

Análisis geoespacial sobre la distribución de los vacíos urbanos localizados en Nuevo Laredo, Tamaulipas

Geospatial analysis of the distribution of empty spaces located in Nuevo Laredo, Tamaulipas

Claudio Curzio¹

<http://orcid.org/0000-0001-8696-617X>

Hector de la Torre²

<http://orcid.org/0000-0002-8343-989X>

Primera versión recibida en: 11 diciembre, 2020

Última versión recibida en: 05 marzo, 2021

Resumen

Reflexionar en torno a los vacíos urbanos significa voltear la mirada hacia aquellos predios que se encuentran distribuidos en distintos puntos geográficos de las ciudades y se caracterizan porque aún están a la espera de ser construidos, por consiguiente, se encuentran huecos, baldíos, vacíos en el sentido de no aportar alguna función. En ese sentido, el objetivo del presente artículo radica en presentar una propuesta metodológica especialmente diseñada para estudiar este tipo de elementos urbanos desde el particular punto de vista de la geografía urbana y el análisis espacial. Concretamente, mediante una serie de levantamientos, tanto digitales como físicos, se registraron los diversos vacíos urbanos localizados en la ciudad de Nuevo Laredo, con lo cual se conformó una base de datos que incluyó un total de 3836 casos de estudio. De esta forma, empleando diversas técnicas de estadística y modelos espaciales, fue posible obtener e interpretar los resultados. Se logró identificar con exactitud

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes. Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, especializado en temas de geografía urbana y análisis espacial.

² Centro de investigación en Matemáticas. Doctor en Ciencias por la Universidad de Birmingham (UK). Sus líneas de investigación son modelado de puntos espaciales, modelado geoestadístico, series de tiempo y modelos no lineales.

cuáles fueron los principales patrones y características de dicha distribución geográfica. El presente artículo, además de contribuir al entendimiento más profundo sobre el significado teórico y práctico de los vacíos urbanos, también constituye un referente para que este tipo de modelos espaciales puedan ser empleados como fuentes de información que logren vincularse con distintas variables sociales. Así se podrán generar nuevas líneas de investigación derivadas de este mismo objeto de estudio o inclusive dichos modelos también pueden ser de gran utilidad para la formulación de políticas públicas dirigidas a atender este tipo de temática urbana.

Palabras clave: vacíos urbanos, lotes baldíos, análisis geoespacial, geografía urbana, frontera en Nuevo Laredo.

Abstract

Reflect about urban empty spaces means looking around all these lots that are distributed in different geographical points of the cities and are characterized because they are still waiting to be built, therefore, they are vacant, and also these spaces are empty in the sense of not provide any function. In this sense, the objective of this article is to present a methodological proposal specially designed to study this type of urban elements from the particular point of view of urban geography and spatial analysis. Specifically, through a series of surveys, both digital and physical, the various urban voids located in the city of Nuevo Laredo were recorded, thereby creating a database that included a total of 3,836 case studies. In this way, using different types of statistical techniques and spatial models, it was possible to obtain and interpret the results, managing to identify exactly what were the main patterns and characteristics of said geographic distribution. This article, in addition to contributing to a deeper understanding of the theoretical and practical meaning of urban voids, also constitutes a reference so that this type of spatial models can be used as sources of information that can be linked to different social variables, generating new lines of research derived from this same object of study; or even, these models can also be very useful for the formulation of public policies aimed at addressing this type of urban issue.

Keywords: empty spaces, urban vacant lots, geo-spatial analysis, urban geography, border in Nuevo Laredo.

Introducción

Normalmente a lo largo de la historia los modelos urbanos han sido planteados tomando como punto de partida el espacio urbano que se encuentra constituido, aquel que es funcional, aquel que está edificado, aquel que es perceptible cotidianamente por la mirada de los habitantes. En contraparte, esto también significa que comúnmente se han dejado en un segundo plano los estudios que están fundamentados en lo opuesto, es decir, en aquel espacio urbano no construido.

De esta forma, hablar sobre los vacíos urbanos inmediatamente nos lleva a pensar sobre aquel espacio urbano no construido, puede comprenderse como una forma de anti-espacio (Trancik, 1986) que se identifica con aquellos huecos que gradualmente han ido quedando dentro del proceso de expansión que cotidianamente va aconteciendo en la

mayor parte de las ciudades. Se trata de aquellos predios que se encuentran inmersos en las estructuras urbanas, pero que aún están a la espera de ser construidos y por consiguiente se encuentran huecos, baldíos, vacíos en el sentido de no aportar alguna función. Para mayor referencia se sugiere ver la Figura 1.

Figura 1. Ejemplo de vacío urbano localizado en la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas (caso A-NL-0053)



Fuente: Elaboración propia.

Los vacíos urbanos pueden presentarse con distintas formas y magnitudes dependiendo de múltiples factores, por ejemplo, uno de esos factores está vinculado con el ámbito económico en términos del poder adquisitivo que se requiere invertir para desarrollar un lote baldío, ya que, en menor o mayor medida la construcción es sin duda una actividad que demanda capital humano y económico. Otro factor comúnmente presente está relacionado con las políticas públicas que se han implementado para normar el crecimiento y el ordenamiento territorial de una ciudad, de este modo la balanza entre el espacio construido y el no construido se va inclinando en función de decisiones políticas (las cuales muchas veces pueden estar impulsadas por intereses de desarrolladores inmobiliarios privados), que terminan por incidir directamente en la morfología urbana. A nivel social, esto juega un papel trascendental debido a que normalmente la fuerza de trabajo siempre buscará establecerse en áreas que resulten geográficamente estratégicas (Parr, 2007), en otras palabras, los habitantes pretenden habitar zonas donde se localicen mayores oportunidades laborales y que al mismo tiempo ofrezcan una variedad de comercios y servicios. Consecuentemente, este tipo de sectores han ido poco a poco cerrando sus

estructuras urbanas, desarrollando, consolidando y volviéndose extremadamente compactos, es decir, no dejan ningún tipo de huecos. Sin embargo, resulta común observar que el desarrollo de las ciudades contemporáneas no se dirige exclusivamente hacia las periferias, sino que también ocurre aleatoriamente en diversos sectores, lo cual, en términos geoespaciales, puede verse reflejado en una distensión de sus estructuras urbanas, así como en una fragmentación que comúnmente está caracterizada por la presencia de múltiples vacíos urbanos.

En ese sentido, las ciudades fronterizas del norte de México normalmente se presentan como grandes escenarios donde resulta común observar un alto índice de este tipo de terrenos libres de edificar. Lo anterior puede encontrar respuesta mediante diversas hipótesis, en primer término, este tipo de ciudades fronterizas son una serie de territorios compartidos que se caracterizan por la presencia de un intercambio constante de personas, mercancías e ideas (Ceniceros y Ettinger, 2020), lo cual sin duda representa un factor importante de considerar porque pueden existir lotes baldíos, cuyo propietario (o el heredero de dicho predio) decidió migrar hacia Estados Unidos en busca de nuevas oportunidades laborales pero nunca más regresó a su ciudad de origen, esto implica que dicho predio pudiese quedar abandonado, dando pie en ocasiones a invasiones y asentamientos irregulares (Alegría y Ordóñez, 2005) o incluso pueden llegar a ser usados temporalmente por aquellos migrantes, deportados, desplazados y solicitantes de asilo varados o en espera de fallos judiciales (Estévez, 2018).

Hablando de forma particular sobre Nuevo Laredo, desde principios del siglo XX (con la implementación de vías de ferrocarril) esta ciudad era vista como un lugar de paso para intercambios comerciales que se suscitaban principalmente entre Texas y distintas ciudades de México. Sin embargo, el crecimiento de Nuevo Laredo se vio notablemente acelerado a finales del siglo XX, debido en gran medida al TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte) firmado entre México, Estados Unidos y Canadá en el año de 1993. Este tratado marcó una etapa importante de consolidación de la integración de la economía mexicana en el mercado norteamericano y de su inserción en el proceso de globalización, creando ventajas decisivas en finanzas, comercio, tecnología y manufactura (Coubés, 2003: 8). De esta forma, actualmente Nuevo Laredo se presenta como un claro ejemplo de conglomerado urbano que se encuentra experimentando un proceso de desarrollo, esto queda de manifiesto en la expansión que gradualmente han tenido sus estructuras urbanas y también en el crecimiento demográfico que ha presentado esta ciudad. Prácticamente la cantidad de habitantes en Nuevo Laredo se ha visto duplicada en un lapso de 30 años, pasando de 219 468 habitantes (Inegi) en el año de 1990, a una población estimada de 421 295 habitantes en el año 2020 (Conapo).

Sin embargo, este desarrollo se ha venido dando de una forma un tanto desproporcional, pues se percibe un crecimiento urbano desequilibrado, concretamente la expansión de Nuevo Laredo ha ido dejando gradualmente múltiples vacíos urbanos en diferentes sectores geográficos de dicha ciudad. Para dimensionar este fenómeno, es digno de resaltar que en el presente trabajo de investigación fueron registrados un total de 3836 casos (los cuales fueron identificados considerando únicamente el núcleo urbano de dicha ciudad, es decir, no se incluyeron las áreas periféricas que no estuvieran consolidadas e integradas, debido a que esto hubiera representado un sesgo en la información recabada).

