



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Geografía



Especialidad en Cartografía Automatizada, Teledetección y  
Sistemas de Información Geográfica

*Cartografía Automatizada y Comparación de Modelos de  
Regresión: Análisis de la influencia de las áreas verdes en  
los homicidios en la Ciudad de México (2019-2024)*

Proyecto terminal que presenta

**Josué Jesús Aguilar Sánchez**

Para obtener el diploma de:

Especialista en Cartografía Automatizada, Teledetección y  
Sistemas de Información Geográfica

Dra. Giovanna Santana Castañeda  
Mtro. Leonardo Alfonso Ramos Corona  
Dr. Luis M. Vilches Blázquez  
Tutores

Julio 2025

# Contenido

	<i>Dedicatorias</i>	1
1	<i>Resumen</i>	2
2	<i>Introducción</i>	3
3	<i>Antecedentes</i>	4
3.1	Internacionales	4
3.2	Nacionales	22
4	<i>Objetivo general</i>	25
5	<i>Objetivo particular</i>	25
6	<i>Método</i>	26
6.1	Descarga de datos	27
6.2	Preparación de entorno computacional	28
6.3	Conexión con Google Drive	30
6.4	Carga de datos espaciales	31
6.5	Exploración y visualización	32
6.6	Comparación de datos de homicidios de distintas fuentes	33
6.7	Análisis anual de víctimas y homicidios por alcaldía	35
6.8	Análisis de autocorrelación espacial de homicidios por AGEBS	36
6.9	Exploración detallada de los datos de víctimas, temporalidad y tipo de delito	38
6.9.1	Exploración demográfica	38
6.9.2	Análisis de distribución mensual por casos	39
6.9.3	Análisis de la distribución de casos por horario y día de la semana.	39
6.9.4	Análisis de la distribución de casos por tipo de delito.	40
6.9.5	Análisis de la distribución de casos por delito, horario y día de la semana.	41
6.9.6	Análisis de multicolinealidad	41
6.10	Comparación automatizada de modelos de regresión y análisis GWR	44
6.10.1	Mínimos cuadrados ordinarios	44
6.10.2	Mínimos cuadrados generalizados	45
6.10.3	Mínimos cuadrados ponderados	46

6.10.4	Regresión geográficamente ponderada	47
7	<i>Resultados y discusión</i>	49
7.1	Contexto general	49
7.2	Distribución de datos para ambas fuentes	51
7.3	Distribución demográfica	56
7.4	Distribución mensual de incidencia de homicidios	61
7.5	Distribución por horarios	66
7.6	Distribución de tipos de homicidio	67
7.7	Distribución de tipos de homicidios por día de la semana y horarios	69
7.8	Homicidios en áreas verdes	76
7.9	Comparación de modelos	123
8	<i>Conclusiones</i>	129
9	<i>Recomendaciones</i>	131
9.1	Para tomadores de decisiones	131
9.2	Para el desarrollo social y comunitario	132
9.3	Para futuras investigaciones	132
10	<i>Referencias</i>	133

### *Figuras*

1	Metodología	26
2	Librerías clave	28
3	Interacción de plataformas Colab-Drive	30
4	Proceso de exploración	32
5	Zonas de influencia de áreas verdes	33
6	Proceso de comparación	34
7	Proceso de filtrado	35
8	Proceso de limpieza	36
9	Moran I	37
10	Pirámide de población	38
11	Distribución temporal mensual	39
12	Gráfico de distribución mensual	40
13	Gráfico de tipos	40
14	Matriz temporal de incidentes	41
15	Ciudad de México	50
16	Distribución 2019	52
17	Distribución 2020	53
18	Distribución 2021	54
19	Distribución 2022	55
20	Distribución de 2023	55

21	Distribución de 2024	57
22	Pirámide de población 2019.	58
23	Pirámide de población 2020	59
24	Pirámide de población 2021	60
25	Pirámide de población 2022	61
26	Pirámide de población 2023	62
27	Pirámide de población 2024	63
28	Distribución mensual 2019	64
29	Distribución mensual 2020	64
30	Distribución mensual 2021	65
31	Distribución mensual 2022	66
32	Distribución mensual 2023	66
33	Distribución mensual 2024	67
34	Distribución mensual 2019-2024	68
35	Distribución horaria	69
36	Distribución de tipos de homicidio	70
37	Matriz de distribución semanal de homicidios por arma de fuego	72
38	Matriz de distribución semanal de homicidios por golpes	73
39	Matriz de distribución semanal de homicidios por arma de blanca	74
40	Matriz de distribución semanal de homicidios intencionales	75
41	Matriz de distribución semanal de feminicidios por arma de fuego	76
42	Matriz de distribución semanal de feminicidios por arma blanca	77
43	Matriz de distribución semanal de feminicidios por arma de fuego	78
44	Matriz de distribución semanal de feminicidios por golpes	79
45	Matriz de distribución semanal de homicidios por arma de fuego	80
46	Tasas de homicidios Álvaro Obregón	82
47	Tasas de homicidios, Milpa Alta	80
48	Tasas de homicidios Tláhuac	88
49	Tasas de homicidios Tlalpan	91
50	Tasas de homicidios Xochimilco	94
51	Tasas de homicidios Azcapotzalco	97
52	Tasas de homicidios Coyoacán	100
53	Tasas de homicidios Cuajimalpa de Morelos	103
54	Tasas de homicidios Gustavo A. Madero	106
55	Tasas de homicidios Iztacalco	109
56	Tasas de homicidios Iztapalapa	111
57	Tasas de homicidios Magdalena Contreras	108
58	Tasas de homicidios Cuauhtémoc	118
59	Tasas de homicidios Benito Juárez	121
60	Tasas de homicidios, Miguel Hidalgo.	124
61	Tasas de homicidios Venustiano Carranza	127

62	Matriz de correlación	129
63	Influencia de las áreas verdes en la tasa de homicidios por alcaldía	135

### *Mapas*

1	Áreas verdes e incidentes en Álvaro Obregón	84
2	Áreas verdes e incidentes en Milpa Alta	87
3	Áreas verdes e incidentes en Tláhuac	89
4	Áreas verdes e incidentes en Tlalpan	92
5	Áreas verdes e incidentes en Xochimilco	95
6	Áreas verdes e incidentes en Azcapotzalco	98
7	Áreas verdes e incidentes en Coyoacán	102
8	Áreas verdes e incidentes en Cuajimalpa de Morelos	104
9	Áreas verdes e incidentes en Gustavo A. Madero	107
10	Áreas verdes e incidentes en Iztacalco	110
11	áreas verdes e incidentes en Iztapalapa	113
12	áreas verdes e incidentes en Magdalena Contreras	116
13	áreas verdes e incidentes en Cuauhtémoc	119
14	áreas verdes e incidentes en Benito Juárez	122
15	áreas verdes e incidentes en Miguel Hidalgo	125
16	áreas verdes e incidentes en Venustiano Carranza	128

### *Codigos*

1	Script de conexión a drive	30
2	Capas usadas en el proceso	31

### *Ecuaciones*

1	Moran global	36
2	Moran local	37
3	Regresión lineal simple	41
4	Cálculo de coeficientes	45
5	Cálculo de coeficientes	45
6	Cálculo de GLS	45
7	Matriz de covarianza	46
8	Minimizador de GSL	46
9	Estimador obtenido	46
10	Varianza del error	46
11	Suma ponderada de errores	47

12	Estimador de WLS	47
13	Ecuación GWR	48
14	Suma cuadrada de los errores cuadrados	48
15	Matrices de coeficientes GWR	49

*Tablas*

1	Comparación de coeficiente de los modelos de regresión	132
2	Estadísticas generales de modelos, elaboración propia	128

## Resumen

La presente investigación analiza la influencia de la infraestructura de áreas verdes y las características socioeconómicas en la distribución de homicidios en la Ciudad de México para el periodo 2019-2024. A pesar de su dinamismo, la ciudad enfrenta importantes desafíos de seguridad pública, y la relación entre el entorno urbano y la violencia letal es compleja y espacialmente variable. El objetivo principal de este proyecto es implementar un enfoque comparativo y automatizado que evalúa la eficacia de distintos modelos de regresión como Mínimos Cuadrados Ordinarios, Generalizados, Ponderados y Geográficamente Ponderados para modelar dicho fenómeno.

La metodología implementada es de carácter mixto y sigue un proceso semiautomatizado de 15 pasos que integra análisis estadístico y cartografía espacial. Se utilizaron datos oficiales de la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México, INEGI, CONEVAL y SEDEMA, los cuales fueron procesados y analizados con el lenguaje de programación Python y bibliotecas especializadas como GeoPandas, PySAL y mgwr.

Los resultados demuestran una asociación negativa y robusta entre la presencia de áreas verdes y la incidencia de homicidios. Se identificó que las tasas de homicidios son sistemáticamente inferiores dentro y en la proximidad de parques y zonas arboladas, mientras que los epicentros de la violencia se concentran en "islas de asfalto" con escasa o nula vegetación. La comparación de modelos reveló la superioridad del GWR, que alcanzó un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.9846, explicando casi el 98.5% de la variabilidad de los homicidios, en contraste con el 0.27 de los modelos OLS y GLS. El éxito del GWR radica en su capacidad para capturar la heterogeneidad espacial, demostrando que la influencia de las variables no es constante en todo el territorio.

Se concluye que las áreas verdes no son un adorno urbano, sino un componente esencial de la infraestructura de seguridad pública. La evidencia valida la necesidad de emplear modelos espacialmente sensibles para comprender el crimen y fundamenta la recomendación de impulsar políticas de renaturalización y justicia espacial como herramientas clave para construir una ciudad más segura y pacífica.

## Introducción

La Ciudad de México, capital del país, es una de las urbes más pobladas del mundo y un motor económico y cultural fundamental para la nación. Sin embargo, a la par de su dinamismo, enfrenta desafíos significativos en materia de seguridad pública, incluyendo la incidencia de delitos violentos como el homicidio. En la búsqueda de estrategias de prevención más efectivas, la atención se ha volcado hacia el estudio del entorno urbano como un factor que puede mitigar o exacerbar la violencia. Esta investigación se posiciona en dicha intersección, analizando específicamente cómo la presencia y configuración de las áreas verdes influyen en la distribución espacial de los homicidios en la metrópoli durante el periodo 2019-2024.

Múltiples estudios a nivel internacional han explorado la compleja relación entre el equipamiento urbano verde y la criminalidad. Investigaciones en Estados Unidos, Brasil y Corea del Sur han mostrado consistentemente que una mayor cobertura arbórea y la presencia de espacios verdes se asocian con menores tasas de delitos violentos y contra la propiedad. Sin embargo, esta influencia no es uniforme; depende del contexto socioeconómico, el tipo de vegetación, el mantenimiento de los espacios y la participación comunitaria. Metodológicamente, la literatura ha evidenciado las limitaciones de los modelos estadísticos globales, recomendando el uso de técnicas espacialmente sensibles como la Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) para capturar la heterogeneidad de estas relaciones. A nivel nacional, trabajos previos han validado el uso de dichos modelos para el análisis de homicidios en México y han documentado la distribución desigual de las áreas verdes y su impacto positivo en la calidad de vida en la Ciudad de México.

A pesar de la evidencia acumulada, persiste la necesidad de evaluar con precisión el impacto de las áreas verdes sobre los homicidios en el contexto particular y heterogéneo de la Ciudad de México, comparando la eficacia de distintos modelos de regresión para ofrecer un diagnóstico robusto. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es implementar un enfoque comparativo y automatizado que integra análisis estadístico y cartografía para evaluar la efectividad de los modelos de regresión OLS, GLS, WLS y GWR en el estudio de esta relación. Mediante la producción de visualizaciones claras, este trabajo busca no solo

contribuir al conocimiento académico, sino también aportar evidencia tangible para la toma de decisiones en materia de seguridad y planificación urbana.

## Antecedentes

### Internacionales:

Múltiples estudios a nivel internacional han mostrado técnicas y combinación de análisis para buscar las relaciones en el modo de vivir actual del equipamiento urbano de áreas verdes y su relevancia con la violencia. Una de las investigaciones recientes llevada a cabo en EE. UU. Lu et al. (2024) investigaron la relación existente entre la forma que tienen el paisaje de las áreas verdes y la ocurrencia de incidentes de delitos sexuales. El estudio se centró en analizar un total de 5155 casos que ocurrieron entre el periodo de 2021 a 2021. Usaron el modelo de Random Forest para analizar las variables del paisaje como la forma, medidas y la posibilidad de ocurrencia de los delitos. Además, el modelo Shapley Additive Explanations.

Lu et al. (2024) pudo hallar que la cantidad de metros cuadrados como la configuración del espacio verde influyen significativamente en la posibilidad de los delitos sexuales. Se observó que existen relaciones no lineales; esto demostró que la cantidad del volumen en la cobertura de los árboles se asocia con menor riesgo de incidencias, mientras que las áreas mixtas de árboles y hierba podrían incrementarlos. Se hace hincapié en el estudio sobre la importancia del cuidado de las áreas verdes en áreas socioeconómicas desfavorecidas (Lu et al., 2024).

Aunque el estudio se centre en los delitos sexuales, la relevancia para la presente investigación es notable. Se logró demostrar cómo las características morfológicas de las áreas verdes y su interacción con el contexto socioeconómico en el que se encuentran pueden influir en la distribución de ocurrencia de los delitos. La aplicación de los modelos como el Random Forest y SHAP, presenta evidencia del porqué los modelos estadísticos deben ser utilizados para poder analizar de mejor manera la incidencia, lo cual justifica la exploración y comparación de diferentes modelos.

Siguiendo con la exploración de la interacción del entorno físico, social y su influencia con la criminalidad, y en la línea con la observación de Lu et al. (2024) sobre la importancia del contexto socioeconómico, el trabajo de Wo y Rogers (2024) profundiza en la relación entre los espacios verdes urbanos denominados “UGS” y la delincuencia a nivel de vecindario en Washington, D.C. A diferencia del enfoque morfológico del estudio anterior, Wo y Rogers (2024) se centró en la cantidad de “verdor”, utilizando las métricas principales del porcentaje de cobertura en el dosel arbóreo y el porcentaje de cobertura de vegetación no arbórea de pastos y arbustos. El análisis buscó determinar no solo si afecta a la delincuencia violenta, sino también cómo lo hace; se examinaron indicadores de pobreza y la propiedad de vivienda.

Para la modelación, los autores ocuparon los registros de delitos en 2021 a nivel de bloque y emplearon un análisis de regresión binomial negativa. Sus resultados indican consistentemente que “ambos tipos de UGS se asocian con menos delitos, incluso cuando se controlan una variedad de factores criminógenos” (Wo & Rogers, 2024, p.236).

Específicamente para los delitos violentos, una mayor cobertura arbórea, así como una mayor cobertura de vegetación no arbórea, mostraron una conexión significativa con una menor incidencia delictiva. Sin embargo, el trabajo señala que el efecto protector de los árboles era mucho más débil en las zonas con niveles de pobreza altos y donde además la propiedad de vivienda es baja. Dicho de otro modo, en zonas donde no existen tantas casas y son zonas de bajos recursos, el efecto de las áreas verdes en la disminución de delitos no surte un efecto significativo; esto hace que pierda su relevancia en la disminución de la violencia. El estudio de Wo y Rogers (2024) muestra la relevancia de investigar las áreas verdes como una variable asociada a la violencia.

Expandiendo la evidencia de la asociación negativa entre la cobertura de los árboles y la criminalidad encontrada en el trabajo de Wo y Rogers (2024) en EE. UU., la investigación de Arantes et al. (2024) se desarrolló en la ciudad de Sao Paulo, Brasil. El trabajo es relevante debido a que logra aportar datos de zonas con altos índices de criminalidad; los autores analizaron la cobertura del dosel arbóreo urbano estimado mediante imágenes satelitales para el periodo de 2017 y fue contrastado con delitos reportados en el año 2016.

Arantes et al. (2024) hizo uso de regresión de mínimos cuadrados (OLS) como base; se evaluó la autocorrelación espacial en sus residuos mediante el índice de Moran. La comparación entre modelos se basó en el criterio de Akaike. Al probar 36 combinaciones de modelos distintos, encontraron que “la mayoría de los modelos indican una relación negativa entre la delincuencia y la cubierta arbórea” (Arantes et al., 2024). Sus modelos sugieren que el incremento del 10% en la cobertura arbórea se asocia con una reducción del 1.20% en los delitos reportados, siendo esta asociación significativa y más fuerte para delitos contra la propiedad, pero persistente también para delitos violentos. El trabajo de Arantes et al. (2024) refuerza la hipótesis de que tener una mayor presencia de árboles se asocia con un nivel de criminalidad y violencia menores; de igual manera, aborda un contexto latinoamericano que puede reflejar un comportamiento similar en México.

En el trabajo desarrollado por Arantes et al. (2024), se utilizaron modelos de regresión espacial para ver si existían relaciones entre la criminalidad y las áreas verdes en la ciudad de Brasil, pero existen distintas formas de ver un problema, por ejemplo, la inteligencia artificial. Kim et al. (2024) hizo uso de este enfoque en Daegu, Corea del Sur, al analizar la correlación entre las características del entorno urbano y la incidencia de delitos, con ayuda de la inteligencia artificial explicable. Su objetivo principal fue desarrollar un mapa de delitos predictivo para evaluar de forma efectiva dónde se deberían colocar instalaciones preventivas y video cámaras de vigilancia.

Para el trabajo de Kim et al. (2024) se utilizó un conjunto de datos que incluyó reportes de delitos, puntos de interés y cobertura de suelo, población y datos económicos de la zona. Se utilizó el modelo de aprendizaje profundo llamado “XGBoost” por su alta precisión en la predicción cercana al 90%. Usando también la técnica SHAP para la interpretación del modelo. El estudio identificó un área de influencia de 20 metros mediante el análisis de buffers con la intención de establecer un umbral alrededor de las áreas verdes. A pesar de que se incorporaran variables detalladas, la complejidad de su relación con el crimen tuvo hallazgos contradictorios, tanto como que las áreas verdes pueden disuadir el delito.

Mientras que el enfoque de Kim et al. (2024) al usar inteligencia artificial arrojó resultados mixtos pero significativos, demostrando que el crimen es complejo de predecir, otro enfoque

clave para medir la seguridad que pueda brindar un área verde es a través de la percepción subjetiva de parte de los residentes. Esta percepción no solo afecta de manera directa el bienestar de las personas y su interacción con las áreas verdes, sino que también puede afectar a los patrones delictivos de manera directa, como menciona el trabajo de Mouratidis (2019) en su trabajo centrado en el análisis específico de la cobertura arbórea en la percepción de la seguridad, llevado a cabo en Oslo, Noruega.

Mouratidis (2019) estudió datos, fruto de encuestas hechas a residentes e información municipal, para examinar la relación entre la cobertura de los árboles y la percepción de seguridad en 45 barrios de Oslo. Los resultados que se obtuvieron indican una clara asociación: entre mayor cobertura arbórea urbana exista, se le asocia significativamente con una mayor percepción de seguridad en el barrio. Dicha relación positiva persiste incluso después de tener en cuenta diferencias socioeconómicas y morfológicas entre barrios. El estudio sugiere el incremento de cobertura vegetal como una estrategia efectiva para mejorar la percepción de seguridad, aunque advierte de complementar con políticas para el cuidado y mantenimiento del equipamiento.

Si bien el estudio llevado por Mouratidis (2019) se enfocó en la percepción de seguridad y no de manera directa con homicidios, sus resultados son relevantes. Primero, porque refuerza la idea de que las áreas verdes tienen una connotación positiva en los términos de seguridad urbana, y segundo, porque subraya la importancia de considerar, además de las áreas verdes, las condiciones socioeconómicas. Partiendo de la evidencia que se recabó en el trabajo de Mouratidis (2019), llego a la conclusión de que la cobertura arbórea mejora la percepción de la seguridad en Oslo. El trabajo de Lin et al. (2024) adoptó una visión un tanto más compleja para explorar las áreas verdes y su interacción social del vecindario. En este caso, lo aborda desde la salud mental en adultos mayores en China. En lugar de limitarse únicamente al efecto directo del espacio verde, el estudio lo investiga como un posible moderador, es decir, si la presencia de los espacios verdes altera la relación entre el entorno del vecindario y la salud mental.

Con ayuda de los datos proporcionados por la encuesta nacional china del 2018 combinada con datos sobre las áreas verdes, Lin et al. (2024), lograron aplicar un modelado de

ecuaciones estructurales. Dicha técnica multivariada les permitió probar la relación de variables como las relaciones vecinales, la confianza, seguridad comunitaria, y preocupación por delitos. El bienestar subjetivo sumado a la tasa de cobertura de espacios verdes se usó para intentar explicar las variaciones en la salud mental. Si bien el estudio se centra en las vías de la salud mental, es clave ya que introduce la idea del espacio verde como moderador del efecto positivo en el bienestar general de los individuos. Esta noción sirve para fundamentar aún más la relación que existe en cada uno de los espacios verdes con el entorno que lo rodea.

Para Lin et al. (2024), el uso de modelos complejos para explicar las interacciones entre el entorno, las áreas verdes y la salud mental le fue funcional; otros trabajos se centran más en teorías urbanas fundamentales y su influencia en la incidencia delictiva. La idea como “ojos en la calle” abordada por el trabajo de Vidal-Domper et al. (2024) examina si las características morfológicas que fomentan la presencia de personas en las áreas verdes influyen en la ocurrencia de delitos en el barrio de La Mariscal, en Quito, Ecuador.

Dicho enfoque intenta establecer una relación directa entre el área construida y la localización de los incidentes delictivos, más allá de la percepción subjetiva. En el trabajo de Vidal-Domper et al. (2024) utilizaron datos de criminalidad para el año de 2019. El método utilizado fue la regresión de mínimos cuadrados ordinarios (OLS), utilizada para poder estimar la correlación entre los diferentes delitos ocurridos en el espacio público y diversos indicadores morfológicos del espacio; se incluyó la distancia a plazas y parques de bolsillo, como también una medida de accesibilidad a espacios verdes.

Los resultados obtenidos por Vidal-Domper et al. (2024) mostraron que varios indicadores vinculados a la presencia de personas, el equilibrio de usos, el área de la calle y la proximidad a ciertos entornos urbanos, están correlacionados de manera significativa con el número de robos. Específicamente sobre la distancia a plazas y parques, los hallazgos fueron: una correlación negativa con delitos no violentos; mientras mayor distancia exista, menos delitos de este tipo. Sin embargo, con delitos violentos pasa, al contrario, entre más distancia, más ocurrencia, marcando un umbral de hasta 100 metros.

El estudio de Vidal-Domper et al. (2024), es relevante debido a que toca temas importantes de manera directa, como la relación entre la disposición urbana de las áreas verdes y el crimen violento en un contexto latino. Además, utiliza regresión OLS. Adicionalmente, incluye variables útiles como distancias de influencia a las áreas verdes. Sirviendo, así como un excelente punto de referencia. Ahora bien, el estudio de Vidal-Domper et al. (2024) utilizó modelos OLS para establecer relaciones entre espacios verdes y crimen; la literatura reporta hallazgos mixtos sobre la relación específica entre espacios verdes y la ocurrencia de eventos delictivos. Esto sugiere que la asociación podría no ser uniforme en todos los contextos.

Tomando directamente dicha complejidad, Wang et al. (2024) propuso en Irlanda del Norte poder repensar la asociación entre las áreas verdes y la delincuencia. Considera que puede cambiar cómo están relacionados dependiendo del tipo de vegetación dispuesta, el tipo de delito, y la tasa de crimen histórica en la zona. Para detallar estas relaciones, Wang et al. (2024) emplearon la regresión cuantílica espacial incondicional con filtrado espacial. La regresión que usó el autor, a diferencia de OLS, estima como efecto de las variables predictoras seleccionadas que la proporción de bosque varía en diferentes puntos de la variable independiente medida, para este caso la tasa de criminalidad.

En el trabajo de Wang et al. (2024), se logró demostrar que existe una heterogeneidad significativa. Esto señaló que un mayor porcentaje de praderas se asocia con una tasa baja de criminalidad, pero que el efecto solo será significativo en zonas cuya tasa histórica de criminalidad ya fuera baja; de otro modo, el efecto de las áreas verdes no era de peso. Por el contrario, una mayor proporción de bosques también se asoció con menores tasas de criminalidad, pero únicamente en áreas con tasas de criminalidad relativamente altas o en los cuantiles superiores. El patrón, según indican los autores, depende crucialmente del tipo de vegetación y del nivel de criminalidad del contexto. El estudio de Wang et al. (2024) aporta elementos clave. Primeramente, aborda directamente la relación de espacios verdes y crímenes violentos, y muestra como no hay una respuesta única, sino que depende del contexto. Se menciona que el efecto de las áreas verdes varía según el nivel de criminalidad, lo que es importante ya que muestra que no hay una respuesta única.

Siguiendo con heterogeneidad en las relaciones espaciales, Bao et al. (2023) examinaron las desigualdades en la accesibilidad a los espacios verdes usando las distancias a los espacios verdes y su vínculo con la criminalidad en Inglaterra. Para el estudio se comparó la regresión OLS con la regresión geográficamente ponderada multiescalar. El modelo OLS indicó una asociación negativa entre la distancia a los espacios verdes y la tasa de criminalidad, es decir, existe mayor crimen cerca de los espacios verdes, mientras que el modelo de regresión geográficamente ponderada multiescalar arrojó datos mixtos, mostrando que, si bien es correcto el que mientras más cerca, más crímenes, también mostró relaciones opuestas en ciertas regiones, encontrando así que entre más lejos, mayor crimen. Este estudio muestra las divergencias entre OLS y MGWR, reforzando con ello la necesidad del uso de modelos locales como el GWR.

Así como el modelo de Bao et al. (2023) utiliza modelos GWR para mapear la heterogeneidad espacial, Jonescu et al. (2023) abordaron la influencia de factores como la cobertura del dosel, pero incluyendo también factores como islas de calor y su relación con delitos violentos para un suburbio de Perth, Australia. Se empleó análisis de correlación Spearman, Pearson. Debido a la distribución de los datos, se encontraron solo correlaciones positivas limitadas. Sus hallazgos fueron débiles; si bien encontraron correlación, fue una débil. El estudio aporta resultados que enriquecen el debate del papel de las áreas verdes con respecto a la criminalidad.

Centrando ahora la atención en el tema de cuidado para áreas verdes abandonadas para poder convertirlas en espacios accesibles y seguros, Bushman et al. (2023) investigó datos de las tendencias para delitos violentos en el periodo comprendido de 2015 a 2018 en Michigan, EE. UU. Para poder comparar cambios, se utilizaron modelos aditivos mixtos generalizados, y con ello pudo encontrar que la administración y cuidado activo de las áreas verdes con la participación de la comunidad se asocia a una disminución de la densidad del crimen violento. Dicha disminución de crimen se ve aún más clara en la categoría de crimen que implique armas de fuego. El estudio muestra la importancia de tener una gestión activa de las áreas verdes como estrategia en la mitigación de la violencia.

Mientras que para Bushman et al. (2023), su punto a destacar es la administración activa de las áreas verdes, Jay et al. (2022), plantea buscar la interacción entre la cobertura de los árboles y la delincuencia en 6 de las ciudades de EE. UU. Se utilizaron modelos aditivos generalizados; en la investigación, los resultados que se encontraron fueron que, una mayor cobertura arbórea estaba estrechamente relacionada con tasas bajas de violencia. Las simulaciones sugieren que, al aumentar la cobertura de los árboles, especialmente en barrios donde son desfavorecidos, podría reducir la violencia. El trabajo de Jay et al. (2022) vincula íntimamente la criminalidad violenta con la cobertura de los árboles.

Los trabajos citados previamente se enfocaron principalmente en analizar la cobertura de los árboles y la accesibilidad a las áreas verdes, así como estudiar la relación con la criminalidad, pero Ha et al. (2022), argumentaron que se debe tener en cuenta la configuración de las áreas verdes. Se estudiaron diversas variables del paisaje, como el tamaño, la aglomeración, la distancia entre espacios, y se estudió cuál era la relación que tenían con la salud mental en Chicago; usaron modelos lineales mixtos generalizados. Pese a que no estudiaron a la violencia de manera directa, sus hallazgos son relevantes y se relacionan con lo visto anteriormente: encontraron que una distribución desagregada del espacio verde total, como muchos parques pequeños, se asocia con una menor angustia psicológica en comparación con paisajes con poco espacio verde.

Dentro del trabajo que desarrolla Ha et al. (2022), se menciona un enfoque de valiosa relevancia. Descubrió que existe una fuerte evidencia en la relación que existe entre las personas que se sienten seguras y tranquilas con la accesibilidad a los espacios verdes; este descubrimiento sugiere que, si se tienen áreas verdes al alcance de la población, la sensación de tranquilidad suele aumentar. Si bien en el estudio no se hace mención explícita de la violencia como una variable que se considere de manera directa, sí que es importante tenerla en cuenta dentro de una visión más extensa. Como menciona el trabajo de Lin et al. (2024), el factor de salud mental está íntimamente relacionado con la violencia dentro de las ciudades. Aparentemente, las personas que suelen tender a estar más tranquilas y serenas dentro de un entorno con espacios de dispersión mental como las áreas verdes, una persona que tenga menores cargas de estrés tiene menores posibilidades de ser agresor; debido a ello, la importancia de las áreas verdes es vital.

Investigando los mecanismos sociales inmersos en las intervenciones de reverdecimiento<sup>1</sup>, Gong et al. (2023) pusieron a prueba la “Teoría de las Calles Concurridas” en Youngstown, Ohio, EE. UU. Se compararon los efectos sobre la densidad de delitos violentos y el reverdecimiento con participación comunitaria. De una manera similar al trabajo de Vidal-Domper et al. (2024), se usaron modelos lineales mixtos. Gong et al. (2023), por otro lado, consideraron al reverdecimiento apoyado por la comunidad para algunos espacios, mientras que para otros se usaron a profesionales no pertenecientes a la comunidad que se encargarían del reverdecimiento de esas otras zonas. Los resultados mostraron que no solo el reverdecimiento por sí solo reduce la violencia, independientemente de quien genere el mantenimiento de los espacios, sino que la participación de la comunidad genera disminuciones mayores en la violencia de la zona. El estudio también mencionó que la importancia de que la comunidad participe en el cuidado y mantenimiento de las áreas verdes potencia los efectos positivos en la reducción de la violencia en la zona.

En otro estudio llevado a cabo en EE. UU., se analizaron 301 ciudades con ayuda de imágenes satelitales para medir mediante NDVI la cantidad de áreas verdes; este trabajo fue llevado por Ogletree et al. (2022). Contrasto los datos con el riesgo de violencia. Con ayuda del modelado multinivel se analizaron datos censales de las ciudades con los que se pudieron complementar las mediciones de áreas verdes, permitiendo ver las variaciones e intentar estimar los efectos y variaciones de la violencia.

En promedio, se encontró un efecto protector significativo: un mayor NDVI se asoció con un menor riesgo de crimen violento en las calles. Sin embargo, también se reveló una heterogeneidad considerable entre ciudades; mientras que en la mayoría de las ciudades la tendencia era negativa, en algunas otras como Chicago y Detroit, la asociación fue positiva. Este estudio aporta la evidencia a gran escala sobre el vínculo existente entre las áreas verdes y la violencia que desencadena los crímenes violentos como el homicidio, pero también

---

<sup>1</sup> restauración y creación de espacios verdes, así como la promoción de la biodiversidad local (Tourinho Guerra, 2024).

demuestra cómo se requieren identificar patrones en contextos urbanos que ayuden a mitigar la tenencia violenta.

Mientras estudios analizan a gran escala patrones en la vegetación de la ciudad, Shepley et al. (2023) llevaron a cabo una revisión estructurada de la literatura, enfocándose en estudios sobre espacios verdes y el crimen violento. Su síntesis de 10 estudios sugiere que las intervenciones como el mantenimiento de lotes baldíos, jardines comunitarios parques y vegetación de las calles muestran un potencial para reducir la violencia, aquí se refuerza la idea de Ha et al. (2022) y Lin et al. (2024), en cuyos trabajos se hace énfasis en el factor mental en la búsqueda de la reducción de violencia, pero no solo por poner arboles la violencia dejara de existir, debido a lo complejo que es el tema de la violencia se requieren de distintas variables para asegurar un resultado, una participación de la comunidad en el mantenimiento refuerza los lazos de la unidad y el apoyo dentro de una zona, esto da como resultado una percepción de la seguridad mayor ya que invita a cuidar de lo que se es parte, así mismo esta unidad ayuda a afrontar la inseguridad. El trabajo de Shepley et al. (2023), menciona que, para ayudar a garantizar el éxito de la estrategia en la reducción de violencia, es importante la programación de actividades comunitarias que coadyuven a la participación de las personas. El trabajo es relevante, ya que refuerza la idea de que el contexto importa y los mecanismos con los que se aborda también. La relación con las áreas verdes existe, pero se hará más fuerte con participación.

Shepley et al. (2023), en su trabajo, abordó el tema de participación comunitaria como una variable principal; Kvit et al. (2022) apoyó la idea ampliando este punto de vista, examinando el programa llamado “Care-A-Lot” en la ciudad de Baltimore, EE. UU. Ahí se apoya a grupos comunitarios en el mantenimiento de las áreas verdes. Mediante el uso de modelos de regresión lineal multivariable, se pudo analizar si la proporción de área verde bajo el cuidado del programa se asociaba con cambios en la densidad delictiva de la zona. Los resultados mostraron disminuciones significativas en la densidad de criminalidad en general. Específicamente para el crimen que es violento, se observó como una participación de la comunidad genera un cambio en los patrones de criminalidad. El trabajo de Kvit et al. (2022), aporta evidencia cuantitativa del efecto positivo de programas comunitarios para el cuidado y restauración de áreas verdes en la reducción de violencia del entorno.

Ahora, centrando en un tipo específico de delito y explorando efectos moderadores, Onifade, (2020) investigó cómo diferentes componentes de los espacios verdes, como el porcentaje de árboles, arbustos y pastos, influían en las tasas de asaltos en barrios de Toronto, Canadá. Con ayuda de los modelos de regresión múltiple, se encontró que existe una relación entre una mayor cantidad de árboles y pastos, con una cantidad menor de asaltos en la zona. El estudio reveló que las zonas que tenían una mejor caminabilidad<sup>2</sup> poseían un efecto protector a las personas dentro de los espacios verdes contra los asaltos; estos resultados refuerzan la idea de que las áreas verdes suelen ser más seguras.

Aportando un enfoque similar sobre los beneficios de las áreas verdes, Venter et al. (2022), aborda el análisis de la asociación que existe en las áreas verdes y sus características, como la cobertura arbórea total y la proximidad a los parques, con la tasa de criminalidad a escala nacional en Sudáfrica. Se utilizaron modelos aditivos generalizados, que permitieron relaciones no lineales. Se encontró que una mayor cobertura total del espacio verde se asociaba con tasas más bajas de criminalidad; aproximadamente un 1% de verdor se vincula a una reducción de 1.2% de violencia. Sin embargo, la relación fue compleja, ya que otras métricas como la cobertura arbórea mostraron asociaciones distintas; una mayor cobertura se asoció con más robos a la propiedad. El estudio es relevante, ya que, como se menciona, un mismo espacio puede llevar a diferentes resultados según el delito.

Expandiendo la perspectiva de los beneficios de las áreas verdes, en el trabajo de la World Health Organization (2021), exploro la relación entre distintas formas de exposición de la naturaleza, como residenciales y visitas recreativas. Para la primera categoría, siendo áreas verdes pertenecientes a las viviendas y cuyas prestaciones son exclusivas de las viviendas que se ven rodeadas, y las visitas recreativas abarcando parques y jardines públicos. El estudio contrastó las áreas verdes con la salud mental en 18 países. Utilizando modelos mixtos, lograron hallar que las visitas frecuentes a las áreas verdes se asocian con una mejora en los indicadores de salud mental. El trabajo marca un enfoque de beneficios tangibles que

---

<sup>2</sup> la posibilidad de caminar de un lugar a otro de manera ininterrumpida, y el tener una percepción de seguridad y satisfacción cuando nos podemos mover y desplazar en la ciudad para realizar actividades recreativas o necesarias. (Gómez, 2021)

las áreas verdes aportan a la ciudad. Por un lado, embellecen al espacio público, ayudan a la comunidad a ser menos violenta, dando una tranquilidad a sus visitantes y mejorando los indicadores de salud. Si bien el estudio no aborda a la violencia de manera estricta, sí que lo hace desde matices más profundos relacionados con la salud mental de las personas. Diversos trabajos sostienen que, dando una mejor calidad de salud mental a las personas, la violencia tiende a disminuir (Ha et al., 2022; Lin et al., 2024; White et al., 2021; World Health Organization, 2021).

A diferencia del estudio a gran escala como el de White et al. (2021), la investigación de Lis et al. (2021), realizada en Polonia, examinó cómo la vegetación pudiera ofrecer un escondite en parques urbanos, afectando la percepción de peligro, específicamente para estudiantes femeninas, basándose en la teoría de “prospecto-refugio”. Utilizando análisis de mediación, demostraron que una mayor efectividad de ocultamiento se correlaciona fuertemente con una mayor percepción de peligro, y esta percepción de peligro convertía completamente a la percepción negativa de determinado paisaje, es decir, los parques eran evitados porque parecían peligrosos. Aunque el estudio no determina violencia como tal, refleja que es relevante por cómo la vegetación puede jugar en contra de la percepción de seguridad. Como ya se mencionaba antes, el espacio verde juega un papel importante y, dependiendo del matiz con el que se le vea, puede ser en contra o a favor; un espacio verde cuidado jugará a favor de la seguridad.

Mientras que la investigación de Lis et al. (2021) se centra en la percepción del área verde, el trabajo de Schertz et al. (2021) investiga si el uso activo de los espacios verdes por medio de visitas medidas, los datos móviles y la actividad en general de las calles llegarían a predecir el crimen de forma independiente a la sola presencia física del verdor en Chicago y Nueva York. Con ayuda de modelos de error espacial para controlar la autocorrelación espacial de las variables y complementando con un modelado exploratorio, se pudo encontrar que tanto las visitas a los parques públicos como la actividad en la calle se asociaban negativamente con el crimen violento, explicando una varianza única. Dicho de otra forma, los datos obtenidos sugieren que al tener una mayor cantidad de gente en las calles y en las áreas verdes se podría desalentar a la generación de violencia, algo de lo que ya se

mencionaba en el estudio de Vidal-Domper et al. (2024) al sugerir la teoría de ojos en la calle.

En trabajos citados con anterioridad, se enfocaron los esfuerzos principalmente en la exploración de mecanismos centrados en la percepción de la comunidad o las asociaciones teóricas hacia las áreas verdes. Estos enfoques variados permiten comprender el espectro amplio de factores incluidos por las áreas verdes. El trabajo de Berman et al. (2021), enriquece la visión proporcionando un marco conceptual desde el enfoque emergente, la llamada neurociencia ambiental<sup>3</sup>, esto con la finalidad de intentar entender los beneficios psicológicos asociados a la naturaleza. El trabajo resume algunas teóricas clave, como la restauración de la atención propuesta por los autores Stephen y Rachel Kaplan. Dicha teórica afirma que la exposición a las áreas verdes ayuda a restaurar la atención después de periodos mentales agotadores a los que el individuo es sometido en la actual rutina. La visita a las áreas verdes ayuda al individuo a desahogar el estrés debido a factores psicológicos que favorecen la exposición a estos espacios (Berman et al., 2021; Lin et al., 2024). También destaca investigaciones que se vinculan al área verde con la seguridad; el de Berman et al. (2021), sostiene que las visitas frecuentes a los parques cuidados reducen la agresión y el crimen. La relevancia de este trabajo radica en ofrecer una justificación firme, ampliando los enfoques entre la asociación de las áreas verdes y el crimen.

Sanciango et al. (2021) examinan en su trabajo una visión que aporta un análisis temporal amplio en la correlación de las áreas verdes y la criminalidad. En su trabajo se inspeccionó la asociación para el periodo abarcado de 1986 a 2015 entre las áreas verdes promedio medidas a través del uso de NDVI, y las tasas de homicidios en EE. UU. para 290 de sus ciudades principales, con ayuda del modelado multinivel de curva de crecimiento lineal. Esta técnica estadística se utiliza para analizar cómo cambia una variable a lo largo del tiempo. Los resultados del estudio mostraron que existe una asociación negativa significativa: los aumentos promedio de las áreas verdes dentro de las ciudades estudiadas en el periodo de los

---

<sup>3</sup> Campo emergente dedicado a estudiar el impacto de los entornos sociales y físicos en los procesos cerebrales y en el comportamiento de sus usuarios (Cutieru, 2021).

30 años analizados se asociaron con una disminución en la tasa de homicidios. Sanciangco et al. (2021) presentan un trabajo de alta relevancia por mostrar evidencia que se vincula directamente con la disminución de la violencia en plazos largos.

En contraste con estudios de gran escala como el realizado por Sanciangco et al. (2021), la investigación de Lee & Movassaghi (2021) se centró en un contexto específico; las escuelas públicas de Chicago arrojaron resultados diferentes. Analizaron la relación que existe entre el área verde de los terrenos escolares con NDVI y un buffer de 100 m, eligiendo esta distancia por determinarla como área de influencia activa, y la frecuencia de incidentes de violencia estudiantil como ataques entre estudiantes, amenazas con y sin armas de fuego, usando modelos de regresión de Poisson y binomial. De manera sorprendente, se encontró que una mayor área verde en los terrenos escolares se asociaba con una mayor frecuencia de incidentes violentos entre estudiantes.

El estudio de Lee & Movassaghi (2021) es importante porque muestra evidencia contradictoria, realizando énfasis en que la relación de área verde y violencia puede depender fuertemente del contexto específico. Lu et al. (2024) y Lee & Movassaghi (2021) llegan a conjeturas similares: el factor de las áreas verdes es importante para las comunidades, pero esta evidencia contradictoria podría deberse a no considerar el factor social, como lo menciona la teoría de ojos en las calles; la intervención de la comunidad en actividades es clave para que el área verde surta efectos aún más fuertes sobre la sociedad.

Cambiando el foco hacia consideraciones que puedan influir de manera directa con la violencia, Groff (2011) investiga la exención espacial precisa de la influencia de los lugares donde se vende alcohol sobre la densidad delictiva en Seattle, EE. UU. Comparo buffers de distancia euclidiana partiendo de 10 en 10 metros hasta llegar a 100 versus buffers basados en la red de calles a diferentes escalas, usando cocientes de localización. El estudio concluyó que los buffers de red de calles capturaban de forma más precisa la influencia, la cual se concentra fuertemente en los rangos de 122 a 366 metros y decae rápidamente. Ahora bien, este trabajo se incluye ya que se decidió usar la variable de bares extraída del DENU para el estudio presente a desarrollar; la influencia del alcohol se consideró debido a la

distribución de horarios en los que se cometían más homicidios en la Ciudad de México y el uso común de actividades nocturnas que se le da a estos lugares.

Partiendo de otro enfoque, el trabajo de Sukartini et al. (2021) adopta una visión experimental para inferir la causalidad de los incidentes violentos, evaluar las pérdidas o ganancias de áreas verdes urbanas y la probabilidad de crimen en 3 ciudades en Indonesia. Para ello uso una regresión OLS; se compararon los cambios en la probabilidad delictiva para el periodo abarcado de 2014 a 2018 en los barrios que ganaron áreas verdes, llegando a asociar estos aumentos con una reducción en la ocurrencia de delitos, cerca del 13.4% para el crimen en general, mientras que la pérdida de áreas verdes haría el efecto contrario, dando un aumento en la incidencia de delitos. El trabajo de Sukartini et al. (2021), aporta pruebas de cómo las áreas verdes afectan los patrones de criminalidad por mostrar un impacto positivo en la ciudad.

En estudios como el de Sukartini et al. (2021), se hizo uso de diseños experimentales que contrastaban al aumento o disminución de áreas verdes con la incidencia de delitos, por otro lado, el trabajo de Branas et al. (2020), aporta una revisión amplia de la literatura con un enfoque práctico de estrategias que han resultado efectivas para la reducción de la violencia sin depender del apoyo policial, esto para EE. UU., revisando la evidencia de múltiples estudios y modelos, se logró destacar evidencia sobre la relación del espacio verde y la criminalidad, para la ciudad de Filadelfia, demostraron que el cuidado consistente con actividades como limpieza, siembre y mantenimiento, así como el reverdecimiento de las áreas verdes lleva a una reducción en el crimen violento, uno de los crímenes que más se vio disminuido fue el que hacía uso de armas de fuego, cuyo final en muchas ocasiones termina en homicidios violentos. También se señaló que la percepción de la seguridad en la zona aumentaba con estas medidas. Aunque es una revisión, su relevancia radica en la evidencia sólida que respalda el reverdecimiento de las áreas como una estrategia efectiva en la reducción de la violencia, y hace hincapié en la importancia de la intervención en el cuidado y mantenimiento de las tareas.

Branas et al. (2020), ofreció una revisión de diversos estudios, mientras que el trabajo de Onifade (2020) analizó la relación de delitos callejeros ocurridos en Toronto, Canadá. En el

escrito, examinó la correlación de diversas variables del espacio verde, como la densidad de tallos, área basal y densidad de dosel, en contraste con la tasa de asalto y robo violento. Se usaron modelos de rezago espacial y de error espacial empleando GeoDa para controlar la autocorrelación espacial; se logró hablar de que una mayor densidad de árboles se asociaba significativamente con tasas más bajas de asaltos. El estudio es relevante por vincular variables como la arborización con la reducción de delitos violentos y por usar modelos de regresión espacial.

De acuerdo con estudios como el de Onifade (2020), cuyo modelo entrega una relación entre el verdor y las tasas delictivas, indica que además el tipo de vegetación importa. Por otro lado, trabajos como el desarrollado por Bogacka (2020) se centran en la percepción de seguridad; el trabajo fue desarrollado en Poznań, Polonia. Usando el análisis descriptivo de encuestas a usuarios realizadas a 501 personas y basándose en principios de prevención del crimen a través del diseño ambiental, logró identificar factores que influyen en la percepción. Halló que elementos como la iluminación y la video vigilancia aumentaban la sensación de seguridad, mientras que el vandalismo, la presencia de personas sin hogar o el consumo de alcohol en los alrededores la disminuían. Este estudio aporta un enfoque que muchas veces se da por sentado, pero es fundamental en los espacios públicos: la iluminación y vigilancia juegan un papel determinante en la seguridad. Los espacios verdes suelen tener convivencia de la comunidad en actividades diurnas, pero por la noche suelen ser solitarios y no incitar a la convivencia. Si el área verde cuenta con equipamiento adecuado, se puede convertir en una zona segura tanto de día como de noche.

La investigación de Kim & Miller (2019) buscó evaluar los beneficios de las áreas verdes utilizando pruebas estadísticas; por ejemplo, examinaron efectos positivos en la salud y el bienestar, incluyendo, como algunos autores ya han hecho anteriormente, citados la percepción de la seguridad, asociados a dos principales tipos de infraestructura: los senderos y un parque ubicados en Blacksburg, Virginia, EE. UU. Mediante el análisis de los datos proporcionados por las encuestas realizadas, realizando correlaciones y regresiones simples y ANOVA, encontraron que los usuarios reportaban un bajo nivel de preocupación por la seguridad. Además, se vinculó que existen beneficios psicológicos, físicos y de apego al

lugar. Este estudio es relevante por la asociación de tipos específicos de área verde con una percepción favorable de la seguridad.

