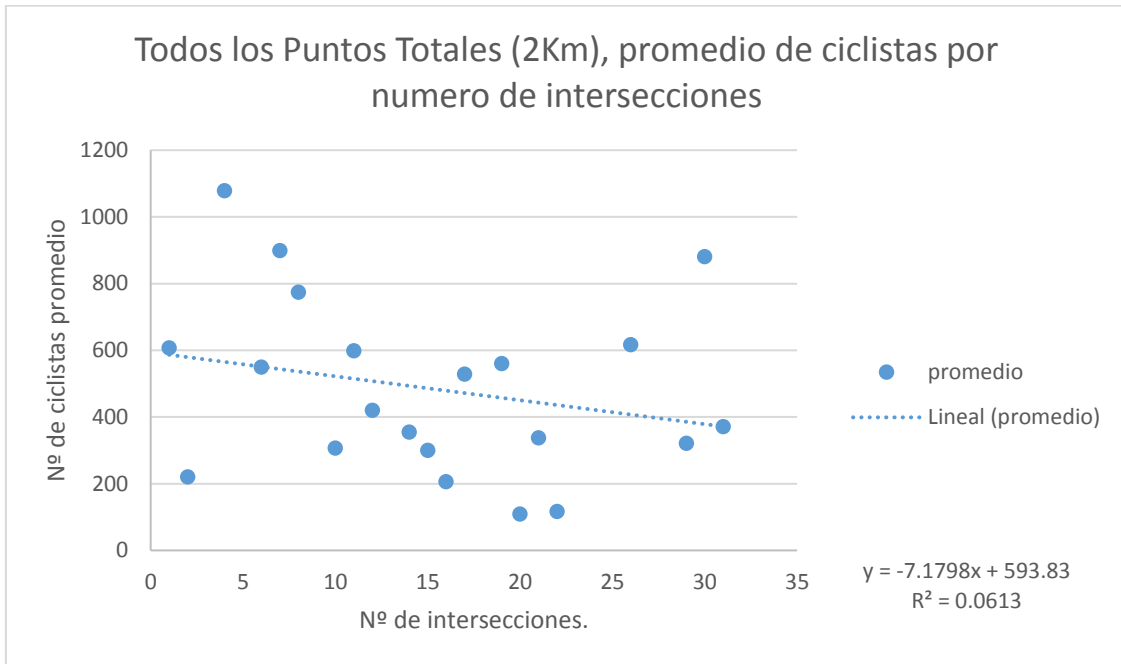
Gráfica 16 Todos los puntos con los máximos de intersecciones a 2 kilómetros

Las gráficas 13, 14, 15 y 16, están construidas con el total de conteos es decir 42 puntos por 6 conteos 252, pero como tuvimos faltantes solo tenemos 181 datos.

Y cada punto representa un dato, ejemplo ilustrativo, el punto 1 tiene 4 intersecciones a 2 km y 9 intersecciones a 4 km además de un total de 100 ciclistas en todo el tiempo de conteo con un máximo de 10 en un determinado intervalo, de este modo tenemos (100, 4), (100, 9), (10, 4) Y (10, 9) que serían la primera coordenada de cada gráfica.

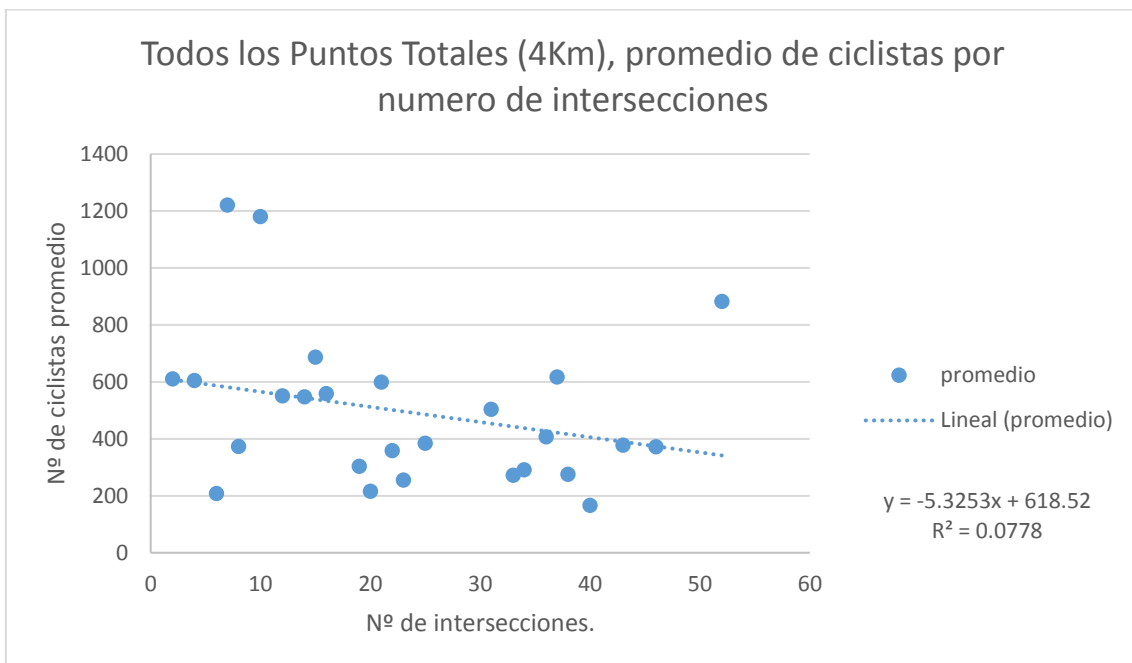
En las gráficas 13, 14, 15 y 16 se muestran las correlaciones entre el número de intersecciones y el número de ciclistas, en un análisis de máximos y totales a 2 y 4 kilómetros; Como se puede ver en estas gráficas los datos presentan una enorme variabilidad, fruto de numerosos conteos.

Estas gráficas (13, 14, 15 y 16) comprueban que la cantidad de ciclistas que circulan por un vértice, no solo depende del tipo de calle y de la cantidad de intersecciones que se encuentre en su camino, sino que hay muchos más factores a considerar.

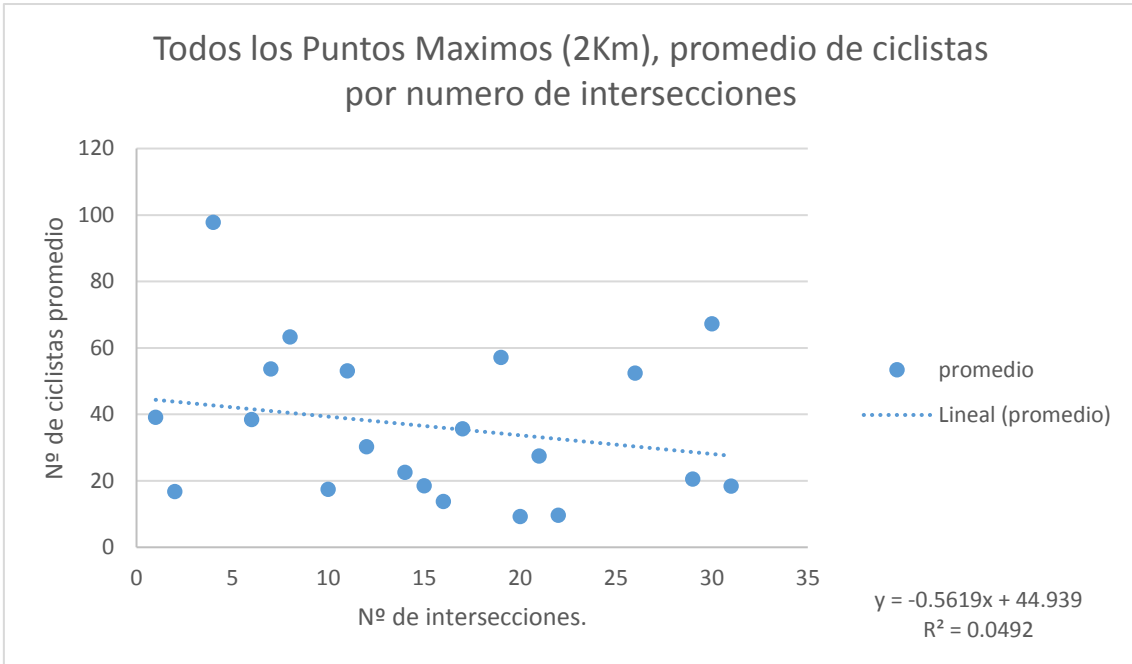


Gráfica 17 Todos los Puntos Totales (2k), promedio de ciclistas por número de intersecciones

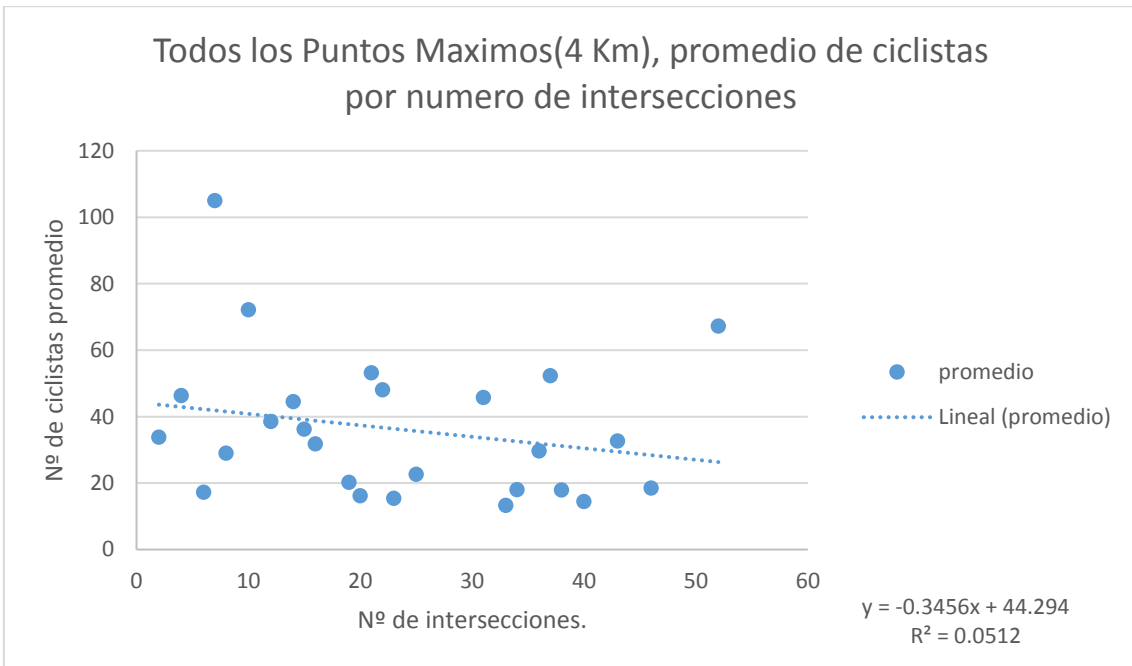
Ahora bien, una forma de sacar el “ruido” (Factores aleatorios que no alteran la tendencia) sería trabajar con los datos que promedian, como en las gráficas 17, 18,19 y 20.



Gráfica 18 Todos los Puntos Totales (4k), promedio de ciclistas por número de intersecciones



Gráfica 19 Todos los Puntos Máximos (2k), promedio de ciclistas por número de intersecciones



Gráfica 20 Todos los Puntos Máximos (4k), promedio de ciclistas por número de intersecciones

Las gráficas 17, 18, 19 y 20 están construidas tomando como base el número de intersecciones, es decir, en todos nuestros conteos con número de intersecciones a 2 km por punto cuando tenemos 4 intersecciones tenemos conteos de ciclistas de 4, 4, 5, etc. esos números si se promedian nos dan N teniendo 4 intersecciones, N número de intersecciones.

Tabla 4: Gráfica: es el número de gráfica, PC: son el promedio de ciclistas de la gráfica PI son el promedio de intersecciones de la gráfica DC son la desviación uniforme de los ciclistas ND número de datos PC/PI son PC entre Pi.

Gráfica	PC	PI	DC	ND	PC/PI
13	474	14	290	181	33
14	474	25	290	181	18.9
15	34	14	24	181	2.4
16	34	24	24	181	1.4
17	284	15	264	21	18.9
18	492	23	270	26	21
19	36	15	23	21	2.4
20	36	23	22	26	1.5

Tabla 5 Comparación totales y promedio por intersección. Mismo color dato similar, por tipo de dato, excepto el blanco).

Lo anterior nos demuestra lo complejo de analizar el total de los datos bajo el supuesto de uniformidad, cuando los datos nos dan una variabilidad tan alta que es muy difícil sacar conclusiones.

Por otro lado, al analizar los datos por tipo de vía nos permitió, sacar una conclusión general, sobre la construcción de red de ciclovías, esta red de ciclovías está centrada en el Cicloférico, pues debe de ser el eje de la red y al mismo tiempo la vía rápida y de mayor optimización lo cual abordaremos en los capítulos siguientes.

3. 3 El Cicloférico de la ciudad de León, Guanajuato.

En la ciudad de León, a fin de poder construir un sistema de ciclovías ordenadas, se construyó un Cicloférico que uniera la mayoría de ciclovías, esto para facilitar la conectividad de la ciudad.

Mediante este Cicloférico que funcionaría a modo de vía rápida, se pretendía unir a la ciudad, sin embargo, hay puntos la continuidad se ve interrumpida, tal vez por las prisas en el diseño.

Cicloférico: es una vía diseñada para el uso de bicicletas que recorre toda una ciudad, generando un circuito para que los usuarios puedan desplazarse de manera segura por toda la entidad.

El Cicloférico de la ciudad de León Guanajuato mide 27.9 KM de perímetro y abarca un área de 45.5 km y va desde Blvd. Juan José Torres Landa y Blvd. Timoteo Lozano corriendo por Torres Landa, hasta Blvd. Junan José Torres Landa y Blvd José María Morelos y desde este punto continúa por José María Morelos, hasta el cruce con Blvd Juan Alonso de Torres, y sigue por el Juan Alonso de Torres hasta Manuel López Sanabria y continua por el hasta Paseo de los Insurgentes, baja por Paseo de los Insurgentes hasta Océano Índico de Linda Vista, dobla por Río Mariachis hasta el Miguel de Cervantes Saavedra, en este punto se parte en dos pero siguiendo el sentido de las calles, continua de manera paralela por Miguel de Cervantes Saavedra y Avenida Manuel de Austri, estas dos rutas se unen de nuevo en Ejército Nacional, continuando por Blvd Miguel de Cervantes Saavedra hasta completar el circuito de nuevo en Blvd Juan José Torres Landa.

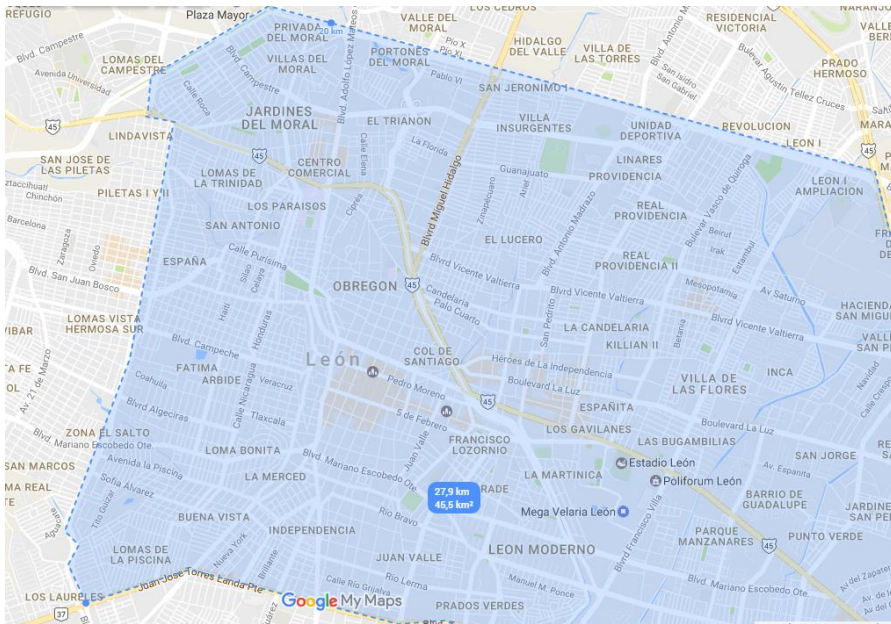


Ilustración 10 Circuito de ciclovías de la ciudad de León.

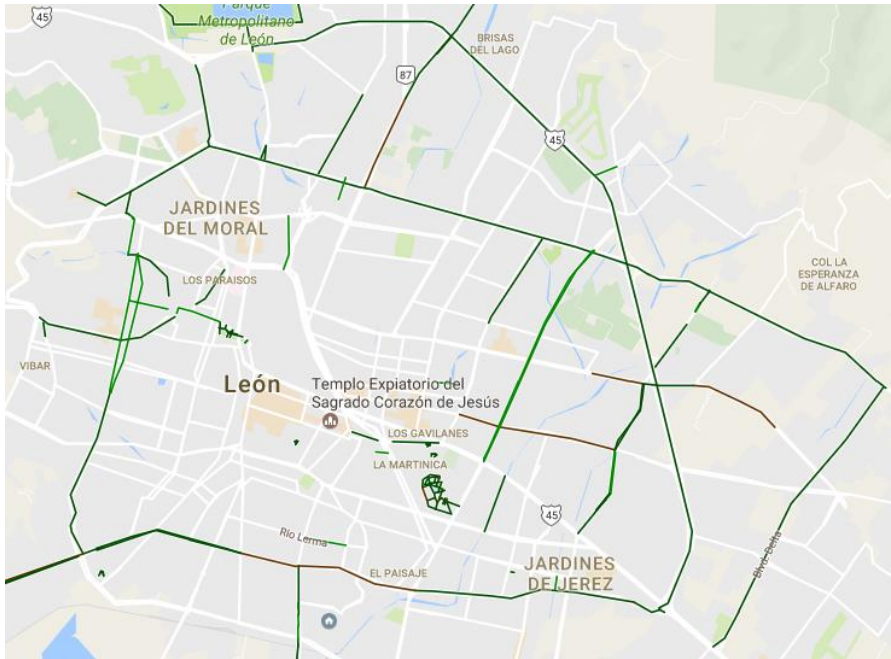


Ilustración 11 Ciclovías según google en León GUANAJUATO.

3.4 Presentación de los datos obtenidos para el Cicloférico

Debido a problemas con los participantes, tuvimos algunos conteos faltantes, que, si bien son importantes, no nos impiden continuar con el estudio, en las tablas de los puntos, el dato faltante se representara llenando el cuadro del dato faltante de color azul, en otros casos él participante solo pudo contar una hora y se completó la segunda suponiendo que pasaron los mismos ciclistas, estos datos están marcados por un *.

Estos datos están ordenados en tablas donde se muestran los totales por dirección de cada uno de los puntos sobre el Cicloférico y la suma de las direcciones para cada conteo.

Las tablas de los puntos que vamos a presentar son los que están cerca o directamente sobre el Cicloférico.

