

# **Caracterización de la movilidad ciclista en el cantón Puntarenas, Costa Rica: resultados de los distritos con mayor cantidad de ciclistas involucrados en colisiones**

José Luis Espinoza-Bolaños<sup>1</sup>; (josespibo10@gmail.com)

Henry Hernández-Vega<sup>1,2</sup> (henry.hernandezvega@ucr.ac.cr)

Diana Jiménez-Romero<sup>1,2</sup> (diana.jimenez@ucr.ac.cr)

## **RESUMEN**

Se presenta un estudio de movilidad ciclista en distritos del cantón de Puntarenas con mayor cantidad de ciclistas involucrados en colisiones (Barranca, El Roble, Chacarita y Puntarenas). Se logró caracterizar la población ciclista dentro del área de estudio en cuanto a aspectos demográficos, socioeconómicos y de movilidad. Por ejemplo: tres cuartas partes de los ciclistas son hombres, la mayoría de los viajes en bicicleta son para hacer mandados o ir al trabajo, una cuarta parte de los ciclistas ha sufrido accidentes de tránsito, de estos la mitad en los últimos dos años. En promedio, los viajes tienen una longitud menor a los cuatro kilómetros y una duración menor a la media hora. El uso de dispositivos de seguridad (como el casco y el chaleco) es prácticamente nulo. Esta información puede ser de utilidad para la elaboración de un plan maestro de movilidad en bicicleta que incluya intervenciones integrales que mejoren la seguridad vial y la movilidad en bicicleta en la zona.

## **PALABRAS CLAVE**

MOVILIDAD; BICICLETA; SEGURIDAD VIAL; PUNTARENAS.

## **INTRODUCCIÓN**

Más del 50 % de las víctimas mortales por accidentes de tránsito, unas 50 mil personas, en la región latinoamericana son usuarios vulnerables (motociclistas, ciclistas y peatones). En el caso específico de Costa Rica, de acuerdo con datos del Consejo de

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica

<sup>2</sup>Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica

Seguridad Vial (Gómez y Castro, 2012), los accidentes de tránsito provocaron la muerte de 170 ciclistas entre los años 2010 y 2012 en carreteras nacionales.

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (2015) el “diseñar infraestructura ciclo-inclusiva puede reducir accidentes al mismo tiempo que incentivar el uso de la bicicleta”. El uso de la bicicleta presenta ciertas ventajas, tales como autonomía, ocupa poco espacio, es económico (Dufour, 2010b) requiriendo carriles de entre 1,2 y 1,5 metros (Transportation Research Board, 2000). La bicicleta es un medio de transporte que puede movilizar la mayor cantidad de personas utilizando la menor cantidad de espacio posible (Urbanczyk, 2010). Además, es competitivo en distancias menores a 10 km y permite viajes más eficientes si se combina con otros medios de transporte como el autobús o el tren (ITDP, 2011).

Diferentes estudios han demostrado a nivel internacional el potencial de la bicicleta como medio de transporte en la mejora de la salud de las personas. El uso de la bicicleta es beneficioso para prevención de diferentes enfermedades (Monteiro & Silveira Guerra de Andrade, 2005), incluso enfermedades mentales ya que alivia síntomas de depresión, mejora la autoestima, la confianza (al menos en niños y adolescentes), además de que reduce síntomas de ansiedad y provoca buen humor (Taylor, Sallis, & Needle, 1985). Por ejemplo, de acuerdo con la Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015), se estima que el ahorro generado por el uso de la bicicleta, en términos de mortalidad reducida, en Austria es € 405 millones (euros) por año.

Además, el uso de la bicicleta incrementa las interacciones sociales (Consortio investigador PROBICI, 2010) y reduce la congestión vial y el consumo energético. Cuando es comparado con el vehículo automotor existen beneficios en términos de congestión vial, emisiones de gases de efecto invernadero y ruido generados.

Para el caso de Costa Rica, Méndez (2013) describe la infraestructura exclusiva para ciclistas existente en el país y se enfoca en el impacto de la reducción del tráfico

vehicular y la accidentabilidad, la reducción estimada de emisión de gases de efecto invernadero por el uso de las ciclovías, las posibles opciones de uso recreativo y la movilidad articulada con otros medios de transporte público.

Mora (2013) publica Análisis del marco jurídico institucional que regula el uso de la bicicleta en Costa Rica, describe el paradigma de movilidad urbana en el país, la legislación actual y también propone recomendaciones en cuanto a iniciativas y disposiciones legales que se adaptan al nuevo enfoque que apoya la movilidad activa.

En la actualidad, Costa Rica cuenta con ciclovías en Guanacaste (27 de abril y Nicoya-Santa Cruz), Alajuela (Upala y Guatuso), Puntarenas (distritos de Chacarita, El Roble, Barranca y Espíritu Santo), San José (Hatillo y Montes de Oca), Cartago, Limón y Sarapiquí. En total se estiman más de 40 km de infraestructura exclusiva para ciclistas (aproximadamente un 0,1 % de la red vial total nacional), la mayoría en zonas rurales donde los índices de accidentalidad son bajos y las congestiones de tránsito no son un fenómeno diario (Méndez, 2013).

Esta investigación aplica una metodología para el diagnóstico de la movilidad en bicicleta que sirve como información necesaria para la priorización de proyectos de intervención o construcción de infraestructura ciclista, de modo que sea considerado por los tomadores de decisiones, promoviendo el uso eficiente de los recursos públicos para el beneficio del sistema de transporte.

## **METODOLOGÍA**

La metodología correspondiente al estudio se compone de cuatro principales etapas: consulta bibliográfica, recolección de datos de campo (lo cual proporciona los resultados con los cuales se elabora el diagnóstico), el diagnóstico de la movilidad ciclista en Puntarenas y finalmente se realizan las conclusiones y recomendaciones con base en los resultados obtenidos.

## **Revisión bibliográfica**

Existen muchas ciudades en el mundo que cuentan con un plan de movilidad ciclista, el cual se basa principalmente en un diagnóstico de la movilidad en bicicleta de la población, producto de un estudio detallado. Estos planes coinciden con el propósito de fomentar el uso y aumentar la demanda de la bicicleta como opción de transporte, aprovechando todas las ventajas que esto conlleva. Los diagnósticos permiten establecer la movilidad en bicicleta, la infraestructura relacionada a partir de las necesidades de viajes existentes (Hernández, 2014; ITDP, 2011).

Se han desarrollado distintos planes y diagnósticos de movilidad ciclista que se han desarrollado para ciudades europeas y norteamericanas, tal es el caso de Cantabria (Gobierno de Cantabria, 2012), Vitoria-Gasteiz (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2006), Madrid (Ayuntamiento de Madrid, 2008) y Londres en Europa (London Cycle Network Steering Group, 1998); además, se encuentran los planes para las ciudades de Portland (City of Portland Bureau of Transportation, 2010) y Los Ángeles (Los Angeles Department of City Planning, 2011) en Estados Unidos y también Québec (Velo Québec, 2011) en Canadá.

