

Capítulo 12.

Hechos de tránsito terrestre: un enfoque de análisis espacio-temporal

OMAR ALEJANDRO HERNÁNDEZ VALDEZ ¹
OCTAVIO QUINTERO ÁVILA ²

Resumen: Los hechos de tránsito terrestre también denominados accidentes de tránsito y/o siniestros viales, son abordados desde una perspectiva integral, superando su tratamiento tradicional como un problema exclusivo de salud pública. Si bien los hechos de tránsito terrestre tienen un alto impacto en términos de mortalidad y lesiones, también adquieren relevancia en el sistema de justicia, especialmente cuando resultan en pérdidas humanas, dando lugar a investigaciones por homicidio, lesiones o daños culposos. Esta propuesta, plantea un abordaje transdisciplinario, integrando conocimientos pertenecientes a la criminología vial, el análisis criminal y el diseño de vías. Mediante el uso de herramientas como QGIS y Excel, identificaremos patrones espaciales y temporales del fenómeno, buscando coadyuvar en la toma de decisiones en seguridad vial, prevención e investigación del delito. La integración de estos enfoques permitirá una comprensión más profunda del

¹ Licenciatura en Criminología por la Universidad Autónoma de Querétaro, Maestría en Psicología Jurídica Forense por la Universidad de las Ciencias Jurídicas y Sociales, Maestría en Criminología, Criminalística e Investigación Criminal por parte del Instituto Superior de Ciencias de Ciudad Juárez ohernandez@entropiamx.com <https://orcid.org/0009-0005-8734-7502>

² Licenciado en Criminología, maestro en Criminología y doctor en Criminología por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI Nivel Candidato). Actualmente, se desempeña como Profesor e investigador de Licenciatura, Maestría y Doctorado de Facultad de Derecho y Criminología de la Universidad Autónoma de Nuevo León. oquinteroa@uanl.edu.mx <https://orcid.org/0000-0003-3922-9964>

fenómeno, facilitando estrategias para un abordaje integral del fenómeno, buscando reducir los efectos negativos que padece la población.

Palabras clave: Análisis criminal; Criminología vial; Diseño vial; Patrones espacio-temporales; Siniestralidad vial.

DESARROLLO

Según el “Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2023” publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los traumatismos causados por el tránsito continúan siendo la principal causa de muerte entre niños y jóvenes de 5 a 29 años. Más de la mitad de estas muertes ocurren entre peatones, ciclistas y motociclistas, especialmente en países de ingresos bajos y medianos. A nivel global, se registran aproximadamente 1,19 millones de muertes anuales debido a accidentes de tránsito.

En México, la situación es igualmente preocupante. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2023 se registraron 377,231 accidentes de tránsito en el país. De estos, 229,940 fueron colisiones entre vehículos, 53,629 involucraron motocicletas y 11,066 fueron colisiones con peatones. Estas cifras reflejan un incremento en la siniestralidad vial en comparación con años anteriores.

DELIMITANDO LA PROBLEMÁTICA A ANALIZAR

El análisis del fenómeno vial abarca múltiples disciplinas, cada una de las cuales utiliza diferentes denominaciones para referirse a los eventos relacionados con la seguridad vial. Desde la perspectiva criminalística, el término más empleado es el de hechos de tránsito terrestre (HTT), el cual se utiliza para describir de manera objetiva los eventos de tránsito desde un

enfoque técnico-forense, generalmente enfocado a deslindar responsabilidades.

Por otro lado, la Criminología Vial, como disciplina especializada en el estudio del comportamiento delictivo y las dinámicas sociales en el entorno vial, utiliza el término siniestralidad vial. Este concepto enfatiza las consecuencias sociales y legales de los hechos de tránsito, abordándolos desde una perspectiva de prevención y de control.

Adicionalmente, en diversos países y en la literatura internacional se emplea el término accidentes de tránsito, el cual ha sido ampliamente utilizado en contextos de seguridad vial y salud pública. Sin embargo, este término ha sido objeto de debate, ya que implica una connotación de inevitabilidad, cuando en realidad muchos de estos hechos son prevenibles mediante una adecuada gestión de la infraestructura, la educación vial y el cumplimiento normativo.

Dado que esta publicación se enmarca en un contexto vinculado con las temáticas de las ciencias forenses, con el propósito de mantener la coherencia terminológica y evitar contradicciones conceptuales, a partir de este punto nos referiremos exclusivamente a estos eventos como hechos de tránsito terrestre (HTT).

El fenómeno de los hechos de tránsito terrestre (HTT), si bien ha sido tradicionalmente abordado desde una perspectiva de seguridad vial y salud pública, también requiere un análisis desde la perspectiva del Análisis Criminal. Según Tudela (2016), la inseguridad, tanto en su dimensión objetiva como subjetiva, está frecuentemente asociada a comportamientos que transgreden normas sociales y legales. Sin embargo, no toda situación de inseguridad implica necesariamente la comisión de un delito, aunque la percepción social y la respuesta institucional tienden a equiparar ambos conceptos. Tudela señala que, hasta la fecha, existe una visión dominante que establece una sinonimia entre inseguridad y problema delictivo.

tual, lo cual limita la implementación de estrategias efectivas de prevención y control de los HTT bajo un enfoque multidimensional.