Mientras que Kim & Miller (2019) desarrollaron un trabajo enfocado en las percepciones y el bienestar, estudios como el de Mak & Jim (2018) se enfocaron en los factores que generan miedo en los parques urbanos de Hong Kong. Usando análisis de encuestas a usuarios con pruebas t y ANOVA. Lograron categorizar y evaluar diversos factores que influyen en la percepción de las áreas verdes; encontraron que los problemas de diseño y gestión como la recolección de basura, el mantenimiento deficiente y la vegetación obstructiva elevan el sentido de inseguridad en el lugar. Este estudio refuerza el pensamiento de que los parques pueden tener dos caras de la moneda en seguridad: por un lado, un parque adecuadamente cuidado, e iluminado, como mencionaba Bogacka (2020), potencia la seguridad que ya de por sí genera un área verde, pero un parque mal cuidado y poco vigilado eleva la sensación de inseguridad.

Como se puede apreciar, los estudios como el de Mak & Jim (2018) analizan factores de miedo; la investigación de South et al. (2018), por otro lado, aporta evidencia causal mediante un ensayo controlado aleatorio por conglomerados en Filadelfia, EE. UU. Este estudio evaluó el impacto de una intervención estandarizada de reverdecimiento en áreas verdes sobre la salud mental de los residentes cercanos, usando regresión de efectos aleatorios y análisis de diferencias en diferencias. Hallaron principalmente que la intervención de reverdecimiento mejoró significativamente la salud mental; el área verde logró influir de manera favorable, reduciendo sentimientos de depresión e inutilidad, sobre todo en barrios de bajos ingresos. La salud mental juega un papel fundamental en el desarrollo de la criminalidad, más aún en el homicidio. Si bien existen diversas causas para cometer un incidente, es un hecho que al cometerlo no está en los rangos sanos de salud mental; los efectos de la intervención mencionada logran demostrar una reducción en el crimen violento.

De manera complementaria al trabajo de Mak & Jim (2018), en el estudio de Heinze et al. (2018), se utilizarían modelos multinivel para evaluar específicamente el reverdecimiento de un programa llamado “Clean & Green”. En este programa se apoya de la participación comunitaria para reverdecer espacios de lotes baldíos y convertirlos en espacios de áreas

verdes públicas en Flint, Michigan, EE. UU. Analizaron datos en un periodo de 5 años, abarcando de 2009 a 2013. Los resultados mostraron reducciones de casi el 40% en asaltos y crímenes violentos. Este estudio logra aportar fuerte evidencia que respalda la teoría de “ojos en la calle” y el impacto del reverdecimiento comunitario en la reducción de la violencia.

Ahora, mientras que Heinze et al. (2018) tuvo un enfoque de evaluar la intervención para reverdecer lugares específicos, Schusler et al. (2018) compararon los efectos de dos tipos de áreas verdes existentes: cobertura de dosel arbóreo vs. porcentaje de área de parque. Se hizo sobre diversas tasas de criminalidad en distritos de Chicago, EE. UU. Utilizaron modelos lineales generalizados con distribución binomial negativa. Los resultados mostraron que una mayor cobertura arbórea se asocia con unas tasas más bajas de asalto, agresión, robo y narcotráfico, pero no con las tasas de homicidios. Por lo que el porcentaje de área verde en el parque no mostró asociaciones significativas con los delitos violentos que privan de la vida. Este estudio es relevante por encontrar las diferencias de los efectos con distintos tipos de delito violento.

El trabajo de Schusler et al. (2018), si bien no encontró una relación significativa con respecto a los homicidios, sí que encontró relación con otro tipo de delitos que fácilmente pueden escalar a convertirse en un homicidio. Cho et al. (2018) lograron encontrar una relación al estudiar la vitalidad de la vegetación (NDVI) y los delitos de alto impacto en Seúl, Corea del Sur, todo esto bajo el enfoque CPTED. Utilizando análisis de correlación, regresión OLS y, destacadamente, regresión geográficamente ponderada, encontraron una asociación negativa significativa: entre mayor vitalidad vegetal existía menor ocurrencia de homicidios, robos y violencia en general. El estudio es particularmente relevante por encontrar un vínculo directo entre el verdor y la reducción de homicidios y, por emplear explícitamente modelos de regresión OLS y GWR.

De manera similar al de Mak & Jim (2018), en el escrito de Burley (2018), se evaluó el impacto del reverdecimiento de las áreas verdes en la ciudad de Portland, Oregón, EE. UU., estudiando los efectos de la plantación de nuevos árboles en la calle y analizando su impacto sobre los recuentos de delitos violentos en el periodo de 2011 a 2015. Se usó modelado

multinivel con retardo temporal. Esto permitió examinar las correlaciones que existen; se halló una correlación negativa que indica que un mayor número de árboles nuevos plantados se asoció con menos delitos violentos. El efecto fue más pronunciado en barrios de menores ingresos. El estudio es fundamental por aportar evidencia que habla del efecto beneficioso de plantar árboles nuevos en la reducción de la violencia, especialmente en zonas no favorecidas económicamente.

Siendo que Burley (2018) evaluó la plantación de árboles nuevos y se vieron cambios significativos en la disminución de violencia, Sypion-Dutkowska & Leitner (2017) analizaron cómo los patrones de uso de suelo existentes, incluyendo áreas verdes, influían en la distribución espacial de diversos delitos violentos en Szczecin, Polonia. Usando el análisis exploratorio en SIG, principalmente usando buffers anidados y el cálculo del cociente de localización de crimen, lograron identificar a las áreas verdes como detractoras del crimen. Específicamente, encontraron que las densidades delictivas son inferiores al promedio por delitos de alto impacto, que están en la vecindad inmediata entendida de 0 a 50 metros a la redonda del área verde. El trabajo se hace relevante por establecer un parámetro de distancias de contigüidad, también por indicar un efecto disuasorio de las áreas verdes sobre la criminalidad.

### Nacionales:

Centrándose en México, Trejo et al. (2024) inspeccionan en el periodo de 2015 a 2022 a los homicidios mediante la propuesta de un análisis comparativo de modelos de regresión. Esta propuesta se centró en analizar cómo el contexto socioeconómico donde ocurrían y las condiciones climáticas, afectaban a la distribución delictiva a lo largo del tiempo. De manera puntual, el trabajo desarrolla una comparación explícita entre los modelos lineales de mínimos cuadrados ordinarios, mínimos cuadrados generalizados, mínimos cuadrados ponderados, regresión geográficamente ponderada, y regresión geográfica y temporalmente ponderada (OLS, GLS, WLS, GWR y GTWR), todo esto implementado mediante el uso del lenguaje Python. A pesar de que el trabajo no incluyó variables de áreas verdes, los resultados del trabajo mostraron que los modelos espaciotemporales ofrecen un mejor ajuste para explicar los homicidios en México. El estudio es importante a mencionar, pues analiza

homicidios en México y valida el uso de estos modelos para analizar la heterogeneidad por sobre los modelos generales.

Para el estudio llevado a nivel nacional sobre modelos regresivos por Trejo et al. (2024), donde se compararon modelos regresivos, se logró explicar de mejor manera la heterogeneidad con modelos temporales. Carrillo-Brenes & Vilches-Blázquez (2024), por otro lado, centraron su atención específicamente en la Ciudad de México durante el periodo de 2019 a 2022, caracterizando patrones espaciotemporales de otro tipo de delitos violentos: el abuso sexual infantil. Utilizando descomposiciones de series temporales y análisis de autocorrelación espacial de Moran, tanto local como bivariado, identificaron tendencias temporales conglomeradas espaciales significativas de este delito, explorando la relación con las variables socioeconómicas. Aunque el estudio no analizó homicidios ni áreas verdes, es altamente relevante por el contexto geográfico y temporal, por la aplicación de métodos estadísticos espaciales y por su estrecha relación con el crimen, ya que este tipo de crímenes de abuso sexual no suele terminar con matices pacíficos.

Por otro lado, trabajos como el de Núñez (2021) se enfocaron en la dinámica de los espacios verdes urbanos en la Ciudad de México, utilizando inventarios oficiales y analizando espacialmente mediante SIG, especialmente matrices de transición para el periodo de 2000 a 2008; midieron los cambios en la cantidad, tipo y gestión de las áreas verdes. El estudio confirma un aumento en las áreas verdes gestionadas públicamente, pero simultáneamente una pérdida de áreas verdes privadas e informales. El trabajo menciona una reducción de inseguridad como beneficio de la ganancia de áreas verdes; aunque no la vincula con los homicidios explícitamente, es fundamental, pues ofrece información detallada sobre el cambio en las áreas verdes en la Ciudad de México, un antecedente clave para el análisis.

Complementando el trabajo de la dinámica de áreas verdes en Ciudad de México escrito por Núñez (2021), la investigación de González (2020) se centró en la relación de las áreas verdes, la segregación urbana y la calidad de vida. Usando índices de segregación, el coeficiente de Gini y, principalmente, modelos de ecuaciones estructurales, el estudio confirmó una significancia desigual en distribuciones espaciales de las áreas verdes en Ciudad de México. Además, los resultados del modelo indicaron que las áreas verdes como

elementos del hábitat tienen un efecto positivo para la calidad de vida de los habitantes, mientras que los procesos de urbanización tienden a deteriorarlas. El estudio recalca la importancia del uso de las áreas verdes en el entorno de los individuos para mejorar la calidad de vida; las áreas verdes presentan distintas ventajas por sí solas y a esto se le suma mejorar la vida de sus habitantes. El estudio es importante por documentar la desigualdad en el acceso a las áreas verdes y su vínculo con el bienestar.

Para el estudio llevado por Martínez Soto et al. (2016), se estudió evidencia específica sobre la percepción de la seguridad en el valle de México; se analizó el impacto de las áreas verdes, tanto de las que pertenecen al entorno urbano como las que están próximas, la frecuencia de visitas y esto se contrastó con la percepción de la seguridad. Para poder analizar los datos se usó el modelado de ecuaciones estructurales. El trabajo se enfocó en corroborar los efectos positivos de tener cerca las áreas verdes en caminos por la noche. El efecto de tener las áreas verdes cercanas a los caminos contribuye a aumentar las frecuencias de visitas y tránsito a la zona; el tener más tránsito en un camino aumenta la percepción de seguridad. Podemos ver que caminos con vegetación aumentan la posibilidad de transitarlas y esto mejora la afluencia de personas caminando cerca, lo que mejora la convivencia y contribuye a percibir el espacio como más seguro al tener “ojos en la calle” (Martínez Soto et al., 2016; Vidal-Domper et al., 2024).

La exploración de la literatura de antecedentes muestra evidencia de que la relación entre las áreas verdes y la criminalidad existe, pero es compleja, y multidimensional, particularmente con crímenes violentos, incluidos los homicidios. Los diferentes contextos en donde se vieron realizados los estudios, siendo contextos particulares tanto nacionales como internacionales, muestran que la relación es relevante; se ha demostrado que las áreas verdes urbanas, su configuración, accesibilidad y gestión influyen en la percepción, así como en la ocurrencia real del delito. Pese a todo ello, la influencia no es uniforme, varía según el contexto, el tipo de vegetación, el tipo de delito, la condición del entorno socioeconómico y la participación de la comunidad.

Estudios actuales como los citados anteriormente refuerzan la utilidad de usar modelos estadísticos avanzados, que sean sensibles espacialmente para poder captar la heterogeneidad

territorial en la relación de la criminalidad y las áreas verdes en la Ciudad de México. Por tanto, se justifica el enfoque de esta investigación, en el cual se busca comparar diferentes modelos de regresión para evaluar con precisión la influencia de algunas variables en la distribución de homicidios dentro de la Ciudad de México; esto contribuirá a aportar evidencia para la toma de decisiones.

## Objetivo general

Implementar un enfoque comparativo automatizado que integre análisis estadístico descriptivo y cartografía espacial para evaluar la eficacia de modelos de regresión lineal ordinaria (OLS), regresión generalizada (GLS), regresión ponderada por mínimos cuadrados (WLS) y regresión geográficamente ponderada (GWR) en el estudio de los homicidios y su relación con variables como áreas verdes, urbanización y condiciones socioeconómicas en la Ciudad de México durante el periodo 2019–2024.

## Objetivo particular

- Revisar conceptualmente las principales teorías que relacionan la planificación urbana, el acceso a áreas verdes y la seguridad pública, enmarcando el problema desde una perspectiva territorial, multivariable y socioambiental.
- Desarrollar un sistema automatizado de comparación entre modelos de regresión lineal tradicional (OLS, GLS, WLS) y modelo de regresión geográficamente ponderada (GWR), considerando variables como áreas verdes, urbanización y condiciones socioeconómicas.
- Producir representaciones gráficas y mapas temáticos que faciliten la interpretación de las relaciones entre las variables, con énfasis en la distribución de áreas verdes y su impacto potencial en la incidencia de homicidios.
- Visualizar de forma automatizada los resultados mediante herramientas de cartografía automatizada y estadística, priorizando la claridad en la comunicación de hallazgos para tomadores de decisiones.

## Método

La investigación busca analizar la interacción que existe entre la dinámica urbana en Ciudad de México, respecto de la incidencia de los homicidios, centrando la atención en la interacción de las áreas verdes y algunas variables socioeconómicas, usando un proceso

automatizado de 15 pasos, como podemos ver en la figura 1. El trabajo tiene un enfoque metodológico mixto. Por un lado, combinas técnicas de análisis espacial y estadístico para poder mostrar patrones espaciales y correlaciones; por otro, muestras estadísticas clave para el análisis de los incidentes al analizar sus distribuciones temporales. La metodología se concentra en una serie de procesos numerados que cumplen con la misión de procesar, examinar y visualizar los datos de manera clara. Los pasos para completar el proceso consisten en crear un entorno virtual con las herramientas a manejar para la gestión de la información geoespacial; en esta etapa se descargan y preparan los insumos necesarios. A continuación, se lleva a cabo un análisis de exploración de la distribución de casos en la Ciudad de México de manera temporal, analizando su interacción con las áreas verdes para identificar patrones. Finalmente, se implementa una comparativa de modelos OLS, WLS, GLS y GRW, con la finalidad de evaluar su desempeño al medir la heterogeneidad espacial del fenómeno de homicidios.

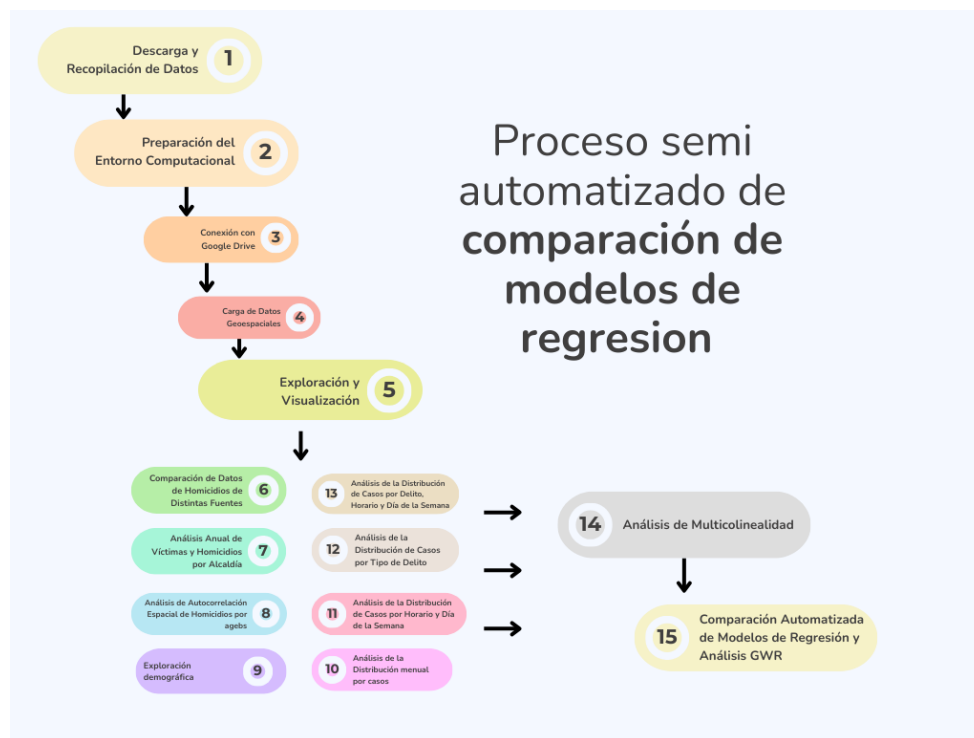


Figura 1: Metodología, elaboración propia

## Descarga de datos

En este trabajo se integran datos de distintas fuentes oficiales, mismas que se agregaron en los anexos en un repositorio para su análisis y uso; el uso de estas fuentes sirvió de base para construir una visión que permita analizar de manera amplia el fenómeno de homicidios en la Ciudad de México.

- Características de vivienda a nivel AGEB: esta información fue extraída del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Presenta información detallada sobre las condiciones de las viviendas. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023).
- Índice de marginación: Datos descargados del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Los datos permiten evaluar la relación entre la marginación y los homicidios (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2022).
- Áreas verdes de la Ciudad de México: estos datos fueron descargados de la Secretaría del Medio Ambiente. La fuente proporciona información sobre la ubicación y extensión de las áreas verdes, elemento clave para analizar su influencia en los homicidios (Secretaría del Medio Ambiente, 2023).
- Víctimas en carpetas de investigación: los datos de homicidios proceden de la fiscalía general de justicia de la Ciudad de México. Esta fuente facilitó información detallada sobre las características de las víctimas de homicidios, así como lo concerniente a las ubicaciones de los sucesos, incluyendo datos detallados (Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México, 2024).
- Características demográficas de AGEB (censo 2020): estos datos fueron descargados del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Los datos complementaron la información de viviendas, ofreciendo un panorama más amplio (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2023).
- Población por alcaldía entre 1909 y 2020: datos obtenidos del Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva. Estos datos fueron necesarios para corroborar los datos estadísticos en poblaciones (Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva, 2022).
- Carpetas de investigación: datos extraídos de la Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México. Esta fuente proporcionó datos de homicidios complementarios, incluyendo información de ubicación de suceso, fechas y características (Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México, 2024).

En esta etapa se prepararon todos los datos, se le limpiaron las capas de información, se homologaron las proyecciones y se unieron en un data frame único para poder ser utilizado. A los homicidios les fue aplicada la intersección con las capas vectoriales de AGEBS para tener conteos precisos de los incidentes por sexo, edad, tipo de delito, etc. De igual forma, se

adecuaron los datos para poder ocuparlos con seguridad de que estuvieran en una escala relativizada.

## Preparación de entorno computacional

Esta primera etapa de la metodología se centra en la preparación del entorno; este paso consistió en garantizar la correcta ejecución de los siguientes análisis. Para ello fue importante la correcta gestión de las dependencias de software, con el fin de evitar conflictos en el código. Dentro de esta investigación y para el desarrollo completo de la herramienta, se hizo uso del lenguaje de programación Python en su versión 3.11, usando el cuaderno de Colab perteneciente a la firma de Google. Para hacer uso de la herramienta, fue necesario primeramente realizar una desinstalación de ciertas bibliotecas, ya que al usar el ambiente de Colab se instalan las versiones más nuevas y no siempre suelen ser compatibles con funciones probadas. La incompatibilidad de las nuevas versiones supone un problema que se puede evitar mucho antes de que suceda, así que se deberán desinstalar con el comando “!pip uninstall” para las librerías Numpy, Pandas, GeoPandas, Pygeoes, Fiona, Pysal, ESDA, Splot, Libpysal, el cual dejará limpia la instalación de las versiones que se usaran, ver figura 2.



Figura 2: Librerías clave, Elaboración propia, con base en liberarías usadas

Seguido de la limpieza previa, se procede a la instalación de las librerías compatibles en el entorno, la librería de Numpy versión 2.0.0, la cual es esencial ya que se utiliza para los cálculos numéricos, proporciona una estructura a los datos dentro del entorno, así como funciones que optimizan su manejo; también brinda la facilidad de manejar matrices, lo que lo hace eficiente para el estudio de homicidios. Pandas versión 2.2.2, proporciona la función de análisis y manipulación de datos estructurados, convierte dentro del entorno a los datos en DataFrames, los cuales son estructuras organizadas de los datos, una copia virtual para el manejo de la información. Esta librería permite tareas de transformación, limpieza y exploración de los datos.

Una vez instaladas las dos librerías base, se pueden instalar las librerías especializadas para el análisis de los patrones espaciales, las librerías Geopandas, Pysal, Lubpysal, ESDA y Splot serán las encargadas de las funciones a desarrollar; estas se instalarán usando el comando “!pip install”. La librería Geopandas es una extensión de Pandas, pero tiene una particularidad: esta incluye el soporte de los datos geográficos, lo que permitirá el manejo de coordenadas. La librería Pysal, proporciona herramientas y métodos para el análisis geoespacial, técnicas como el análisis de correlación espacial, el cual se usará en los pasos posteriores. La librería Libpysal posee las bases algebraicas para el buen funcionamiento de Pysal; la librería ESDA será la encargada de facilitar la identificación de patrones espaciales, de clusters y calores atípicos; la librería Splot servirá de complemento para las librerías ESDA y Pysal para proporcionar visualizaciones en la presentación de resultados en el análisis posterior.

El conjunto de estas bibliotecas de Python proporciona las herramientas clave necesarias para la implementación del proceso geoespacial, desde la manipulación de los datos, el modelado de la estadística y la visualización de los resultados en la investigación. Además de las ya mencionadas bibliotecas, se hizo uso de otras complementarias, las cuales sirvieron en conexión para funciones específicas dentro del código comparativo de modelos de regresión y deben ser mencionadas.

- Matplotlib: Esta librería se utilizó en la generación de gráficos para la visualización de la estadística y contenedor de los mapas resultantes.

- Scikit-learn: la librería da las herramientas para el análisis de los homicidios mediante modelos de regresión generales y técnicas de procesado previo en el tratamiento de los datos.
- Statsmodels: El uso de esta librería permite la estimación de modelos estadísticos, y la exploración de datos.
- MGWR: Es una librería diseñada para el análisis geoespacial; esta librería brinda la oportunidad de generar análisis de autocorrelación espacial y modelización de regresión geográficamente ponderada.

## Conexión con Google Drive

El paso que se siguió a continuación consistió en establecer la conexión con Google Drive, previamente las capas de información debidamente revisadas con el mismo EPSG, y cargadas en el drive. La plataforma de almacenamiento en la nube de Google permite la conexión con el entorno donde se llevó a cabo este trabajo. Este paso fue esencial para acceder a los archivos. La conexión se realiza mediante la ejecución del script mostrado en el código 1.

```
from google.colab import drive
#conectar con drive
drive.mount('/content/drive')
```

Código 1: Script de conexión a drive, elaboración propia, con base en Google (2025)

Python utiliza el módulo “drive” para proporcionar las herramientas de interacción con Google Drive; permite la transferencia de datos entre ambas plataformas. La función “mount()” del módulo “drive” se ocupa para especificar el punto de montaje dentro del sistema, donde se accederá a los archivos. Al ejecutar este script, se solicita permiso de ejecutar para hacer saber que se hará uso de los datos que tenemos guardados en el drive, ver figura 3.



Figura 3: Interacción de plataformas Colab-Drive, elaboración propia

## Carga de datos espaciales

Una vez que se estableció la conexión con la nube mediante Google Drive, el siguiente paso es la definición y carga al entorno de los datos a utilizar. En el paso anterior se realiza la conexión, pedir acceso a que podamos usar los datos, pero en este paso solicitamos explícitamente las capas. Los archivos fueron almacenados en formato GPKG, el cual contenía información geográfica y atributos que se ocuparon. Se definieron las rutas de acceso a 5 archivos, los cuales contenían la información relevante previamente compilada; ver código 2.

```
file_path1 = '/content/drive/My Drive/CapasH/AGEBS/AGEBS_data.gpkg'  
file_path2 = '/content/drive/My Drive/CapasH/alcaldias/Alcaldias_TasasHom.gpkg'  
file_path3 = '/content/drive/My Drive/CapasH/Delitos/homicidios_AV.gpkg'  
file_path4 = '/content/drive/My Drive/CapasH/Procesos/victimasPGJ.gpkg'  
file_path5 = '/content/drive/My Drive/CapasH/Delitos/homicidios.gpkg'
```

Código 2: Capas usadas en el proceso, elaboración propia, con base en Google (2025)

Estas capas fueron las que se usaron para el análisis. La capa “AGEBS\_data.gpkg” contenía todos los datos relevantes de las AGEBS; aquí ya se había previamente realizado un compilado mencionado en el proceso 1, en donde datos socioeconómicos fueron almacenados, datos de viviendas y los conteos de los homicidios en cada AGEB, también el porcentaje de áreas verdes, entre otros datos que se abordarán más adelante. La capa 2, muy similar a la anterior, solo que en ella se realiza una sumatoria de los datos en las AGEBS, es decir, el grado de granularidad era menor, conteniendo en esencia los mismos datos a una escala mayor que las AGEBS.

La capa 3 contendría los datos vectoriales de los homicidios ocurridos en las áreas verdes; mediante una intersección previa en el programa de QGIS, se extrajeron todos los homicidios y sus datos que estaban dentro de las áreas verdes. Para la capa 4 se tomó la información de las víctimas; esta información sirvió para complementar los homicidios que, aunque eran de la misma fuente, tenían discrepancias entre ambas bases de datos. Por último, la capa 5, donde vendrían a ser los homicidios ocurridos en el resto de la Ciudad de México; todos aquellos homicidios y sus datos que no caen en áreas verdes estaban recopilados en esta capa.

Se crearon, por tanto, 5 GeoDataFrames; cada uno contendría la información de los datos geoespaciales cargados desde su respectivo gpkg. Estos GeoDataFrames serían la base del resto de procesos.

## Exploración y visualización

Con la finalidad de obtener una comprensión inicial de los datos contenidos en el GeoDataFrame 2, se ha realizado un proceso de exploración y visualización (ver figura 4) de las tasas de homicidios de diferentes categorías. Este proceso exploratorio se compiló varias veces para diversas clasificaciones de homicidios. Primeramente, se midió cuál era el número total de homicidios fuera de las áreas verdes. Como comentaban Kim & Miller (2019), los homicidios no deberían suceder con mayor frecuencia dentro de las áreas verdes, sino fuera de ellas.

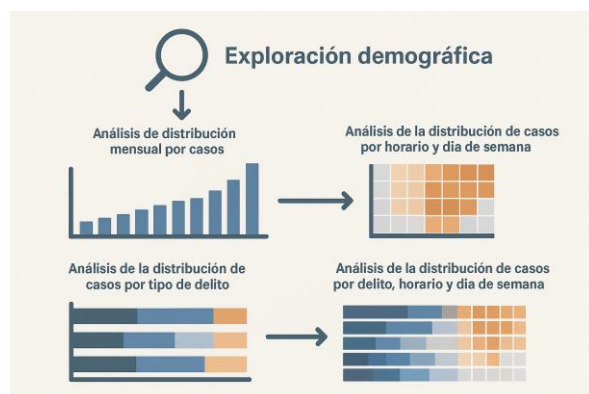


Figura 4: Proceso de exploración, elaboración propia

Debido a ello también se analizó con el procesado de visualización de incidentes el número anual de homicidios que ocurrieron dentro de las áreas verdes por municipios, en esta etapa se deseó corroborar de igual manera lo comentado por Sypion-Dutkowska & Leitner (2017), donde hacía mención del área inmediata de influencia, lo que debería marcar un aumento de homicidios conforme se aleje de las áreas verdes, pero aun siendo menores que cuando se pasen los umbrales de 50 metros, por lo que atendiendo a los autores Groff (2011), Lee & Movassaghi (2021) y Vidal-Domper et al. (2024), los cuales mencionan que un área verde pierde su influencia a los 100 metros definitivamente se consideró también mostrar de manera precisa la cantidad de homicidios ocurridos en un área de 50 a 100 metros fuera de las áreas

verdes, ver figura 5. De manera contrastante, se tuvo en cuenta ver la totalidad de homicidios ocurridos a nivel de alcaldía para notar posibles patrones.

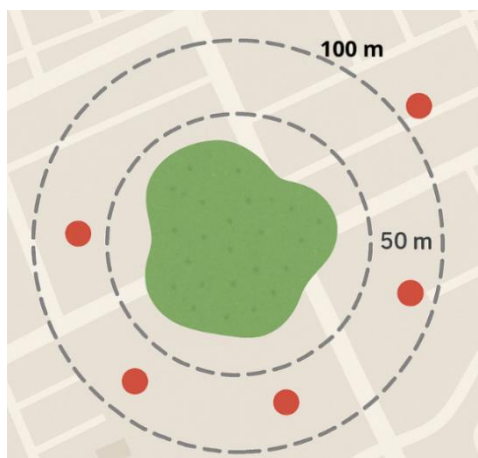


Figura 5: Zonas de influencia de áreas verdes, elaboración propia

En cada iteración, se configuró la biblioteca de Pandas para mostrar las columnas referentes dentro del DataFrame para graficar estos cambios y se procedió a realizar tasas de homicidios por cada mil habitantes en las alcaldías, considerando el dato estadístico proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023), las tasas se generaron por cada 100,000 habitantes para los homicidios dentro de las áreas verdes, fuera de las áreas verdes, a 50 metros de las áreas verdes y a 100 metros de las áreas verdes; este proceso se realizó por años, partiendo desde el 2019 a 2024.

### Comparación de datos de homicidios de distintas fuentes

El análisis de la información requirió de la integración y comparación de datos provenientes de dos distintas fuentes, cada una con características temporales distintas. Los datos de las carpetas de investigación con la denominación “víctimas” comprendían un total de 8152 registros que abarcaban desde 2018 a 2024; detalles como la edad, sexo, tipo de personas, calidad jurídica venían dentro de estos datos. Por otro lado, los datos de las “carpetas de investigación” que contenían 10,113 registros cubrían un periodo abarcado de 2016 hasta septiembre de 2024, pero carecían de la información detallada presente en los datos de víctimas. Estas diferencias plantearon un desafío en la comparación; al restringir el análisis

al mismo periodo de 2019 a 2024 para ambas fuentes, se logró observar una diferencia de 293 registros, con un mayor número de registros en el archivo de víctimas.

Luego de dar con la diferencia, se hicieron comparaciones espaciales para determinar si efectivamente estos registros eran los mismos. Al comparar las coordenadas espacialmente, se encontró que solo 7374 registros cumplían con ubicaciones similares considerando un margen de 10 metros. Para abordar estas diferencias y obtener una visión más clara de la situación, se implementó un proceso de comparación, ver figura 6.

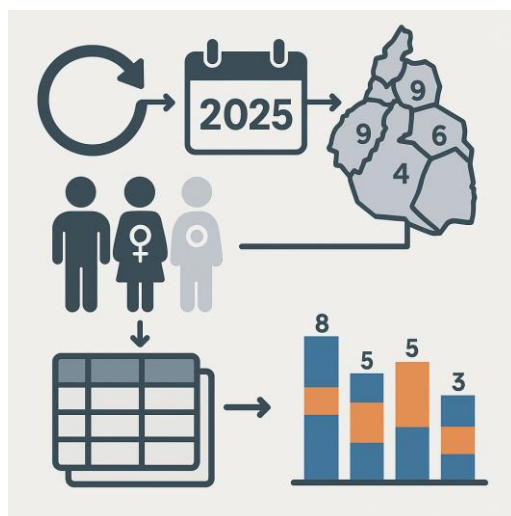


Figura 6 Proceso de comparación, elaboración propia

- Dentro de una iteración de bucle se realizó el siguiente proceso:
- Se filtraron los datos para el año actual y se calcularon los conteos de víctimas por alcaldía, desagregando por sexo, masculino, femenino y no especificado.
- Se calculó un conteo de homicidios por alcaldía por años.
- Se combinaron los conteos de las víctimas y carpetas de investigación en un único DataFrame para facilitar la visualización.
- Se crearon gráficos comparativos de barras apiladas para representar el número de víctimas por alcaldía y sexo, y en una barra separada el número de homicidios de las carpetas de investigación.
- Se añadieron etiquetas a las barras para visualizar los conteos.

Este proceso, además de la comparación espacial, permitió corroborar la distribución de víctimas y homicidios de las carpetas de investigación, revelando discrepancias entre ambas fuentes, dicho sea de paso, de la misma dependencia.

## Análisis anual de víctimas y homicidios por alcaldía

Para el proceso de análisis, se profundizó en la comparación de la información de homicidios. Se optó por generar una comparación más fina para determinar similitudes en los registros y generar una sola capa que contuviera todos los datos sin caer en duplicados, integrando así un conteo definitivo a la capa de AGEBS y alcaldías.

El proceso se inició mediante la conversión de los valores en la columna que contenía el año, convirtiéndole en tipo entero. Este proceso asegura que se pudiera tener una comparación temporal precisa en ambos DataFrames. El análisis principal se realiza mediante un bucle que itera sobre los años de 2016 a 2024, compara las fechas, horas y geometrías; ver figura 7.



Figura 7: Proceso de filtrado, elaboración propia

Se filtraron los datos de ambos conjuntos para generar un desagregado de conteos en gráficas comparativas; esto permite ver de forma más sencilla las diferencias en las temporalidades necesarias. Se obtuvieron los conteos para los periodos de 2019 a 2024, se combinaron los conteos de víctimas y homicidios, y se hizo el filtrado comparativo descartando los registros duplicados. Para poder generar esta comparación, se tomó un margen de 10 metros espacialmente, y un periodo de 20 minutos en margen temporal, ver figura 8.

Un registro que cae geográficamente en el mismo punto, pero son de años distintos, no será considerado como duplicado; sin embargo, si el registro cae en el punto y tiene a otro relativo a 10 metros en un margen de hora de 20 minutos sucedidos en la misma fecha, se marca como posible duplicado. Este filtrado al final se revisa para descartar falsos positivos y se genera un DataFrame único con el que se generan los conteos finales.

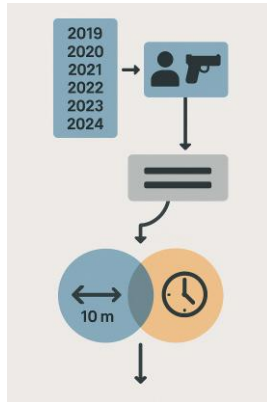


Figura 8: Proceso de limpieza, elaboración propia

### Análisis de autocorrelación espacial de homicidios por AGEBS

El análisis de Moran se realizó para investigar si la distribución de los homicidios mostraba un patrón espacial significativo en los AGEBS de la Ciudad de México. De manera puntual se buscó determinar si las áreas con altas tasas de homicidios tienden a agruparse cerca de otras áreas con tasas altas, y zonas con una baja densidad con sus respectivos homólogos en la distribución de homicidios durante el 2019 a 2024.

Se hizo uso del índice de Moran; la herramienta fue usada en sus dos variantes, tanto global como local, el índice de Moran (I), ver ecuación 1, la cual proporciona una medida general de la autocorrelación espacial en el conjunto de los datos de homicidios. Su cálculo se realiza con base en la siguiente fórmula:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Ecuación 1 Moran global, Calvillo (2013)

Un valor que sea positivo para I indicaría una tendencia a la agrupación de sus valores similares, es decir, que tendrá una autocorrelación espacial positiva, ver figura 9, mientras que un valor negativo, sugerirá que los valores tienen una dispersión de valores similares o una autocorrelación espacial negativa. El análisis de Moran local, ver ecuación 2, llamado comúnmente LISA, cuya estadística en la ubicación se define como  $i$  y se calcula como:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})}{S_1^2 / n}$$

Ecuación 2: Moran local, Calvillo (2013)

El análisis permite la identificación de clúster de valores altos denominados hot spots, donde áreas con tasas altas de homicidios deberán estar rodeadas por otras cuyas características sean igualmente altas en homicidios, así también clúster de valores bajos denominados cold spots; serán áreas con bajas tasas cuya vecindad sea de tasas similares (Calvillo, 2013; González, 2020).

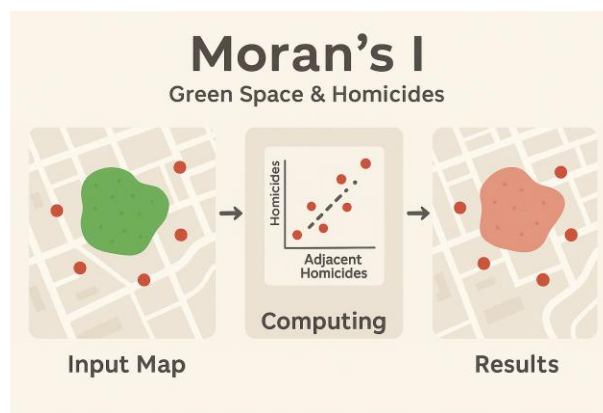


Figura 9: Moran I, elaboración propia

Se seleccionó la columna de tasa de homicidios para cada año en cuestión ( $x_i$ )

- Se realizó un cálculo de la matriz de pesos espaciales ( $w$ ) usando el criterio de vecindad de reina. Este criterio define a la vecindad como a todas las unidades espaciales que comparten bordes y vértices. Los elementos  $w_{ij}$  de la matriz serían binarios, 1 si  $i$  y  $j$  son vecinas y 0 si no lo son.
- El cálculo de los índices tanto de Moran global ( $I$ ) como de local ( $I_i$ ) utiliza las fórmulas 1 y 2 (ver ecuación 1 y 2)
- Diagrama de dispersión de Moran, el cual grafica el valor estandarizado de la tasa de homicidios en cada alcaldía contra la medida ponderada de los valores estandarizados de sus vecinos; esto permite la evaluación visual de la autocorrelación global. La pendiente de la recta indicará como el valor del índice global de Moran.
- Mapa de significancia de LISA: este mapa indica la significancia estadística de los patrones locales de autocorrelación; la significación está dada al 95%, es decir, que no se deja al azar los patrones que puedan resultar.

- Mapa de clúster LISA, categoriza cada AGEB según el tipo de asociación, pudiendo ser alto rodeado de tasas altas, bajo rodeado de tasas bajas, alto rodeado de tasas bajas o bajo rodeado de tasas altas.

## Exploración detallada de los datos de víctimas, temporalidad y tipo de delito

La fase de exploración consistió en analizar las características demográficas y temporales de los eventos registrados, previamente analizados espacialmente, así como su distribución por tipo de delito, con el objetivo de identificar patrones relevantes que complementaran al análisis previo.

### Exploración demográfica

Se logró examinar la estructura demográfica de los afectados finados en los registros proporcionados mediante el uso de pirámides de población anuales; se consideró la distribución por grupos de edad en intervalos de 5 años divididos por sexo. Este análisis se realizó realizando un previo manejo de los datos; los gráficos resultantes fueron exportados a como se presentan, ejemplificado en la figura 10. Para la elaboración de este análisis se hizo uso de las bibliotecas geopandas, pandas, seaborn y matplotlib.pyplot, una vez la carga de la Database. Para poder generar el gráfico, se realizó una previa normalización de la variable “sexo” en los datos; las gráficas se presentan horizontales por su facilidad de interpretación, del lado derecho mujeres e izquierdo hombres. Con este gráfico se pretende ver la distribución anual de los homicidios en la Ciudad de México, mostrando un panorama de la población que se ve afectada por la criminalidad con mayor frecuencia.

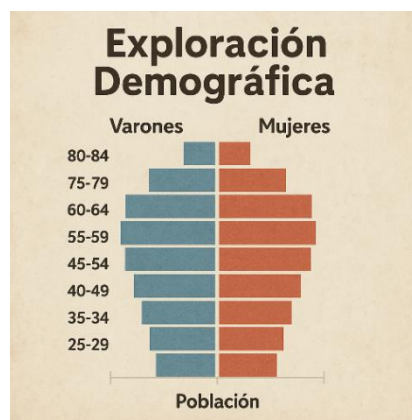


Figura 10: Pirámide de población, elaboración propia

## Análisis de distribución mensual por casos

Se investigó también la posibilidad de estacionalidad de los eventos mediante la generación de gráficos para representar la distribución mensual de los casos por año en el periodo de 2019 a 2024. De esta manera sería más fácil ver las agrupaciones mensuales que el fenómeno muestra, como se puede ver en la figura 11. Para esta gráfica se agruparon los meses, contando la frecuencia de ocurrencia en cada mes para un periodo anual, seleccionando este método de visualización debido a que presenta ventajas para poder ver con facilidad los cambios que se tienen de un mes a otro, inclusive comparando periodos de años enteros.

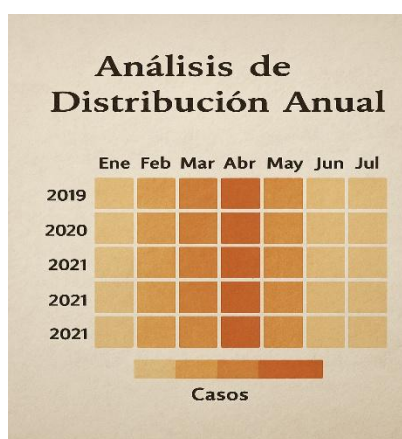


Figura 11: Distribución temporal mensual, elaboración propia

Análisis de la distribución de casos por horario y día de la semana.

Así mismo, se profundizó en los patrones temporales, se consideró el día y horario semanal histórico, se diferenció por sexo, esto con la finalidad de identificar momentos de mayor vulnerabilidad para la población. Los datos se presentaron en gráficos para su interpretación, como la figura 12. La gráfica se generó visualizando la frecuencia de incidencia a lo largo de las semanas en los meses históricos; es decir, de cada año se presentan 7 días para representar lunes histórico del 2019, lunes histórico de 2020, etc. Con ello se pretende mostrar un escenario preciso de los cambios en homicidios a través de los años.



Figura 12: Gráfico de distribución mensual, elaboración propia

Análisis de la distribución de casos por tipo de delito.

De la misma manera se logró examinar la distribución de los casos por el tipo de delito. Si bien todos los homicidios que se estudiaron en este trabajo eran homicidios dolosos, es decir, homicidios causados con intención premeditada, existen diversas categorías establecidas por las autoridades. Estos homicidios están catalogados por arma blanca, por arma de fuego, por golpes, por ahorcamiento, así como por otros tipos; esto aplica también a feminicidios. Los gráficos fueron realizados en barras para diferenciar los tipos, como se puede ver el formato en la figura 13. Para estos gráficos se generó una separación de los homicidios de manera anual; los gráficos se presentan divididos en dos colores para hombres y mujeres y son anuales, para representar el cambio de tipos de delito a lo largo del periodo estudiado.



Figura 13: Gráfico de tipos, elaboración propia

Análisis de la distribución de casos por delito, horario y día de la semana.

Por último, se analizó la distribución de los tipos de delitos, pero diferenciando entre la hora del día y el día. Esto generó una matriz de correlación de patrones temporales, la cual se utiliza para ver si existen patrones de determinado tipo de homicidio en determinado día y horario; permite identificar posibles patrones más finos en el comportamiento de los incidentes. Dicha matriz se presenta en un patrón cuadrado, como se puede ver en la figura 14. Esta matriz se generó con la incidencia delictiva en horarios, días de la semana y tipo de homicidio para el concentrado del periodo, por lo que las gráficas son presentadas en la cantidad de tipo de homicidio, una por periodo, mostrando su distribución temporal de manera precisa.

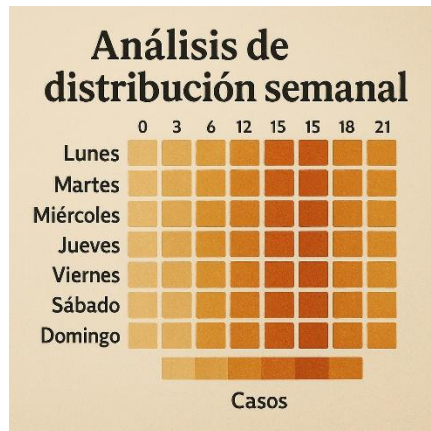


Figura 14: Matriz temporal de incidentes, elaboración propia

### Análisis de multicolinealidad

Dentro de este paso, que consistió en examinar la multicolinealidad entre variables, dentro de este proceso se pusieron a prueba algunas variables socioeconómicas con la finalidad de elegir las que mayor relación pudieran tener. La multicolinealidad es la relación que existe cuando hay una alta correlación entre variables, entre dos o más variables independientes en modelos de regresión, ver ecuación 3. Este paso es crucial en el riesgo, ya que con estas variables se corre el modelo final. Si se tiene un modelo de regresión lineal:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Ecuación 3: Regresión lineal simple, Calvillo (2013)

Donde  $y$  es la variable dependiente,  $X_1, X_1, \dots, X_n$  son las variables independientes,  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$  son los coeficientes de regresión, y  $\varepsilon$  es el término de error, es entonces que la multicolinealidad ocurre cuando las variables  $X_1, X_1, \dots, X_n$  están altamente relacionadas entre sí.

Con ayuda de una matriz de correlación se calculó la correlación existente entre las variables independientes. Valores que estuvieran cercanos a +1 o -1. De igual manera, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, la cual evalúa si una muestra de datos proviene de datos con distribución normal; la prueba calcula estadísticos  $W$  que cuantifican la similitud de la muestra con la distribución normal. El estadístico  $W$  se calcula comparando la varianza de la muestra con la varianza esperada de una muestra que tenga un tamaño igual extraída de una distribución normal. La prueba arroja un valor  $P$  típicamente  $<0.05$ , lo que indica que la muestra se desvía significativamente de una distribución normal. Un  $P$  bajo nos diría que los datos son diferentes a lo esperado y que hay que ponerles más atención. Adicionalmente, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba compara la función de distribución, similar a lo que hace la prueba de Shapiro; esta segunda prueba se realizó para tener la certeza de resultados al ser contrastados.

Las variables elegidas para el análisis de entre todas las disponibles fueron:

- Total de homicidios en el periodo de 2019 a 2024 ('zTOTAL\_PERIODO'): Esta variable se incluye ya que es la variable dependiente que se trata de explicar.
- Total de población afroamericana ('zt\_afrmx'): Elegida por ser una minoría racial, pero presente en toda la Ciudad de México, según las estadísticas proporcionadas por el INEGI, aproximadamente el 2% de la población total de la Ciudad de México es afroamericana. Esta población, según la encuesta de personas discriminadas realizada de julio de 2021 a septiembre de 2022, un 35.6% de esta población fue discriminada y violentada, lo que pudiera generar un foco de atención para la seguridad de dicha población minoritaria (Cuéntame de México, 2023).
- Densidad de población ('zDenPob'): juega un papel importante en la incidencia del crimen, ya que en áreas de alta concentración de personas la interacción se ve aumentada, lo que puede generar conflictos. Si sumamos el factor de competencia por los recursos, la movilidad urbana que se vuelve más fácil, facilitando el crimen oportunista y la delincuencia organizada, como comenta (Peña González, 2024).
- Población económicamente activa (PEA): debido a que al existir altos niveles de empleo las personas tienen acceso a ingresos estables, esto puede reducir la necesidad

de recurrir a actividades ilícitas, al contrario de no existir ingreso estable, lo que puede promover las actividades delictivas (Olvera Lujano, 2024).