Los manuales para planificación, diseño e implementación de medidas a favor de la movilidad en bicicleta cuentan con lineamientos y conceptos generales a considerar. Como ejemplo de ello, se encuentran manuales estadounidenses como Urban Bikeway Design Guide (NACTO, 2011) y AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2012); también europeos como PRESTO Cycling Policy Guide: General Framework (Dufour, 2010a) y Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (CROW, 2011) de Holanda. Finalmente, cabe destacar el Manual Integral de Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas (ITDP, 2011), el cual cuenta con seis diferentes tomos que exponen los siguientes temas: movilidad ciclista como política pública, programa de movilidad en bicicleta, red de movilidad en bicicleta, infraestructura, intermodalidad y estrategias de educación y promoción.

Otra fuente de información relacionada con el tema es la Guía de Movilidad Ciclista: Métodos y técnicas para el fomento de las bicicletas en áreas urbanas, que corresponde a un amplio estudio elaborado por el Consorcio investigador PROBICI y coproducido por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) de España, en el cual se pretende proporcionar una reflexión documentada sobre cómo implantar medidas de apoyo a la movilidad ciclista, así como las pautas para determinar el potencial de su demanda, aportando una serie de esquemas metodológicos para su modelización (Consortio investigador PROBICI, 2010).

En Latinoamérica, países como Colombia, Argentina y Chile han desarrollado documentos oficiales para la gestión, promoción, regulación y hasta diseño del transporte en bicicleta:

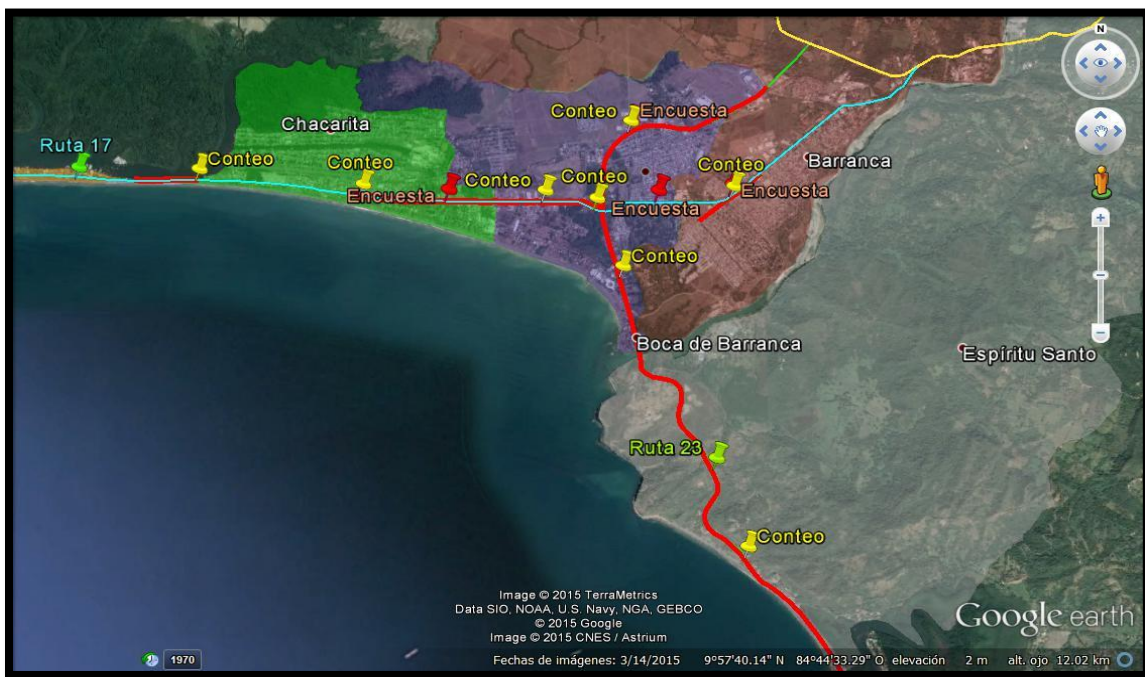
- Plan Maestro de Ciclorutas: Manual de Diseño (Alcaldía Mayor de Santa Fé de Bogotá D.C., 1999),
- Movilidad en Bicicleta en Bogotá (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009),
- Plan Estratégico de la Bicicleta en Medellín (Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín, 2011),
- Programa de Bicicletas de Buenos Aires (Gobierno de Buenos Aires, 2010),
- Plan de Movilidad Ciclista en la Ciudad de Córdoba (Albrieu, et al., 2013), y
- 190 kilómetros de ciclovías: Estándares y Criterios para el Diseño (Mesa Técnica Infraestructura Vial para Bicicletas, 2014).

Para el caso de Costa Rica, al momento de realizar el estudio, existían un par de trabajos finales de graduación que trataban el tema de la movilidad en bicicleta. El primero corresponde a la implementación de ciclo vías para la movilización de estudiantes hacia la ciudad universitaria Rodrigo Facio de la Universidad de Costa Rica (Fonseca, 2010) el otro analiza demanda potencial de viajes en bicicleta en la Gran Área Metropolitana (Machado, 2010).

En cuanto a la región de Puntarenas, existe un proyecto final de graduación en el área de ingeniería de transportes (Saavedra, 1991) relacionado con la factibilidad de implementar un tren suburbano desde Barranca hasta Puntarenas centro, región que circunscribe parte del trayecto de la ciclovía actual de Puntarenas.

### Recolección de información de campo

La definición de una red de movilidad en bicicleta debe fundamentarse en un diagnóstico detallado de los patrones de movilidad de los ciclistas (ITDP, 2011). La obtención de información experimental para caracterizar la movilidad ciclista se llevó a cabo principalmente mediante dos métodos: conteos y encuestas. La siguiente figura muestra los puntos específicos que fueron escogidos dentro de la zona delimitada para realizar los conteos y encuestas requeridas (tramos de ciclovía existentes en rojo).



**Figura 1. Ubicación de conteos y encuestas realizados para la obtención de datos en campo**

*Adaptado de: Google Earth, 2015*

Los conteos se llevaron a cabo por períodos de una semana, gracias a la disponibilidad de equipo portable automatizado (tubos neumáticos) facilitado por el LanammeUCR, el cual fue instalado en seis diferentes puntos a lo largo de las ciclovías paralelas a las Rutas Nacionales 17 y 23. También se realizaron conteos manuales de corta duración en La Angostura y el cruce conocido como "tres túneles" (en la intersección de las Rutas Nacionales 17 y 23) con el propósito de complementar los datos de volúmenes ciclistas obtenidos. En este último punto también se realizaron conteos manuales direccionales tanto de bicicletas como de vehículos motorizados. Además, se tomaron mediciones de velocidades vehiculares en diferentes puntos a lo largo de las Rutas Nacionales 17 y 23, específicamente en La Angostura, Chacarita, Juanito Mora, Hotel Hilton y Estación de Servicio JSM.

