



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i3>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

Urban traffic order proposal of Pedernales canton

Proposta de ordenamento do trânsito urbano do cantão de Pedernales

Anthony Andrés Tamayo-Marín ^I
atamayo0006@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-9716-3170>

Shamary Anthonella Salazar-Peñañiel ^{II}
ssalazar2474@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-2630-2344>

Jimmy García-Vinces ^{II}
jimmy.garcia@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6110-903x>

Correspondencia: atamayo0006@utm.edu.ec

***Recibido:** 25 de febrero de 2023 ***Aceptado:** 10 de marzo de 2023 * **Publicado:** 26 de abril de 2023

- I. Estudiante Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Estudiante Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Docente Departamento de Construcciones Civiles y Arquitectura, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Red de Desarrollo Urbano Sostenible de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

Los problemas en la movilidad urbana se mantienen en constante crecimiento en muchas ciudades a nivel mundial, especialmente en Latinoamérica. Pese a esto, la identificación de propuestas de ordenamiento al tránsito urbano es muy escasa. El objetivo principal de la presente investigación fue generar medidas para el ordenamiento de los medios de desplazamiento que conforman el tránsito urbano del cantón Pedernales. El proceso metodológico consistió en delimitar la zona de estudio mediante la división política de Manabí, realizar aforos en 7 días de la semana con intervalos de 15 minutos, en fechas que no presentaron ningún evento extraordinario que pueda sesgar los resultados obtenidos, identificar las características principales del sistema vial mediante la literatura regional, evaluar los TPDA de diseño de las 3 vías principales que se interceptan en la cabecera cantonal de Pedernales y establecer estrategias de ordenamiento para mejorar la movilidad urbana y seguridad vial de la zona de estudio. Los resultados mostraron que más del 80% de las vías del cantón requieren atención prioritaria debido al estado inadecuado de la capa de rodadura. El 58.63% del reparto modal está conformado por el vehículo privado. El TPDA de diseño de las vías más importantes de la ciudad de Pedernales no cumplen con las características actuales del tránsito vehicular. Las medidas propuestas mediante un enfoque objetivo, prioriza la obtención de una movilidad sustentable donde prevalece la seguridad vial.

Palabras Claves: Tránsito Vehicular; Ordenamiento Urbano; Plan de Movilidad; Manabí.

Abstract

Problems in urban mobility are constantly growing in many cities worldwide, especially in Latin America. Despite this, the identification of proposals for planning urban traffic is very scarce. The main objective of the present investigation was to generate measures for the ordering of the means of displacement that make up the urban transit of Pedernales canton. The methodological process consisted of delimiting the study area through the political division of Manabí, carrying out traffic accounts on 7 days a week with 15-minute intervals, on dates that did not present any extraordinary event that could bias the results obtained, identifying the main characteristics of the road system through the regional literature, evaluate the TPDA for the design of the 3 main roads that intersect in the cantonal head of Pedernales and establish strategies to improve urban mobility and road safety in the study area. The results showed that more than 80% of the roads in the canton require priority attention due to the inadequate state of the surface layer. 58.63% of the modal share is made up of

the private vehicle. The TPDA for the design of the most important roads in the city of Pedernales do not comply with the current characteristics of vehicular traffic. The measures proposed through an objective approach, prioritize obtaining sustainable mobility where road safety prevails.

Keywords: Vehicular Traffic; Urban Planning; Mobility Plan, Manabí.

Resumo

Os problemas de mobilidade urbana são cada vez maiores em muitas cidades do mundo, principalmente na América Latina. Apesar disso, a identificação de propostas de planejamento do trânsito urbano é muito escassa. O principal objetivo da presente investigação foi gerar medidas para o ordenamento dos meios de deslocamento que compõem o trânsito urbano do cantão de Pedernales. O processo metodológico consistiu em delimitar a área de estudo através da divisão política de Manabí, realizando contagens de trânsito 7 dias por semana com intervalos de 15 minutos, em datas que não apresentassem nenhum evento extraordinário que pudesse enviesar os resultados obtidos, identificando as principais características do sistema viário através da literatura regional, avaliar o TPDA para o desenho das 3 principais vias que se cruzam na cabeça cantonal de Pedernales e estabelecer estratégias para melhorar a mobilidade urbana e a segurança viária na área de estudo. Os resultados mostraram que mais de 80% das estradas do cantão requerem atenção prioritária devido ao estado inadequado da camada superficial. 58,63% da quota modal é constituída por viatura privada. Os TPDA para o desenho das vias mais importantes da cidade de Pedernales não cumprem com as características atuais de circulação de veículos. As medidas propostas através de uma abordagem objetiva, priorizam a obtenção de uma mobilidade sustentável onde prevaleça a segurança rodoviária.

Palavras-chave: Tráfego de veículos; Planejamento urbano; Plano de Mobilidade, Manabí.

Introducción

A finales del siglo XIX, desde la aparición del vehículo motorizado, las instituciones gubernamentales se han centrado en construir mayores infraestructuras viales para mejorar el flujo automotor, lo que ocasiona que el número de vehículos se mantenga en un constante y descontrolado aumento (Loor et al., 2021).

El crecimiento urbano en gran parte de las ciudades de América Latina que no consideran un desarrollo sostenible ha contribuido también al incremento en el número de vehículos sobre las vías, producto de la dependencia de un medio de movilización privado (y motorizado) como tipo de

transporte predilecto para desplazarse entre varios puntos de interés (Delgado et al., 2020; Delgado et al., 2021).

Estos inconvenientes dentro del sistema vial suponen una generación de efectos negativos dentro de la movilidad urbana, en la que destacan los siniestros viales (Ortiz et al., 2022; Vera et al., 2022). Los accidentes de tránsito con resultados letales en el cantón Pedernales representaron el 40% de todos los siniestros registrados antes de Pandemia (Vera et al., 2022), lo que evidencia la existencia de un grave problema vial. En la época de pandemia este problema se tornó más preocupante, registrando un incremento del 17.14% en la letalidad de los accidentes (57.14% en total, Vera et al., 2022).