- Población que vivía en otra entidad ('zt\_vivoe'): Esta variable fue seleccionada ya que se encuentra relacionada con cambios en la dinámica urbana o la integración social. Esto puede afectar la seguridad en ciertas regiones, debido a que las personas que migran a otra entidad pueden enfrentar dificultades para integrarse. En algunos casos, la migración es resultado de violencia en el lugar de origen; el tener mucha migración podría causar una facilidad para la incidencia del crimen (Salazar C. y Álvarez Lobato, 2019).
- Población católica ('zt\_catlc'): Esta variable puede influir en la incidencia de crimen debido a que la religión tiende a desempeñar un papel en la sociedad benéfico, esto debido a que las enseñanzas religiosas suelen promover la paz, la integración de hermandad, y el respeto por la vida, por lo que en estricta teoría el tener a más personas que defienden la ideología y profesan su palabra debería promover la buena interacción del entorno (Maldonado Aranda, 2024).
- Población de 12 años y más soltera ('zt\_p12ym\_sl'): La variable fue elegida ya que, según la distribución vista por los datos usados, se presenta la mayor incidencia de homicidios en la porción de la población joven soltera. Esto vincula que la población joven es la que sufre de mayor vulnerabilidad; un informe del Consejo Nacional de Población destaca que los jóvenes tienen mayor vulnerabilidad a involucrarse en actividades delictivas (Azaola Garrido, 2023).
- Población con automóvil ('zpvph\_atm'): La variable puede influir debido al nivel económico que conlleva tener un vehículo automotor; si bien el tener un automóvil no representa una clase social alta necesariamente, es un hecho que tener un auto representa un estatus diferente de la población sin él. El valor de estas herramientas está por sobre el promedio, y está asociado con un mayor poder adquisitivo, lo que puede convertir a los propietarios en objetivos (Vargas y Mendoza, 2025).
- Grado promedio de estudios ('zGRAPROES'): Esta variable es importante debido a la integración social de una determinada zona. Una mayor educación suele estar asociada a reducir la probabilidad de involucrarse en actividades delictivas. Por otro lado, regiones donde existe una brecha educativa muy grande pudieran generar condiciones de exclusión social, esto pudiendo causar que ciertos grupos aumenten su vulnerabilidad al crimen. La asociación de mayor educación y menor crimen está presente en diversas visiones (Medellín Mendoza y Rangel González, 2015).
- Área construida ('zPAC'): Esta variable se seleccionó debido a la relación que tiene de manera directa con el área verde. Puede influir desde el diseño y la planificación del espacio público, como se ha comentado anteriormente. Si bien el área verde contribuye a la dinámica de los delitos, su contraparte debería tener un peso similar. La forma en que está diseñada la ciudad puede afectar a la incidencia del crimen; la presencia de parques, y espacios recreativos puede disminuir la violencia al fomentar la integración de la comunidad, por lo que el tener un exceso de área construida podría afectar la convivencia recreativa (Gutiérrez Jaber, 2024).
- Índice de marginación ('zIM\_2020'): Esta variable se incluyó, ya que puede influir en los homicidios de manera directa, debido a la influencia que existe entre los servicios y sus accesos con la criminalidad, las zonas con un alto índice de marginación suelen estar asociadas a tener un menor acceso a servicios básicos, desde la iluminación en

la zona, hasta la falta de agua, lo que puede, como resultado colateral, aumentar la vulnerabilidad de estas zonas a la incidencia criminal (Nateras González, 2025).

- viviendas con hacinamiento ('zViviendas con hacinamiento'): La variable fue incluida ya que está comprobado que el estrés y conflicto familiar dentro de un hogar por la falta de espacio y privacidad, puede generar un aumento de violencia; esta violencia, a su vez, puede generar un ambiente hostil de comunidad. En conjunto, las condiciones con alto hacinamiento pueden contribuir a la inseguridad y facilitar la actividad delictiva en ciertas zonas debido a la inestabilidad de paz en el entorno (Lisnichuk, 2024).
- Áreas verdes ('zPAVAI', 'vagebAVm2'): como se ha comentado, las áreas verdes suelen reducir la actividad delictiva, ayudan a disuadir la actividad delictiva, el estrés y la agresividad de la comunidad. (M. Shepley et al., 2019)
- Bares ('bares'): el consumo de alcohol puede aumentar la impulsividad y reducir el autocontrol; esto puede derivar en actos violentos derivados en criminalidad (Groff, 2011).
- Población desocupada ('zPDESOCUP'): esta variable desempeña condiciones de precariedad económica, lo que puede aumentar a que las personas recurran a las actividades criminales (Fuentes Flores, 2015).

## Comparación automatizada de modelos de regresión y análisis GWR

Posteriormente, el paso final del proceso consiste en comparar el desempeño de diferentes modelos de regresión para poder explicar la variable dependiente de homicidios, todo ello en función de las variables independientes previamente mencionadas. Se prestó una atención especial al análisis de los resultados del modelo de regresión geográficamente ponderada. El proceso consiste en comparar los modelos de regresión de mínimos cuadrados ordinarios, mínimos cuadrados generalizados, mínimos cuadrados ponderados y regresión geográficamente ponderada.

### Mínimos cuadrados ordinarios

Este modelo es una técnica fundamental de la estadística en la regresión lineal; se utiliza para estimar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes. El propósito es encontrar la mejor recta con su respectiva ecuación lineal, cuya explicación es representar la relación encontrada minimizando los errores en las predicciones. El modelo OLS se calcula mediante la ecuación lineal.

El OLS tiene como objetivo encontrar los valores óptimos de los coeficientes  $\beta$  minimizando la suma de los cuadrados de los errores mediante la ecuación4:

$$s = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Ecuación 4: Cálculo de coeficientes, ESRI (2025)

Donde  $\hat{y}_i$  es el factor estimado de  $y_i$ . Para ello se hace uso de matrices que obtienen los coeficientes usados en la ecuación 5:

$$\hat{\beta} = (x^t x)^{-1} x^t y$$

Ecuación 5: Cálculo de coeficientes, ESRI (2025)

Donde  $x$  es la matriz de datos para las variables independientes, y será la matriz de valores observados de la variable dependiente,  $x^t$  es la transpuesta de  $x$ ,  $(x^t x)^{-1}$  será la matriz inversa de  $(x^t x)$ , y  $\hat{\beta}$  es el vector de coeficientes estimados. La fórmula se obtiene al derivar la función de error cuadrático y resolver para los coeficientes. Este modelo permite entender como una variable depende de otras (ESRI, 2025).

Mínimos cuadrados generalizados

El modelo es una extensión del modelo de mínimos cuadrados ordinarios que se usa cuando los errores en un modelo de regresión no presentan varianza constante. El objetivo del modelo es mejorar la eficiencia de las estimaciones al corregir estos problemas; el modelo se calcula mediante el uso de la ecuación 6:

$$y = x\beta + \epsilon$$

Ecuación 6 cálculo de GLS, Aitken (2014)

Donde  $y$  es la variable dependiente,  $x$  la matriz de variables independientes,  $\beta$  el vector de coeficientes a estimar, y  $\epsilon$  es el término de error. El modelo de mínimos cuadrados generalizados asume que los errores  $\epsilon$  son independientes y que tienen una varianza constante, pero cuando existe una heterocedasticidad o correlación entre los errores, GLS utiliza una matriz de covarianza  $\Omega$ , esta representa la estructura de errores, ver ecuación 7.

$$Var(\epsilon) = \Omega$$

Ecuación 7: Matriz de covarianza, Aitken (2014)

El estimador usado por GLS se obtiene minimizando la expresión, ver ecuación 8.

$$(y - x\beta)^t \Omega^{-1} (y - x\beta)$$

Ecuación 8: Minimizador de GSL, Aitken (2014)

Al resolver esta minimización se obtiene la fórmula del estimador, ver ecuación 9.

$$\hat{\beta} = (x^t \Omega^{-1})^{-1} x^t \Omega^{-1} y$$

Ecuación 9: Estimador obtenido, Aitken (2014)

El estimador suele ser más estimador que OLS cuando  $\Omega$  es conocida, esto debido a que toma en cuenta los errores en la estructura y ajusta las estimaciones. Este modelo ofrece estimaciones más precisas que OLS cuando los errores pudieran estar correlacionados (Aitken, 2014).

Mínimos cuadrados ponderados

Este método es una derivación de OLS que se usa principalmente cuando los datos presentan heterocedasticidad, es decir, cuando los datos tienen una varianza de errores que no es constante a lo largo de todos los registros. En estos casos el modelo asigna pesos a cada observación para mejorar la precisión de las estimaciones. El modelo se expresa con la ecuación 6, pero cuando la varianza de los errores cambia con los registros, se introduce una matriz diagonal de pesos  $W$ , donde cada peso es inversamente proporcional a la varianza del error, ver ecuación 10.

$$Var(\epsilon) = \sigma^2 W^{-1}$$

Ecuación 10: Varianza del error, Gonzalez (2020)

El estimador del modelo WLS se obtiene minimizando la suma ponderada de los errores al cuadrado, ver ecuación 11.

$$s = \sum_{i=1}^n w_i (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Ecuación 11: Suma ponderada de errores, Gonzalez (2020)

Al resolver la minimización de la ecuación 11, se obtiene la ecuación 12 del estimador.

$$\hat{\beta} = (X^T W X)^{-1} X^T W Y$$

Ecuación 12: Estimador de WLS, Gonzalez (2020)

Donde W, es la matriz diagonal de pesos, cada  $w_i$ , es el inverso de la varianza de error de observación i,  $X^T$  es la transpuesta de la matriz X,  $(X^T W X)^{-1}$  es la matriz inversa de  $(X^T W X)$ ,  $\hat{\beta}$  es el vector de coeficientes estimados. El modelo WLS mejora la eficiencia de las estimaciones al incorporar la estructura de los errores (Gonzalez, 2020).

#### Regresión geográficamente ponderada

La regresión geográficamente ponderada es una derivación de la regresión lineal ordinaria; la regresión GWR permite el análisis de las relaciones que espacialmente varían. Mientras que las regresiones globales asumen que las relaciones entre variables independientes y dependientes son constantes en el espacio. Esta diferencia entre el espacio y sus variables medida en el modelo GWR puede analizar las relaciones no estacionarias espacialmente, lo que permite estimar modelos locales, generando diversos modelos para cada observación, con múltiples ecuaciones con múltiples coeficientes; a su vez, estos cambian la estimación de cada parámetro según cambie la ubicación. La forma en que se calcula ayuda a minimizar los problemas relacionados con la heterogeneidad espacialmente; esto proporciona un parámetro local que permite obtener estimaciones específicas para cada zona en concreto (He et al., 2023).

Para la estimación de los coeficientes en una ubicación geográfica específica, se asignan pesos a cada observación en función de su proximidad geográfica, siguiendo la primera ley de la geografía, la cual establece que las cosas más cercanas están más relacionadas entre sí que las que están más lejos. El cálculo de los coeficientes se realiza para cada observación

mediante una matriz de ponderación  $W$ ; esta asigna pesos decrecientes conforme la distancia crece entre los puntos. Los pesos se determinan mediante una función de kernel, existiendo 3 distintos. Para este proceso se ocupó el gaussiano, que disminuye el peso suavemente conforme la distancia aumenta; también existe el exponencial, el cual disminuye el peso abruptamente mientras crece la distancia, y Tri-cube, el cual hace que caiga el peso más rápido conforme la distancia crezca entre los puntos (Kiani et al., 2024).

Dentro de este modelo, un parámetro clave es el ancho de banda  $h$ , el cual define el alcance espacial que se tendrá en la regresión. Si un ancho de banda es muy grande, el modelo se asemejará más a un modelo global OLS, mientras que, si es muy pequeño el ancho de banda, el modelo puede generar un coeficiente inestable. En la automatización se consideró un ancho de banda dinámico, lo que selecciona un ancho de banda adecuado para la muestra de datos que se esté analizando. El cálculo del modelo GWR se calcula mediante la ecuación extendida de OLS, ver ecuación 13.

$$y_i = \beta_0(lat_0, lon_0) + \beta_1(lat_i, lon_i)X_1 + \dots + \beta_n(lat_n, lon_n)X_n + \epsilon_i$$

Ecuación 13: Ecuación GWR, He et al. (2023)

Donde  $y_i$  es la variable dependiente; en este caso, los homicidios,  $X_1, \dots, X_n$  serían las variables independientes,  $\beta_n(lat_i, lon_i)$  serían los coeficientes específicos de cada ubicación y  $\epsilon_i$  sería el error. Para poder estimar los coeficientes en una ubicación específica  $(lat_0, lon_0)$ , se busca minimizar la suma ponderada de los errores cuadrados, ver ecuación 14.

$$\sum_{i=1}^n w(d_{0i}) \left( Y_i - \sum_j \beta_j(lat_0, lon_0) X_{ij} \right)^2$$

Ecuación 14: suma cuadrada de los errores cuadrados, He et al. (2023)

Donde  $w(d_{0i})$  será la ponderación basada en la distancia euclidiana entre una observación  $i$  y la ubicación focal;  $(lat_0, lon_0)$ , por otro lado, la obtención de las matrices para los coeficientes  $\hat{\beta}$  se calcula mediante la ecuación 15.

$$\hat{\beta} = (X'WX)^{-1}X'WY$$

Ecuación 15: Matrices de coeficientes GWR, He et al. (2023)

Donde en la fórmula  $W$  es la matriz de ponderaciones espaciales,  $X$  es la matriz de variables explicativas,  $Y$  es el vector de valores observados y  $X'$  es la traspuesta a  $X$ . El modelo GWR influye de manera distinta según la ubicación, por lo que su cálculo es clave en los análisis espaciales (He et al., 2023; Li et al., 2022; H. Wang et al., 2022). El código completo y los datos usados se pueden encontrar en <https://github.com/JJAS-029/modelos>.

## Resultados y discusión

### Contexto general

Para la comprensión de la distribución de homicidios en la Ciudad de México en el periodo abarcado de 2019 a 2024, es requerido, en primer lugar, contextualizar a la ciudad. La metrópoli mexicana, es la capital de los Estados Unidos Mexicanos, está localizada en el valle de México a una altitud de 2240 metros sobre el nivel del mar y abarca una superficie de aproximadamente 1494 metros cuadrados. La ciudad es la más grande de América del Norte y es una de las más pobladas del mundo, con una población de cerca de 22 millones.

Esta urbe no solo es el principal centro de población del país y capital, sino que es un motor económico y cultural; su aportación del producto interno bruto nacional es de aproximadamente el 10% anualmente. Esta cifra es comparable con estados como Nuevo León y Jalisco. También a la Ciudad de México se le menciona habitualmente por su alta densidad de población, así como por su acceso a múltiples museos, siendo una de las ciudades que más posee en el mundo. Sin embargo, y a pesar de su alto dinamismo, la Ciudad de México también enfrenta desafíos importantes, entre los que se incluyen la inseguridad pública y la contaminación.

Durante los últimos años, en México se ha experimentado un aumento en la incidencia de homicidios, con diversas entidades federativas registrando un nivel de violencia significativo. Ahora, si bien a nivel nacional la tasa de homicidios dolosos mostró una tendencia a la baja o una estabilidad en ciertos periodos, algunas entidades, como la Ciudad de México, han



Durante el periodo de estudio, se logró observar una disparidad en la cobertura y el detalle de la información proporcionada por las dos fuentes. Las carpetas de víctimas, las cuales abarcan de 2018 a julio de 2024<sup>4</sup>, contienen un total de 8152 registros, los cuales incluyen atributos detallados como edad, sexo, tipo de persona y calidad jurídica. Por otro lado, las carpetas de investigación, con un alcance temporal más amplio que va del año 2016 a septiembre de 2024, suman un total de 10113 registros. Aunque de estos datos más amplios la fuente carece de granularidad de datos sobre las víctimas presentes en la primera fuente.

Al homologar el periodo de análisis para ambas fuentes a 2019, llegando a 2024, se identificó una diferencia de 293 registros, con una mayor cantidad de registros en el archivo de víctimas. Esta diferencia sugiere que existen particularidades en los procesos de registro de cada base y están descentralizados los datos. Un análisis espacial adicional, centrado en la comparativa de coordenadas previamente comentado (ver proceso “Análisis anual de víctimas y homicidios por alcaldía”), reveló que solo 7374 registros compartían similitud de coordenadas geográficas dentro de un buffer de 10 metros y en el horario a 20 minutos. Tras el proceso de combinación y depuración, la cantidad total de datos a analizar corresponde a la unificación de datos entre ambas fuentes, dando 7663 registros, de los cuales 29 no lograron identificarse el sexo de la víctima. Estos datos constituyen la base para el estudio.

#### Distribución de datos para ambas fuentes

Para el año de 2019 la distribución de los datos fue marcada por una tendencia de distribución variada, las cinco alcaldías que presentaron una mayor incidencia de homicidios fueron Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Tlalpan, Cuauhtémoc y Álvaro obregón, ver figura 16, en este año se vio total de registros de 1902 para los datos de víctimas y 1537 para las carpetas de investigación teniendo una diferencia de 365 registros, cabe destacar que la comparativa de fuentes en este apartado fue mediante el atributo que ya tenían los datos al municipio y no necesariamente a las coordenadas por lo que como ya se comentó en la distinción espacial se realizó inferencia de duplicados para poder identificar claramente los registro que pertenecen

---

<sup>4</sup> Consulta realizada el día 30 de abril de 2025

a las alcaldías puntualmente, mientras que estas graficas representan la distribución general de los datos para cada año en ambas fuentes de manera inicial.

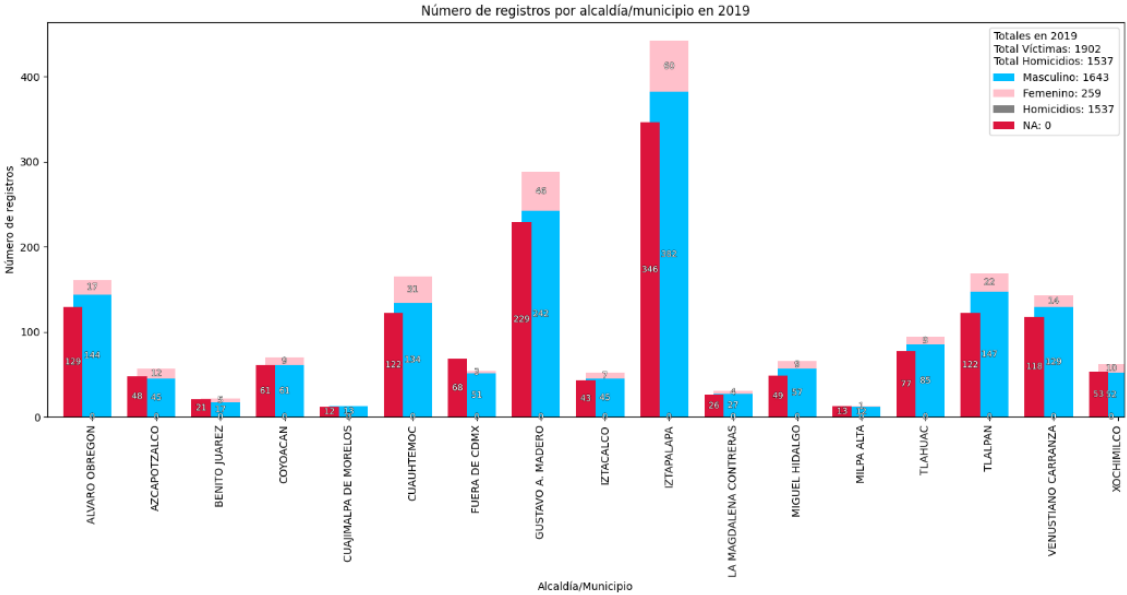


Figura 16: Distribución 2019, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el año de 2020, la distribución de los homicidios se concentró en las mismas alcaldías que en 2019, con una diferencia marcada en Azcapotzalco debido a que aumentó significativamente su número de homicidios. En números globales, la ocurrencia de homicidios dolosos disminuyó un 13.8%, pasando de 1902 registros para víctimas en el año 2019 a 1638 para el año 2020, teniendo una disminución de 264 homicidios de un año a otro, mientras que en los registros de carpetas de investigación disminuyó un 18.4%, pasando de tener 1537 homicidios a 1254, teniendo una disminución de 283 registros, por lo que la tendencia de homicidios de un periodo a otro se vio disminuida, ver figura 17. Pese a la disminución de números globales, la incidencia de homicidios aumentó para algunas alcaldías, como el caso antes mencionado e Iztacalco, como las más representativas en el aumento, las alcaldías Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Tlalpan, Cuauhtémoc y Álvaro Obregón se mantienen en los primeros lugares y muestran una consistencia de distribución muy similar al año anterior.

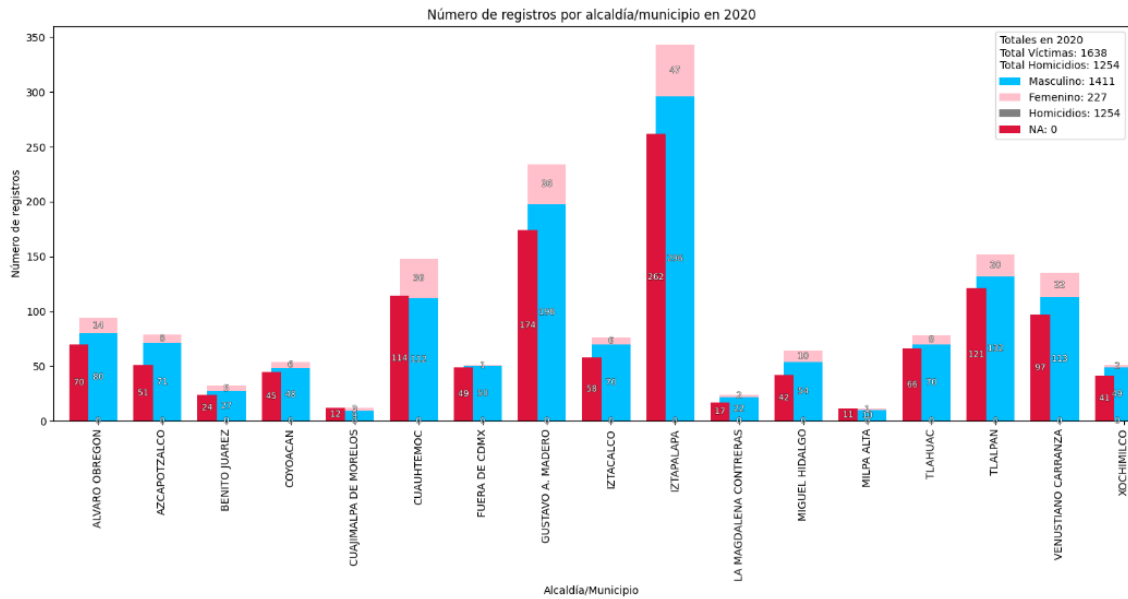


Figura 17: Distribución 2020, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el año de 2021 existió una tendencia de disminución para la mayoría de las alcaldías, pero hubo un cambio en la distribución de homicidios que se notó: las alcaldías Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Tlalpan, Cuauhtémoc y Álvaro Obregón, las cuales eran las principales alcaldías con mayor número de homicidios, en 2019 a 2020 presentaron una disminución de homicidios. Esto cambió la dinámica de homicidios a alcaldías donde el aumento se notó; Venustiano Carranza, por ejemplo, pasó a ser una de las que mayor número de homicidios tenían junto con Xochimilco. Las principales alcaldías con mayor número de homicidios para 2021 fueron: Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Tlalpan. En este año la tendencia a la baja siguió con un decremento, pasando de tener 1638 en los registros de víctimas a 1335, un decremento del 18.4%, ver figura 18. Mientras que los datos de las carpetas de investigación pasaron de 1254 registros a 1045 registros, una disminución del 16.6% para el año 2021.

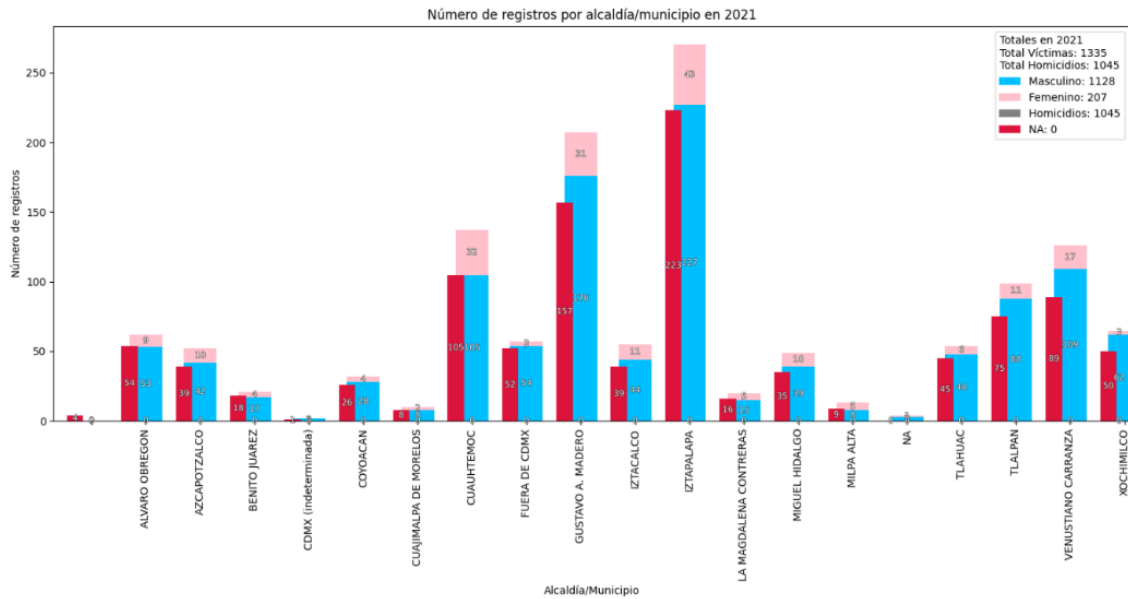


Figura 18: Distribución 2021, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Ahora bien, para el año de 2022 hubo otro decremento de homicidios a nivel general; sin embargo, el número de homicidios en algunas alcaldías se vio afectado debido a la nueva dinámica de homicidios en las alcaldías: Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Tlalpan; algunas de las alcaldías fueron relegadas y pasarán a ser Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Xochimilco las que tendrían mayor presencia de homicidios. En este año los datos de víctimas pasaron de tener 1335 datos a 1080, teniendo una disminución del 19.1% con respecto al año anterior de 2021; ver figura 19. De igual forma, los datos para las carpetas de investigación presentaron una disminución de 19.8%, pasando de tener 1045 registros a 838 registros. Esto marca una tendencia por tercer año consecutivo en la disminución de homicidios en la Ciudad de México, con una tendencia a la baja desde el 2019 al 2022.

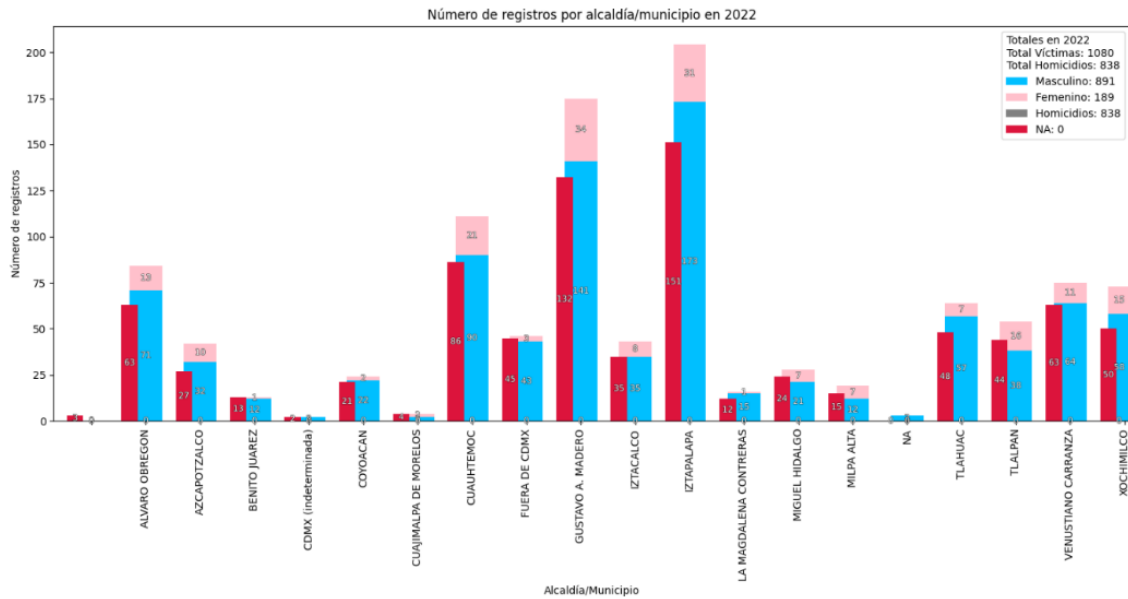


Figura 19: Distribución 2022, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el año de 2023, la tendencia a la baja terminó dando un repunte del 8.2% para los registros de víctimas, pasando de tener 1080 a 1177 del 2022 al 2023, mientras que los registros de las carpetas de investigación muestran un incremento de 5.5% para el mismo periodo, pasando de 838 a 887 registros, ver figura 20. Las alcaldías que lideran el número de incidentes en este año fueron: Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Tlalpan y Venustiano Carranza, este ligero repunte marca una tendencia al alza después de la curva de baja en el periodo anterior.

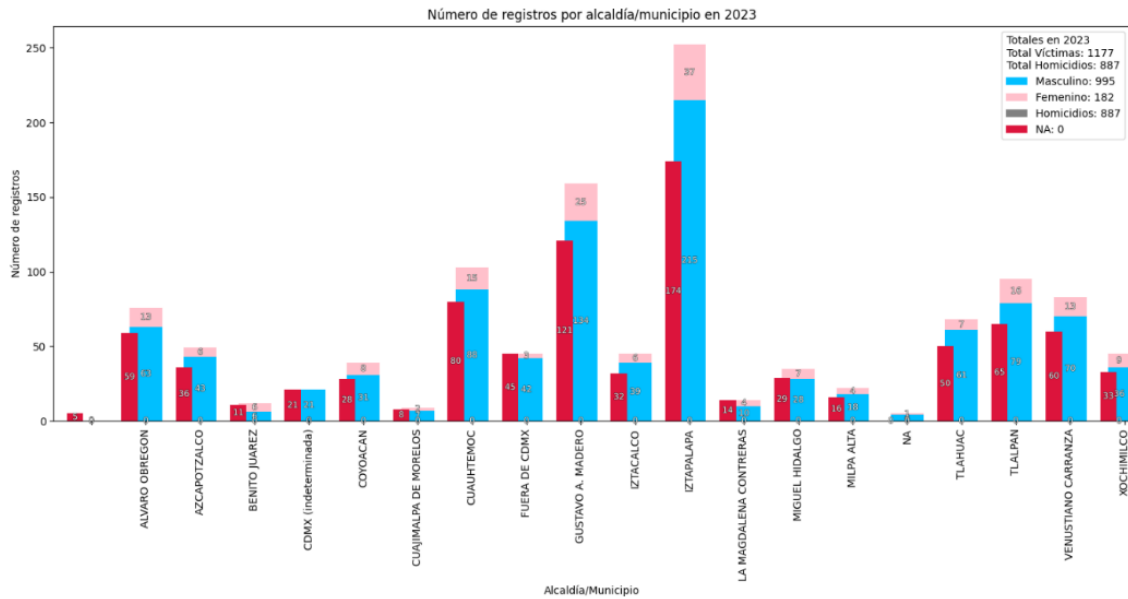


Figura 20: Distribución de 2023, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Para el año de 2024, los datos no muestran completamente la tendencia de alza que sí se puede ver en estudios como el realizado por Valle (2025), que muestra una recopilación de series y gráficas de tendencias de diferentes delitos, incluidos los homicidios, donde se puede apreciar una tendencia esperada a 2025. Debido a la temporalidad capturada por los datos analizados, nos muestra un sesgo por las fuentes ocupadas, la cual marcaría un decremento para el año 2024, lo que es importante recordar, ya que el año 2024 no estaba completo en los datos utilizados y, al momento en que se realiza este escrito, no fueron actualizados. Tomando esto en cuenta, el año 2024 en los datos presenta, con lo mostrado, una baja de 16.31%, pasando de tener 1177 registros a 985 registros, mientras que las carpetas de investigación tuvieron una baja de 17.5%, pasando de tener 887 incidentes registrados a 731, ver figura 21. Podemos ver entonces que la tendencia de incrementos y decrementos marcó una baja en un periodo de 2019 a 2022 y de 2022 a 2024 se comenzó al alza de homicidios en la ciudad con una variación promedio de 15.3% en todo el periodo de estudio.

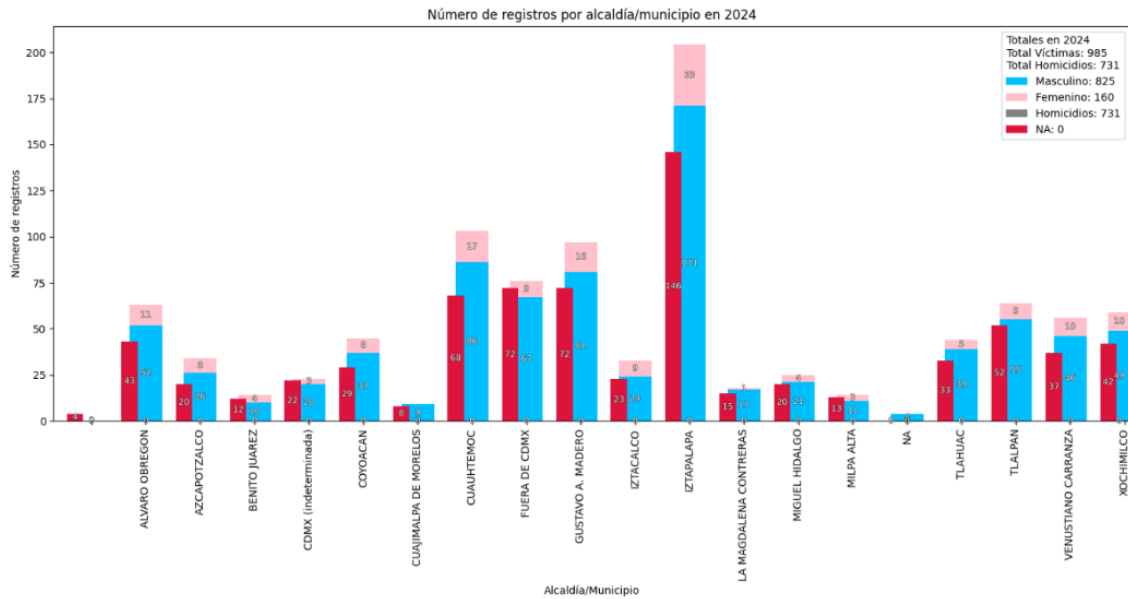


Figura 21: Distribución 2024, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

### Distribución demográfica

Los datos mostrados en la figura 22 muestra la relación que existe entre los homicidios de periodo y su distribución en los grupos quinquenales separados en hombres y mujeres. Podemos ver que para el año de 2019 los hombres son los que sufren en la mayor cantidad de homicidios; de los 1844 incidentes en este año, el 86.4% fueron hombres víctimas, en un rango de edades comprendidas con mayor frecuencia de 15 a 50 años. Las mujeres por otro lado representaron el 13.6% de víctimas en el año de 2019. El rango de edades más vulnerable a homicidios abarca de los 20 a los 50; en ambos casos, el pico máximo es registrado en el quinquenio comprendido de 25 a 30 años, teniendo en ese rango una acumulación de incidentes del 20.88% para las mujeres y 17.6% para los hombres. Estas edades suelen ser las más vulnerables; cifras proporcionadas por INEGI (2025) revelan que la principal causa de muerte en los varones son los asesinatos.

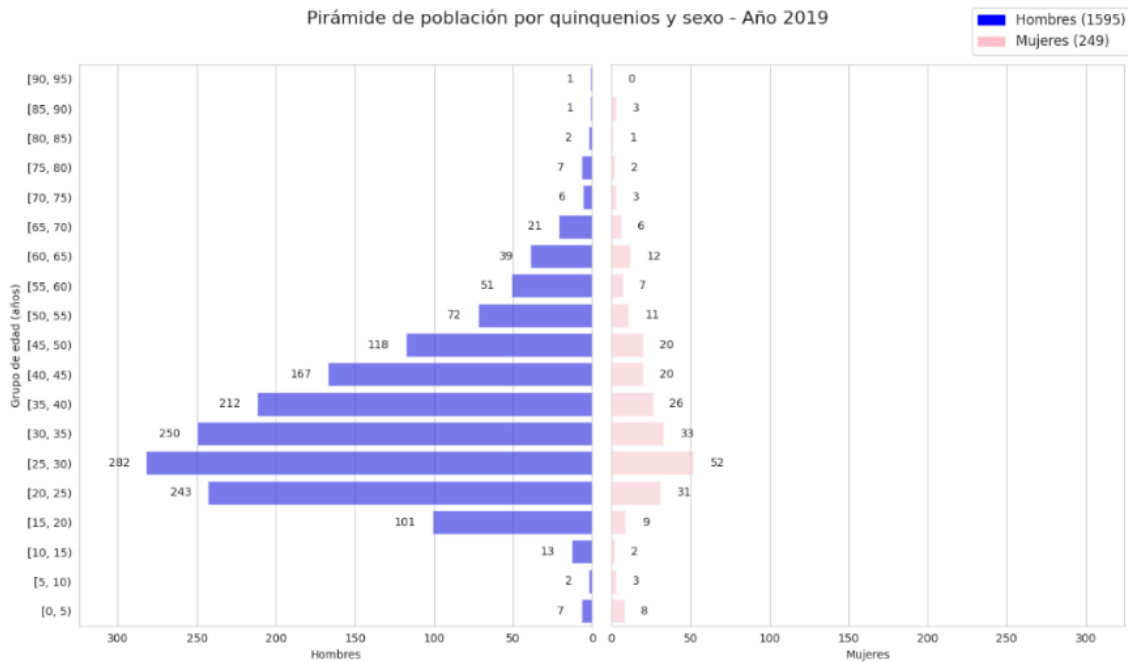


Figura 22: Pirámide de población 2019, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el año de 2020 se siguió una tendencia a la baja, como ya se había visto en la comparativa de datos anteriormente; sin embargo, los homicidios siguieron cobrando vidas en este año de manera similar al año 2019, en proporción de hombres y mujeres: un 86.8% de los incidentes este año para los hombres y un 13.1% para las mujeres. Ver figura 23. La dinámica de distribución en el rango de edades se mantuvo muy similar al periodo de 2019; se marcó una pequeña brecha en el quinquenio de 40 a 45 en el caso de las mujeres donde tuvo un decremento, mientras el quinquenio siguiente de 45 a 50 tuvo un aumento inversamente proporcional al anterior.

En el caso de los hombres, su distribución prácticamente calcada entre los periodos 2019 y 2020 no se vio afectada. Del año 2019 al 2020, los hombres tuvieron una baja de homicidios de 17.8% y las mujeres de 20%. Un cambio que destacar fue que el periodo mostró la edad más vulnerable para el caso de las mujeres en el quinquenio de 35 a 40 años, cambiando un poco la dinámica de “jóvenes” entre 25 a 30 años, pero solo por muy poco, ya que la diferencia de homicidios entre uno y otro quinquenio fue de solo 3 registros.

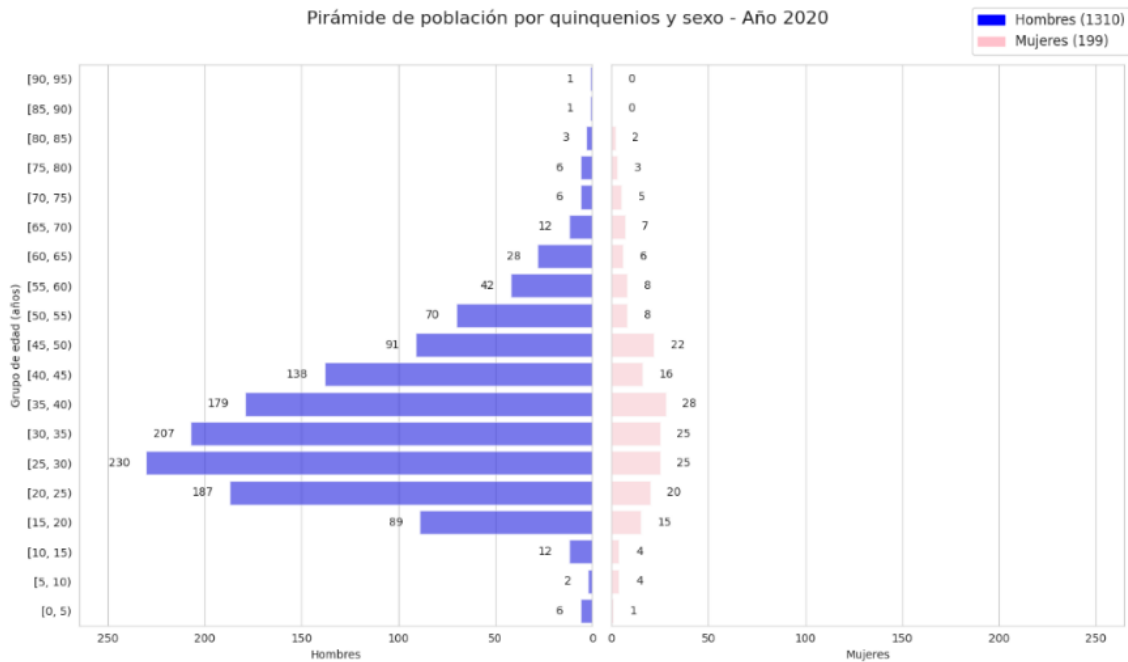


Figura 23: Pirámide de población 2020, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el año de 2021 la distribución cambió: los hombres pasaron a representar el 84.4% del total de homicidios para ese año, bajando en 2.4% con respecto al año anterior. Lamentablemente, dicho porcentaje a la baja en la distribución de registros tuvo que representar el alza en homicidios para mujeres pasando a tener un 2.6% extra en los decesos causados por este crimen, pasando a un 15.7%. Los grupos quinquenales más vulnerables siguieron con una tendencia a ser de edades comprendidas entre los 20 y 45 años para ambos sexos, ver figura 24.

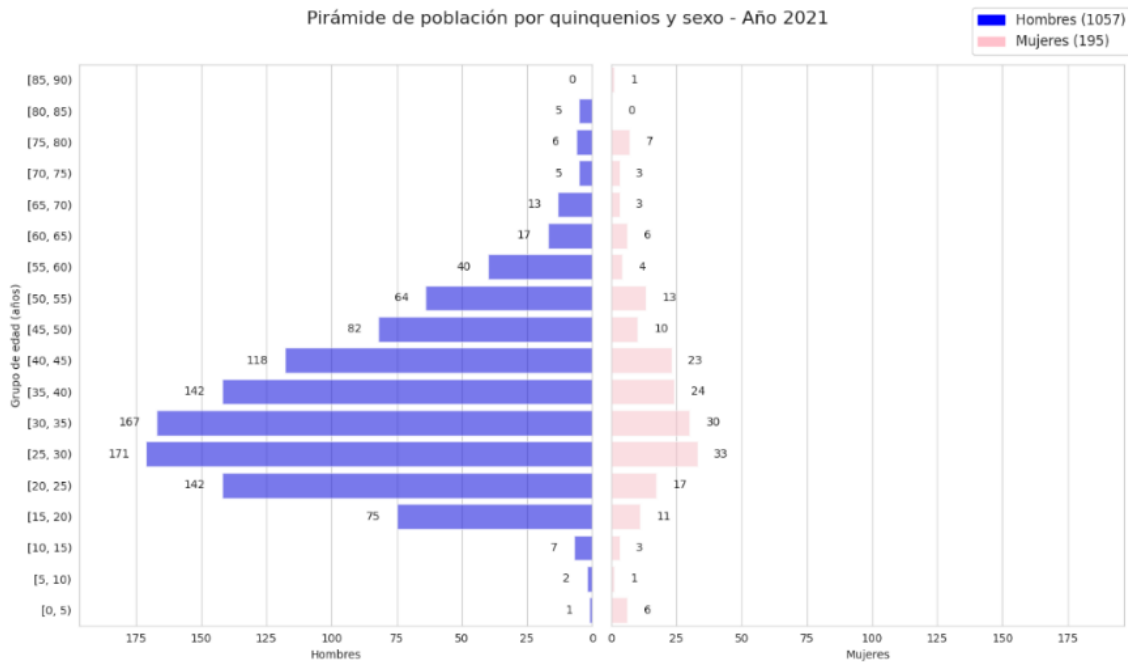


Figura 24: Pirámide de población 202, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Dentro de este año, la distribución de hombres y mujeres cambió a ser 82% hombres 18%, porcentualmente la incidencia de homicidios de hombres bajó un 2.4%, mientras que las mujeres tuvieron un alza de 2.3%. La distribución de edades fue muy similar a la del año pasado, con la salvedad de que el quinquenio de 70 a 75 tuvo un aumento en ambos sexos, lo cual es destacable, las edades más vulnerables para este año en los hombres son las comprendidas entre 25 y 35, mientras que en las mujeres las edades más vulnerables fueron de 35 a 45 años; ver figura 25.

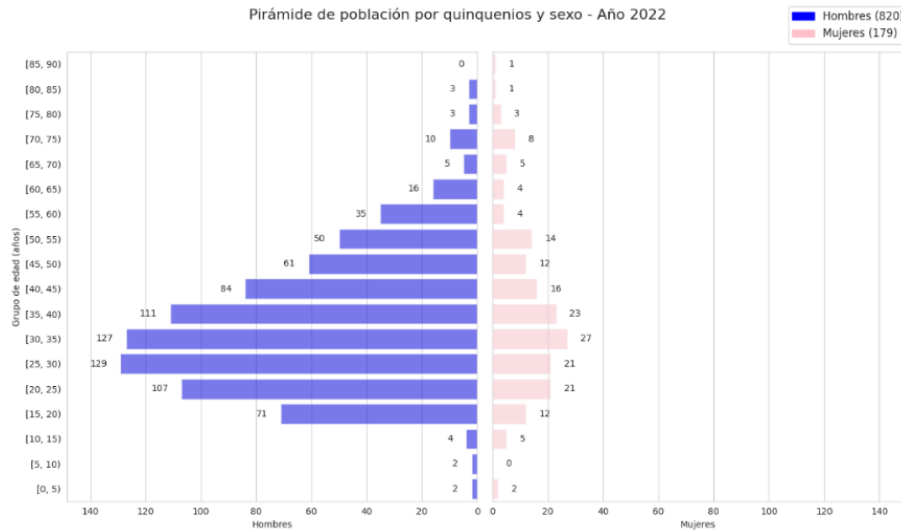


Figura 25: Pirámide de población 2022, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Entrando en el año de 2023, la tendencia de distribución en las mujeres comenzó a aplanarse, lo que marca números muy similares entre las edades de 25 a 50 años con ligeros cambios, mientras que en los hombres las edades de 25 a 40 años comenzaron a emparejarse, constituyendo similitudes en el número de homicidios en esos quinquenios. La distribución de hombres y mujeres para el año 2023 fue de 84.6% para hombres y 15.3% para mujeres. Los homicidios en varones tuvieron un aumento del 2.6%, mientras que las mujeres vieron una disminución de 2.7%. Algo para tener en cuenta es que, comparado con el año anterior, los homicidios de adultos de 70 años en adelante se vieron cesados (ver figura 26). Como ya se había comentado estos años, la incidencia de homicidios disminuyó.