De esta manera, el presente artículo tiene como objetivo hacer un análisis integral a nivel geo-espacial que, mediante la aplicación de diversos modelos y técnicas, se expone una metodología que resulta innovadora en el sentido de permitir conocer los patrones existentes en la distribución geoespacial de los vacíos urbanos identificados en un área de estudio establecida en la ciudad de Nuevo Laredo y al mismo tiempo profundizar el análisis para determinar cuál es el papel que juega la frontera como una barrera física que puede llegar a condicionar la distribución geográfica del espacio urbano no construido. De tal forma que este trabajo de investigación pretende contribuir al conocimiento sobre los vacíos urbanos (sobre su comportamiento y sus características particulares) con lo cual, en el plano social, también se logrará constituir una fuente de información que sirva de base para la formulación de políticas públicas dirigidas a incorporar esta problemática urbana dentro de los futuros planes de desarrollo que se pretendan implementar.

Posturas teóricas sobre vacíos urbanos

Es prudente empezar la reflexión teórica mencionando que para fines del presente artículo los vacíos urbanos son comprendidos como aquellos predios (ya sea privados o públicos) que están libres de edificar, se pueden encontrar localizados en distintos puntos de una ciudad, y comúnmente son resultado del proceso de crecimiento que van experimentando las ciudades. Sin embargo, cabe aclarar que también existen otros casos en los cuales este tipo de lotes baldíos pueden presentarse de manera premeditada debido a la especulación inmobiliaria de los capitales privados.

Uno de los primeros autores que empezaron a reflexionar sobre el tema fue Northam (1971), quien presentó una clasificación bastante completa del objeto de estudio que aún sigue siendo vigente debido al nivel de detalle que logró brindar. Concretamente dicho autor identifica cinco tipos distintos de vacíos urbanos: (1) parcelas remanentes que son típicamente de tamaño pequeño, a menudo de forma irregular, y que no se han desarrollado en el pasado; (2) parcelas con limitaciones físicas, como pendientes pronunciadas o peligro de inundación, y por lo tanto no edificables; (3) áreas privadas de reserva corporativa normalmente mantenidas para futuras expansiones o reubicaciones; (4) parcelas para especulación, frecuentemente encontradas en áreas de transición; y (5) parcelas de reserva gubernamental reservadas por entidades públicas o cuasi públicas para el desarrollo futuro, dada la necesidad y el financiamiento” (p. 345). También podrían citarse las aportaciones realizadas por De Solá-Morales (1995), quien expone la presencia de una serie de lugares urbanos ajenos a la ciudad, principalmente localizados en las periferias, a los que denomina bajo el renombrado término de *terrain vague*. Otro de los grandes exponentes del tema es Clément (2007), ya que se refiere a aquellos vacíos localizados en los sectores urbanos mencionando que “corresponden a terceros a la espera de ser asignados, o bien a la espera de la ejecución de unos proyectos que dependen de provisiones presupuestarias o de decisiones políticas” (p. 3).

Asimismo, el objeto de estudio también está caracterizado por el hecho de que se trata de cierto tipo de espacio que frecuentemente resulta imperceptible para la mirada cotidiana de los habitantes. Esta clase de zonas “a menudo se ven como suspendidas en el limbo, resultan alejadas de cualquier planificación o consideración hasta el momento

en que un nuevo uso esté disponible” (Gunwoo, Miller y Nowak, 2018: 145). En términos generales, pocas veces se llega a reflexionar en torno a este tipo de vacíos, e inclusive en ocasiones se podría llegar a pensar que simplemente no pertenecen a nadie, al respecto Kociatkiewicz (1999) señala lo siguiente:

En medio de la realidad cotidiana hay un espacio vacío, no perteneciente a nadie en particular; es imperceptible para los habitantes y para los visitantes, yace fuera del ámbito de interés de las personas que no buscan activamente lo no convencional en los lugares comunes (p. 47).

De esta forma, el estudio de los vacíos urbanos se presenta como un tópico que ha resultado un tanto imperceptible también desde el punto de vista académico, ya que no existen demasiados estudios que brinden un análisis integral, lo cual implicaría por ejemplo reflexionar en torno a sus orígenes, sus características físicas, sus diversas consecuencias socioeconómicas y su distribución espacial. Comúnmente la literatura existente sobre los vacíos urbanos ha sido abordada desde enfoques teóricos muy singulares y específicos dependiendo de la variable que se pretenda vincular. Existen autores que se han enfocado en brindar sus propias definiciones y realizar diversos análisis fundamentados en reflexionar en torno a ciertas repercusiones concretas; por ejemplo, este tema se ha ligado a factores como la imagen de la ciudad, la delincuencia y la segregación socioespacial; pero son inusuales los estudios a nivel estadístico que estén enfocados a cuantificar la superficie que representa en conjunto este tipo de lotes baldíos. Algunos de los pocos estudios cuantitativos puede encontrarse en Gunwoo, Miller y Nowak (2018), así como en Pagano y Bowman (2000), sin embargo, en ambos casos el alcance de dicha investigación se limitó a presentar datos descriptivos y estadísticos; no se elaboraron modelos espaciales.

De tal modo que la mayor parte de las definiciones que han sido elaboradas en torno a este tema se han esbozado desde la óptica del paisaje urbano, por ejemplo, Ceniceros (2016) describe a los vacíos urbanos como aquellos “lugares invisibilizados, que permanecen en el área invisible de la percepción urbana, son también lugares a los que no se les adscribe sentido alguno, vacíos de sentido, espacios que no presentan una relación con el habitante ya que no existe interacción humana” (p. 44). Dicha definición resulta de particular interés debido a que, más allá de describir las características físicas del objeto de estudio, también lo dota de un sentido antrópico. Otra definición alternativa puede encontrarse en Berruete (2017), quien describe al objeto de estudio como “áreas sin un futuro inmediato, a las que el planeamiento no ha dado una viabilidad de uso, florecientes del continuo crecimiento y variación de la periferia” (p. 122). Dicho autor hace un énfasis muy particular en cuanto a que este tipo de fenómenos urbanos son exclusivos de la periferia, sin embargo, la realidad de la producción urbana contemporánea muestra que los vacíos urbanos pueden localizarse en cualquier punto de la ciudad, aunque cabe aclarar que existe una diferencia en el origen que tienen los vacíos de la periferia en comparación con aquellos que se ubican en el núcleo urbano.

Paralelamente también existen otras posturas teóricas que han abordado el objeto de estudio desde un punto de vista más detallado en cuanto a pretender clasificarlo y esta-

blecer ciertas tipologías específicas en función no solo de su localización geográfica, sino de su escala. En ese sentido, vale la pena mencionar a Peimbert (2016: 81) quien dentro del análisis de los vacíos urbanos sugiere una clasificación que incluye un tipo de predios denominados como rústicos, enfatizando el hecho de que “son superficies en las cuales se realizan actividades pecuarias y de agricultura, o alguna de estas dos”. Además, el mismo autor establece una tipología basada en las escalas de los vacíos urbanos, en específico estipula que una hectárea (ha) sería la métrica para clasificar aquellos predios que denomina como grandes baldíos.³ Con lo que respecta a aquellos predios denominados como rústicos, es cierto que ocasionalmente dentro del núcleo urbano consolidado de las ciudades puede existir la posibilidad de que se presenten algunos lotes libres de edificar debido a que se encuentran destinados a actividades pecuarias o agrícolas, sin embargo este tipo de casos no debiesen de ser incluidos dentro del umbral de los vacíos urbanos, pues son predios activamente productivos dentro de la cadena de servicios de una ciudad.⁴

Cabe aclarar que, según explica Doron (2006), este tipo de terrenos desocupados probablemente no siempre estuvieron así, quizás actualmente se presentan como baldíos, pero previamente tenían una ocupación sin embargo ocurrió un proceso de demolición y limpieza de sus estructuras; es decir, pudieron haber acontecido uno o varios ciclos de desarrollo en dicho predio, lo cual significa que ya se construyó en ellos, sin embargo, con el transcurrir de los años dicha obra dejó de existir (fue demolida), hubo una depuración del terreno y en consecuencia se generó la presencia de un lote baldío. Exponer y profundizar sobre los ciclos que experimentan las ciudades resulta de vital importancia no solo para entender las particularidades de los vacíos urbanos, sino para asimilar que las ciudades contemporáneas se encuentran en constante renovación. Muchas veces esta dinámica obedece principalmente a ámbitos económicos, políticos, sociales o incluso culturales. De esta manera la producción urbana también puede ser concebida como una tarea compleja “que se va modelando a través del tiempo, a partir de acciones y decisiones ejercidas en escalas y tiempos distintos, entonces, el espacio urbano se presenta como una serie de sumas y restas sucesivas, que refleja en sí mismo la propia historia de su producción” (Ley García y Fimbres Durazo, 2011: 210). En consecuencia, este dinamismo conlleva a que el factor el tiempo siempre sea una variable sumamente interesante de analizar cuando se pretende llevar a cabo cualquier tipo de análisis urbano.