Las encuestas se formularon con el propósito de proporcionar información en cuanto a los orígenes y destinos de los viajes en bicicleta en la región, así como también las rutas más utilizadas, motivo del viaje y el tipo de usuario ciclista. Se utilizó el método de entrevista a la vera del camino o de intercepción para una interacción más personal con los ciclistas, procurando siempre obtener la mayor cantidad de respuestas posibles.

Cuatro fueron los puntos seleccionados para la aplicación de las encuestas a los usuarios de la bicicleta. Dicha escogencia se basó en los resultados de los 12 conteos realizados (seis automatizados y seis manuales realizados por la Regional de Puntarenas de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito), los cuales brindaron información de las regiones con mayores volúmenes ciclistas en Puntarenas. Lo anterior resultó en una priorización del estudio en los distritos de Chacarita, El Roble y Barranca.

La cantidad de ciclistas a encuestar se calculó con la ecuación (1) propuesta por Ortúzar (2000), con la cual se obtiene una muestra estadísticamente representativa de toda la población ciclista. En ella, "n" es el número de usuarios a encuestar, "p" es la proporción de viajes con un destino determinado, "e" es un nivel aceptable de error (expresado como proporción), "z" es la variable Normal Estándar para el nivel de

confianza requerido y “N” es el tamaño de la población (flujo observado de ciclistas en la estación de control).

$$n \geq \frac{p(1-p)}{\left(\frac{e}{z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}} \quad (1)$$

Sin embargo, se debe de aclarar que existe un sesgo de participación dado que las encuestas se realizaron de manera voluntaria.

Finalmente, se realizaron entrevistas a funcionarios de la Cruz Roja, el 9-1-1, Policía de Tránsito, Municipalidad de Puntarenas y la Oficina Regional de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito en Puntarenas con el propósito de obtener información relacionada con accidentes de ciclistas dentro de la zona de estudio.

### **Diagnóstico**

Incluye características propias de la zona en estudio como información socioeconómica, demográfica y la infraestructura existente para la movilización en bicicleta; caracterización del usuario ciclista a partir de las encuestas aplicadas a una muestra representativa de la población; volúmenes y velocidades de tránsito; descripción de la red de movilidad, es decir orígenes, destinos, rutas utilizadas (mapas de flujos que ilustran la movilidad en bicicleta dentro de la región); finalmente, se debe mencionar los aspectos de seguridad vial más relevantes observados en sitio, así como también datos de accidentes que se logren adquirir para definir puntos conflictivos que representan peligro para los ciclistas. Una vez concluido el diagnóstico, se toma como punto de partida para la elaboración de las conclusiones y recomendaciones sobre el estudio.

### **RESULTADOS**

Los resultados se plasman en el diagnóstico de la movilidad ciclista en Puntarenas y se dividen en los siguientes apartados.



## **Infraestructura y servicios para ciclistas**

En primera instancia, se identificó la infraestructura y servicios presentes en la zona para uso exclusivo de los ciclistas. Se cuenta con un aproximado de 15 km distribuidos en cuatro distintos tramos de cicloavía en los distritos de Chacarita, El Roble, Barranca (Puntarenas) y Espíritu Santo (Esparza), tal como se muestra en la Figura 1 en las líneas color rojo. Además, de acuerdo con Méndez (2013) y visitas al sitio se evidenciaron parqueos para bicicleta con los que disponen las industrias y comercios de la zona para sus empleados y clientes. En total se contabilizan más de 1600 espacios distribuidos entre 15 localidades: Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar (Laica), Riteve, Cafesa, Planta de tratamiento AyA, Playa Doña Ana, Fhacasa, Dos Pinos, Cervecería de Costa Rica, Hotel Hilton Double Tree, MaxiPalí, Cárcel El Roble, Sardimar, Sociedad Portuaria de Caldera, Hospital Monseñor Sanabria y Coca Cola.

## **Caracterización de la población ciclista**

A partir de las encuestas, se logró caracterizar a la población ciclista en los cuatro distritos del cantón de Puntarenas dentro del área en estudio. Aspectos tanto demográficos como socioeconómicos se incluyeron en el diseño de la encuesta para recabar este tipo de información.

Se determinó que la población ciclista se compone en un 74 % de hombres y sólo un 26 % de mujeres, muchos de ellos jóvenes (19 % menores de 20 años), no obstante un 22 % del total son mayores a los 50 años. En general el nivel de escolaridad es bajo (solamente un 8 % poseen estudios universitarios) y más de la mitad de la población ciclista se encuentra empleado (la mayoría en los sectores de comercio y servicios) con salarios entre los 261 mil y 292 mil colones mensuales.

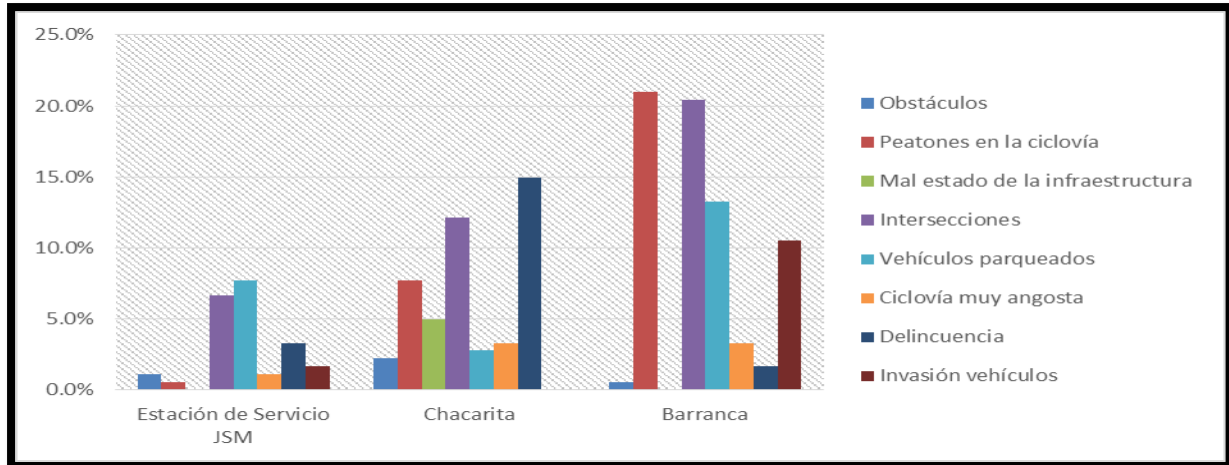
Los principales motivos de uso de la bicicleta corresponden a mandados (45 %) y trabajo (39 %); además, los ciclistas puntarenenses usualmente utilizan la bicicleta todos los días de la semana por períodos mayores a media hora por día, inclusive el 21 % de los encuestados dice utilizar la bicicleta más de tres horas al día. El 88 % han

usado la bicicleta para movilizarse toda su vida, de modo que la experiencia es alta. El tipo de bicicleta más común en la región es la de turismo, conocida como “banana”; adicionalmente, se identificaron bicicletas de montaña, de ruta, BMX y de carga. De acuerdo con las observaciones realizadas el 91 % de las ocasiones una persona viajaba en la bicicleta; por otro lado, el 8 % de las bicicletas observadas transportaban a dos personas y un 1 % llevaban hasta tres pasajeros en el recorrido.