Pese a las alarmantes cifras, el análisis de propuestas de ordenamiento al tránsito urbano es escaso dentro de toda la provincia y el país, y no se han realizado investigaciones específicas que aborden esta relevante temática. Investigaciones como la de Chiluisa et al. (2020); Delgado et al. (2020); Nazareno et al. (2020); Delgado et al. (2021); Solórzano-Barreto et al. (2022) y Chávez et al. (2023), han propuesto medidas para mitigar los problemas generados por el tránsito vehicular, dentro de un enfoque de plan de movilidad.

Un Plan de Movilidad Urbano Sostenible (PMUS) es un conjunto de medidas y estrategias que tienen como objetivo mejorar los desplazamientos dentro de una zona de estudio, priorizando a los medios de movilización más sustentables y a la vez más vulnerables, como los desplazamientos a pie y en bicicleta (Delgado et al., 2020). Mediante el PMUS es posible implementar una propuesta de ordenamiento al tránsito vehicular que traiga consigo, además, mejorar la calidad de vida de los habitantes y visitantes del cantón.

Por este motivo, el objetivo principal de la presente investigación es generar una propuesta de ordenamiento al tránsito urbano en el cantón Pedernales, considerando un enfoque de movilidad sostenible, que permita una mejora considerable en los desplazamientos dentro del cantón.

Los resultados obtenidos de la presente investigación permitirán, mediante su implementación por parte de las entidades correspondientes, aumentar la seguridad vial dentro del cantón y fomentar medios de desplazamiento acorde a la necesidad de la zona de estudio, considerando además el importante componente turístico que posee.

Metodología

La presente investigación inició con la consideración de la zona de estudio, la cual fue delimitada mediante la clasificación territorial de Manabí (Fig. 1):

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

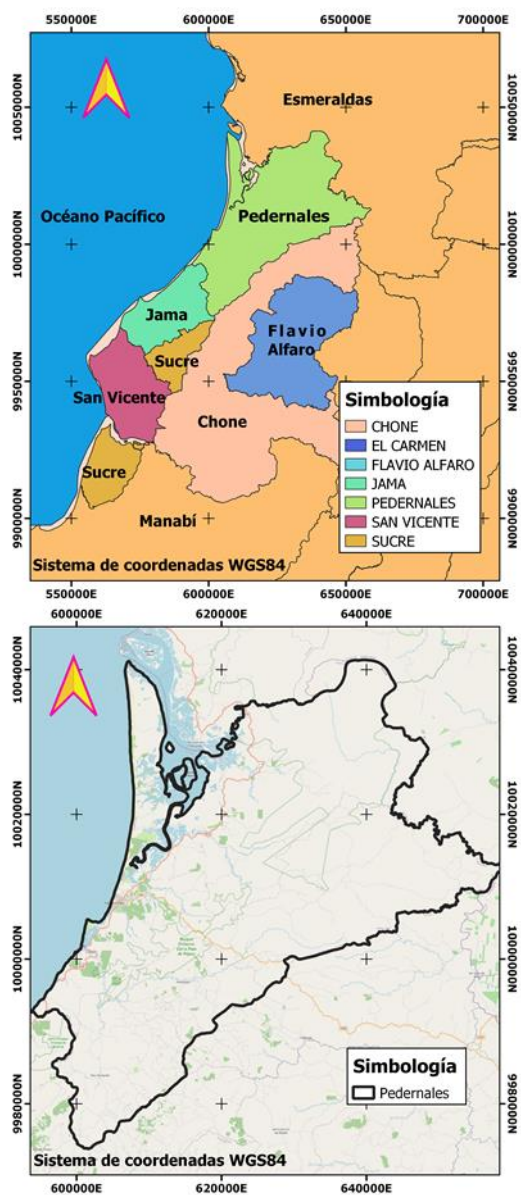


Fig. 1. Zona de estudio, cantón Pedernales, Provincia de Manabí

La Fig.1 (arriba), permite identificar la ubicación del Cantón Pedernales, el cual limita al norte con la provincia de Esmeraldas, al Sur con los cantones de Jama y Chone, al Este con las provincias de Esmeraldas y Santo Domingo, y al Oeste con el Océano Pacífico. El cantón tiene una extensión de 1932 km² (Fig. 1) y una población de 53234 habitantes al 2010 (INEC), con un clima caracterizado por fuertes precipitaciones, especialmente en su estación húmeda (Delgado et al., 2021; Delgado et al., 2022) donde ocasionalmente ocurren deslizamientos de tierras (Macías et al., 2021). La Fig. 1 (abajo) permite identificar las extensiones del cantón, considerando además las vías de conexión que

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

presenta. En el 2016, el cantón se vió gravemente afectado por un potente sismo que destruyó con parte de las edificaciones y carreteras, lo que afectó considerablemente a la afluencia de visitantes (Viteri et al., 2021).

Posteriormente, se identificaron los puntos de ingreso/salida más importantes de la cabecera cantonal (Fig. 2, ciudad de Pedernales) para realizar un aforo vehicular distribuidos en 7 días de la semana (de lunes a domingo) entre las 06h00 y 19h00 en intervalos de 15 minutos, considerando fechas que no se vieran afectadas por ningún evento extraordinario que pueda sesgar los resultados, en base a las investigaciones de Casanova & Delgado (2015) y Gutiérrez et al. (2020). Además, se considera la clasificación de los medios de movilización en bicicletas, motocicletas, livianos, buses y camiones.