Metodología

El diseño de la investigación fue de tipo transversal en cuanto a que se trató de un estudio realizado en un tiempo específico, particularmente la recopilación de información fue llevada a cabo entre los meses de enero y febrero del año 2020. Asimismo, el enfoque metodológico fue de tipo mixto (vinculando los enfoques cualitativo y cuantitativo) y tuvo por objetivo brindar una respuesta a la hipótesis planteada, concretamente se pretendió determinar si la distribución espacial de los vacíos urbanos está determinada por algunos

³ Dicha categorización pareciera resultar exagerada y fuera de proporción para pretender acotar lo que ocurre en la realidad de los núcleos urbanos, ya que en el caso particular del presente estudio únicamente el 1.82 % de los casos presentaron una superficie que coincide con dicho parámetro.

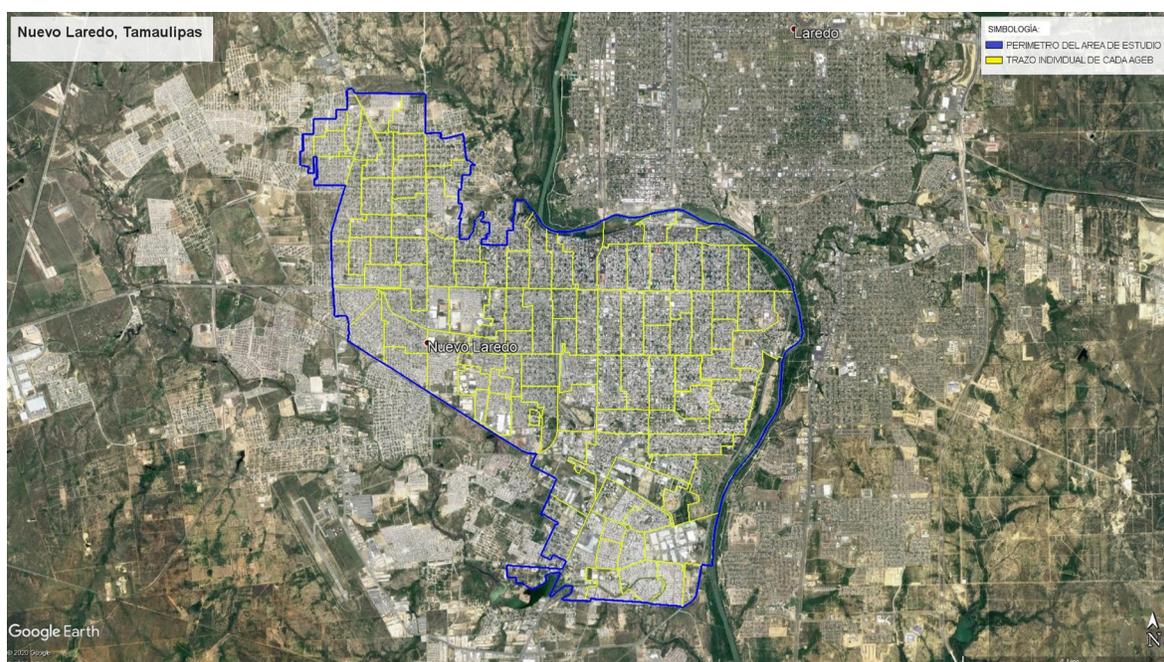
⁴ Algunos ejemplos de predios rústicos en el interior de una ciudad son viveros, ranchos, granjas, etcétera.

factores específicos como la distancia a la frontera o la existencia de otros casos de diferente o similar tamaño.

La primera etapa de la investigación tuvo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y estuvo caracterizada por exponer el estado del conocimiento que goza el objeto de estudio actualmente, lo cual implicó analizar las diversas teorías existentes, así como describir las principales características físicas de los vacíos urbanos.

La segunda etapa de la investigación poseyó principalmente un enfoque cuantitativo que se ve reflejado en la exposición e interpretación de los resultados. En ese sentido, para fines del presente trabajo de investigación, se determinó estudiar la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas. Posteriormente, se seleccionó el área de estudio basándose en las AGEB (Áreas Geoestadísticas Básicas), que fueron obtenidas del Inegi (2015), y se agruparon las principales zonas urbanas.⁵ De esa manera fue como se conformó un gran polígono que constituyó el área de estudio, el cual estuvo compuesto por 110 AGEB. Para mayor referencia ver Figura 2.

Figura 2. Fotografía aérea que muestra la integración de 110 AGEB que conforman el área geográfica de estudio en la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas



Fuente: Elaboración propia con base en la información del Inegi (2015).

De este modo, mediante la interpretación de ortofotos aéreas, se realizó un primer levantamiento digital, localizando casos específicos y trazando polígonos individuales de los vacíos urbanos que fueron identificados dentro del área de estudio. Se realizaron levantamientos físicos en campo para cotejar la información que previamente se había ob-

⁵ Al momento de seleccionar las AGEB preponderó el hecho de que fueran áreas plenamente consolidadas dentro de las estructuras urbanas de dicha ciudad.

tenido de forma digital. También se fotografiaron los casos más representativos. De esta forma, se usó un programa computacional especializado en sistemas de información geográfica (QGIS), esto con el objetivo de generar una base de datos de los casos de estudio.

Después la información obtenida fue tratada bajo el enfoque de *análisis de patrones de puntos espaciales* (por siglas en inglés, SPPA) esto con el fin de encontrar posibles patrones anormales y relaciones potencialmente causales, de esta manera los puntos espaciales fueron representados por los centroides de los vacíos urbanos. Dicho SPPA se realizó mediante el software estadístico R; en específico, se utilizaron las paqueterías *spatstat* y *rgdal*. Dichas paqueterías están enfocadas en el manejo de información geoespacial y en el análisis de patrones de puntos espaciales. En ese sentido, de forma particular se aplicaron diversas técnicas de análisis geoespacial, las cuales estuvieron enfocadas a seguir las siguientes cinco líneas de investigación:

1. *Análisis por escala*: en primer término, de una manera descriptiva fueron expuestos los resultados específicos sobre las diversas escalas que presentaron los casos de estudio. Se crearon tres categorías de análisis: casos de escala reducida (con una superficie inferior a 200 m²), casos de escala mediana o intermedia (con una superficie entre 200 y 500 m²) y finalmente aquellos casos de gran escala (con una superficie superior a 500 m²). La información también se presentó de manera gráfica mediante un mapa que transformó los casos de estudios en puntos en el espacio (considerando el centroide de cada uno) para clasificarlos mediante colores, dependiendo de la escala que presentaron. Del mismo modo, también se generó un histograma que surge como resultado de analizar las superficies individuales de cada caso de estudio, así se crearon grupos (expresados por diagramas de barras) dependiendo de la escala que mostraron. Cabe señalar que el tamaño de cada predio fue expresado en una escala logarítmica, esto con la intención de evitar una sobre dispersión de los datos originados por los casos de estudio que resultaron anormalmente extensos.

Simultáneamente se realizó un estudio para conocer la relación entre el tamaño de los vacíos urbanos y su posición geográfica en la ciudad, en específico un análisis conocido como *momentos condicionales inversos* (también llamado como *reverse conditional moments*).⁶ En dicho análisis $E(r)$ y $V(r)$ representan el tamaño promedio esperado y la variación en el tamaño de los vacíos urbanos vecinos a una distancia r , respectivamente. De acuerdo a lo propuesto por Schlather, Riberio y Diggle (2004), $E(r)$ y $V(r)$ se obtienen de la siguiente manera:

$$E(r) = E [m(u) | u, v \in X]$$

$$V(r) = E [(m(u) - E(r))^2 | u, v \in X]$$

⁶ Tiene por objetivo estimar la esperanza condicionada, ($E(r)$), y varianza condicionada, ($V(r)$), de segundo momento de una marca (área del predio vacío) de un punto aleatorio a otro punto aleatorio, dado que este último está a una distancia r , y comparar dichas estimaciones contra los valores reales estimados con los datos bajo estudio.

Donde u y v representan dos ubicaciones con dentro del áreas de estudio X , $m(u)$ la marca (área del predio vacío) del vacío urbano localizado en u . Bajo la hipótesis nula, H_0 , los valores de deben ser constantes, y usualmente son estimados mediante métodos no paramétricos de suavizamiento (*smoothing*) (Baddeley, Rubak y Turner, 2016: 645).