Datos del punto 2			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	154	181	335
13 de mayo del 2016	136	148	284
1 de septiembre 2016	149	116	265
2 de septiembre de 2016	212	168	380
10 de Noviembre 2016	212	116	388
11 de Noviembre 2016	207	139	346
30 de Marzo 2017	183	208	391
31 de Marzo 2017	184	190	374
Promedio	180	158	345

Tabla 6 Totales y promedio del punto 2.

Datos del punto 9			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	230	180	410
13 de mayo del 2016	201	129	330
1 de septiembre 2016	218	177	395
2 de septiembre de 2016			
10 de Noviembre 2016	156	156	312
11 de Noviembre 2016	174	162	336
30 de Marzo 2017	204	210	414
31 de Marzo 2017	200	178	378
Promedio	197	170	368

Tabla 7 Totales y promedio del punto 9.

Datos del punto 10			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	93	121	214
13 de mayo del 2016	94	93	187
1 de septiembre 2016			
2 de septiembre de 2016			
10 de Noviembre 2016	74	66	140
11 de Noviembre 2016	56	61	117
30 de Marzo 2017	77	123	200
31 de Marzo 2017	74	130	204
Promedio	78	99	177

Tabla 8 Totales y promedio del punto 10.

Datos del punto 11			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	143	1133	1276
13 de mayo del 2016			
1 de septiembre 2016	116	837	953
2 de septiembre de 2016	133	972	1105
10 de Noviembre 2016			
11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017	196	1200	1396
31 de Marzo 2017	189	1184	1373
Promedio	155	1065	1121

Tabla 9 Totales y promedio del punto 11.

Datos del punto 12			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	98	484	582
13 de mayo del 2016	488	96	584
1 de septiembre 2016	108	468	576
2 de septiembre de 2016	116	453	569
10 de Noviembre 2016			

11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017	34	617	651
31 de Marzo 2017	49	584	633
Promedio	149	450	599

Tabla 10 Totales y promedio del punto 12.

Datos del punto 13			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	178	701	879
13 de mayo del 2016	155	676	831
1 de septiembre 2016	163	672	835
2 de septiembre de 2016	164	671	835
10 de Noviembre 2016	169	550	719
11 de Noviembre 2016	153	627	780
30 de Marzo 2017	201	706	907
31 de Marzo 2017	203	659	862
Promedio	173	658	831

Tabla 11 Totales y promedio del punto 13

Datos del punto 16			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	596	253	849
13 de mayo del 2016	559	218	777
1 de septiembre 2016	274	676	950
2 de septiembre de 2016	272	678	950
10 de Noviembre 2016			
11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017			
31 de Marzo 2017			
Promedio	425	456	881

Tabla 12 Totales y promedio del punto 16.

Datos del punto 17			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	81	526	607
13 de mayo del 2016	93	495	588
1 de septiembre 2016	98	455	553
2 de septiembre de 2016	93	442	535
10 de Noviembre 2016			
11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017	110	576	686
31 de Marzo 2017	96	569	665
Promedio	95	510	605

Tabla 13 Totales y promedio del punto 17

Datos del punto 20			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	25	98	123
13 de mayo del 2016	15	88	103
1 de septiembre 2016	22	89	111
2 de septiembre de 2016	23	87	110
10 de Noviembre 2016			
11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017			
31 de Marzo 2017			
Promedio	21	90	122

Tabla 14 Totales y promedio del punto 20.

Datos del punto 21			
Fecha	N/E	S/O	Total

12 de mayo del 2016	280	63	343
13 de mayo del 2016	254	55	309
1 de septiembre 2016			
2 de septiembre de 2016			
10 de Noviembre 2016			
11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017	309	64	373
31 de Marzo 2017	254	48	302
Promedio	274	57	332

Tabla 15 Totales y promedio del punto 21

Datos del punto 29			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	424	840	1264
13 de mayo del 2016	350	818	1168
1 de septiembre 2016	428	779	1027
2 de septiembre de 2016	445	773	1218
10 de Noviembre 2016	363	722	1085
11 de Noviembre 2016	390	735	1125
30 de Marzo 2017	427	800	1227
31 de Marzo 2017	433	777	1210
Promedio	407	780	1165

Tabla 16 Totales y promedio del punto 29.

Datos del punto 34			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016	113	472	585
13 de mayo del 2016	124	454	578
1 de septiembre 2016	107	355	462
2 de septiembre de 2016	98	408	506
10 de Noviembre 2016			
11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017			
31 de Marzo 2017			
Promedio	105	422	533

Tabla 17 Totales y promedio del punto 34.

Datos del punto 36			
Fecha	N/E	S/O	Total
12 de mayo del 2016			
13 de mayo del 2016			
1 de septiembre 2016	127	176	303
2 de septiembre de 2016	131	180	311
10 de Noviembre 2016			
11 de Noviembre 2016			
30 de Marzo 2017	179	201	380
31 de Marzo 2017	174	203	377
Promedio	153	190	343

Tabla 18 Totales y promedio del punto 36.

3.5 El grafo

A partir de este momento comenzaremos a analizar el Cicloférico con un grafo, por lo que cabe mencionar que la red de ciclovías es un grafo disconexo, pero el Cicloférico es un grafo conexo, donde los vértices serán los puntos de conteo, las aristas son la misma ciclovía, y son aristas dirigidas, pues llevan dirección.

La conectividad es una característica de las redes que expresa su capacidad de entrelazar los lugares entre los que se tejen, y la fluidez con la que se circula por ellas.

La importancia de las redes por las que circulan los ciclistas en la ciudad es clave para entender el papel de las ciclovías, pues las ciclovías son las rutas para uso exclusivo de los ciclistas, y la red son todos los caminos que crean los ciclistas con su andar.

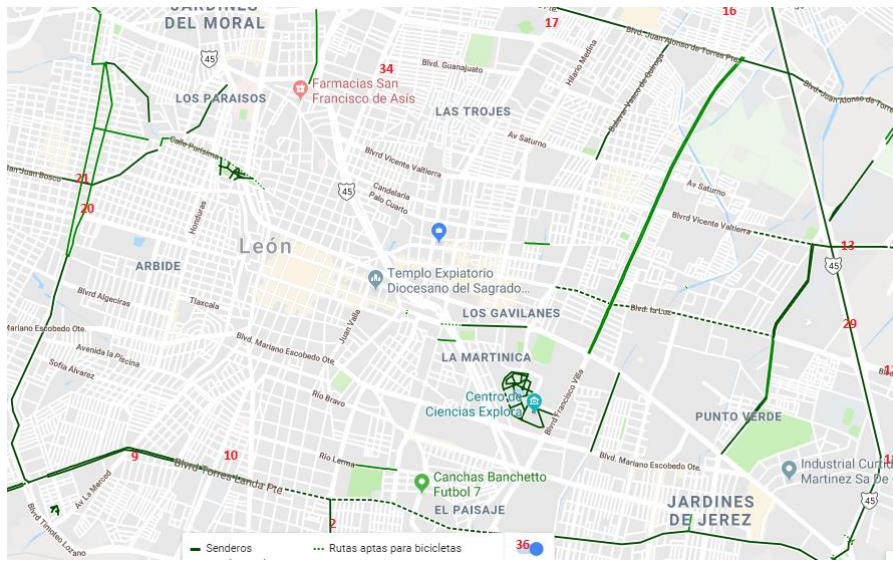


Ilustración 12 Puntos que están cerca del Cicloférico isomorfo.

Una intersección es el lugar del espacio geométrico en el que dos puntos o líneas se encuentran; Se puede aplicar igualmente este concepto a dos planos de una figura.

Para nuestra investigación una intersección se tomara todo aquello que corte el flujo de la ciclovía, llámese, cruce de calles, paraderos de la oruga, retornos, discontinuad, ETC.

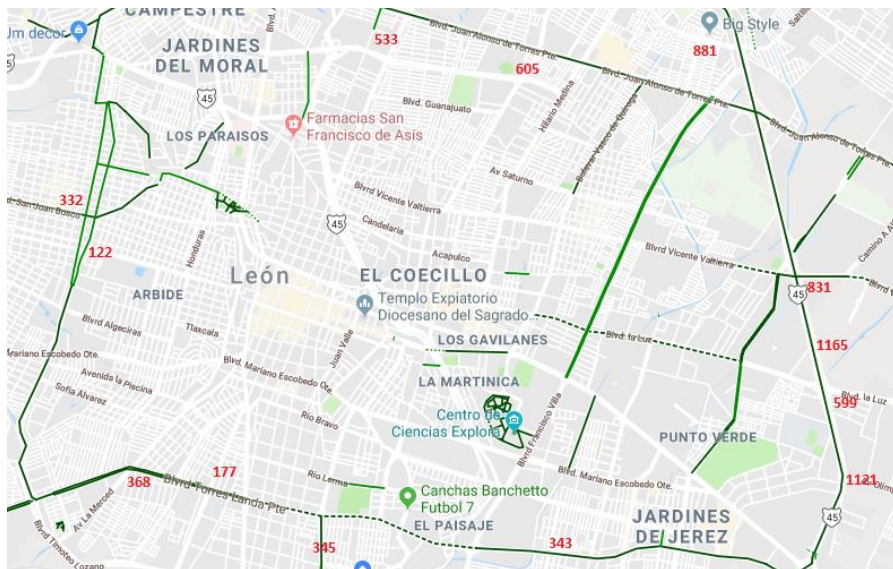


Ilustración 13 Dato promedio de ciclistas que están cerca del Cicloférico isomorfo

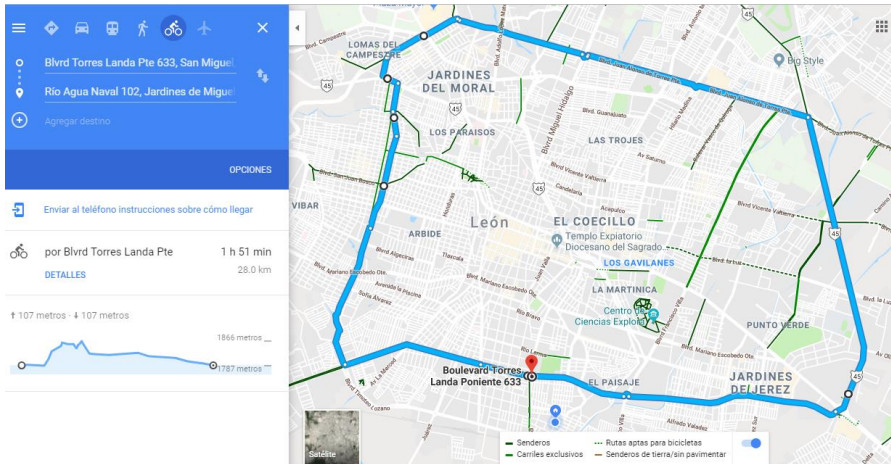


Ilustración 14 grafo en el mapa de León isomorfo

Como vimos en las ilustraciones 11, 12 y 13, los vértices no están distribuidos de manera homogénea por el grafo, ni los flujos son constantes ni el terreno es plano, así como que no se toma en cuenta el papel de la geografía en los mapas anteriores, pero aun así se pueden simplificar más si se presenta en forma de grafo.

Cicloferico en forma de grafo.

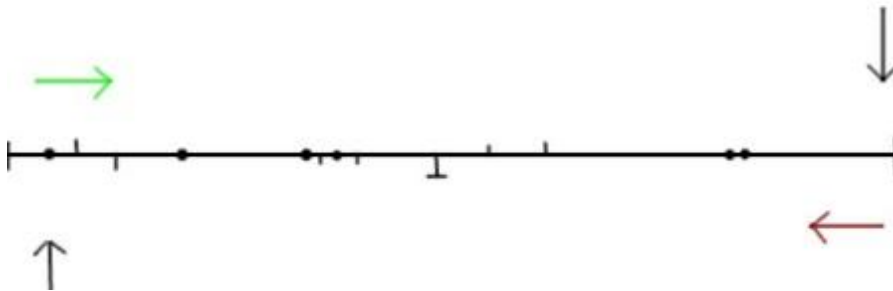


Ilustración 15 Grafo isomorfo a la ciclovía conexo.

Cicloferico en forma de grafo con totales.

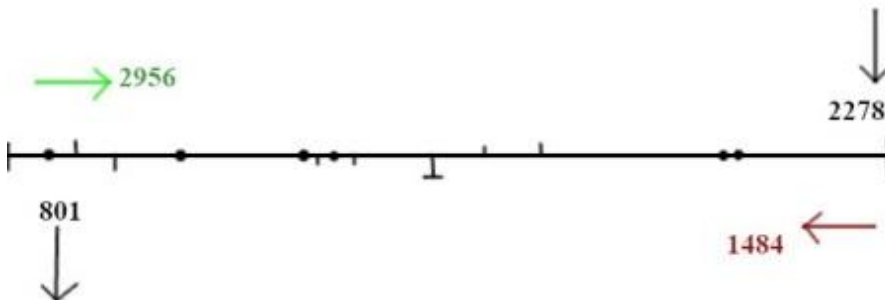


Ilustración 16 Grafo isomorfo a la ciclovía con totales

Cicloferico en forma de grafo con todos los datos.

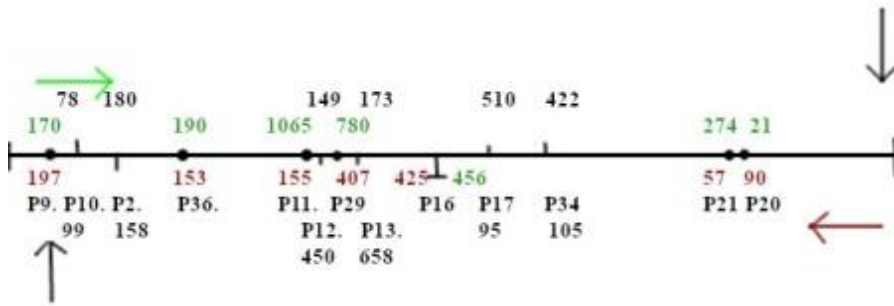


Ilustración 17 Grafo isomorfo a la ciclovía con todos los datos del grafo.

Las ilustraciones 14 15 y 16 nos muestran al grafo isomorfo del Cicloferico, la línea representa el Cicloferico, las líneas de inicio y fin representan el punto de Torres Landa y Saavedra. Cada vértice en el grafo representa un punto de conteo (ejemplo P9 representa al punto 9), las líneas que atraviesan la recta representan conteos directamente sobre el Cicloferico y las que se integran representan puntos cercanos al cicloferico con dirección a él, excepto el punto 16 donde el conteo es cerca pero el flujo es paralelo al Cicloferico.

En el caso de los puntos sobre el grafo, estos están acompañados por dos valores uno en rojo y otro en verde que representan las direcciones de esos ciclistas sobre al vía, pues las flechas de su mismo color indican la dirección. En el caso de los puntos cercanos al Cicloferico (la cantidad de ciclista se representa en color negro de ambos flujos) tenemos también 2 datos, si el dato esta por encima de la línea del grafo, la flecha negra de arriba del representa la dirección el la que va y si el dato esta por debajo lo representa la flecha de abajo. De tal modo que dependiendo del punto ya sea hacia arriba o hacia abajo son flujos de ciclistas que van desde o hacia el Cicloferico.

El Cicloferico en un grafo 1				
Flechas	↑	↓	→	←
Significado flecha	Ciclistas que salen del grafo	Ciclistas que entran al grafo	N/E	S/O
Totales	801	2278	2956	1484
Promedio	133.5	380	422	233
Promedio total				295
Desviación de las direcciones				250

Tabla 19 Totales de los grafos

Punto	Promedio o ix	xi-X	(xi-X) ²
2	345	-225.923077	51041.2367
9	368	-202.923077	41177.7751
10	177	-393.923077	155175.391
11	1121	550.076923	302584.621
12	599	28.0769231	788.313609
13	831	260.076923	67640.0059
16	881	310.076923	96147.6982
17	605	34.0769231	1161.23669
20	122	-448.923077	201531.929
21	332	-238.923077	57084.2367
29	1165	594.076923	352927.391
34	533	-37.9230769	1438.15976
36	343	-227.923077	51948.929
Promedio o X		570.9	
Desviación estándar del grafo		339.2	

Tabla 20 desviación estándar, de los puntos por promedios también se muestra como se calcula la desviación estándar.

Análisis por promedios y por dirección		
	Por punto	Por dirección
Total de datos	13	26
Promedio	571	295
Max	1165	1065
Min	122	21
Rango	1043	1044
Desviación	339	250

Tabla 21 Comparación de los datos por punto y por dirección.

Como podemos ver en la tabla 19 la desviación de los datos por dirección es un 26.25 % menor que la de los datos por promedios lo que nos demuestra que los flujos con dirección son más homogéneos, que los flujos por promedio.

Es decir, que dentro del grafo existen puntos de obstrucción (o que se rompen los flujos de los ciclistas) donde el promedio del punto cae, y otros donde los ciclistas fluyen con libertad, elevando el promedio total.

En otras palabras nos habla de vértices con alta afluencia de ciclistas y otros con muy baja, esto puede parecer obvio observando la ilustración 12, pero esta es otra comprobación de que los flujos son no homogéneos.

Los puntos de conteo no son donde se encuentra la ruptura, solo nos muestra que en ese punto el flujo de ciclistas ya está mermado, es decir, nos marca una zona donde buscar rupturas en el flujo de ciclistas.

3. 6 Puntos de discontinuidad del Ciclóferico

El Ciclóferico no presenta la misma fluidez en todos sus puntos, ni la misma afluencia de ciclistas, esto se debe a múltiples razones desde la geografía, la distribución de la ciudad entre otros, aquí Investigaremos los puntos de rotura que se deben sobre todo a un mal diseño de la ciclovía.

