



Nova scientia

ISSN: 2007-0705

Universidad de La Salle Bajío A. C., Coordinación de Investigación

Montalvo Vargas, Ramos; Gutiérrez Carreón, Mayela Montserrat
Metodología para la identificación del suelo intraurbano vacante en México

Nova scientia, vol. 10, núm. 20, 2018, pp. 668-696

Universidad de La Salle Bajío A. C., Coordinación de Investigación

DOI: 10.21640/ns.v10i20.1188

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=203358383030>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Metodología para la identificación del suelo intraurbano vacante en México Methodology for the identification of vacant intraurban land in Mexico

Ramos MontalvoVargas¹ y Mayela Montserrat Gutiérrez Carreón²

Palabras Clave: metodología; suelo intraurbano vacante; percepción remota; ciudades

Key words: methodology; vacant intraurban land; remote sensing; cities

Recepción: 03-10-2017 / Aceptación: 06-03-2018

Resumen

La expansión de las ciudades en México está en la agenda de las instancias gubernamentales encargadas de la política territorial, que ven en el modelo de ciudad compacta la solución al desbordamiento horizontal y crecimiento desordenado. El objetivo es construir una metodología que permita identificar los tipos de vacíos urbanos por sus dimensiones y contexto locacional. La necesidad de tener un inventario del espacio intraurbano vacante, es el primer paso para orientar los esfuerzos de contención y concentración poblacional; y como resultado, se sugiere una propuesta con cinco categorías, de las cuales, la de tipo *lotes baldíos*, representa en las principales ciudades de México, el 55% del suelo intraurbano vacante. El presente trabajo se efectuó con el uso de tecnología geoespacial (Sistemas de Información Geográfica y Teledetección o Percepción Remota), a partir de la cual, se diseñó una metodología para identificar a partir de 11 etapas, el tipo de suelo intraurbano vacante clasificado. Se empleó la fotointerpretación y fotoidentificación sobre imágenes de satélite de alta resolución espacial de 60 centímetros en tamaño de pixel para digitalizar el área de cada vacío urbano; y, se validaron los espacios de difícil identificación con percepción remota (*Dron Phantom 3 y 4 pro*) para reducir el error y facilitar la categorización establecida. La metodología parte de diseñar una tipología con cinco espacios vacíos al interior de las ciudades que privilegia su localización, tamaño y contexto; posteriormente, para identificar cada categoría se sugieren 11 etapas que van desde la definición conceptual hasta el análisis espacial para determinar patrones de concentración. Se encontró que, de las cinco categorías, el 55% de los vacíos urbanos está concentrado en el tipo *Lotes Baldíos*.

Abstract

The expansion of cities in Mexico is on the agenda of government agencies in charge of territorial policy, which see in the compact city model the solution to horizontal overflow and

¹Dirección General Académica, El Colegio de Tlaxcala A. C., Tlaxcala. E-mail: rmontalvovargas@coltlax.edu.mx
© Universidad De La Salle Bajío (México)

disorderly growth. The objective is to construct a methodology that allows to identify the types of urban voids by their dimensions and locational context. The need to have an inventory of vacant intra-urban space is the first step in guiding population containment and concentration efforts; and as a result, a proposal is suggested with five categories, of which, in the main cities of Mexico, 55% of the vacant intra-urban land represents. This work was carried out with the use of geospatial technology (Geographic Information Systems and Remote Sensing), from which a methodology was designed to identify, from 11 stages, the type of vacant intraurban land classified. Photointerpretation and photoidentification were used on high resolution spatial satellite images of 60 centimeters in pixel size to digitize the area of each urban void; and, the spaces of difficult identification with remote perception (Dron Phantom 3 and 4 pro) were validated to reduce the error and facilitate the categorization established. The methodology starts from designing a typology with five empty spaces inside the cities that privileges its location, size and context; Later, to identify each category, 11 stages are suggested, ranging from conceptual definition to spatial analysis to determine concentration patterns. It was found that of the five categories, 55% of the urban voids are concentrated in the type Batch Lots.

Introducción

La identificación del Suelo Intraurbano Vacante (SIV) en México, es una necesidad para instancias tanto de sector público como privado, encargadas de fomentar la política territorial que orientan sus esfuerzos a la promoción de un modelo de ciudad compacta. Aprovechar el suelo en desuso en las grandes ciudades, será posible a partir de un inventario del SIV que permita diseñar estrategias para la ocupación óptima del espacio; así como definir los límites para una ciudad compacta tras definir su horizontalidad, resultado de la acelerada expansión física.