Desde la perspectiva criminológica, Rodríguez Manzanera (1981) enfatiza que uno de los objetos de estudio de la criminología es la conducta antisocial, definida como “todo aquel comportamiento humano que va contra el bien común”. En este sentido, el delito es una forma específica de conducta antisocial que transgrede normas jurídicas establecidas, pero no todas las conductas antisociales son delitos, lo cual es relevante al abordar el fenómeno vial.

En el caso de los HTT de gravedad, aquellos en los que se registran pérdidas de vidas humanas, lesiones graves o daños materiales significativos, es común que estos eventos trasciendan la esfera de la seguridad vial y deriven en Carpetas de Investigación por la posible comisión de delitos tipificados en los códigos penales locales, tales como:

- Homicidio culposo, cuando la conducta negligente del conductor resulta en la muerte de una o más personas.
- Lesiones culposas, cuando el evento provoca daños físicos de distinta gravedad en las víctimas.
- Daños culposos, relacionados con la afectación a la propiedad privada o pública debido al siniestro vial.

Este marco legal resalta la complejidad del fenómeno vial, ya que, si bien los HTT son, en su mayoría, resultado de factores humanos, vehiculares o ambientales, en determinados escenarios pueden ser clasificados dentro del ámbito penal, lo que requiere una intervención policial especializada y la aplicación de herramientas analíticas propias del Análisis Criminal.

ABORDAJE DEL FENÓMENO DESDE LA CRIMINOLOGÍA VIAL Y SALUD PÚBLICA

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su documento titulado “Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030”, tiene como objetivo reducir en al menos un 50% las defunciones y lesiones causadas por el tránsito durante este período. Este plan enfatiza la implementación del enfoque de “sistema vial seguro”, reconociendo que, aunque es imposible eliminar completamente los hechos de tránsito terrestre (HTT), es factible reducir su frecuencia y gravedad. Este enfoque transfiere una parte significativa de la responsabilidad de los usuarios de las vías a los diseñadores y gestores del sistema de transporte vial, incluyendo a responsables de la gestión vial, la industria automotriz, fuerzas policiales, políticos y órganos legislativos. Específicamente, en el Pilar 2 del plan, se destaca la importancia de diseñar y mantener infraestructuras viales que consideren la seguridad de todos los usuarios, con actividades orientadas a garantizar que las carreteras sean seguras y accesibles para todos.

LA MATRIZ DE HADDON Y SU APLICACIÓN EN EL ANÁLISIS DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE (HTT)

La Matriz de Haddon, propuesta por el epidemiólogo estadounidense Dr. William Haddon en la década de 1970, se ha consolidado como uno de los modelos más utilizados para el estudio y la prevención de los hechos de tránsito terrestre (HTT). Esta matriz permite un análisis estructurado del fenómeno vial a través de una perspectiva temporal (antes, durante y después del evento) y su correlación con tres factores clave: humano, vehicular y medioambiental. Dentro de los factores medioambientales, el diseño vial adquiere especial relevancia

como variable espacial que incide en la prevención y reducción de los HTT (Nazif & López, 2006).

En el contexto iberoamericano, el análisis de los factores humano y vehicular ha predominado en la literatura científica, dificultando la evaluación de experiencias en entornos urbanos similares al mexicano. Sin embargo, la tendencia actual en el estudio del fenómeno vial en México se centra cada vez más en las variables espaciales y temporales, utilizando herramientas de análisis geoespacial de código libre, como Quantum GIS (QGIS) para la identificación de patrones recurrentes y la formulación de estrategias de intervención basadas en datos.

El enfoque de la Matriz de Haddon se alinea con el planteamiento del Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030 de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cual promueve un “sistema vial seguro”, orientado a la responsabilidad compartida entre los usuarios de las vías y los diseñadores del sistema de transporte vial (OMS, 2021). Entre las medidas propuestas en dicho plan se encuentran la identificación de tramos peligrosos, la implementación de soluciones de ingeniería viales efectivas y la promoción de un diseño vial basado en la seguridad de todos los usuarios.

¿CUÁNDO INTERVENIR?	PERSONA (huésped)	VEHÍCULO (vector)	MEDIO AMBIENTE FÍSICO (vía)	SOCIOECONÓMICO
PRE-EVENTO	Alcohol y/o drogas, experiencia al volante, fatiga, etc.	Velocidad, inestabilidad, sistemas de frenos, ruedas, etc.	Diseño vial, estado superficial, condiciones climáticas	Legislación, exceso de velocidad, uso de cinturón de seguridad, permiso de conducción, etc.
EVENTO	Uso cinturón, casco, enfermedades previas.	Velocidad, masa y geometría del vehículo, rigidez, airbag.	Objetos en la vía, mediana, postes.	Legislación y situación del mercado de vehículos, observancia límites de velocidad.