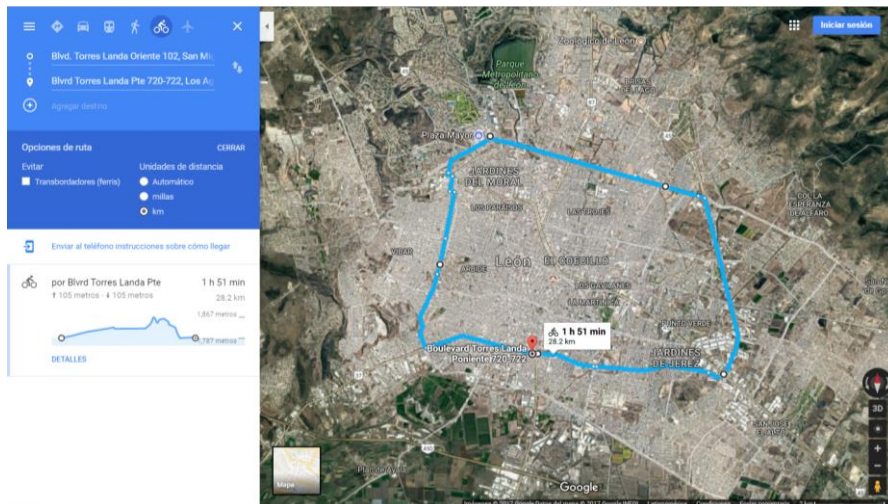
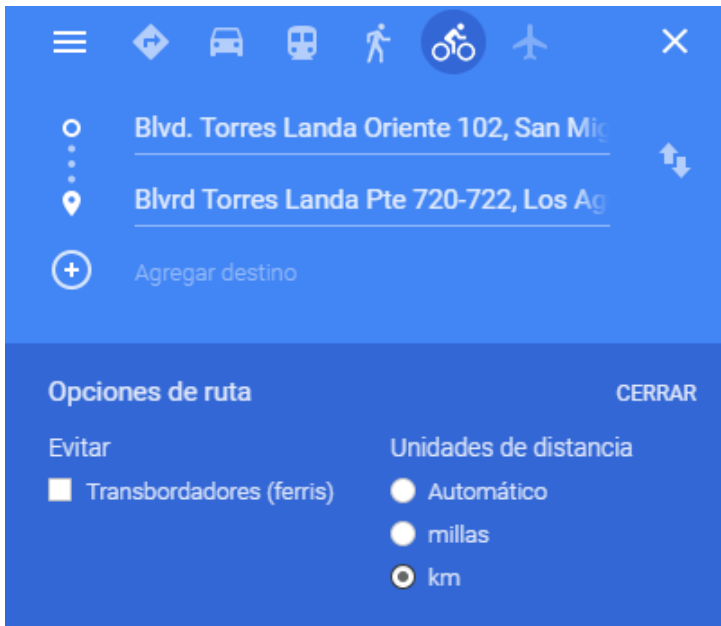


Ilustración 18 Mapa de la ciudad de León, con líneas que trazan el Cicloférico.

Como podemos notar todo el Cicloférico presenta un desnivel de 105 metros, en los cerca de 28 kilómetros que mide la ciclovía (ilustraciones 17 y 18), más sin embargo la mayoría de este desnivel se concentra en una zona, de 1 kilómetro (ilustración 19).

La zona en que se concentra el desnivel, del Cicloférico comprende, desde torres landa hasta Federico Baena por Bulevar Miguel de Cervantes Saavedra, y en un tramo de apenas 1 km, se presentan 44 metros de desnivel de los 105 metros de una ciclovía de 28 kilómetros.



Enviar al teléfono instrucciones sobre cómo llegar



Ilustración 19 Datos de elevación de todo el Cicloférico.

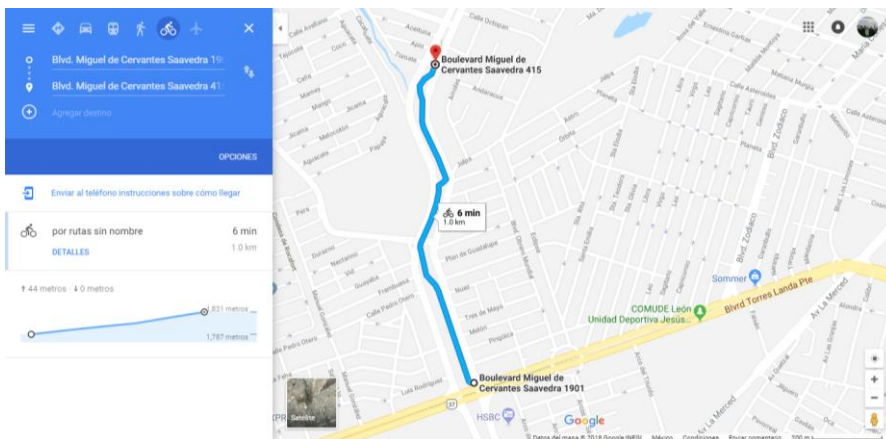


Ilustración 20 Tramo del Cicloférico donde se concentra el gran desnivel.

Esto representa nuestro primer punto de ruptura, pues a pesar de lo seguro que puede ser en términos del tránsito vehicular, una subida (o bajada) de 44 metros en solo 1 kilómetro (ilustración 20) puede representar un reto o un peligro para la mayoría de los ciclistas, por este motivo la mayoría de los ciclistas estaría evitando este tramo de la ruta, con lo cual el grafo no estaría cumpliendo su función, de ser la médula de la red de ciclovías de la ciudad.

Por este motivo consideramos a este punto, como uno donde se rompe la continuidad del Cicloférico, pues presenta ventajas claras el elegir una ruta que evite este gran desnivel, presentándolo como un error grave de diseño.

El simple hecho de que la ruta forme parte del Cicloférico, no termina por ser suficiente inercia y se rompe su continuidad, obligando a los ciclistas a tomar otras vías.

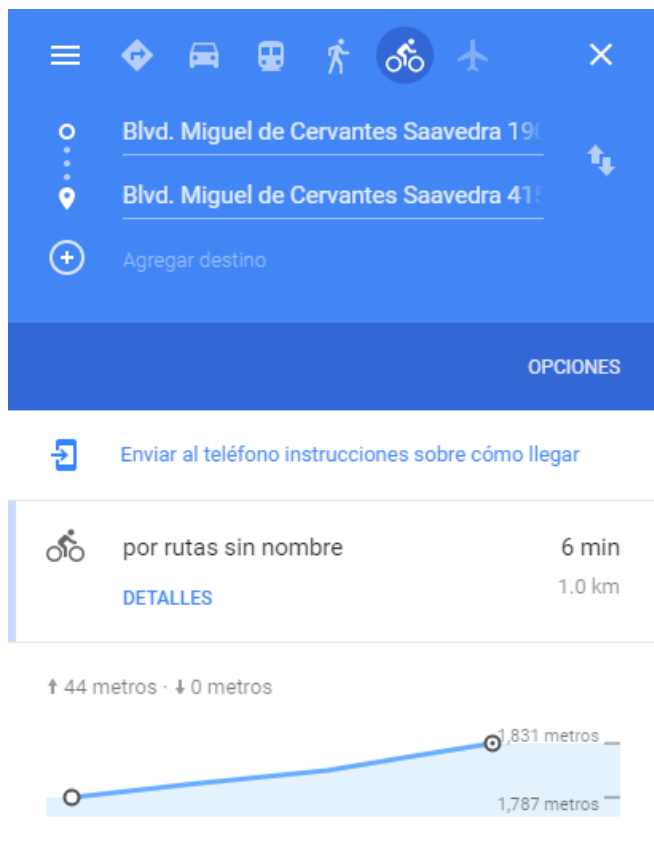


Ilustración 21 Punto de concentración del desnivel del Cicloférico.

El otro punto donde la continuidad del Cicloférico, queda entredicha, es el que abarca desde donde el Bulevar Miguel de Cervantes Saavedra, donde se divide, en este y la avenida Manuel de Austri, hasta donde el Paseo de los insurgentes topa con el Manuel López Sanabria (ilustración 21), ya que la ruta que marca el Cicloférico se desvía por una calle aledaña que parece bastante insegura, debido a criminalidad de la zona y a lo poco claro de la ruta.

Al mismo tiempo, la opción preferida por los ciclistas, que es continuar recto tiene sus inconvenientes pues es un tramo bastante inclinado y debido a que se angosta la calle, los coches y el tráfico pesado pasan muy cerca de los ciclistas (ilustración 22).

En las ilustraciones 21 y 22 se compara la ruta elegida por los ciclistas y la que dirige el cicloférico, y se ve que los ciclistas eligen esa opción, por preferir continuar recto por la inercia que ya traen, y que no queda claro a donde va esa ciclovía.

Por eso consideramos a este punto como un punto de ruptura, pues las ventajas de continuar por el Cicloférico, son menores que seguir derecho y romper con la ruta que marca el Cicloférico, a pesar de ser una ruta, con un alto riesgo para los ciclistas pues circulan muy cerca de los carros.



Ilustración 22 Foto del Cicloférico en el punto inmediato después de donde AV. Manuel de Austri y Miguel de Cervantes Saavedra se unen.(18/02/18)



Ilustración 23 Foto de la ruta que prefieren los ciclistas.(18/02/18)

Este es un trayecto de alrededor de 700 metros con un desnivel de 21 metros lo que da como resultado, es uno de los puntos más difíciles para los ciclistas que desean continuar por el Cicloférico, sin ninguna mejor opción.

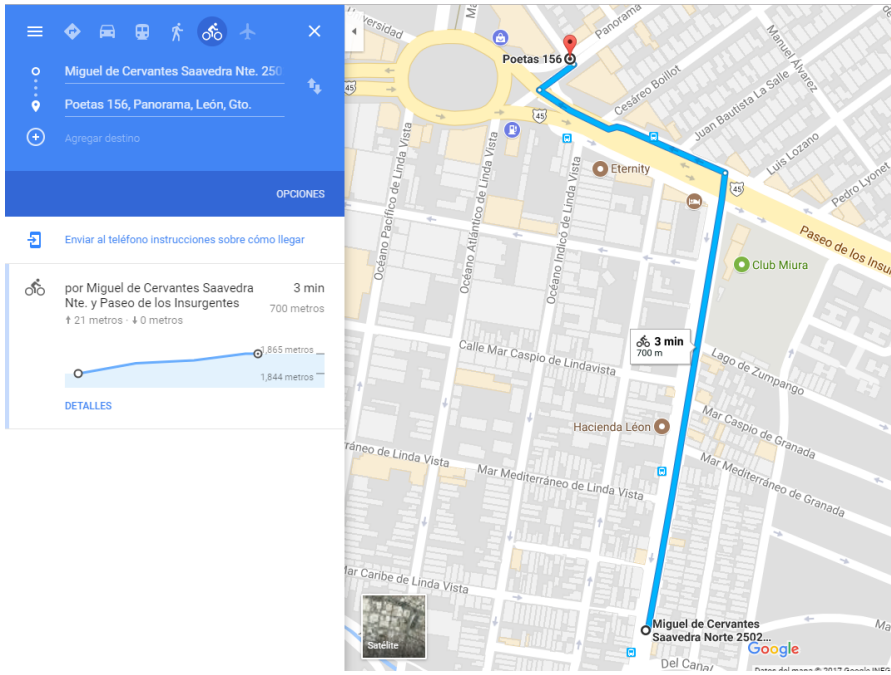


Ilustración 24 Ruta elegida por los ciclistas.

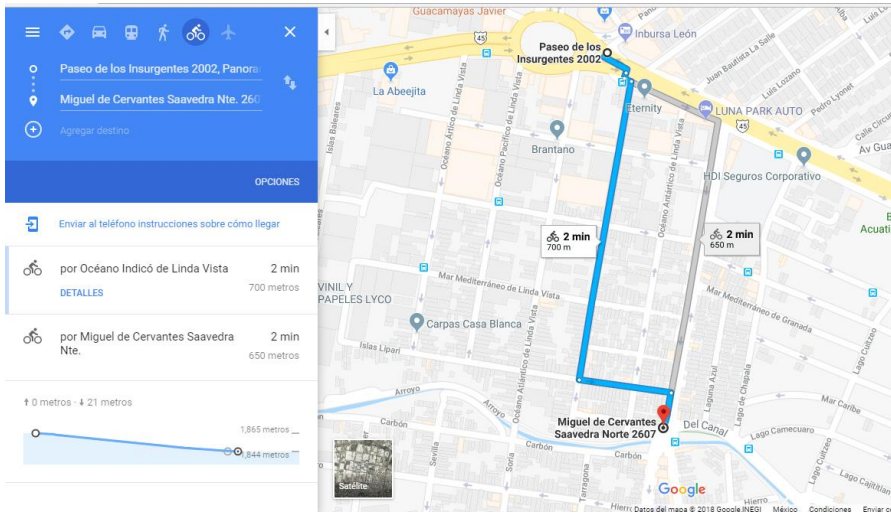


Ilustración 25 Ruta marcada por el Ciclóferico



Ilustración 26 imagen de google donde se muestran ambos caminos de la ruta.

Afortunadamente las 2 rutas la del Ciclóferico y la de los ciclistas (que es simplemente continuar recto por calle) se unen de nuevo en bulevar paseo de los insurgentes como se muestra en la ilustración 27 y 28.

Pero lo anterior no deja de lado de que esta parte del Ciclóferico es muy precaria como se muestra la ilustración 26, donde la ciclovía esta obstruida por demasiados carros a lo largo de la ruta, con lo cual la ciclovía se ve totalmente obstruida.



Ilustración 27 Foto tomada del Ciclóferico en la desviación de la calle océano indico de linda vista.(18/02/18)

Una vez que el Ciclóferico llega a paseo de los insurgentes, el Ciclóferico vuelve a tomar forma como se ve en la ilustración 27 y continua en buenas condiciones por bulevar Manuel López Sanabria como en la ilustración 28.



Ilustración 28 Cicloférico en esquina bulevar Manuel Lopez sanabria y bulevar paseo de los insurgentes.(18/02/18)



Ilustración 29 Cicloférico por bulevar Manuel López Sanabria

3. 7 Conteos especiales en el punto Sigmoide (Sanabria y Del Canal)

En la búsqueda de más información, se realizaron 2 conteos más, específicamente, en estos puntos, uno en Avenida Universidad y Manuel López Sanabria, y un segundo en Del Canal y Miguel de Cervantes Saavedra.

A partir de este punto le llamaremos Sigmoide cuando hablemos de los 2 conteos especiales, es decir, el punto en Avenida Universidad, y de Miguel de Cervantes Saavedra; El nombre de Sigmoide es el de una función, que presenta un cambio repentino hasta llegar a su nuevo máximo, cosa que esperamos que suceda con la construcción de nuevas y mejores ciclovías.

Con el fin de comprender que es lo que realizan los ciclistas al llegar a estos lugares, los conteos fueron un poco diferentes, esta vez se le dio mayor importancia, a la dirección, que tomaban los ciclistas al llegar a dicho puntos, pues el objetivo era comprobar o refutar lo que nuestra propia experiencia como ciclistas nos indicaba.

En este conteo especial lo importante es la dirección en que venían los ciclistas y la que toman una vez lleguen al punto, por lo cual los ciclistas en este conteo fueron representados por flechas que ilustran esto, en el anexo 5 se muestra cómo se recolectaron estos datos, y la forma de las flechas.













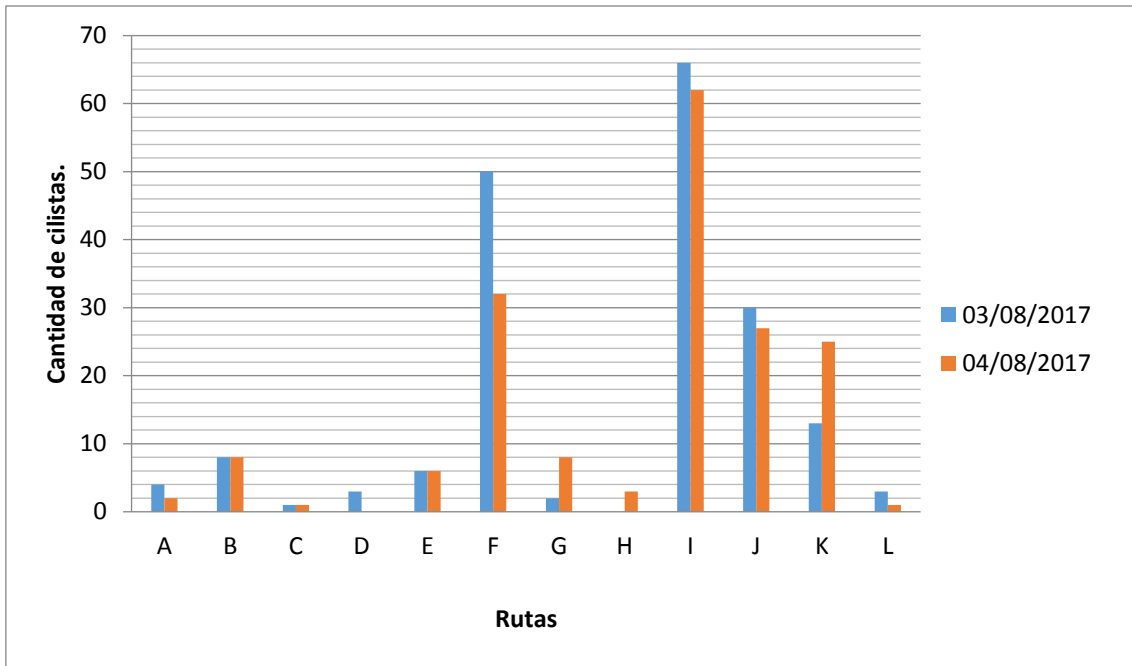
Resultados: Del Canal y Miguel de Cervantes Saavedra; Las letras representan las diferentes rutas, que tomaban los ciclistas al llegar al punto												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
												
3/8/17	4	8	1	3	6	50	2	0	66	30	13	3
4/8/17	2	8	1	0	6	32	8	3	62	27	25	1

Tabla 22 Resultados conteo especial Del Canal y Miguel de Cervantes Saavedra.

Como podemos notar en la tabla 20 el punto de Del Canal y Miguel de Cervantes Saavedra la mayoría de los ciclistas siguen derecho, o giran en dirección opuesta al camino que traza el Cicloférico, esto se debe a que este camino, está mejor trazado y parece más seguro al que marca el Cicloférico mientras que otro tanto ignora la ciclovía y continua derecho. Esto impacta directamente en la continuidad del Cicloférico pues las personas prefieren otras rutas que a su entender los llevaran de mejor medida a su destino.



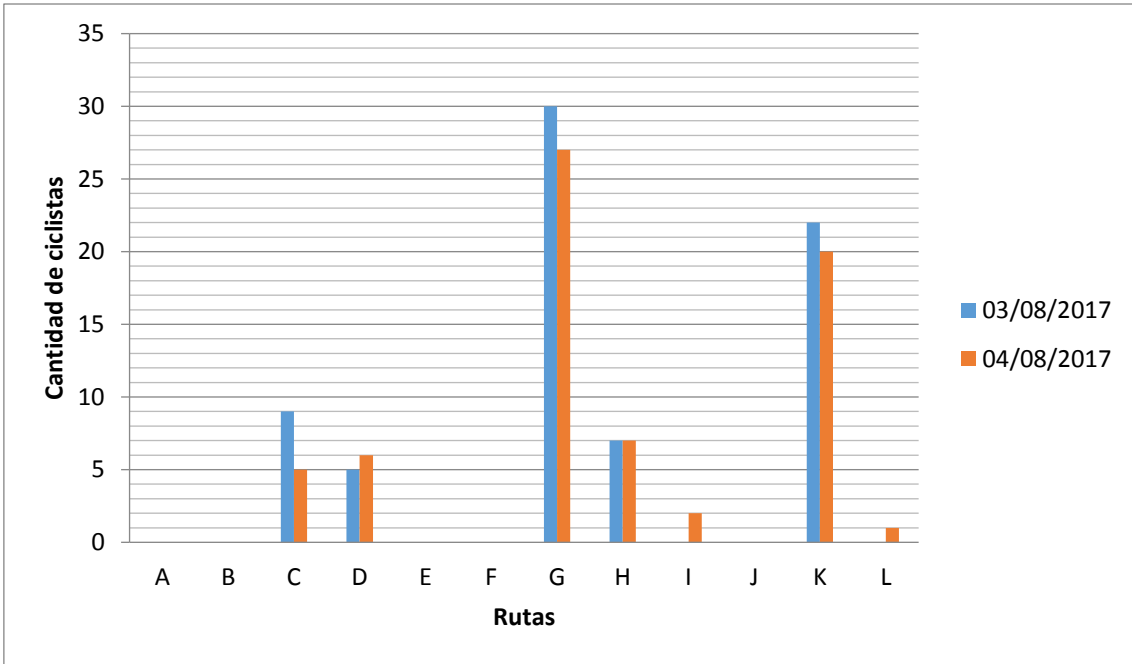
Gráfica 21 Conteo especial de Del Canal y Miguel de Cervantes Saavedra.