2. *Análisis de densidad o intensidad*: con el fin de conocer la distribución espacial de la proporción del espacio urbano ocupado por los vacíos urbanos, se elaboró un análisis gráfico de densidad ponderada por marcas mediante la suavización por kernel. Dicho método no paramétrico fue propuesto por Diggle (1985) y consiste en la construcción de interpolaciones espaciales a partir de métodos de suavización y estimaciones de densidades locales. Estos análisis poseen la singularidad de que “adoptan un enfoque no paramétrico para la formulación de funciones de densidad; con ello no se imponen asunciones tan rígidas a los datos como sucede en el planteamiento paramétrico” (Moreno Jiménez, 1991, p. 156). De esta manera, en este tipo de análisis se pretende que mediante una interpolación (expresada en un mapa) puedan ser fácilmente reconocibles aquellas áreas específicas donde destaca una mayor concentración de casos de estudio (dichas áreas también son conocidas como *hot spot*) y así obtener un mapa de densidad de puntos (o *2D density plots smoothed by kernel*).
3. *Análisis por correlación de marcas*: este análisis se enfoca en medir en una escala *normalizada* el nivel de relación existente entre las marcas de los puntos espaciales (en este caso, las marcas corresponden al área en metros cuadrados de cada vacío urbano). De tal modo que este análisis por correlación de marcas resulta de particular relevancia debido a que logra determinar si dentro de la diversidad de casos de estudios puede llegar a generarse algún tipo de atracción entre elementos de la misma escala, es decir, podría darse el caso, por ejemplo, de que un vacío urbano pequeño atraiga a otro que presente esa misma escala. De manera específica, de acuerdo con Baddeley, Rubak y Turner (2016: 645), la correlación entre dos marcas (M y M') en un radio (r), se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$k_f(r) = \frac{E [f(m(u), m(v)) | u, v \in X]}{E [f(M, M')]}$$

Donde son marcas aleatorias, independientes entre sí e idénticamente distribuidas probabilísticamente hablando, representa el valor esperado de la función de marcas dado un par de sitio u y v (Baddeley, Rubak y Turner, 2016: 645).

4. *Análisis enfocado a la distribución espacial*: para realizar este estudio se utilizó la función *K de Ripley* ponderada por marcas (áreas), con lo cual se logró determinar si los puntos representados por los centroides de los vacíos urbanos exhiben algún tipo de patrón no aleatorio en el área estudiada. Esto es, dicha función *K de Ripley* estudia la distribución de los puntos a distancias (radios) determinadas, considerando que los puntos pueden exhibir tres tipos de patrones espaciales: distribución regular (artificialmente separados entre ellos a una distancia constante), aglomera-

ción específica (también llamado *clustering*) o una dispersión totalmente aleatoria e independiente. La versión más simple de la función *K de Ripley* fue inicialmente propuesta por Ripley (1981), luego, la versión ponderada por marcas fue propuesta por Penttinen, Stoyan y Henttonen (1992). Concretamente, la función ponderada por marcas de la función *K de Ripley*, $K_f(r)$, se calcula de la siguiente manera:

$$K_f(r) = \frac{1}{\lambda E[f(M, M')]} E \left[\sum_{x_j \in X} f(m(u), m(x_j)) 1\{0 < ||u - x_j|| \leq r\} \mid u \in X \right]$$

Donde $m(u)$ y $m(x_j)$ denotan los valores de la marca de los puntos u y x_j , M y M' , son marcas aleatorias, independientes e idénticamente distribuidas probabilísticamente hablando. λ corresponde a la densidad promedio de puntos por metro cuadrado, sin ponderar por tamaño del vacío urbano. La contribución de cada par de puntos es ponderada por la función $f(m, m')$, correspondientes al tamaño de cada vacío urbano. (Baddeley, Rubak y Turner, 2016: 646).

5. *Análisis de intensidad relativa como función de la distancia a la frontera*: con el fin de determinar si la distancia del vacío urbano a la línea fronteriza influye en la cantidad de predios vacíos (densidad/intensidad), se propone la utilización de una técnica de *distribución relativa*. En dicha técnica se busca estimar la influencia que tiene una variable con distribución espacial, $Z(u)$, sobre, $\lambda_{(u)}$, la intensidad de espacios urbanos en la ciudad de Nuevo Laredo. Así, se pretende determinar si la densidad de vacíos urbanos en un punto u , $\lambda(u)$, es condicionada en cierta medida por una variable espacial, $Z(u)$, esto es:

$$\lambda_{(u)} = \rho(Z(u))$$

Donde ρ es la función que se desea investigar la cual indica cómo la intensidad de puntos depende del valor de la covariable, que en este caso corresponde a la distancia más corta del punto u a la línea fronteriza entre EUA y México. Para mayores detalles sobre la estimación de ρ y la elección del mejor suavizador, consultar Baddeley, Chang, Song y Turner (2012); Guan (2008) y Baddeley, Rubak y Turner (2016).

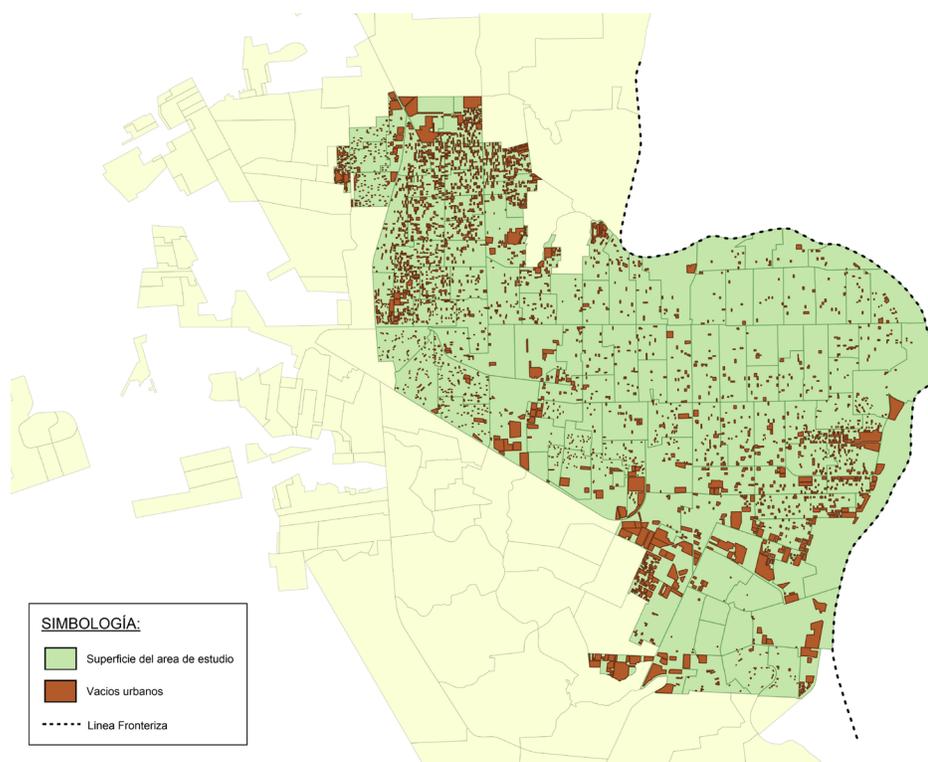
Presentación de resultados

Datos descriptivos

El área de estudio que se conformó en la ciudad de Nuevo Laredo estuvo compuesta por la sumatoria de 110 AGEB, lo cual en términos territoriales representa una superficie equivalente a 4597.87 ha. En el interior de dicho polígono fueron localizados y registrados un total de 3836 vacíos urbanos, esto es un índice de incidencia equivalente

a 1 caso de estudio por cada 1.20 ha. También fue posible determinar la suma de las superficies individuales de todos los vacíos urbanos, resultando en un total de 453.25 ha, equivalente al 9.86% del área de estudio analizada (Figura 3).

Figura 3. Modelo espacial que muestra la localización de los 3,836 vacíos urbanos detectados en el área de estudio de la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas



Fuente: Elaboración propia empleando el programa de computo QGIS 3.4.5.

Cabe señalar que destaca la AGEB identificada con la clave 2802700011468 debido a que fue el área de estudio donde se detectó la mayor cantidad de vacíos urbanos (147 casos), el 23.26% del total de la superficie de dicha AGEB.

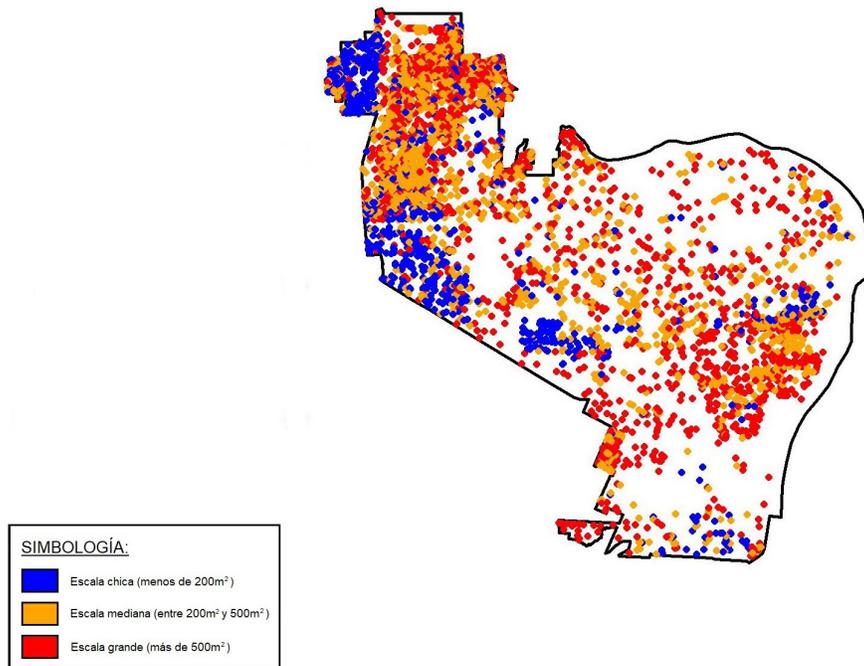
Análisis por escala

Al momento de analizar las superficies individuales a detalle, fue posible identificar que el caso de estudio más reducido contó con un área de 81.14 m² (caso: A-NL-0834) mientras que el caso con mayor tamaño contó con una superficie de 77 898.01 m² (caso: A-NL-1700). Por otra parte, tomando base la suma del total de superficie entre los casos registrados y se determinó que el tamaño promedio del vacío urbano fue de 1181.57 m².