¿CUÁNDO INTERVENIR?	PERSONA (huésped)	VEHÍCULO (vector)	MEDIO AMBIENTE FÍSICO (vía)	SOCIOECONÓMICO
POST-EVENTO	Otras enfermedades previas, edad, etc.	Peligro de incendio o explosión, capacidad de extracción, etc.	Proximidad a la asistencia sanitaria.	Disponibilidad y rapidez de asistencia sanitaria y rehabilitación, sistema de seguro médico, calidad asistencial.

Nota: Criminología Vial. (2013, mayo). *Matriz de Haddon: Factores de riesgo ¿Dónde intervenir?*

El campo de la criminología ha evolucionado para abordar problemáticas específicas, dando origen a las criminologías especializadas, entre las que destaca la Criminología Vial. González y Carreras (2014) la definen como la ciencia que estudia los delitos contra la seguridad vial como fenómeno social e individual, disciplina criminológica encaminada al estudio y prevención de los delitos contra la seguridad vial, y a la resolución de todo conflicto que surja tras un siniestro vial; actuando sobre los comportamientos delictivos o desviados dentro de las vías, a la restitución de la víctima a su estado original, haciendo hincapié en las formas de control social, tanto formal como informal, y en la reacción social que causan los siniestros viales.

Este enfoque criminológico es fundamental en el contexto mexicano, ya que permite analizar el fenómeno vial no solo desde una perspectiva de salud pública, sino también desde el ámbito del comportamiento delictivo y el control social, considerando factores estructurales y situacionales que influyen en la incidencia de los HTT.

ENFOQUES DE SEGURIDAD VIAL SEGÚN LA CRIMINOLOGÍA VIAL

González y Carreras (2014) proponen cinco enfoques clave para la seguridad vial, los cuales ofrecen una visión integral del problema y permiten estructurar estrategias de prevención e intervención de acuerdo con las fases del siniestro vial:

Seguridad Vial Primaria:

Busca evitar la ocurrencia de siniestros mediante estrategias de prevención y educación vial, socializando al conductor y a los demás usuarios de la vía. Aplicaciones prácticas: campañas de concienciación y educación, uso de señales y dispositivos de prevención.

Seguridad Vial Secundaria:

Pretende minimizar las consecuencias de un siniestro, interviniendo en la infraestructura vial y en las medidas de seguridad de los vehículos. Aplicaciones prácticas: diseño de vías más seguras, implementación de barreras de contención, incorporación de tecnologías en vehículos.

Seguridad Vial Terciaria:

Se enfoca en las intervenciones realizadas tras la ocurrencia de un siniestro para mitigar sus efectos negativos. Aplicaciones prácticas: respuesta eficiente de los servicios de emergencia, mejora en la atención médica post-siniestro.

Seguridad Vial Cuaternaria:

Dirigida a la atención y reinserción de las víctimas, abordando el impacto psicológico y social del siniestro vial. Aplicaciones prácticas: programas de apoyo psicológico, rehabilitación y asistencia social.

Seguridad Vial Quinaria:

Busca la reinserción y reeducación de conductores con conductas desviadas o antisociales para prevenir la reincidencia. Aplicaciones prácticas: programas de sensibilización para infractores reincidentes, sanciones educativas. Factores determinantes en la seguridad vial y el análisis criminológico de los hechos de tránsito terrestre.

Estos enfoques, alineados con el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030, refuerzan la necesidad de un abordaje integral que incluya la infraestructura vial, la regulación normativa y la educación de los usuarios para reducir la incidencia de los HTT (OMS, 2021).

Causalidad del Fenómeno

Vecino (2012), en sus estudios sobre criminología vial, sostiene que aproximadamente el 90% de los HTT son atribuibles al factor humano, destacando entre las principales causas:

- Incumplimiento de normas viales.
- Asunción de riesgos innecesarios.
- Conductas imprudentes.
- Consumo de sustancias como alcohol, drogas o medicamentos que afectan la capacidad de conducción.

El 10% restante de los HTT se atribuye a factores externos como las condiciones atmosféricas, deficiencias en la pavimentación y señalización, así como fallas mecánicas en los vehículos. Estos hallazgos subrayan la importancia de estrategias preventivas centradas en la educación y el control de los usuarios de las vías, sin descuidar la necesidad de una infraestructura vial adecuada.

Un enfoque centrado en el factor humano ha llevado al desarrollo del concepto de “Perfil Criminal del Delincuente Vial”, basado en un estudio realizado en Alicante, España, por González y Carreras (2014). Este estudio identifica característi-

cas comunes en los conductores involucrados en hechos viales, señalando que en su mayoría son:

- Hombres solteros,
- De entre 22 y 35 años de edad,
- Con estudios inferiores a los universitarios,
- Con menos de 5 años de vigencia en su permiso de conducir.

Si bien este perfil permite dirigir campañas de concientización y prevención específicas hacia ciertos grupos poblacionales, su limitación radica en que no considera de manera profunda las características de las vialidades ni la temporalidad en que ocurren los HTT.