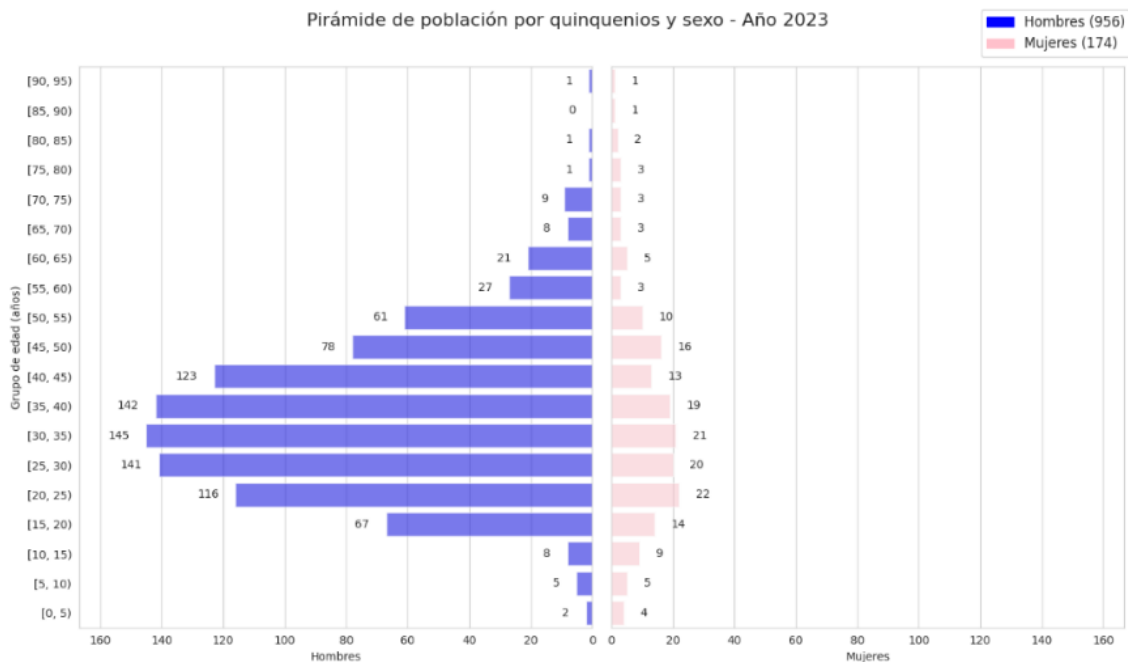


Figura 26: Pirámide de población 2023, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Durante este periodo del año 2024, la dinámica de distribución se vio afectada de manera significativa, dejando al descubierto algunas anotaciones clave, ver figura 27. Los hombres pasaron a tener un 83.6% de presencia en los datos, teniendo una baja de 1% en los registros; las mujeres por su parte tuvieron 16.3% de presencia en los datos, una disminución de igual manera de 1%. Lo interesante aquí es el hecho de que las edades más vulnerables en los hombres y su distribución cambiaron; ahora los quinquenios con más presencia fueron los comprendidos entre 20 a 25 años y 30 a 35 años. Estos grupos tuvieron la mayor cantidad de defunciones por homicidios en los hombres. Las mujeres presentaron una distribución un tanto inusual, como los varones: un aumento en dos quinquenios aislados y el quinquenio entre estos dos se ve disminuido. En el caso de las mujeres se puede ver dicho fenómeno en las edades comprendidas de 16 años a 30.

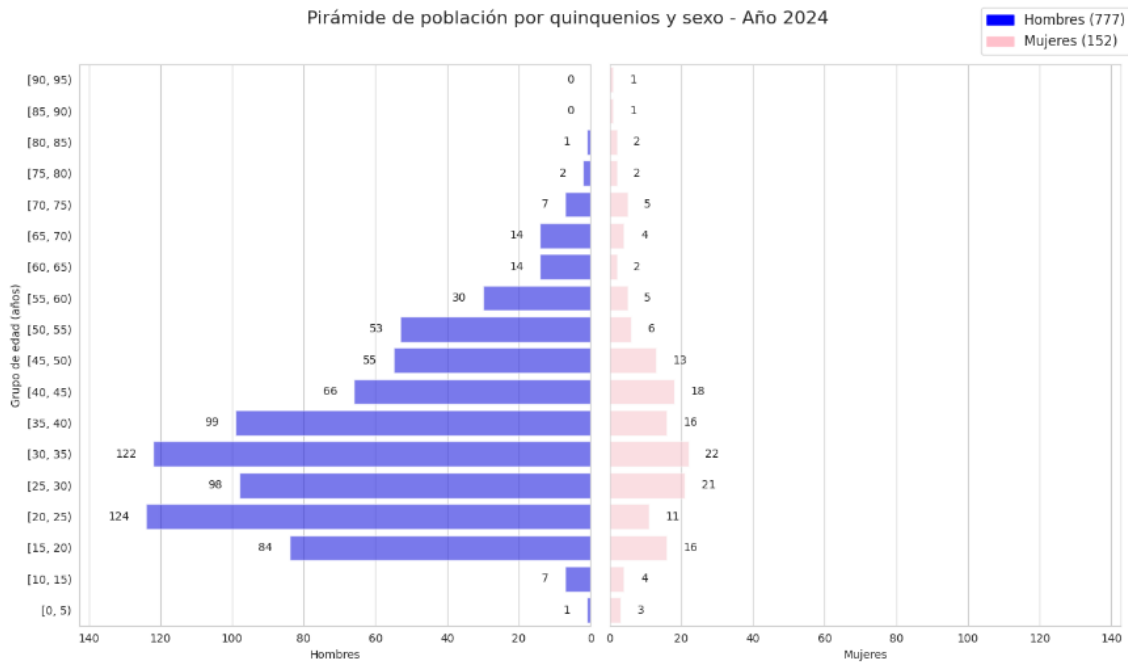


Figura 27: Pirámide de población 2024, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

### Distribución mensual de incidencia de homicidios

Para la incidencia delictiva, el análisis temporal en particular de los homicidios es un componente importante para comprender el dinamismo del crimen y diseñar estrategias de prevención. La ocurrencia de estos fatídicos eventos no suele ser aleatoria a lo largo del tiempo, sino que a menudo exhibe patrones estacionales o algunas tendencias que pueden estar influenciadas por diversas variables, como el horario y el mes del año.

En el año 2019 logramos ver como los meses con mayor cantidad de homicidios fueron mayo, marzo y enero. Estos meses separados entre sí marcaron la mayor cantidad de homicidios dolosos en Ciudad de México. Actualmente no se encontró alguna tendencia clara en la distribución de dichos acontecimientos, si bien después de mayo el número de homicidios disminuyó significativamente; para los meses comprendidos de junio a diciembre, se mantuvo con cambios mínimos en el conteo general para cada mes, ver figura 28. Hay que destacar que el mes con menos incidentes en homicidios fue agosto, con un total de 118 homicidios, mientras que mayo, siendo el que mayor número de homicidios reportó, tuvo un total de 208 homicidios.

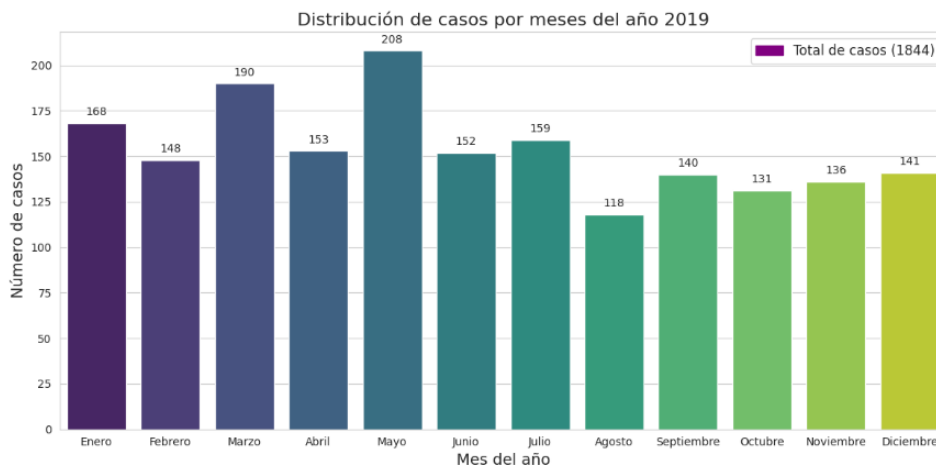


Figura 28: Distribución mensual 2019, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el periodo de 2020, la disminución de homicidios aplanó el conjunto de homicidios registrados a lo largo de los meses. Entre los meses con mayor cantidad de muertes registradas se encuentran abril, marzo y junio. Con respecto al año anterior, el mes que repite frecuencia de alta incidencia delictiva es marzo, al mantenerse entre los primeros 3 meses con la mayor cantidad de finados; ver figura 29. Entre enero y junio, la cantidad de registros es de las más altas, empezando a bajar en el mes de julio y dando un salto relativo en el mes de octubre con nuevamente un incremento en el número de registros, pero sin llegar a los números altos de los primeros 4 meses del año.

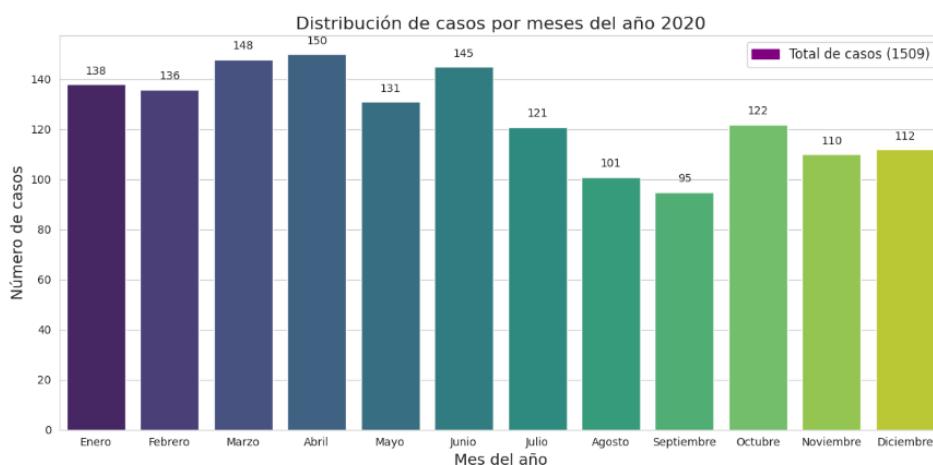


Figura 29: Distribución mensual 2020, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el año 2021, como ya veíamos en distribuciones pasadas, se vio una reducción en homicidios, pero en la distribución mensual se nota como los primeros meses del año tienen la mayor cantidad de homicidios. Del 2019 al 2021, la tendencia de tener la mayor cantidad de homicidios en los primeros 4 a 5 meses, con una disminución de junio a septiembre, para posteriormente volver a subir, nos muestra que los meses con menores muertes por homicidio se encuentran en el tercer trimestre regularmente, mientras que los primeros dos trimestres marcan tendencias de altas concentraciones y se mantienen. Los meses del último trimestre marcan aumentos con respecto al trimestre anterior; esto denota un comportamiento de bajadas y subidas a lo largo del año, pero manteniendo un comportamiento similar en el periodo de 2019 a 2021. Ver figuras 28 a 30.

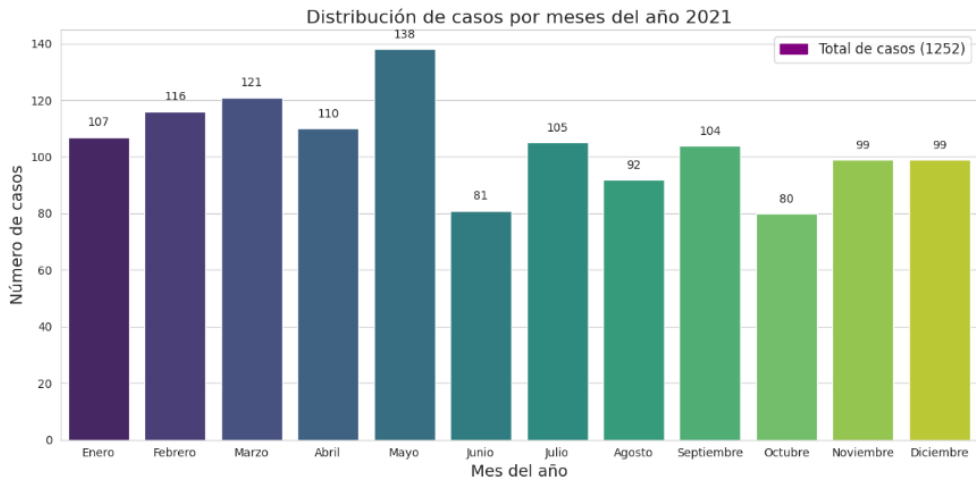


Figura 30: Distribución mensual 2021, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

A diferencia de años anteriores, el 2022 rompe con la tendencia que se venía repitiendo. En el 2022, la mayoría de los homicidios ocurrieron en los trimestres segundo y tercero, pero el cuarto trimestre también fue de los más altos en la distribución de casos dentro de este año. Se puede apreciar en la figura 31, que existe una subida del primer trimestre donde se tenían números relativamente bajos y comenzó a subir hasta mantener números altos durante el resto del año.

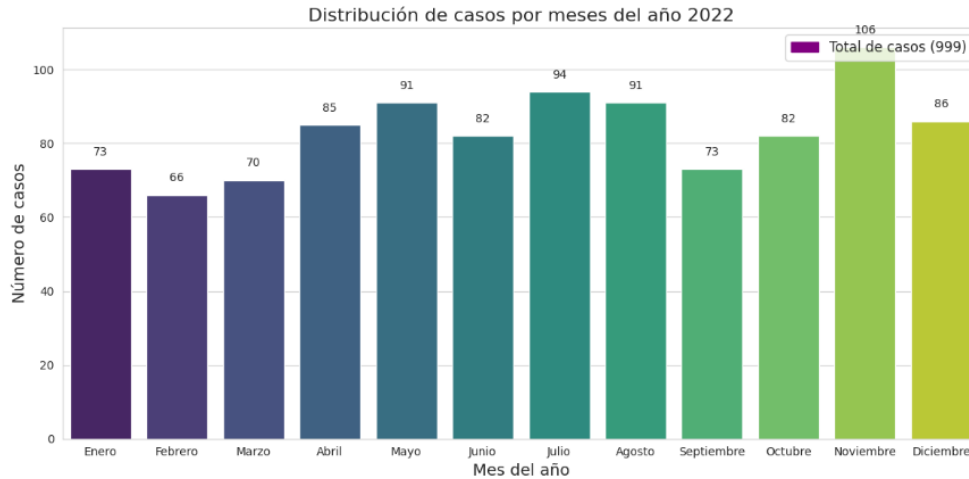


Figura 31 distribución mensual 2022, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Mediante la figura 32 vemos que el año de 2023 tiene altibajos marcados, comenzando con registros que se mantienen relativamente iguales de enero y febrero para dar un salto en marzo, bajar repentinamente en abril, volver a dar una subida en el número de homicidios para el mes de mayo y comenzar con una bajada de finados hasta llegar al mes de octubre, donde nuevamente comienza a subir la cantidad de homicidios. Estas tendencias de subidas y bajadas muestran una constante dinámica de cambio en la incidencia de homicidios.

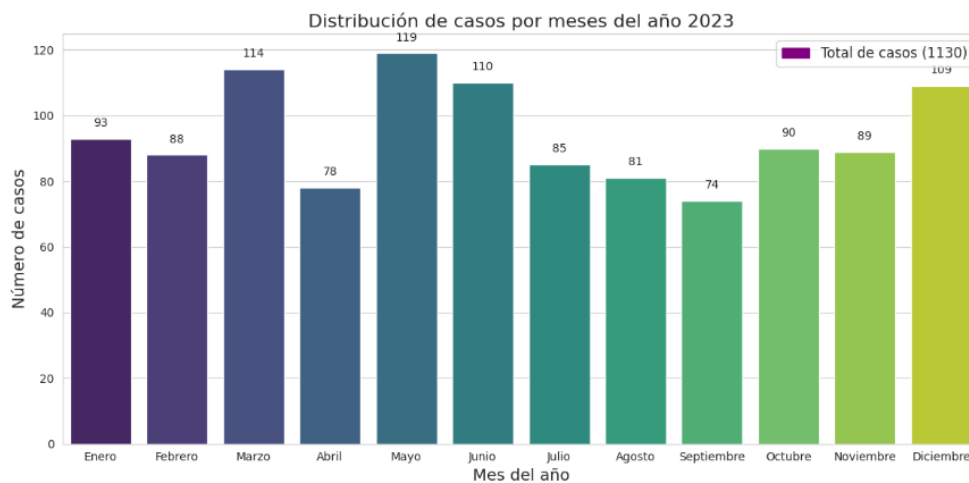


Figura 32: Distribución mensual 2023, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el año 2024, se tiene registro hasta el mes de octubre, donde solo se registró un homicidio; sin embargo, para el 2024, como ya se había comentado, presenta un crecimiento en el número de homicidios que no se logra apreciar por la temporalidad de consulta de los datos. Valle (2025) logra plasmar precisamente la tendencia al alza en su gráfica de tendencia histórica, donde presenta el alza del 2024 como un repunte de homicidios en la Ciudad de México. Es en la figura 33 que logramos ver dicho crecimiento, iniciando con los meses que tenemos disponibles. Se logra ver como de enero a marzo el aumento de los homicidios se da y se mantiene relativamente estable hasta llegar a mayo, donde disminuye ligeramente, pero no llega a mínimos relativos de ese mismo año marcados en enero.

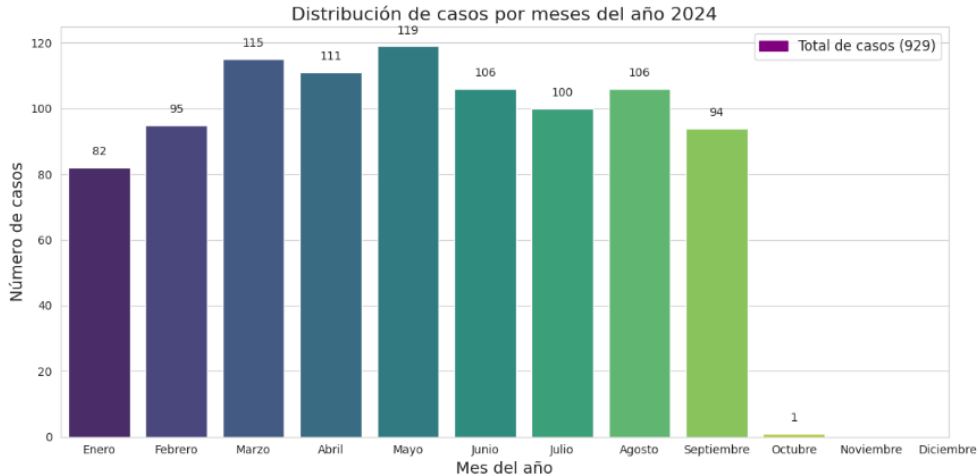


Figura 33: Distribución mensual 2024

Se puede apreciar en la figura 34 el periodo comprendido de 2019 a 2024, donde existe una tendencia de estacionalidad que se mantiene en los primeros 2 meses, con un aumento en el mes de marzo; posteriormente disminuye en el mes de abril y vuelve a crecer en el mes de mayo. De ahí el número de homicidios empieza en descenso, marcando en el histórico a los primeros 2 trimestres como los más concurridos en homicidios. Los meses con mayor número de homicidios fueron: mayo con 806, marzo con 758, seguido de abril con 687 homicidios; sin embargo, los meses de enero, febrero, junio y julio están demasiado cerca de convertirse en los primeros lugares. Si bien los meses de agosto a diciembre presentan menores

cantidades de incidentes, no dejan de ser altos, pues solo están ligeramente abajo. La presente tendencia denota un comportamiento indicativo de que la primera mitad del año es la más violenta en términos de homicidios y que en la segunda mitad del año el número de homicidios disminuye, aumentando esta seguridad relativa.

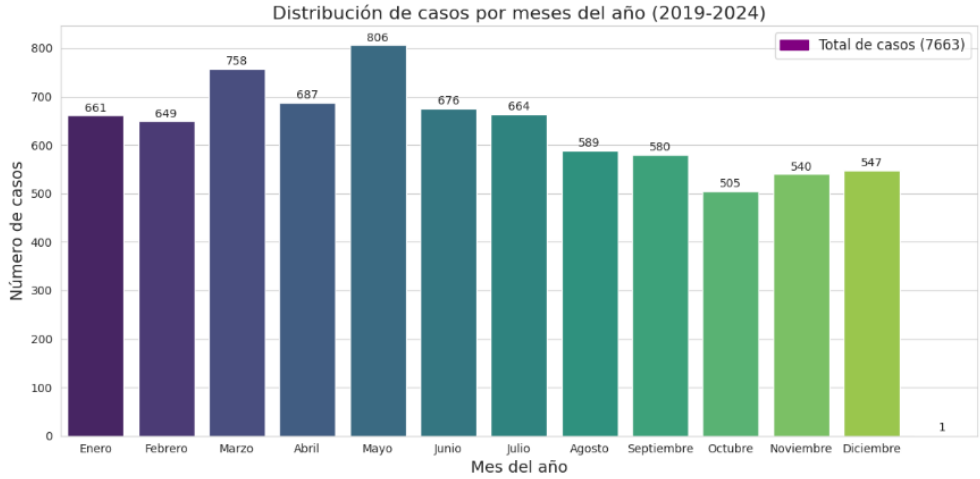


Figura 34: Distribución mensual 2019-2024, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

### Distribución por horarios

Como se vio en los patrones mensuales, existe una estacionalidad de meses con tendencias por sobre el promedio en los primeros trimestres del año. Más allá de ello, la comprensión de la distribución horaria de los homicidios es fundamental para desvelar las ventajas de oportunidad y comprender de manera más profunda el delito.

La figura 35 logra capturar la dinámica de homicidios en periodos de tiempo dentro de un día promedio a lo largo del 2019 al 2024. Podemos observar que, iniciando el día por la madrugada, la cantidad de homicidios inicia con números altos y va descendiendo conforme se acerca el amanecer, formando una curva. De las 5 a las 13 horas existen pequeños picos de aumentos y disminuciones, pero se mantienen relativamente estables los homicidios en estos horarios. A partir de las 13 horas, la actividad de homicidios comienza a subir de forma significativa, lo que denota altas horas de actividad, teniendo el pico máximo de incremento de las 18 a las 23 horas. La hora con menos actividad fueron las 12 del mediodía, teniendo

un total de 169 homicidios registrados, mientras que la hora con mayor cantidad de homicidios fueron las 23 horas con 635 homicidios. Esta distribución demuestra que las horas con mayor actividad nocturna son las que mayores homicidios registran, regularmente la noche está asociada con inseguridad debido a la poca actividad de transeúnte conforme se acerca la noche disminuyen los usuarios de a pie lo que facilita el escenario del crimen, lo decía Vidal-Domper et al. (2024), conforme más ojos existan en la calle, menor cantidad de delitos violentos, esta teoría refuerza la interacción de homicidios y horarios, también puede verse incitada la cantidad de homicidios al aumento debido a las condiciones favorecen a la delincuencia, las actividades nocturnas combinadas con alcohol por ejemplo pueden incitar a riñas violentas y desencadenar en finales fatídicos, el consumo de bebidas alcohólicas suele dar consecuencias desfavorables, sea víctima o victimario esta frecuencia de homicidios nocturnos puede deberse a escenarios relacionados.

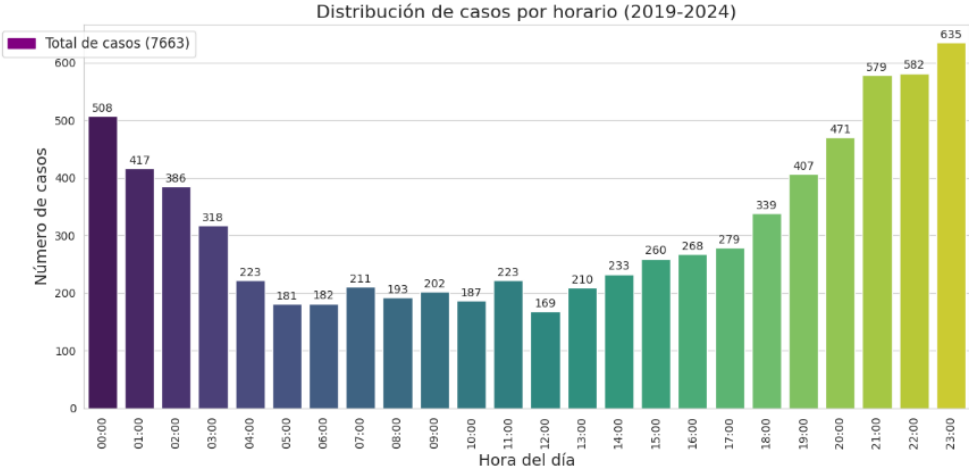


Figura 35: Distribución horaria, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

### Distribución de tipos de homicidio

Dentro de las distribuciones, clasificar a los homicidios por tipo permite una cuantificación útil de los eventos y favorece formar una ventana crítica a las posibles motivaciones, contextos y dinámicas sociales que subyacen a la violencia letal. Comprender la distribución de estos hechos fatídicos es vital para identificar la problemática que afecta a la Ciudad de México.

En la figura 36 podemos visualizar el conglomerado de registros y su distribución por los nueve tipos de homicidio doloso que maneja la Secretaría de Seguridad de la Ciudad de México. Yendo de izquierda a derecha del gráfico, podemos observar cuatro columnas dedicadas a la incidencia de feminicidios en diferentes modalidades: feminicidio con 179 registros, seguido de feminicidios con armas de fuego con 93 registros, feminicidios por disparo de arma de fuego con 62 registros y feminicidio por golpes con 47 registros. Este tipo de homicidios está diferenciado de un homicidio hacia una mujer debido a las características del acto, Máynez (2011) presenta una propuesta en México para diferenciales, un homicidio es un delito que en general priva de la vida de la persona independientemente de su género, las motivaciones detrás de tal acto pueden ser variadas y no están necesariamente relacionadas con la discriminación de género; mientras que un feminicidio es un homicidio de una mujer por razones de género, este tipo implica que la víctima es privada de la vida por su condición de mujer, esto se debe a menudo en un contexto de violencia machista, la razón de tipificar el feminicidio como un delito separado del homicidio es que se busca visibilizar y sancionar de maneras más severas a estos crímenes.

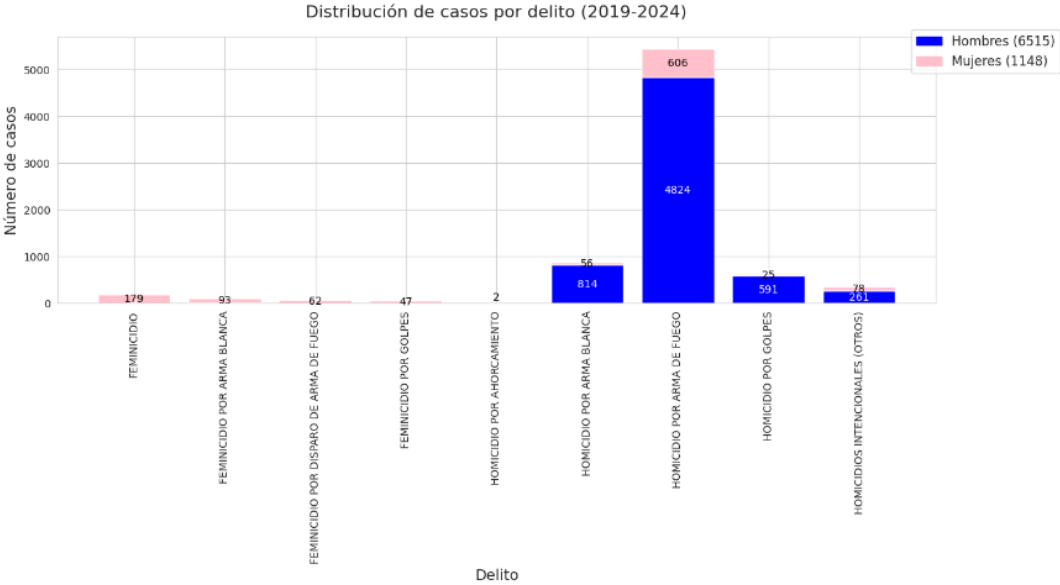


Figura 36: Distribución de tipos de homicidio, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Así bien, en la figura 36 se nota el contraste de los homicidios y los tipificados como feminicidios, donde se aprecia que los números son menores en gran medida a su contraparte general. El grueso de registros, como ya habíamos comentado en anteriores apartados, es conformado en su mayoría por homicidios masculinos, los cuales se dividen en las mismas categorías que el de feminicidios, con la salvedad de que en este tipo de homicidios existe el tipo de homicidio por ahorcamiento, el cual es el que menores registros posee con un total de 2 en el periodo de 2019 a 2024; su contraparte con mayor cantidad de homicidios es el tipo de homicidio por arma de fuego, el cual está conformado por un total de 606 registros femeninos y 4824 registros masculinos (México Unido Contra la Delincuencia, 2022).

Sin lugar a duda, es el tipo de homicidio más común en la Ciudad de México y esto es alarmante sabiendo que México no es un país altamente armado. Según estadística del reporte realizado por México único contra la delincuencia, en 2022 se encontraban vigentes un total de 2535 licencias de armas de fuego particulares para la portación de armas de fuego. Se menciona que la distribución de armas es de 51.4% en Ciudad de México, 21% en Nuevo León y 8.5% en el Estado de México. Tomando estos datos, es equivalente a decir que cada arma legal en Ciudad de México disparó por lo menos 4 veces para matar. Es importante mencionar que el problema de armas de fuego es una problemática de seguridad nacional. En el mismo informe de México Unido Contra la Delincuencia (2022), se menciona que la SEDENA informó que en el periodo de 2018 a 2023 las autoridades decomisaron un total de 39782 armas de fuego, aproximadamente trece mil anuales; esto es una cifra alarmante si se contrasta contra los pocos permisos que se tienen, y la cantidad de homicidios que se registran a consecuencia de un arma de fuego.

### Distribución de tipos de homicidios por día de la semana y horarios

Para una comprensión del fenómeno de homicidios de manera detallada, es de vital relevancia el análisis de la convergencia de variables temporales y su contexto, como el tipo de homicidio específico. Este análisis es importante ya que contrasta el enfoque en la distribución de casos según el tipo de homicidio, pero además el horario y día de la semana en el que ocurren, pudiendo visualizar de mejor manera los patrones mediante las matrices de calor.

La matriz de la figura 37 representa el conjunto total de datos en la categoría de homicidios por arma de fuego a lo largo de la semana, separado por horarios. Mediante el uso de colores, podremos ver que, mientras más se aproxime a ser amarillo el dato, mayor será la acumulación de homicidios en ese horario. Ahora bien, en este tipo de homicidios podemos observar que en el día domingo la concentración de homicidios va creciendo de las 18 horas a las 23 horas, pero en la madrugada de los domingos existe una presencia de alta actividad, la cual inicia a las 00 horas y empieza a disminuir llegando las 4 horas; si bien a lo largo del día es más tranquilo, el domingo es el día con mayor actividad.

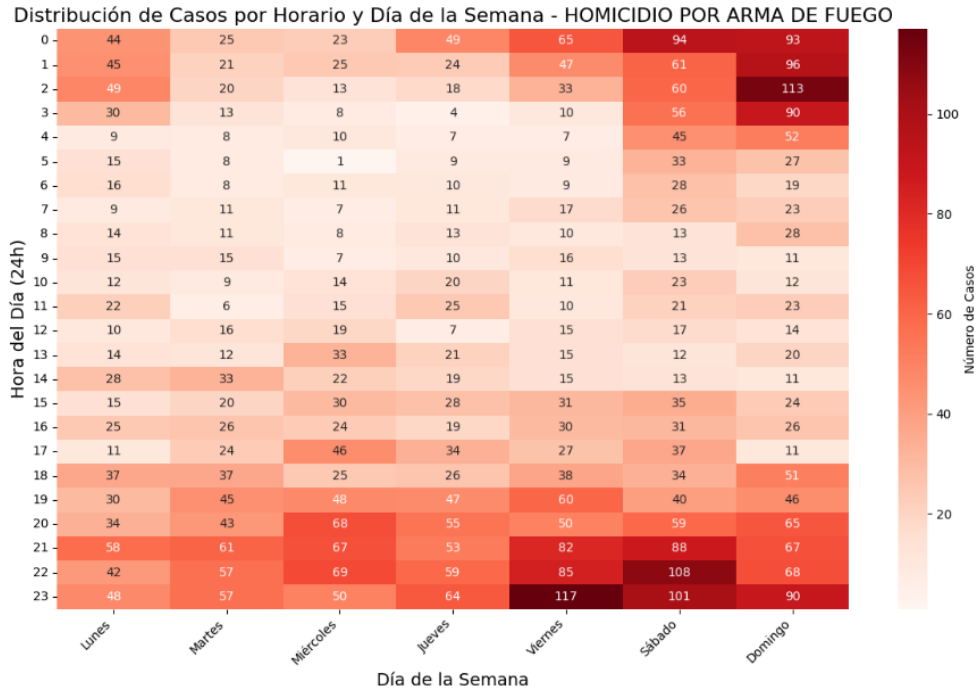


Figura 37: Matriz de distribución semanal de homicidios por arma de fuego, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Los días viernes, sábado y domingo por la noche presentan una mayor incidencia de homicidios de esta categoría; pudiera deberse a lo que comentaba Groff (2011) sobre la influencia de los bares y cantinas. Estos horarios coinciden a su vez con la actividad nocturna de fin de semana, actividad que regularmente es un pretexto para beber comúnmente. Ahora bien, esto pudiera tener una relación directa con dicha actividad, pero el resto de los días no disminuyen demasiado la cantidad de delitos, por lo que la influencia de los bares y cantinas

podiera estar sesgada a ver un fenómeno más importante. El producto de los asaltos y la inseguridad en las calles pudiera ser otra causa que marque un alza en los homicidios durante las noches.

A diferencia de los homicidios con arma de fuego donde se ve un patrón claro de actividad nocturna, el tipo de homicidios causados por golpes no tiene una clara distribución de ocurrencia; pareciera ocurrir de manera azarosa a lo largo del tiempo. Hay aglomeraciones existentes que llaman la atención, como los lunes de 8 a 10 horas y de 15 a 18 horas, pero este patrón pareciera perderse en ciertos días de la semana. Los martes, la incidencia de homicidios se presenta con mayor frecuencia entre las 7 y las 9 horas y de 21 a 23 horas. Al parecer, los días entre semana, de lunes a viernes, la tendencia a la ocurrencia de incidentes por golpes es entre las 6 y las 14 horas, mientras que los fines de semana tienen una dinámica un tanto diferente y similar a la comentada en homicidios por arma de fuego, donde la mayor actividad es nocturna (ver figura 38).

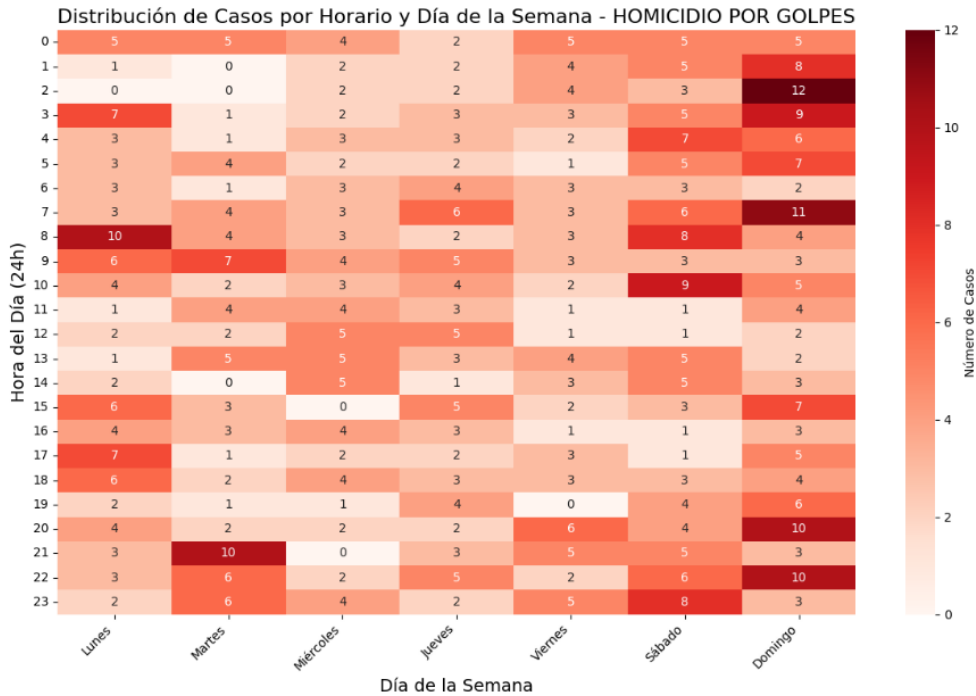


Figura 38: Matriz de distribución semanal de homicidios por golpes, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

La categoría de homicidios por arma blanca tiene un comportamiento enfocado más en los fines de semana, como se puede ver en la figura 39; presenta una distribución en la matriz de aglomeración en las horas comprendidas entre las 00 horas y las 7 horas. Como va siendo un patrón común en las categorías, el domingo es el día más peligroso en términos de homicidios, siendo que gran cantidad de registros se presentan en este día. Esta actividad, al igual que los homicidios por arma de fuego, podría deberse a las actividades nocturnas, pero está íntimamente relacionada con robos. El arma blanca es mucho más fácil de conseguir, pero existen más muertes por arma de fuego pese a la dificultad de conseguir un arma de este tipo. Sin lugar a duda, la actividad en fines de semana está intrínsecamente relacionada con la actividad de salidas; entre más personas estén deambulando, mayor es el riesgo de homicidios en fin de semana. Bogacka (2020) tenía razón al mencionar que, a mayor iluminación, menor delito.

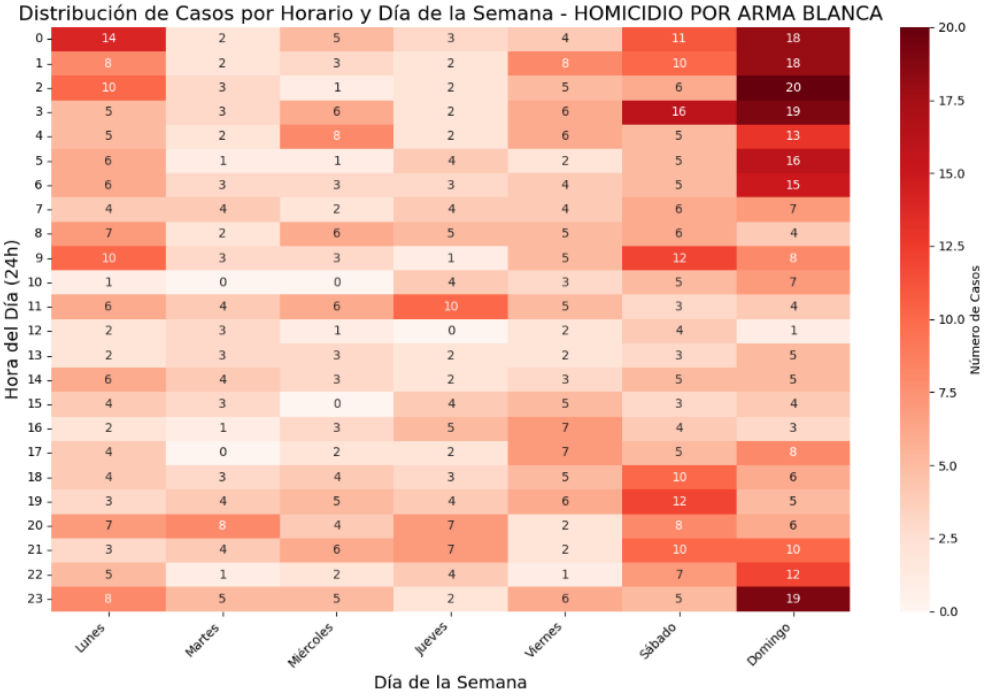


Figura 39: Matriz de distribución semanal de homicidios por arma de blanca, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Adentrándose en la categoría de otros homicidios, cuya variación deja dentro a las personas que han sufrido percances por toda aquella actividad que no tiene que ver con armas de fuego, armas blancas, golpes o ahorcamientos, cuyas categorías son más específicas, en esta categoría entrarían homicidios como atropellamientos, empujar a las vías del tren, tirar algún objeto con intenciones de causar la muerte; este tipo de categoría agrupa a todas aquellas eventualidades. El comportamiento de esta categoría es errático; pareciera que no tiene un patrón especialmente visible. El martes es el día que mayor presencia tiene, mientras que el día que menos homicidios alberga es el jueves. Al ser una agrupación de múltiples categorías dentro de una categoría, el comportamiento se muestra más aleatorio y no se logra identificar una clara estacionalidad en los días u horarios. En promedio, entre las 7 y las 17 son las horas más activas para este tipo de delitos; ver figura 40.

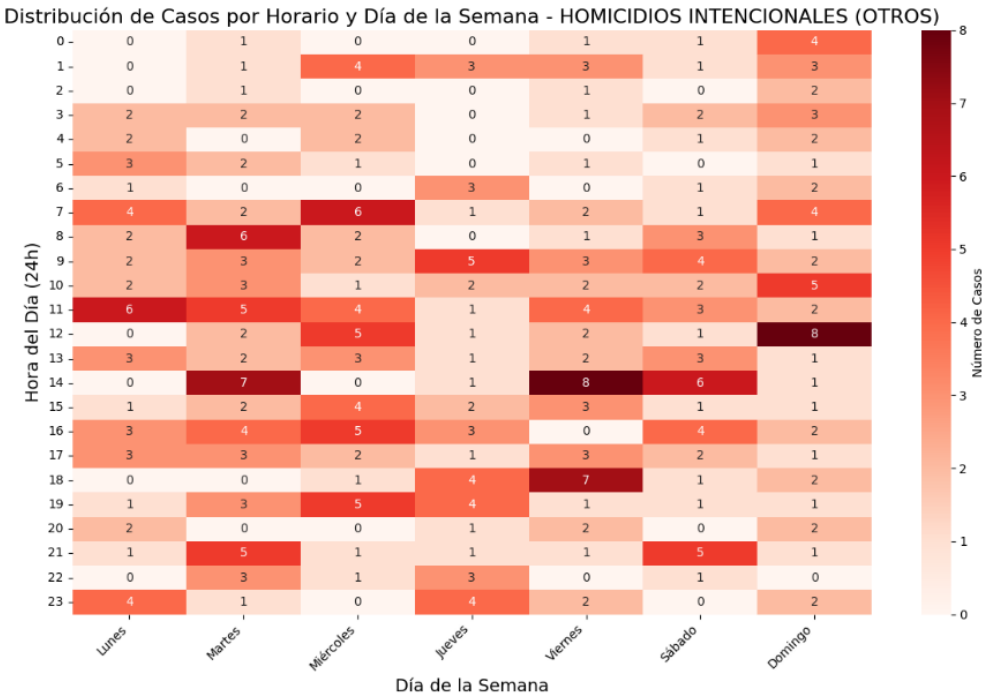


Figura 40: Matriz de distribución semanal de homicidios intencionales, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Enfocando en la categoría de feminicidios, se puede apreciar en la figura 41 que, a diferencia de los homicidios comunes, este tipo sucede con más frecuencia entre semana. La categoría de feminicidios presenta una particularidad interesante con respecto a las categorías

anteriores: sucede con mayor frecuencia en los horarios abarcados de las 10 a las 19 horas, un horario reservado regularmente para el trabajo. Esto muestra que la mayoría de los feminicidios son cometidos en horario laboral común. Se puede observar que el viernes es el día con mayor presencia de feminicidios, mientras que el miércoles es el día con menores incidentes registrados. Con diferencia de las anteriores categorías, no se tiene una presencia nocturna muy marcada. Incluso podemos notar que esta categoría de feminicidios tiene una clara distinción con respecto a los homicidios, pues su mayor actividad es cuando existe más luz solar; no suceden con tanta frecuencia por las madrugadas y noches como en los anteriores vistos y, a pesar de que también el domingo ocurren con alta incidencia, no es el día con mayores registros. Esto marca un comportamiento distintivo; en efecto, la tipificación de este delito logra contrastar diferencias clave.

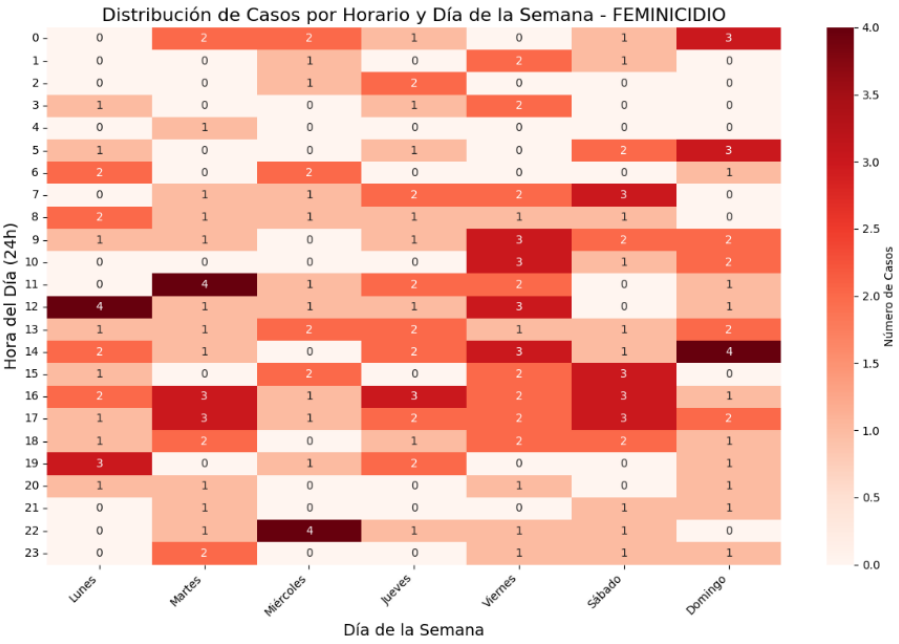


Figura 41 Matriz de distribución semanal de homicidios por arma de fuego, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Siguiendo con el análisis de feminicidios la subcategoría que usa arma blanca, tiene un comportamiento con tendencias a la actividad nocturna, las horas más activas son de las 17 horas a las 23 horas, por las madrugadas no suele tener demasiada actividad, pero hay picos importantes entre las 4 a 9 horas en los días lunes, martes sábados y domingos, donde se pueden ver algunos registros principalmente en el día lunes y fines de semana, esta categoría

posee el día con menores casos los miércoles; mientras que el día con mayor cantidad de homicidios es el domingo sigue siendo el día que mayor cantidad de homicidios registra, se diferencia del feminicidio general por tener mayor actividad por las noches y mañanas, ver figura 42.