Conocer la localización, distribución, concentración y dispersión del espacio intraurbano vacante, es esencial para la planificación del territorio y la administración del espacio potencialmente útil para el desarrollo urbano. El componente vivienda, es fundamental en la política territorial para frenar el crecimiento de las ciudades, labor que se ha orientado a partir del establecimiento de perímetros de contención urbana, que es una estrategia demarcatoria que pretende mejorar los procesos de planificación, ordenación, administración y gestión del suelo urbano; para ello, se consideró fundamental contar con un inventario de suelo urbano vacante,

vacío, baldío, ausente, indefinido, desocupado, en desuso, latente, remanente, libre; que permita su ocupación óptima.

La investigación¹ consistió en el diseño de una metodología para identificar el Suelo Intraurbano Vacante (SIV)², también llamado Espacio Intraurbano Vacante (EIV) o Vacíos Urbanos (VU) en las ciudades, a partir del uso de geotecnología, particularmente con el empleo de imágenes de satélite de alta resolución espacial provenientes de la empresa *Digital Globe* y autorizadas por la Agencia Central de Inteligencia de los Estados Unidos de América, quien es la principal financiadora de la empresa *Keyhole Inc*, desarrolladora de la plataforma *Google Earth Pro*; por otro lado, para coberturas menores se emplearon imágenes provenientes de vehículos aéreos no tripulados (drones). Los dos tipos de recursos raster obtenidos, se retrabajaron con una expresión georreferenciada en *software* de Sistema de Información Geográfica (SIG).

El documento se compone centralmente de tres apartados: los antecedentes teóricos del eje conceptual y su encuadre contextual, el método empleado; y, el desarrollo del aporte metodológico que es la esencia del trabajo. Los principales resultados encontrados, confirman que la categoría de lotes baldíos es la más representativa en el inventario con más de la mitad del SIV (Montalvo y Gutiérrez, 2017). Asimismo, los vacíos con el menor tamaño están representados por los corazones de manzana con un promedio de 197 metros cuadrados; en contraste, con los intersticios que presentan dimensiones superiores a las tres hectáreas (31,128.37 metros cuadrados). Entre tanto, es el tipo de vacío urbano correspondiente a la infraestructura en uso potencial, la que tiene en suma, la mayor cantidad de área disponible promedio con 4, 328, 139 metros totales. Lo anterior, permitió concluir que los vacíos urbanos presentan como trasfondo un posible tema de especulación en el mercado de suelo.

¹ Los resultados son parciales y corresponden al Proyecto auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) en México que lleva por título “Inventario de suelo intraurbano disponible para vivienda en ciudades del Sistema Urbano Nacional (SUN) a través del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota”, del fondo sectorial CONACyT-CONAVI, convocatoria S0003-2015-01, solicitud 0260216, modalidad A7. Asimismo, el trabajo es un esfuerzo complementario de los autores a su contribución previa publicada en el año 2017 que lleva por título “Vacíos urbanos para vivienda en la ciudad de Puebla”, en la revista *Vivienda y Comunidades Sustentables*, Universidad de Guadalajara, Número 2, Año 1, México. Por lo anterior, aunque el eje central en éste documento es la metodología, se tomaron algunos resultados parciales de dicha investigación para respaldar la continuidad de la propuesta.

² Se usarán de manera indistinta los tres términos en esta investigación para referirse a los SIV, aunque en el apartado teórico se precisa el alcance del concepto y sus diferencias en contenido.

Antecedentes teóricos

La construcción de la ciudad actual tiende a volverse expansiva y dispersa; y, con el paso de los años, el suelo intraurbano sufre reacomodos a partir de usos y ocupaciones diferenciadas. Sin embargo, no todo el espacio llega a utilizarse a pesar de gozar o no de una localización privilegiada. Este suelo vacante intraurbano, se convierte en un vacío urbano atractivo para complementar actividades necesarias para la población.

Para identificar el objeto de estudio, es fundamental conocer sus características; y, autores como De Araujo (2004), establece que hay distintos tipos en función del tamaño, ubicación y motivos de uso; Godoy (2006), señala que son lotes o terrenos baldíos inutilizados insertos en el tejido urbano; Araque (2011) por su parte le imprime un sello de nostalgia, no identidad y ausencia de actividad; es decir, la carencia, inactividad o abandono caracterizan a estos vacíos urbanos.

La noción de suelo intraurbano vacante tiene su antecedente hacia la década de 1970 (Németh y Langhorst, 2014) y desde entonces asume diversos nombres para referirse a aquellos vacíos urbanos que se localizan al interior de la ciudad que pueden ser baldíos, terrenos abandonados, en desuso, desocupados, parcialmente ocupados, sin identidad o en calidad de posible especulación algunos de ellos.