LIMITACIONES DEL ENFOQUE CENTRADO EN EL ERROR HUMANO

A pesar de que el error humano sigue siendo identificado como la causa principal de los HTT, diversos estudios sugieren que este enfoque es insuficiente para una intervención integral y efectiva. Existen abundantes datos sobre:

- Las características de los conductores y de las víctimas de los HTT.
- Las especificaciones de los vehículos involucrados y su relación con la mortalidad.
- El tiempo de respuesta de los sistemas de emergencia.

Según Villalbí y Pérez (2006), esta información es valiosa para diseñar estrategias de prevención enfocadas en sectores específicos de la población. No obstante, deja una área de oportunidad ya que no profundiza en las características de las vialidades ni en el comportamiento espacial-temporal del fe-

nómeno, elementos clave para la planificación de estrategias efectivas de prevención y control del tráfico.

ABORDAJE DEL FENÓMENO DESDE EL ANÁLISIS CRIMINAL

Dado el carácter complejo y multifactorial de los hechos de tránsito terrestre (HTT), su análisis requiere un enfoque metodológico basado en los principios del análisis criminal, el cual tiene sus fundamentos teóricos en la Criminología Ambiental. Esta disciplina incorpora las variables espacio y tiempo en la comprensión del fenómeno, permitiendo una interpretación más precisa de los patrones de ocurrencia y su relación con el entorno físico.

Diversas investigaciones han abordado el estudio del delito desde la criminología ambiental, enfocándose en el análisis espacial y la prevención situacional como estrategias clave para reducir la incidencia delictiva. En este sentido, se ha demostrado que el diseño urbano, la distribución del espacio y la georreferenciación de los delitos son elementos fundamentales para comprender los patrones delictivos y desarrollar intervenciones efectivas. (Quintero Ávila et al., 2024; Quintero Ávila & Caballero Delgadillo, 2025; Quintero Ávila, Caballero Delgadillo & García Herrera, 2025; Quintero Ávila & Caballero Delgadillo, 2024; Quintero-Ávila, 2024; Quintero-Ávila, 2024)

El análisis criminal, en su esencia, se centra en la identificación de patrones y tendencias a fin de comprender la dinámica de los eventos delictivos, proporcionando información clave para la formulación de estrategias de prevención e intervención.

CRIMINOLOGÍA AMBIENTAL Y SU APLICABILIDAD EN EL ANÁLISIS DE LOS HTT

La Criminología Ambiental, como marco teórico para el estudio del delito, sostiene que la modificación del espacio físico puede actuar como un elemento crimino-repelente, es decir, que las intervenciones en el entorno pueden reducir las oportunidades para la ocurrencia de delitos o incidentes viales.

En el caso de los HTT, la incorporación de las variables espaciales y temporales, al ser cuantificables, permite no solo la identificación de patrones de comportamiento, sino también la medición de la efectividad de las acciones implementadas para su prevención y control.

ANALOGÍA CON LAS PREMISAS DE WORTLEY Y MAZEROLLE EN EL ANÁLISIS DE LOS HTT

El análisis espacial y temporal de los delitos ha adoptado las premisas de la Criminología Ambiental para la interpretación y explicación del comportamiento delictivo. En este sentido, los autores Wortley y Mazerolle (2008) sintetizan de manera magistral estas premisas, estableciendo directrices clave para la intervención y la prevención del delito.

Para el estudio del comportamiento de los HTT, se realizó una analogía de dichas premisas y se adaptaron al análisis del fenómeno vial, lo que permitirá:

Una mejor comprensión del fenómeno vial, identificando los lugares y momentos de mayor incidencia.

La formulación de estrategias de intervención basadas en evidencia, utilizando herramientas como el análisis geoespacial para la implementación de operativos viales y rediseños de infraestructura.

Una evaluación objetiva de las acciones realizadas, permitiendo medir el impacto de las intervenciones en la reducción de la incidencia de HTT.

Premisas de la Criminología Ambiental. (Wortley y Mazerolle, 2008)	Analogía de las premisas para la interpretación del fenómeno de los Hechos de Tránsito Terrestre.
La conducta criminal está influenciada por el ambiente inmediato en el que ocurre. El ambiente no juega un papel pasivo, sino que participa como elemento criminógeno, afectando al comportamiento del criminal.	Los hechos de tránsito terrestre están influenciados por las vialidades en que ocurren. Las vialidades no juegan un papel pasivo, sino que participan como elemento preponderante, afectando el comportamiento del conductor.
La distribución del crimen en tiempo y espacio no es azarosa. El crimen se concentrará alrededor de ambientes que por sus características faciliten la actividad criminal.	La distribución de los hechos de tránsito terrestre en espacio y tiempo no es azarosa. Los hechos de tránsito terrestre se concentrarán en vialidades que por sus características faciliten los hechos de tránsito terrestre.
El conocimiento de los factores ambientales que influyen en la criminalidad, junto con el análisis del propio crimen, puede suponer una importante herramienta para combatir el crimen.	El conocimiento de los factores viales que influyen en los hechos de tránsito terrestre, junto con el análisis propio de los hechos de tránsito terrestre, pueden suponer una importante herramienta para disminuir la incidencia de HTT.