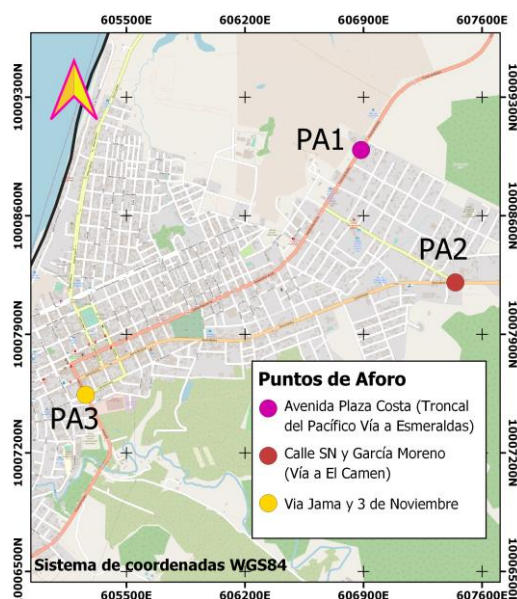


Fig. 2. Puntos de aforo en la ciudad de Pedernales, cantón Pedernales

Mediante la Fig. 2 se puede observar que la ubicación de estos puntos permite un análisis completo de la ciudad, debido a que considera las 3 principales vías de ingreso: Vía a Esmeraldas, Vía a Santo Domingo y Vía a Jama.

Los resultados de estos aforos permitirán analizar el promedio de tránsito motorizado actual para determinar si el nivel de servicio y de diseño de las vías actuales están acordes a la demanda existente y al TPDA

(tráfico diario promedio anual) asignado al estudio, considerando la Tabla 1. Caso contrario, se identificarán como vías congestionadas (Delgado et al., 2021).

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

Tabla 1. Niveles de Servicio en función del TPDA de diseño (MTOPI)

RELACIÓN FUNCIÓN, CLASE MTOPI Y TRÁFICO		
FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA SEGÚN MOP	TPDA
CORREDOR ARTERIAL	RI - R II (2)	> 8000
	I	3000 - 8000
COLECTORA	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
VECINAL	IV	100 -300
	V	< 100

El análisis del promedio vehicular (PV) se realizará mediante la siguiente ecuación:

$$PV = \frac{\sum N^{\circ} \text{ de vehículos en 7 días}}{7 \text{ días}}$$

No se considera el análisis del TPDA porque el análisis se realiza en tiempo actual, sin la necesidad de aplicar parámetros de proyección, con la finalidad de determinar si existen o no problemas de congestión en los puntos analizados en el tiempo de ejecución de la presente investigación.

Posteriormente, se calculará el reparto modal para establecer parámetros de desplazamientos dentro de la zona de estudio.

Mediante la literatura regional, se analizará la composición de los tipos de superficies de rodadura que conforman al cantón, junto con su estado actual.

Finalmente, se realizará un análisis en conjunto para poder identificar las principales falencias que existen dentro del sistema vial del cantón (especialmente de su cabecera cantonal) e identificar estrategias y medidas enfocadas en una movilidad sustentable y en una propuesta de ordenamiento.

Resultados y discusión

Aforo vehicular

El reparto modal se lo determinó mediante la Fig. 3:

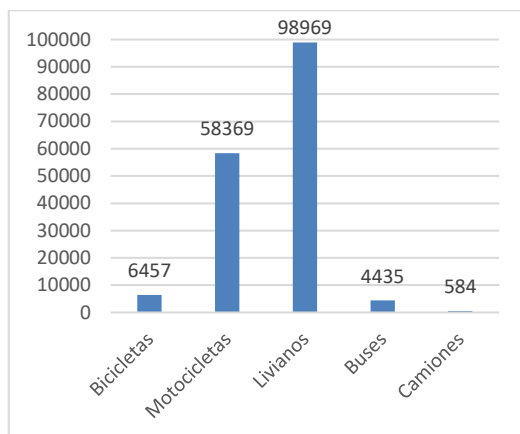


Fig. 3. Reparto modal de los medios de transporte en la ciudad de Pedernales. El eje y representa la frecuencia.

Se puede observar que el medio de movilización predilecto para los habitantes y visitantes de la ciudad de Pedernales (lugar donde se realizaron los aforos vehiculares) en todo el tiempo de análisis y en los 3 puntos de estudio fue el vehículo liviano, alcanzando el 58.63% de la distribución total, seguido de las motocicletas con el 34.58%, bicicletas con 3.82%, buses con 2.63% y camiones con 0.35%. Cabe recalcar que las motocicletas tienen un componente adicional de importancia, debido a que es considerado un medio de movilización público. Este tipo de transporte recibe el nombre de “mototaxi” y es bastante utilizada en la cabecera cantonal y sectores cercanos, debido a las cortas distancias de recorrido y al costo accesible del servicio.

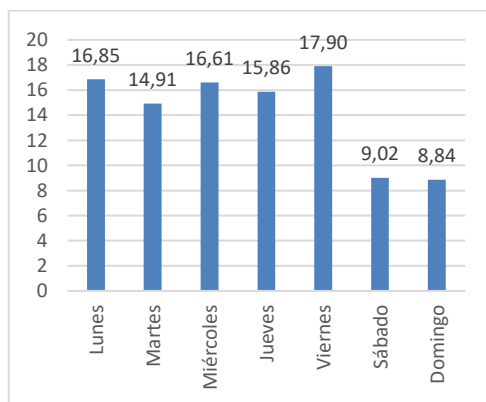


Fig. 4. Distribución diaria de los medios de movilización en la ciudad de Pedernales. El eje y representa a la frecuencia porcentual.

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

En cuanto a la distribución por días, en la Fig. 4 se puede observar que el viernes representa la mayor cantidad de desplazamientos, alcanzando el 17.90% de la distribución total. En cambio, el domingo es el día que menor circulación se registró en la zona de estudio, con tan solo el 8.84% de la distribución total. Cabe destacar que dentro de los días laborales (lunes a viernes) la distribución fue mucho más regular, a diferencia de lo ocurrido en los fines de semana.