Con el paso del tiempo, los primeros estudios sobre el tema y la idea de “*terrain vague*” (Solá-Morales (2009), es la que más se aproxima a la explicación de lo que aquí llamamos terreno vacante o vacío al interior de la ciudad. Estudios recientes como el de Montalvo y Gutiérrez (2017), apuntan a destacar que los vacíos urbanos son potencialmente útiles para vivienda; y sin embargo, éstos se concentran de manera radiocéntrica a determinadas distancias de los centros poblados, lo que determina patrones espaciales de relocalización de los procesos especulatorios del suelo en las ciudades.

Sin embargo, no debe confundirse vacío urbano con lote baldío; ya que los primeros incluyen al segundo, porque los lotes baldíos son una manifestación de vacíos urbanos, que en esencia son espacios que pueden o no estar utilizados pero que tienen ese potencial de uso a diferencia de zonas construidas que, en estricto sentido, están ocupadas. De manera amplia, los vacíos urbanos son espacios potencialmente útiles; es decir, latentes, disponibles con posibilidad de ser usados independientemente de su uso actual que puede ser parcialmente utilizable. Mientras tanto, los lotes baldíos en estricto sentido son terrenos ociosos.

El concepto asume diversos nombres para hacer referencia a la misma categoría, hay quienes lo nombran como lote subutilizado, vacío urbano, espacio vacante, tierra latente, terrenos baldíos, lotes de reserva, predios de especulación, lotes remanentes, espacios perdidos o muertos, tierras derelictas, tierras desocupadas, tierras disponibles, terrenos libres, terrenos en desuso, terrenos eriazos, entre otras acepciones. De todas estas formas de referir a los vacíos urbanos, destacan tres características centrales para su identificación: primero es que presentan una condición desocupada; es decir, ociosa, en desuso o con una ocupación parcial; segundo, que tienen un potencial de ocupación o uso; y tercero, que ha representado con el paso del tiempo un espacio desaprovechado que no ha formado parte de los procesos dinámicos de la ciudad.

Northam en 1971 citado por Németh y Langhorst (2014:144), advirtió que hay tres categorías de SIV: los lotes remanentes, los lotes de reserva considerados o utilizados para especulación o venta futura; y, los llamados *temporarily obsolete, abandoned or derelict sites* (TOADS) que se pueden traducir como temporalmente obsoletos, abandonados o solares abandonados.

La idea de los SIV evolucionó en Europa y Estados Unidos de América con las nociones de *urban voids* (vacíos urbanos), *lost/dead space* (espacios perdidos o muertos), *derelict land* (tierras derelictas) y *brownfields*. En América Latina el término asumió nombres como: terrenos baldíos, predios baldíos, tierras desocupadas, tierras disponibles, terrenos libres, terrenos vacíos, terrenos desocupados, y/o terrenos eriazos (Guerra Saldias, 2009: 14). Sin embargo, una de las ideas mayormente aceptadas es la que propone Solá-Morales (2009: 126) quien señala que el concepto se refiere más al “*terrain vague*”, porque implica *vacuus, vacant, vacuum* (sinónimo de *empty, unoccupied*, en inglés pero también remite a *free, available, unengaged, indeterminate, imprecise, blurred, uncertain*); con estas ideas, se entiende como la ausencia de uso y de actividad, en relación con el sentido de libertad y de expectativas de uso futuro.

Para efectos del presente trabajo, se comparte la definición que Freire (2011: 66) tiene de SIV: es “aquel espacio vacío (público o privado) que nunca ha participado en la dinámica urbana, manteniéndose ignorado y en estado de aparente abandono en un tejido urbano consolidado”; y, agregamos el sentido territorial con la idea de que es un espacio que carece de identidad pero adquiere un sentido de apropiación de quienes habitan el entorno donde se localiza el vacío urbano; es decir, se reaviva la función social de la tierra (Cavalieri, *et al.*, 2010: 4); y por lo tanto,

la posibilidad de convertirse en una alternativa de solución principalmente los problemas de vivienda en México, en el marco institucional del fomento de un modelo de ciudad compacta.

Método

Se empleó el método geográfico con la operación de geoprocessos en *software* para georreferenciación. Asimismo, se utilizaron técnicas de análisis especial: fotointerpretación y fotoidentificación. Finalmente se trabajó con SIG y Percepción Remota o Teledetección Espacial. En seguida, se explica la aplicación de métodos, técnicas y herramientas durante cuatro fases metodológicas que integran el presente trabajo:

La primera fase consistió en una revisión teórica del concepto de Espacio Intraurbano Vacante; y, a partir de esta consulta; en una segunda fase, se identificaron las características centrales para construir una tipología y llevar a cabo una prueba piloto de identificación en la ciudad de Puebla en el mes de enero de 2017, donde se digitalizaron 1,673 polígonos en formato de salida .kmz (*Keyhole Markup Zip*) en la plataforma *Google Earth Pro*; esta labor, consistió en una digitalización manual mediante fotointerpretación y fotoidentificación sobre imágenes de satélite de alta resolución espacial³ (teledetección) de aquellos espacios intraurbanos vacantes localizados en el primer Perímetro de Contención Urbana⁴ (PCU1) definidos por la CONAVI en 2015 y actualizados en el año 2017. Posteriormente se georreferenciaron en el programa *Global Mapper* versión 18 para tener un formato de salida .shp (*shapefile*); y, por último, se trasladaron a *software* de SIG en el programa *Arc GIS* versión 10.4, para tener la posibilidad de hacer asignaciones espaciales de datos oficiales u otros que, por su naturaleza y localización espacial, sean de interés para un análisis más integral de la ciudad y su entorno. El sistema de coordenadas empleado en este trabajo fue WGS 84 en Universal Transversa de Mercator para cada ciudad. El principal resultado de la prueba piloto, fue la construcción de una tipología de espacio intraurbano vacante para vivienda que se replicó en cuatro grandes ciudades del Sistema Urbano Nacional (SUN) de México: en Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla.

La tercera fase fue la puesta en marcha de procesos de identificación de espacio intaurbano vacante para vivienda en toda la ciudad de Puebla. La tarea, se realizó al interior de

³ Dada la naturaleza del trabajo y el tipo de recursos raster disponibles para cumplir con el objetivo de la investigación, las imágenes utilizadas no ameritaron un proceso de restitución.

⁴ Son tres PCU y presentan los siguientes criterios: PCU1 (perímetro intraurbano con acceso a empleo), PCU2 (zona de consolidación urbana) y PCU3 (franja urbana de crecimiento) así lo establece la CONAVI (2017).

los PCU1 y PCU2, que son las zonas de mayor densificación de vivienda, infraestructura, comercio, servicios y equipamiento. El principal resultado, fue identificar patrones de distribución por su localización, tamaño y concentración de polígonos, tipificados como espacio intraurbano vacante o también llamados vacíos urbanos.

La cuarta y última fase tuvo tres etapas: la validación de resultados, la asignación espacial de atributos y el diseño cartográfico. La validación de resultados se asoció a la descripción tipológica de cinco categorías de espacio intraurbano vacante, misma que por la falta de calidad de todas las matrices pixelares compuestas por imágenes de satélite, el proceso de fotointerpretación y fotoidentificación, impidió digitalizar con certeza las cinco categorías en la totalidad de los polígonos localizados; y por tanto, fue necesario el empleo de recursos modernos de identificación directa en campo para generalizar las categorías que implican criterios de falsa o difícil clasificación o inserción tipológica. Por lo anterior, se empleó dron *phantom 3 y 4 pro* con misiones de vuelo a una altura de 50 metros de manera aleatoria en algunos segmentos de la ciudad.

La segunda etapa de la última fase, fue la asignación espacial de atributos asociados a la cartografía resultante, lo que permitió realizar ejercicios de análisis espacial de proximidad; asimismo, se realizó la sobreposición temática de *shapefiles* oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con la finalidad de caracterizar cada polígono digitalizado. La última etapa de la tercera fase fue el diseño cartográfico, que consistió en la elaboración de mapas de localización para analizar visualmente la concentración de los componentes en el territorio. Finalmente, se elaboraron espaciomapas que facilitan la comprensión y expresión de la ciudad en su forma más pura, que es la visualización remota del conjunto urbano.

Resultados

El resultado central es la confección de una metodología, cuyo proceso se fundamentó en 11 etapas agrupadas en cuatro fases:

- Fase I. Conceptualización. Definición teórica conceptual de la categoría central de análisis, alcances y caracterización. Compuesta por la etapa 1.
- Fase II. Tipologización. Establecimiento de criterios de selección, diferenciación y categorización para la ubicación de SIV por clases. Incluye las etapas 2, 3 y 4.

- Fase III. Levantamiento y clasificación. Localización especial diferenciada de los SIV a partir de fotointerpretación y fotoidentificación sobre matrices pixelares de alta resolución espacial. Integrada por las etapas 5, 6, 7 y 8.
- Fase IV. Análisis y representación. Interpretación locacional de la distribución espacial de los SIV y su exposición cartográfica. Integrada por las etapas 9, 10 y 11.

Las etapas están representadas en el siguiente esquema:

Figura 1. Once etapas de la metodología para la identificación del SIV.



Fuente: elaboración propia a partir de aproximación teórico-conceptual.

En seguida se describe cada momento de la metodología.

1.- Revisión teórica del concepto Suelo Intraurbano Vacante (SIV).