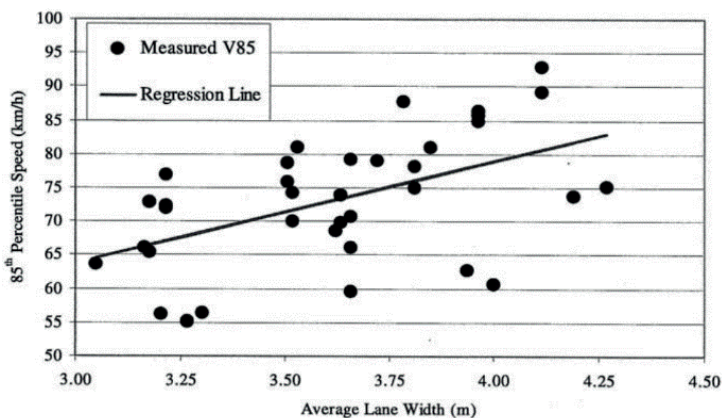
LA IMPORTANCIA DEL DISEÑO VIAL Y SU CONGRUENCIA CON EL DISEÑO URBANO

La movilidad de los vehículos motorizados está estrechamente influenciada por el ancho de los carriles, factor que ha sido objeto de diversos estudios en materia de seguridad vial y diseño de infraestructura. Según Martens et al. (1997), “con un ancho de carril reducido, los conductores muestran un mejor mantenimiento del carril, una dirección más precisa y una reducción en la velocidad de conducción”. Este fenómeno implica que un menor ancho de carril induce un manejo más

cuidadoso, lo que a su vez disminuye la velocidad de los vehículos, contribuyendo a un entorno más seguro en las vialidades.

El estudio de Fitzpatrick et al. (2001) reafirman esta correlación, señalando que “*la velocidad tiende a ser menor con carriles reducidos*”. La percepción espacial limitada, junto con la necesidad de mayor precisión en la conducción, genera una respuesta intuitiva de reducción de velocidad en los conductores, lo que puede ser una estrategia efectiva en zonas urbanas de alta siniestralidad vial.

Además, la relación entre el ancho del carril y la velocidad de los vehículos de motor se ha ilustrado mediante un análisis cuantitativo presentado en tablas por Fitzpatrick et al. (2001), en el cual se evidencia cómo la reducción progresiva del ancho del carril se asocia directamente con una disminución en la velocidad promedio de los conductores. Estos hallazgos destacan la importancia del diseño vial como un elemento activo en la gestión del tránsito y en la prevención de hechos de tránsito terrestre (HTT).

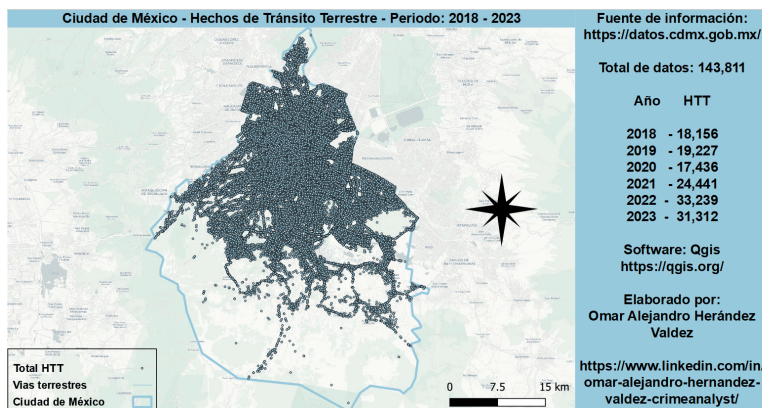


ANÁLISIS ESPACIAL - TEMPORAL DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE (HTT)

Para este ejercicio académico, se pretende demostrar que es posible identificar patrones de concentración espacial y temporal de los hechos de tránsito terrestre (HTT) utilizando datos abiertos proporcionados por el Gobierno de la Ciudad de México a través de su portal de datos abiertos. Analizaremos 143,811 que comprende la incidencia del año 2018 a 2023, de los cuales solo 138,656 cuentan con horario para el análisis temporal y 143,811 con coordenadas para su análisis espacial.

Análisis Espacial

La representación espacial de los datos en una sola imagen, mediante el mapa destaca la versatilidad del software libre que hemos utilizado, específicamente: Quantum GIS (QGIS), nos facilita el poder visualizar grandes volúmenes de información y la identificación de patrones espaciales del fenómeno vial. El análisis de este tipo de datos es crucial para la planificación urbana, la gestión del tráfico y la seguridad vial, ya que permite detectar zonas de alta incidencia y orientar estrategias de intervención preventiva y correctiva.