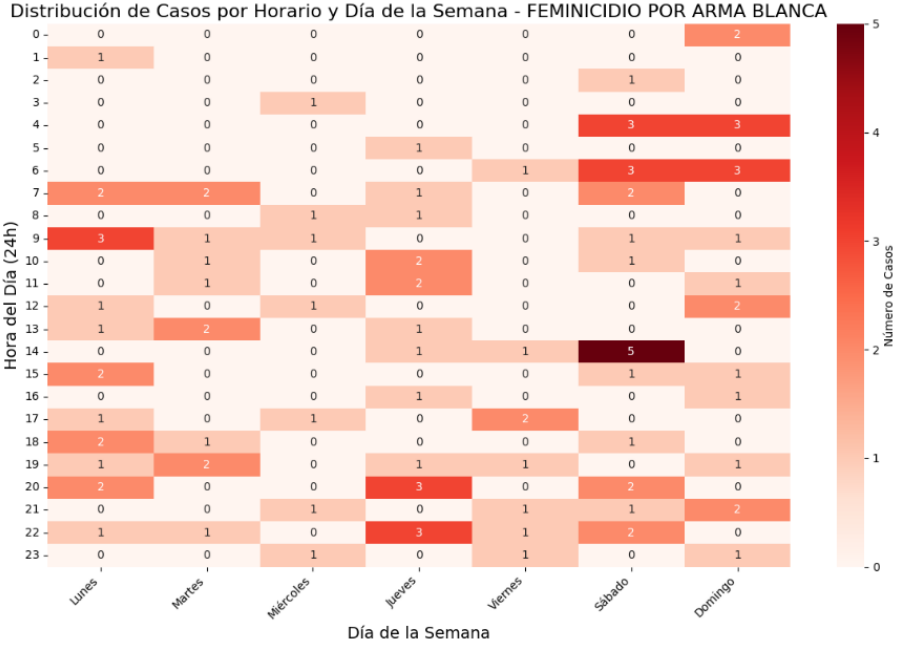


Figura 42: Matriz de distribución semanal de feminicidios por arma blanca, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Los feminicidios causados por arma de fuego presentan una distribución enfocada en los días de lunes a sábado; sus horarios principales van de las 5 a las 23 horas. De manera importante, los días con menor cantidad de este tipo de delitos se cometen en los domingos y lunes; la gran parte de incidentes suele ocurrir por la tarde y al parecer comparte similitudes con los homicidios generales, pues tiene una tendencia a presentarse con mayor frecuencia cercana a terminarse el día. Ver figura 43.

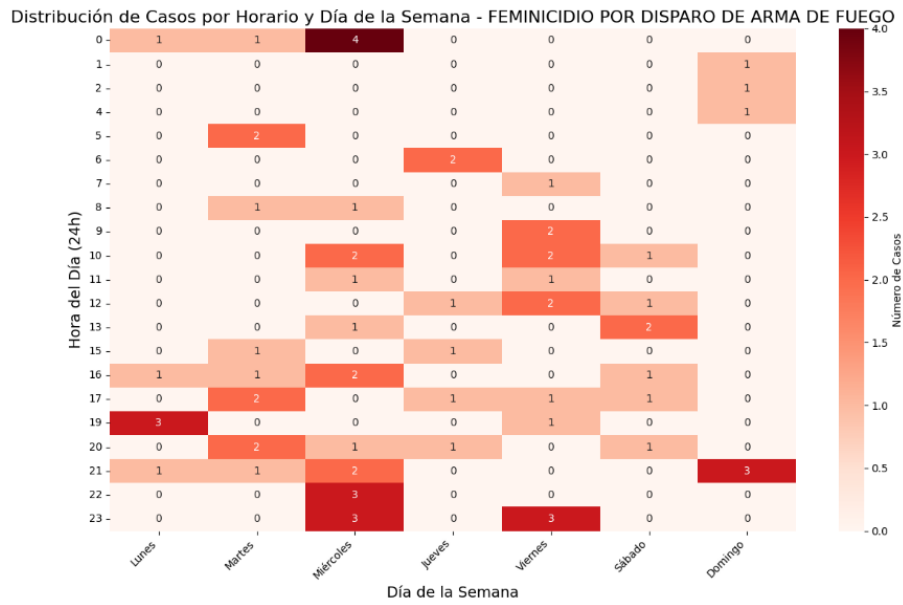


Figura 43: Matriz de distribución semanal de feminicidios por arma de fuego, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Para los feminicidios que son causados por golpes, su tendencia presenta un ligero comportamiento de picos marcados a lo largo de diferentes días en horarios inconexos. Entre las 0 y las 6 horas se presenta una concentración; de las 6 a las 17 se presenta otro grupo de delitos marcados por horarios similares. Los días en donde mayor frecuencia de homicidios se tiene es el lunes, mientras que el día con menor incidencia delictiva es el martes; sin embargo, el resto de los días tan solo se separa por 1 homicidio de diferencia, ver figura 44.

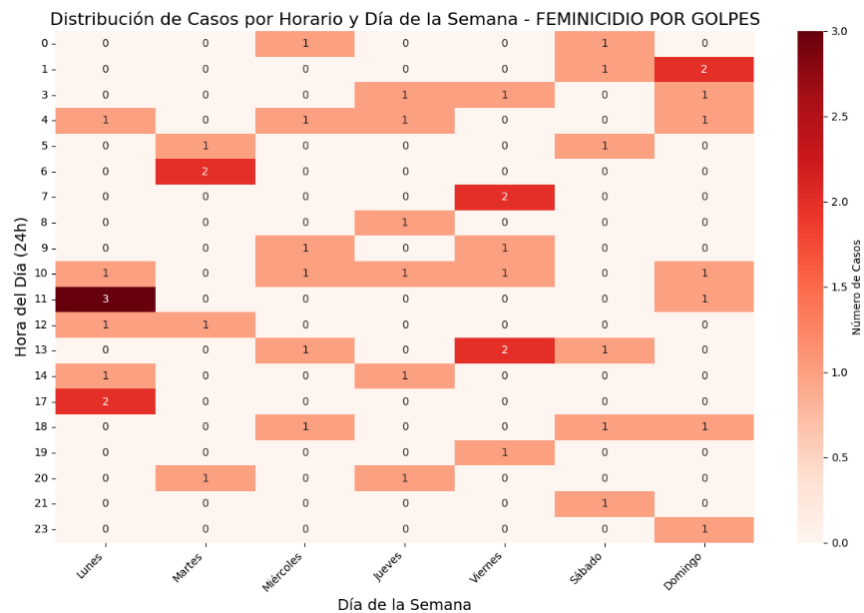


Figura 44: Matriz de distribución semanal de femicidios por golpes, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Dentro de la última categoría de homicidios, los homicidios por ahorcamiento presentan una distribución errática y aleatoria; no tienen un patrón fijo que denote algún comportamiento clave a destacar. Sus horarios van de la 1 a las 22 horas; estos homicidios no han ocurrido en lunes y el resto de los días solo tienen un solo registro tipificado, ver figura 45.

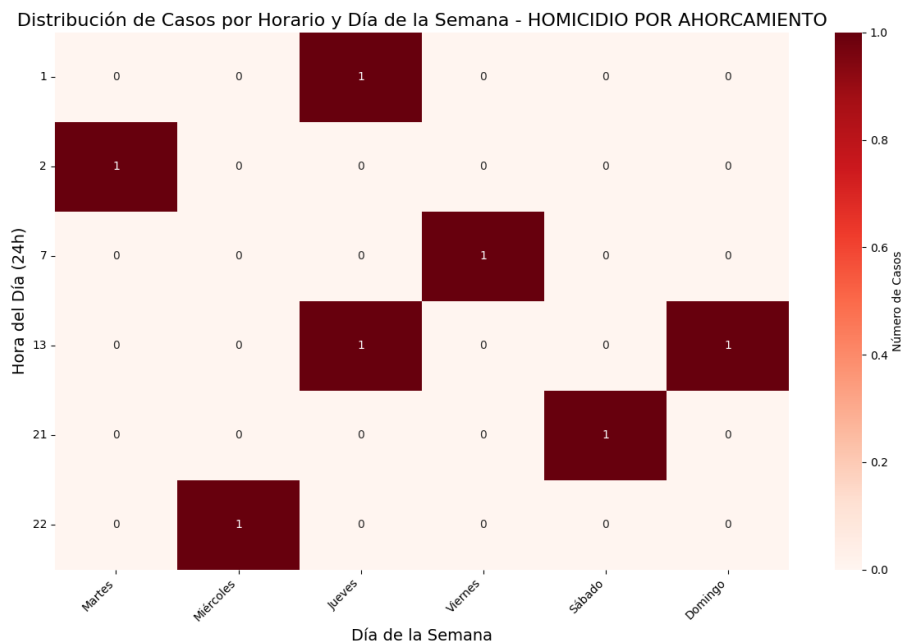


Figura 45: Matriz de distribución semanal de homicidios por arma de fuego, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

### Homicidios en áreas verdes

La dinámica de interacción entre el área construida y la criminalidad es uno de los ejes principales para la criminalidad urbana; las áreas verdes representan un componente clave en el análisis. La literatura, como hemos visto anteriormente, sugiere que las áreas verdes pueden influir en los patrones delictivos de maneras complejas; pueden actuar como factores protectores que ayuden a fomentar la conexión social y la vigilancia natural, o bajo ciertas circunstancias, podrían facilitar la ocurrencia de delitos al brindar cobertura a posibles agresores. En la Ciudad de México, una metrópoli de gran extensión y alta densidad poblacional, la distribución y gestión de las áreas verdes tiene gran relevancia para la seguridad pública. La UNODC, en su informe anual de Estudio mundial sobre el homicidio, explica como las tasas de homicidios comprendidas entre 5 por cada 100,000 serían bajas, de 5 a 20 por cada 100,000 serían tasas moderadas o medias, y de más de 20 por cada 100,000 la tasa sería alta. Debido a esto mismo, las tasas serán expresadas en esta medida para las siguientes gráficas (UNODC, 2023).

La alcaldía Álvaro Obregón se ubica al poniente de la Ciudad de México. Esta alcaldía se caracteriza por su topología accidentada y una diversidad socioeconómica que abarca desde asentamientos irregulares hasta zonas residenciales de alto poder adquisitivo. Posee una extensión de 96.18 km<sup>2</sup>; su población de aproximadamente 759,009 habitantes en 2020 representa un escenario complejo donde la interacción entre el desarrollo urbano y los espacios naturales conviven en cercanía. La presencia de áreas verdes como barrancas y parques es significativa. Este análisis pretende explorar como la incidencia de homicidios se presenta, buscando identificar patrones, en línea con la literatura.

En la figura 46 podemos observar las tasas de homicidios en la alcaldía por cada 100,000 habitantes, empezando por la gráfica de la esquina superior izquierda vemos las tasas calculadas en el área de influencia propuesta por Sypion-Dutkowska & Leitner (2017), esta zona de influencia mencionada por la literatura consiste en un área de 50 metros a la redonda del área verde, dicha área funcionaría como una extensión del área verde brindando de protector ante los crímenes violentos, así mismo el área de influencia de 100 metros propuesta por Vidal-Domper et al. (2024) donde comenta de manera similar a la zona de 50 metros como una zona de influencia pero con menor impacto, vendría a ser una extensión mayor al área verdes, estos autores en ambos casos marcan a las áreas verdes como disuasivo del crimen violento mientras más lejos se encuentre del área verde mayor vendría a ser la posibilidad de crimen violento. Las gráficas también incluyen las tasas de homicidios dentro de las áreas verdes y fuera de la zona de influencia de más de 100 metros.

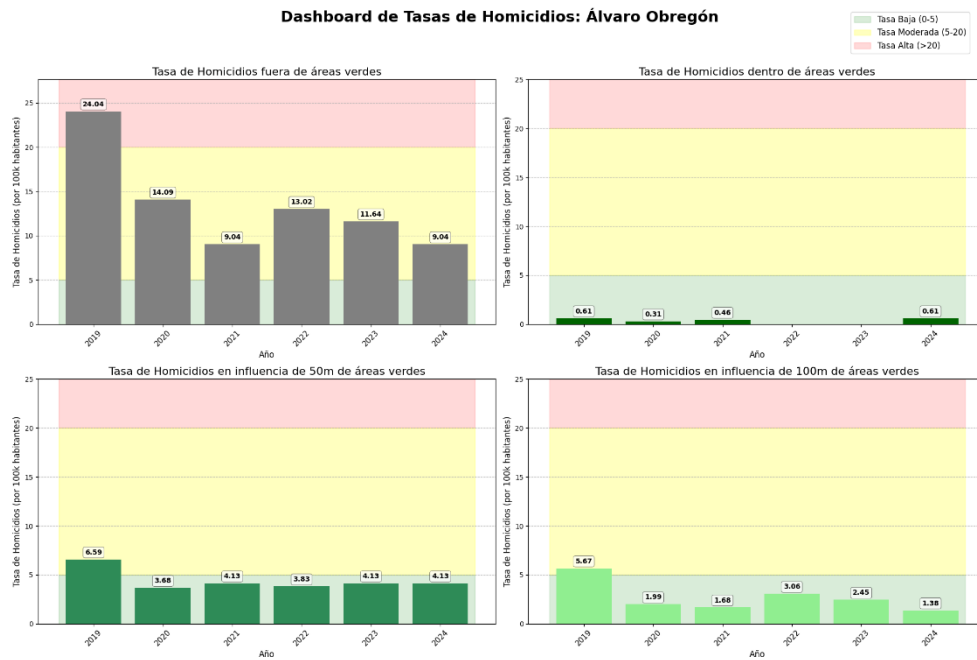
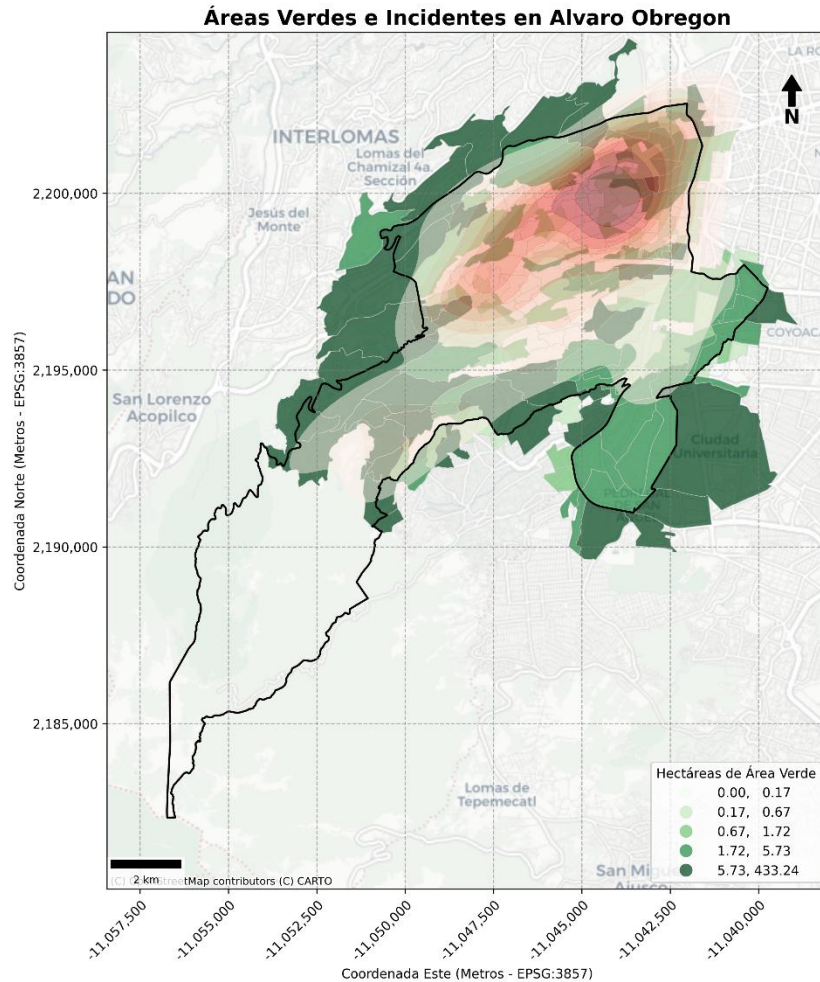


Figura 46: Tasas de homicidios Álvaro Obregón, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Álvaro Obregón en 2019 presentó una tasa de 6.59 homicidios por cada 10,000 habitantes en el área de influencia de 50 metros, lo que representa una tasa moderada. Para 2020 se vio una disminución a 3.68; en 2021 se vio un repunte, pasando a 4.13. 2022 volvió a disminuir, pasando a 3.83; en 2023 nuevamente se tuvo un repunte, pasando a la misma tasa de 2021, 4.13 homicidios por cada 100,000 habitantes, para finalmente en 2024 tener una disminución a 4.13 nuevamente. Vemos que, a excepción de 2019, en el resto de los años en la zona de influencia de 50 metros se mantuvieron tasas muy similares, con apenas cambios a lo largo del periodo. Para la zona de influencia de 100 metros, el escenario cambia un poco. En 2019 se tuvo una tasa de 5.67 homicidios; para el 2020 la tasa disminuyó a 1.99, bajando drásticamente y con una tendencia a la baja de igual manera para 2021, ya que volvió a disminuir, esta vez a 1.68 homicidios por cada 10,000 habitantes. La tendencia a la baja no duraría mucho, ya que en 2022 se tuvo un repunte, dejando a la tasa en 3.06 homicidios, y para los siguientes años la tasa se vio nuevamente con una disminución marcada, pasando en 2023 a 2.45 y en 2024 a 1.38. Estas tasas son bajas.

En las áreas verdes, por otro lado, las tasas de homicidios son bajas. En 2019 fue de 0.61, una tasa que apenas es moderada; en 2020 la tasa es de 0.31, una tasa baja; 2021 tuvo una tasa rosando la media con 0.46; para 2022 y 2023 no ocurrieron homicidios en áreas verdes, lo que es bueno, y en 2024 la tasa de homicidios fue de 0.61, una tasa baja. Del lado de la zona construida, los homicidios se disparan todos los años a tasas altas y moderadas. En 2019, la tasa era la más alta con 24.04 homicidios por cada 100,000; en 2020 disminuyó significativamente, pero no llegó a ser baja, siendo de 14.09 homicidios por cada 100,000. 2021 tuvo otra disminución, pasando a 9.04 homicidios; en 2022 hubo un alza a 13.02, 2023 tuvo una baja mínima a 11.64 y 2024 se vio aún más disminuida a 9.04 homicidios.

En el mapa 1 podemos ver de manera clara como es que la gran cantidad de homicidios ocurren dentro de las AGEBS pertenecientes a la alcaldía que poseen menor área verde en hectáreas, de manera clara en el norte de Álvaro obregón se logra apreciar una concentración significativa de homicidios tiene su epicentro en donde las AGEBS tienen nula vegetación, así el mapa de calor muestra que conforme el área verde va aumentando la intensidad de ocurrencia disminuye dando con ello el mensaje claro de que dentro de esta alcaldía las áreas verdes juegan un papel importante en la disminución de, delito violento encapsulando a donde existe poca cantidad de áreas verdes, en esta alcaldía se cumple de ir aumentando la incidencia delictiva conforme se vaya alejando de las áreas verdes.



Mapa 1: Áreas verdes e incidentes en Álvaro Obregón, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

Milpa Alta, alcaldía situada en el extremo suroeste de la Ciudad de México, tiene un marcado carácter rural. Es una alcaldía que concentra la mayor parte de su superficie de suelo de conservación ecológica, posee extensos bosques y áreas agrícolas; esta alcaldía es reconocida por su producción de nopal. Tiene una extensión de 284.1 km<sup>2</sup> y una población de 152,682 habitantes para 2020; es la alcaldía menos poblada y con menor cantidad de densidad demográfica. Al poseer una gran cantidad de áreas verdes y tener una baja urbanización, la convierte en un caso especial. Se pretende analizar la distribución de homicidios en Milpa Alta.

A diferencia de Álvaro Obregón la cantidad de homicidios que presenta milpa alta es menor, peor se comporta de una forma completamente distinta en su zona de influencia a los 50 metros, podemos ver en la figura 47 como se presenta una tasa de 4.74 homicidios por cada 100,000 esta tasa de incidencia es baja, conforme va avanzando el tiempo la tasa va subiendo pasando a 5.69 convirtiéndose en media, para 2020, y dando un salto aun mayor en 2021 pasando a 11.39 homicidios en 2022 siguió con una tendencia al aumento pasando a 12.33 y al año siguiente aumentando aún más a 13.28 homicidios por cada 100,000, para 2024 existió un bajo abrupto pasando a ser de 5.69 homicidios por cada 100,000. Dentro de la zona de influencia mayor a 100 metros, las tasas son menores, siendo de 1.9 para 2019 y 2020, tasas bajas. Para 2019, la tasa bajó aún más, siendo de 0.95 homicidios por cada 10,000. En el 2022, las tasas se vieron aumentadas, siendo de casi el triple con respecto al 2021, pasando a 2.85 y 3.8 homicidios por cada 100,000 habitantes en 2022 y 2023, respectivamente. Para 2024, la tasa volvió a bajar a 0.95, igualando al 2021 la tasa más baja del periodo en la categoría.

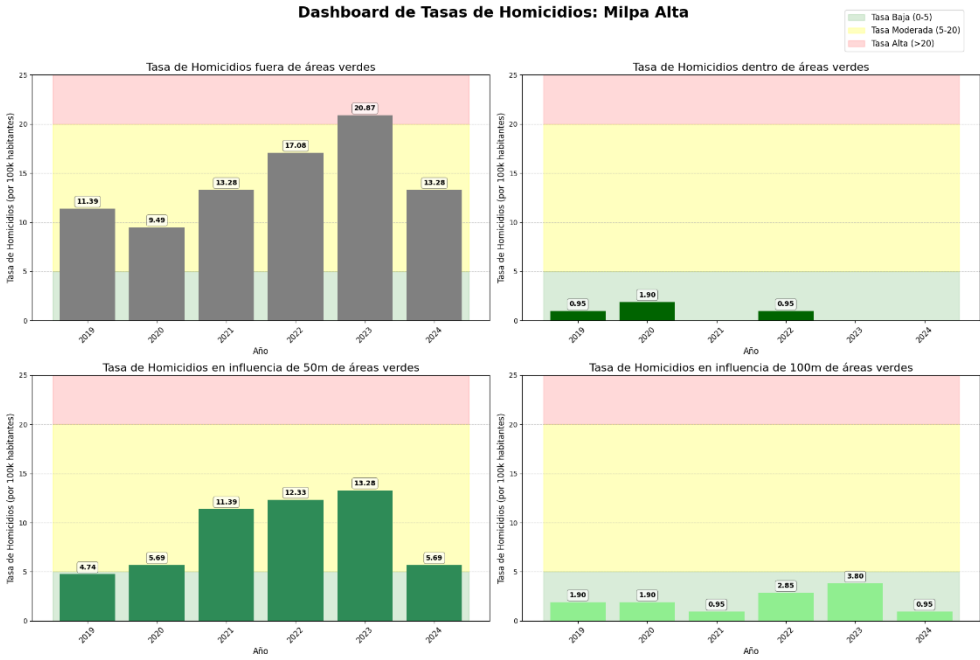


Figura 47: Tasas de homicidios, Milpa Alta, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Ahora bien, siendo milpa alta un municipio con una gran cantidad de áreas verdes, empíricamente se podría pensar que habría gran cantidad de homicidios dentro de estas áreas ya que hay más posibilidad de encontrar áreas verdes, ciertamente esto no es correcto y si bien las tasas de homicidios no son las más bajas sí que presenta tasas bajas teniendo .95 para 2019 y 2022, en 2020 tuvo una tasa de homicidios de 1.90 y para el resto de años del periodo no presento homicidios, esto habla de la influencia de las áreas verdes en la mitigación de la violencia, esta alcaldía tiene pocas áreas construidas por lo debería ser más probable encontrar homicidios en áreas verdes, vemos que no es así, las tasas de homicidios en las áreas no verdes fueron medias y altas, en 2019 la tasa de homicidios era de 11.39 homicidios, 2020 de 9.49 , para 2021 subió a 13.28 homicidios por cada 100,000, paso a 17.08 tasa que rosa de cerca ser alta, 2023 paso a tener una tasa de homicidios de 20.87 siendo la más alta del periodo y para el último año del periodo disminuyó a 13.28 todas estas tasas son medias con tendencia a altas, en Milpa Alta la incidencia delictiva dentro de las áreas de influencia de 50 metros tuvieron tasas moderadas en el periodo de 2021 a 2023 una alza en la violencia tan marcada pudo deberse a posibles conflictos con el crimen organizado.

En el mapa 2 podemos ver que la incidencia delictiva obedece a una distribución superpuesta a las AGEBS, esto sucede pese que los homicidios como hemos visto se concentra en su mayoría fuera de las áreas verdes siguen ocurriendo dentro de las AGEBS y por la concentración de estas geometrías las cuales son externas se puede llegar a confundir que es de las AGEBS con más áreas verdes donde salen más homicidios, aunque es todo lo contrario en las afueras de las geometrías que podemos visualizar se encuentran extensiones de áreas verdes, por lo que podríamos interpretar, que la mayor incidencia delictiva ocurre dentro de las AGEBS rodeadas por áreas verdes, y mientras se acerque a la periferia o áreas verdes menor es la cantidad de homicidios, con esto podemos ver que en Milpa Alta también se cumple la regla mencionada (Groff, 2011; Lee & Movassaghi, 2021; Vidal-Domper et al., 2024).

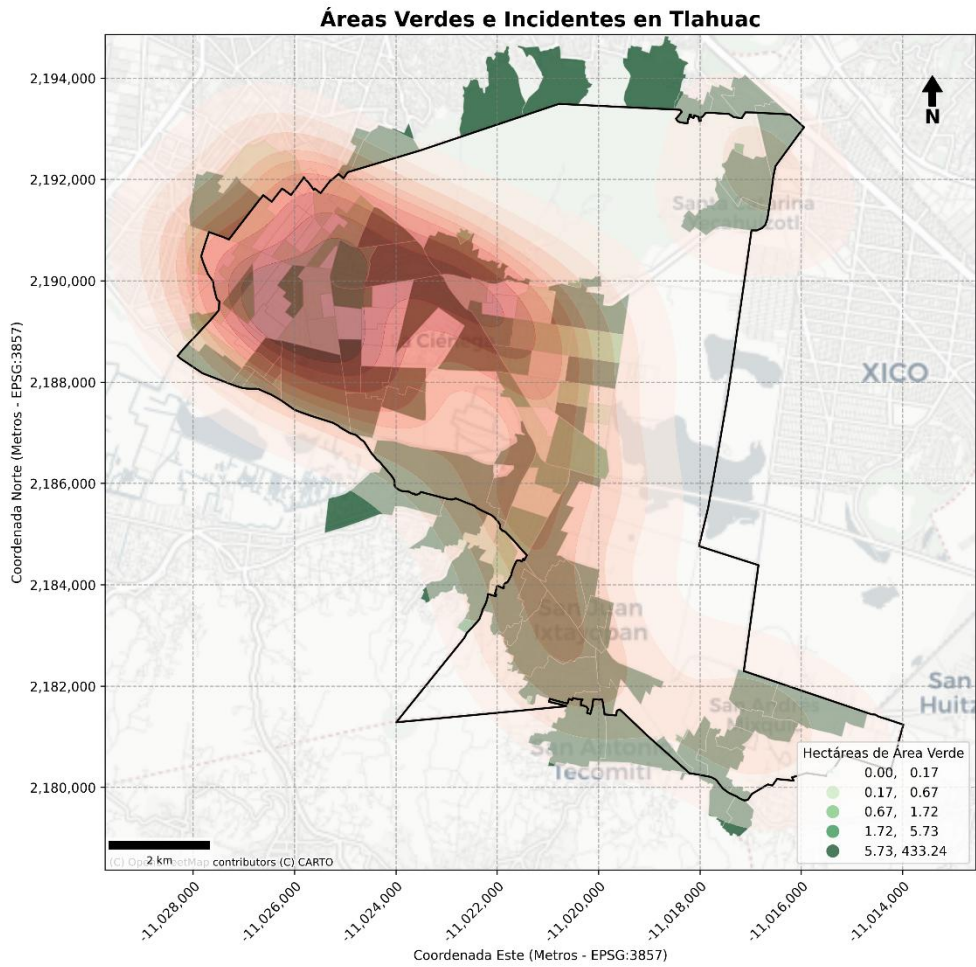


Como podemos ver en la figura 48, el área de influencia de 50 metros en la alcaldía presentó tasas de homicidios moderadas. El 2019 comenzó con una tasa de 11.28 homicidios por cada 100,000, la tasa más alta para esta categoría en la alcaldía. En 2020, la tasa vio una disminución a 8.77 homicidios para llegar a un punto más bajo, llegando a 6.58 homicidios. El año siguiente, 2022, vio un aumento, creciendo a 8.46 homicidios. Esta punta de crecimiento se vio cortada, pues a partir de este punto empezó a decrecer. En 2023, la tasa era de 7.21 homicidios; finalmente, en 2024, la tasa bajó aún más, llegando a 6.27 homicidios por cada 100,000 habitantes. En el área de influencia a 100 metros, Tláhuac presenta tasas que son altas, partiendo en 2019 de una tasa de 5.64 homicidios por cada 100,000 habitantes. Para 2020, la tasa se vio disminuida, pasando a 3.45, mientras que en 2021 esta tasa se vio incrementada, pasando a 4.07 y manteniéndose por dos años hasta terminar 2022, donde cayó a 3.13 en 2023 y siguió con la baja a 2024, pasando a 2.19 homicidios por cada 100,000 habitantes.



Figura 48: Tasas de homicidios Tláhuac, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el mapa 3 se puede observar como el mapa claro claramente cuenta con el centroide de las áreas con mayor densidad de homicidios en AGEBS que poseen pocas hectáreas de áreas verdes; inclusive en donde hay nulas áreas verdes, se ve una alta densidad de incidentes rodeados de áreas verdes. Nuevamente podemos visualizar que la regla de las áreas verdes se cumple en esta alcaldía.



Mapa 3: Áreas verdes e incidentes en Tláhuac, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía de Tlalpan es la más grande de la Ciudad de México; se sitúa al sur de la capital y se caracteriza por una importante porción de suelo de conservación de bosques y reservas naturales. Con una superficie de 309.8 km<sup>2</sup> y una población al 2020 de 699,928 habitantes, Tlalpan abarca desde zonas urbanas con instituciones académicas y hospitalarias de

renombre, hasta comunidades rurales y ejidos. La dualidad que presenta entre lo urbano y lo natural la convierte en una alcaldía peculiar para examinar la interacción de los homicidios y áreas verdes.

La alcaldía presenta en el año 2019 tasas altas en las zonas de influencia de 50 metros alrededor de las áreas verdes, teniendo 10.59 homicidios por cada 100,000 habitantes. Para el año 2020, esta tasa se incrementa, pasando a 12.13 homicidios, y en el 2021 esta se ve disminuida hasta llegar a 5.47 homicidios; pese a la disminución abrupta en el periodo, las tasas siguen siendo moderadas. Para el 2022, la tasa se vio disminuida a 4.10 homicidios para perder la tendencia de baja y volver a subir en los próximos años, pasando a 5.30 y 6.32 homicidios por cada 100,000 en 2023 y 2024, respectivamente. En el área de influencia de las zonas verdes a 100 metros presento menores tasas comparadas con las zonas a de influencia a 50 metros, en el 2019 la tasa de homicidios era de 8.03 homicidios, teniendo una disminución año con año en esta alcaldía marcada, para el año 2020 paso a ser de 6.32 homicidios, en 2021 siguió bajando llegando a 5.30 homicidios, para 2022 llego a su punto más bajo con 1.54 homicidios por cada 100,000, en este punto existió un repunte, pasando en 2023 a tener una tasa de 2.05 homicidios, para 2024 cerrar con una tasa de homicidios de 1.88 por cada 100,000 habitantes, en sus puntos más bajos en el periodo de 2022 a 2024 las tasas fueron bajas, sin embargo el resto de años las tasas fueron moderadas, pese a la cantidad de áreas verdes, ahora bien estas tasas en los dos rangos de influencia de las áreas verdes comparadas con las zonas donde no existe área verde son considerablemente más bajas que las que ocurren fuera de las áreas de verdes y sus zonas de influencia, como podemos ver en la figura 49.

Dentro de las áreas verdes Tlalpan presenta tasas de homicidios bajas, lo que refuerza la idea de las áreas verdes como disuasivo de violencia, en 2019 la tasa de homicidios era de 2.05 tasa baja de homicidios mencionado por el UNODC (2023), para 2020 la tasa bajo a 1.71 homicidios presentando una ligera alza nuevamente en 2021, pasando a 1.88 homicidios y a partir de este año se marcó una tendencia de baja constante, pasando por 1.03, 0.51 y 0.34 para 2022, 2023y 2024 respectivamente, estas tasas vieron una baja buena en términos de violencia ya que pasaron de ser bajas a muy bajas en un periodo de 3 años aproximadamente, si se considera como ya se mencionó que Tláhuac tiene grandes extensiones de áreas verdes

la posibilidad de que suceda un homicidio en área verde es relativamente alta por la extensión, sin embargo no ocurre, y es en las áreas no verdes que se nota la diferencia, para 2019 la tasa de homicidios partía de 26.83 una tasa muy alta en comparación al resto de las zonas evaluadas en la localidad, para el 2020 bajo a 24.60 homicidios por cada 100,000, en 2021 la tasa disminuyó más pasando a 15.04 homicidios, ya en 2022 la tasa llegó a ser la más baja en las áreas no verdes, teniendo 8.2 homicidios tasa moderada, y es al inicio del año 2023 que la tasa se vio incrementada pasando a casi el doble con 16.06 homicidios por cada 100,00, sin embargo en 2024 esta tasa se vio decrementada terminando el periodo con una tasa de 10.59 homicidios por cada 100,000.

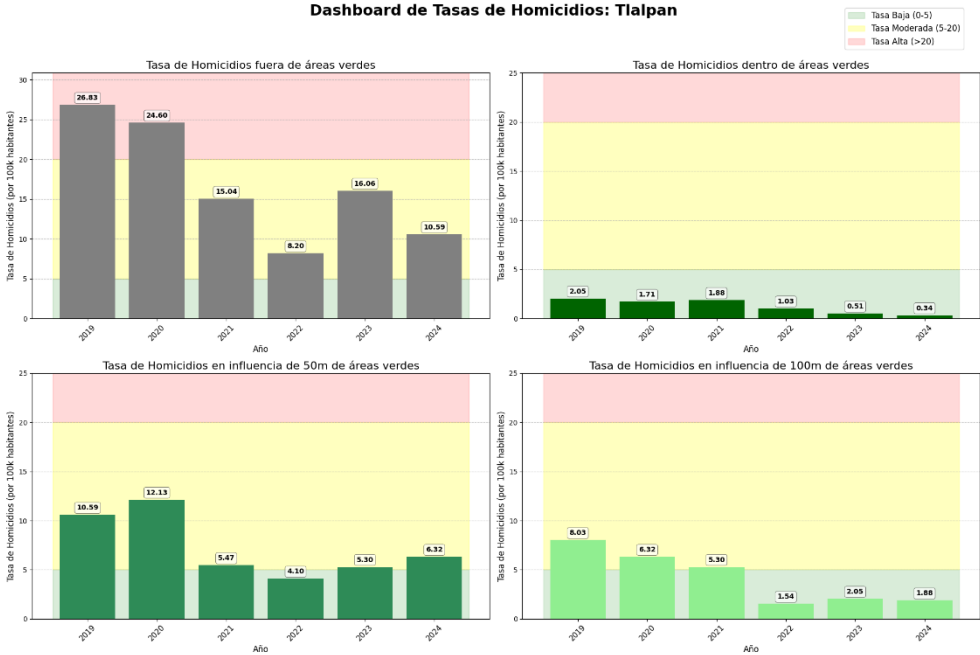
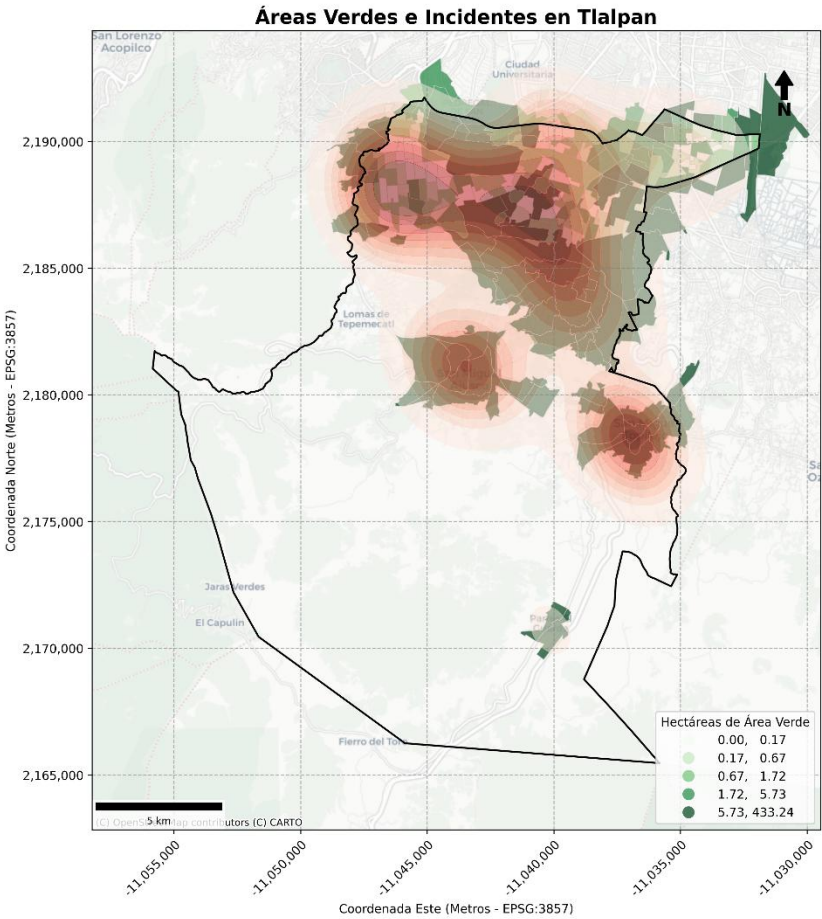


Figura 49: Tasas de homicidios Tlalpan, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el mapa 4 podemos ver como la concentración del mapa de calor lleva una forma del contorno de las AGEBS que tienen menor área verde en hectáreas y se extiende con menor intensidad a las áreas con mayor verdor, es importante mencionar que en las áreas con alta cantidad de áreas verdes en el noroeste de la alcaldía no se aprecia una presencia de incidentes, esto refuerza la idea de que las áreas verdes disminuyen la violencia, también podemos ver que las zonas en el centro de la alcaldía presentan una incidencia de homicidios

pese a su área verdes, pero esto sucede porque el centroide de esta incidencia está situado en los centros urbanos ahí construidos, lo que reafirman que dichas incidencias suceden como hemos visto en las gráficas dentro de las calles del tramado urbano rodeado por áreas verdes, en esencia también se aprecia como es que dichas zonas aisladas por las geometrías marcadas tienen una tonalidad menos intensa de homicidios, mientras que en la zona norte si se aprecian tonalidades con color más marcado, lo que indica que es donde no existe una cantidad de hectáreas verdes importantes que la ocurrencia de homicidios es más activa en dicha zona.



Mapa 4: Áreas verdes e incidentes en Tlalpan, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía de Xochimilco, reconocida por su mundialmente famoso sistema de chinampas y canales prehispánicos, declarados como patrimonio cultural de la humanidad, localizada al sureste de la Ciudad de México, esta alcaldía cuenta con una extensión de 125.2 km<sup>2</sup> y una

población de 442,178 habitantes en 2020. La alcaldía presenta un paisaje único, entre áreas urbanas con extensiones de zonas lacustres y agrícolas. El entorno es particular, integrando un contexto distintivo. Xochimilco, junto con Milpa Alta, Tláhuac y Tlalpan, conforman la zona sur de la Ciudad de México y es en estas áreas donde las áreas verdes, como se ha podido ver, sí juegan un papel importante teniendo baja incidencia en las áreas verdes y sus zonas de influencia.

Como se puede observar en la figura 50, las áreas de influencia a 50 metros presentan una tasa de homicidios alta, teniendo en 2019, 8.82 homicidios por cada 100,000 habitantes; esta tasa es alta. Afortunadamente, fue en descenso hasta el 2000, bajando a 8.54 en 2022 y a 6.34 en 2021. Estas tasas de homicidios vieron un aumento de homicidios en 2022, creciendo a 10.20 homicidios por cada 100,000 habitantes. Este repunte en 2022 fue disminuido en 2023 y 2024, bajando a 7.17 y 6.89 respectivamente, si bien las tasas de homicidio son moderadas. Para las zonas de influencia de 100 metros en Xochimilco el año 2019 comenzó con 3.31 una tasa baja, pero para 2020 esta tasa bajo aún más pasando a ser 1.93 lo que se convirtió en una tasa muy baja y de un año al otro esta tasa lograda ser baja se convirtió en la más alta del periodo pasando a 5.51 homicidios por cada 100,000 habitantes, durante dos años se mantuvo estable pasando a 5.24 en 2022 para en 2023 bajar de golpe a la tasa más baja del periodo teniendo 1.65 homicidios por cada 100,000 habitantes, poco duro la tasa baja pues al año siguiente se disparó a 3.86 homicidios, estos cambios abruptos en las tasas de un año a otro se pueden deber a que en Xochimilco se tienen reportes de enfrentamientos delictivos de los carteles conocidos como Los Rodolfos”, “Los Molina” y el “Cártel de Tláhuac” para estos años de picos en tasa de homicidios (Sánchez, 2024).

Ahora bien, en las áreas verdes, Xochimilco presenta tasas muy bajas de homicidios. De 2019 a 2021 se puede ver una tendencia al alza con 0.55 homicidios por cada 100,000 habitantes, seguido por 1.10 homicidios para el 2020, y 1.65 homicidios para el 2021, llegando a ser la más alta del periodo completo de 2019 a 2024. Esta alza se vio finalizada de golpe en el 2022, donde no existió homicidio reportado en área verde. Para el 2023 y 2024, la tasa fue de 0.28 homicidios por cada 100,000 habitantes; si bien en 2021 la tasa alcanzó el punto más alto, no llegó a convertirse en una tasa moderada, manteniéndose en todo momento baja.

Fuera de las áreas verdes y su zona de influencia, el escenario es completamente diferente: en 2019 la tasa fue de 16.26 homicidios por cada 100,000 habitantes; esta tasa vio una disminución para el año siguiente, ya que bajó a 13.23 homicidios, y para 2021 la misma creció de manera similar al comienzo del periodo, quedando en 16.26 homicidios por cada 100,000. Para el 2022, la tasa se vio incrementada en 3.86 puntos, pasando a 20.12 homicidios. Esta tasa fue la más alta del periodo; el año siguiente, esta tasa disminuyó a casi la mitad, pasando a 12.13 homicidios. Dicha tasa, incluso siendo la más baja fuera de las áreas verdes, sigue siendo alta comparada con las otras categorías medidas. En 2024, volvió a existir un incremento, pasando a 15.98 para terminar el periodo con una tasa alta. Como vemos, las tasas más bajas en áreas fuera de las zonas de influencia de las áreas verdes son altas, y si bien en las áreas de influencia no son completamente bajas, sí que son significativamente menores que en las áreas con pocas áreas verdes.

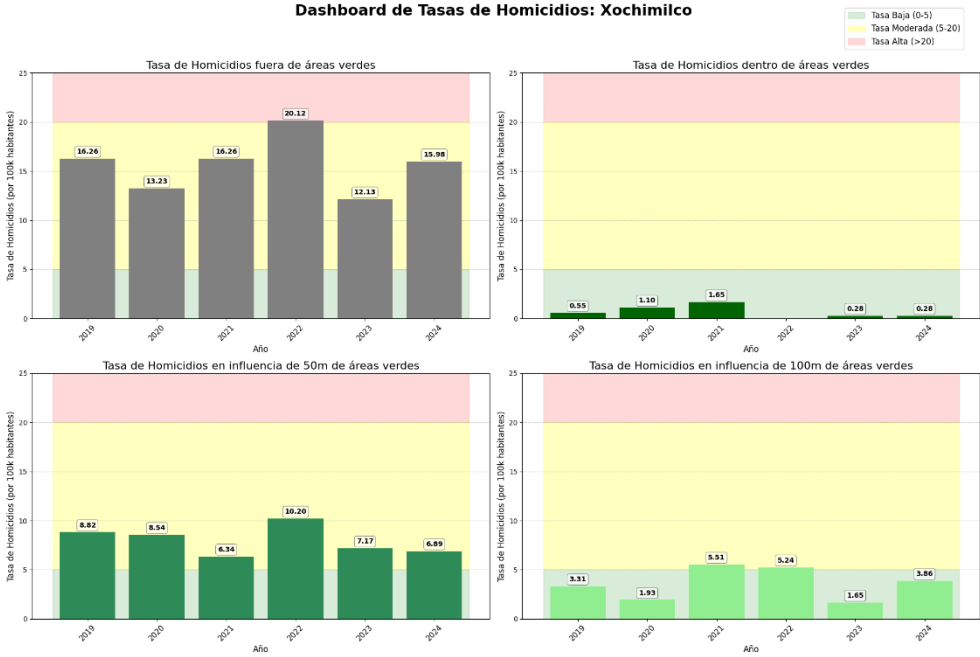
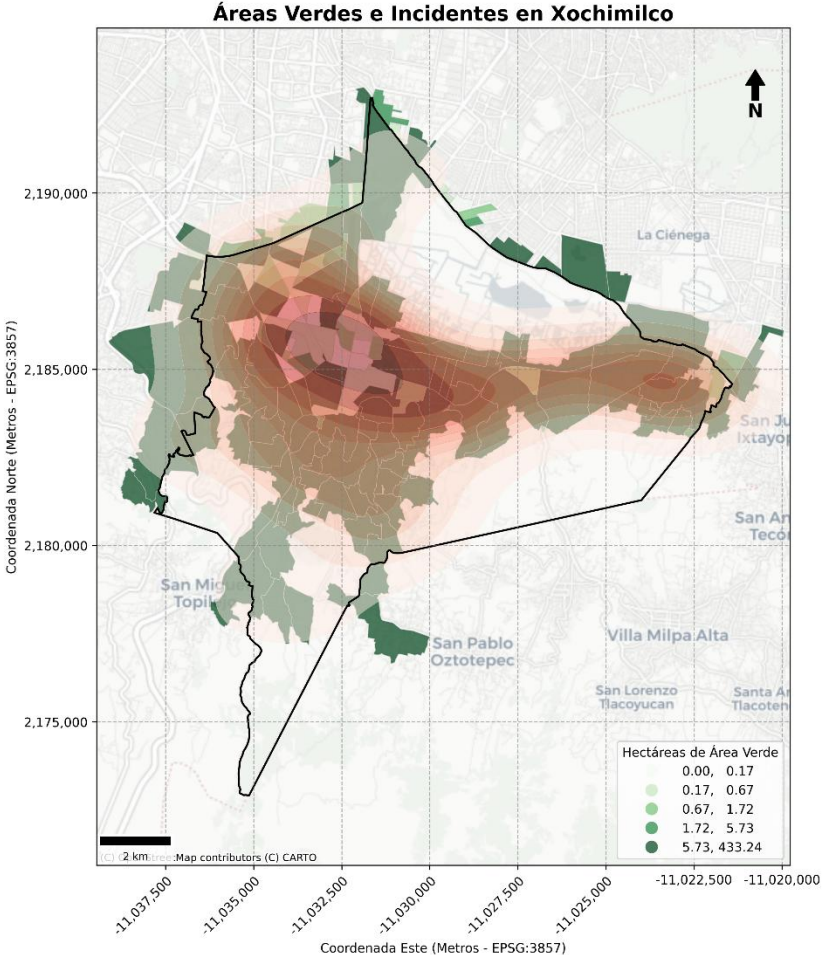


Figura 50: Tasas de homicidios Xochimilco, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el mapa 5 podemos ver claramente como una vez más la mayor incidencia delictiva se presenta en las áreas con menor área verde. En el centro de Xochimilco existe la mayor concentración de homicidios y, conforme se va acercando la incidencia hacia las AGEBS con mayor cantidad de hectáreas de área verde, la cantidad de homicidios se ve disminuida. La mayor presencia de homicidios dentro de Xochimilco sucede en el centro urbano directamente, para este caso específico cerca de la presa principal.