La primera etapa para la construcción de la metodología, consistió en tener claridad sobre el alcance del concepto de SIV. Los primeros antecedentes teóricos se remontan hacia la década de 1970 en Estados Unidos de América. El término asumió diversos nombres; y, actualmente se conocen más como vacíos urbanos para hacer referencia al espacio que se encuentra en estado ocioso o subutilizado al interior de las ciudades.

A partir de la definición en su sentido más amplio, es posible construir un perfil tipológico incluyente que permita la identificación de las variadas formas de vacío urbano, ya sea en función de su tamaño, su cercanía con infraestructura, equipamiento y servicios públicos, su ubicación al interior de la ciudad; y, en relación con la composición de la manzana donde está inserto; incluso, será importante tomar en cuenta el papel social que cumple esa porción de terreno.

Con la idea clara del término, se puede diferenciar la naturaleza a la que obedece su estado de inutilidad. Puede estar disponible porque la acelerada dinámica interna de la ciudad no le permitió un uso inmediato; o bien, porque su tamaño no es suficiente para el objetivo de su poseedor; pero también puede deberse a razones especulatorias o simplemente, porque presenta un conflicto o disputa legal de adjudicación.

Cualquiera que fuera el tamaño, ubicación, condición y carácter legal del vacío urbano disponible, la importancia de su localización, radica en tener un inventario que facilite labores de planificación, ordenación, gestión y administración del suelo urbano en estado ocioso.

2.- Definición tipológica a partir de sus características.

Con la caracterización y nominaciones del SIV; después de un análisis teórico, se encontró que el término puede asumir una definición tipológica basada en rasgos de localización, contexto, condición y tamaño. La localización obedece al lugar de la ciudad donde está ubicado el suelo intraurbano vacante; puede ser en zonas centrales, intermedias o periféricas. El contexto se asume como un criterio de proximidad a otras entidades urbanas; tales como vivienda, comercios y servicios, siempre y cuando estén total o parcialmente rodeados de esas construcciones. La condición hace referencia al uso mixto que puede presentar; es decir, es posible que sea infraestructura de uso potencial o que actualmente sean estacionamientos rústicos, patios, zonas de ocio, recreo, zonas públicas o de reserva. Por último, el tamaño es determinante, porque pueden ser extensos espacios que rompen con la continuidad del tejido urbano; y, presentan una marcada tendencia a convertirse en reservas, además de estar localizados normalmente en zonas periféricas.

Después de la revisión bibliográfica y antes de la prueba piloto, se hizo una primera propuesta tipológica de aproximación, misma que fue construida a partir de siete categorías desprendidas de la reflexión teórica del Suelo Intraurbano Vacante que fueron:

1. Baldío rústico. Espacio ubicado fuera o dentro de la traza urbana, normalmente sin pavimentación en calle, sin construcciones periféricas y de baja intensidad constructiva.
2. Con acceso público. Ubicado al interior de manzanas en centro urbano que tiene al menos un frente o salida a calle de manera directa.
3. Con acceso privado. Se encuentra al interior de la manzana del centro urbano y ninguno de sus lados colinda con calle, es decir sin acceso a lugar público directo.
4. Uso mezclado. Puede adoptar alguno de los demás criterios, pero esencialmente lo componen estacionamientos y áreas verdes⁵ al interior de centros comerciales y empresas u otros servicios públicos o privados.
5. Rodeado de servicios e infraestructura. Son generalmente baldíos urbanos rústicos, espacios subutilizados o en desuso rodeados de casas, pero ubicados dentro de la ciudad o centro urbano. La diferencia con los de acceso público o privado, es que presentan alta concentración de servicios e infraestructura en su entorno cercano.
6. Proyectado para uso habitacional futuro. Es generalmente de grandes extensiones continuas, están ubicados en la periferia, fuera de la ciudad o zona urbana pero dentro del PCU1 o PCU2 principalmente.
7. Con pendiente superior a 15 grados⁶. Generalmente ubicado en laderas, con pendientes abruptas, zonas de montaña o similares.

A partir de esta primera aproximación, se advirtió que se pueden agregar algunos criterios de acuerdo a las condiciones particulares en cada ciudad del SUN, eso estuvo en función de los diferentes procesos de análisis contextual que se realizaron primero con técnicas de fotointerpretación y fotoidentificación; y, durante la supervisión de los trabajos cuando surgen dudas durante la digitalización manual. Sin embargo, no hay teoría suficiente para fundamentar con certeza los criterios, por lo anterior el aporte y contribución para cubrir esta carencia investigativa permitió abonar en este campo de conocimiento.

Esta primera aproximación en la propuesta, fue enviada en marzo de 2017 para su revisión y retroalimentación por parte del usuario (CONAVI); y, después de los valiosos aportes, se diseñó una prueba piloto para retroalimentar el perfil tipológico y ajuste de la propuesta.