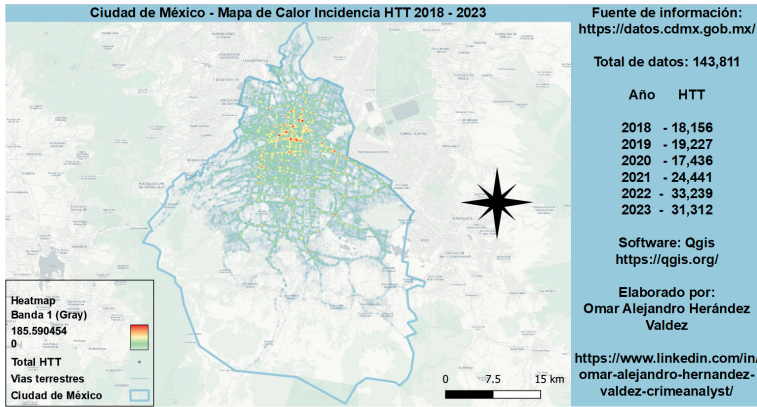


Nota: Esta imagen muestra la ubicación geográfica de un total de 143,811 hechos de tránsito terrestre (HTT) registrados en la Ciudad de México entre los años 2018 y 2023.

ANÁLISIS MEDIANTE MAPAS DE CALOR DE LA INCIDENCIA VIAL

Este tipo de análisis nos permite identificar las zonas con alta concentración de la incidencia de HTT, facilitando la toma de decisiones en diversos ámbitos, con la finalidad de estar alineados con los ejes estratégicos propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en su Plan Mundial para la Seguridad Vial, el uso de mapas de calor es fundamental para:

- Detectar áreas de alta siniestralidad, donde es necesario reforzar la seguridad vial.
- Analizar el diseño de las vías y elementos urbanos, identificando condiciones que pueden estar favoreciendo la concentración de los HTT en ciertos puntos.
- Facilitar la identificación de zonas de alto riesgo para la implementación de estrategias de control del tránsito, señalización y reestructuración vial.



Nota: El mapa de calor representa la concentración espacial de los HTT en la Ciudad de México durante el periodo 2018-2023.

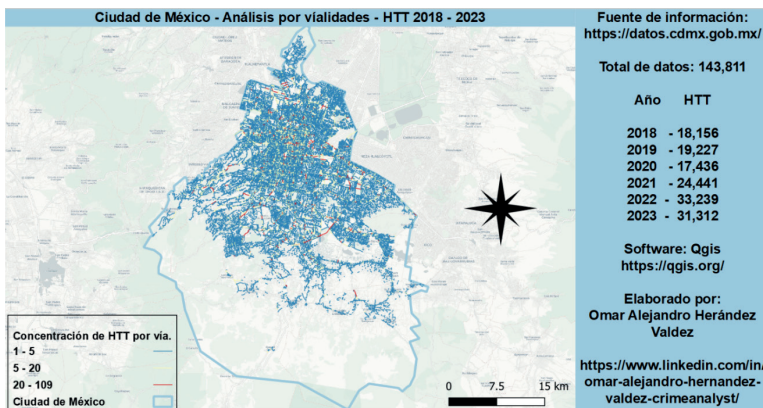
ANÁLISIS DE VÍAS Y SEGMENTOS DE VÍA CON MAYOR CONCENTRACIÓN DE HTT

El análisis espacial detallado de los HTT por vialidades permite identificar cuáles son las calles, avenidas y segmentos viales con mayor incidencia de siniestros en la Ciudad de México. Esta representación es clave para diseñar estrategias de prevención y mitigación, permitiendo:

- Determinar cuáles vialidades presentan los mayores niveles de riesgo, lo que facilita la priorización de intervenciones.
- Proponer modificaciones en el diseño vial, tales como reconfiguración de carriles, señalización, reductores de velocidad o cambios en la infraestructura.
- Reducir la incidencia y mortalidad derivada de los HTT, alineando las acciones con estrategias de seguridad vial y movilidad sustentable.

Nota: Es importante destacar que estos modelos de mapas son dinámicos y actualizables, permitiendo una adaptación continua con base en nuevos datos y en la evaluación del impacto de las intervenciones realizadas.

ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN TEMPORAL DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE (HTT) POR PERIODO DE TIEMPO



El análisis temporal tiene como propósito identificar los días de la semana y los períodos de tiempo en los cuales se concentra la mayor cantidad de HTT. De acuerdo con Helms (2004), “si escogemos examinar el comportamiento temporal durante las 24 horas del día, es posible que descubramos ciertos patrones regulares que nos permitirán hacer predicciones generales sobre el comportamiento temporal”. Bajo esta premisa, se realizó un análisis detallado considerando los siguientes criterios:

Matriz cruzada de días y periodos de tiempo: Se analizaron los datos desde lunes hasta domingo para identificar los días con mayor incidencia y se cruzaron los datos por períodos de tiempo, se dividieron las 24 horas del día en cuatro períodos,

con el fin de obtener una visión más detallada de la distribución horaria de los incidentes, obteniendo los siguientes resultados:

Periodo	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total por periodo
MADRUGADA	4775	1986	1255	1446	1703	2259	4556	17980
MAÑANA	4491	5515	6101	6150	6029	5787	5110	39183
TARDE	5842	6113	6345	6138	6237	6588	6327	43590
NOCHE	5510	4955	4929	5033	5305	6148	6023	37903
Total	20618	18569	18630	18767	19274	20782	22016	138656

Patrones de comportamiento temporal por período de tiempo:

- Tarde (43,590 casos) es el período con mayor concentración de HTT, lo que sugiere que las horas de mayor tráfico vehicular incrementan el riesgo de siniestros, es decir mayor flujo vehicular = mayor riesgo.
- Mañana (39,183 casos) también muestra una alta incidencia, lo que puede estar asociado con los horarios de traslado laboral y escolar.
- Noche (37,903 casos) tiene una incidencia menor que la tarde y la mañana, pero sigue siendo un período de alta siniestralidad.
- Madrugada (17,980 casos) presenta la menor cantidad de HTT, aunque con un comportamiento muy peculiar durante los fines de semana.