Asimismo fue posible identificar que 837 casos (el 21.82%) correspondieron a una escala pequeña, ya que contaban con una superficie inferior a 200 m², mientras que 1569 casos (el 40.90%) fueron considerados dentro del parámetro de escala intermedia, ya que

contaban con un área entre 200 m² y 500 m², y finalmente 1430 casos (el 37.28%) fueron de gran escala, ya que contaban con una superficie superior a los 500 m² (Figura 4).

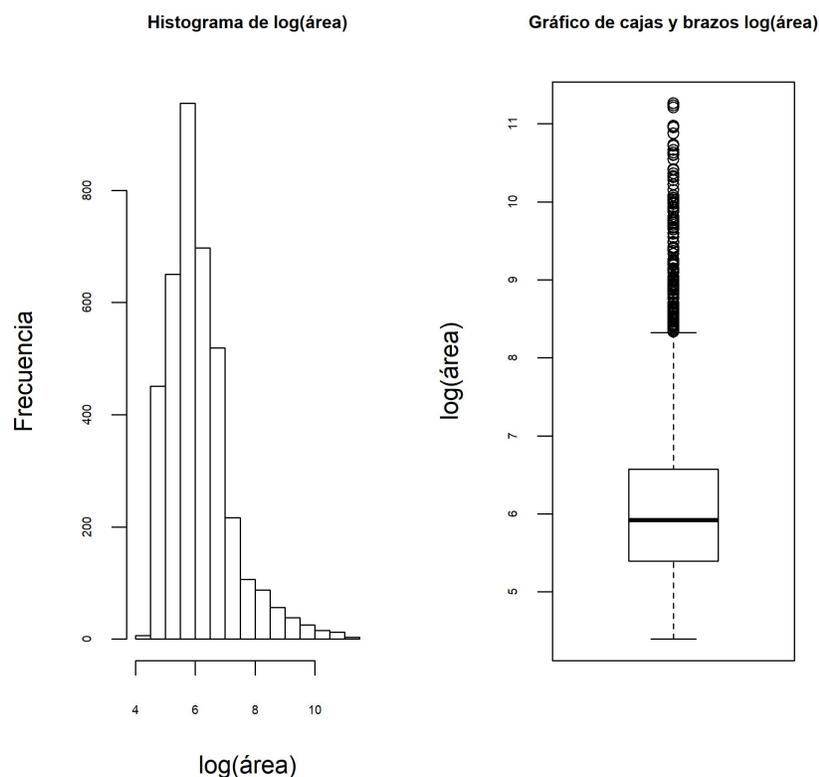
Figura 4. Modelo espacial que muestra la distribución de los vacíos urbanos dados por escala



Fuente: Elaboración propia empleando el programa de computo *QGIS 3.4.5*

Paralelamente, con el fin de conocer la distribución probabilística del tamaño de los vacíos urbanos, se elaboró un histograma y un gráfico de Cajas y Bigotes (véase Gráfica 1), ambos con los datos escalados mediante la función logarítmica. Dicha función fue utilizada dada la dispersión mostrada en predios de gran escala respecto a los de escala reducida. Se puede observar en el histograma de la Gráfica 1 que el tamaño de los vacíos urbanos en Nuevo Laredo sigue una distribución con cola derecha pesada, esto significa que la mayoría de los predios se concentran en los tamaños medianos y pequeños, mientras se observan pocos vacíos urbanos de gran escala. También el diagrama de Cajas y Brazos muestra que la mediana se encuentra cercana a un valor de 6 (equivalente a 400 m² aproximadamente).

Gráfica 1. Clasificación de los vacíos urbanos en grupos dependiendo de su escala⁷

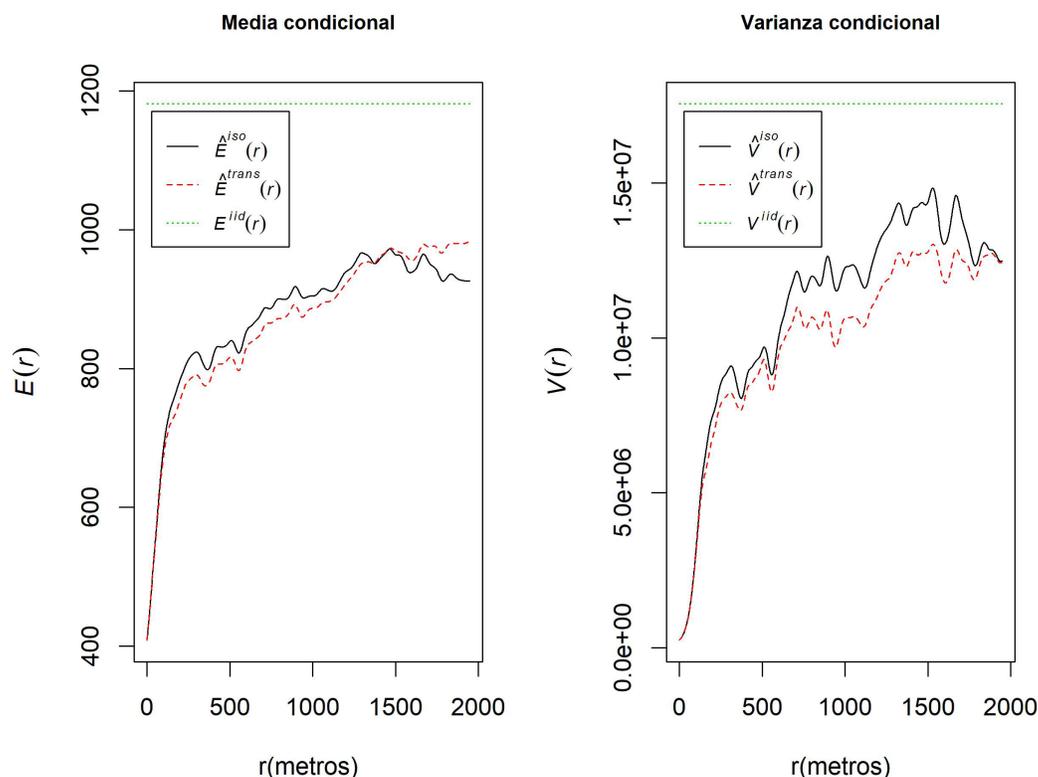


Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, también se muestran los resultados obtenidos al calcular los momentos condicionales inversos $E(r)$ y $V(r)$. En la Gráfica 2 se observan tres tipos de líneas; las punteadas de color verde corresponden a los valores teóricos si los tamaños de vacíos urbanos se distribuyeran de manera uniforme en la ciudad de Nuevo Laredo, mientras que la punteada de color rojo y la línea continua de color negro corresponden a los valores observados de $E(r)$ y $V(r)$ utilizando las correcciones por bordes de tipo Traslación (*Translate*) e Isotrópica. Se sugiere ver Schlather, Riberio y Diggle (2004) para ver más detalles sobre la estimación y correcciones.

⁷ El tamaño de cada predio fue transformado una escala logarítmica, lo cual tuvo la intención de evitar una sobre dispersión de los datos originado por los casos de estudio que resultaron anormalmente extensos.

Gráfica 2. Momentos condicionales inversos, esperanza condicionada ($E(r)$) y varianza condicionada ($V(r)$)



Fuente: Elaboración propia.