Resulta interesante analizar el comportamiento obtenido los días sábado y domingo debido a que, Pedernales, al ser un balneario turístico, esperaríamos que el número de visitantes aumente con mayor frecuencia en estos días. Es evidente que la falta de políticas de acción enfocadas en la obtención de una movilidad sostenible afecta considerablemente el componente turístico de la ciudad, que desde el terremoto del 2016 ha ido desapareciendo (Viteri et al., 2021). La Fig. 4 permite identificar que el comportamiento de la ciudad es de un “punto de paso”, donde las personas (en especial los visitantes) solo la recorren para llegar a su destino final. Además, la tendencia de frecuencias permite identificar que, en los días laborales, el movimiento vehicular (incluyendo bicicletas) se asocia principalmente a las actividades económicas.

Horas pico

La identificación de las horas pico se realizó mediante la Fig. 5.

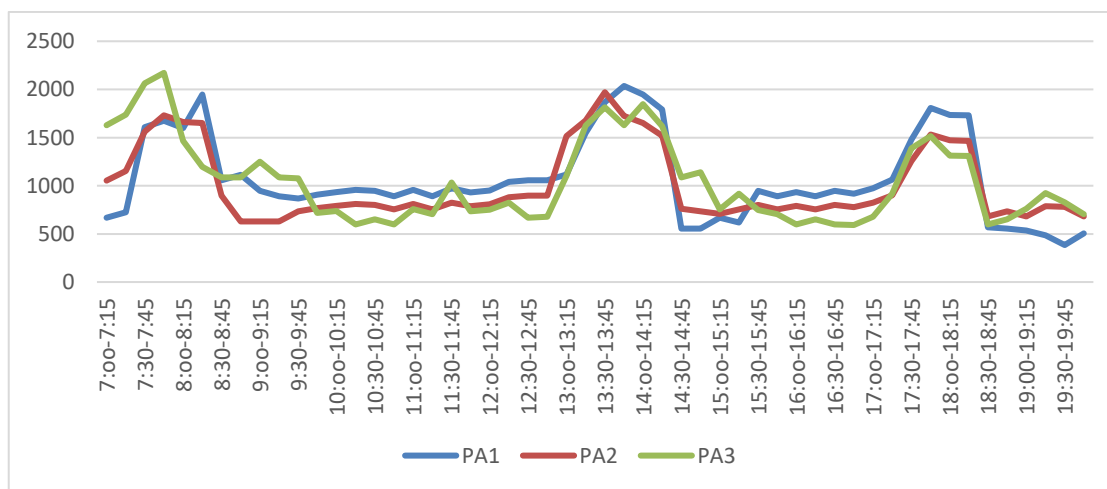


Fig. 5. Distribución de los medios de movilización por punto de aforo (PA). Los PA se definieron en la Fig. 2.

La Fig. 5 permite identificar que, en general, existe una tendencia clara en la distribución de las horas pico en los 3 PA. Este comportamiento es común en ciudades pequeñas, cuyo tránsito puede ser

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

contabilizado en distintos puntos en un corto tiempo (Ortiz et al., 2022; Gómez & Delgado, 2022). Dentro de los PA se identificaron 3 horas pico importantes a lo largo del día, que corresponden a las horas de ingreso laboral/escolar, almuerzo (medio día) y salida laboral/escolar.

En el PA1, las horas pico se registraron entre las 07:30-08:30; 13:30-14:30 y; 17:30-18:30. Para el PA2, las horas pico se registraron entre las 07:30-08:30; 13:15-14:15 y; 17:30-18:30. Para el PA3, las horas pico se registraron entre las 07:00-08:00; 13:15-14:15 y; 17:30-18:30.

Estado de las vías del Cantón Pedernales

El sistema vial del cantón Pedernales cuenta con la siguiente distribución vial:

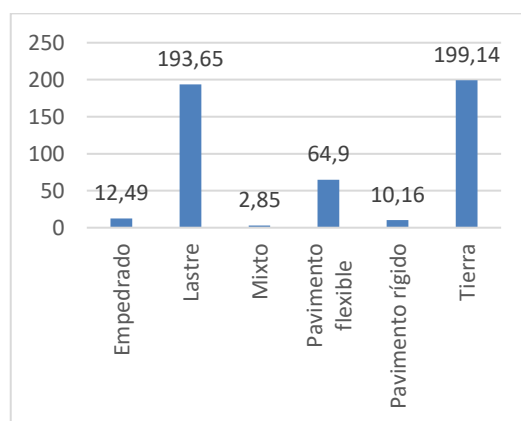


Fig. 6. Estado de las vías del Cantón Pedernales (en km, CONGOPE, 2019).

La Fig. 6 permite identificar que el sistema vial del Cantón Pedernales está conformado por más de 480 km de vías. El tipo de capa de rodadura más común en el sistema vial de la zona de estudio corresponde a “tierra”, con el 41.21% del total, seguido de lastre (40.08%), pavimento flexible (13.43%), empedrado (2.58%), pavimento rígido (2.10%) y mixto (0.59%).

Dentro de este análisis se destaca que los tipos de superficie de rodadora que generan mayores problemas de movilidad según Delgado et al. (2020), alcanzan preocupantemente el 83.88% (tierra, lastre y empedrado).

En cuanto a la calidad de la superficie de rodadora, el cantón Pedernales registra lo siguiente (Fig. 7):

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

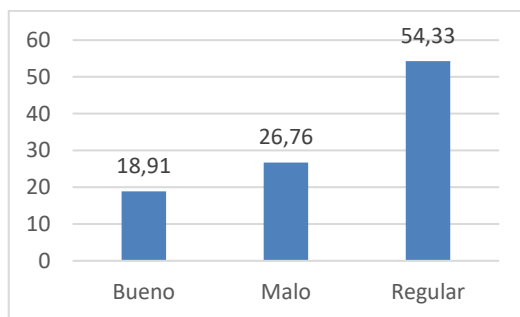


Fig. 7. Estado cualitativo de las vías del cantón Pedernales (en %, CONGOPE, 2019).