Mapa 5: Áreas verdes de incidentes en Xochimilco, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía de Azcapotzalco se sitúa al noroeste de la Ciudad de México; es una alcaldía que cuenta con una rica historia industrial y una importante actividad comercial y de servicios. Cuenta con una superficie de 33.6 km<sup>2</sup> y una población de 432,205 habitantes para el 2020;

es un centro clave de distribución logística de productos para la capital. Pase a su carácter predominantemente industrial, Azcapotzalco cuenta con áreas verdes que, aunque son más pequeñas que las de otras alcaldías antes vistas, son vitales para la alcaldía, como el parque Tezozómoc. El estudio dentro de la alcaldía ofrece una perspectiva enfocada a ver la distribución espacial de los homicidios, algunos patrones y permite examinar si existe una interacción en el tejido urbano a favor de las áreas verdes en la disminución de los homicidios.

En la figura 51, podemos ver que las tasas de homicidios para la zona de influencia de las áreas verdes a 50 metros son altas. En 2019, la tasa de homicidios era de 6.89 homicidios por cada 100,000 habitantes; esta tasa se vio aumentada en el año 2020 cuando consiguió su pico más alto, teniendo 9.81 homicidios por cada 100,000 habitantes. De ahí en adelante, las tasas se vieron en una tendencia de disminución marcada hasta 2024, donde alcanzó su tasa más baja. Pasó a ser de 6.36 en el 2021, al igual que en 2022, donde se mantuvo dos años seguidos. En 2023 se vio disminuida, teniendo 5.83 homicidios por cada 100,000, y en 2024 la tasa fue de 5.04 homicidios por cada 100,000.

Las tasas para el área de influencia a 100 metros dentro de alcaldía como vemos en la figura 43 fueron menores, empezando por una tasa de 3.71 homicidios por cada 100,000 en 2019 esta tasa se vio aumentada a 6.36 homicidios por cada 100,000, en el año 2021 existió una bajada brusca en las tasas disminuyendo la cantidad de incidentes llegando a 2.39 homicidios por cada 10,000 habitantes, para posteriormente en el año 2022 iniciar con una alza que duraría dos años pasando a 3.45 homicidios y 4.24 homicidios por cada 100,000 para 2023 y 2024, llegando a 2024 donde se redujo de golpe la incidencia delictiva y llegó a su punto más bajo con una tasa de 2.12 homicidios por cada 100,000 habitantes, si bien las tasas son altas comparadas con otras alcaldías que se han comentado previamente estas son relativamente bajas.

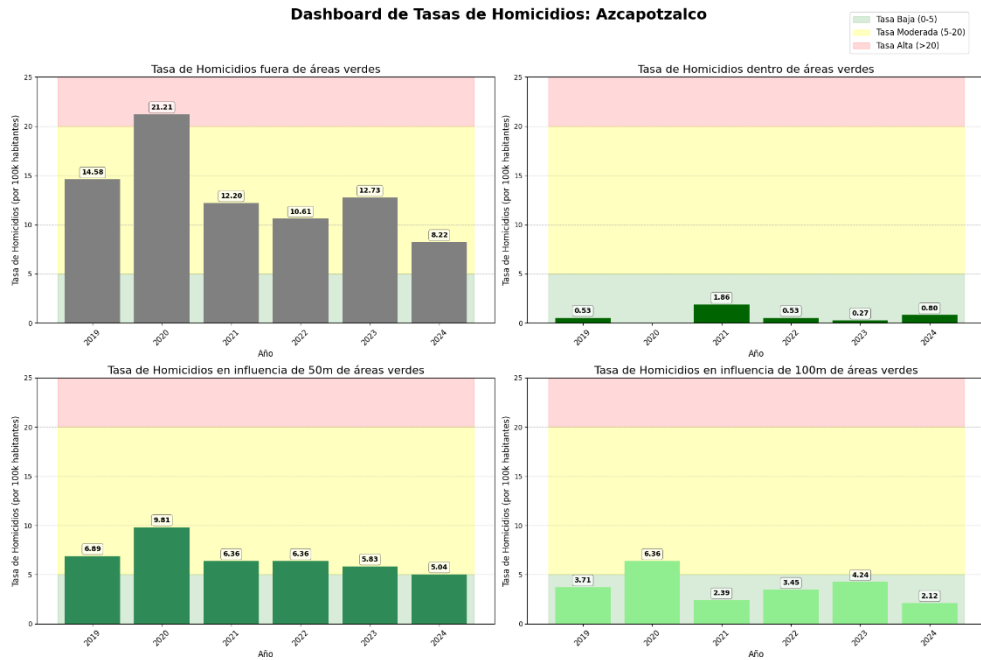
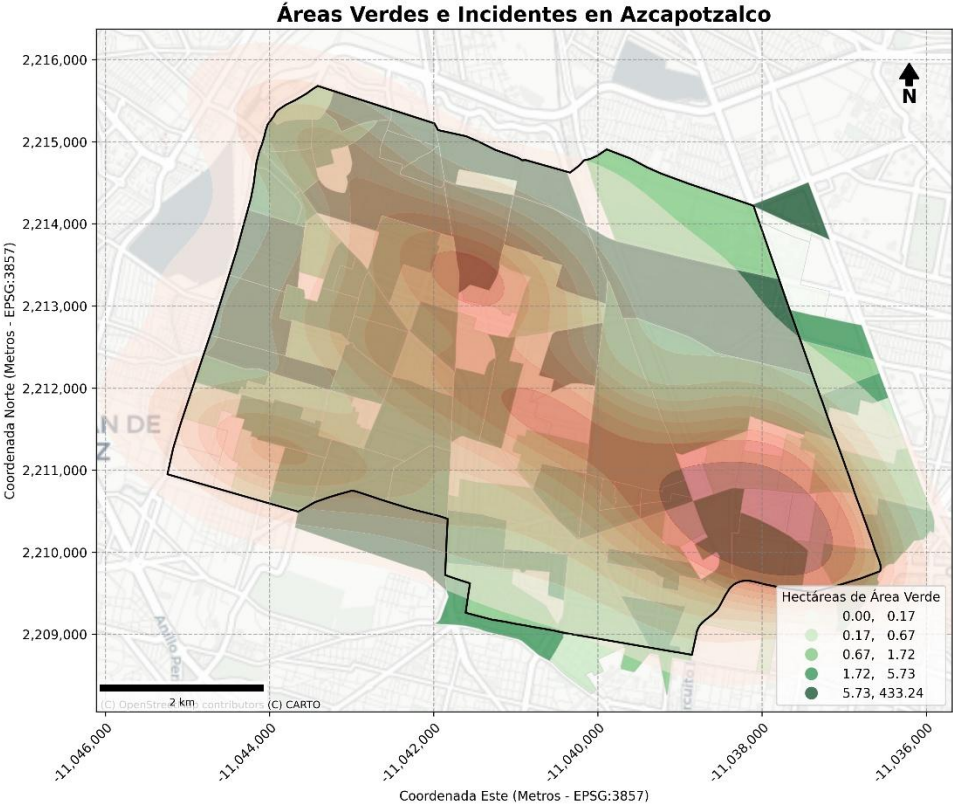


Figura 51: Tasas de homicidios Azcapotzalco, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Dentro de las áreas verdes, las tasas en Azcapotzalco son bajas. En el inicio del periodo 2019, presentó una tasa de homicidios de 0.53 por cada 100,000 habitantes, tasa que se ve apenas en el límite medio; para el 2020, no se tiene registro ocurrido en áreas verdes. 2021 tuvo un incremento significativo de ocurrencia de homicidios en áreas verdes, presentando una tasa de 1.86 homicidios por cada 100,000 habitantes; esta tasa no se mantendría y para el año 2022 bajó de golpe a 0.53 homicidios, bajando aún más para el año de 2023, donde llegaría a 0.27 homicidios. Nuevamente, en 2024, la tasa se vio aumentada, pasando a 0.80 homicidios por cada 100,000 habitantes. Fuera de las áreas verdes y su influencia las tasas pasan a ser más grandes iniciando en 2019 con 14.58 homicidios por cada 100,000 habitantes, el año 2020 esta tasa se vio incrementada pasando a 21.21 la tasa más alta en la categoría dentro de la alcaldía, para en el 2021 bajar a casi la mitad llegando a 12.20 homicidios por cada 100,000, la tasa siguió disminuyendo para 2022 paso a 10.61 homicidios, y en 2023 incremento ligeramente a 12.73 homicidios, finalmente en el 2024 encontró una disminución llegando a 8.22 homicidios por cada 100,000 habitantes estas tasas de homicidios muestra como la dinámica de la alcaldía al igual que las antes vistas tienden a tener una agrupación más grande del delito lejos de las áreas verdes.

En el mapa 6 vemos la distribución de homicidios mediante mapa de calor y podemos apreciar como nuevamente la concentración mayor de homicidios se encuentra en AGEBS cuya área verde es menor, del lado derecho encontramos una concentración cercana a la colonia de Pro Hogar colonia con abundancia de viviendas y pocas áreas verdes, del lado noroeste existe una concentración de homicidios en la colonia de nueva España y San Adres nuevamente colonias que no disponen de grandes áreas verdes y están rodeadas en su mayoría por asfalto por ultimo en la esquina inferior izquierda de la alcaldía encontramos una concentración que si bien es menor está presente en la colonia San Pedro Xalpa, cuyas áreas verdes también son escasas.



Mapa 6: Áreas verdes de incidentes en Azcapotzalco, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

Coyoacán, está ubicada al sur de la Ciudad de México; esta alcaldía es una alcaldía emblemática por su riqueza cultural e histórica, alberga una gran cantidad de espacios culturales, parques y áreas recreativas. Con una superficie de 54.4 km<sup>2</sup> y teniendo una

población de 614,144 habitantes en el 2020, Coyoacán atrae bastante turismo y residentes foráneos, lo que genera una dinámica particular. La presencia de áreas verdes y espacios públicos extensos en esta alcaldía, como los viveros de Coyoacán, son rasgos distintivos de la alcaldía. El estudio de los patrones de homicidios en la alcaldía ofrece una visión sobre como la incidencia delictiva se relaciona con el entorno de alta actividad cultural y turística; se buscará identificar la concentración de homicidios en la zona.

Como se puede observar en la figura 52 para el año 2019, en la alcaldía de Coyoacán se registró una tasa alta de 6.99 homicidios por cada 100,000 habitantes en las áreas de influencia a 50 metros. Esta alcaldía presentó una curva de descenso en las tasas hacia el año 2022, bajando a 3.68 en 2020; dicha baja continuó, pasando a 3.13 en 2021 y continuando a su punto más bajo en 2022 con una tasa de 1.84. A partir de este punto, las tasas de homicidio comenzaron a crecer, pasando en 2023 a 3.86 y finalizando el periodo en 2024 con 5.15. Estas tasas en el área de influencia de 50 metros presentan un descenso y aumento en una curva inversa; si se sigue con la tendencia, a la que apuntan los próximos años, pintarían con mayores homicidios. En el área de influencia a 100 metros, las tasas son moderadas y bajas. Inicia con una tasa de 2.94 en el año 2019, seguido de un periodo de baja en las tasas, pasando a 2.02 el 2020, 1.65 el 2021 y 0.92 el año 2022; esta fue la tasa más baja del periodo. Para el 2023, la tasa tuvo un repunte subiendo a 1.65, pero volvió a bajar quedando en la misma tasa que en 2022, la tasa más baja para la categoría, la tendencia.

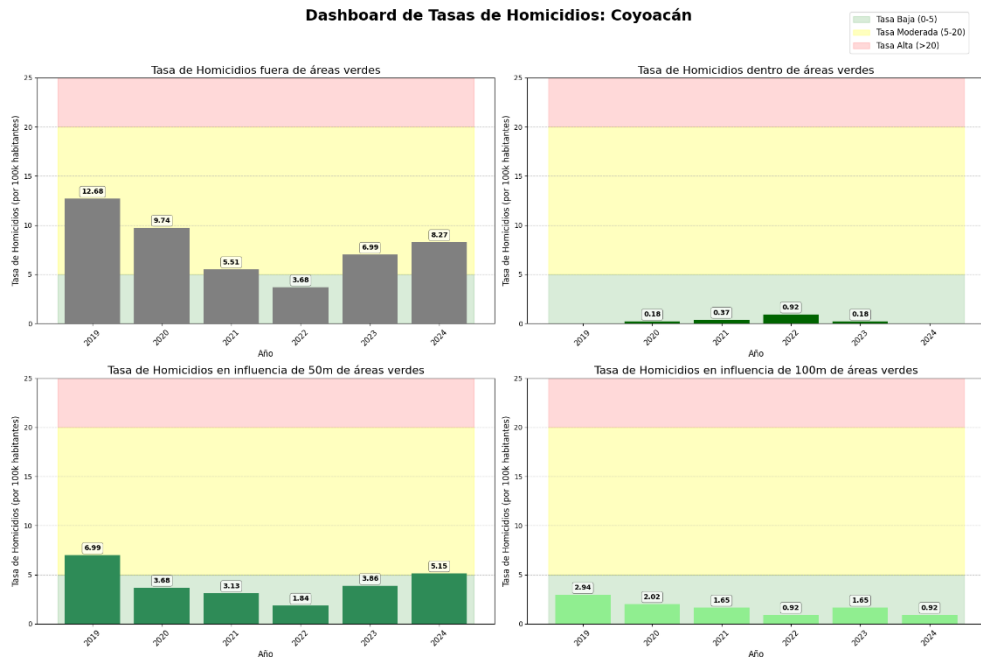


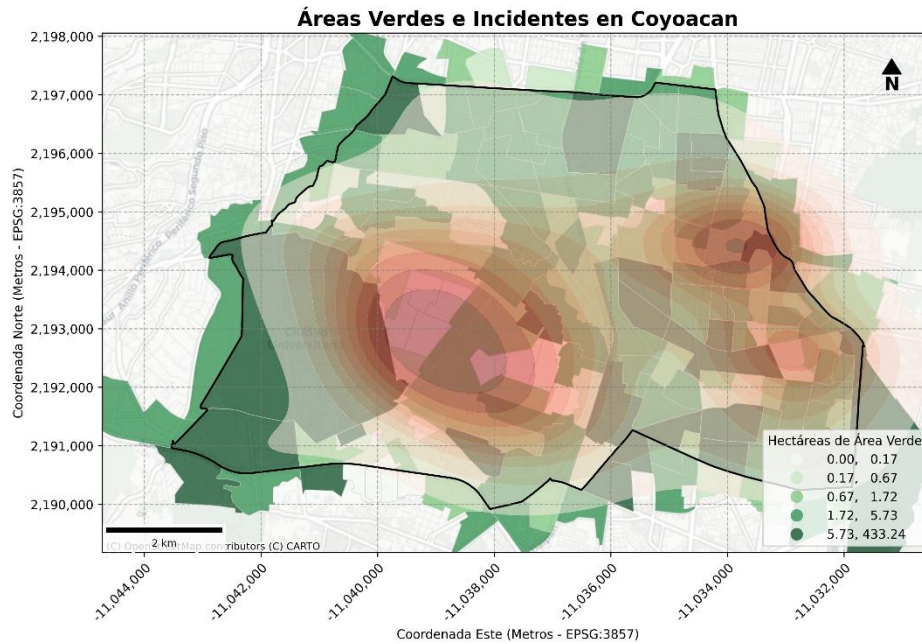
Figura 52: Tasas de homicidios Coyoacán, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

Dentro de las áreas verdes, la incidencia de homicidios en Coyoacán es baja. Sus primeros registros comenzaron en 2020 con una tasa de .18, una tasa baja que comenzó a crecer, pasando a .37 en el 2021, creciendo aún más a .92 en 2022, siendo este el año que tuvo la tasa más alta en la categoría de áreas verdes. Un cambio abrupto bajó la tasa a 0.18 en 2023 y aún más baja, pasando a 0 incidentes en 2024. Fuera de las áreas verdes las tasas son altas, pero no terminan de ser tan altas como en otras alcaldías. Para 2019 se tuvo una tasa de 12.68, similar a las áreas de influencia de 50 metros; se creó un descenso hasta 2022 y posteriormente un repunte. En 2020 la tasa pasó a ser de 9.74, en 2021 fue de 5.51 y en 2022 fue la tasa más baja de homicidios con 3.68. De ahí en adelante la tasa se vio en un incremento, subiendo a 6.99 para 2023, y cerrando el ciclo con 8.27 para 2024.

De manera similar a la alcaldía de Azcapotzalco, Coyoacán presenta una tendencia de anillos de subidas y bajadas, las áreas verdes presentan tasas bajas; pasando al área de influencia inmediata de 50 metros, las tasas suben para posteriormente bajar a 100 metros y volver a subir fuera de las zonas de influencia. Este comportamiento es peculiar, ya que podríamos ver que aquí la teoría propuesta por zona de influencia no obedece a la regla y su dinámica

es un poco más como anillos de incidencia y seguridad. Si bien la mayoría de los homicidios sí se focalizan en áreas no verdes, en esta alcaldía llama la atención el comportamiento diferencial de Azcapotzalco y Coyoacán.

En el mapa 7 podemos ver claramente como los epicentros de la incidencia representada por el mapa de calor de homicidios tienen su origen en zonas cuya carencia de áreas verdes es visible. Existen 3 principales agrupaciones de homicidios, iniciando por la más grande; localizado al suroeste, se posiciona el centroide en Ajusco y Pedregal de Santo Domingo. Esta zona es de características mixtas, pero en la zona en donde ocurren la mayor cantidad de homicidios, existe una amplia extensión de viviendas con prácticamente ninguna área verde. La segunda agrupación, ubicada en el noreste de la alcaldía, específicamente en la colonia de San Francisco Culhuacán, un área de pocas áreas verdes y extensa cantidad de casas construidas refuerza más la idea de que una mayor cantidad de áreas verdes disminuye la violencia. Por último, en la tercera zona de concentración, entre la colonia Carmen Serdán y Popular Emiliano Zapata, ambas colonias con baja cantidad de áreas verdes, la fragmentación de las pocas áreas verdes que existen afecta al efecto positivo de las áreas, ya que dentro de las colonias no hay, pero en sus periferias sí, y la mayoría de los homicidios ocurre justamente dentro de las colonias.



Mapa 7: Áreas verdes e incidentes en Coyoacán, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía Cuajimalpa de Morelos está situada al poniente de la Ciudad de México. Esta alcaldía se distingue por conservar extensas zonas boscosas al sur de su territorio; la alcaldía tiene dinámicas mixtas en su territorio, cuenta con una superficie de 80.95 km<sup>2</sup> y una población de 217,686 habitantes para 2020. Cuajimalpa, al ser una alcaldía con grandes cantidades de áreas verdes, pero también de urbanismo, coexiste dentro de la alcaldía como un bioma particular. El análisis busca determinar si los patrones de violencia se concentran en zonas boscosas o en áreas urbanas dentro de la alcaldía y como la topografía y su cantidad de áreas verdes pueden influir en la incidencia delictiva.

Cuajimalpa de Morelos es una de las alcaldías con menor incidencia delictiva, comenzando por las áreas de influencia de áreas verdes a 50 metros. Presenta una tasa en el 2019 de 4.5, tasa que está cerca de ser moderada, ver figura 53, pero no llega a serlo, siendo en esta categoría su tasa más alta. Para el 2020, la tasa disminuyó, pasando a 2.25, repuntando un alza para 2021, donde se vio aumentada a 3.37. Para el 2022, esta tasa llegó a su punto más bajo con 1.69 y, para el cierre del periodo, esta tasa se incrementó a 3.94, manteniéndose dos años consecutivos. Fuera de los 50 metros, las tasas comenzaron en 1.12 para el año 2019,

siendo una tasa baja y manteniéndose así por todo el periodo. En el 2020, la tasa de homicidios incrementó a 2.25 como su punto más alto; bajó el año siguiente, teniendo una tasa de 1.69. Ya en el 2022, la tasa cayó completamente, llegando a 0 sin registros en la categoría, y para 2023 y 2024 su tasa sería de 0.56, una tasa muy baja para su cierre de periodo.

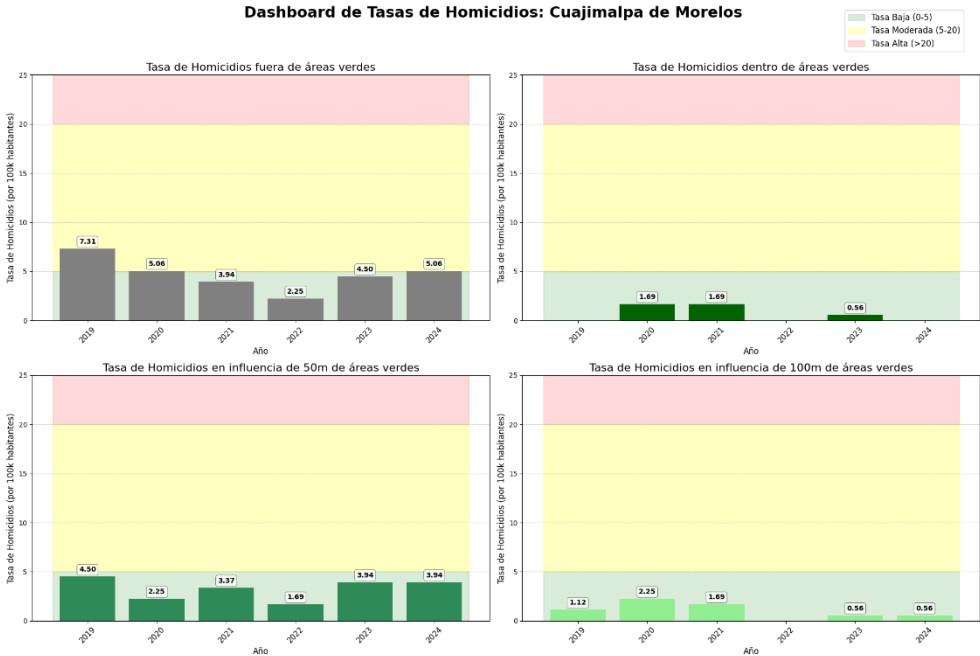
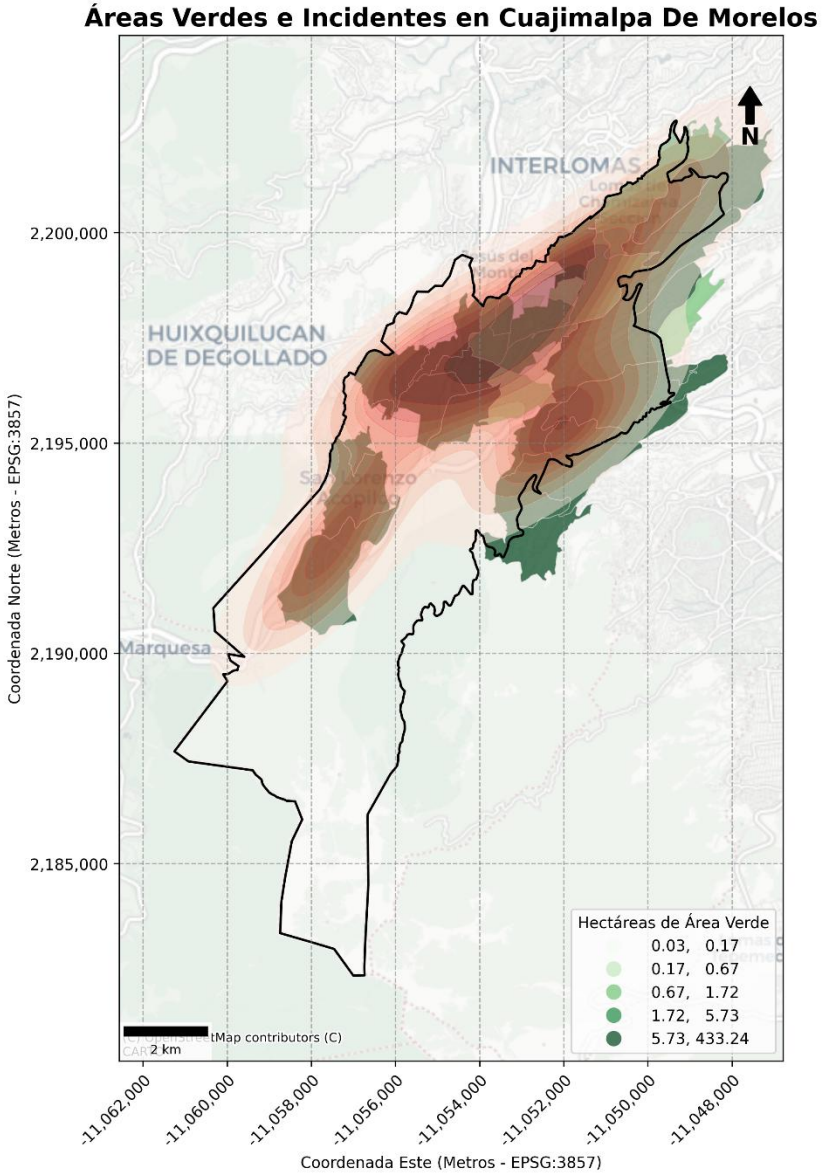


Figura 53: Tasas de homicidios Cuajimalpa de Morelos

Cuajimalpa presenta una distribución marcada en áreas concentradas de urbanización. En el mapa 8 podemos observar que los homicidios tienen una distribución a lo largo de 3 principales zonas. La primera zona está ubicada al noroeste de la alcaldía, en la colonia de Jesús del Monte; esta colonia tiene una amplia variedad de sectores, pero exclusivamente donde se concentran la mayoría de los delitos es una zona desprovista de áreas verdes. En su mayoría presenta construcción urbana en la zona y áreas verdes en las periferias. La segunda zona ubicada en el este de la alcaldía dentro de la colonia San Mateo Tlaltenango, esta zona presenta un escenario similar a la colonia antes mencionada, su concentración urbana en el centro y las áreas verdes relegadas a las afueras la hace propensa a encapsular el crimen, por último la colonia San Lorenzo Acopilco ubicada al sur de la delegación presenta la tercera zona de concentración de homicidios, esta concentración como se aprecia en el mapa es más

tenue y la que tiene menor concentración, la colonia tiene un área urbana en crecimiento y los homicidios ocurren al centro de la colonia, donde el espacio verde vuelve a formar una barrera en las periferias pero no en los centros, pese a todo esto y debido a la cantidad de áreas verdes dispersas más pequeñas en el centro parece mitigar al crimen de manera efectiva teniendo en cuenta las tasas tan bajas de homicidios.



Mapa 8: Áreas verdes e incidentes en Cuajimalpa de Morelos, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía Gustavo A. Madero, se ubica al norte de la Ciudad de México; esta alcaldía tiene el segundo lugar como la más poblada de la capital, con una población de 1,173,701 habitantes en 2020 y una extensión de 94.07 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por tener una mezcla de zonas residenciales, áreas industriales y una amplia red de transporte; esta alcaldía tiene una dinámica social y económica diversa. Cobija importantes espacios como la basílica de Guadalupe y el parque nacional El Tepeyac. El análisis para entender la violencia en esta alcaldía es vital, ya que permite ver cómo se comportan los homicidios en un área densamente poblada y como es el impacto de las áreas verdes apoyando a la disuasión de la violencia.

La alcaldía en la categoría de zonas de influencia a 50 metros de las áreas verdes presenta una tendencia a disminuir gradualmente; presentó en 2019 una tasa de 11.31 seguida de una bajada en 2020, como se puede ver en la figura 54, pasando a 8.63. Esta tasa disminuyó más para el año 2021, donde pasó a ser de 7.14, lo que para 2022 nuevamente bajó aún más a 5.56. Dichas tasas se mantuvieron en el periodo comprendido de 2019 a 2023 con rangos moderados. En 2023, la tasa de homicidios presentó un ligero aumento, llegando a 6.05; sin embargo, el año 2024 llevará a bajar nuevamente la tasa a su punto más bajo con 4.47, pasando al rango de tasa baja. En el rango de 100 metros de influencia de las áreas verdes, Gustavo A. Madero presenta una tasa en 2019 de 7.74; esta tasa lleva una tendencia a la baja, pasó a 5.95 en el 2020 y a 4.47 en el 2021. Para el 2022, la tasa dejó de disminuir, aumentando ligeramente a 5.06, tasa moderada que bajó para 2023 a ser baja, llegando a 3.47 y terminando el periodo en 2.68, siendo la más baja de la categoría.

Dentro de las áreas verdes de la alcaldía Gustavo A. Madero, la tasa de homicidios es baja, presentando tasas muy bajas. Para 2019, la tasa era de 0.79; 2020 y 2021 fue un periodo de aumento de violencia, creciendo la tasa a 0.99 y 1.39 respectivamente, pero a partir del año 2022, esta tasa fue con una tendencia marcada a la disminución de la violencia. Pasó a ser de 0.89 en el 2022, 0.69 para el 2023 y 0.50 en el 2024. Para la categoría de tasas fuera de la influencia de áreas verdes, se presentó una tasa alta de 27.88 para 2019, teniendo una curva de descenso en homicidios para 2020, lo que la hizo pasar a 22.23, siendo aún una tasa alta. Para el año 2021, la tasa cambió a moderada con 19.25 y bajando más para 2022 con 16.47. Esta tasa se vio aún más incluida a descender, llegando a 15.08 en el año de 2023, y llegó al

punto más bajo de la categoría en la alcaldía con 9.13 en su tasa de homicidios. La alcaldía se vio beneficiada en el descenso claro de violencia año con año a lo largo del periodo.

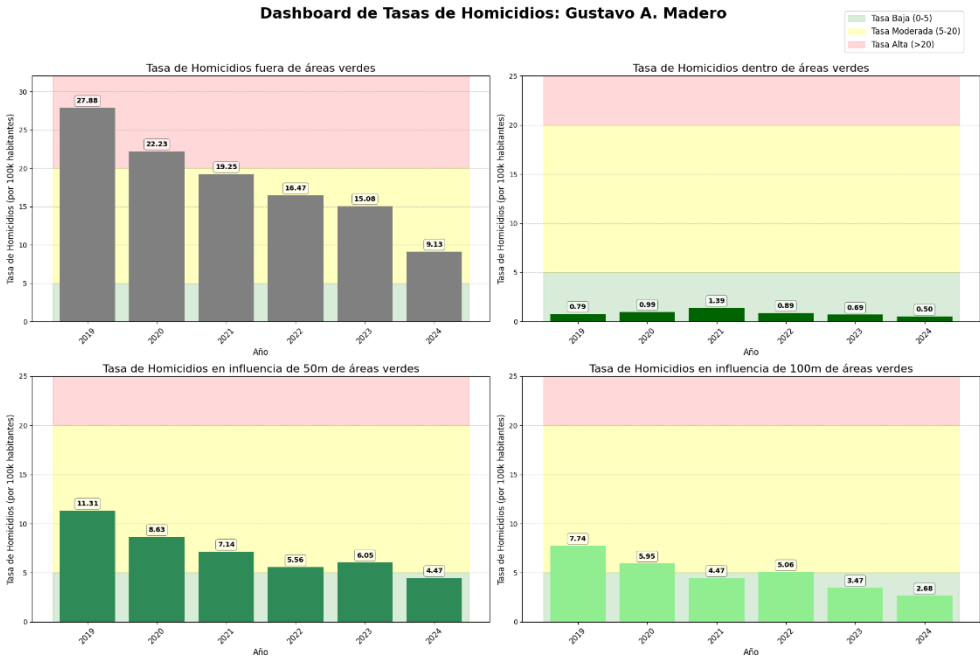
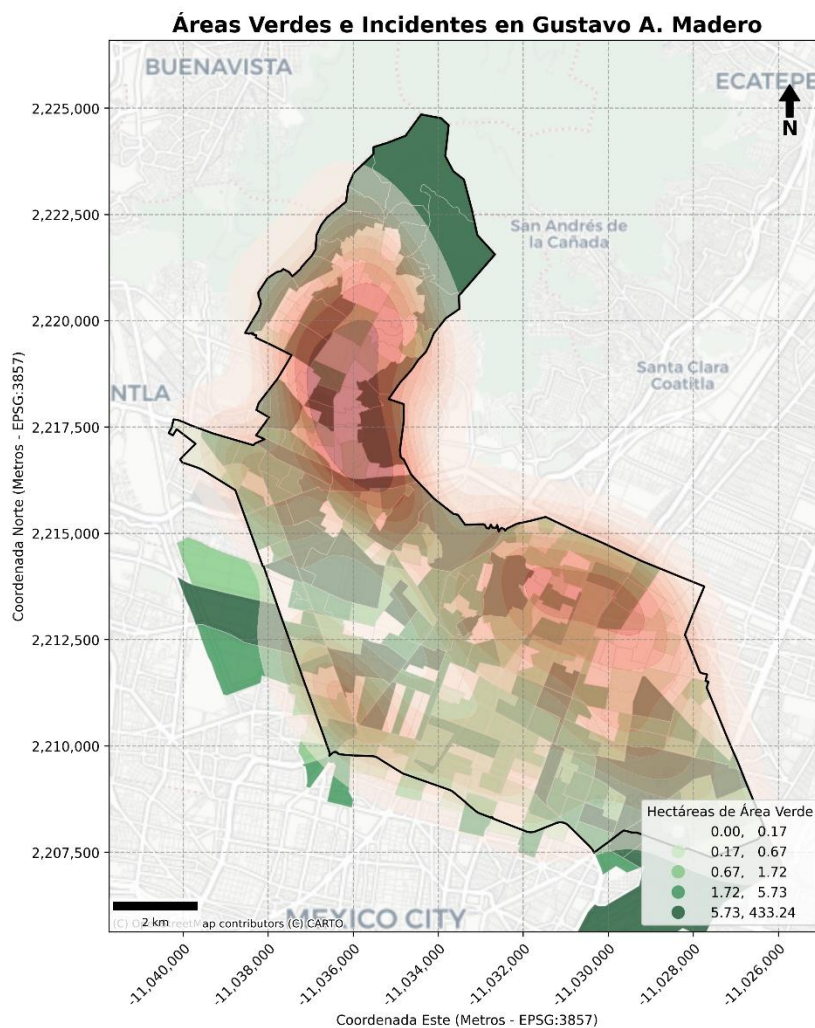


Figura 54: Tasas de homicidios Gustavo A. Madero

La alcaldía de Gustavo A. Madero presenta 3 agrupaciones de incidencia, como se puede ver en el mapa 9, representadas por mapas de calor. La principal concentración ubicada en el norte de la alcaldía corresponde a una zona altamente urbanizada, la colonia Pastora. Esta colonia tiene una importante área verde, la zona de conservación ecológica Cerro de Chiquihuite; sin embargo, la concentración de homicidios está fuera de su rango de influencia, ocurriendo en las calles cercanas a la colonia Zona Escolar. Podemos ver en el mapa como es que la concentración se superpone a las AGEBS que no poseen extensiones relevantes de áreas verdes. La segunda concentración sucede en el noroeste de la alcaldía; esta concentración está focalizada en la colonia Nueva Atzacualco. Dicha colonia posee una particularidad con sus áreas verdes, ya que la mayoría se encuentra en una sola línea por sobre sus calles principales y no dispone de áreas verdes dentro de la colonia, lo que dificulta beneficiarse de la influencia de las áreas verdes. Por último, su tercera concentración está ubicada en la colonia Guadalupe Victoria II; esta colonia es la que, comparada con las otras dos, posee menor incidencia delictiva. Sin embargo, presenta igualmente pocas áreas verdes

y las principales están constituidas por camellones y pequeños parques sobre la calle principal.



Mapa 9: Áreas verdes e incidentes en Gustavo A. Madero, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía de Iztacalco se sitúa al oriente de la Ciudad de México; esta alcaldía es una de las más pequeñas de la capital, cuenta con una superficie de 23.1 km<sup>2</sup> y una población de 404,695 habitantes para 2020. La alcaldía está ligada históricamente con la red de canales prehispánicos; en el presente es una zona principalmente urbana y densamente poblada, con una infraestructura de transporte significativa y la presencia de la ciudad deportiva Magdalena Mixhuca. Pese al tamaño de la alcaldía, concentra importantes flujos de personas y actividades

Como se puede observar en la figura 55, esta alcaldía tiene tasas bajas, casi moderadas, en el rango de influencia de 50 metros de las áreas verdes. Para el 2019 obtuvo una tasa de 4.28, tasa que vio un aumento en 2020, convirtiéndose en una tasa moderada de 5.99. En los años siguientes del periodo, esta tasa se vio disminuida, con un periodo de dos años seguidos manteniendo una tasa de 4.56 para 2021 y 2022. Para 2023, la tasa de homicidios tuvo un periodo de baja, alcanzando 3.71 para 2023 y 2.28 en el 2024. Dentro de las áreas de influencia de 100 metros, las tasas se mantendrían bajas, empezando en 2019 con 3.99; en el 2020 se incrementó a 4.85 para en los próximos 2 años tener una disminución, con 3.71 para el 2021 y 2.85 para el 2022, siendo esta tasa la más baja en la categoría de la alcaldía. Durante los próximos dos años tendría un aumento de casi el doble y la tasa se mantendría fija durante el 2023 y 2024 con una tasa de 4.28 homicidios.

Dentro de las áreas verdes en esta alcaldía, las tasas son de las más bajas en homicidios, presentando ningún homicidio hasta 2022, presentando una tasa de 0.57. De ahí los homicidios tuvieron un ligero incremento, pasando a 0.86 para terminar el periodo con 0.29, una tasa muy baja en homicidios. Fuera de las áreas verdes, en el año 2019, la tasa de homicidios presentada fue de 14.83, tasa moderada que se vio incrementada a 21.96 para el año 2020, pasando a ser una tasa alta a partir de 2021. Vio una disminución constante, marcando 15.68 en 2021, 11.69 en 2022, con un muy ligero incremento en 2023, donde volvió a la disminución de la tasa en el cierre del periodo, obteniendo 9.13.

**Dashboard de Tasas de Homicidios: Iztacalco**

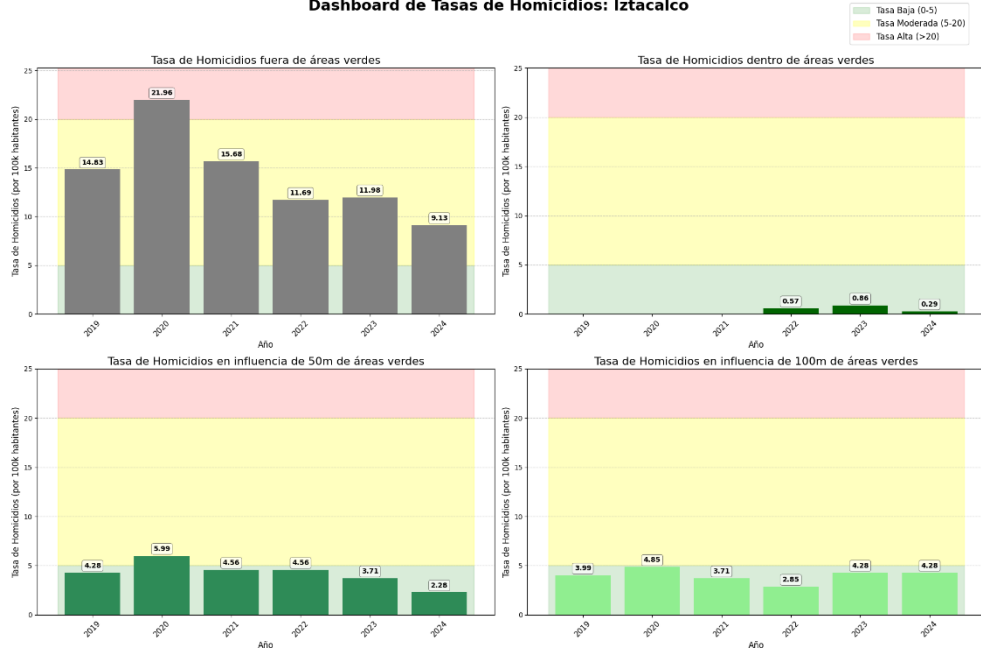
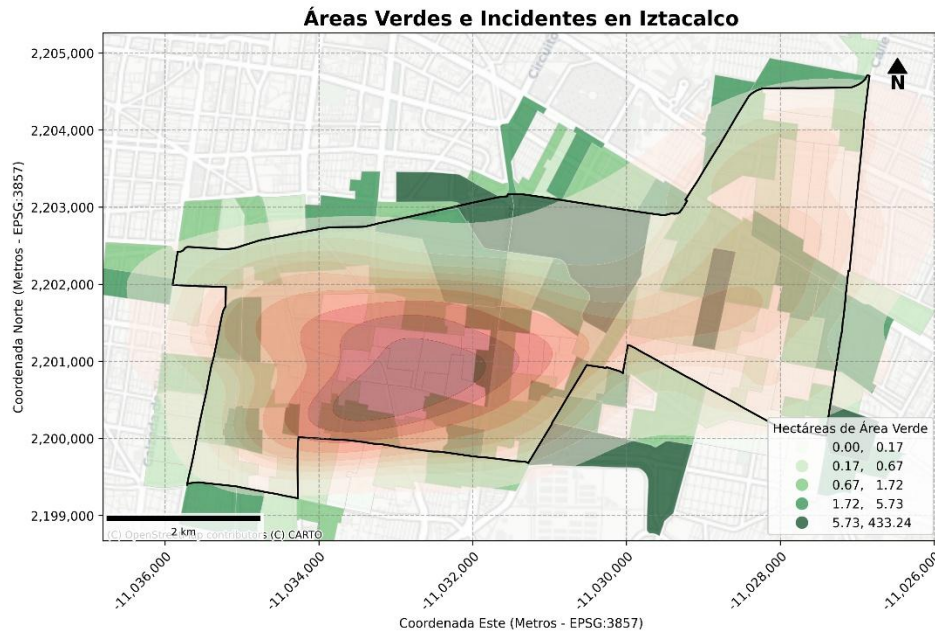


Figura 55: Tasas de homicidios Iztacalco, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Dentro del mapa 10 podremos ver que existe una principal concentración ubicada en el centro de la alcaldía; esta concentración se presenta principalmente en dos colonias: Juventino Rosas y Gabriel Ramos Millán, estas dos colonias son grandes extensiones de suelo dedicado a la vivienda; sus áreas verdes son escasas, pudiendo ver como en el mapa esta zona es completamente blanca, representando muy poca cantidad de verdor en la zona.



Mapa 10 Áreas verdes e incidentes en Iztacalco, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La Alcaldía de Iztapalapa se ubica en la zona oriente de la Ciudad de México; es la alcaldía con mayor población de la Ciudad de México, supera los 1.8 millones de habitantes para 2020 y abarca una superficie de 117 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por su alta densidad, una extensa basta de urbanismo y construcción habitable, y la diversidad de usos de suelo que incluye áreas residenciales, comerciales e industriales. Iztapalapa presenta complejos desafíos en seguridad; esta alcaldía cuenta con una emblemática área verde, el parque Cerro de la Estrella. El análisis de la distribución de homicidios en la alcaldía es de interés primordial debido al tamaño de su población.

Iztapalapa presentó tasas moderadas a lo largo del periodo en la categoría de 50 metros de influencia de áreas verdes, en el 2019 siendo su tasa más alta con 12.9; bajó constantemente año tras año, pasó a 10.25 en el año 2020, como podemos ver en la figura 56. Durante dos años, la tasa de homicidios se mantendría moderada con 6.38 para 2021 y 2022, subiendo ligeramente en 2023, pasando a ser de 6.77; finalmente, en 2024 llegó a ser la tasa más baja del periodo con 6.06. A 100 m, en la zona de influencia más lejana de las áreas verdes, el 2019 comenzó con la más alta de sus tasas en la categoría 5.67, tasa moderada que iría en

descenso hasta el 2022. En 2020 pasó a 5.35, 2021 marcó 4.13 para llegar a 2.97, una tasa baja en 2022; vio un aumento en 2023, llegando a 3.87 y disminuyendo consistentemente para el cierre del periodo, llegando a 2.32 en 2024.

Dentro de las áreas verdes, Iztapalapa tendría tasas muy bajas. En 2019 comenzó con su tasa más baja; esta tasa fue en aumento hasta el 2021. En el año de 2020, la tasa pasó a ser de 0.32 y vio su punto más alto en 2021, llegando a ser de 0.84. A partir de este año, la tasa marcó un descenso; en el 2022 llegó a ser de 0.52, en el año 2023 disminuyó aún más, pasando a ser de 0.45 y, para el final del periodo, llegó a ser de 0.39 en 2024. Estas tasas se mantuvieron bajas durante todo el periodo. Fuera de las áreas verdes y su influencia, la tasa de homicidio comenzaría alta con tendencia a la baja. En 2019, la tasa fue de 28.37, bajando al año siguiente a 21.73. Para 2021, la tasa seguiría disminuyendo, pasando a 16.57, y en 2022 vería el punto más bajo de homicidios en la categoría con 12.70 para la categoría. En el año 2023 la tasa tendría un repunte a 15.80; finalmente, en 2024, los homicidios bajaron a una tasa de 12.77. Pese a ser la tasa más baja en la categoría, seguiría en la escala moderada.