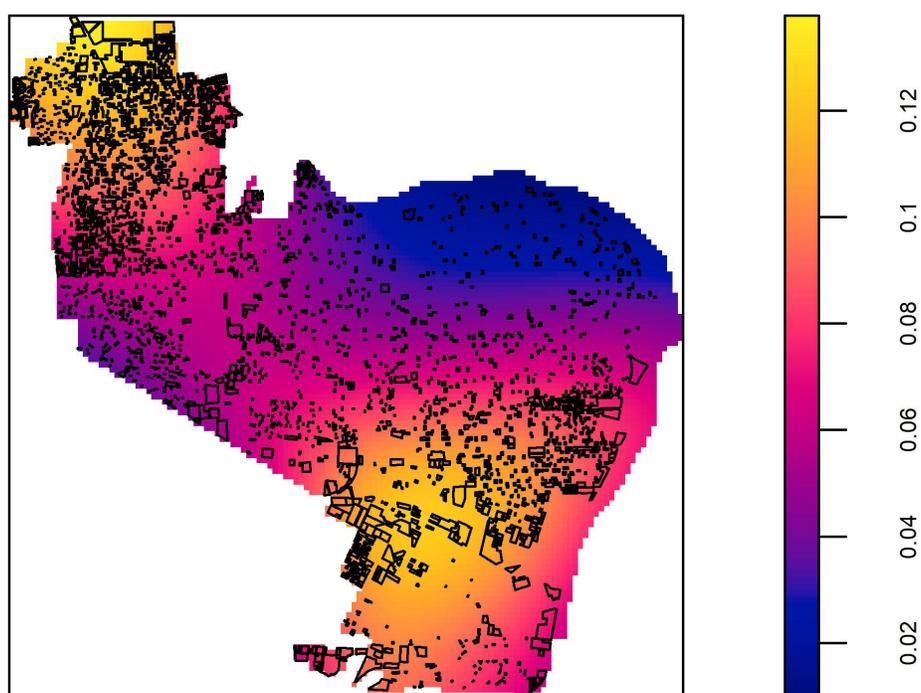
De mismo modo, analizando la Gráfica 2 es posible observar que el valor de $V(r)$, independientemente de la corrección aplicada, muestra una tendencia a incrementar conforme se aumenta el radio (distancia) de análisis, es decir, a distancias cortas de análisis la variación es pequeña; esto significa que los vacíos urbanos (indistintamente de su escala) se suelen agrupar con otros casos de estudio de tamaños similares. Con lo que respecta a la gráfica de $E(r)$, la línea verde corresponde al valor teórico (iid) $E(r) = 1181.57 \text{ m}^2$, es decir, el tamaño promedio de los vacíos urbanos. Del mismo modo, en dicha gráfica también se observa una tendencia al alza, el valor esperado del tamaño del vacío urbano aumenta conforme se amplía el radio de análisis, esto es, los vacíos urbanos pequeños se encuentran a distancias cortas entre ellos y conforme se amplía la distancia de análisis los predios son de mayor tamaño. Lo anterior indica que los predios de tamaños similares se agrupan artificialmente en la ciudad de Nuevo Laredo.

Análisis por densidad o intensidad

Con el fin de identificar visualmente la distribución espacial de la densidad de los vacíos urbanos en la ciudad de Nuevo Laredo, se utilizó la función de suavización por Kernel presentada anteriormente. El fin de estimar dichas densidades es identificar posibles pa-

trones o aglomeraciones de dichos espacios urbanos y representarlos en un modelo espacial. En la Figura 5 se señalan dos áreas con una mayor concentración de casos de estudio (*hot spots*). Por una parte, el sector norponiente es una zona de Nuevo Laredo donde sin duda predomina la vivienda, aunque también existen algunos comercios, localizados principalmente sobre la avenida Revolución (vía principal que comunica a este sector con el resto de la ciudad). En este sector destacan las siguientes colonias: Bellavista, Bertha del Arellano, La Sandia, Emiliano Zapata, Sistemas Merlín y Buenavista. Por otra parte, el modelo de densidad espacial también resalta la presencia de vacíos urbanos en el sector surponiente, el cual posee una tipología mixta, ya que está compuesto por vivienda, industria y comercio. Destaca la presencia de las siguientes colonias: Electricistas, México, Anáhuac Sur, Lagos y Militar.

Figura 5. Gráfico de densidad espacial suavizado por Kernel



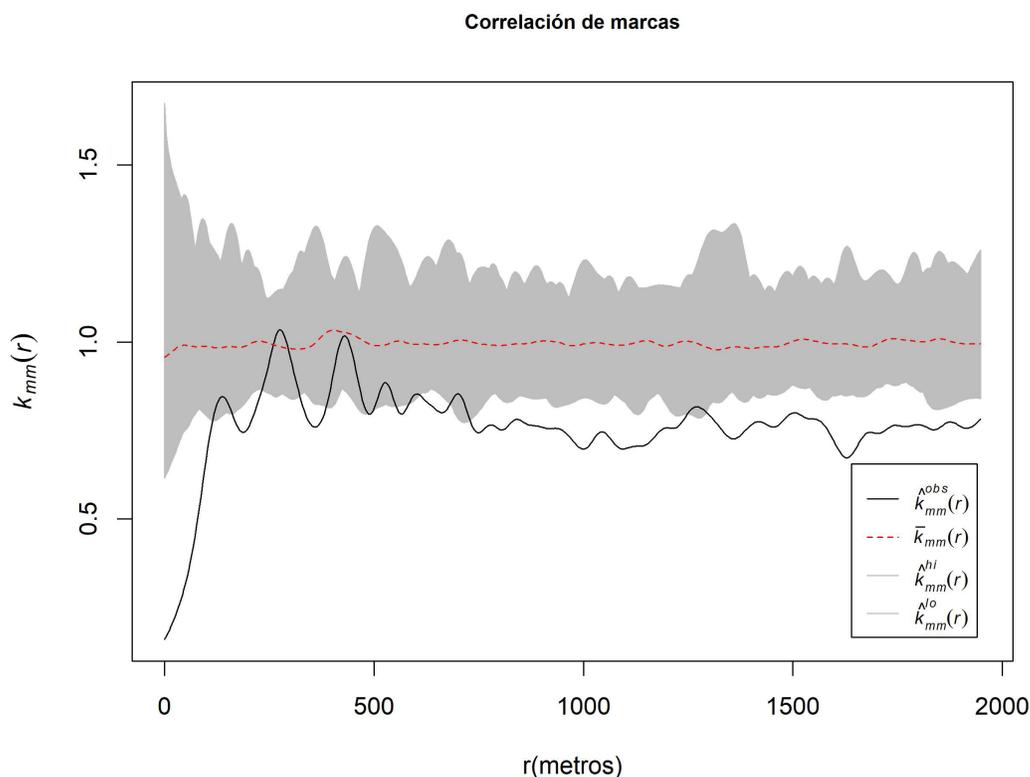
Fuente: Elaboración propia.

Análisis por correlación de marcas

El objetivo del presente análisis fue determinar si dentro de la diversidad de casos de estudios puede llegar a generarse algún tipo de atracción entre elementos de la misma escala, esto es, probar si los agrupamientos de predios vacíos están conformados por terrenos de tamaños parecidos. Los resultados de dicho análisis se muestran en la Gráfica 03. En dicha gráfica se muestra sombreado en color gris la región comprendida entre las correlaciones espaciales de marcas máximas y mínimas, ($k_{mm}^{hi}(r)$, $k_{mm}^{lo}(r)$), dentro de la cual se puede considerar que no existe correlación espacial dado un radio de análisis.

Dicha área fue obtenida mediante la generación de marcas y puntos aleatorios utilizando la técnica de *Sobres de simulación (Simulation envelopes)*. Fueron realizadas 120 simulaciones con un valor de rango de 50. Véase Baddeley, Diggle, Hardegen, & Lawrence (2014) para mayores detalles. En la misma gráfica también se muestra una línea negra continua, ésta corresponde al valor observado de correlación espacial entre las marcas y sus posiciones espaciales ($\hat{k}_{mm}^{obs}(r)$) dado un radio de análisis r .

Gráfica 3. Análisis de correlación espacial de marcas y posición espacial



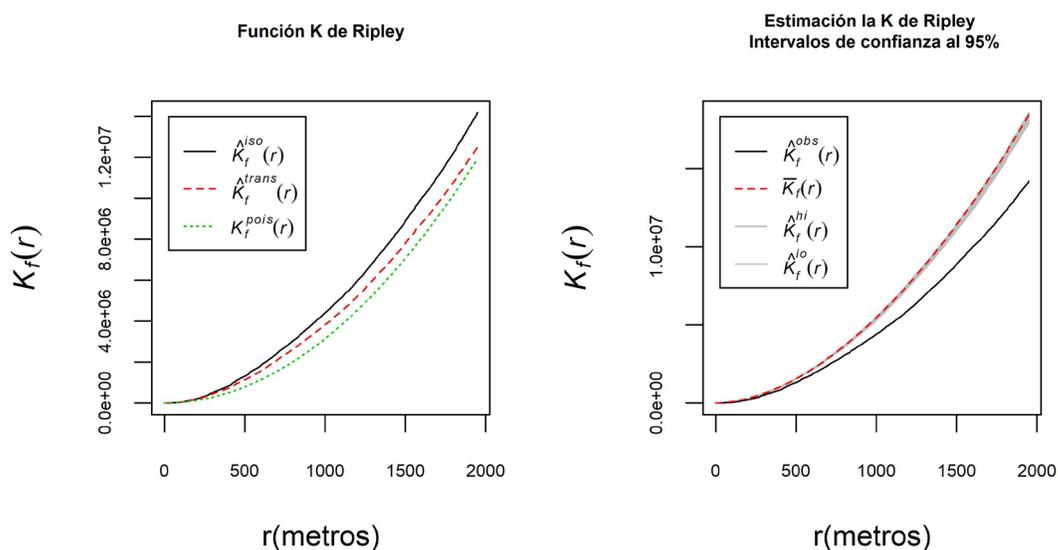
Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la Gráfica 3 se puede observar que, a partir de un radio de 500 m, la línea continua de color negro se encuentra alejada del área gris delimitada por los valores máximos y mínimos de correlación espacial. Lo anterior indica que, considerando radios de análisis mayores a 500 m, sí existe una correlación espacial entre los tamaños de los casos de estudio. Por otro lado, cuando los radios de análisis son pequeños (menores a 500 m), no se observa una correlación espacial entre los diversos tamaños de los vacíos urbanos y su localización geográfica. Dicho indicio de correlación de marcas también está presente en la Figura 4, donde se observaba que los vacíos urbanos de escala reducida, mediana y grande se agrupaban regularmente en el área estudiada.