PERIODOS DE TIEMPO			
Madrugada	Mañana	Tarde	Noche
00:00 - 05:59	06:00 - 11:59	12:00 - 17:59	18:00 - 23:59

Mayor incidencia por día:

- Sábado (22,016 casos) y viernes (20,782 casos) presentan la mayor cantidad de HTT, lo que sugiere un aumento del riesgo debido al incremento del tráfico recreativo, es decir no asociado con actividades laborales y posiblemente asociado al consumo de alcohol.

- Domingo (20,618 casos) también destaca, especialmente en la madrugada y noche, lo que puede relacionarse con regresos de actividades nocturnas.
- Lunes a jueves muestran una distribución más homogénea, con menor cantidad de HTT en la madrugada.

ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN TEMPORAL DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE (HTT) POR SUBPERÍODO DE TIEMPO

Análisis por subperíodos: Cada período principal se subdividió en tres subperíodos, permitiendo un desglose aún más específico del comportamiento temporal.

Sub-período	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total general
MADRUGADA 1	1821	965	521	642	744	956	1694	7343
MADRUGADA 2	1587	509	312	346	452	689	1606	5501
MADRUGADA 3	1367	512	422	458	507	614	1256	5136
MAÑANA 1	1150	1334	1451	1593	1486	1337	1327	9678
MAÑANA 2	1605	2403	2598	2631	2571	2470	1887	16165
MAÑANA 3	1736	1778	2052	1926	1972	1980	1896	13340
TARDE 1	1791	1838	1955	1957	1952	1925	1985	13403
TARDE 2	2001	2180	2314	2114	2232	2360	2232	15433
TARDE 3	2050	2095	2076	2067	2053	2303	2110	14754
NOCHE 1	1997	2036	1979	2031	1958	2192	1982	14175
NOCHE 2	1981	1749	1704	1749	1871	2100	2095	13249
NOCHE 3	1532	1170	1246	1253	1476	1856	1946	10479
Total	20618	18569	18630	18767	19274	20782	22016	138656

El análisis de los sub-períodos dentro de cada período principal permite identificar con mayor precisión los momentos críticos en la ocurrencia de hechos de tránsito terrestre (HTT), proporcionando información clave para la gestión de seguridad vial y operativos de prevención.

Sub-períodos de tiempo con mayor concentración:

- Mañana 2: Con 16,165 casos ocupa el rango con mayor concentración de HTT en la jornada.

- Tarde 2: Con 15,433 casos se constituye como el segundo pico de incidencia en horas de alta movilidad vehicular.
- Tarde 3: Con 14,754 casos le da continuidad al “pico” vespertino.

Sub-períodos de tiempo con mayor concentración por día de la semana:

- Sábado: Día con mayor cantidad de HTT en todos los períodos, con picos relevantes en la madrugada y la tarde.
- Viernes: Concentración alta en la tarde y noche, posiblemente vinculada a desplazamientos recreativos y consumo de alcohol.
- Domingo: La madrugada y la noche destacan como momentos críticos, probablemente asociados al retorno de actividades nocturnas.

SUB-PERIODOS DE TIEMPO			
Madrugada 1	Mañana 1	Tarde 1	Noche 1
00:00 - 01:59	06:00 - 07:59	12:00 - 13:59	18:00 - 19:59
Madrugada 2	Mañana 2	Tarde 2	Noche 2
02:00 - 03:59	08:00 - 09:59	14:00 - 15:59	20:00 - 21:59
Madrugada 3	Mañana 3	Tarde 3	Noche 3
04:00 - 05:59	10:00 - 11:59	16:00 - 17:59	22:00 - 23:59

CONCLUSIÓN

La incorporación del análisis criminal, la criminología vial y el diseño vial, junto con el uso de software especializado ha demostrado ser fundamental para evaluar el fenómeno de los HTT de manera integral complementando así el abordaje del fenómeno centrado en el vehículo y la responsabilidad jurídico - penal de las personas involucradas. El uso de Sistemas de

Información Geográfica (SIG) facilita la identificación de patrones de comportamiento espacial y temporal del fenómeno, facilitando la identificación de zonas críticas, optimizando la toma de decisiones basada en evidencia y la formulación de estrategias de prevención y mitigación de riesgos viales, buscando mejoras en la calidad de vida, impactando de manera positiva en la calidad de vida de las personas al reducir el impacto que genera el acontecimiento derivado de la siniestralidad vial.