En la Fig. 7 se representan los 483.19 km de vías del cantón Pedernales. Mediante este análisis, se puede identificar que el 54.33% del sistema vial está en condiciones regulares. Esto es, la capa de rodadura registra un deterioro superior al 30% e inferior al 50% (CONGOPE, 2019). La calidad “malo” alcanza el 26.76%, considerando capas de rodadura con deterioros superiores al 50%. La cualidad restante, “bueno”, alcanza los 18.91%, siendo el tipo de menor frecuencia dentro del cantón. Este análisis genera resultados preocupantes, considerando que más del 80% del sistema vial del cantón no cuenta con las condiciones óptimas, lo que también es un detonante para el aumento considerable de problemas de movilidad, especialmente en la generación de accidentes.

Niveles de diseño

Debido a la complejidad de la zona de estudio (diversos parámetros distribuidos a nivel cantonal) se optó por investigar el nivel de servicio con el que fueron diseñadas las vías de los 3 PA analizados. Según el MTOP, las vías analizadas tienen una vida útil proyectada hasta el 2041, registrando arreglos (parciales y totales) posterior a la ocurrencia del terremoto en 2016 (LOTAIP, 2016). De acuerdo con su nivel de diseño, las vías tuvieron las siguientes condiciones:

Tabla 2. Consideraciones del diseño de las vías analizadas

Vías	TPDA proyectado	PV
Avenida Plaza Costa (Troncal del Pacífico Vía a Esmeraldas)	4735	7759
García Moreno (Vía a El Carmen)	4980	7948
Vía Jama	4350	7488

En la Tabla 2 se puede observar el TPDA proyectado de cada vía analizada, que, según la clasificación del MTOP, se categorizan como Corredor Arterial I. Sin embargo, si se consideran los promedios vehiculares (que no corresponden al TPDA), se observa que están dentro del límite de esta categoría (3000-8000 vehículos). Es importante mencionar que, dentro del PV, no están contabilizadas las bicicletas que circularon dentro del tiempo de análisis.

Cabe recalcar que, si se aplica el TPDA (considerando el tránsito observado, tránsito atraído, crecimientos poblacionales y factores de mayoración), las 3 vías superarán fácilmente los 8000 vehículos de diseño que representa al Corredor Arterial I, teniendo que ser catalogadas como Corredor Arterial II.

Es importante mencionar que, pese a que los TPDA de diseño identificaron un tipo de vía proyectada, las secciones analizadas no cumplen con lo determinado por el HCM (2000) para ser consideradas corredores arteriales. Por tanto, mediante este análisis y según la metodología aplicada por Chávez et al. (2023), se considera que existen congestionamientos en estos puntos y, por tanto, en toda la ciudad.

Problemas de movilidad

En esta sección se considerarán los puntos más desfavorables identificados dentro de la presente investigación.

Desde una mirada al reparto modal, es evidente que el principal gestor de los congestionamientos (validados mediante los aforos vehiculares) es el vehículo privado. Además, pese a que la cantidad de vehículos pesados y camiones no fue tan relevantes, se debe considerar que la configuración de las vías dentro del centro urbano de la ciudad de Pedernales, no es compatible con las características de estos vehículos, lo que aumenta considerablemente los problemas de congestión e inseguridad vial. Muchas de las calles de doble sentido en el centro de la ciudad tienen un ancho promedio de 7.5 m, donde también se realizan actividades de estacionamientos y comercios informales. Los camiones y buses que circulan por el sector no tienen ninguna prohibición de ingresar a estas vías, teniendo en cuenta que el ancho de los camiones y buses superan en la mayoría de los casos los 2.5 m. Las motocicletas y mototaxis son también actores destacados dentro de la congestión, debido a que no se observa ninguna aplicación de las normativas vigentes legales relacionadas al control de su circulación, tales como el respeto a semáforos, sentido de vías, escasa señalización, entre otros. En cuanto a las bicicletas, se puede observar que el número de desplazamientos de este tipo de transporte es relativamente bajo en todos los puntos de aforo y, en general, toda la ciudad. Esto posiblemente se

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

deba a la falta de conexión vial de las vías secundarias y principales con los puntos destinados a estas actividades y a sectores turísticos. Además, la topografía de la ciudad dificulta la inclusión de la ciclo vía en varios puntos de la ciudad. Los desplazamientos a pie, que no fueron considerados dentro de los aforos, se observaron con mayor concentración en la parte céntrica de la ciudad, cerca del parque central, donde prevalece la falta de educación vial.

En cuanto al equipamiento urbano, varios comercios, instituciones y centros gubernamentales, no son compatibles con las características del centro urbano de Pedernales.

Con respecto al componente turístico, no hay una respuesta clara a la búsqueda de la atracción de visitantes, ni por tanto de las entidades competentes ni empresas públicas. Esto genera lo que se identificó en puntos anteriores de la presente investigación, cuando se catalogó a la ciudad de Pedernales como un “punto de paso” y no un destino de visita.

Analizando la señalización vial, es evidente la preocupante carencia de esta importante información. Esto genera que, en especial los peatones, no tengan zonas de seguridad para atravesar las vías, provocando desplazamientos descontrolados en cualquier sección de la calle. Además, pese a la topografía irregular de la ciudad, no se han colocado discos de “ceda el paso” que permitan favorecer a los vehículos que se encuentren en contrapendiente (especialmente) o a algún tipo de giro en particular.

Abordando el sistema de transporte público, los tipos y cantidad de medios de movilización internos, están acorde a la demanda existente. Sin embargo, las repetitivas paradas que realizan los buses intercantonales, generan que el sistema vial se torne más ineficiente.