### **Seguridad vial y accidentes**

Los resultados de la encuesta en cuanto a aspectos de seguridad vial presentan una realidad preocupante para la población ciclista, pues se determinó que el 96 % de las personas no utilizan ningún tipo de equipo de seguridad en carretera o ciclovía. Muy pocos de los encuestados andaban casco (1,2 %) y chaleco (1,7 %), y menos aún dispositivos reflectivos o luces instalados en sus bicicletas. Se realizó además un muestreo nocturno para verificar que este comportamiento se da también de noche, lo cual permitió concluir que el 64 % de los ciclistas observados no portaba ningún tipo de dispositivo reflectivo o luces para manejar bicicleta en condición nocturna. Se debe de aclarar que se consideró el material reflectivo en los pedales de las bicicletas como dispositivo reflectivo.

Por otra parte, un 24 % de la población ciclista mencionó haber sufrido accidentes en bicicleta, más de la mitad sucedieron durante los últimos dos años, la gran mayoría en carretera e involucraron vehículos motorizados.



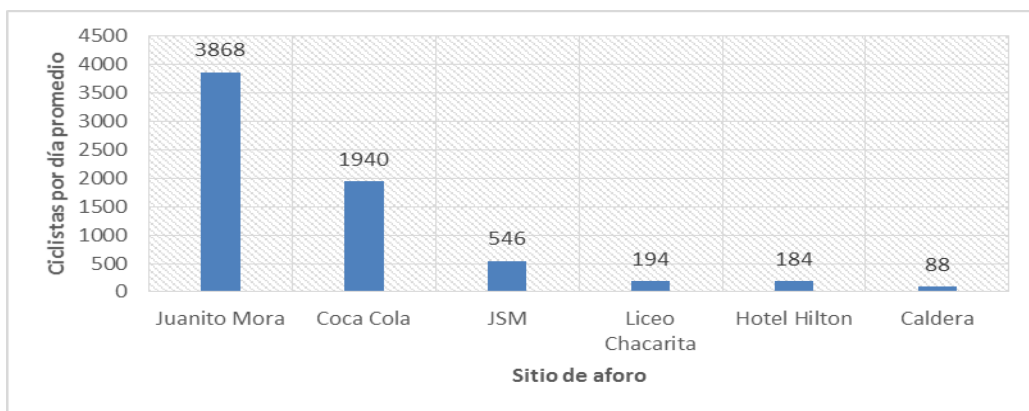
**Figura 2. Percepción de la población ciclista en cuanto a inseguridad en los distintos tramos de ciclovia (n=437)**

Además, mediante las respuestas de los encuestados se obtuvo la percepción en cuanto a inseguridad al transitar en ciclovia. Esta percepción varió en función del tramo de ciclovia por el cual circulaban los ciclistas. Los resultados se presentan en la Figura 2, donde se explica que la población ciclista no se siente segura transitando por la ciclovia en Barranca principalmente debido a la presencia de peatones en la vía y la existencia de intersecciones peligrosas que generan conflictos entre el tráfico motorizado y el no motorizado. En Chacarita el mayor problema de seguridad percibido es la delincuencia, mientras que en la Estación de Servicio JSM en el norte de El Roble (sobre Ruta Nacional 23), los vehículos parqueados obstaculizan la ciclovia y corresponde a la queja más común entre los ciclistas de esa zona.

### **Caracterización de la red de movilidad**

Los resultados obtenidos por medio de los datos de campo, tanto conteos como encuestas, permiten desarrollar una caracterización de la movilidad de los ciclistas dentro del área en estudio. Una vez procesados, estos datos dieron origen a matrices origen – destino con las que fue posible describir los recorridos de las personas que utilizan la bicicleta como medio de transporte.

Se estimó que, en promedio, estos viajes tiene una distancia menor a los cuatro kilómetros y una duración menor a los 30 minutos. Además, los conteos revelaron los períodos de mayor volumen ciclista durante el día, con picos marcados tanto en la mañana como en la tarde (los volúmenes más grandes se dan en la tarde). Asimismo, mediante los conteos se estimó el promedio de la cantidad de ciclistas que transitan por cada sitio de aforo cada día de la semana (dejando por fuera los fines de semana pues presentaban volúmenes muy inferiores con respecto a los días entre semana). La Figura 3 muestra los flujos diarios de ciclistas en cada punto de conteo.



**Figura 3. Promedio diario de ciclistas en cada sitio de aforo**

Además, mediante conteos facilitados la Oficina Regional de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT) en Puntarenas, se complementó la información registrada por los contadores automatizados. Esta información incluye seis conteos sobre distintos puntos a lo largo de la Ruta Nacional 17 en los distritos de El Roble y Barranca, en períodos pico de la mañana, medio día y tarde. Cabe destacar que se registraron más de mil ciclistas al cabo de dos horas y media de conteo (picos del medio día y tarde) en el sector del Barrio El Progreso, frente al Colegio Técnico Profesional de Puntarenas en Barranca, tal como se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Resumen de volúmenes ciclistas aforados por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito sobre Ruta Nacional 17**

Punto de conteo	Volumen AM	Volumen MD	Volumen PM	Proyección diaria
Escuela Arturo Colombari	237	367	501	2200
Zona Franca	330	551	619	3000
Escuela Riojalandia	696	512	605	3800
Clínica Médica Dr. Lostalo	538	564	884	4100
Salida del sector El Progreso	594	1030	1520	6100
Polideportivo El Roble	357	390	660	2000