Resultados: Avenida Universidad y Manuel López Sanabria; Las letras representan las diferentes rutas, que tomaban los ciclistas al llegar al punto.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3/8/17	0	0	9	5	0	0	30	7	0	0	22	0
4/8/17	0	0	15	6	0	0	27	7	2	0	20	1

Gráfica 22 Resultados del conteo especial Avenida Universidad y Manuel López Sanabria.

Por otro lado el punto en el Superama de Avenida Universidad, contiene muchos menos ciclistas que el Del río, creemos que debido a que el punto, parece estar en la cima de una colina, y cualquier persona que se acerque a él tendrá que hacerlo en subida lo que dificulta su tránsito para los ciclistas, y aun así si presenta la tendencia de que la mayoría de los ciclistas siguen por avenida universidad, o bajan por Manuel López Sanabria lo que indica esto es que los ciclistas si prefieren el Ciclóferico, pues una vez que suben la colina (muchas veces a pie con la bicicleta en las manos), los ciclistas se encuentran con una pendiente y es mucho más seguro bajar cuesta abajo por la ciclovía, que por cualquier otra ruta.



Gráfica 23 Resultados conteo especia Avenida Universidad y Manuel López Sanabria.

Capítulo 4

Resultados

4.1 Ecuaciones lineales de los conteos

Presentaremos las ecuaciones que describen el comportamiento de los ciclistas respecto al número de intersecciones a 2 y 4 kilómetros, contra los totales máximos.

Totales a 2 kilómetros (Gráfica 13).

$$Y1 = -9.6565x + 612.5$$

$R^2 = 0.0794$

Lo que nos dice la ecuación de la gráfica 13 es que esperamos que cuando aumentamos 10 intersecciones a 2 kilómetros del punto, se pierden 96 ciclistas del total alcanzado por punto.

Totales a 4 kilómetros (Gráfica 14).

$$Y1 = -7.4093x + 657.8$$

$R^2 = 0.1097$

La ecuación de la gráfica 14 nos dice que cada vez que aumentamos 10 intersecciones a 4 kilómetros del punto, se pierden 74 ciclistas del total alcanzado por punto.

Máximos a 2 kilómetros (Gráfica 15).

$$Y1 = -0.06622x + 43.7$$

$R^2 = 0.0545$

Lo que nos dice la ecuación de la gráfica 15 es que cada vez que aumentamos 10 intersecciones a 2 kilómetros del punto, se pierden 6 ciclistas, del momento de mayor afluencia de las 2 horas de conteo en el punto.

Máximos a 4 kilómetros (Gráfica 16).

$$Y1 = -0.4942x + 46.447$$

$R^2 = 0.0712$

La ecuación de la gráfica 16 nos dice que cada vez que aumentamos 10 intersecciones a 4 kilómetros del punto, se pierden 5 ciclistas, del momento de mayor afluencia de las 2 horas del conteo en el punto.

Ahora presentaremos las ecuaciones de los promedios de ciclistas por intersección.

Totales promedio por intersección a 2 kilómetros (Gráfica 17).

$$Y1 = -7.1798x + 593.83$$

$R^2 = 0.0613$

Totales promedio por intersección a 2 kilómetros (Gráfica 17).

$$Y1 = -7.1798x + 593.83$$

$R^2 = 0.0613$

Lo que la ecuación de la gráfica 17 muestra es que cada vez que aumentemos 10 intersecciones en un rango de 2 kilómetros, se perderán 71 ciclistas del total en promedio en cualquier parte de la red dentro de las 2 horas de conteo (porque estas gráficas se trabajan con los promedios por intersección).

Totales promedio por intersección a 4 kilómetros (Gráfica 18).

$$Y1 = -5.3253x + 618.52$$

$R^2 = 0.0778$

La ecuación de la gráfica 18 nos dice que cada vez que aumentemos 10 intersecciones en un rango de 4 kilómetros, se perderán 53 ciclistas del total en promedio en cualquier parte de la red dentro de las 2 horas de conteo.

Máximos promedio por intersección a 2 kilómetros (Gráfica 19).

$$Y1 = -0.5619x + 44.93$$

$R^2 = 0.0492$

Lo que la ecuación de la gráfica 19 muestra es que cada vez que aumentemos 10 intersecciones en un rango de 2 kilómetros, se reducirán en 5 ciclistas en promedio el pico máximo alcanzado en cualquier parte de la red durante las 2 horas de conteo.

Máximos promedio por intersección a 4 kilómetros (Gráfica 20).

$$Y1 = -0.3456x + 44.29$$

$R^2 = 0.0512$

La ecuación de la gráfica 20 nos dice que cada vez que aumentemos 10 intersecciones en un rango de 4 kilómetros, se reducirá en 3 ciclistas en promedio el pico máximo alcanzado en cualquier parte de la red durante las 2 horas de conteo.

Todas estas ecuaciones, aunque miden de forma diferente la influencia las intersecciones, ninguna muestra cuál es la distancia adecuada, como es una intersección más o menos influyente, todas muestran que las intersecciones influyen de manera negativa en los picos de ciclistas que puede alcanzar en un punto y en el total de ciclistas que pasan.

Confirmándose unas ecuaciones a otras pues a pesar de que se trate de los picos máximos por punto, totales, promedio de ciclistas por número de intersecciones a 2 o 4 kilómetros las intersecciones siempre influyen de manera negativa en el conteo de ciclistas.

4.2 Propuesta de vía alterna del Cicloférico

Para solucionar 2 de los problemas del Cicloférico, el gran desnivel que se encuentra poco después de que bulevar Miguel de Cervantes Saavedra se junta con bulevar Torres Landa y lo que hemos llamado el punto de discontinuidad después de que bulevar Cervantes se une con avenida Manuel de Austri.

Hemos trabajado en la propuesta de una vía alterna, que podría aminorar el problema del desnivel, pues presenta una pendiente mucho más suave, además de solucionar el problema de la ruptura del circuito, extendiendo la red de ciclovías, y completando efectivamente el Cicloférico.

La propuesta para completar el Cicloférico es la creación de una nueva ciclovía desde Torres Landa, hasta Bulevar las Torres, esto sería partiendo desde Torres Landa, tomar Bulevar Zodíaco, continuando por la calle Asteroides, para tomar el flujo en el sentido de las calles, María condesa y clara Sánchez, esto permitiría un flujo en el sentido de los carros por calles amplias, después estos 2 flujos se volverían a unir en calle Nicaragua, que prácticamente es un bulevar pues presenta doble sentido amplio, debido a la geografía esta calle se divide en 2 continuando los flujos por calle Honduras y calle Guatemala, continuando estos por calle Apaseo y calle Yuriria, siguiendo por avenida México y avenida Francia para volverse a unir en bulevar paseo del moral, el cual continua hasta Bulevar Juan Alonso de Torres con lo que por fin queda completado el Cicloférico de nuevo.

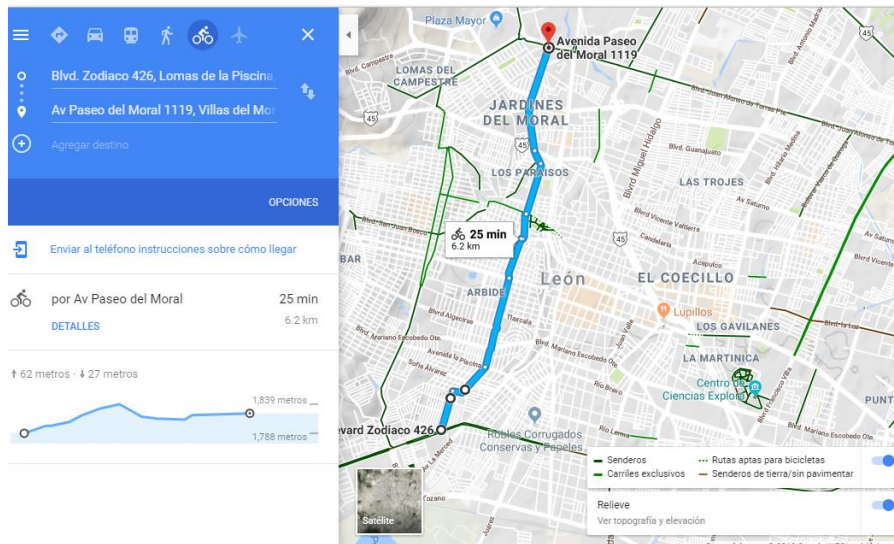


Ilustración 30 Mapa de León donde se muestra la propuesta para la nueva ciclovía en azul.

Esta nueva ruta presenta una pendiente más suave de más 62 metros y menos 27 metros, como se muestra en la ilustración 29 en un tramo de 6.2 kilómetros a diferencia de la ruta actual por Cervantes que presenta una pendiente de más 91 metros y menos 61 metros, como se muestra en la ilustración 24; También en la ilustración 24 está marcado con una flecha el punto de Avenida Universidad y Manuel López Sanabria, donde a partir de ese punto se encuentra una pendiente más suave que la de Cervantes y aun así en nuestro conteo especial se encontró a ciclistas subiéndola a pie, con sus bicicletas en la mano.

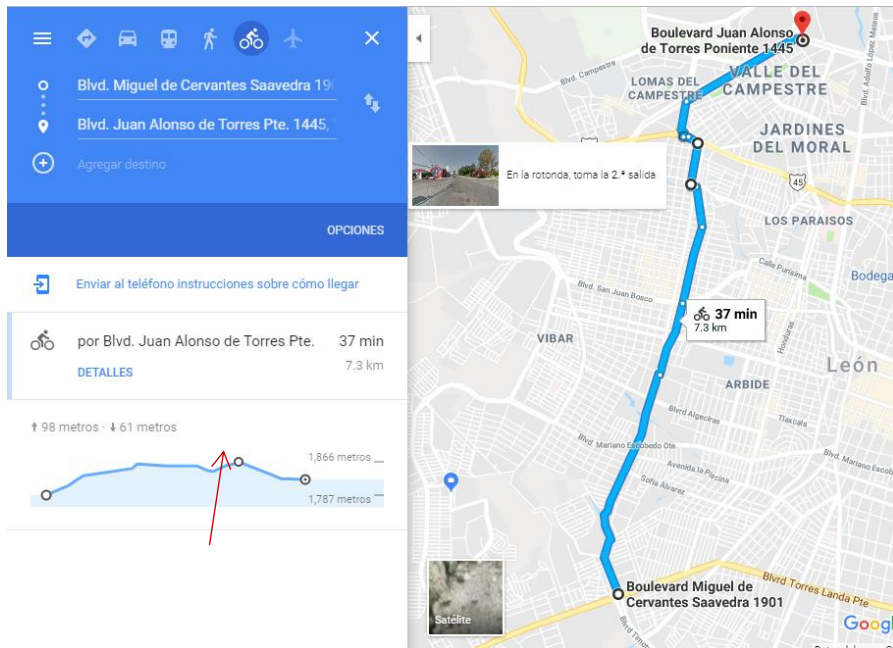


Ilustración 31 ciclovía actual por bulevar Cervantes.

Comparando los 2 puntos de mayor inclinación de ambas rutas, el que de bulevar Torres landa hasta calle Tomate por Cervantes, y el que va de bulevar Torres Landa hasta bulevar Campestre por bulevar Zodiaco estas son: Cervantes con una inclinación de 44 metros en un tramo de 1 kilómetro como se muestra en la ilustración 12 contra una inclinación de más 53 metros y menos 3 en un tramo de 2.7 kilómetros, lo que lo hace una ruta con una pendiente mucho más suave, además de que el total de la ruta son 6.2 kilómetros, contra los 7.3 de la ruta por Cervantes, lo que además la convierte en una ruta más directa.

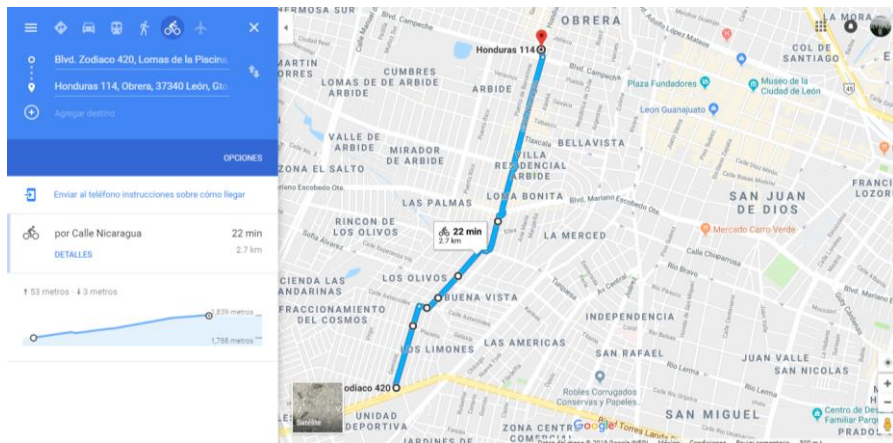


Ilustración 32 punto de mayor inclinación de la ruta por zodiaco

También con el fin de no desperdiciar la infraestructura construida, podríamos conectar la nueva ciclovía, con la anterior en uno de sus puntos críticos por bulevar Insurgentes, esta es una pequeña ciclovía de 1.5 Km que da fluidez a los ciclistas en uno de los puntos más transitados, que no cuentan con ninguna infraestructura para los ciclistas.

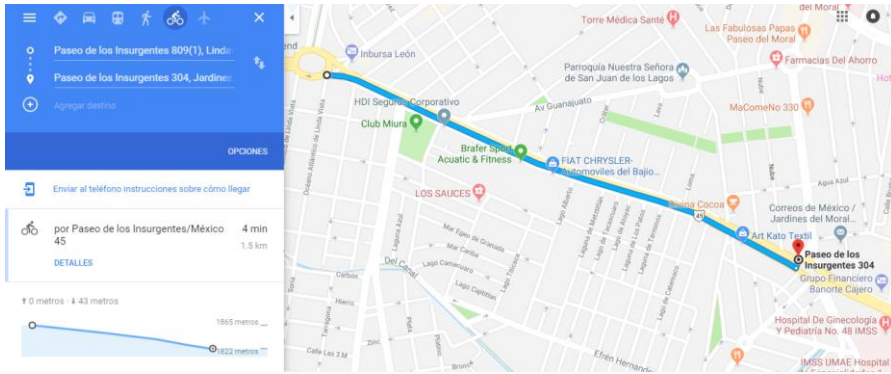


Tabla 23 Conexión de ciclovías

Estas nuevas rutas no presentan ningún punto de discontinuidad, para los ciclistas como lo es la ruta por Cervantes cuando se une con Manuel Austri, ya que no presenta ese tipo de desviación, además de las zonas que transita, son más seguras en el aspecto de la delincuencia, punto clave para el tránsito de los ciclistas.

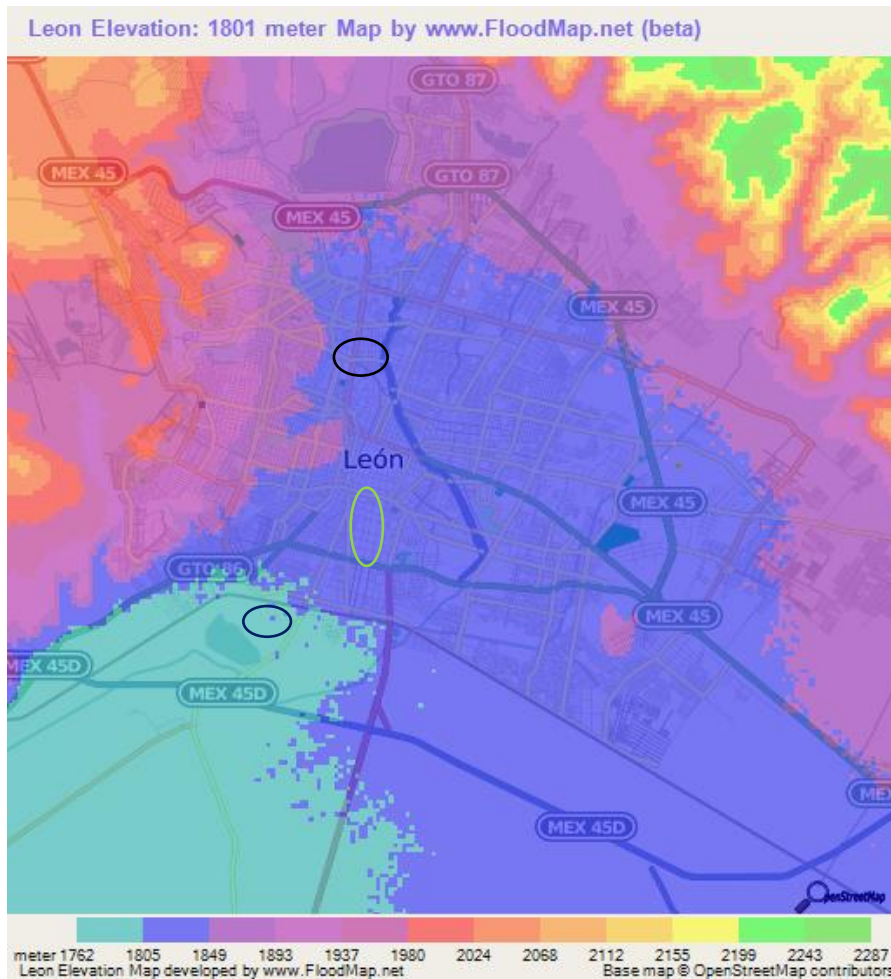


Ilustración 33 Elevación de León GUANAJUATO México, Mapa de elevación, Topo, Contorno.

Como podemos notar en la ilustración 32 los círculos negros marcan los 2 grandes cambios de niveles en la ruta de Cervantes mientras que por la ruta de bulevar Zodiaco que nuestra propuesta solo se encuentra el círculo verde.

4.3 Correlaciones entre número de usuarios y conexidad de la red

El grado de asociación lineal, entre la conexión de la red y número de usuarios, podría medir el grado de conexidad de la red de ciclistas, precisamente por la cantidad de ciclistas que circulan por ella.

Cabe decir que la red de ciclistas la construyen los ciclistas, a razón de sus preferencias, y necesidades, los puntos de partida y de llegada, así como la ruta.

Todo esto es importante al momento de diseñar redes de ciclovías, pues de esta manera maximizamos el uso de estas, podemos dar alternativas cuando las circunstancias (como la geografía, la delincuencia, u otras prioridades) no se acoplen a lo ideal del ciclista.