Propuestas de solución (ordenamiento al tránsito y mejoras urbanas)

- **Restricción de circulación para vehículos pesados y buses:** Se recomienda prohibir el ingreso de este tipo de desplazamientos dentro del centro de las zonas urbanas, especialmente en su cabecera cantonal. Para esto, se propone limitar únicamente los desplazamientos de este tipo en las siguientes secciones:

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

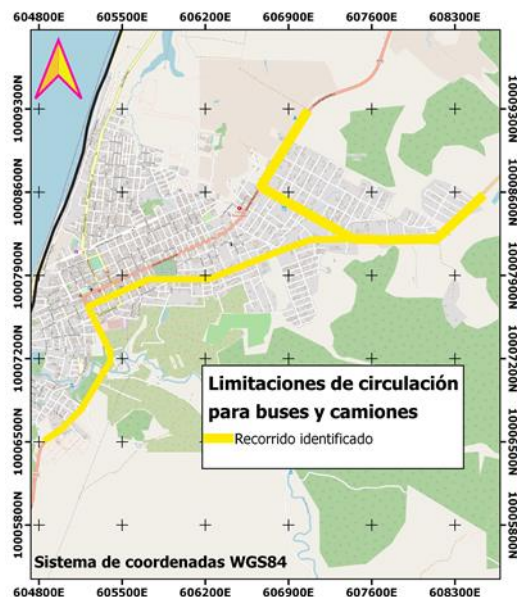


Fig. 8. Limitación en la circulación de buses y camiones

La propuesta indicada en la Fig. 8 permite generar un tipo de “paso lateral” dentro de la ciudad, permitiendo un descongestionamiento considerable en sus zonas más transitadas e incompatibles con vehículos de mayores dimensiones.

- **Propuesta de nomenclatura vial:** Muchas de las vías que conforman las zonas pobladas del cantón (Pedernales y Coaque, especialmente), carecen de identificación, lo que afecta la aplicación de modelos de gestión vehicular. Se propone que todas las calles sean nombradas o numeradas con la finalidad de generar mayor ordenamiento y control al tránsito vehicular, al igual que favorece (principalmente a los visitantes) a la orientación e identificación de puntos de interés.

- **Clasificación par e impar:** Mediante una simple identificación o clasificación par o impar, se restringirá la generación de nuevos comercios en zonas específicas (similar al aplicativo “bis” que usan los franceses para numerar las viviendas).

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

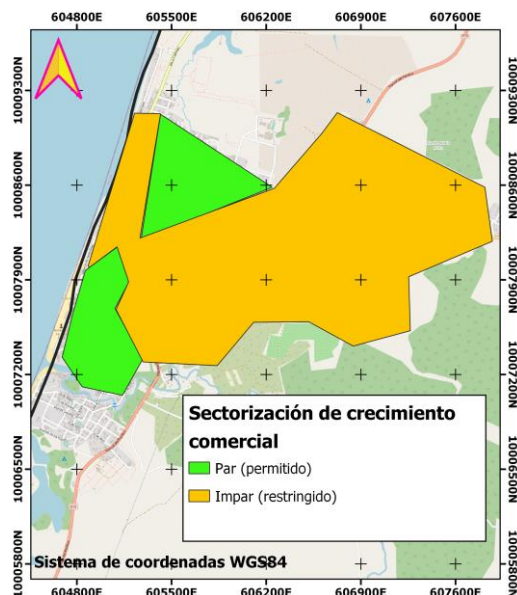


Fig. 9. Clasificación par e impar de la ciudad de Pedernales

Mediante la Fig. 9 se puede observar la propuesta de clasificación de crecimiento comercial. La sección par (verde) indica que es probable crear un nuevo comercio debido al bajo impacto que este generaría al sistema de movilidad. La sección impar (naranja) indicaría que, inicialmente, estaría prohibido incluir un nuevo comercio. Cabe destacar que no se recomienda su prohibición definitiva, sino más bien se recomienda que, los nuevos comercios de esta sección, presenten un análisis del impacto vial (similar a lo implementado por Portovial EP) para mitigar los posibles problemas que puedan generar los nuevos desplazamientos atraídos.

- **Jerarquización vial:** Según Delgado et al. (2020) las vías pueden clasificarse en 3 grupos principales: distribuidoras principales, distribuidoras secundarias y vías de acceso local. Las distribuidoras principales reciben el flujo vehicular de las distribuidoras secundarias y canalizan el tráfico a las principales vías de la ciudad, que generalmente se conectan con las vías interurbanas. Las distribuidoras secundarias reciben el tráfico de las de acceso local y las canalizan hasta las distribuidoras principales y son consideradas de orden 2. Las vías de acceso local canalizan el tráfico desde las viviendas hasta las distribuidoras secundarias. La jerarquización vial es un requisito normado por el HCM (2000) para poder generar un ordenamiento vial correcto y consistente.
- **Ejes preferenciales:** Se recomienda que las siguientes vías, por topografía e importancia (aquí también se destaca la carencia de una jerarquización vial), deben tener preferencia:

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

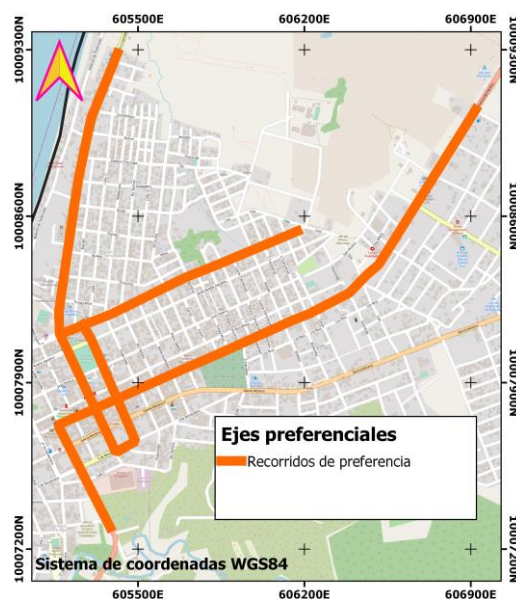


Fig. 10. Recorridos de preferencia en la ciudad de Pedernales

Mediante una simple jerarquización preferencial propuesta en la Fig. 10, se espera que la movilidad urbana mejore considerablemente. En la sección donde se interceptan las vías, la calle que tenga mayor pendiente será la prioritaria (generalmente las que se ubican en sentido Sur-Norte).