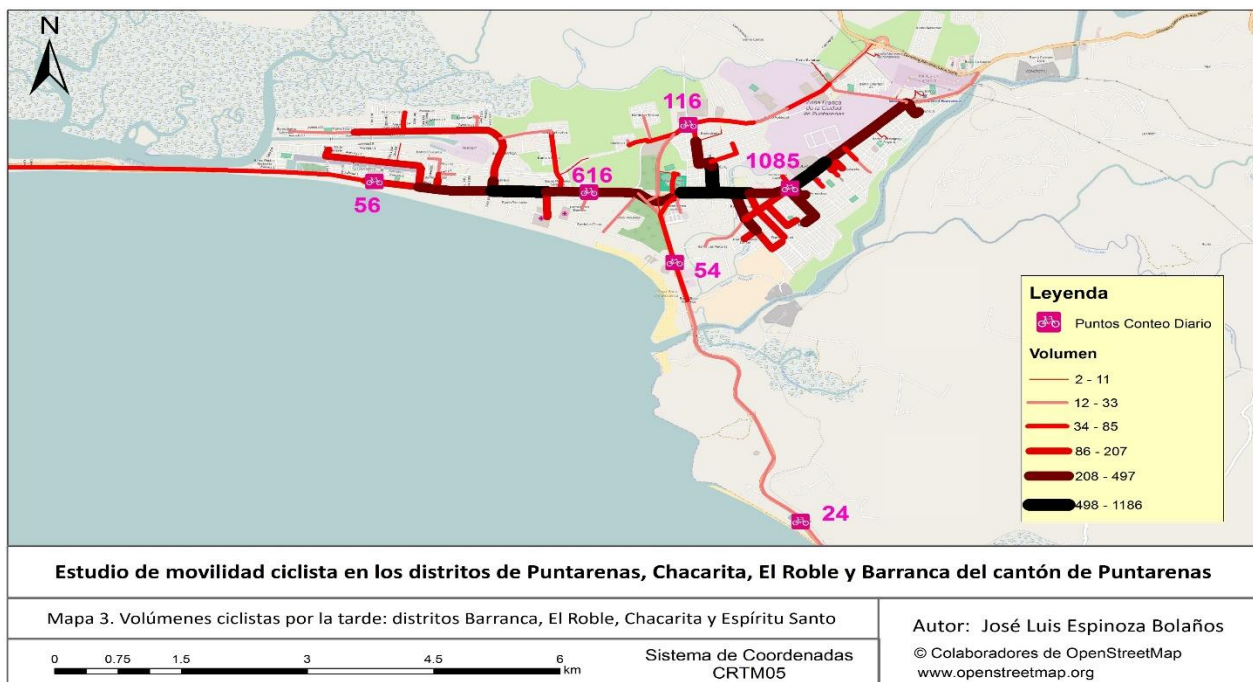
*Nota: Adaptado de “Conteos ciclistas en Puntarenas” (Arroyo, 2015)*

La combinación de los orígenes, destinos y los volúmenes ciclistas en los puntos de aforo dan como resultado matrices origen-destino, o matrices O/D. Se elaboraron matrices O/D para cada punto donde fueron aplicadas las encuestas. Es mediante estas matrices que se construyen los mapas de flujos ciclistas, lo cual constituye una valiosa herramienta gráfica que ilustra la densidad de ciclistas en los diferentes tramos que conforman la red de movilidad ciclista del área de estudio. En ellos se muestran las rutas más transitadas, con el propósito de que sean tomados en cuenta para futuros planeamientos viales en la región.

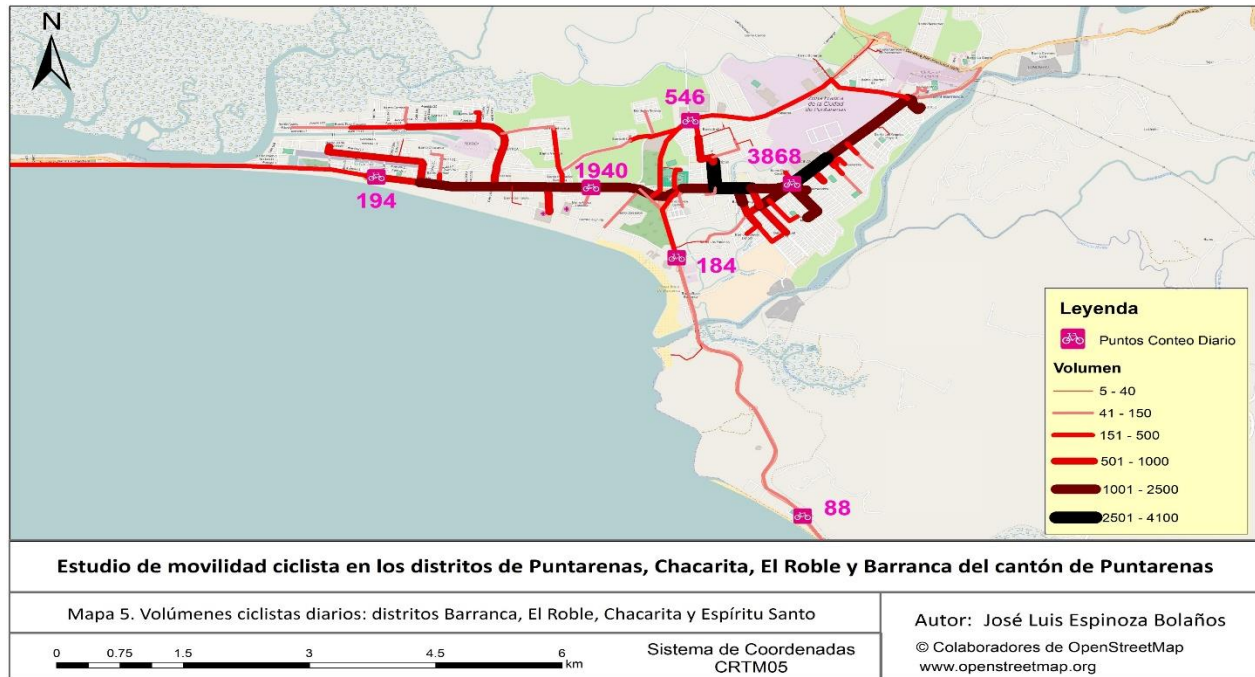
Se elaboró un mapa representando la movilidad durante el período de la mañana dentro de la zona en estudio, otro mapa con los viajes durante el período de la tarde y por último, un mapa de volúmenes diarios. Todos los anteriores se presentan a continuación, y con base en ellos es posible identificar los tramos más concurridos por ciclistas dentro del área en estudio.



**Figura 4. Mapa de volúmenes ciclistas por la mañana en los distritos de Barranca, El Roble, Chacarita y Espíritu Santo**



**Figura 5. Mapa de volúmenes ciclistas por la tarde en los distritos de Barranca, El Roble, Chacarita y Espíritu Santo**



**Figura 6. Mapa de volúmenes ciclistas diarios en los distritos de Barranca, El Roble, Chacarita y Espíritu Santo**

Todos los mapas, tanto de volúmenes diarios como de la mañana y la tarde, coinciden en que la Ruta Nacional 17 concentra la gran mayoría de la población ciclista dentro del área en estudio, especialmente los tramos ubicados en los distritos de Barranca, El Roble y Chacarita (Liceo de Chacarita – Monseñor Sanabria).