¿Cuáles son los factores medibles que hemos encontrado que guaran correlación con el número de ciclista? Intersecciones: Existe una correlación negativa con el número de intersecciones a mayor número de intersecciones menor número de ciclistas en el caso de las calles principales.

Retomemos el dato con mayor número de ciclista es el (10, 1264) 10 intercesiones en 4 kilómetros por 1264 ciclistas en 2 horas de conteo; Este dato se dio en el punto 29 en el conteo del 12 de mayo del 2016.



Ilustración 34 punto 29 del conteo, en Google maps

Como podemos notar en la ilustración 33, el punto 29 es una ruta por el distribuidor vial en un punto entre magisterial y residencial san ángel, es una ruta recta sin intersecciones, bajo riesgo criminal, yendo por la ciclovía, una ruta prácticamente plana, a lo largo de los 4 kilómetros, donde se contaron las intersecciones, como lo muestra la figura 34 un punto importante a resaltar, es que es la vía más rápida para conectar todo ese tramo, pues la alternativa seria rodear por Blvd. La luz o hasta el arroyo de las liebres, ambas aumentan el trayecto en varios kilómetros.

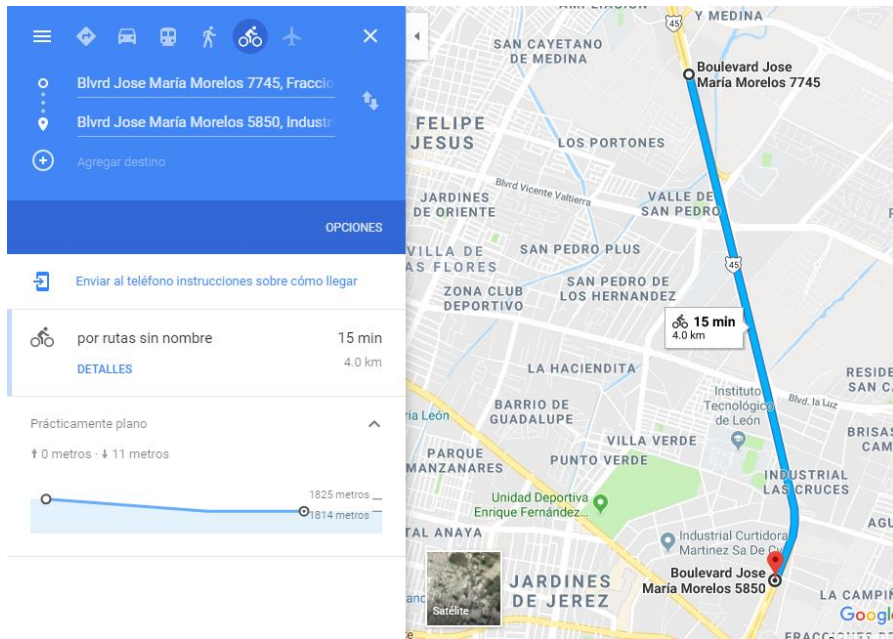


Ilustración 35 grado de inclinación en el punto29

Por otro lado, el dato con mayor número de intersecciones y menor número de ciclistas es el (46, 312), 46 intersecciones en 4 kilómetros por 312 ciclistas en 2 horas de conteo; Este dato corresponde al punto 9 en la fecha 10 de noviembre del 2016.

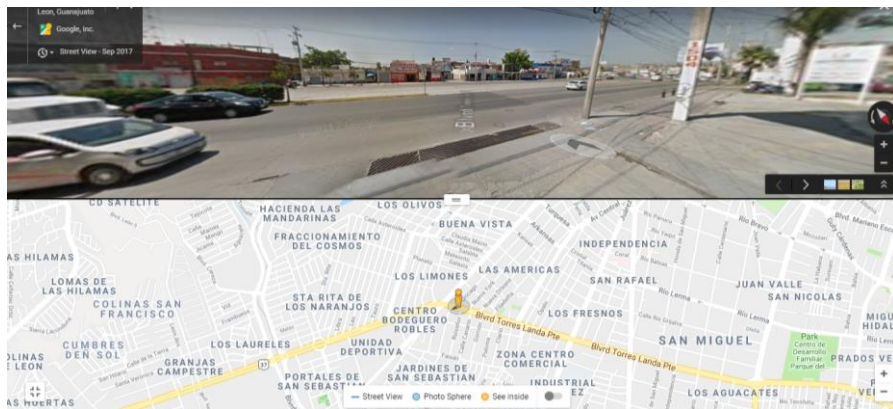


Ilustración 36 punto 9 del conteo en google maps

Como podemos notar en la ilustración 35 el punto 9 es una ruta por Blvd Torres Landa entre Santa Rita y San Miguel, en este lugar la ciclovía se encuentra dividida, de manera que un carril va en una banqueta y el otro en la otra banqueta, como ciclista es muy difícil circular, por esta ciclovía pues hay que esquivar a los peatones, que no respetan la ciclovía, y ciclistas que no respetan la banqueta, en cada calle hay que subir y bajar banquetas, con el riesgo de que algún carro cruce sin precaución, la ciclovía prácticamente no ofrece ninguna ventaja, y se ve más bien como una extensión de la banqueta, la inclinación de la vía es de apenas 4 metros como se muestra en la ilustración 36 y existen muchas vías alternas, que no presentan el riesgo del tráfico.

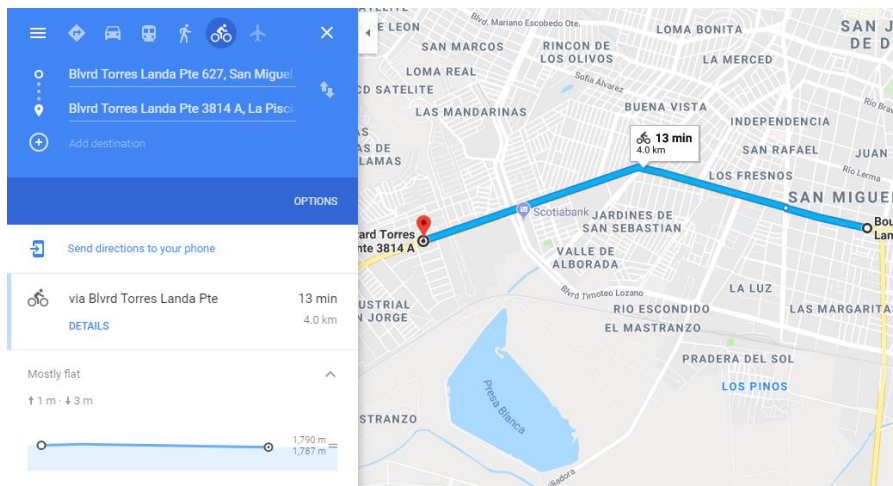


Ilustración 37 Grado de inclinación del punto 9

Por último, analizaremos el dato con menor número de ciclistas este es el (32, 102), 32 intercesiones en 4 kilómetros por 102 ciclistas en 2 horas de conteo. Este dato se tomó en el punto 6, el 1 de septiembre del 2016.

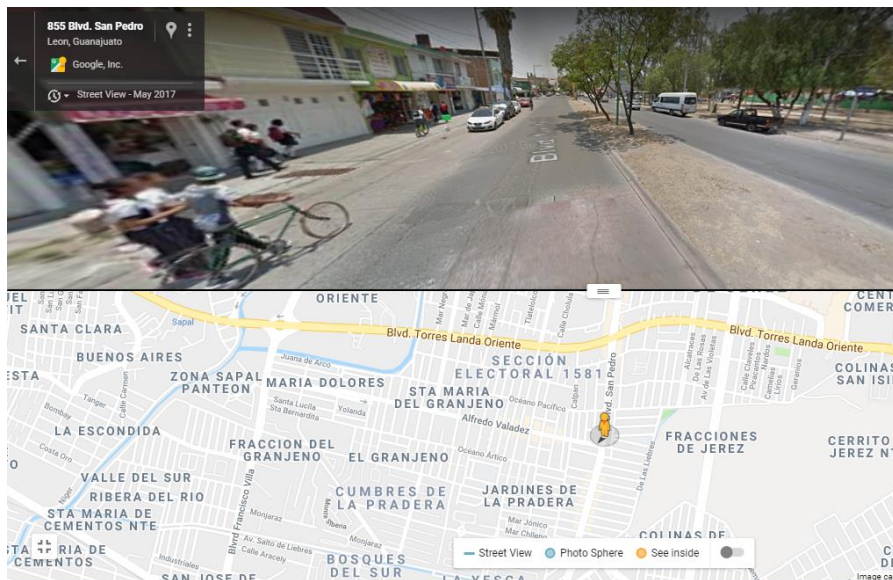


Ilustración 38 Punto 6 del conteo de google maps

Como podemos notar en la ilustración 37, el punto 6 está situado en Blvd San Pedro, entre Fracciones de Jerez y Jardines de Jerez, en este lugar no existe ciclovía, de manera que hay que circular entre los coches estacionados, y los que circulan o por las banquetas que no presentan ninguna adaptación, existen muchas opciones a esta ruta, el trayecto completo de todo el Blvd San Pedro es de apenas 3.7 km desde Blvd Timoteo Lozano, hasta Blvd Adolfo López Mateos con un grado de inclinación de 6 metros en todo el trayecto, como se muestra en la ilustración 35.

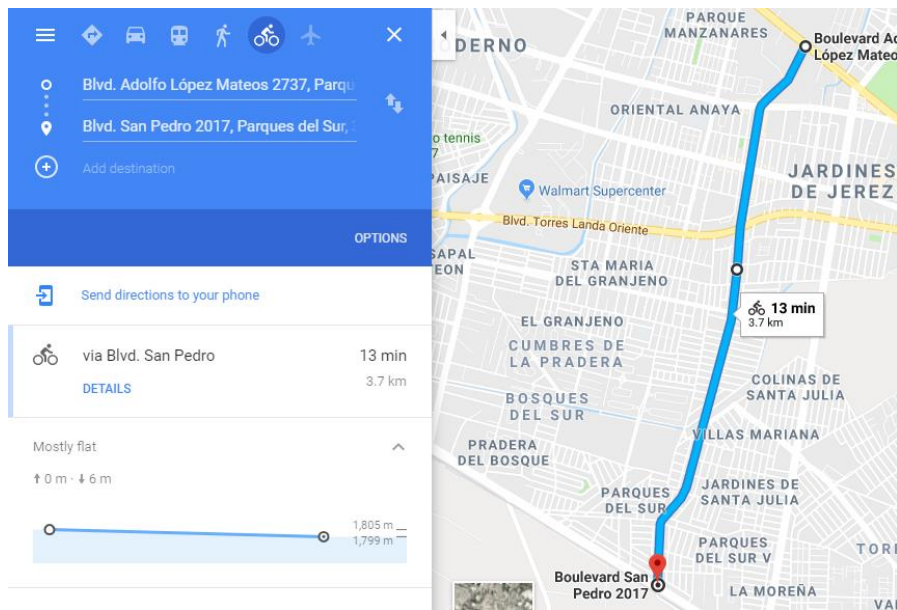


Ilustración 39 inclinación del punto 6

El número intersecciones en la vía es inverso al número de ciclistas, todo dentro de sus consideraciones, como que puntos conecta, las calles son adecuadas, los semáforos son adecuados, existen otras vías, entre otros, aun el principal problema con las intersecciones es que limitan la velocidad que pueden alcanzar los ciclistas, además hay bicicletas en las que es incómodo detenerse debido a que son altas, esto representa un gran factor de incomodidad de ahí su correlación negativa.

Correlación riesgo de Delincuencia: Esto es sumamente importante para los ciclistas, pues si ellos perciben algún riesgo, de perder la bicicleta a o algo más, optaran directamente por otra vía, u otro medio de transporte así que la relación es 100% excluyente pues aun el caso de que un ciclista se equivoque y pase por una zona insegura perdería la bicicleta, y dejaría de ser ciclista.

Por lo tanto para tener una mayor conectividad de la red de ciclovías (que es nuestro objetivo al construir) se deben de cumplir ciertos factores y en la medida que se cumplan estos factores tendremos más ciclistas.

Los factores que hemos descubierto son:

- Ciclovías que trabajen como una red conectada
- Que efectivamente conecten a las personas con sus destinos
- Que perfectamente diferencien carros, peatones y ciclistas, pues estos circulan a velocidades diferentes
- Que se les dé prioridad sobre los autos
- Que semáforos, barreras, topes, rampas alumbrado y señalamientos en pensados en sus necesidades

4.4 Creación del modelo de elección de ruta para Sigmoide.

Para desarrollar este pequeño modelo tomaremos en cuenta nuestros datos obtenidos, en los conteos especiales.

Aunque tenemos las direcciones en las que los ciclistas circulan debemos, tratar de descifrar que significa esa opción, es decir reducir el número de opciones y tratar de ajustar el modelo a algo lógico, para esto tomaremos como base la preferencia por la ciclovía.

En nuestro estudio hemos, encontrado que en el punto del bulevar Saavedra y calle del canal los ciclistas prefieren continuar por el bulevar recto, que por la ciclovía rumbo a océano antártico.

Para el análisis, de la elección de ruta se utilizará una escala de Semáforo donde el color rojo, señala la elección de una ruta con poca conectividad, el color amarillo señala una ruta con más conectividad y el color verde de una con la mayor conectividad.

A continuación, la tabla 22 donde se muestra la elección de ruta aplicando la escala de semáforo, en el punto de Saavedra.

Elección	Análisis de la elección	Color asignado
El bulevar Saavedra sin ciclovía.	Es una elección de ruta, con cierta conectividad, pero es una avenida con un desnivel (como se muestra en la ilustración 18, página 36), sin protección contra el tráfico y sin ciclovía.	Amarelo
El bulevar Saavedra, con ciclovía.	Es una ruta, con buen grado de conectividad, con ciclovía, un desnivel mínimo.	Verde
Ciclovía por océano antártico	A pesar de ser la ruta marcada por el Cicloférico, es una ruta donde la ciclovía esta obstruida y tiene alto riesgo de asalto.	Rojo
Ciclovía por del canal.	Esta es una ciclovía que sin obstrucción y brinda cierto grado de seguridad.	Verde

Tabla 24 Análisis de elección de ruta con escala de semáforo, en Saavedra.

En la ilustración 39 se muestra el punto donde se realizó el conteo especial Saavedra, y muestra los diferentes tipos de ruta de los ciclistas con colores, que marcan su nivel de conectividad.

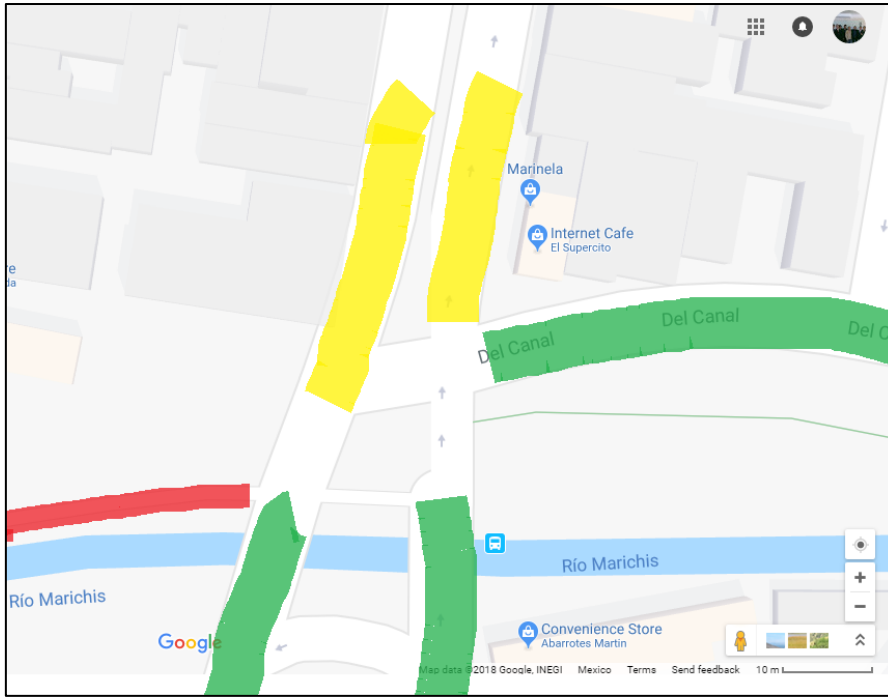


Ilustración 40 Análisis de elección de ruta con escala de semáforo, en Saavedra vista en el mapa.

Simbología de los giros												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L

Tabla 25 significado del giro

Análisis detallado, conteo especial Saavedra.						
Letras		Representación del giro	Número de electores	Marcadores		% de electores
				origen	destino	
A		Viniendo de océano antártico por el Cicloférico, Asia bulevar Saavedra.	6			1.66
B		Proviene de una ciclovía, de calle el canal incorporándose al Cicloférico, de Saavedra.	16			4.43
C		Proviene del bulevar Saavedra sin ciclovía he incorporándose a una ciclovía, de del canal.	2			0.55


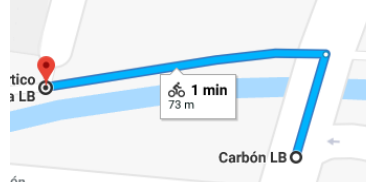
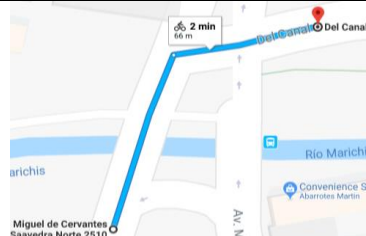





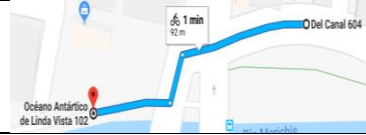
D		Proviendo del bulevar Saavedra sin ciclo vía he incorporándose al Cicloférico, rumbo a océano antártico.	3			0.83
E		Proviendo del Cicloférico, por océano antártico continuando Bulevar Saavedra.	12			3.32
F		Proviendo del Cicloférico, de Bulevar Saavedra continuando por una ciclo vía, de la calle del canal.	82			22.71
G		Proviendo del Cicloférico, de océano antártico continuando por bulevar Saavedra sin ciclo vía.	10			2.77
H		Proviendo del ciclo vía de del canal, continuando por bulevar Saavedra sin ciclo vía.	3			0.83
I		Viniendo por Cicloférico Bulevar Saavedra continuando recto por, bulevar Saavedra sin ciclo vía.	128			35.46
J		Viniendo por bulevar Saavedra sin ciclo vía, continuando Cicloférico de Saavedra.	57			15.79
K		Viniendo por Cicloférico, de la calle océano antártico continuando por ciclo vía de calle del canal.	38			10.53
L		Viniendo por ciclo vía de del canal, continuando por Cicloférico rumbo a océano antártico.	4			1.11
Total			361			100.00

Tabla 26 registros conteo especial Saavedra (por calle del río)

Como podemos ver el 83.49% de las preferencias se concentran en 4 opciones F, I, J y K, de lo cual se pueden extraer ciertas conclusiones:

1. Las opciones I con el 35.46% y J con el 15.79% suman el 51.25% de las preferencias con un total de 95 ciclistas en 2 horas, esto demuestra lo importante que es el Blvd Saavedra para el tránsito de la zona, más de la mitad de los ciclistas que transitan por el

lugar continúan derecho por este Blvd siendo totalmente indiferentes a la ciclovía de océano indico.