- **Señalización:** La notable carencia de señalización la vuelve una estrategia imprescindible a ser aplicada. Se recomienda que inicialmente las calles céntricas de la ciudad de Pedernales sean dotadas de zonas cebras, con la finalidad de evitar el paso descontrolado e inadecuado de los peatones en todo momento. Además, se deben colocar discos de Ceda el Paso, prohibido el ingreso, entre otros, favoreciendo a las estrategias previamente identificadas.
- **Identificación de puntos de seguridad:** Pese a los graves problemas generados por el terremoto del 2016 y al constante riesgo de tsunami que tiene la ciudad y el cantón en general, son pocas (casi nulas) las señaléticas que identifican de manera correcta las rutas de evacuación y puntos de seguridad. Además de proponer su análisis, se recomienda que se coloquen dentro de las señaléticas correspondientes, la distancia hacia el punto de seguridad más cercano y el tiempo (en vehículo y a pie) que se demorarían (en promedio) en llegar desde el lugar indicado al destino seguro, con la finalidad de que, al momento de la ocurrencia de un evento desfavorable, los usuarios del sistema vial puedan optar por la ruta más adecuada.
- **Estacionamientos en la vía pública:** Previo a un análisis más detallado, se recomienda prohibir los estacionamientos en las vías de preferencia identificadas en la Fig. 10. Esta

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

medida abarca tanto estacionamientos privados como públicos en ambos lados de la calzada. Se deben colocar las respectivas señaléticas que indiquen la prohibición de estacionamientos.

- **Regulación de mototaxis:** Se debe prestar especial atención a este tipo de movilización dentro del cantón. Se recomienda a las autoridades, que ejerzan especial presión a este medio de transporte, con la finalidad de que acaten las normativas vigentes y se mejore considerablemente la seguridad vial. Además, se recomienda regularizar todas las unidades debido a que existen algunas denominadas “piratas” que ponen en riesgo la integridad de los usuarios.
- **Mejora de la capa de rodadura:** Considerando que más del 80% del sistema vial del cantón no mantiene las características adecuadas de su capa de rodadura, se recomienda, al menos inicialmente, realizar un mantenimiento prioritario al 26.76% de la extensión vial, debido a que es la longitud de mayores problemas de calidad y, por ende, los que mayores inconvenientes viales podrían generar.
- **Campañas publicitarias orientadas a la seguridad vial:** Se propone lanzar campañas de difusión que permitan a los usuarios conocer más sobre la seguridad vial, los derechos y obligaciones que tienen todos los tipos de usuarios dentro de un sistema vial. Investigaciones como las de Vera et al. (2022); Ortiz et al. (2022) y Chávez et al. (2023), han identificado que la carencia de conocimientos relacionados a las normas viales son uno de los principales factores de generación de accidentes y problemas viales. Se propone además crear campañas de difusión dirigidas a escuelas y jardines con la finalidad de que los nuevos usuarios (más pequeños) sean los encargados de esparcir este conocimiento.
- **Aumento del control policial y de regulación de tránsito:** Se propone aumentar el número de uniformados dentro de la ciudad, con la finalidad de hacer respetar las normas vigentes y mejorar la seguridad vial. Además, el aumento de seguridad genera confianza a todos los usuarios, especialmente a los visitantes, aumentando la frecuencia de estos último y cambiar de poco una ciudad de paso por una ciudad de destino.

Cabe destacar que las propuestas de ordenamiento como la prohibición de giros aún no se recomiendan, debido al requisito previo de contar con una jerarquización vial debidamente detallada. Con respecto a la ciclo vía, el bajo número de desplazamientos junto con la topografía de la ciudad de Pedernales aún no genera una mayor necesidad de contar con zonas exclusivas para este tipo de transporte. Sin embargo, en zonas cercanas al océano, se recomienda dar prioridad a este tipo de

desplazamientos, junto con los peatones. Se propone la implementación de parqueos de bicicletas para fomentar la utilización de este medio de movilización, además de proponer rutas turísticas por senderos o sectores visualmente llamativos (y sin muchos problemas de topografía) para aumentar aún más su utilización.

Conclusiones

El crecimiento urbano no controlado dentro de los límites de una ciudad son una de las principales causas de generación de problemas de movilidad.

El cantón Pedernales se caracteriza por registrar un reparto modal sesgado a la utilización del vehículo privado, alcanzando casi el 60% de la frecuencia total de todos los medios de desplazamiento, siendo identificado como una de las principales causas de congestión.

El viernes fue el día de mayor circulación vehicular, registrando el 17.90% del tránsito aforado en los 7 días de análisis.

El cantón Pedernales está compuesto de 483.19 km de vías, de las cuales más del 80% presenta una capa de rodadura que no está apta para permitir desplazamientos seguros.

El TPDA empleado para el diseño de los enlaces más importantes de la ciudad, vías a Jama, Santo Domingo y Chamanga, no representan al promedio vehicular actual, por lo que se consideran que han superado su grado de eficiencia y requieren una inmediata reconstrucción, tomando en cuenta parámetros actuales, incluyendo tasas de crecimientos que pueden ser obtenidas mediante las estadísticas de consumo de combustible del cantón para generar mejores proyecciones en el tránsito vehicular futuro.

Las medidas propuestas han sido identificadas mediante un enfoque objetivo, que prioriza la obtención de una movilidad sustentable y sostenible, donde prevalece la seguridad vial.