Este capítulo resalta la importancia de una planificación urbana informada y la necesidad de políticas públicas eficientes, que no solo reduzcan la incidencia de HTT, sino que también mejoren la infraestructura vial y fomenten una movilidad más segura. La integración de enfoques transdisciplinarios, que combinan criminología, análisis criminal y diseño vial, refuerza el papel de la tecnología y el análisis espacial en la gestión y prevención de la siniestralidad vial, promoviendo estrategias de intervención más efectivas y sostenibles.

REFERENCIAS

- Clarke, R., & Eck, J. (2005). *Análisis delictivo para la resolución de problemas en 60 pequeños pasos*. Center for Problem-Oriented Policing. Recuperado de <https://popcenter.asu.edu/content/crime-analysis-60-steps>
- Fitzpatrick, K., Carlson, P. J., Wooldridge, M. D. & Brewer, M. A. (2000). *Design factors that affect driver speed on suburban arterials*. Transportation Research Record, 1751, 123–154. Recuperado de <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/1769-3.pdf>
- González, J. M., & Carreras, J. A. (2014). *Criminología vial: Un nuevo enfoque multidisciplinar de la seguridad vial*. *Revista Digital de Criminología y Seguridad*, 1(22), 5. Recuperado de <https://carris.files.wordpress.com/2014/03/aspectos-criminologicos-en-materia-de-seguridad-vial.pdf>
- Hernández-Valdez, O. A. (2022). *Análisis de patrones espaciales y temporales del fenómeno vial en el municipio de Corregidora, Querétaro, México*. OEA Portal Educativo. <https://portal.educoas.org/es/networks/oadsp/>

maps/2543/lisis-patrones-espaciales-temporales-del-fen-meno-vial-tercer-lugar

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/delimitacion-de-las-zonas-metropolitanas-de-mexico-2015>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas 2023*. INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/accidentes/>
- Martens, M., Comte, S., & Kaptein, N. (1997). *The Effects of Road Design on Speed Behaviour: A Literature Review*. Tech. rep., MASTER. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/f5b9/c77cbeeb12b6ac750a2ec-106456c09a33321.pdf>
- Nazif, J. I., & López, Á. (2006). *¿Por qué evitan las pasarelas? Explicando los Jaywalkers a través de la Matriz de Haddon*. Ciencias Sociales Online Revista Electrónica, 3(2), 75. Recuperado de <http://www.uvm.cl/csonline>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030*. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2023. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240086517>
- Rodríguez, L. (1981). *Criminología* (2ª ed.). México: Porrúa.
- Tudela, P. (2016). *Buenas prácticas en observatorios en América Latina*. En A. Rojas (Ed.), *Manual de análisis criminal para observatorios de seguridad en gobiernos locales: Prevención del delito y solución de problemas* (pp. 123-145). Fundación Paz Ciudadana, International Association of Crime Analysts & Motorola Solutions Foundation.
- Villalbí, J. R., & Pérez, K. (2006). *Evaluación de políticas regulatorias: Prevención de las lesiones por accidentes de tráfico*. Gaceta Sanitaria, 20(1), 80-87.
- Wortley, R., & Mazerolle, L. (2008). *Environmental criminology and crime analysis: Situating the theory analytic approach and application*. Crime Prevention and Community Safety: An International Journal, 11(3-4), 63-75.

- Quintero-Ávila, O., Caballero-Delgadillo, J. A., Hernández-Valdez, O. A., Soto-Muñoz, M. A., & García-Herrera, D. G. (2024). *Estrategias metodológicas para el análisis y mapeo delictivo en las ciencias sociales. Perspectivas*, 9(24), 257–280. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.perspectivas.9.24.2024.257-280>
- Quintero-Ávila, O., & Caballero-Delgadillo, J. A. (2025). *El análisis delictivo como herramienta en la construcción de estrategias de prevención social y delincuencia. Constructos Criminológicos*, 5(8), 55–74. <https://doi.org/10.29105/cc5.8-101>
- Quintero-Ávila, O., Caballero-Delgadillo, J. A., & García-Herrera, D. G. (2025). *Visualización de la inseguridad - Redicye*. Universidad Politécnica Del Estado de Guerrero. <https://redicye.ueg.edu.mx/2025/01/22/visualizacion-de-la-inseguridad/>
- Quintero-Ávila, O., & Caballero-Delgadillo, J. A. (2024). *Análisis Espacial de la Violencia de Género contra la Mujer: Estudio de Reportes de emergencias 911 mediante Sistemas de Información Geográfica. REVISTA VERITAS ET SCIENTIA - UPT*, 13(2), 179–193. <https://doi.org/10.47796/ves.v13i2.1111>
- Quintero-Ávila, O. (2024). *El Análisis y mapeo delictivo para el desarrollo de políticas públicas de seguridad en México*. *Constructos Criminológicos*, 4(7), 159-170. <https://doi.org/10.29105/cc4.7-86>
- Quintero-Ávila, O. (2024). *Un Análisis de la Percepción de Seguridad durante la Pandemia de COVID-19 en la Colonia México Lindo en San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México*. *Estudios de la Seguridad Ciudadana*, 9(7), 149-178. <https://revista.ucs.edu.mx/wp-content/uploads/2024/08/Art-7-Vol-9.pdf>