2. Las opciones F con el 22.71% y B con el 4.43% suman el 27.14% de las preferencias, estas personas toman la ruta de la ciclovía de del canal y la ciclovía de Saavedra, lo que representa más de $\frac{1}{4}$ de las preferencias.
3. Las opciones K con un 15.79% y L con un 1.11% representan a los ciclistas que van de este a oeste y viceversa, resaltando que la ruta K es la ciclovía que no está incorporada al Cicloférico y sí, pero tiene mayor conectividad.

Como ya vimos la mayoría de los ciclistas prefieren el Blvd Saavedra por encima de cualquier otra opción, ya sea con o sin ciclovía, pues es lo que hace su ruta más corta y recta.

Ahora comparemos, una parte de la ciclovía del Cicloférico, con una que esta solo incorporada en él, la lógica nos dice que la ciclovía, que forma parte del Cicloférico (ilustración 37), tendrá más ciclistas, que la que solo está incorporado a él (ilustración 38) en igualdad de condiciones, pues esa es una de las razones de crear el Cicloférico.

Para esto sumaremos todas las opciones que van o salen de ellos, sin contar las que salen o van a las 2; Por el lado de las opciones, que representan la opción del Cicloférico tenemos a la opción A, D, E y G que suman un total de 8.58%; Mientras que las opciones, que representan la opción de la ciclovía incorporada son B, C, F y H que suman un total del 28.52% de las preferencias.

Agrandes rasgos, y en orden de importancia, para el punto:

1. Los ciclistas eligen caminos rectos que no los desvíen de su destino.
2. Los ciclistas si prefieren la ciclovía, a no ciclovía, si no interfiere con el punto anterior.
3. La mayor conectividad, no la da el Cicloférico en sí mismo, sino que cuando va acompañado de un buen diseño logra ordenar a los ciclistas.



Ilustración 41 Ciclovía parte del Cicloférico a analizar.



Ilustración 42 ciclovía de Saavedra sin continuidad por el Ciclotráfico.

Ahora continuaremos con el análisis del conteo especial para el punto de Sanabria, este punto además cuenta con el inconveniente que el contador no podía ver todo el panorama.



Ilustración 43 Punto Sanabria

Como se muestra en la ilustración 42, desde nuestro punto de referencia (círculo rojo) es imposible, saber que elección exactamente tomaban los ciclistas, pero tomando como base la geografía, tomaremos nuestras consideraciones:

1. El arroyo Mariachis limita las opciones de cruce, dejando a la opción más clara, a la de Miguel de Cervantes Saavedra.
2. La geografía existe un desnivel de oeste a este como se muestra en la ilustración 38.
3. La calle Poetas y la calle de maestros hacen una especie de medio círculo, dejando como única opción real al bulevar Manuel López Sanabria.
4. Hay elecciones de ciclistas que no se pueden ver debido a la glorieta como nos muestra la ilustración 43.

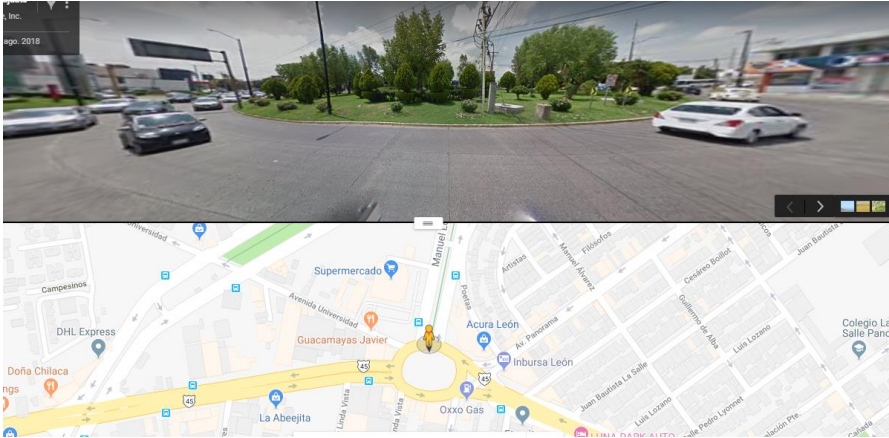


Ilustración 44 punto de conteo en Sanabria.

Nuestra clasificación de la elección de la ruta con la escala de semáforo, quedo como se muestra en la tabla 19.

Elección	Análisis de la elección	Color
Avenida universidad	Es una calle en subida de este a oeste, sin ciclovía rumbo a las orillas de la ciudad.	Red
Manuel López Sanabria	Es una calle empinada de norte a sur, con una ciclovía, amplia y muy bien delimitada para los ciclistas.	Verde
Paseo de los insurgentes	Es una calle empinada de este a oeste, se dirige al centro de la ciudad, no cuenta con ciclovía, y es muy transitada por vehículos.	Amarillo

Tabla 27 Clasificación de semáforo para el punto de Sanabria.

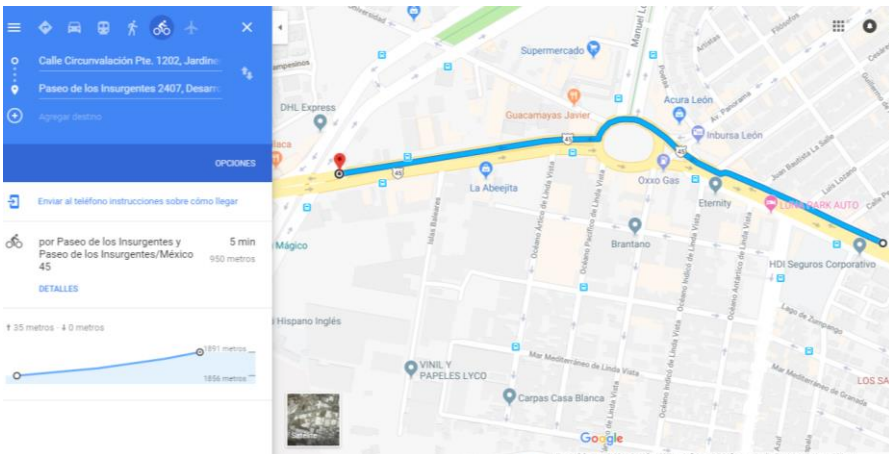


Ilustración 45 Desnivel alrededor del punto de Sanabria

Como podemos notar en la ilustración 44 nuestros opciones se limitan mucho, y no podemos ver todo el panorama de donde realmente giran los ciclistas, aun así nuestro punto en Saavedra y el de Sanabria, son puntos de discontinuidad de la red, que están relativamente cerca uno del otro, lo que facilita comprender el flujo de ciclistas; Para el Punto de Saavedra la base de la escala de semáforo, es la conectividad de la red de ciclistas, basada en la transitoriedad de la vialidad, y el contar o no con ciclo vía.

Simbología de los giros												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	

Tabla 28 tabla de giros La Tabla de los giros esta nuevamente para ayudar a la comprensión del lector.

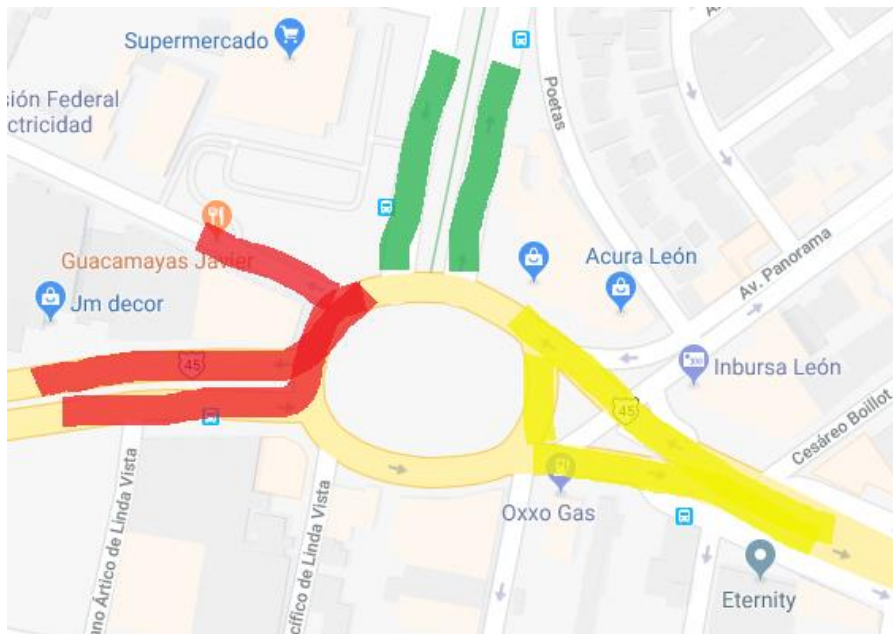



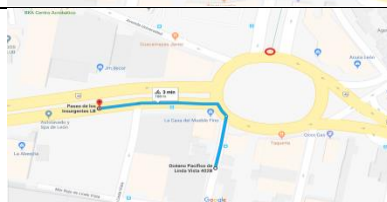

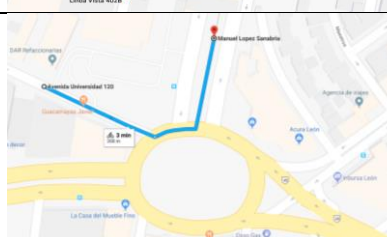

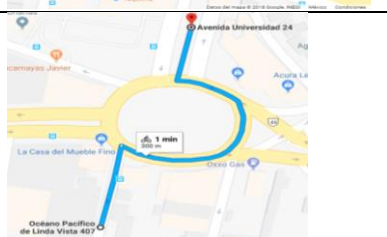





Ilustración 46 Análisis de elección de ruta con escala de semáforo, en Sanabria vista en el mapa.

En la tabla 26 se muestra el análisis del punto de Sanabria donde el azul represente a un punto ciego.

Análisis detallado, conteo especial Sanabria.					
Letras	Representación del giro	Número de electores	marcadores		% de electores
			origen	destino	
A	Viniendo de Blvd de los Paseos de los Insurgentes, para tomar la calle oceano pacifico, de oeste a sur; Este un giro que no podía ver el contador de ciclistas.	0			0.00

B		Viniendo por Blvd paseo de la insurgentes, para tomar calle océano Atlántico, de este a sur; Este un giro que no podía ver el contador de ciclistas.	0			0.00
C		Viniendo por Blvd Manuel López Sanabria, para tomar Blvd Paseo de los insurgentes, de norte a este.	24			15.89
D		Viniendo por Blvd Manuel López Sanabria, para tomar Avenida Universidad, de norte a oeste.	11			7.28
E		Viniendo por calle océano pacifico, para tomar Blvd paseo de los insurgentes, de sur a oeste; Este un giro que no podía ver el contador de ciclistas.	0			0.00
F		Viniendo por calle océano pacifico para tomar paseo de los insurgentes de sur a este; Este un giro que no podía ver el contador de ciclistas.	0			0.00
G		Viniendo de avenida universidad, para tomar Blvd Manuel López Sanabria, de este a norte.	57			37.75
H		Viniendo por Blvd paseo de los insurgentes para tomar Blvd Manuel López Sanabria, de este a norte.	14			9.27
I		Viniendo por calle, océano pacifico u océano atlántico, para tomar Blvd Manuel López Sanabria, Esta elección era difícil de ubicar para el contador de ciclistas.	2			1.32

J		Viniendo de Blvd Manuel López Sanabria para tomar, alguna calle al sur. Este un giro que no podía ver el contador de ciclistas.	0			0.00
K		Viniendo por avenida universidad, para tomar Blvd paseo de los insurgentes de oeste a este.	42			27.81
L		Viniendo de Blvd paseo de los insurgentes para tomar avenida universidad de este a oeste.	1			0.66
Total			151			100.00

29 Registros conteo especial Sanabria (por Superama)

Ahora continuaremos con el análisis del punto de Sanabria; para empezar, aclararemos la anomalía de la dirección I, pues el contador nos aclaró, que a pesar de que físicamente hablando no se podría saber que los ciclistas vinieran del sur, el los conocía, por tanto, sabía que venían de esa dirección y así lo contabilizo.

Continuando con nuestro análisis del punto de Sanabria, podemos extraer, lo siguiente:

1. Las direcciones G con el 37.75% y K con el 27.81% representan el 65.56% de los ciclistas contabilizados, ambas direcciones toman como origen el noroeste, ya sea por Blvd paseo de los insurgentes, o Avenida universidad, ambas no cuentan con ciclovía, y solo tocan al Cicloférico en ese punto.
2. Aun así, son más los ciclistas que viniendo de avenida universidad toman la ciclovía, opción G 37.75% que las que siguen por paseo de los insurgentes 27.81%.
3. G y K son direcciones que bajan por avenida universidad, D y L son sus contrapartes, que suben a avenida universidad y solo suman 7.94% lo que nos da una predilección por ir en bajada.
4. Las opciones C y H son personas que circulan enteramente por el Cicloférico en ese punto, sumando el 25.16% de las preferencias.

Como vemos el conteo especial de Sanabria es más limitado, por razones de la geografía, y los conteos pueden ser un poco más sesgados, aun así, a grandes rasgos y en orden de importancia, para el punto:

1. Las mayorías de los ciclistas bajan por avenida universidad, rumbo al centro de la ciudad, lo que puede ser una vía recta hacia sus trabajos.
2. Los ciclistas eligen la ciclovía.
3. Los Ciclistas prefieren ir en bajada.
4. El Cicloférico si ayuda a ordenar el tránsito de ciclistas.

4.5 Modelo de elección de ruta para Sigmoides

Por último, pasaremos a la creación de nuestro modelo de elección de ruta, para eso primero definiremos que es un modelo para nosotros.

Un modelo integra elementos, que por sí solos, tienen una función, al relacionarse entre sí, los elementos forman una estructura, cuando esta estructura tiene sentido, y una razón de ser, es decir, un uso adecuado, entonces adquiere significado y podemos identificarlo por su nombre.

Un modelo siempre es mejorable, pero no con cualquier elemento, no podemos resolver un problema, agregando elementos que se analizan por separado; si los nuevos elementos no están en concordancia, la funcionalidad de todo el modelo se ve afectada, para mejorar la función o resolver los problemas, tenemos que analizar todos los elementos que forman la estructura, verificar que adquieran sentido, y asegurar su razón de ser; Cuando hablemos de modelo, tenemos que tener presente:

- Elementos y su función.
- La estructura con sentido.
- La razón de ser.
- Nombre.

Para nuestro modelo de elección de ruta, tenemos las rutas, pues estas son las que presentan los diferentes elementos, que se ofrecen al ciclista para su elección.

- Qué tipo de calle es, 1 – autopista o vía rápida 2- calles principales 3- calles colectoras 4- calles locales.
- La calle cuenta o no con ciclovía.

Dentro de las ciclovías también tenemos diferentes elementos:

- **La iluminación:** Es indispensable que las ciclovías cuenten con un adecuado sistema de iluminación, homogéneo, para así poder entregar un ambiente seguro y permitir un desplazamiento fluido del usuario en cualquier horario.
- **La conectividad:** Existen ciclovías que comienzan y terminan en ninguna parte. Una ciclovía que no conecta nada, o no responde a una demanda de viajes, no sirve para nada.
- **La dirección:** Las rutas deben ser directas, con bajas demoras en las intersecciones. El objetivo es reducir el tiempo de viaje de los ciclistas.
- **La seguridad:** Hay una búsqueda por evitar los encuentros con tránsito motorizado de alta velocidad, para lo cual se puede disminuir la velocidad de los automóviles en estos puntos, o crear una separación física o espacial con la bicicleta.
- **El atractivo:** Si bien este aspecto es un tanto subjetivo, considera la seguridad y amabilidad de la ciclovía desde un punto de vista arquitectónico y paisajista, evitando cambios bruscos de pendiente, el correcto diseño de las rejillas de los sumideros, la limpieza y la mantención.

Basándonos en todo lo anterior, en orden de importancia, Los ciclistas consideran los siguientes puntos para elegir su ruta:

1. Los ciclistas consideran la dirección como el aspecto más importante al momento de elegir su ruta, esto se puede ver pues son el aspecto que importancia dieron los ciclistas, en los puntos de Saavedra y Sanabria. En otras palabras, los ciclistas prefieren las calles principales, por contar con menos intersecciones (y más aún cuando hay una ciclovía circular por el centro la calle), ser más seguras tan solo por la cantidad de personas que la transitan.
2. La conectividad, los ciclistas prefieren ciclovías que estén conectadas. Es decir, sin tomar en cuenta otros factores los ciclistas prefieren el Cicloférico a vías aisladas. Esto está relacionado con el punto anterior pues el Cicloférico en su mayoría circula por calles principales, y las ciclovías integradas por las calles colectoras o locales, una razón más de por qué los ciclistas en el punto de Saavedra, continúan rectas por el Blvd en lugar del Cicloférico. Además de que las calles colectoras y locales suelen ser menos seguras que las principales.

3. El atractivo, los ciclistas toman en cuenta la infraestructura, prefieren una ruta con cemento a una de tierra, una plana a una con una gran pendiente, las protecciones, y los semáforos de ciclistas, como se ve plasmado en uno de los puntos de ruptura del Cicloférico, donde el gran desnivel, provoca que los ciclistas rehúsen a tomar esa parte del Cicloférico.
4. En cuarto lugar, está la iluminación, pues la mayoría de los trayectos se realizan de día, ya que lamentablemente la ciudad no da las garantías suficientes, para circular por una ciclovía a altas horas de la noche; Aun así, es importante en los cambios de horario donde, amanece más tarde u oscurece más temprano y la luz es importante para su tránsito.

Cuando una ruta ya es elegida por algunos ciclistas y estos circulan de manera regular, esta ruta pasa a entrar dentro de la red de ciclistas aun que no de la red de ciclovías.

Para saber si una avenida es parte de la red de ciclistas, basta con tomar conteos de ciclistas y notar que estos pasen de manera regular, en algunas fechas (de preferencia entre semana, pues el uso para ir a la escuela y al trabajo son los más comunes) por algunos meses.

Cuando se construye una ciclovía sobre una avenida que ya forma parte de la red de ciclistas, está en automático beneficiara a las personas que de todas maneras ya circulaba por esa vía.

Esto ultimo es importante para la construcción de ciclovías, pues al construir sobre la red de ciclistas, los efectos son automáticos, atrae a ciclistas de vías aledañas, al explotar las ventajas de la ciclovía y ayuda a reorientar los flujos de ciclistas y maximiza el uso de la nueva infraestructura.

4.6 Uso del modelo de elección de ruta

Ahora, usaremos nuestros datos obtenidos, para mejorar la red de ciclistas; y lo haremos mediante una propuesta de mejora, que utilice la infraestructura ya hecha, amplié su uso, atraiga más ciclistas, sea un gasto razonable y este en sintonía con todo lo que hemos descubierto.