Análisis sobre la distribución espacial

Para este estudio se empleó la versión ponderada por marcas de la función *K de Ripley* (esta técnica de análisis espacial también se conoce como *Mark-weighted K-function*). Específicamente, se consideró la localización espacial y también la superficie individual de cada caso de estudio, para de esta manera obtener los resultados expresados en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Análisis ponderado por marcas, Función K de Ripley⁸



Fuente: Elaboración propia.

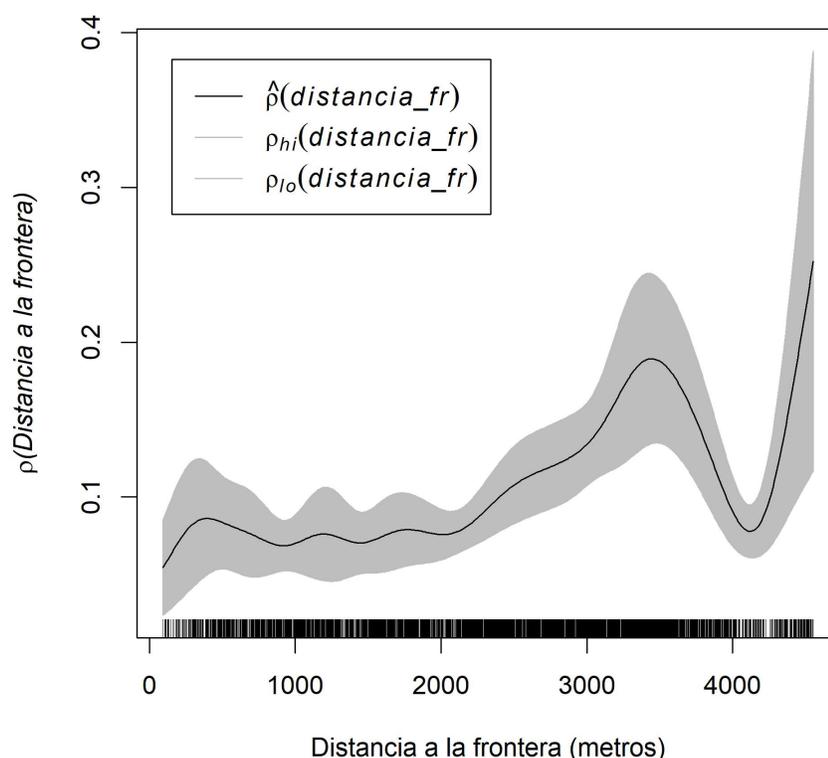
En la Gráfica 4 también es posible observar que las curvas correspondientes a la distribución de los puntos espaciales, considerando ambas correcciones, se localizan por encima de la curva hipotética de Poisson, $K(r) > K_{pois}(r)$, lo cual nos indica que un punto, correspondiente a un vacío urbano, cuenta con más vecinos de lo que se hubiera esperado si el comportamiento espacial hubiera sido totalmente aleatorio. Esto es, existe una distribución espacial caracterizada por patrones específicos de aglomeración (*clustering*). En la gráfica de la derecha de la Gráfica 4 se presentan los intervalos de simulación obtenidos mediante *envelopes* (120 simulaciones y rango = 50). Para mayores detalles y discusiones puede consultarse a Baddeley, Rubak y Turner (2016: 207).

⁸ Cabe aclarar que en esta gráfica se utilizaron las mismas correcciones por borde que fueron utilizadas en la Gráfica 2 para calcular los momentos condicionales inversos.

Análisis de densidad relativa en función de la frontera

Como se mencionó en los objetivos, también es de interés conocer si la distancia a la frontera, analizada como una variable de distribución espacial, $Z(u)$, influye en la cantidad o densidad, $\lambda_{(u)}$, de vacíos urbanos en la ciudad de Nuevo Laredo. De esta manera, en la Gráfica 5 se muestra la estimación de ρ en función de la distancia del centroide del vacío urbano a la línea fronteriza, así como los intervalos de confianza del 95% de esta. De forma concreta, los resultados sugieren que en el caso particular de Nuevo Laredo, la frontera no constituye un factor significativo de influencia en cuanto a la forma en que se distribuyen los vacíos urbanos debido a que en dicha gráfica no se aprecia con claridad una tendencia, ya sea al alza o a la baja.

Gráfica 05 - Análisis de la distancia de los vacíos urbanos respecto a la frontera



Fuente: Elaboración propia.

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos muestran que la sumatoria de superficies de los vacíos urbanos detectados representan el 9.86% del área de estudio total analizada en Nuevo Laredo. Para poner en contexto dicho resultado, es prudente señalar como referencia un estudio realizado por Pagano y Bowman (2000) en el cual fueron analizadas 70 ciudades localizadas en distintos puntos de Estados Unidos. Se logró concluir que, en promedio, 15.00 % de los es-

pacios urbanos de una ciudad fueron considerados vacantes; este total incluye tipologías muy variadas, que van desde espacios abiertos no edificados hasta campos abandonados y contaminados. En términos generales existe una similitud de los resultados obtenidos. Es lógico que el estudio de Pagano y Bowman (2000) arroje porcentajes más altos debido a que esos análisis territoriales no se concentraron exclusivamente en las zonas urbanas consolidadas, también consideraron la totalidad del espacio urbano (incluyendo las zonas difusas de las periferias y bordes urbanos).

La interpretación de resultados indica que los vacíos urbanos detectados en Nuevo Laredo presentan una distribución espacial caracterizada por ciertos patrones específicos de aglomeración (*clustering*). La respuesta a este tipo de aglomeración puede obedecer a que en dicha ciudad existe una notoria presencia de sectores estratégicos donde se concentra la vivienda y el comercio, lo cual está relacionado con el estatus socio-económico de la población y con las condiciones de seguridad que se brinda en esas zonas. De esta manera, comúnmente la población busca habitar los sectores más favorables y rechaza aquellas zonas de la ciudad que resultan menos atractivas, en consecuencia, se genera una proliferación de lotes baldíos. Esta situación marca una clara diferencia en la morfología urbana, concretamente se presenta un desequilibrio entre el espacio construido y el no construido.

En ese sentido, parte de los resultados obtenidos mostraron que la agrupación de los vacíos urbanos también estuvo relacionada con la distancia entre ellos. En otras palabras, cuando el radio de análisis es reducido no se observa agrupamiento de vacíos urbanos de tamaños similares; pero cuando el radio de análisis es mayor a 500 m, sí se advierten patrones de agrupamiento de tamaños similares (ver Gráfica 3). Sin embargo, cabe aclarar que, independientemente del radio de análisis que se tome o del tamaño de los casos de estudio, los resultados obtenidos muestran que los *hot spot* no fueron coincidentes o vinculantes con la localización geográfica de la frontera norte entre México y Estados Unidos. Este fenómeno puede deberse a que comúnmente existe una mayor plusvalía en los sectores más cercanos a la franja fronteriza, es decir, se vuelven sectores más deseables para habitar y principalmente para establecer comercios; de este modo, son consideradas zonas altamente demandadas que no suelen ser desaprovechadas y bajo esa lógica es comprensible que existan pocos lotes baldíos.

En lo que respecta al tamaño de los vacíos urbanos detectados en la ciudad de Nuevo Laredo, los resultados mostraron que la superficie promedio fue de 1181.57 m². Esta cifra puede adquirir importancia en posteriores estudios cuantitativos similares de otras ciudades que busquen comparar resultados a nivel de superficie promedio e índices de densidad (número de casos por hectárea). Al momento de interpretar los resultados relativos a los diversos tamaños de los vacíos urbanos fue posible notar que la mayor parte de los casos de estudio (62.72%) tuvieron una superficie inferior a los 500 m², es decir, son predios que podrían tener un uso de suelo habitacional o incluso mixto (lo cual incluye el potencial uso para el establecimiento de micro comercios). Dichas estadísticas son coincidentes con lo que se muestra en el modelo espacial (ver Figura 3) en donde se aprecia que los vacíos urbanos se sitúan generalmente en los sectores habitacionales de la periferia de dicha ciudad, de hecho fue posible observar que comúnmente eran zonas de la ciudad donde existía un deterioro del paisaje urbano y también un rezago socioeconómico im-

portante, lo cual podría llevar a pensar en la existencia de una relación espacial entre los vacíos urbanos y la pobreza. Para mayores referencias al respecto puede consultarse el análisis realizado por Curzio y De la Torre (2021).