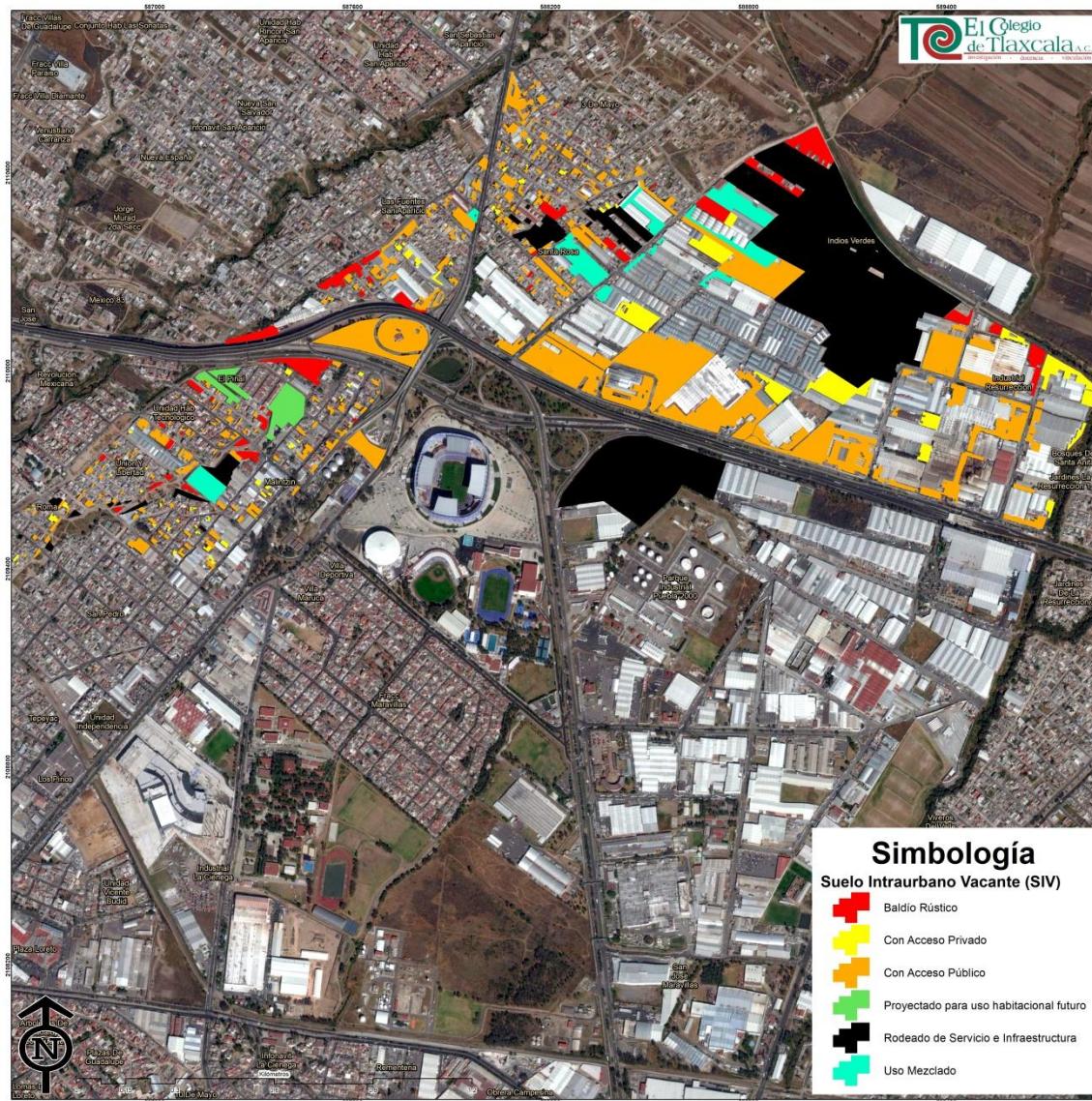
⁵ En la tipología definitiva de cinco perfiles, se advirtió que los estacionamientos y áreas verdes no pueden catalogarse como SIV y se le asignó la categoría de infraestructura de uso potencial.

⁶ En la prueba piloto, no se encontró EIV con el criterio siete de la tipología. Sin embargo, se determinó que deben ser 15 los grados de pendiente conforme las normas generales de construcción (emplazamiento de vivienda), factores de riesgo por deslizamiento y capacidad soporte de los niveles de capilaridad genéricos del terreno.

3.- Prueba piloto de identificación.