Esta propuesta será la mejora de uno de los puntos de mayor interés. El punto donde se unen la calle del canal y el Blvd Miguel de Cervantes Saavedra, este punto es importante pues es un punto (como anteriormente vimos) de ruptura del Cicloférico, pues este se desvía hacia calle Océano Índico.

Una de las razones de que se tuerza el Cicloférico (si no es que la más importante), es que antes de este punto viendo de Blvd. San Juan Bosco, el Blvd. Miguel de Cervantes Saavedra, se comporta como 2 avenidas en un solo sentido cada una, la avenida Manuel de Austri y la Avenida Miguel de Cervantes, después de este punto se unen en un solo Blvd, con doble sentido como lo muestra la ilustración 46, dejando poco espacio para la ciclovía, como lo muestra la ilustración 47.



Ilustración 47 Unión de la avenida Cervantes, y Manuel de Austri

Como nos muestra la tabla 18, son 4 las opciones que viniendo de Saavedra en cualquiera de sus direcciones eligen el Cicloférico, A, D E y G pero juntas apenas suman el 8.58% de las preferencias, y las opciones I y J son las opciones que eligen continuar recto suman el 51.25% de las preferencias.

Como ya vimos antes el Cicloférico se desvía porque no hay espacio para la ciclovía, como no hay ciclovías, se vuelve una ruta peligrosa, pues los ciclistas tienen que pasar muy cerca de los carros; Las opciones I y J suman 185 ciclistas en 2 horas que al terminar el día tendrán que volver por la misma ruta.

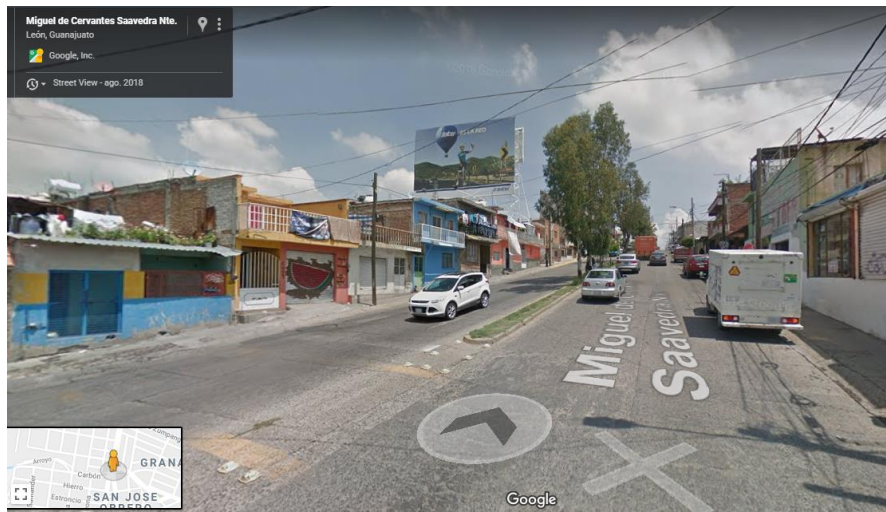


Ilustración 48 Blvd Cervantes Saavedra

Por otro lado, en nuestros conteos encontramos que en el punto de conteo número 13 (ilustración 45) BLVD. VICENTE VALTIERRA entre BLVD. JOSE MARIA MORELOS y CAMINO a ALFARO en el conteo del 1 de septiembre del 2016 se registraron un total de 835 ciclistas, posteriormente en el conteo del 30 de marzo del 2017 se registró un total de 907 ciclistas, para un incremento total del 8.6% creemos que debido a la mejora de las infraestructuras entre conteos.

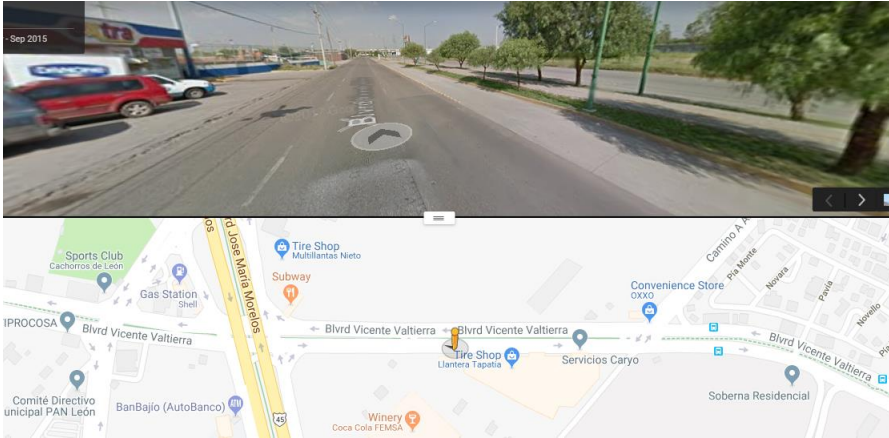


Ilustración 49 punto de conteo 13

Otro punto que registro un incremento de los ciclistas, y que entre conteos se registró una mejora de las infraestructuras fue el punto 36 (ilustración 49) BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA entre BLVD. FRANCISCO VILLA y AV. OCEANO ATLANTICO, en este punto en el conteo del 1 de septiembre del 2016 se registraron un total de 303 ciclistas, en ese entonces la ciclovía era de tierra, para el conteo del 27 de marzo del 2017 la ciclovía ya se había remodelado, y era de cemento, en este conteo se contaron 380 ciclistas en total, con un incremento del 25.4 %.

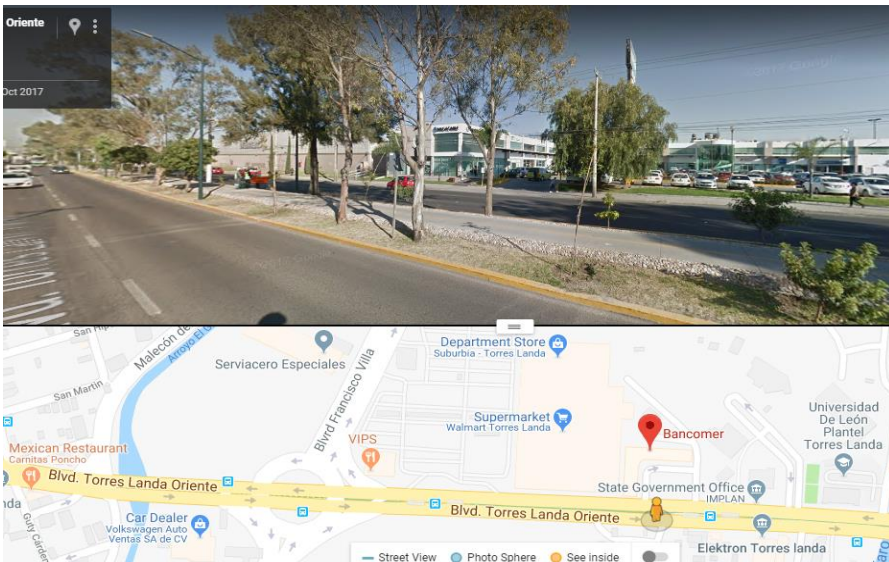


Ilustración 50 punto 36 del conteo.

Como vimos anteriormente la mejora en las infraestructuras de ciclistas, trajo consigo que más ciclistas pasaran por nuestro punto de conteo, ayudando a que más personas se volvieran ciclistas, y otras tantas que anteriormente tomaban otras rutas, se decidieran por la ciclovía, ayudando de este modo al ordenamiento de los flujos de ciclistas.

Volviendo a nuestro punto en Manuel de Austri y Cervantes Saavedra, hay una propuesta de mejora a la ciclovía, esta ruta es la ciclovía, va por calle del canal, desde el punto donde se rompe la ciclovía de Cervantes, hasta Parque Hidalgo, en Bulevar López Mateos. Lamentablemente esta ciclovía esta partida en 2, una parte de la vía que es cortada por el Río Mariachis y otra que se retoma en Calle Purísima como aparece en las ilustraciones 27 y 28, es un tramo de aproximadamente 210 metros.

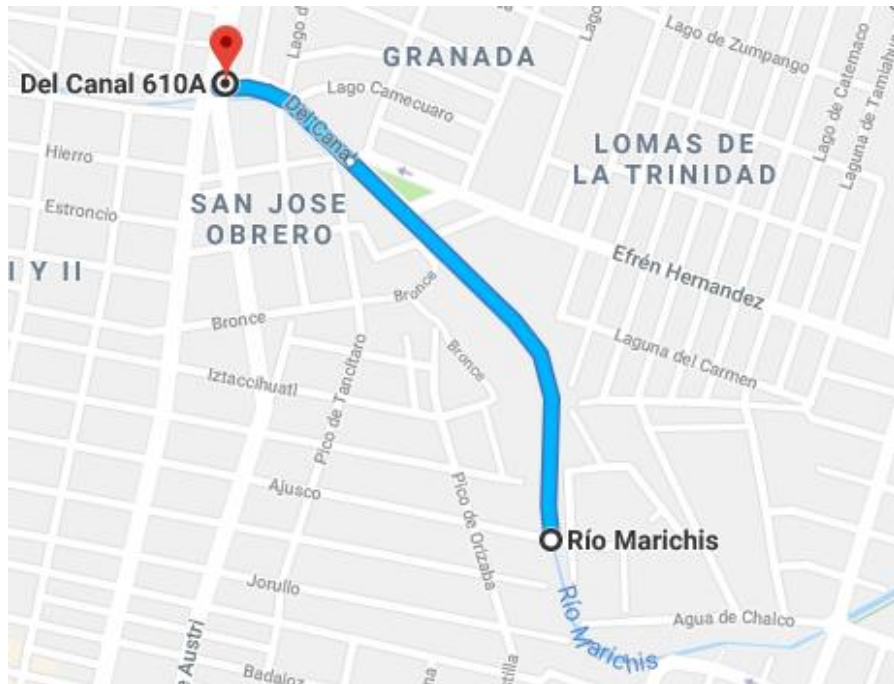


Ilustración 51 tramo 1 de la ruta que no aparece en mapa.



Ilustración 52 Tramo 2 de la ruta que no aparece en el mapa.

Consideramos que con la construcción de estos 210 m debe ser recto por el río Mariachis, a diferencia de una ruta, más barata como en la ilustración 29 pero de deja de lado muchos de los puntos que los ciclistas toman en cuenta para elegir una ruta.

En cambio, estos 210 m por el Río Mariachis toman en cuenta, el punto de dirección (seguir recto) el punto más importante que los ciclistas toman en cuenta para elegir una ruta; Ya que tampoco queremos rutas, sean poco usadas, que desincentiven este tipo de infraestructuras, como es el caso de la ruta del Ciclóferico, en este mismo punto, entre calle del canal y Cervantes Saavedra, donde la gente se sigue recto, aceptando un gran riesgo.

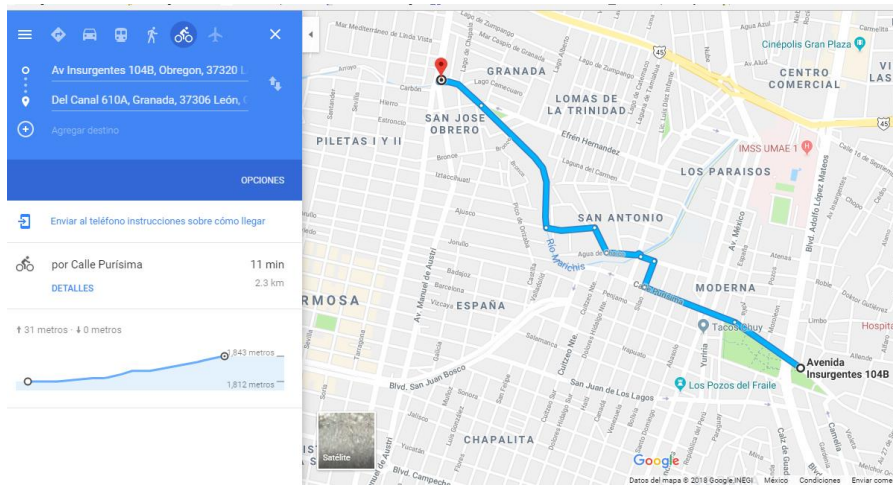


Ilustración 53 Ruta completa de la ciclo vía que no aparece en el mapa.

Con base a los incrementos anteriores, del 8.6% (72 ciclista) en el punto13 y 25.4 % (77 ciclistas), nos aventuramos a decir, que las correctas mejoras en las ciclo vías tienen pueden llegar a tener un incremento del 17% o 74 ciclistas; Creemos que este incremento, también traería consigo una reducción de las personas que deciden arriesgarse por el Blvd Saavedra, pues la ciclo vía de del canal pasaría a ser una mejor opción, de tal forma que asumimos que del 100% de los incrementos 50% son por nuevos ciclistas y 50% por reordenamiento, es decir ciclistas que antes tomaban otras rutas.

En este caso concreto debido a la peligrosidad el porcentaje de reordenamiento saldría, de los que eligen Blvd Saavedra, y los nuevos se sumarían a la ruta del canal, quedando de la siguiente manera (como en la ilustración) Saavedra pasaría de 51.2% (185 ciclistas) a el 37.1% (148 ciclistas) y los del canal pasarían de 27.1% (98 ciclistas) a 33.9 % (135 ciclistas), para un nuevo total de 398 ciclistas.

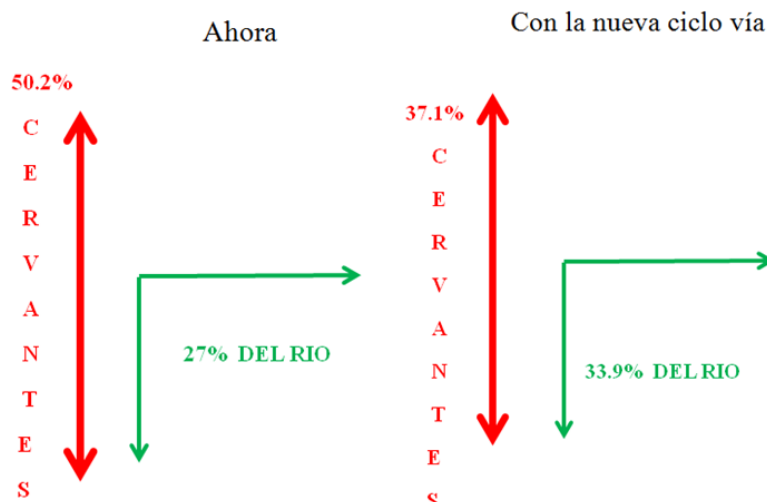


Ilustración 54 Cambio en las preferencias

Con esta nueva infraestructura no solo aumentaríamos en número de ciclistas, también lograríamos que nuestro grafo del circuito representado por el Cicloférico fuese conexo en ese punto, lograríamos reducir alrededor de un 13. % a los ciclistas que eligen la ruta más peligrosa por Saavedra, con lo cual no solo mejoramos la calidad de vida de los leoneses, si, no que incluso podríamos estar salvando vidas.

Capítulo 5

Conclusiones

La creación de ciclovías sería considerada infraestructura sustentable, si se cumple la condición de ser una ciclovía transitada. Una ciclovía promueve un sistema de transporte poco contaminante y son fáciles de mantener en el tiempo.

Respondiendo a la pregunta ¿Cómo podemos construir infraestructuras que promuevan uso de la bicicleta? Se tienen que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El Cicloférico se debe construir sobre vías principales, y que otras ciclovías se conecten a él a través de calles colectoras, de modo que tengamos un grafo conexo.
- La geografía cuenta, por eso se deben buscar que, las ciclovías que conecten los lugares de origen y destino de los ciclistas a través del Cicloférico.
- Se deben evitar grandes desniveles, rodeos innecesarios, así como zonas de riesgo.
- Los ciclistas deben estar como prioridad para el poder público por encima de los vehículos automotores particulares, esa es la clave para un correcto diseño.

¿La creación de ciclovías es garantía de aumento del flujo de ciclistas de la ciudad? No, cualquier ciclovía no ayuda, pues estas simplemente no se usarán, como quedó demostrado en uno de los casos de ruptura del Cicloférico (ilustración 55), donde la ciclovías no sirve, lo que también indica un desperdicio de dinero público y recursos.

Solo el correcto diseño en el modelo de la ciclovía puede garantizar el aumento de los ciclistas, y si los ciclistas eligen tomar una calle simple en lugar de una ciclovía paralela, la calle ofrece ventajas respecto a la ciclovía lo cual indica claramente que la ciclovía está mal diseñada con su consecuente desperdicio de dinero y recursos públicos.

La creación de infraestructura en los municipios no es solo un tema de cuánto se gasta, sino de cómo se gasta, la gente quiere ver en el ejercicio de los impuestos obras que realmente mejoren la calidad de vida de la población, para poder seguir invirtiendo en tan importante sector.

¿Qué factores son importantes para los ciclistas al momento de elegir alguna vía u otra?

- Conectividad: No solo que ruta es más corta para ir de un punto a otro, sino por cual se puede circular con mayor facilidad.
- Continuidad: Este punto es derivado del anterior, pues la constante interrupción en la ruta, puede dificultar el andar o agregar otro elemento de riesgo, esto para el caso de calles locales colectoras y arterias menores, porque para el caso de arterias mayores y autopista, una intercepción también significa un punto de acceso a la vía, esta puede ser la razón por la que su correlación es positiva con el número de intersecciones.
- Seguridad: Crear separación efectiva de peatones y automóviles, semáforos propios, señalamientos y seguridad del crimen al menos en toda la red de ciclovías.
- Iluminación: Es indispensable que las ciclovías cuenten con un adecuado sistema de iluminación las 24 horas, para así poder entregar un ambiente seguro y permitir un desplazamiento fluido del usuario en cualquier horario.
- El atractivo: Si bien este aspecto es un tanto subjetivo, considera la seguridad y amabilidad de la ciclovía desde un punto de vista arquitectónico y paisajista, evitando cambios bruscos de pendiente, el correcto diseño de las rejillas de los sumideros, la limpieza y la mantención.
- Escuchar la demanda: A pesar de todos los análisis es difícil seguir al mercado día a día y más, por eso proponemos que, después de que se note que un número razonable de ciclistas toman determinada ruta donde no hay una ciclovía, se recomendaría construir una ciclovía que esté conectada al Cicloférico, no es suficiente con instrumentos de planeación estáticos, sino que deben ser revaluados con base en nuevos datos que surjan.

Modelo

Nuestro modelo de ciclovías está incrustado dentro del modelo de vialidades de la ciudad, está conformado por un Cicloférico que viaja por calles principales, a modo de circuito interior, que conecta todos los puntos importantes de la ciudad a través de ciclovías por las calles colectoras, formando todo un grafo conexo.

Estas ciclovías deben estar para uso exclusivo de bicicletas, (ni autos ni peatones) bien delimitadas, ser seguras del crimen, ser agradable a las bicicletas, las más planas posibles tener iluminación todo el día y de ser posible “amables” con el ciclista, en el sentido proporcionarle calidad del aire, sombra, etc.