De esta forma, la clara concentración de vacíos urbanos en las zonas periféricas residenciales invita a reflexionar sobre las repercusiones que pueden existir en los habitantes en el ámbito social. Normalmente este tipo de consecuencias se caracterizan por manifestarse como un rompimiento de los vínculos entre el espacio urbano y la sociedad, ya que este tipo de lotes baldíos pueden llegar a constituirse como elementos urbanos que dividen territorios y segregan a la población. Del mismo modo, es donde podrían llegar a presentarse ciertos hechos delictivos, lo anterior se debe principalmente a que son espacios desolados, alejados de las miradas cotidianas de la población y también frecuentemente alejados de las autoridades encargadas de la seguridad pública. Un ejemplo muy particular alusivo a una ciudad fronteriza del norte de México es el análisis realizado por Cervera y Monárrez (2010) en cual se determinó que el 48.41% de los feminicidios ocurridos en Ciudad Juárez coincidieron espacialmente con la ubicación geográfica de los lotes baldíos; de tal manera que para las autoridades encargadas de la procuración de justicia puede llegar a ser muy valioso el contar con modelos espaciales donde se muestre la localización específica de este tipo de espacios.

Conclusiones

El presente ejercicio constituye una fuente de información encaminada principalmente a exponer una metodología especializada en estudiar la distribución geográfica que presentan los vacíos urbanos dentro de las ciudades. Es fundamental enfatizar la importancia que tiene el hecho de lograr determinar y entender el comportamiento de los patrones de aglomeración de este tipo de elementos urbanos, de hecho esta labor va más allá de ser un ejercicio meramente geográfico o estadístico, al contrario, en el momento en que se reflexiona sobre las distintas repercusiones que pueden traer consigo los lotes baldíos, los análisis espaciales llegan a constituirse como unas fuentes muy valiosas de información.

A manera de conclusión, es posible señalar que los vacíos urbanos pueden ser vistos no solo como simples lotes baldíos, sino como un potencial riesgo para la seguridad pública de los habitantes, lo cual implicaría reforzar la vigilancia en estos sectores de la ciudad. Al mismo tiempo los vacíos que constituyen espacios urbanos de carácter público se presentan como una gran oportunidad para implementar proyectos de integración colectiva en la población, estas zonas marginales pueden y deben ser comprendidas como áreas de oportunidad para el surgimiento de nuevas situaciones participativas. En lo que respecta a los vacíos urbanos que legalmente están constituidos como una propiedad privada, es importante señalar que la posible intervención sobre este tipo de predios se enfrenta a un golpe de realidad debido a diversos obstáculos, entre los cuales destaca una significativa limitante legal, ya que este tipo de propiedad privada está dotada de un sentido de autonomía que imposibilita la intervención o rehabilitación por parte de los órdenes gubernamentales. De esta manera, la participación de la clase política parece estar más bien enfocada a regular de una forma responsable los posibles usos de suelo que en su momento pretendan implementarse para urbanizar o edificar dichos espacios.

Actualmente en ciertas ciudades de Estados Unidos ya existen normatividades que hacen referencia a la adecuada conservación de los lotes baldíos y en ellas se exhorta a los propietarios a mantener en óptimas condiciones este tipo de vacíos urbanos, específicamente en aquellos de ámbitos paisajísticos.

Finalmente, este artículo también pretende sembrar un precedente que sirva para futuras investigaciones encaminadas a vincular este tipo de análisis espaciales con otro tipo de factores, como las variables socioeconómicas; o bien a estudiar la morfología urbana de las ciudades desde el punto de vista de mantener el espacio no construido, para analizar a detalle cómo es que la distribución geográfica de esta serie de baldíos urbanos puede llegar a influenciar el ordenamiento territorial de las ciudades.

Bibliografía

- Alegría, T., Ordóñez, G. (2005). *Legalizando la ciudad. Asentamientos irregulares y procesos de regularización en Tijuana*. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Baddeley, A., Chang, Y. M., Song, Y., Turner, R. (2012). Nonparametric estimation of the dependence of a spatial point process on a spatial covariate, *Statistics and its Interface*, 5, pp. 221-236.
- Baddeley, A., Diggle, P. J., Hardegen, A., Lawrence, T. (2014). On test of spatial pattern based on simulation envelopes, *Ecological Monographs*, 84, pp. 477-489.
- Baddeley, A., Rubak, E., Turner, R. (2016). *Spatial point patterns, methodology and applications with R*. Florida: Chapman & Hall, CRC Press.
- Berruete, F. (2017). 'Los vacíos urbanos: Una nueva definición, *Revista URBANO*, 35, pp. 114-122.
- Bowman, A., Pagano, M. (2000). 'Transforming America's cities: Policies and Conditions of Vacant Land', *URBAN AFFAIRS REVIEW*, 35, pp. 559-581.
- Ceniceros, B. (2016). *Imagen urbana y espacios vacíos de Ciudad Juárez, Chihuahua. De la percepción social hacia una propuesta de intervención urbano-artística*. Toluca: Instituto de Administración Pública del Estado de México.
- Ceniceros, B., Ettinger, C. (2020). Paisaje urbano desde la frontera Juárez-El Paso. Mapeando manifestaciones de arte urbano desde el bordo. *EURE*, 46, pp. 181-201.
- Cervera G., L. E., Monárrez F, J. E. (2010). *Sistema de información geográfica de la violencia en el municipio de Juárez, Chihuahua: georreferenciación y su comportamiento espacial en el contexto urbano (SIGVIDA)*. Chihuahua - México: El Colegio de la Frontera Norte.
- Clément, G. (2007) *Manifiesto del Tercer Paisaje*. Barcelona-España: Gustavo Gili.
- Conapo (2020). *Consejo Nacional de Población (www.indicadore.conapo.gob.mx)*. México: Consejo Nacional de Población.
- Coubés, M. L. (2003). Evolución del empleo fronterizo en los noventa: efectos del TLCAN y de la devaluación sobre la estructura ocupacional. *Frontera Norte*, 15, pp. 7-32.
- Curzio, C., De la Torre, H. (2021). Vacíos urbanos y desigualdad socioeconómica: temas que convergen en la frontera norte de México. *Frontera Norte*, 33.

- De Solá-Morales, I. (1995). *Diferencias; topografía de la arquitectura contemporánea*. Barcelona-España: Gustavo Gili.
- Diggle, P. (1985). A Kernel method for smoothing point process data. *Journal of the Royal Statistical Society*, 34, pp. 138 - 147.
- Doron, G. (2006) 'The derelict land and the elephant', *Field: A free journal for architecture*, 1(1), pp. 10 - 23.
- Estévez, A. (2018). 'El dispositivo necropolítico de producción y administración de la migración forzada en la frontera Estados Unidos-México', *Estudios Fronterizos*, 19, pp. 1-18.
- Guan, Y. (2008). 'On consistent nonparametric intensity estimation for inhomogeneous spatial point processes', *Journal of the American Statistical Association*, 103, pp. 1238-1247.
- Gunwoo, K., Miller, P., Nowak, D. (2018). Urban vacant land typology: a tool for managing urban vacant land, *Sustainable Cities and Society*, 36, pp. 144-156.
- Inegi (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía* (www.inegi.org.mx). México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Kociatkiewicz, J. (1999). The Anthropology of empty spaces, *Qualitative Sociology*, 22(1), pp. 37-50.
- Ley García, J., Fimbres Durazo, N. A. (2011). La expansión de la ciudad de Mexicali: una aproximación desde la visión de sus habitantes, *Región y Sociedad*, 52, pp. 209-238.
- Moreno Jiménez, A. (1991). Modelización cartográfica de densidades mediante estimadores Kernel, *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, pp. 155-170.
- Northam, R. (1971). Vacant Urban Land in the American City, *Land Economics*, 47, pp. 345-355.
- Pagano, M., Bowman, A. O. M. (2000). Vacant Land in Cities: An Urban Resource-The Brookings Institution, *Center of Urban & Metropolitan Policy*.
- Parr, J. B. (2007). Spatial definitions of the city: Four perspectives, *Urban Studies*, 44, pp. 381-392.
- Peimbert, A. J. (2016). *Paisaje intersticial: vacíos y ruinas en el arte, la arquitectura y la ciudad*. Mexicali-México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Penttinen, A., Stoyan, D., Henttonen, H. M. (1992). Marked point processes in forest statistics, *Forest Science*, 38(4).
- Rajchenberg, E. and Héau-Lambert, C. (2007). 'La frontera en la comunidad imaginada del siglo XIX', *Frontera Norte*, 19, pp. 37 - 61.
- Ripley, B. D. (1981). *Spatial Statistics*. New York: John Wiley and Sons.
- Schlather, M., Riberio, P. and Diggle, P. J. (2004). Detecting dependence between marks and locations of marked point processes, *Journal of Royal Statistical Society*, 66, pp. 79-93.
- Trancik, R. (1986) *Finding lost space, theories of urban design*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.