La presente investigación puede ser replicada en otras localidades del país, generando así propuestas para el ordenamiento al tránsito urbano, que es considerado como una de las carencias más preocupantes de nuestro entorno.

Se recomienda aplicar indicadores de desempeño a cada medida, en base al enfoque de aplicación identificado por las entidades competentes, con la finalidad de mantener un control de los resultados y establecer su eficiencia en períodos máximos de 6 meses.

Referencias

1. CASANOVA RUIZ, G. J., & DELGADO GUTIÉRREZ, D. A. (2015). Diagnóstico del tráfico, alternativas y soluciones al congestionamiento vehicular en la Universidad Técnica de Manabí (Doctoral dissertation).
2. Chávez, Z. T. C., Gutiérrez, B. A. D., & Gutiérrez, D. A. D. (2023). Estudio del tránsito vehicular en la intersección de la avenida Pedro Gual y calle Córdova de la ciudad de Portoviejo, Manabí. *Domino de las Ciencias*, 9(1), 810-826.
3. CONGOPE. (2019). Plan de Desarrollo Vial de la provincia de Manabí. Disponible en línea (10/03/2023): <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Manabi-plan-vial-integral.pdf>
4. Chiluisa. M, Jalil. J, Vallecilla. A, Delgado. D. (2020). *Movilidad Urbana Sustentable: Centro Histórico de Latacunga - Ecuador*, Editorial Grupo Compás, Guayaquil Ecuador, 277 pag.
5. Delgado, D., Sadaoui, M., Pacheco, H., Méndez, W., & Ludwig, W. (2021, May). Interrelations Between Soil Erosion Conditioning Factors in Basins of Ecuador: Contributions to the Spatial Model Construction. In *Proceedings of the 1st International Conference on Water Energy Food and Sustainability (ICoWEFS 2021)* (pp. 892-903). Cham: Springer International Publishing.
6. Delgado, D., Sadaoui, M., Ludwig, W., & Méndez, W. (2022). Spatio-temporal assessment of rainfall erosivity in Ecuador based on RUSLE using satellite-based high frequency GPM-IMERG precipitation data. *Catena*, 219, 106597.
7. Delgado, D., Quiroz, S., Casanova, G., Álava, M. A. C., & da Silva, J. P. C. (2021, May). Urban Mobility Characterization and Its Application in a Mobility Plan. Case Study: Bahía de Caráquez–Ecuador. In *Proceedings of the 1st International Conference on Water Energy Food and Sustainability (ICoWEFS 2021)* (pp. 594-604). Cham: Springer International Publishing.
8. D. Delgado, JP. Silva, G. Casanova, E. Ortíz (2020). *Plan de movilidad urbana y espacios públicos Sostenibles. Caso de estudio Bahía de Caráquez*, Editorial Grupo Compás, Guayaquil Ecuador, 145 pag.
9. Gómez, J., & Delgado, D. (2022). El congestionamiento vehicular, análisis y propuesta de solución: intersección semaforizada entre Avenidas América y Reales Tamarindos, Portoviejo, Ecuador. *Investigación y Desarrollo*, 16(1).

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

10. Gutierréz, D. A. D., Hernández, L. L. L., Suarez, W. J. P., & Hernández, E. H. O. (2020). Análisis del tránsito vehicular, alternativas y soluciones a congestionamientos en la Avenida América, entre avenida Manabí y calle Ramón Fernández-Portoviejo-Manabí. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 5(2), 11-23.
11. HCM (2000) Highway Capacity Manual 2000, Washington D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.
12. Loor, J., Hernández, E. O., & Delgado, D. (2021). Análisis del nivel de servicio en la intersección de las avenidas Manabí y América, Portoviejo, Ecuador: Analysis of the service level at the intersection of the Manabí and America avenues, Portoviejo, Ecuador. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 6(2), 29-42.
13. LOTAIP- 2016. Proyecto De Reconstrucción De Obras Por El Terremoto 2016. CUP 175200000.0000.381287
14. Macías, L., Loor, D., Ortiz-Hernández, E., Casanova, G., & Delgado, D. (2021, May). Comparative Analysis of Soil Slope Stability, Using Dynamic and Pseudo-static Methods on the Garrapata-Santa Maria Road, Manabi Province, Ecuador. In *Proceedings of the 1st International Conference on Water Energy Food and Sustainability (ICoWEFS 2021)* (pp. 505-515). Cham: Springer International Publishing.
15. Nasareno, E. R. C., Macías, K. G. Á., Gutiérréz, D. A. D., & Hernández, E. H. O. (2020). Caracterización de la movilidad vehicular y peatonal en la Universidad Técnica de Manabí. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 5(2), 64-75.
16. Ortiz, R., Zambrano, C., García-Vinces, J., & Delgado, D. (2022). ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN VARIOS CANTONES DEL ECUADOR. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 7(1).
17. Solórzano-Barreto, S. S., Villegas-Gorozabel, E. A., Delgado-Gutiérrez, D. A., & Macías-Sánchez, L. K. (2022).
18. Integración de una ciclovía en la movilidad interna de la Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación.* ISSN: 2737-6249., 5(9 Ed. esp.), 18-37.

Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano del cantón Pedernales

19. Vera, V., Larrea, J., Caballero, M., & Delgado, D. (2022). Efectos del COVID-19 sobre los accidentes de tránsito en la provincia de Manabí. *Investigación y Desarrollo*, 15(1), 32-44.
20. Viteri, C. V., Bravo, Y. M., Gutiérrez, D. D., & Moreira, S. A. (2021). A Look at the Traditional Construction During the Earthquake of 7.8 Mw of Pedernales 2016 (Ecuador): The Case of Portoviejo City. In *Sustainability and Automation in Smart Constructions: Proceedings of the International Conference on Automation Innovation in Construction (CIAC-2019)*, Leiria, Portugal (pp. 363-375). Springer International Publishing.

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).