Con la primera clasificación, se efectuó una prueba piloto en la ciudad de Puebla, donde se analizaron algunas zonas para un total de 1,673 espacios vacíos digitalizados; de los cuales, 950 fueron lotes baldíos (56.8%), con la finalidad de identificar en un primer barrido las características más comunes a todos ellos y establecer la tipología para validar futuros levantamientos y hacer replicable la metodología.

Mapa 1. Zona de digitalización con prueba piloto en Ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia con datos de investigación en febrero y marzo de 2017.

Los atributos asociados resultado de la digitalización manual durante la prueba piloto fueron: tipo de archivo, PCU, versión, fecha de imagen de satélite, superficie, criterio dominante y categoría o tipo. Esta última variable representa justamente el perfil tipológico del suelo intraurbano vacante identificado.

Después de analizar la localización, características espaciales, ubicación, tamaño y contexto; se hicieron ajustes para afinar la tipología, mismos que se mencionan a continuación.

4.- Ajuste tipológico en cinco categorías.

Los principales ajustes consistieron en incorporar campos de estados y municipios, ciudad del SUN, codificar los espacios identificados. Asimismo, en términos de la tipología, se buscó una categoría para nombrar a patios interiores o excluir a partir de algún criterio, los de uso mezclado por su magnitud; también, se establecieron criterios para servicios e infraestructura. Con estas mejoras, se estableció la tipología definitiva y se inició el levantamiento masivo a partir de cinco categorías identificadas, que abarcan la generalidad de los espacios objeto de estudio.

Entre las precisiones que definieron el perfil tipológico fueron:

- Establecer el umbral para que las medidas o superficie mínima para el tipo “*corazones de manzana*”, tengan posibilidad de fungir como espacio para vivienda. Se determinó que fuera a partir de 333 metros cuadrados.
- Se caracterizó con mayor precisión la “*infraestructura en desuso*”, ya que algunos elementos componentes como los estacionamientos o campos deportivos, quedan fuera de este perfil tipológico.
- Se fusionaron dos o más tipos de EIV para evitar confusión y se eliminaron aquellos que no sean de utilidad para efectos de promoción de vivienda.

A partir de las tres consideraciones anteriores, se hicieron los análisis pertinentes para no descartar clases; y, por el contrario, incluirlas en otra o crear un grupo genérico. La bondad de los geoprocessos de localización, facilitó identificar de manera precisa que todo espacio vacante se inserte de manera flexible y no forzada en alguno de los cinco perfiles tipológicos, en virtud de sus características localizacionales y contextuales inherentes a la estructura urbana.

Con la prueba piloto se pudo advertir que algunas categorías de la tipología presentaban los mismos rasgos, por lo que se fusionaron o disgregaron para dar paso a una nueva categoría. Asimismo, se compararon los distintos espacios resultantes y se hizo una nueva revisión teórica con una aproximación más detallada a sus características y se llegó a la conclusión de diseñar una tipología con cinco categorías, que por sus propiedades genéricas incluyen otras expresiones con criterios semejantes a la construcción teórica analizada para su validación metodológica y operación en campo. En atención a la propuesta de Montalvo y Gutiérrez (2017), la tipología resultante y definitiva, está compuesta por:

- * Lotes baldíos. Lotes urbanos con salida a calle pavimentada y amplia cobertura de servicios; es decir, terrenos, solares o lotes insertos en el tejido urbano y que se encuentran en estado inutilizado. No se consideran los grandes espacios porque entran en la categoría de intersticios.
- * Corazones de manzana. Lotes al interior de manzana, rodeados de construcciones pueden ser patios, jardines, estacionamientos privados o islas en interiores con dimensiones a partir de 333 metros cuadrados.
- * Infraestructura de uso potencial. Estacionamientos principalmente de centros comerciales, cadenas de autoservicio, patios de maniobra en industrias, zonas de ocio en hospitales, entre otros de naturaleza semejante⁷.
- * Intersticios. Son espacios vacíos, hendiduras, resquicios o huecos del tamaño de una manzana entera ubicado dentro de la ciudad (trama urbana) rodeado por zonas construidas. Estos predios pueden estar sujetos a posible especulación; y, por sus dimensiones, son islas al interior de la ciudad que representan una o varias manzanas.
- * Intervalos. Terreno vacante que interrumpe la continuidad del tejido urbano, se ubican por tanto en la periferia de la ciudad, son abiertos por la urbanización en más del 50% de su perímetro; es decir, no están cerrados o rodeados por trama urbana. Son aquellos terrenos que tienen más de la mitad de su perímetro sin colindancia con zona urbana; no obstante, al igual que los otros tipos de vacíos urbanos, éstos también están dentro de los límites del PCU1 y PCU2 a pesar de su amplia dimensión espacial.