Adicionalmente, se debe resaltar otros caminos dado el alto tránsito de ciclistas durante el día, tal es el caso de la carretera que conecta el centro de El Roble con la Ruta Nacional 17 para la cual se estima un volumen superior a los 3 900 ciclistas por día (entre semana); las calles que conectan la Ruta Nacional 17 con los barrios El Progreso, Juanito Mora, Manuel Mora, Los Almendros y Riojalandia, en Barranca, presentan flujos ciclistas entre los 500 y los 1 200 por día; el tramo desde la entrada del sector conocido como El Boli, en Chacarita, sobre Ruta Nacional 17 hasta los barrios San Luis y Fray Casiano, con más de 700 ciclistas diarios; finalmente, a diario más de 600 usuarios de la bicicleta se dirigen hacia el barrio Veinte de Noviembre.

## **Accidentes y seguridad vial**

Gracias a las entrevistas realizadas a funcionarios de la Cruz Roja de Barranca y de Puntarenas, Policía de Tránsito, 9-1-1 e informes del Consejo de Seguridad (Gómez y Castro, 2012) se determina que las locaciones donde ocurren la mayor parte de los accidentes, en efecto coinciden con tramos muy transitados por ciclistas y que carecen de infraestructura segregada.

La Ruta Nacional 17 es la más crítica debido a los elevados flujos ciclistas y de vehículos motorizados a altas velocidades, especialmente por la existencia de tramos con carencia de infraestructura ciclista exclusiva segregada del tráfico automotor. En especial, se señalan los tramos desde el cruce entre las Rutas Nacionales 17 y 23 (conocido como el “Cruce Tres Túneles”) hasta el centro de El Roble y también siguiendo hacia el este, frente al Colegio Técnico Profesional en Barranca. Además, los entrevistados destacan el punto frente al Hotel Hilton Double Tree sobre Ruta Nacional 23 como un sitio donde ocurren accidentes, principalmente cuando los ciclistas intentan cruzar la carretera para llegar a sus destinos. La Figura 7 resume los puntos de ocurrencia frecuente de accidentes ciclistas dentro del área de estudio, según señalan los entrevistados.





**Figura 7. Puntos de ocurrencia frecuente de accidentes ciclistas dentro del área de estudio de acuerdo con las entrevistas realizadas.** *Nota: Se intentó obtener información detallada de accidentes de tránsito en la Dirección de Proyectos del Consejo de Seguridad Vial; sin embargo, a pesar de que se enviaron múltiples solicitudes, tales datos no fueron suministrados.*

Finalmente, dado que se realizaron mediciones de velocidad de vehículos motorizados en diferentes puntos sobre las Rutas Nacionales 17 y 23, las cuales indican que en todos los casos, el percentil 85 en cada punto de medición corresponde a una velocidad mayor a los 50 km/h, lo cual incide en la seguridad de todos los usuarios de la vía.

Dentro del estudio, se elaboraron propuestas para dos casos problemáticos específicos que dificultan el tránsito ciclista por los distritos en estudio: las intersecciones conflictivas en la ciclovía Chacarita – El Roble y el cruce conocido como “Tres Túneles”, ambos sobre Ruta Nacional 17.

Existen cuatro intersecciones problemáticas para los ciclistas que transitan por el tramo de ciclovía que conecta el Liceo de Chacarita con Repuestos Gigante en El Roble: la entrada al Barrio Carrizal, entrada al Barrio El Boli, entrada al Barrio San Isidro y la entrada al Barrio Monseñor Sanabria.

Estas cuatro intersecciones sobre la ciclovía provocan conflicto entre los flujos ciclistas y vehiculares debido a que la zona de cruce funciona a dos sentidos de vía, lo cual dificulta en gran manera el paso de los ciclistas a través de estos cruces. De esta forma, se propone reducir los puntos de conflicto entre vehículos automotores y bicicletas mediante la eliminación de un sentido de vía en cada retorno, tal como se muestra en el esquema de la Figura 8. De esta forma, se brinda la oportunidad de girar a los vehículos que transitan en ambos sentidos en diferentes intersecciones, mejorando el giro en términos de espacio y visibilidad tanto para los ciclistas como para los medios de transporte motorizados.

Por otra parte, en el caso del cruce de las Rutas Nacionales 17 y 23, el flujo ciclista se presenta de forma desordenada y peligrosa, debido a que no existe ninguna indicación que guíe a esta población de forma segura a través de la intersección. A una distancia aproximada de 300 metros al oeste del cruce (frente a Repuestos Gigante) termina el tramo de ciclovía que viene desde el Liceo de Chacarita y hacia el este, no existe infraestructura para tránsito de bicicletas, de modo que a partir de esa locación no hay otra alternativa para los ciclistas más que hacer su recorrido por la carretera. Durante las inspecciones realizadas en sitio, se observó que los ciclistas que se movilizan desde la ciclovía Liceo de Chacarita – Repuestos Gigante (sobre Ruta Nacional 17) tienden a continuar su recorrido sobre el tramo desde Repuestos Gigante hasta pasar el Cruce tres túneles (camino hacia El Roble centro) transitando por una isla demarcada en el centro de la vía.



**Figura 8. Propuesta de modificación a la red para el tránsito más seguro de los ciclistas**

Conocidos los patrones de desplazamiento de los ciclistas a través del Cruce Tres Túneles, se decidió analizar la funcionalidad de la intersección y se propone acomodar a los ciclistas con un carril exclusivo, en la parte inferior del intercambio tal como se muestra en la Figura 8. Se debe acompañar la propuesta con la señalización y segregación apropiada.

Se realizaron conteos tanto de vehículos livianos y pesados como de bicicletas en todos los sentidos de la red, en la hora pico de la mañana y la tarde, con el propósito de obtener los datos de entrada y correr una simulación del comportamiento vehicular mediante el software *Synchro*. Los resultados de la simulación permiten concluir que es viable implementar esta modificación en la red vial para brindar un paso más seguro a los ciclistas a través de este sector problemático sin mayor impacto en la circulación del tráfico motorizado, pues los niveles de servicio se mantienen.

## **DISCUSIÓN**

En conjunto con el informe del Consejo de Seguridad Vial (Gómez & Castro, 2012), las respuestas de las entrevistas indican que los accidentes se concentran en los cuatro distritos que se analizan en el presente estudio, en especial El Roble y Barranca sobre la Ruta Nacional 17, tramo de mayor demanda ciclista de la región según los mapas de

volúmenes ciclistas y carente de infraestructura requerida. De este modo, es necesario considerar esta región como prioritaria a la hora de elaborar un plan de intervención con el fin de mejorar la seguridad de los viajes en bicicleta.

Ante la alta vulnerabilidad que tienen los ciclistas en estos sectores, es necesario plantear soluciones en los puntos más críticos con el fin de proveer a la población ciclista una infraestructura segura para que puedan completar sus viajes. Se destacaron en el apartado anterior dos casos conflictivos sobre Ruta Nacional 17, para los cuales se plantean posibles soluciones que ayuden a mejorar la seguridad en el tránsito activo de la población puntarenense. Es necesario el generar políticas que incentiven el uso de dispositivos de seguridad (por ejemplo: casco y chaleco).