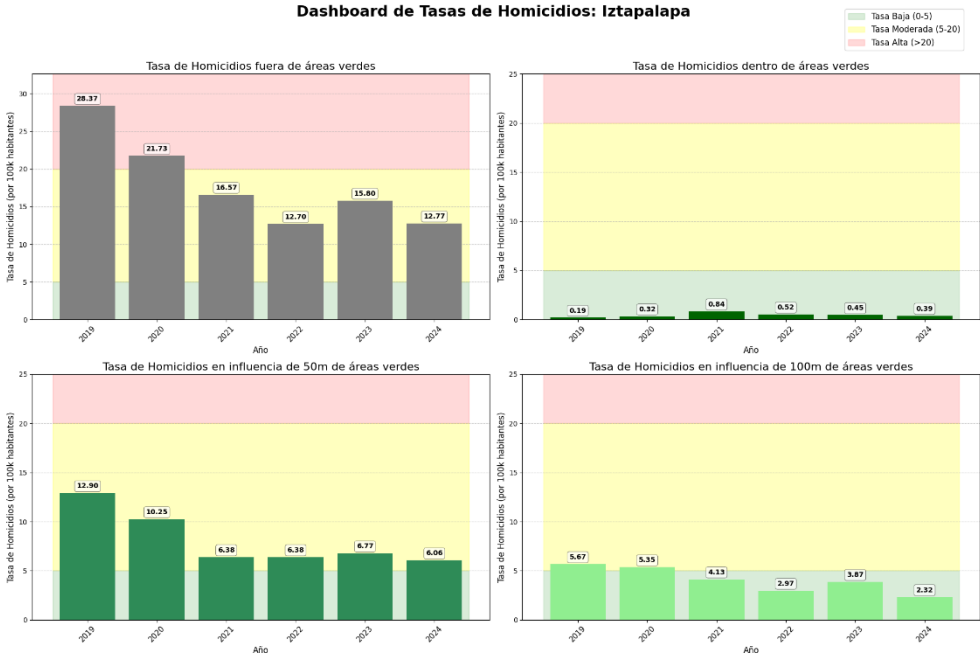
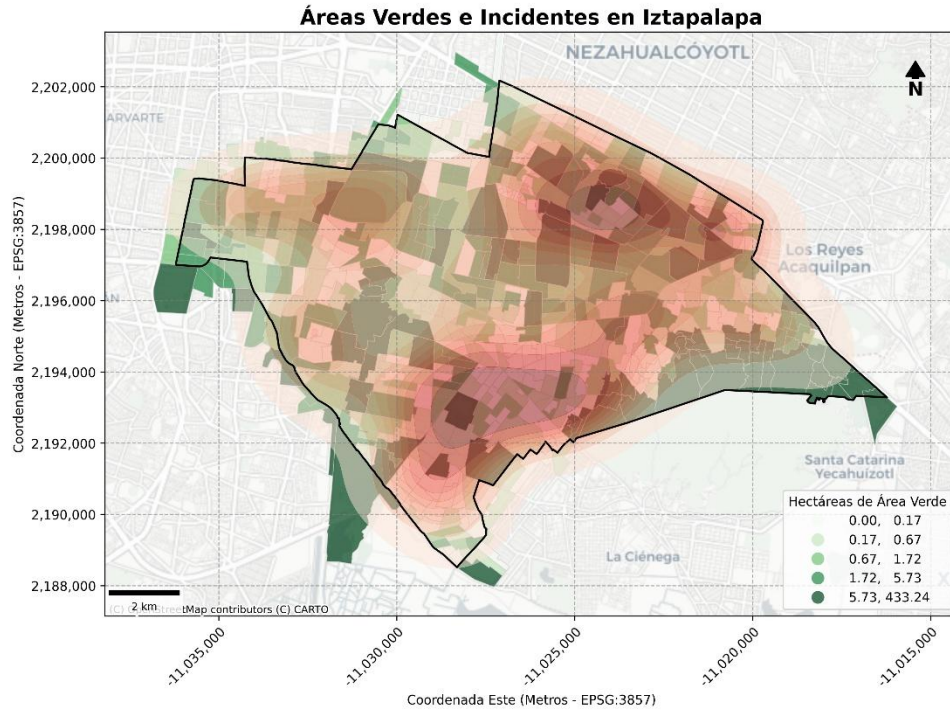


Figura 56: Tasas de homicidios Iztapalapa, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Iztapalapa presenta grandes extensiones de área dedicada a la vivienda, podemos observar en el mapa existen 3 principales zonas en donde se concentran la mayoría de incidentes comenzando por la más tenue ubicada al noroeste de la alcaldía se presenta en la colonia San Ignacio, esta colonia tiene una proximidad contigua a la central de abastos pese al alto movimiento económico y flujo de personas es el área con menor incidencia delictiva en cuanto a homicidios se refiere, la colonia San Ignacio cuenta con poco arbolado urbano y áreas verdes en su vasta extensión no cuenta con ningún parque, podemos observar en el mapa que es una AGEB totalmente blanca, la incidencia se extiende hacia el norte donde si bien existen áreas verdes son usadas como estacionamientos y se encuentran en mal estado.

El segundo grupo de homicidios mostrado en el mapa lo encontramos al noroeste de la alcaldía, en las colonias Ejército de Agua Prieta y Ejército de Oriente Zona Peñón, ambas colonias con un área verde minúscula, apenas unos cuantos parques que juegan su papel a las orillas de la colonia. Podemos observar cómo inclusive el mapa de calor en esta zona se ve encerrado por AGEBS que tienen una presencia de áreas verdes más grande. Por último, el tercer grupo de incidentes se ubica en el sur de la alcaldía, específicamente en el Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, que cuenta, como se puede apreciar en el mapa 11, con una cantidad de áreas verdes muy baja. En su vasta expansión de condominios y viviendas, solo cuenta con un parque pequeño y desprovisto de vegetación.



Mapa 11: áreas verdes e incidentes en Iztapalapa, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía Magdalena Contreras se sitúa al suroeste de la Ciudad de México; esta alcaldía se distingue por la geografía montañosa y la conservación de importantes zonas ecológicas. Cuenta con una extensión de 61.35 km<sup>2</sup> y una población de 247,624 habitantes para el año 2020. Esta alcaldía es uno de los pulmones de la Ciudad de México; cuenta con barrancas, bosques y el parque nacional Los Dinamos. Este parque atrae turismo por sus actividades recreativas al aire libre. La convivencia entre las áreas verdes y el entorno urbano le da una dinámica particular para ser analizada. Dentro de esta alcaldía se pretende lograr determinar los patrones de violencia y su proximidad a las áreas verdes.

Los patrones que presenta para el año 2019 dentro de la categoría de influencia de áreas verdes a 50 metros comienzan con una tasa moderada para 2019, como podemos ver en la figura 57, y pronto se convierten en baja para el resto del año. En 2019 contaba con una tasa de 7.14; para 2020 marcó un descenso considerable, pasando a 2.85 y en 2021 llegando a su tasa más baja con 1.43. Los siguientes años tuvo una ligera alza, pero se mantuvo dentro de la categoría de tasa baja: pasó a 2.38 en 2022, 3.33 en 2023, finalizando con 2.38 para 2024.

Más alejada de las áreas verdes, en el área de influencia de 100 metros, las tasas también son bajas, teniendo una tasa de 2.85 para 2019. En 2020, la tasa alcanzó su punto más alto con 3.33 para posteriormente descender hasta 2023. 2021 pasó a retomar la tasa de 2019; 2022 tuvo una baja de casi el 50% de la tasa de 2021. En 2023, la alcaldía Magdalena Contreras alcanzó el punto más bajo en la categorización .95 y, al final del periodo, alcanzó un repunte de tasa, pasando a 1.43 para 2024.

Ya dentro de las áreas verdes podemos observar que no se tuvieron registros de homicidios en 2019 y 2022. Para los primeros registros del periodo, en 2020 se presentó una tasa de 0.48, subiendo en 2021 a 1.43, siendo esta la tasa más alta de la categoría y bajando hasta el 2023, donde volvió a tener registros, marcando 0.48. En el 2024 la tasa alcanzó un repunte, subiendo a 0.95, cerrando con una tasa baja el periodo. En la categoría de homicidios fuera de áreas verdes y sus influencias, las tasas comenzaron con categoría moderada y fueron disminuyendo con el paso de los años. La primera tasa registrada en el año 2019 fue de 14.75; pasando al año 2020, la tasa se vio modificada a 10.94. Esta tendencia de disminución, poco a poco, fue llegando a su punto más bajo en 2023. Para 2022, la tasa era de 7.61 y en 2023 llegó a ser de 6.18, la tasa más baja registrada dentro de la categoría en la alcaldía. En 2024, al final del periodo, se vio un aumento a 7.61, cerrando como una categoría moderada.

### Dashboard de Tasas de Homicidios: La Magdalena Contreras

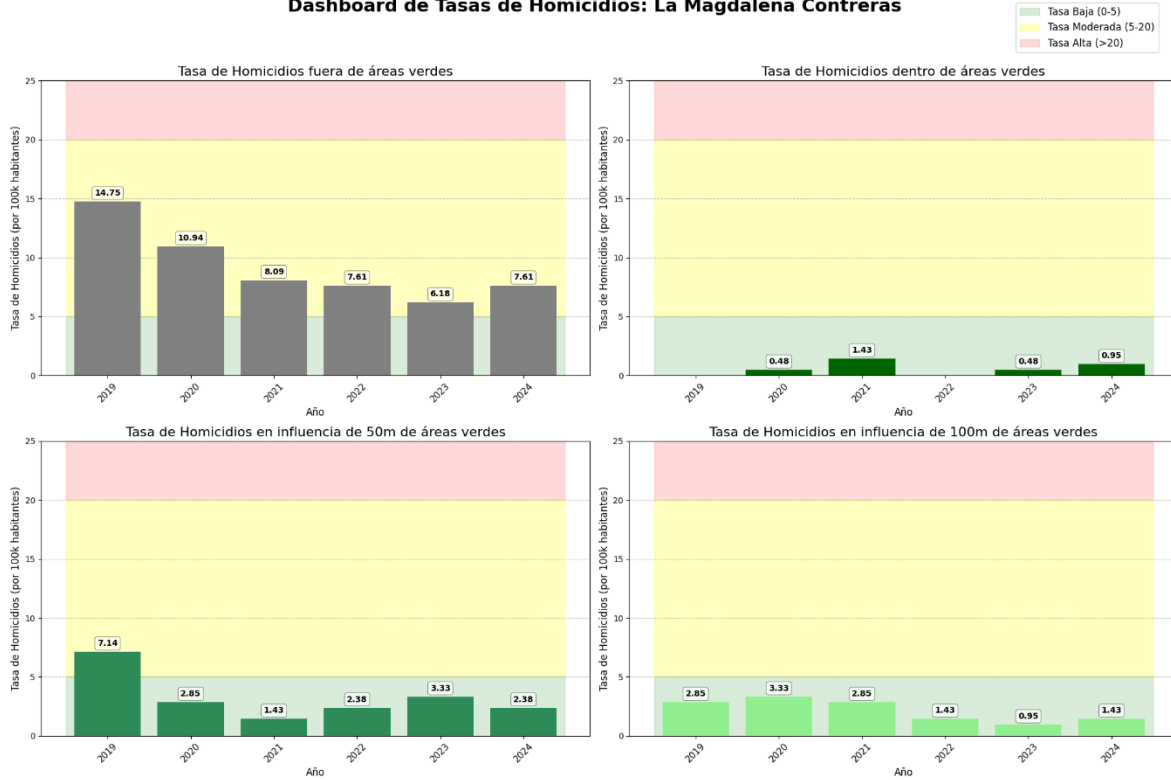
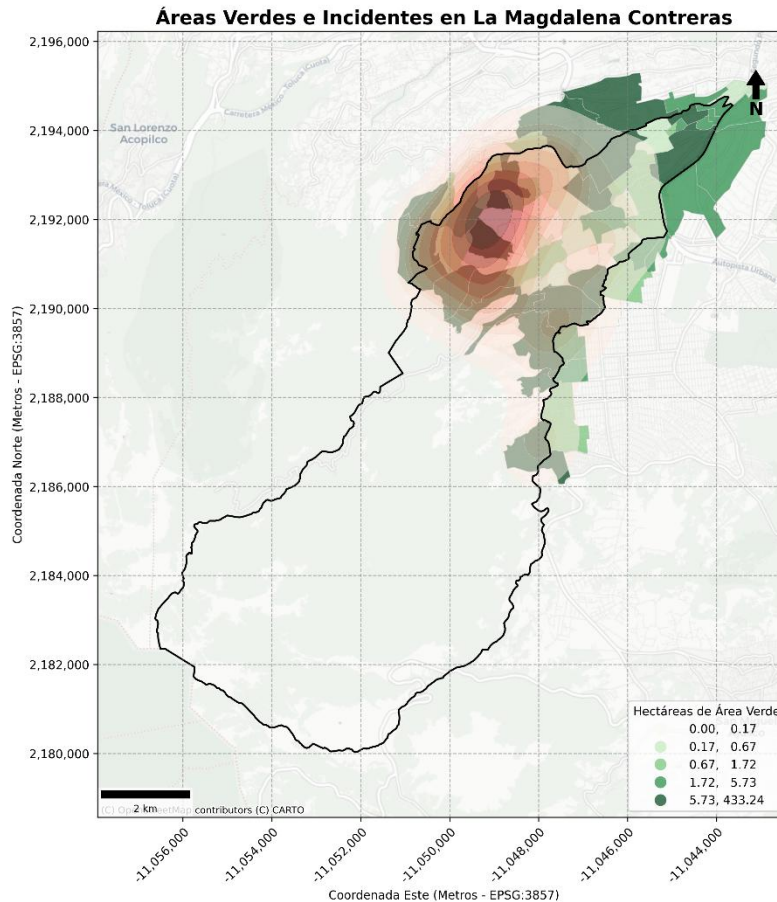


Figura 57: Tasas de homicidios Magdalena Contreras, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el mapa 12 se aprecia un solo grupo de concentración de homicidios este único grupo tiene su centroide en la colonia las cruces, esta colonia está rodeada por la periferia de áreas verdes, pero es justamente donde no hay cantidad considerable de ellas que se acumulan la mayoría de los sucesos, si bien la Alcaldía Magdalena contreras tiene vastas extensiones de áreas verdes llama la atención que la concentración única de homicidios sucede en colonia que no dispone de parques cercanos ni arbolado urbano prominente, es destacable que a pesar de que los homicidios no dejan de suceder sí parece tener una relevancia en su ocurrencia la presencia de las áreas verdes ya que esta Alcaldía es una de las que más áreas verdes dispone y una de la que menos homicidios tiene, las áreas al norte de la alcaldía no presentan homicidios y es ahí donde más áreas verdes en AGEBS urbanas existen.



Mapa 12: áreas verdes e incidentes en Magdalena Contreras, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía Cuauhtémoc, es el corazón de la Ciudad de México, es epicentro histórico, cultural, comercial y financiero del país; su territorio abarca un total de 32.4 km<sup>2</sup> y albergó 545,881 habitantes en 2020, es una de las alcaldías más densamente pobladas, tiene una importante concentración de oficinas gubernamentales y centros turísticos, y es una zona con variedad de entretenimiento. A pesar de su alta urbanización, cuenta con un emblemático espacio verde, la Alameda Central, y algunos parques vecinales. La intensa actividad nocturna que posee esta alcaldía, junto con su dinámica social y la diversidad de espacios públicos, la hace una de las alcaldías más interesantes de analizar; su presencia limitada de áreas verdes la convierte en una de las alcaldías que menor área verde posee.

Dentro de la figura 58 podremos ver que la tasa de homicidios en el área de influencia a 50 metros presenta una categoría moderada, rosando la categoría alta. Esta tasa comienza un

descenso, pasando a 14.99 en 2020 y a 13.74 para el 2021. Ya en el 2022, la tasa de homicidios se vio en su punto más bajo cuando obtuvo 8.74; dicho nivel moderado no se mantuvo más de un año y comenzó el crecimiento, pasando a 9.78 para 2023 y a 11.03 para 2024. Pasando a la categoría de influencia a 100 metros, las tasas se mantuvieron en periodos de ascenso y descenso. Comenzando con 2019, la tasa fue de 8.74; tuvo una etapa de baja en 2020 y 2021, pasando a 7.49 y 7.28 respectivamente. Posterior a este periodo de dos años, la tasa se vio elevada a 8.33 en el 2022 y se volvió a marcar un descenso en el último tramo del periodo: 5.83 para 2023 y 2024, cerrando así con una tasa de categoría moderada.

Dentro de las áreas verdes se presentan tasas bajas que, durante el paso del periodo, van en aumento, manteniéndose en un rango bajo. Para el año 2019, la tasa fue de 0.21, la tasa más baja del periodo con datos, aumentando a 0.62 en 2020; esta tasa se vio reducida a 0 en 2021 sin ningún registro contabilizado, subió a 1.04 en 2022 y un poco más en 2023, pasando a 1.25. En el año 2023, la tasa se vio reducida completamente a 0. Fuera de los 100 metros de influencia máxima de áreas verdes, las tasas fueron altas, siendo de las más altas de la Ciudad de México. Comenzó en 2019 con 34.13, tasa muy alta; esta fue disminuyendo conforme avanzaba el tiempo. En el 2020, la tasa llegó a 30.39, siguiendo en la categoría de alta. Para 2021, la tasa bajó a 28.5; pese a que la tasa se veía disminuida en todo el periodo, no bajó de la categoría alta. Para 2022, llegó a 22.06; esta tasa vio una disminución más abrupta en 2023, pasando un poco a categoría moderada y siendo la más baja de la categoría. Para el 2024, la alcaldía cerraría su ciclo con una tasa de 21.44 homicidios por cada 100,000 habitantes.

### Dashboard de Tasas de Homicidios: Cuauhtémoc

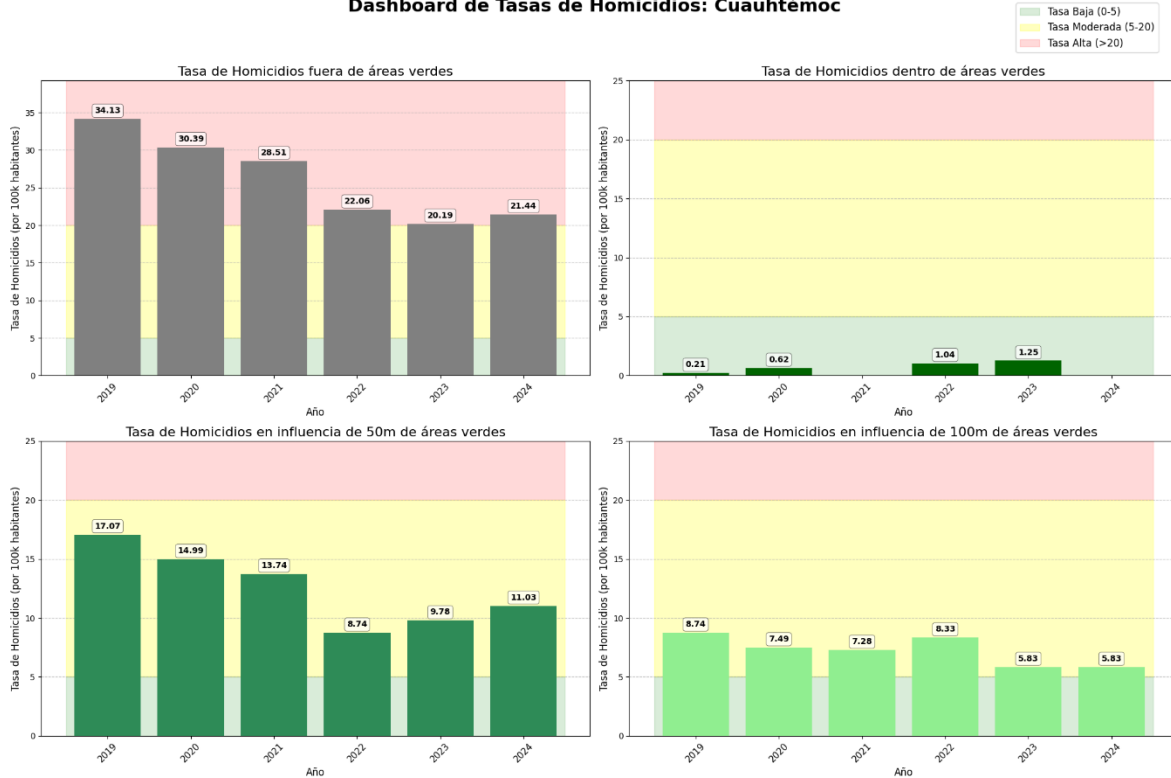
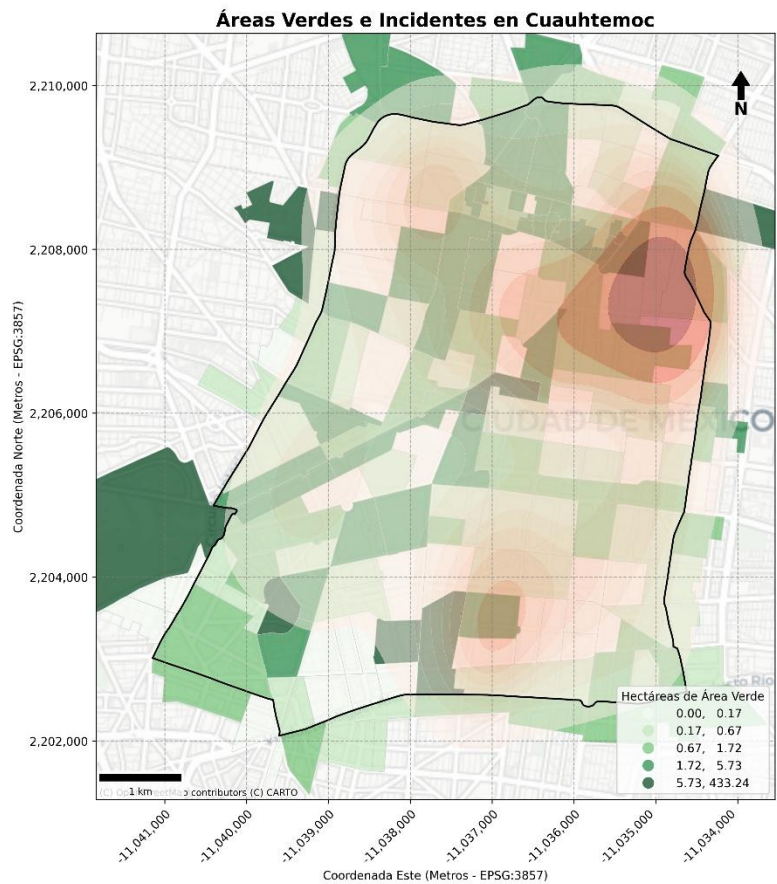


Figura 58: Tasas de homicidios Cuauhtémoc, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

Dentro del mapa 13 podremos ver que existen 3 principales aglomeraciones de homicidios en la alcaldía; la primera y más intensa se encuentra al noroeste de la alcaldía. Aquí se encuentra la mayor cantidad de homicidios en todo el periodo; podremos ver que estas AGEBS no cuentan con demasiadas áreas verdes, ya que, como vemos en la simbología, el color corresponde con la primera categoría, la cual tiene menos de 0.17 hectáreas en su haber. Históricamente, esta colonia es una de las más peligrosas de la Ciudad de México; Tepito, donde se ubican la mayoría de los homicidios, es una zona con vastas extensiones de desarrollo urbano y muy pocas áreas verdes. La segunda zona de aglomeración se encuentra en el norte de la alcaldía; una agrupación más tenue que podemos ver se encuentra también en AGEBS con poca vegetación y que, conforme se acerca a mayor verdor, se disminuye su intensidad. La agrupación se encuentra en la central norte, zona comercial que, al igual que Tepito, muestra un patrón asociado al comercio con la incidencia de delitos violentos como el homicidio. Por último, la tercera zona, ubicada al sur de la alcaldía, se encuentra en el borde de una AGEBS con áreas verdes; sin embargo, la cercanía con una zona comercial como

el Mercado Hidalgo podría ver influida la aparición de homicidios derivados de robos, riñas o altercados relacionados con el flujo de efectivo.



Mapa 13: áreas verdes e incidentes en Cuauhtémoc, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía Benito Juárez es una localidad ubicada al centro sur de la Ciudad de México; es reconocida por la alta calidad de vida que tienen sus habitantes, la infraestructura moderna, así como una densidad de población considerable. Cuenta con una extensión territorial de 26.31 km<sup>2</sup> y una población de 434,153 habitantes en el año 2020. Se distingue por su carácter predominante de residencia y de servicios; dentro de las alcaldías se encuentran importantes corredores comerciales y corporativos. A pesar de la urbanización interna, Benito Juárez cuenta con algunos parques y áreas verdes bien mantenidas que contribuyen a su alto atractivo.

La alcaldía presenta las tasas más bajas de homicidios en la ciudad. Dentro del área de influencia a 50 metros de las áreas verdes, en 2019 contaba con una tasa baja que fue bajando gradualmente, ver figura 59, comenzando con 3.81; esta tasa pasó a ser de 3.05 para 2020 y en 2021 sigue reduciendo, pasando a 2.29. Durante 2 años se mantuvo en la misma cifra para en 2023 llegar al punto más bajo con 1.27; ya en 2024, al cierre del ciclo, la tasa vio un ligero aumento, pasando a 1.78, manteniéndose en tasas bajas de homicidios. Fuera de los 50 metros de influencia, las tasas para el rango de 100 metros se mantendrían con cifras bajas. Para 2019, la tasa de homicidios comenzaría con 1.02, subiendo ligeramente a 1.53 en 2020; para 2021 tuvo menor valor, pasando a 1.02; el siguiente año no tendría ningún registro, recuperando el registro para 2023 con 0.51. En el último año del periodo tendría una tasa de homicidios de 1.78, tasa baja que, a pesar de ser la más alta de la categoría, no llegaría a cambiar de estatus en su categoría.

Por su parte, las tasas de homicidios dentro de las áreas verdes en la alcaldía también tendrían una tasa baja, ya que solo se tuvo registro de tres años en todo el periodo de homicidios dentro de las áreas verdes. El primero de los años con registro fue el 2019, con una tasa de 0.51, una tasa baja que marcó que se posiciona como la tasa más alta de homicidios en áreas verdes. No existiría registro para los años 2020 y 2021, siendo 2022 donde la tasa sería de 0.25 y se mantendría hasta 2023 para cerrar el año 2024 sin un solo registro. Fuera de los 100 metros de influenciade las áreas verdes la alcaldía presenta cifras moderadas en sus primeros años, sin embargo estas cifras fueron disminuyendo al grado de ser bajas, comenzando con el 2019 la tasa moderada de 5.08 se vería aumentada a 8.13 en 2020, esta tasa sería la más alta del ciclo siendo una tasa moderada, para 2021 la tasa de homicidios bajaría a 5.34 siguiendo esta tendencia en 2022 pasando a ser de 3.05, en el año siguiente de 2023 la tasa vería una nueva disminución llegando a 2.80 siendo la tasa más baja de la categoría y una de las más bajas para toda la ciudad de México fuera de las áreas verdes, por último en 2024 esta tasa tendría un ligero aumento pasando a 3.56 tasa de homicidios que se mantendría en el rango de baja.

**Dashboard de Tasas de Homicidios: Benito Juárez**

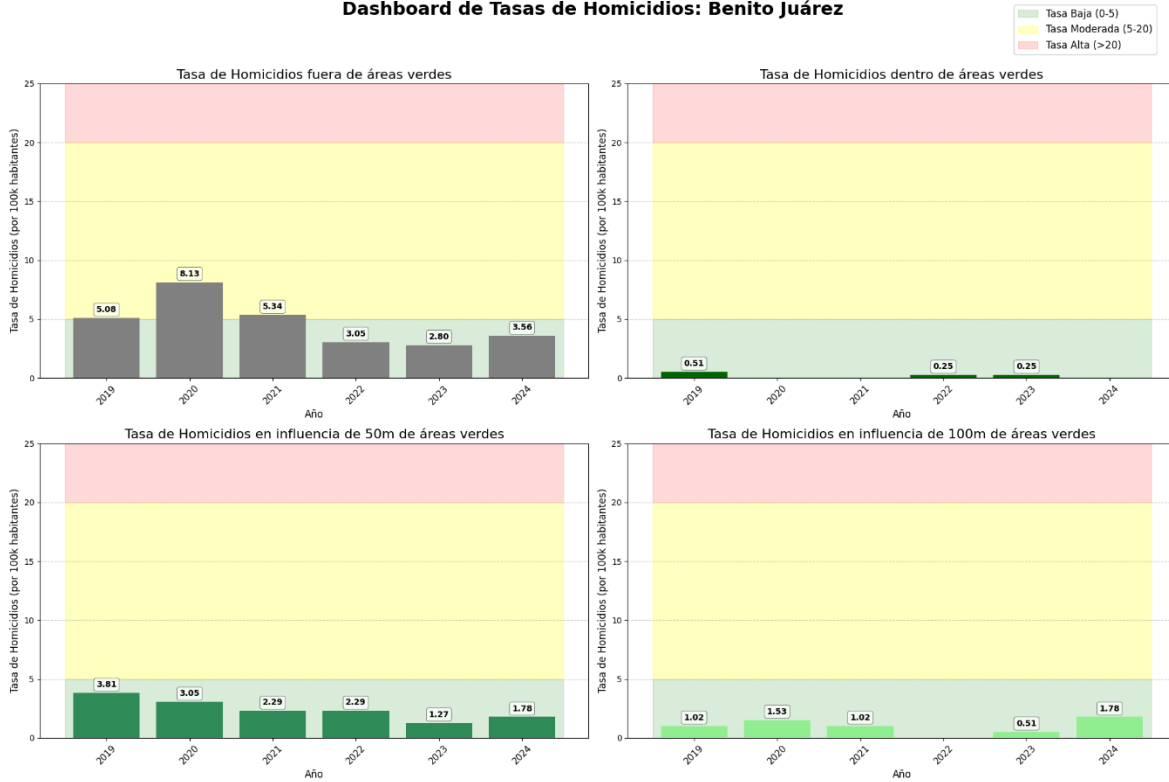
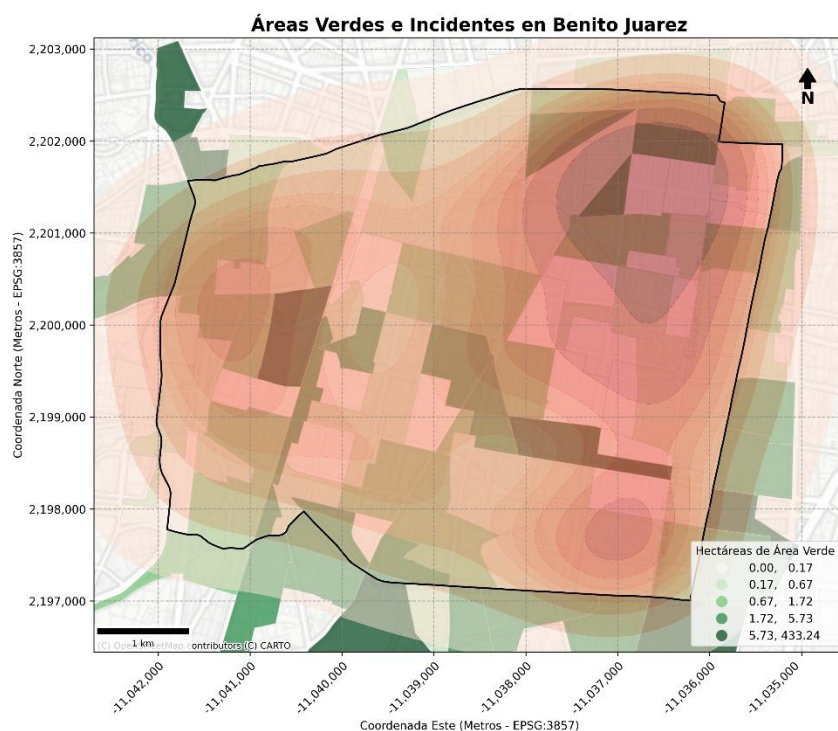


Figura 59: Tasas de homicidios Benito Juárez, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el mapa 14 vemos que dentro de la alcaldía existen 3 agrupaciones de homicidios; la primera y más intensa se encuentra al noroeste de la alcaldía con centroide entre la colonia Narvarte Oriente y Álamos. Estas colonias, pese a lo alarmante que puede verse el estado de agrupación violenta por el color del mapa de calor, tienen una baja tasa de homicidios, la más baja de la ciudad, pero es destacable mencionar que tiene origen en una zona de las colonias que escasea de áreas verdes. El siguiente punto de concentración está ubicado al oeste de la alcaldía, entre la colonia Nonoalco y San Pedro de los Pinos. Nuevamente, mencionar que esta concentración es de las más bajas de la ciudad; su centro está cercano a la parada de metro San Antonio. A su alrededor hay concentración de urbanización mixta y un parque; esta concentración es de las más bajas en términos absolutos. Por último, el tercer concentrado de homicidios está al noroeste de la alcaldía, ubicado cerca de la estación de metro Ermita en la colonia Portales Sur. Dicha concentración se encuentra en área densamente poblada y con escasa presencia de áreas verdes, como se puede observar en el

mapa; la presencia de dos estaciones de metro cercanas a concentraciones de homicidios podría indicar una asociación nueva.



Mapa 14: áreas verdes e incidentes en Benito Juárez, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía Miguel Hidalgo se encuentra localizada al poniente de la Ciudad de México; es una de las alcaldías más importantes de la ciudad debido a su relevancia económica, política y social. Cuenta con una superficie de 55.2 km<sup>2</sup> y una población de 414,470 habitantes para 2020; esta alcaldía cobija importantes centros financieros, embajadas, residenciales de lujo y zonas culturales como Chapultepec y Polanco. Pese a su alta urbanización, la alcaldía cuenta con extensas áreas verdes en ciertas partes, como el bosque de Chapultepec, uno de los parques más grandes del mundo. El estudio para la Alcaldía Miguel Hidalgo ofrece una oportunidad para analizar la ocurrencia de homicidios en un contexto de alto desarrollo socioeconómico y gran afluencia de personas.

Esta alcaldía presenta tasas moderadas en la influencia de 50 metros a las áreas verdes. Para 2019, su tasa de homicidios se encontraría en 10.03; para el siguiente año disminuyó a 4.73,

ver figura 52, viendo una disminución de más del 50%. 2021 trajo un aumento ligero en la criminalidad, pasando a ser de 5.57 la tasa de homicidios, y en 2022 esta tasa se vio convertida en la más baja de la categoría, llegando a ser de 1.95, tasa baja que estaría cerca de convertirse en moderada en el año 2023, donde alcanzó 4.73; sin embargo, volvía a tener una bajada, quedando en tasa baja con 3.06 para 2024. En el rango posterior que abarca los 100 metros, la alcaldía presenta cifras moderadas con alzas y bajas a lo largo del periodo. Contaba con una tasa de 5.01 para 2019, tasa moderada que subiría a 7.80 en 2020; dicha tasa volvería a sus inicios en 2019, pasando a 5.01. Esta tasa vería un abrupto descenso en 2022, siendo de 1.95; este periodo de baja de tasa tendría su fin el año siguiente, subiendo a 3.34 para cerrar el periodo con una tasa de 1.39, siendo este su año con la tasa más baja en la categoría.

En las áreas verdes de la alcaldía se presentaría una baja tasa de homicidios, teniendo 2 años sin registro de homicidios. Pese a las grandes extensiones de áreas verdes en la alcaldía, no se encuentran los homicidios en estas áreas. En la figura 52 podemos apreciar una tasa para el 2019 de 0.28, tasa que subiría a 0.56 en 2020 y que vería una inexistencia de registros en 2021. 2022 repitió la tasa de 0.28 y en 2023 la tasa de homicidios tendría un incremento, llegando a 0.56, tasa muy baja que no vería más registros en el final del periodo. Ahora bien, en el terreno urbano fuera de la influencia de áreas verdes, el escenario cambia a tener tasas moderadas cerca de convertirse en altas. En el 2019, la tasa de homicidios era de 18.10, tasa moderada que estaba muy cerca de convertirse en alta; esta se vería disminuida en 2020, pasando a ser de 17.27. La tasa siguió con el descenso en 2021, llegando a ser de 13.65. El siguiente año, 2022, alcanzó uno de los puntos más bajos de la categoría, llegando a ser de 7.52, pero para el año 2023 vería un incremento, pasando a ser 9.19 y cerrando el periodo con la tasa más baja de homicidios de 6.96 para 2024.

### Dashboard de Tasas de Homicidios: Miguel Hidalgo

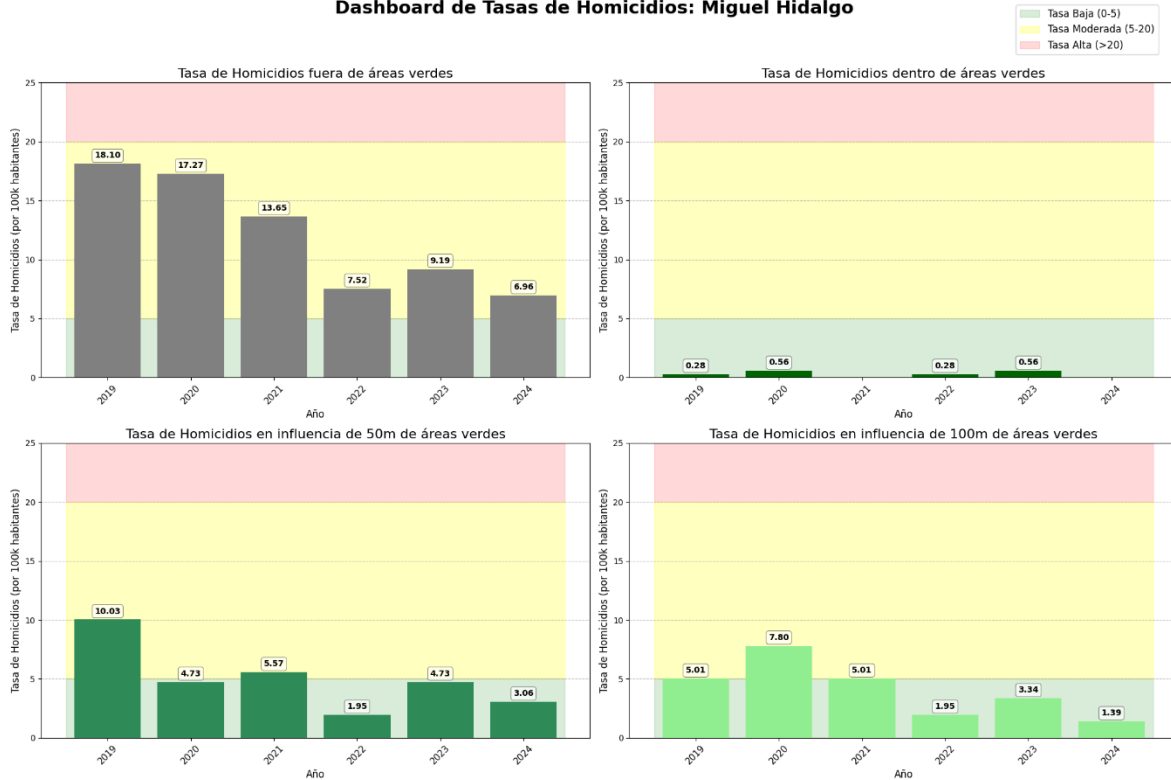
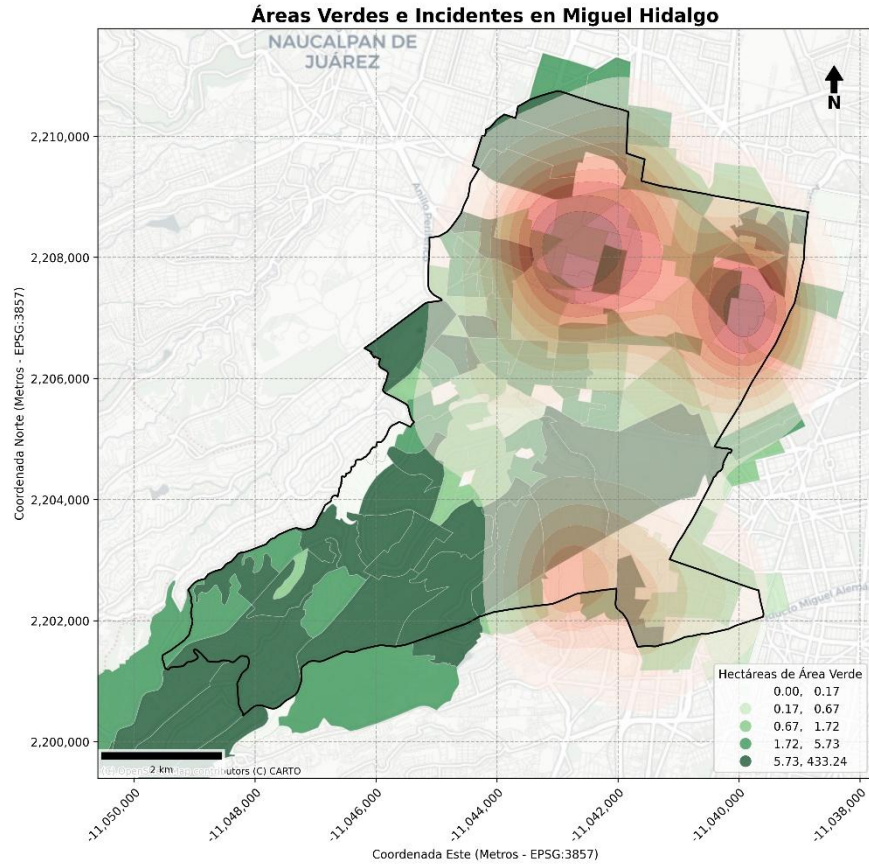


Figura 60: Tasas de homicidios, Miguel Hidalgo, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el mapa 15 podremos ver que existen 3 principales aglomeraciones en la alcaldía; estas agrupaciones responden a 3 sitios donde la vegetación no predomina precisamente. La primera, ubicada al sur de la alcaldía y siendo la menos intensa, está ubicada en la colonia Daniel Garza Poniente; esta colonia está cerca del Panteón Civil de Dolores. Esta colonia no presenta áreas verdes en sus dominios, tiene poco arbolado urbano y al sur se encuentra con aún más urbanización desprovista de áreas verdes. La segunda agrupación de homicidios se encuentra al noroeste de la alcaldía en la colonia Anáhuac I Sección; esta colonia, al igual que la antes mencionada Panteón Civil de Dolores, tiene una nula porción de área verde y su extensión es mayormente ocupada por construcción de viviendas mixtas. Por último, la aglomeración más importante de la alcaldía se encuentra en la colonia Deportivo Pensil y México Nuevo. Estas dos colonias presentan un problema de violencia, ambas con pocas áreas verdes, es importante destacar que los homicidios suceden alrededor del Mercado Argentina y esto es relevante, pues se asocia al comercio que usa transacciones en efectivo como detonante en el desarrollo de homicidio.



Mapa 15: áreas verdes e incidentes en Miguel Hidalgo, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

La alcaldía Venustiano Carranza se ubica en la zona centro-oriente de la Ciudad de México. Es un nodo importante de actividad económica; dentro de sus límites se encuentra el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Cuenta con una superficie de 33.4 km<sup>2</sup> y una población de 447,459 habitantes en 2020; se caracteriza por su alta densidad de población y su constante flujo de mercancías y personas debido al nexo internacional con el que cuenta. A pesar de su carácter principalmente comercial e industrial, también cuenta con parques y jardines que brindan un esparcimiento a sus habitantes.

Esta alcaldía cuenta con una alta movilidad y actividad económica que pudiera estar jugando un papel importante en el número de homicidios registrados. En el 2019, dentro de la zona de influencia de las áreas verdes a 50 metros, presentó una tasa moderada de homicidios de 14.92; la tasa presentaría un aumento para el año 2020, ver figura 61, ascendiendo a 17.53.

Para el 2021, la tasa vería un descenso a 13.35, pasando a un descenso más brusco en el 2022, donde pasaría a ser de tan solo 7.85. Esta tasa tendría un aumento al término del año 2023 con una tasa de 12.30 que a su vez disminuiría a 9.95 en el 2024. Fuera de los 50 metros y a 100 metros de las áreas verdes, la alcaldía Venustiano Carranza presentó tasas moderadas para 2019, comenzando con 8.90 y disminuyendo gradualmente. En 2020 pasó a 8.37, para 2021 llegó a ser de 7.59 y en 2022 la tasa vio un cambio significativo, llegando a ser una tasa casi baja con 5.23. Esta tasa no se mantendría demasiado tiempo y pasaría a ser de 7.33 para el año 2023, cuyo cambio radical llegó en 2024, pasando a una tasa baja de 2.36. Esta tasa fue la más baja de la categoría.

En el interior de las áreas verdes, el escenario se presenta con una tasa baja que se mantiene y se desploma al no tener registros en algunos años. Para el 2019, la tasa de homicidios era de 0.26, subiendo a 1.31 para el 2020 y descendiendo a 0.79 para el año 2021; esta tasa se mantendría hasta el 2022 y para el 2023 y 2024 no se presentarían homicidios en las áreas verdes. A las afueras de las áreas de influencia de las áreas verdes vemos tasas altas de 37.16 para el 2019, una tasa muy alta que iría bajando. Para 2020, la tasa fue de 34.02 y en 2021 consiguió bajar a 32.19, siguiendo en la categoría de alta. En el 2022, la tasa de homicidios logra bajar a 18.84, pasando a ser de categoría moderada; esta tasa tendría un aumento para 2023 y volvería a la clasificación de alta con 21.72. Para el final del periodo, llegó a ser de 14.66, tasa moderada.

**Dashboard de Tasas de Homicidios: Venustiano Carranza**

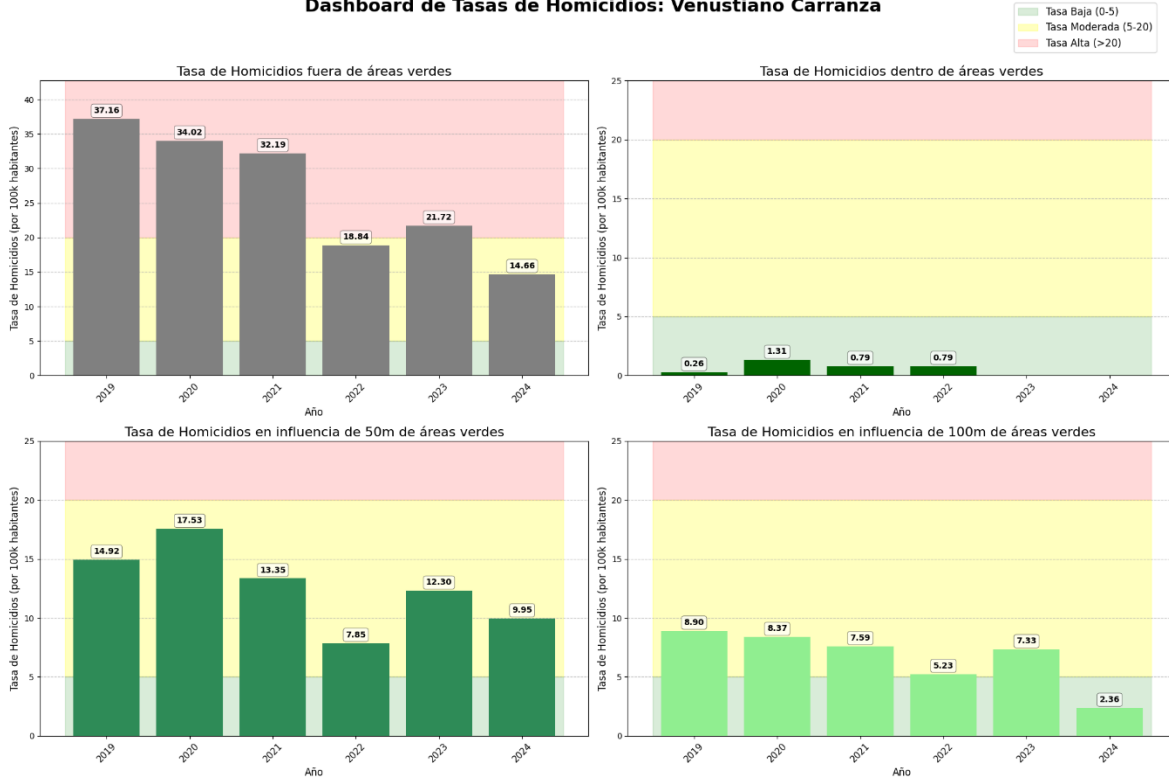
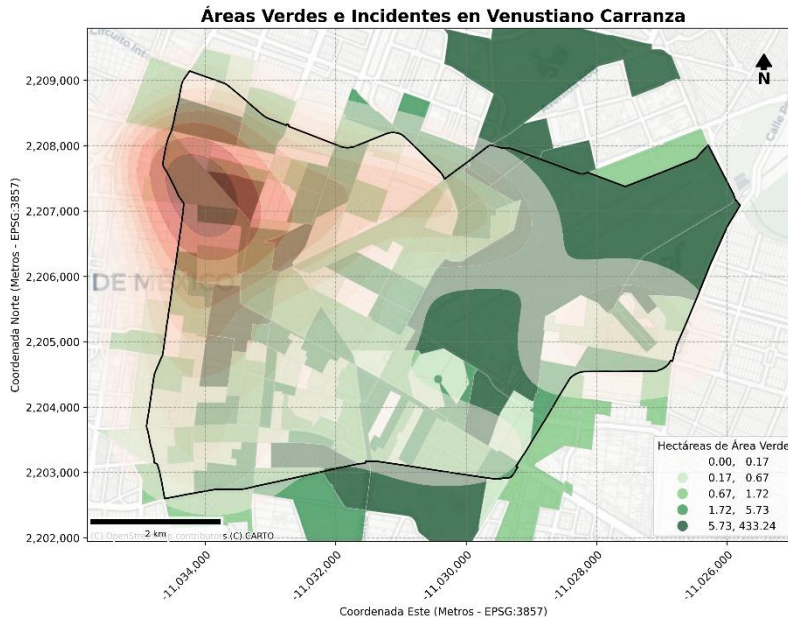


Figura 61 Tasas de homicidios Venustiano Carranza, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

En el mapa 16 vemos como existe un único punto de concentración importante en la alcaldía. La tonalidad blanca que se extiende en el área son homicidios con menor importancia debido al número; se logra apreciar que incluso estos suceden a lo largo de las AGEBS donde el área verde no es abundante, mientras que la concentración importante sucede en la colonia Morelos, colonia que está junto a Tepito. Como ya se había comentado, esta zona es la más peligrosa del centro de la ciudad y es debido a que esta zona es de amplia urbanización y cuenta con pocas áreas verdes en sus dominios.