Nuestro modelo pronostica que en caso de construir una ciclovía que cumpla con los atributos más importantes que el modelo marca, estos son: que se construya sobre la red de ciclistas (vías que ya usan los ciclistas aun sin tener ciclovía), continuidad y seguridad, el incremento en el numero de ciclistas puede ser entre un 17% a un 25% en cambio, si quitamos los elementos de continuidad y el de la avenida ya sea parte de la red de ciclistas, esto es, que ya sea una avenida por la que circulan ciclistas, los incrementos pueden ser solo entre un 0 y un 17%, de ahí la importancia de tener en cuenta a los ciclistas, en la construcción de nuevas ciclovías.

Capítulo 6

Bibliografía

- Normas Apa. (2019) Normas Apa. US: American Psychological Association. Recuperado de <https://normasapa.com/>
- SCT. (2003) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-034-SCT2-2003, SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS. México: Secretaria de comunicaciones y transportes Recuperado de http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/17_NOM-034-SCT-2-2003_01.pdf
- Definición. (2015) Definición de Intersección. Ciudad de México: Definición. Recuperado de <https://definicion.mx/interseccion/>
- Ciclo Ciudades. (2011) MANUAL CICLOCIUDADES. Cuauhtémoc, México DF: Ciclo ciudades. Recuperado de <http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- Implan. (2019) Estudios, planes y proyectos. León Guanajuato: Instituto Municipal de planeación Recuperado de <http://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/infraestructura-equipamiento-desarrollo/movilidad.html>
- Tránsito Municipal de León. (2018) REGLAMENTO de Tránsito Municipal. León Guanajuato: Tránsito Municipal. Recuperado de <http://leon-mexico.com/hospitalidad/media/downloads/reglamento-de-transito-municipal.pdf>
- Easley D., Kleinberg J. (2010) Networks, Crowds, and Markets. Cambridge UK: Cambridge University. Recuperado de <https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf>
- Ringel G. (2009) Teoría de grafos. Pamplona España: Universidad de Pamplona. Recuperado de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_23/recursos/general/11072012/grafos3.pdf
- García J. (2006) Grafos.pdf. Granada España: Universidad de Granada. Recuperado de <http://www.ugr.es/~jesusgm/Curso%202005-2006/Matematica%20Discreta/Grafos.pdf>
- Implan. (2019) Estudios, planes y proyectos. León Guanajuato: Instituto Municipal de planeación Recuperado de <https://www.implan.gob.mx/publicaciones/estudios-planes-proyectos/infraestructura-equipamiento-desarrollo/movilidad/223-actualizacion-plan-maestro-de-ciclovi-as-de-leon-gto/file.html>
- Montgomery R. (2019) How can we promote sustainable infrastructure? DAVOS SUISA: WORLD ECONOMIC FORUM. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2015/11/how-can-we-promote-sustainable-infrastructure/>

Ramírez P.(2018) Los desoladores efectos de la burbuja inmobiliaria a vista de dron. España: Business Insider. Recuperado de <https://www.businessinsider.es/desoladores-efectos-burbuja-inmobiliaria-vista-dron-200162>

Ultra Noticias México. (2015) El INEGI ya considera ir a pie o en bicicleta como medio de transporte. Ciudad de México: Ultra Noticias. Recuperado de <http://www.ultra.com.mx/noticias/hidalgo/Nacional/8436-el-inegi-ya-considera-ir-a-pie-o-en-bicicleta-como-medio-de-transporte.html>

INEGI. (2015) Encuesta Intercensal 2015. Ciudad de México: INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>

Cuéntame INEGI. (2015) División municipal. Ciudad de México: INEGI. Recuperado de http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gto/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=11

Cycling Embassy of Denmark. (2015) Estadísticas del Ciclismo en Dinamarca. Ciudad de México: Cycling Embassy of Denmark. Recuperado de http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2015/06/Fact-sheet_Espanol.pdf

Cal R. y Mayor R. (2007). Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones. México: ALFAOMEGA.

Floodmap. (2019) Flood Map : Water Level Elevation Map (Beta). Ciudad de Mexico. Recuperado de <http://www.floodmap.net/Elevation/ElevationMap/?gi=3998655>

Capítulo 7

Anexos

Anexo 1 Tabla con los porcentajes de personas que usan la bicicleta para desplazarse al trabajo o a la escuela según Encuesta Intercensal 2015

	Estado	% al trabajo	% a la escuela
	La nacional	5	1.5
1	Aguascalientes	7.33	2.04
2	Baja California	1.92	0.63
3	Baja California Sur	1.33	0.43
4	Campeche	9.36	3.61
5	Chiapas	4.34	1.06
6	Chihuahua	1.5	0.35
7	Ciudad de México	1.66	0.66
8	Coahuila	5.13	0.71
9	Colima	3.88	1
10	Durango	9.98	0.98
11	Estado de México	3.63	1.2
12	Guanajuato	13.88	3.56
13	Guerrero	1.75	0.51
14	Hidalgo	4.99	1.1
15	Jalisco	5.11	1.6
16	Michoacán	5.28	1.35
17	Morelos	4.22	0.68
18	Nayarit	6.83	2.28
19	Nuevo León	1.67	0.27
20	Oaxaca	4.94	1.22
21	Puebla	8.12	1.68
22	Querétaro	3.08	2.68
23	Quintana Roo	7.46	3.36

24	San Luis Potosí	10.43	2.67
25	Sinaloa	6.53	1.57
26	Sonora	5.1	.96
27	Tabasco	7.68	2.95
28	Tamaulipas	4.61	0.61
29	Tlaxcala	7.4	1.28
30	Veracruz	3.69	0.77
31	Yucatán	12.95	6.8
32	Zacatecas	9.87	2.97

30 Muestra los porcentajes de personas que van al trabajo y a la escuela en bicicleta por estado
Fuente: Elaboración propia a partir de los microdatos de la Encuesta Intercensal 2015

ANEXO 2 Clasificación de las calles.

Movilidad		Autopistas	Arterias Menores	Calles Colectoras	Calles Locales			
	No existe tránsito local					Autopistas		
	Aumenta el tránsito de paso y la velocidad					Arterias Mayores	Red Vial	Primaria
					Arterias Menores	Secundaria		
					Calles Colectoras	Secundaria		
	No existe tránsito de paso					Calles Locales	Red Vial	Terciaria
		Control total de accesos	Control parcial de accesos	Aumenta el uso de los servicios a las propiedades	Sin restricción de accesos			
ACCESIBILIDAD.								

Tabla 31 Clasificación de las calles de la ciudad.

Según el libro: ingeniería de Tránsito Fundamentos y aplicaciones 8ª. Edición Sistema vial urbano.

Anexo 3 Direcciones de los puntos con foto en google Maps y su clasificación como calle

Nº	Vialidad	Entre vialidades		Dirección	Foto en google Maps	Clasificación de la calle.
1	TIMOTE O LOZANO	BLVD. SAN PEDRO	BLVD. PASEO DE JEREZ	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/J6wU4oCANK72	vía rápida
2	BLVD. HERMANOS ALDAMA	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	CALLE RIO CONCHOS	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/XTj3nMoikbm	Calle colectoras
3	AV. FCO DE ASIS (CDAD. ASIS)	BLVD. AEROPUERTO	CALLE VIVAR	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/FaMg8qJ1emD2	Calle principal
4	BLVD. DELTA	CALLE LAMBDA	CALLE ETA	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/u273JXuTjQL2	Calle colectoras
5	BLVD. EPSILON	BLVD. DELTA	CALLE JEREZ DE CARTAGENA	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/r3qx5UoC3XM2	Calle colectoras
6	BLVD. SAN PEDRO	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	BLVD. ALFREDO VALADEZ	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/AF7AzEKeP2L2	Calle colectoras
7	BLVD. GRAL. FRANCISCO VILLA	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	CALLE SANTA BERNARDITA	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/vC3BXdzvJ532	Calle principal
8	TIMOTE O LOZANO	BLVD. VENUS TIANO CARRANZA	CALLE INDEPENDENCIA	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/vNRk7dMRr3B2	Calle colectoras
9	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	BLVD. LA MERCE D	CALLE NUEVA YORK	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/wdrHTx9gLS22	Calle colectoras

10	PROL. JUAREZ	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	CALLE DR. JOSE DE JESUS	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/b7UpLn8f1h32	Calle principal
11	AV. OLIMPICA	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	CALLE VIA CAMPOS PRIMAVERALES	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/Q7k6L9PATWH2	Calle principal
12	BLVD. LA LUZ	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	CALLE DEL POTRERO	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/Qx9Bxhgbc2t	Vía Rápida
13	BLVD. VICENTE VALTIERRA	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	CAMINO a ALFARO	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/v8BgRqtcPi92	Calle principal
14	BLVD. LA LUZ	CALLE BARRIO DE GUADALUPE	CALLE ANCHA	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/FVQisMJhSBQ2	Calle colectoras
15	BLVD. GRAL. FRANCISCO VILLA	BLVD. VICENTE VALTIERRA	CALLE FRAY DANIEL MIRELES	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/2kh4KCcAEEH2	Calle colectoras
16	BLVD. TELLEZ CRUCES	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	BLVD. VASCO DE QUIROGA	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/47tWzj6HCeM2	Calle principal
17	BLVD. ANTONIO MADRAZO	BLVD. JUAN ALONSO DE TORRES	BLVD. CONGRESO DE CHIPALCINGO	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/QAK7LTLknrA2	Calle principal
18	BLVD. MIGUEL HIDALGO	RIO DE LOS GOMEZ	CALLE MARAVATIO	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/5w1YzabPhio	Calle colectoras
19	SALIDA DE LOS GOMEZ	CALLE 16 DE SEPTIEMBRE	RIO DE LOS GOMEZ	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/9RcnSdmxuqo	Calle principal
20	CALLE MANUEL DE AUSTRIA	BLVD. SAN JUAN BOSCO	BLVD. CAMPECHE	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/44GAwaSSbz62	Calle principal
21	BLVD. SAN JUAN BOSCO	BLVD. MIGUEL DE CERVANTES SUR	CALLE SORIA	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/qt6X7c673tN2	Calle colectoras

22	BLVD. MARIA NO ESCOBEDO	CALLE ARTURO SOTORRANGEL	BLVD. JUAN ALONSO DE TORRES	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/AjzVV5mTsqJ2	Calle principal
23	BLVD. ARISTOTELES	GASOLINERA	BLVD. SAN JUAN BOSCO	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/oQvhbes47GM2	Sin Datos
24	CAMINO A COMANAJA	ACCESO A BALCONES DEL CAMPESTRE	CALLE HDA. EL SALTO	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/PCDP3A2Wx1R2	Vía rápida
25	TRANSPORTISTAS	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	ARROYO DEL GRANIZO	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/TmoToP4whbm	Sin Datos
26	BLVD. HERMENEGILDO BUSTOS	TRANSPORTISTAS	BLVD. TALABAR TEROS DE AURORA	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/Nr1eFXvGkeN2	Calle Principal
27	BLVD. MIGUEL HIDALGO	CALLE ORO	BLVD. TALABAR TEROS DE AURORA	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/7wFfvA3PF1P2	Calle colectora
28	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	BLVD. MIGUEL HIDALGO	BLVD. IBARILLA (Camino Ibarilla)	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/ajAoWfFp6YsP2	Vía rápida
29	BLVD. JOSE MARIA MORELOS	BLVD. VICENTE VALTIERRA	BLVD. LA LUZ	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/UqjJAY5jA6R2	Vía rápida
30	BLVD. ADOLFO LOPEZ MATEOS	CALLE JULIAN DE OBREGON	CALLE CHAPULTEPEC	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/GiYWaUhj5RT2	Calle Colectora
31	CARRERA LEÓN-CUERMAR	ENTRADA A LOS ARCOS	ENTRADA A LOS RAMIREZ	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/8tjALFvLZvq	Vía rápida
32	CALZA DE LOS HÉROES	HORTELANOS	CALLE PROGRESO	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/KuE8dTj5VC52	Calle principal

33	BLVD. MARIA NO ESCOBEDO	PRADERA	CALLE MONACO	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/eYDRz7cTQ862	Sin Datos
34	JUAN DE LA BARREIRA	DEL AVIO	PABLO VI	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/XoHLyfpkXvT2	Calle Principal
35	AV. ROMA	TEPEYAC	VENECIA	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/UXEpquzm3gp	Calle Principal
36	BLVD. JUAN JOSE TORRES LANDA	BLVD. FRANCISCO VILLA	AV. OCEANO ATLANTICO	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/ZRvnFc2Q4kS2	Calle Colectora
37	BLVD DELTA	TERMINAL	SIT	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/omzxQAogi6S2	Calle Colectora
38	CARRETERA LEÓN-CUERA MARO	REYMA	PREVENCIÓN	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/DGj8BghkFvA2	Vía rápida
39	PARQUE LINEAL ALFARO	LOPEZ MATEOS	MARIA ALEJANDRA	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/zJFLSW4cB422	Sin Datos
40	LOPEZ MATEOS	CAMPESTRE	PASEO DE LOS INSURGENTES	Norte/Sur	https://goo.gl/maps/p7aatfzWLP62	Sin Datos
41	TIMOTEO LOZANO	JARDINES DE SAN MIGUEL	CALLE SIN NOMBRE	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/epyJ4UbVh2R2	Calle Colectora
42	JUAN ALONSO DE TORRES	BLVD. VASCO DE QUIROGA	BLVD. HILARIO MEDINA	Este/Oeste	https://goo.gl/maps/3BPmKAjHR8U2	Calle Colectora

Tabla 32 Con el número de aforo, vialidad, entre calles, dirección del flujo de ciclistas, dirección del punto en google Maps y la clasificación de la calle.

Anexo 4 Formato de conteos

Tercer Conteo Ciclista ENES León
Proyecto TA100716

10 de noviembre de 2016

Nombre: _____

Aforo: _____ Clima: _____

Notación: l=hombre, ^=mujer, i=carga, C=casco, U=uniforme

Indicar referencias para los sentidos de las flechas.



Hora	Ciclistas	Total
7:00		
7:05		
7:10		
7:15		
7:20		
7:25		
7:30		
7:35		
7:40		
7:45		
7:50		

7:55	→		
	←		
8:00	→		
	←		
8:05	→		
	←		
8:10	→		
	←		
8:15	→		
	←		
8:20	→		
	←		
8:25	→		
	←		
8:30	→		
	←		
8:35	→		
	←		
8:40	→		
	←		
8:45	→		
	←		
8:50	→		
	←		
8:55	→		
	←		
Observaciones: _____			

Ilustración 56 Formato que se utilizó para los conteos

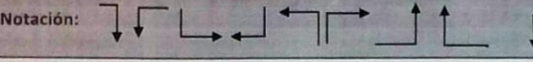

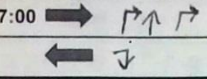
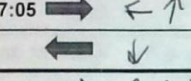
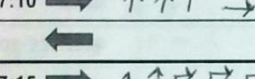
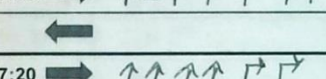
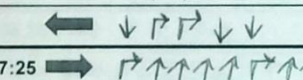
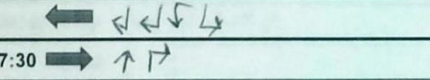
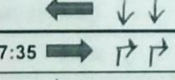
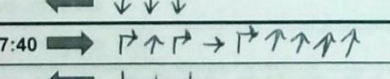
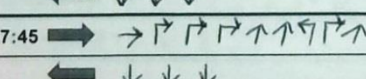
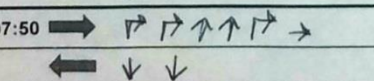
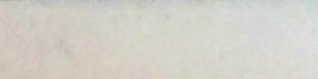
Tercer Conteo Ciclista ENES León Proyecto TA100/16		3/8/17
Nombre: <i>Gilberto Arroyo Mantera</i>		3 y 4 de Agosto de 2017
Alojo: _____ Clima: _____		
Notación: 		Indicar referencias para los sentidos de las flechas 
Hora	Ciclistas	
07:00		
07:05		
07:10		
07:15		
07:20		
07:25		
07:30		
07:35		
07:40		
07:45		
07:50		

Ilustración 57 Imagen de una de las hojas del conteo especial.

Anexo 6

Tabla de análisis completo, Totales vs intersecciones.																		
Fechas	12/05/2016		13/05/2016		01/09/2016		02/09/2016		10/11/2016		11/11/2016		30/03/2017		31/03/2017		Numero de intersecciones	
	Totales	Máximo	Totales	Máximo	Totales	Máximo	Totales	Máximo	Totales	Máximo	Totales	Máximo	Totales	Máximo	Totales	Máximo	2 Km.	4 Km.
1	857	64	816	68	569	48	659	51					361	55	361	50	1	4
2	140	15	284	14	265	13	380	29	328	20	346	21	391	17	374	21	15	23
3	96	11	191	10	185	18	170	13									14	20
4			527	36			468	22	397	22	485	33	488	24	548	37	14	25
5			380	32													16	40
6	163	12			102	7	108	9									22	34
7			614	30	342	17	479	24					733	56	623	43	12	16
8	235	20	257	21	318	22	324	20	274	18	324	19	363	27	318	20	15	19
9	410	20	330	16	392	21			312	18	366	15	414	20	378	19	31	46
10	214	11	187	9					140	8	117	10	200	14	204	13	16	23
11	1276	105			953	131	1105	114					1396	112	1373	96	4	7
12	572	54	584	50	576	55	576	51					651	56	633	53	11	21
13	879	65	831	68	385	66	835	70	719	53	780	54	907	67	862	64	8	14
14	637	35	688	38	714	41	687	38					708	29			7	15
15	364	22	336	23	300	22	286	17	285	21			358	17	323	22	29	38
16	849	61	777	60	950	86	950	62									30	52
17	607	45	588	49	553	47	535	17					686	50	655	51	17	36
18	263	21	262	17	570	33	570	27									17	34
19	179	8	183	9	456	26	270	10									15	33
20	123	11	103	9	111	11	110	9									22	40
21	343	23	309	22													2	20
22	24	3															7	22
23																		
24	171	19	261	18	134	12	127	8	214	14							2	14
25																		
26	413	44	374	33	401	37	368	39	299	22	332	31	432	28	402	27	21	43
27	400	28			634	73	456	69					664	83	649	33	19	31
28	640	32	489	28	697	38	577	34	619	30	608	30	578	41	675	37	1	2
29	1264	84	1168	89	1207	74	1218	68	1021	56	1125	70	1227	73	1210	63	7	10
30	164	10	149	9	178	15	175	19									21	38
31					231	17	242	21					179	17	176	14	2	6
32	328	20	241	15	252	21	293	20	269	15	294	14	389	20	395	18	12	25
33																		
34	328	20	428	34	462	30	506	42									21	31
35	77	5	64	5	167	17	128	10									20	36
36					303	16	311	19									10	19
37	565	48	520	50	668	56	621	56					621	51	708	53	26	37
38					373	29											4	8
39																		
40																		
41					529	74	523	67									12	22
42													617	45	483	32	6	12

Tabla 34 Totales, Máximos y número de intersecciones a 2 y 4 Km por fecha de todos los puntos