La metodología implementada para el desarrollo del estudio de movilidad ciclista en los distritos de Barranca, El Roble, Chacarita y Puntarenas puede ser aplicada en otras ciudades del país y a partir de los resultados de estudios de este tipo, generar planes maestros de movilidad ciclista con los cuales se promueva la bicicleta como medio de transporte seguro, limpio y eficiente. Dentro del diagnóstico es posible identificar los tramos más críticos (mayores volúmenes, mayor cantidad de accidentes, estado de la infraestructura), con lo cual se puede justificar con criterio técnico la priorización de proyectos de construcción o intervención de infraestructura donde más se necesiten, haciendo uso eficiente de los recursos públicos a favor de la población más vulnerable y de un sistema de transporte sostenible para la ciudad.

## **CONCLUSIONES**

La principal conclusión consiste en que es posible realizar un estudio de movilidad ciclista aplicando la metodología desarrollada en este trabajo. Los tramos de mayor volumen ciclista en los distritos del cantón de Puntarenas (Barranca, El Roble y Chacarita) coinciden con los distritos con mayor cantidad de ciclistas involucrados en colisiones de acuerdo con datos del Consejo de Seguridad Vial (Gómez y Castro,

2012). Estos resultados pueden funcionar como insumo de una futura elaboración de un plan maestro de movilidad en bicicleta y de intervención en infraestructura.

Los tramos más críticos se identificaron sobre la Ruta Nacional 17, pues es la que presenta los mayores flujos, carece de infraestructura ciclista segregada en sus tramos más transitados, los vehículos representan un peligro para los ciclistas debido a que alcanzan altas velocidades que superan los 60 km/h. A todo esto se le debe agregar que la mayoría de los accidentes suceden sobre esta carretera en los distritos de El Roble y Barranca.

Por esta razón es necesario dotar a la población ciclista de la infraestructura necesaria para garantizar seguridad en sus recorridos: conectar los tramos de ciclovía existentes y considerar la implementación de las propuestas que se exponen en este artículo para sectores problemáticos como las intersecciones en la ciclovía de Chacarita y el paso a través del cruce conocido como tres túneles (intercambio de las rutas nacionales 17 y 23). La idea es que la ciclovía que atraviesa el Cruce Tres Túneles se conecte con la ciclovía de Chacarita – El Roble en Repuestos Gigante (al oeste) y con el anillo de ciclovía a lo largo de las rutas nacionales 17 y 23 que propone la Municipalidad de Puntarenas para los distritos de Barranca y el Roble en el Polideportivo (al este), con lo cual se genera una red de ciclovías directas e interconectadas entre sí.

La implementación de infraestructura debe formar parte de un plan de movilidad en bicicleta en el sector. Este plan debe de incluir la definición de la política pública que tenga el objetivo de aumentar la cantidad de viajes en bicicleta de manera segura a partir de la definición de responsables del monitoreo y gestión de la movilidad en bicicleta.

Los resultados del estudio podrían permitir la priorización de proyectos de intervención donde más se necesitan, haciendo uso eficiente de los recursos públicos. Debido a que más de cuatro mil ciclistas por día transitan en la Ruta Nacional 17 por El Roble y Barranca sobre carreteras carentes de infraestructura segregada y con vehículos a

altas velocidades, se requieren medidas que atiendan las necesidades para un tránsito activo seguro de los usuarios más vulnerables.

Por medio de las encuestas de intercepción aplicadas a los usuarios de la bicicleta, se logró caracterizar la población ciclista que se moviliza dentro del área de estudio delimitada en cuanto a aspectos demográficos, socioeconómicos y de movilidad. Por ejemplo, tres cuartas partes de los ciclistas son hombres, la mayoría de los viajes en bicicleta son para hacer mandados o ir al trabajo. En promedio los viajes tienen una longitud menor a los cuatro kilómetros y una duración menor a la media hora.

Esta información puede ser de utilidad para posibles intervenciones integrales en el futuro que se recomienda sean implementadas en el sector con el fin de mejorar la seguridad vial y la movilidad en bicicleta en la zona.

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a la ingeniera Tatiana Arroyo, de la Oficina Regional de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (DGIT) en Puntarenas, su apoyo al estudio realizado.

## **REFERENCIAS**

1. Albrieu, L., Armesto, G., Baruzzi, A., Baruzzi, F., Español, G., Martínez, J., Rey, F., Riera, A. B. (2013). *Plan de Movilidad Ciclista en la Ciudad de Córdoba. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía – ELUREE2013* Buenos Aires, Argentina. Recuperado de [http://eluree.org/wp-content/uploads/2013/09/actas/GT3%20pdf/2%20-%20GT3\\_Baruzzi\\_3033%20-%20final.pdf](http://eluree.org/wp-content/uploads/2013/09/actas/GT3%20pdf/2%20-%20GT3_Baruzzi_3033%20-%20final.pdf)
2. Arroyo, T. (26 de agosto de 2015). *Conteos ciclistas en Puntarenas.* (J. L. Espinoza, & H. Hernández, Entrevistadores)
3. Alcaldía Mayor de Santa Fé de Bogotá D.C. (1999). *Plan Maestro de Ciclorutas: Manual de Diseño.* Recuperado de:

<https://movilidadurbana.files.wordpress.com/2007/10/manual-de-diseno-de-ciclorutas.pdf>

4. American Association of State Highway and Transportation Officials. (2012). *AASHTO Guide for the Development of Bicycle Facilities*. Fourth Edition. Washington, D.C.
5. Ayuntamiento de Madrid. (2008). *Plan Director de Movilidad Ciclista: Presentación General*. Recuperado de:  
<http://www.madrid.es/portal/site/munimadrid/menuitem.4acc01ad7bf0b0aa7d245f019fc08a0c/?vgnnextoid=09bccea83e67a110VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnnextchannel=c003ca1c5a057010VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
6. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2006). *Plan Director de Movilidad Ciclista de Vitoria-Gasteiz 2010-2015*. Recuperado de: [http://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idoma=es&uid=\\_5c102d43\\_120c209dbb6\\_\\_7fbf](http://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idoma=es&uid=_5c102d43_120c209dbb6__7fbf)
7. Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe: Guía para impulsar el uso de la bicicleta*.
8. Brenes, O. (28 de agosto de 2015). Proyecto de cicloavía El Roble-Barranca. (J. L. Espinoza, & H. Hernández, Entrevistadores)
9. Cámara de Comercio de Bogotá. (2009). *Movilidad en Bicicleta en Bogotá*. Bogotá, Colombia.
10. Castillo, L. (14 de agosto de 2015). Accidentes ciclistas registrados por la Policía de Tránsito de Puntarenas. (J. L. Espinoza Bolaños, & H. Hernández Vega, Entrevistadores)
11. City of Portland Bureau of Transportation. (2010). *Portland Bicycle Plan for 2030*. Portland, Oregon, Estados Unidos de América. Recuperado de:  
<https://www.portlandoregon.gov/transportation/44597?a=379125>