Mapa 16: áreas verdes e incidentes en Venustiano Carranza, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024) & INEGI (2020)

### Comparación de modelos

Después de analizar las relaciones entre las variables, como se puede observar en la figura 54, podremos ver distintos patrones, pero enfocando la atención entre el “total de periodo”, el cual es la variable de homicidios (ver página 42) de las variables usadas en el modelo. La figura 54 nos muestra una matriz de correlación de las variables, las cuales tienen P-values relevantes; una asociación positiva más cercana a 1 nos indicaría que existe un aumento del número de homicidios y la variable con la que se compara. Si la variable es más cercana al -1, indica que es inversa la reacción: mientras más de la variable, menos homicidios.

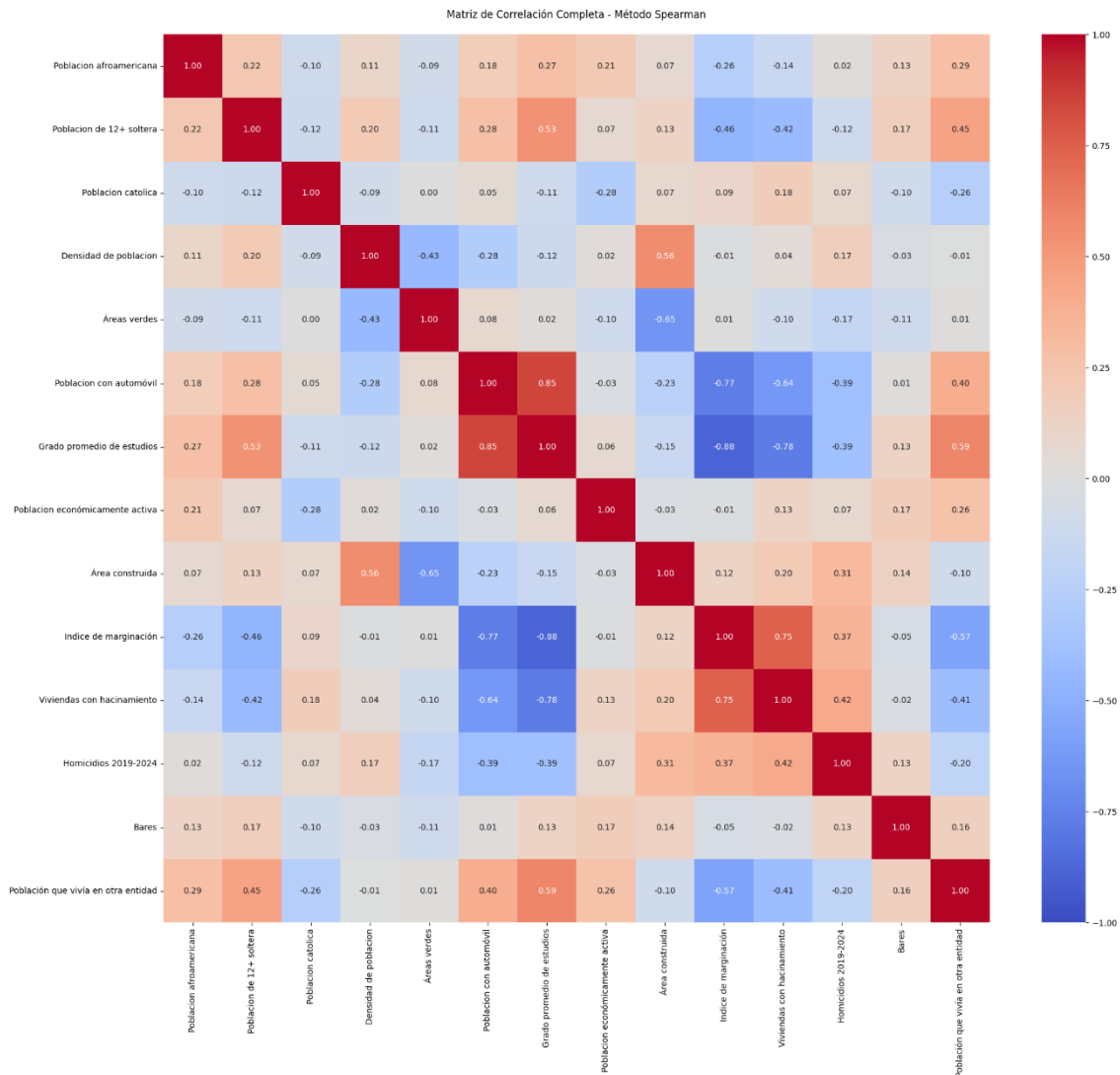


Figura 54: Matriz de correlación, elaboración propia, con base en Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México (2024)

A continuación, se profundizará en las relaciones con los homicidios vistas dentro de la matriz, interpretadas en términos de su dirección positiva o negativa y magnitud.

- Tasa de personas afroamericanas: El coeficiente de 0.02 nos indica que la relación positiva es casi nula con respecto a los homicidios. Esto sugiere que la proporción de personas afroamericanas no se asocia de manera significativa con la variación en la ocurrencia de homicidios en la Ciudad de México.
- Tasa de personas mayores de 12 años solteras: el coeficiente mostrado marca -0.12, existiendo una correlación negativa débil con respecto a los homicidios. Esto indicaría que en las áreas donde hay una mayor porción de personas solteras, los homicidios son menores.

- Tasa de personas católicas: El coeficiente de 0.07 muestra que es una correlación débil y que no existe una asociación relativa que disminuya la cantidad de homicidios.
- Densidad de población: Existe una correlación de 0.17; esta asociación muestra que existe una relación positiva con respecto a los homicidios: a una mayor densidad de población, un aumento de homicidios. Este coeficiente de correlación está asociado en principio a que, al existir mayor interacción de personas en un espacio más compacto, mayor es la probabilidad de desarrollar algún conflicto latente.
- Porcentaje de áreas verdes: El coeficiente de -0.17 indica que existe una correlación negativa; esto muestra que, a mayor cantidad de áreas verdes, la incidencia de homicidios tiende a ser menor. Aquí se alinea el dato con la literatura cuando indica que las áreas verdes bien mantenidas pueden fomentar la vigilancia y cohesión social, actuando como un factor protector contra la delincuencia.
- Viviendas que poseen automóvil: presentan una correlación negativa de -0.39 con los homicidios en la Ciudad de México. La variable tiene una correlación negativa; esto muestra que las áreas con mayor población que poseen automóvil tienden a registrar un menor número de incidentes violentos de homicidios. Pudiera deberse a la relación de un mayor nivel socioeconómico; la estabilidad económica proporciona acceso a mejores áreas para vivir y, por tanto, con mejor seguridad.
- Población económicamente activa: El coeficiente de 0.07 muestra una correlación positiva; esta relación indica que existe, a mayor cantidad de población trabajadora, mayor homicidio, aunque al ser baja la relación, también indica que la relación es débil.
- Grado promedio de estudios: Con un coeficiente de -0.39, se observa una relación negativa, indicando que, a mayor grado de estudios, menor es la incidencia de homicidios. Las áreas con mayor grado promedio de estudios suelen tener un mayor poder adquisitivo y acceso a mejores infraestructuras urbanas; también están vinculadas a mayores oportunidades laborales y menor marginación. Esto juega a favor de reducir factores de riesgo violento.
- Porcentaje de áreas construidas: la contraparte de las áreas verdes muestra una correlación de 0.31; se identifica una relación positiva. Sugiere que las áreas con mayores cantidades de suelo construido tienden a tener un mayor número de homicidios; las zonas construidas como edificios pudieran facilitar cierto tipo de violencia.
- Índice de marginación: un 0.37 indica que existe una correlación positiva; ante mayor marginación, mayor número de homicidios, las zonas de marginación alta tenderían a experimentar un número mayor de violencia letal.
- Viviendas con hacinamiento: cuenta con una correlación de 0.42, una correlación positiva, indica que las áreas con un mayor porcentaje de hacinamiento tienden a tener una mayor cantidad de homicidios.
- Bares: El coeficiente de 0.13 muestra una correlación positiva, sugiriendo que entre mayor presencia de bares exista en la zona, mayor número de homicidios; podría estar relacionado con la concentración de actividades nocturnas desprovistas de vigilancia y poca seguridad.

- Personas que viven en otra entidad: cuenta con -0.20, relación negativa que puede indicar que en las áreas donde hay una mayor proporción de residentes de otras entidades las incidencias delictivas son menores.

Este análisis proporciona una valiosa perspectiva sobre la asociación entre la incidencia de homicidios y las características socioespaciales de la Ciudad de México. Los resultados de las relaciones encontradas son importantes, ya que muestran un escenario en donde existe diversidad de variables y su relación muestra un problema multifactorial con la incidencia de homicidios. Es crucial recalcar que estas correlaciones indican asociaciones, no causalidad directa.

Variable	Estadística	OLS	GLS	WLS	GWR	GWR_Min	GWR_Max
Intercept	Coef	15.6275865	15.6275865	15.3846218	15.07500088	-64.81111	125.88572
Intercept	SE	2.26509005	2.26509005	3.48163449	17.07385225		
t_vivoe	Coef	16.975038	16.975038	37.7509054	1.129403061	-129.6489	83.720422
t_vivoe	SE	2.7682279	2.7682279	1.93368582	12.62252473		
t_afrmx	Coef	-0.6188847	-0.6188847	-2.20969002	0.645774352	-45.13069	44.677811
t_afrmx	SE	2.2965070	2.2965070	2.25676158	5.078861758		
t_p12ym_sl	Coef	-39.420578	-39.420578	-48.3848368	-4.49962054	-198.3372	37.395257
t_p12ym_sl	SE	3.13955663	3.13955663	2.54055173	20.10348798		
t_catlc	Coef	-7.6198424	-7.6198424	7.98687195	-0.94481209	-199.8836	51.754180
t_catlc	SE	2.50286562	2.50286562	2.12131094	21.10438659		
DenPob	Coef	11.067928	11.067928	1.36645860	1.12747683	-42.36645	173.79555
DenPob	SE	2.90986180	2.90986180	2.68892919	11.83889246		
PAVAI	Coef	-1.4987442	-1.4987442	15.6692484	0.083489742	-76.99722	82.984560
PAVAI	SE	3.47385387	3.47385387	3.01805669	9.890631193		
pvph_atm	Coef	-14.890047	-14.890047	0.24677918	1.813382465	-68.60082	264.182269
pvph_atm	SE	5.22104158	5.22104158	4.26457733	28.68615643		
GRAPROES	Coef	-6.9457876	-6.9457876	-34.0989136	-4.55924785	-497.8642	121.199302
GRAPROES	SE	5.89261681	5.89261681	4.61863329	51.72013215		
PEA	Coef	10.5980103	10.5980103	35.6957555	-0.00688302	-59.79402	64.1056763
PEA	SE	2.61425377	2.61425377	2.219131269	7.193661531		
PAC	Coef	11.1162052	11.1162052	25.58836651	-0.76047367	-70.72573	118.534638
PAC	SE	3.78097176	3.78097176	4.640763587	12.55097466		
IM_2020	Coef	-50.178795	-50.178795	-30.3236657	-42.9752422	-534.1194	79.6739557
IM_2020	SE	2.57162501	2.57162501	1.361667563	90.0691816		
Viviendas con hacinamiento	Coef	34.310441	34.310441	46.991893	2.94147581	-162.2763	119.99249
Viviendas con hacinamiento	SE	3.3721105	3.3721105	2.61982403	22.72397442		
bares	Coef	1.2928622	1.2928622	0.56361697	0.569777658	-34.03246	80.594943
bares	SE	2.5066902	2.5066902	3.74334404	8.172445434		

Tabla 1: Comparación de coeficiente de los modelos de regresión, elaboración propia

Los coeficientes, como se puede apreciar en la tabla 1, presentan resultados obtenidos de la aplicación de 4 modelos distintos; el análisis se centró en variables del entorno físico, las áreas verdes (PAVAI) y su contraparte, las áreas construidas (PAC). En el análisis de los modelos globales OLS y GLS se logra apreciar un coeficiente de -1.1498 para la variable de áreas verdes. Este signo negativo sugiere una relación inversa, donde un mayor porcentaje de áreas verdes se asocia con una menor ocurrencia de homicidios. Sin embargo, el resultado

es muy pequeño. Para el modelo GWR, el coeficiente de PAVAl es cercano a cero con 0.083; este valor indica una gran heterogeneidad espacial. Los coeficientes locales varían de un territorio a otro, indicando que fungen como protector fuerte en su medida mínima de -76.997, de igual forma como un factor de riesgo con su valor máximo de 83.984. Dicha dispersión, confirma que la influencia de las áreas verdes sobre los homicidios no es uniforme en la Ciudad de México; mientras que los modelos globales promedian estos efectos locales, el modelo GWR revela que, dependiendo de la ubicación, las áreas verdes pueden actuar como un factor de riesgo, o no tener un impacto.

Por otro lado, la variable contraria a las áreas verdes, áreas construidas, fue presentada en los modelos OLS y GLS con un coeficiente positivo de 11.116. Este coeficiente es estadísticamente significativo, lo que indica que existe una asociación directa entre la densidad de áreas construidas y el aumento de la incidencia de homicidios. No obstante, de manera similar a como pasa con las áreas verdes, el modelo GWR revela que la relación no es homogénea en toda la Ciudad de México. A pesar de que el resto de los modelos globales sugieren una relación positiva, la medida de los coeficientes locales para el modelo GWR tiene una inclinación negativa, teniendo -0.760, con una dispersión que abarca de -70.725 a 118.534. Esto implicaría que, si bien la tendencia general podría apuntar a que la urbanización mayor promueve la incidencia de homicidios, existen zonas donde esta relación se invierte o se anula.

Dentro de las variables sociodemográficas y el índice de marginación y las viviendas con hacinamiento, el modelo GWR muestra que la medida de los coeficientes locales es de -42.975, pero los rangos van desde -534.119 a 79.673. Esto demuestra que en muchas áreas la marginación se asocia con una disminución de los homicidios; en otras zonas sí se comporta como un factor de riesgo, tal como menciona la literatura.

Modelo	R2 <sup>5</sup>	AIC <sup>6</sup>	RSS <sup>7</sup>
OLS	0.273662	29508.6969	29527572.6
GLS	0.273662	29508.6969	29527572.6
WLS	0.456091	inf	351546901
GWR	0.984643	22798.3425	624314.007

Tabla 2 estadísticas generales de modelos, elaboración propia

El análisis comparativo de los modelos lineales OLS, GLS, WLS y GWR para explicar la incidencia de homicidios en Ciudad de México reveló que el modelo de regresión geográficamente ponderada mostró un rendimiento superior y una capacidad explicativa notablemente mayor. Las estadísticas globales de ajuste lo confirmaron, como podemos ver en la tabla 2. R2 representa el coeficiente de determinación; el modelo GWR se destaca por tener un R2 de 0.9846, lo que indica que explica casi el 98.5% de la variabilidad en la ocurrencia de homicidios. Esto es superior al 0.2736 de OLS y GLS y al 0.4560 de WLS. La capacidad de GWR para modelar la heterogeneidad espacial de las relaciones refleja su poder explicativo. AIC representa el criterio de información de Akaike; un AIC bajo indica un mejor ajuste del modelo con mejor complejidad. GWR presenta el más bajo con 22798.34, lo que lo posiciona como el modelo mejor ajustado. OLS y GLS tienen el mismo AIC, mientras que el modelo WLS muestra un valor infinito. RSS es la suma de cuadrados de los residuos; GWR registra el RSS más bajo con 624314. Este dato hace referencia a que sus predicciones tienen la menor cantidad de error residual sumado en comparación con el resto de los modelos.

Al concluir el análisis, podemos ver que la incidencia de homicidios en la Ciudad de México está ligada a la configuración del entorno, y de manera específica a la ausencia de áreas verdes bien cuidadas, tomando en cuenta la contraparte de construcción urbana. Los hallazgos demuestran que las tasas de homicidios son sistemáticamente inferiores no solo

---

<sup>5</sup> Coeficiente de determinación

<sup>6</sup> Akaike Information Criterion

<sup>7</sup> Residual Sum of Squares

dentro de los parques y zonas arboladas, sino también en sus perímetros de influencia, mientras que los epicentros de la violencia letal se encuentran en las denominadas islas de asfalto, zonas que poseen poca cobertura vegetal mínima o nula.

Sin embargo, esta relación no es homogénea, como podemos ver en la figura 63. La evidencia de dinámicas complejas, como los "anillos" de seguridad y riesgo observados en ciertas alcaldías, recalca la existencia de una gran heterogeneidad espacial. Es precisamente esta variabilidad la que confirma la insuficiencia de los análisis globales y reafirma la superioridad del modelo de regresión geográficamente ponderada. La fortaleza del GWR no radica únicamente en su mayor capacidad para la explicación, sino en su habilidad para descubrir cómo el efecto de las áreas verdes, junto a otros factores socioeconómicos, cambia según el contexto espacial, validando que el dónde es un factor fundamental en los homicidios.

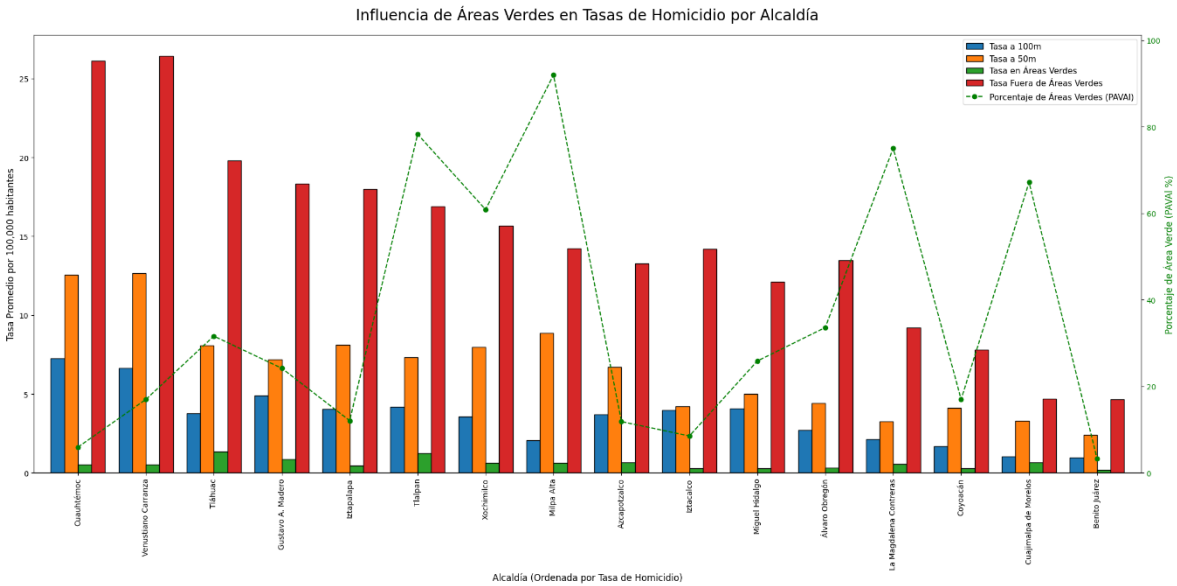


Figura 63 Influencia de las áreas verdes en la tasa de homicidios por alcaldía, elaboración propia.

### Conclusiones

Esta investigación se propuso implementar un enfoque comparativo de cartografía automatizada para evaluar la eficacia de distintos modelos de regresión en el estudio de los

homicidios y su relación con las áreas verdes en la Ciudad de México. Tras el análisis de los datos, es posible concluir que existe una asociación negativa, robusta y espacialmente significativa entre la presencia de infraestructura verde y la incidencia de la violencia letal. Los resultados confirman que las zonas con mayor acceso a parques, jardines y arbolado urbano no solo fomentan una mejor calidad de vida, sino que se constituyen como entornos más seguros para sus habitantes. Sin embargo, no todas las alcaldías responden de manera positiva ante el aumento del área verde y es necesario tomar en cuenta el tipo de cuidado que tienen estas áreas. En respuesta a los objetivos específicos planteados, este trabajo logró:

Demostrar las principales teorías urbanas y socioambientales. Los hallazgos de esta investigación ofrecen un respaldo tangible a los postulados teóricos. La marcada disminución de homicidios en la proximidad de las áreas verdes apoya conceptos como los "ojos en la calle", donde la convivencia y la vigilancia natural disuaden el crimen, y la "restauración de la atención", que sugiere que estos espacios reducen el estrés y la agresividad en la comunidad. La evidencia aquí presentada trasciende la teoría y la ancla en la realidad territorial de la Ciudad de México.

Demostrar la superioridad analítica de los modelos espaciales. El sistema automatizado de comparación de modelos cumplió su objetivo al revelar las limitaciones de las regresiones tradicionales como el OLS, WLS y GLS para un fenómeno tan geográficamente complejo como el homicidio. Se concluye que los modelos geográficamente ponderados son más adecuados, pues capturan la heterogeneidad espacial del problema. Esto significa que la influencia de las áreas verdes y otros factores socioeconómicos no es una constante en toda la ciudad, sino que su peso y relevancia varían de una alcaldía a otra, e incluso de una colonia a otra.

Traducir datos complejos en visualizaciones claras e impactantes. A través de la cartografía automatizada y la estadística descriptiva, se produjeron mapas y gráficos que comunican de forma efectiva la alarmante disparidad en la distribución de la violencia. Estas herramientas visuales no solo ilustran los resultados, sino que se convierten en un argumento en sí mismas, mostrando con contundencia dónde se concentra el riesgo y cuál es el papel del entorno construido en dicho patrón.

En síntesis, este estudio concluye que las áreas verdes no deben entenderse como un lujo o un mero adorno urbano, sino como una parte esencial de la infraestructura de seguridad pública. Su ausencia está directamente relacionada con la aparición de “puntos calientes” de violencia, lo que convierte a las políticas de renaturalización y justicia espacial en herramientas clave para construir una ciudad no solo más verde, sino, sobre todo, más pacífica.

El espacio verde puede, por sí solo, influir en la reducción de la violencia, pero su impacto se multiplica cuando cuenta con el respaldo activo de la comunidad: en su cuidado, mantenimiento y, especialmente, en su uso cotidiano. Cuando la ciudadanía se apropia de estos espacios mediante actividades recreativas y formas de convivencia saludable, se potencia su valor como mecanismo de cohesión social.

Sin estos espacios, la vida comunitaria se empobrece, al faltar lugares de encuentro y dispersión que fomenten la salud física y emocional. Así, los espacios verdes no deben ser vistos únicamente como entornos recreativos, sino como medios tangibles de conexión con la paz. Un entorno natural bien mantenido y activamente utilizado por su comunidad es también un entorno más seguro.

## Recomendaciones

Los hallazgos de esta investigación no solo contribuyen al conocimiento académico, sino que ofrecen una base sólida para la formulación de políticas públicas más efectivas y humanas. Por ello, a continuación, se presentan una serie de recomendaciones dirigidas tanto a los tomadores de decisiones y actores sociales, como a la comunidad científica interesada en profundizar en la relación entre el entorno urbano y la seguridad.

### Para tomadores de decisiones

Se exhorta a las autoridades de la Ciudad de México a integrar la infraestructura verde como un eje transversal en las estrategias de seguridad pública. Es fundamental trascender la visión del espacio verde como un simple elemento recreativo o ambiental y reconocerlo como un factor activo en la prevención del delito. Esto implica:

- **Intervención focalizada:** Utilizar los mapas de calor y los análisis de este estudio como una guía para priorizar la inversión en creación y rehabilitación de áreas verdes. Los esfuerzos deben concentrarse en las colonias y AGEBS con mayor déficit de vegetación y, consecuentemente, con las tasas más altas de homicidios, como las identificadas en Iztapalapa, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero.
- **Justicia espacial:** Promover una distribución más equitativa de los espacios verdes. En lugar de enfocarse únicamente en grandes parques, se debe impulsar una red de "acupuntura verde" a través de parques de bolsillo, corredores peatonales arbolados y la renaturalización de lotes baldíos. Esto garantiza que los beneficios de la naturaleza alcancen a un mayor número de habitantes, especialmente en zonas de alta densidad poblacional.
- **Inteligencia policial geoespacial:** Las corporaciones de seguridad pueden optimizar el despliegue de sus recursos patrullando de manera más intensa las "islas de asfalto" durante los horarios de mayor riesgo identificados, noches y fines de semana. El uso de modelos GWR puede permitir, además, un entendimiento localizado para diseñar estrategias preventivas a nivel de barrio, atendiendo a las variables socioeconómicas de mayor influencia en cada zona particular.

## Para el desarrollo social y comunitario

La evidencia, tanto en este estudio como en la literatura internacional, sugiere que el éxito de un espacio verde en la reducción de la violencia depende crucialmente de su apropiación por parte de la comunidad. Por lo tanto, se recomienda:

- **Fomentar la participación ciudadana:** Involucrar a los vecinos en el diseño, la siembra, el cuidado y la activación de sus parques y jardines. Los programas de mantenimiento comunitario no solo mejoran el espacio físico, sino que fortalecen el tejido social, la confianza y la vigilancia natural, que son disuasorios clave del crimen.
- **Garantizar espacios seguros y funcionales:** Un área verde no será un factor de protección si es percibida como peligrosa. Es imperativo dotar a estos espacios de infraestructura básica como iluminación adecuada, mobiliario, limpieza constante y, de ser necesario, vigilancia. Un parque oscuro o abandonado puede tener el efecto contrario al deseado.

## Para futuras investigaciones

Este trabajo abre nuevas e importantes vetas de investigación que podrían complementar y profundizar los hallazgos aquí presentados:

- **Estudios longitudinales:** Realizar análisis de "antes y después" en zonas donde se implementen proyectos de reverdecimiento, para medir con mayor precisión el impacto causal de la intervención sobre las tasas delictivas.

- Análisis cualitativos: Complementar los datos cuantitativos con estudios cualitativos, como entrevistas a residentes y grupos focales, para comprender las percepciones de seguridad y los mecanismos sociales que operan en torno a los espacios verdes.
- Ampliación de variables: Futuros modelos de regresión podrían enriquecerse al incluir variables como la calidad y tipo de vegetación, la presencia de equipamiento recreativo, la proximidad al transporte público o el tipo de actividad comercial circundante, para refinar el entendimiento de las dinámicas delictivas.
- Investigación del "fenómeno de anillo": Profundizar en el estudio de por qué algunas alcaldías presentan un comportamiento de "anillos" de seguridad, para determinar qué factores urbanos o sociales específicos generan esta dinámica tan particular.

## Referencias

Aitken, A. (2014). *De los mínimos cuadrados y de la combinación lineal de observaciones*. Cambridge University Press.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0370164600014346>

Álvarez Máynez, J. (16 de Diciembre de 2011). *Zacatecasonline*.  
<https://zacatecasonline.com.mx/feminicidio-zacatecas-jorge-alvarez/>

Arantes, B. L., Locke, D. H., Moreira, G. C., & Grove, J. M. (2024). The relationships between Urban Tree Canopy Cover and Crime in São Paulo City, Brazil. *Urban Forestry and Urban Greening*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128497>

Azaola Garrido, E. (23 de Febrero de 2023). *Consultivo Ciudadano para la Política de Población. Tema: "Adolescentes: Vulnerabilidad y Violencia"*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conapo/articulos/adolescentes-vulnerabilidad-y-violencia>

Bao, Z., Bai, Y., & Geng, T. (2023). Examining Spatial Inequalities in Public Green Space Accessibility: A Focus on Disadvantaged Groups in England. *Sustainability (Switzerland)*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/su151813507>

Berman, M. G., Cardenas-Iniguez, C., & Meidenbauer, K. L. (2021). An Environmental Neuroscience Perspective on the Benefits of Nature. En *Nebraska Symposium on Motivation* (Vol. 67, pp. 61–88). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69020-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69020-5_4)

Bogacka, E. (2020). Safety of urban park users. En *Crime and Fear in Public Places* (pp. 108–124). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429352775-7>

Branas, C., Buggs, S., Butts John Jay, J. A., Harvey, A., Kerrison, E. M., Meares, T., Papachristos, A. V, Pfaff, J., Piquero, A. R., Richardson, J., Gouvis Roman, C., Webster, D., & Jay, J. (2020). Reducing Violence Without Police: A Review of Research Evidence. <https://www.semanticscholar.org/paper/REDUCING->

VIOLENCE-WITHOUT-POLICE%3A-A-REVIEW-OF-Center/f1884d1dbf8c507ff416d39fad4d98a3af3c528a

- Burley, B. A. (2018). Green infrastructure and violence: Do new street trees mitigate violent crime? *Health and Place*, 54, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.08.015>
- Bushman, G., Kondo, M. C., Rupp, L. A., Hohl, B. C., Gong, C. H., & Zimmerman, M. A. (2023). Associations between land bank ownership and stewardship of vacant properties and crime, violence, and youth victimization in Flint, MI. *American Journal of Community Psychology*, 72(3–4), 428–442. <https://doi.org/10.1002/ajcp.12706>
- Calvillo, Y. S. (2013). Análisis de la vulnerabilidad en zonas calientes delictivas del centro histórico de la ciudad de México. Un enfoque de análisis socioespacial. *CentroGeo*. <https://idegeo.centrogeo.org.mx/documents/617>
- Cho, M., Park, C., & Jang, J. (2018). The Effects of Urban Park and Vegetation on Crime in Seoul and Its Planning Implication to CPTED. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, 46(3), 27–35. <https://doi.org/10.9715/kila.2018.46.3.027>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (1 de febrero de 2022). portal de datos abiertos. <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/indice-de-pobreza-urbana-por-ageb>
- Cuentame de México. (2023). Cuéntame de México. <https://beta.cuentame.inegi.org.mx/explora/poblacion/afrodescendientes/>
- Cutieru, A. (9 de 10 de 2021). Archdaily. Archdaily: <https://www.archdaily.mx/mx/969248/neurociencia-ambiental-un-campo-emergente-para-ciudades-mas-equitativas>
- ESRI. (2025). ARGIS PRO. Cómo funciona la regresión OLS. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-ols-regression-works.htm>
- Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México. (1 de enero de 2024). Portal de datos abiertos. <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/victimas-en-carpetas-de-investigacion-fgj>
- Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México. (31 de julio de 2024). Portal de datos abiertos. <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/carpetas-de-investigacion-fgj-de-la-ciudad-de-mexico>
- Fuentes Flores, C. (2015). El impacto de las viviendas deshabitadas en el incremento de delitos (robo a casa habitación y homicidios) en Ciudad Juárez, Chihuahua, 2010.

Frontera Norte, 27(54).  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73722015000200008](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722015000200008)

Gómez, D. (9 de Agosto de 2021). IBERO, Ciudad de México. IBERO, Ciudad de México : <https://ibero.mx/prensa/caminabilidad-vital-para-alcanzar-un-bienestar-social-y-de-salud-academica>

Gong, C. H., Bushman, G., Hohl, B. C., Kondo, M. C., Carter, P. M., Cunningham, R. M., Rupp, L. A., Grodzinski, A., Branas, C. C., Vagi, K. J., & Zimmerman, M. A. (2023). Community engagement, greening, and violent crime: A test of the greening hypothesis and Busy Streets. *American Journal of Community Psychology*, 71(1–2), 198–210. <https://doi.org/10.1002/ajcp.12622>

Gonzalez, K. (2020). Método de Mínimos Cuadrados Ponderados para la estimación de Modelos Lineales Generalizados. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/gonzales\\_k\\_k/cap2.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/gonzales_k_k/cap2.pdf)

González, G. G. (2020). Áreas verdes, segregación urbana y calidad de vida en la ciudad de México Un estudio desde el habitat humano. Flacso. <https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1026/272>

Groff, E. (2011). Exploring “near”: Characterizing the spatial extent of drinking place influence on crime. *Australian and New Zealand Journal of Criminology*, 44(2), 156–179. <https://doi.org/10.1177/0004865811405253>

Gutiérrez Jaber, I. (29 de Agosto de 2024). Cómo la arquitectura y el urbanismo ayudan a reducir la violencia en las ciudades. Tecnológico de Monterrey: <https://tecscience.tec.mx/es/humano-social/disminuir-la-violencia-en-las-ciudades/>

Ha, J., Kim, H. J., & With, K. A. (2022). Urban green space alone is not enough: A landscape analysis linking the spatial distribution of urban green space to mental health in the city of Chicago. *Landscape and Urban Planning*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104309>

He, J., Wei, Y., & Yu, B. (2023). Geographically weighted regression based on a network weight matrix: a case study using urbanization driving force data in China. *International Journal of Geographical Information Science*, 37(6), 1209–1235. <https://doi.org/10.1080/13658816.2023.2192122>

Heinze, J. E., Krusky-Morey, A., Vagi, K. J., Reischl, T. M., Franzen, S., Pruett, N. K., Cunningham, R. M., & Zimmerman, M. A. (2018). Busy streets theory: The effects of community-engaged greening on violence. *American Journal of Community Psychology*, 62(1–2), 101–109. <https://doi.org/10.1002/ajcp.12270>

- Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva. (26 de enero de 2022). portal de datos abiertos. <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/poblacion-total-y-tasa-de-crecimiento-media-anual-1990-2020-por-alcaldia>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (27 de septiembre de 2023). Portal de datos abiertos. <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/caracteristicas-de-las-viviendas-nivel-ageb-censo-2020>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (4 de octubre de 2023). Portal de datos abiertos. <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/caracteristicas-demograficas-de-la-poblacion-ageb-censo-2020>
- Jay, J., Kondo, M. C., Lyons, V. H., Gause, E., & South, E. C. (2022). Neighborhood segregation, tree cover and firearm violence in 6 U.S. cities, 2015–2020. *Preventive Medicine*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2022.107256>
- Jonescu, E. E., Ramanayaka, C. E., & Olatunji, O. (2023). How Urban Heat Islands Effect Crime: Understanding the Implications of Temperature, Population Density, and Green Canopy Cover in Shaping Built Environments. *Qeios*. <https://doi.org/10.32388/LJGGP6.2>
- Kiani, B., Sartorius, B., Lau, C. L., & Bergquist, R. (2024). Mastering geographically weighted regression: key considerations for building a robust model. En *Geospatial Health* (Vol. 19, Número 1). Page Press Publications. <https://doi.org/10.4081/gh.2024.1271>
- Kim, G., & Miller, P. A. (2019). The impact of green infrastructure on human health and well-being: The example of the Huckleberry Trail and the Heritage Community Park and Natural Area in Blacksburg, Virginia. *Sustainable Cities and Society*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101562>
- Kim, G., Cho, Y., Lee, J. H., & Lee, G. (2024). Correlation analysis between urban environment features and crime occurrence based on explainable artificial intelligence techniques. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. <https://doi.org/10.1080/13467581.2024.2421260>
- Kvit, A., Corrigan, A. E., Locke, D. H., Curriero, F. C., & Mmari, K. (2022). Can restoring vacant lots help reduce crime? An examination of a program in Baltimore, MD. *Urban Forestry and Urban Greening*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127630>
- Lee, & Movassaghi. (2021). The Role of Greenness of School Grounds in Student Violence in the Chicago Public Schools. *Children, Youth and Environments*, 31(2), 54. <https://doi.org/10.7721/chilyoutenvi.31.2.0054>
- Li, L., Cheng, J., Bannister, J., & Mai, X. (2022). Geographically and temporally weighted co-location quotient: an analysis of spatiotemporal crime patterns in greater

- Manchester. *International Journal of Geographical Information Science*, 36(5), 918–942. <https://doi.org/10.1080/13658816.2022.2029454>
- Lin, T., Wang, Q., Tan, Z., Zuo, W., & Wu, R. (2024). Neighborhood social environment and mental health of older adults in China: the mediating role of subjective well-being and the moderating role of green space. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1502020>
- Lis, A., Pardela, L., Iwankowski, P., & Haans, A. (2021). The impact of plants offering cover on female students' perception of danger in urban green spaces in crime hot spots. *Landscape Online*, 91, 1–14. <https://doi.org/10.3097/LO.202191>
- Lisnichuk, K. (2024). Vivienda y prevención de la violencia intrafamiliar. Hábitat para la Humanida. <https://www.habitat.org/sites/default/files/documents/Informe-Vivienda-y-prevencion-de-la-violencia-intrafamiliar.pdf>
- Lu, H., Liu, L., Zhong, H., & Jiang, B. (2024). A dose of nature to reduce sexual crimes in public outdoor spaces: Proposing the Landscape-Sexual Crime Model. *Landscape and Urban Planning*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105143>
- Mak, B. K. L., & Jim, C. Y. (2018). Examining fear-evoking factors in urban parks in Hong Kong. *Landscape and Urban Planning*, 171, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.11.012>
- Maldonado Aranda, S. (2024). Los desafíos de la Iglesia católica en contextos de violencia: activismo religioso frente al crimen en Michoacán, México. *Revista Colombiana de Antropología*, 60(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.22380/2539472x.2552>
- Martínez Soto, J., Córdova y Vázquez, A., & Montero-López Lena, M. (2016). Impacto de la naturaleza urbana próxima en la percepción de seguridad exterior: evidencias de la zona metropolitana del Valle de México. *Acta Universitaria*, 26(3), 68–76. <https://doi.org/10.15174/au.2016.964>
- Medellín Mendoza, S., & Rangel González, E. (2015). Efectos de vecindario y crímenes violentos en el área metropolitana de Monterrey. *EconoQuantum*, 12(1). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-66222015000100031](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-66222015000100031)
- México Unido Contra la Delincuencia. (2022). Numeralia: armas de fuego en México. México Unido Contra la Delincuencia. [https://www.muco.org.mx/wp-content/uploads/2023/11/numeralia\\_V2.pdf](https://www.muco.org.mx/wp-content/uploads/2023/11/numeralia_V2.pdf)
- Mouratidis, K. (2019). The impact of urban tree cover on perceived safety. *Urban Forestry and Urban Greening*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126434>

- Nateras González, M. (2025). Reflexiones sobre el Estado de Derecho, la Seguridad Pública y el Desarrollo de México y América Latina. En F. C. Betancourt Higareda, Reflexiones sobre el Estado de Derecho, la Seguridad Pública y el Desarrollo de México y América Latina (págs. 221-250). UNAM. Biblioteca jurídica UNAM: <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/4443-reflexiones-sobre-el-estado-de-derecho-la-seguridad-publica-y-el-desarrollo-de-mexico-y-america-latina>
- Núñez, J. M. (2021). Spatial analysis of urban green spaces in Mexico City. *Economía, Sociedad y Territorio*, 21(67), 803–833. <https://doi.org/10.22136/est20211661>
- Ogletree, S. S., Larson, L. R., Powell, R. B., White, D. L., & Brownlee, M. T. J. (2022). Urban greenspace linked to lower crime risk across 301 major U.S. cities. *Cities*, 131. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103949>
- Olvera Lujano, L. (2024). Determinantes socioeconomicos del crimen violetoen México: un análisis regional, 2008-2020. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000863017/3/0863017.pdf>
- Onifade, O. (2020). Associations between Greenspace and street Crimes in Toronto: Evidence from a spatial analysis study at dissemination area level. <https://www.semanticscholar.org/paper/Associations-between-Greenspace-and-street-Crimes-a-Onifade/26b78d71df79b86de26c6b71e0ed2bde22acf207>
- Peña González, R. (agosto de 2024). Analysis of the violent crime trend in the Metropolitan Area of the Valley of Mexico. *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 39, núm. 39(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24201/edu.v39i2.2215>
- Salazar C., L., & Álvarez Lobato, J. (2019). Violencia y desplazamientos forzados en México. *Cuicuilco. Revista de ciencias antropológicas*, 25(73).
- Sanciangco, J. C., Breetzke, G. D., Lin, Z., Wang, Y., Clevenger, K. A., & Pearson, A. L. (2021). The relationship between city “greenness” and homicide in the US: Evidence over a 30-year period. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Relationship-Between-City-%E2%80%9CGreenness%E2%80%9D-and-in-a-Sanciangco-Breetzke/0f21eeb38597b4a9aa55f05ff335e07e63dad0b6>
- Sánchez, K. (31 de 10 de 2024). Infobae. <https://www.infobae.com/mexico/2024/11/01/porque-xochimilco-es-la-alcaldia-mas-insegura-de-la-cdmx/>
- Schertz, K. E., Saxon, J., Cardenas-Iniguez, C., Bettencourt, L. M. A., Ding, Y., Hoffmann, H., & Berman, M. G. (2021). Neighborhood street activity and greenspace usage uniquely contribute to predicting crime. *npj Urban Sustainability*, 1(1). <https://doi.org/10.1038/s42949-020-00005-7>

- Schusler, T., Weiss, L., Treering, D., & Balderama, E. (2018). Research note: Examining the association between tree canopy, parks and crime in Chicago. *Landscape and Urban Planning*, 170, 309–313. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.07.012>
- Secretaría del Medio Ambiente. (14 de febrero de 2023). Portal de datos abiertos. [https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/cdmx\\_areas\\_verdes\\_2017](https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/cdmx_areas_verdes_2017)
- Shepley, M., Sachs, N., Sadatsafavi, H., Fournier, C., & Peditto, K. (2019). The impact of green space on violent crime in urban environments: An evidence synthesis. *En International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 16, Número 24). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph16245119>
- Shepley, M. M., Ames, R. L., Leitão, R. M., & Coleman, G. (2023). Community-based participatory research on the impact of greenspace on violent crime. *Environmental Research: Health*, 1(2), 022001. <https://doi.org/10.1088/2752-5309/aca2d2>
- South, E. C., Hohl, B. C., Kondo, M. C., MacDonald, J. M., & Branas, C. C. (2018). Effect of Greening Vacant Land on Mental Health of Community-Dwelling Adults: A Cluster Randomized Trial. *JAMA network open*, 1(3), e180298. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.0298>
- Sukartini, N. M., Auwalin, I., & Rumayya, R. (2021). The impact of urban green spaces on the probability of urban crime in Indonesia. *Development Studies Research*, 8(1), 161–169. <https://doi.org/10.1080/21665095.2021.1950019>
- Sypion-Dutkowska, N., & Leitner, M. (2017). Land use influencing the spatial distribution of urban crime: A case study of Szczecin, Poland. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/ijgi6030074>
- Touriño Guerra, L. (26 de julio de 2024). eosa. eosa: <https://www.eosa.com/renaturalizacion-urbana-estrategia-ciudades-sostenibles-habitables/#:~:text=Este%20concepto%20abarca%20la%20restauraci%C3%B3n,de%20forma%20natural%20las%20viviendas.>
- Trejo, K., Carrillo-Brenes, F., Vilches-Blázquez, L. M., & Salat, R. (2024). Examining Homicides, Victims, Socioeconomic Context, and Weather Conditions in Mexico Through Spatio-Temporal Dimensions. *Crime and Delinquency*. <https://doi.org/10.1177/00111287241243305>
- UNODC. (2023). Estudio Mundial Sobre EL HOMICIDIO. UNODC. [https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/gsh/2023/Global\\_study\\_on\\_homicide\\_2023\\_web.pdf](https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/gsh/2023/Global_study_on_homicide_2023_web.pdf)
- Valle, J. D. (abril de 2 de 2025). elcri.men. elcri.men: <https://elcri.men/tendencias/>

- Vargas, A., & Mendoza, Y. (10 de enero de 2025). México Evalúa. Violencia intencional y asedio del crimen organizado: un balance de 2024: <https://www.mexicoevalua.org/violencia-intencional-y-asedio-del-crimen-organizado-un-balance-de-2024/>
- Venter, Z. S., Shackleton, C., Faull, A., Lancaster, L., Breetzke, G., & Edelstein, I. (2022). Is green space associated with reduced crime? A national-scale study from the Global South. *Science of the Total Environment*, 825. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154005>
- Vidal-Domper, N., Herrero-Olarte, S., Hoyos-Bucheli, G., & Benages-Albert, M. (2024). Do Jane Jacobs's conditions fostering the presence of people influence crimes in public space? An econometric analysis in la Mariscal neighborhood in Quito. *Cities*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104863>
- Wang, H., Huang, Z., Yin, G., Bao, Y., Zhou, X., & Gao, Y. (2022). GWRBoost: A geographically weighted gradient boosting method for explainable quantification of spatially-varying relationships. Preking University. <http://arxiv.org/abs/2212.05814>
- Wang, R., Cleland, C. L., Weir, R., McManus, S., Martire, A., Grekousis, G., Bryan, D., & Hunter, R. F. (2024). Rethinking the association between green space and crime using spatial quantile regression modelling: Do vegetation type, crime type, and crime rates matter? *Urban Forestry and Urban Greening*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128523>
- White, M. P., Elliott, L. R., Grellier, J., Economou, T., Bell, S., Bratman, G. N., Cirach, M., Gascon, M., Lima, M. L., Löhmus, M., Nieuwenhuijsen, M., Ojala, A., Roiko, A., Schultz, P. W., van den Bosch, M., & Fleming, L. E. (2021). Associations between green/blue spaces and mental health across 18 countries. *Scientific reports*, 11(1), 8903. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87675-0>
- Wo, J. C., & Rogers, E. M. (2024). Urban greenspace and neighborhood crime. *Criminology*, 62(2), 236–275. <https://doi.org/10.1111/1745-9125.12365>
- World Health Organization. (2021). Green and New Evidence and Perspectives for Action Blue Spaces and Mental Health. World Health Organization Regional Officer for Europe. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/342931/9789289055666-eng.pdf>