12. Colaboradores OpenStreetMaps. (2015). [Ruta Nacional No. 17, El Roble, Puntarenas][Street map]. Recuperado el 14 de noviembre de 2015, de <https://www.openstreetmap.org/#map=17/9.97935/-84.76056>
13. Consorcio investigador PROBICI. (2010). *Guía de la Movilidad Ciclista. Métodos y técnicas para el fomento de las bicicletas en áreas urbanas*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), España. Recuperado de: [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_LibroProBici-GuiaBici-web1\\_1\\_f17cebb2.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_LibroProBici-GuiaBici-web1_1_f17cebb2.pdf)
14. CROW. (2011). *Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas*. Holanda
15. Dufour, D. (2010a). *PRESTO Cycling Policy Guide: General Framework. Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode*. Recuperado, de: [http://www.presto-cycling.eu/images/policyguides/presto\\_cycling%20policy%20guide%20general%20framework\\_english.pdf](http://www.presto-cycling.eu/images/policyguides/presto_cycling%20policy%20guide%20general%20framework_english.pdf)
16. Dufour, D. (2010b). *PRESTO Cycling Policy Guide: Infrastructure. Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode*. Recuperado de: [http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto\\_policy\\_guide\\_cycling\\_infrastructure\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_policy_guide_cycling_infrastructure_en.pdf)
17. Fonseca, F. (2010). *Evaluación de la factibilidad de la implementación de ciclo vías para la movilización de estudiantes hacia la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
18. Gobierno de Buenos Aires. (2010). *Programa de Bicicletas de Buenos Aires*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de Setiembre de: <http://ecobici.buenosaires.gob.ar/red-de-ciclovias-protegidas/>
19. Gobierno de Cantabria. (2012). *Plan de Movilidad Ciclista de Cantabria*. Recuperado de: <http://pmcc.cantabria.es/>



20. Gómez, N., & Castro, F. (2012). *Estudio de la distribución espacial de accidentes de tránsito con víctimas en el cantón de Puntarenas*. Consejo de Seguridad Vial, Área de Investigación y Estadística, San José. Recuperado el 29 de agosto de 2015, de <https://www.csv.go.cr/documents/10179/10909/An%C3%A1lisis+espacial+de+accidentes+de+tr%C3%A1nsito.pdf/4fed927e-6ada-4082-b1cb-3f8e1c5ad82b>
21. Google Earth (Versión 7.1.5.1557) [software]. (2015). 1600 Amphitheatre Parkway, Mountain View, CA 94043, Estados Unidos: Google. Obtenido de <https://www.google.es/intl/es/earth/download/ge/agree.html>
22. Google Maps. (2015). [Ruta Nacional No. 17, El Roble, Puntarenas][Street map]. Recuperado el 13 de junio de 2015, de <https://www.google.es/maps/@9.9780447,-84.7416579,427m/data=!3m1!1e3>
23. Hernández, H. (2014). Ausencia de la bicicleta en las políticas nacionales de transporte. *Ambientico*(240-241), 17-24.
24. ITDP México. (2011). *Manual Integral de Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas*. Institute for Transportation and Development Policy
25. London Cycle Network Steering Group. (1998). *London Cycle Network Design Guide*. Londres, Inglaterra. Recuperado de: [http://www.londoncyclenetwork.org.uk/uploaded\\_files/lcn\\_design\\_manual.pdf](http://www.londoncyclenetwork.org.uk/uploaded_files/lcn_design_manual.pdf)
26. Los Angeles Department of City Planning. (2011). *2010 Bicycle Plan. A Component of the City of Los Angeles Transportation Element*. Los Angeles, California, Estados Unidos de América. Recuperado de: <http://planning.lacity.org/cwd/gnlpln/transelt/NewBikePlan/Txt/LA%20CITY%20BI-CYCLE%20PLAN.pdf>
27. Machado, R. (2010). *Modelización de la demanda potencial de viajes en bicicleta en la Gran Área Metropolitana*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

28. Méndez, H. (2013). *Estudio de Impacto de Ciclovías en Costa Rica*. Costa Rica. Recuperado de: <http://www.arca.co.cr/EstudiodelImpacto.pdf>
29. Mesa Técnica Infraestructura Vial para Bicicletas. (2014). *190 Kilómetros de Ciclovías. Estándares y Criterios para el Diseño*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile, Departamento de Obras Urbanas, Santiago. Recuperado de: <http://www.concepcion.cl/wp-content/uploads/2015/01/Estandares-Ciclovias-DDU-CV-01.pdf>
30. Monteiro, M. A., & Silveira Guerra de Andrade, L. H. (2005). Physical activity and mental health: the association between exercise and mood. *Clinics*, 60(1). Recuperado de: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-59322005000100012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-59322005000100012&script=sci_arttext)
31. Montoya, L. (30 de mayo de 2015). Accidentes ciclistas atendidos por la Cruz Roja del distrito de Barranca. (J. L. Espinoza Bolaños, & H. Hernández Vega, Entrevistadores)
32. Mora, J. (2013). *Análisis del marco jurídico institucional que regula el uso de la bicicleta en Costa Rica. Proyecto Red Ambiental de Movilidad Urbana (RAMU)*. Costa Rica. Recuperado de: <http://www.arca.co.cr/legal.pdf>
33. NACTO. (2011). *Urban Bikeway Design Guide*. National Association of City Transportation Officials. Washington, D.C.
34. Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud. (2015). *Examples of applications of the health economic assessment tool (HEAT) for cycling*. Recuperado de: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Transport-and-health/activities/guidance-and-tools/health-economic-assessment-tool-heat-for-cycling-and-walking/examples-of-applications-of-heat>
35. Ortúzar, J. D. (2000). *Modelos de Demanda de Transporte*. México D.F.: Alfaomega S.A.

36. Saavedra, J. A. (1991). *Estudio para un tren suburbano en Puntarenas*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
37. Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín. (2011). *Plan Estratégico de la Bicicleta de Medellín*. Medellín, Colombia. Recuperado de:  
<https://docs.google.com/file/d/0B71YtwMKOgrLZnBWVEILVU5sZG8/edit?pli=1>
38. Taylor, B., Sallis, J., & Needle, R. (1985). The Relation of Physical Activity and Exercise to Mental Health. *Public Health Reports*, 100(2), 195-202. Recuperado de:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1424736/pdf/pubhealthrep00100-0085.pdf?origin>
39. Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*. Washington, DC, Estados Unidos de América.
40. Urbanczyk, R. (2010). Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode. *PRESTO Cycling Policy Guide: Promotion of Cycling*. Recuperado el 18 de Mayo de 2015, de [http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto\\_policy\\_guide\\_promotion\\_of\\_cycling\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_policy_guide_promotion_of_cycling_en.pdf)
41. Vélo Québec. (2003). *Technical Handbook of Bikeway Design* (Segunda ed.). Montreal, Québec, Canadá.