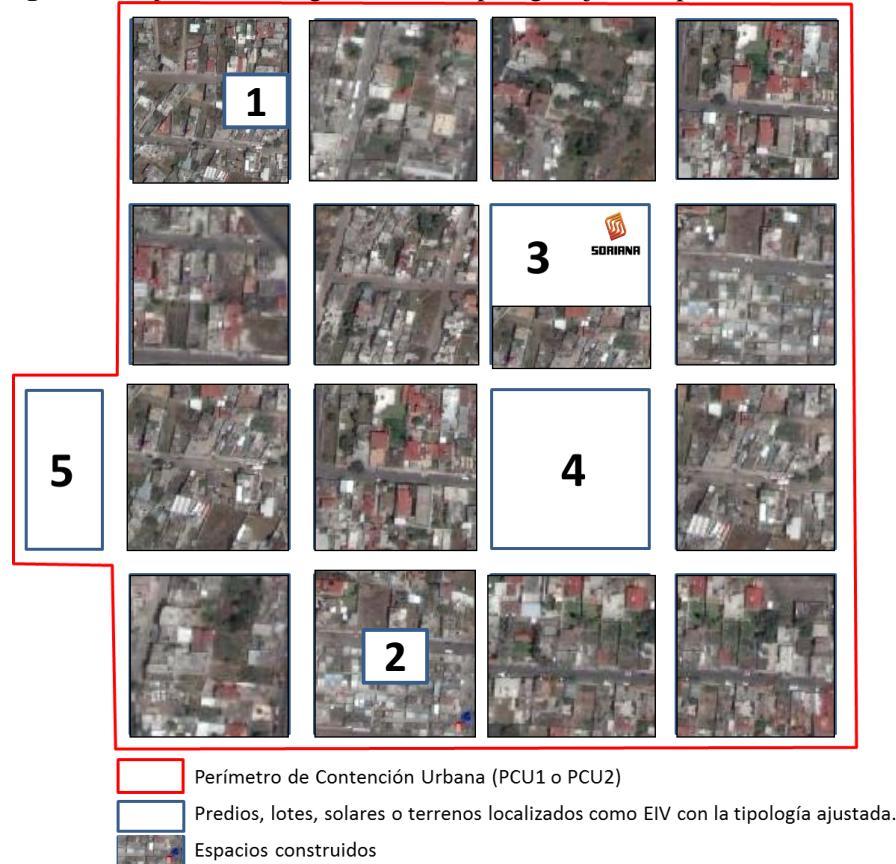
⁷ La discusión está abierta a la posibilidad de que este tipo de vacío urbano no sea utilizable; sin embargo, cabe la posibilidad de que la relocalización de actividades económicas o una iniciativa gubernamental, facilite gestionar otro uso de suelo, permute o expropiación; sin embargo, se acepta que las probabilidades son muy remotas, aunque el espacio sea altamente atractivo por sus amplias dimensiones.

Aunque la descripción tipológica está fundamentada en diversos autores referidos en el marco teórico, otros autores como Carbajal y Souto (2011), sugieren considerar vacíos indefinidos (obras inacabadas) y vacíos residuales (edificios abandonados); sin embargo, estas categorías no se contemplan en la presente metodología; también quedan fuera, construcciones deshabitadas o en desuso, porque no se realizó levantamiento directo para determinar si están habitados esos espacios.

5.- Representación esquemática en el espacio urbano.

En seguida se muestra el esquema gráfico que simula de traza urbana con 16 manzanas completas. En la representación se aprecian todos los tipos de SIV posibles, donde: 1.- Lotes baldíos; 2.- Corazones de manzana; 3.- Infraestructura de uso potencial; 4.- Intersticios; y, 5.- Intervalos.

Figura 2. Representación gráfica de la tipología ajustada para identificar SIV.



Fuente: Reelaboración propia a partir de tipología elaborada por Montalvo y Gutiérrez (2017) con resultados de prueba piloto en la ciudad de Puebla, 2017.

Durante el ajuste metodológico, también se realizaron algunas labores de mejora como:

- Codificar los espacios identificados tanto con nomenclatura oficial de INEGI.
- Considerar que para el año 2017, se publicó la actualización de los PCU originalmente expuestos en la versión 2015. Para la nueva versión 2017 del SUN, son 77 de las 384 ciudades que sufrieron modificación de los PCU asociados a las áreas de cobertura.
- Es necesario que la clasificación tipológica de los espacios a partir del “criterio dominante”, facilite analizar, comparar y robustecer las distintas tipologías y las características diferenciadoras. En la propuesta original, hubo confusión sobre al carácter privado-público, mezclado-rodeado de servicios, proyectado para uso habitacional y con pendiente mayor a 15 grados. Se analizaron los criterios, se fusionaron y agruparon nuevos perfiles.
- Con base en lo anterior, se incorporó a la tipología el perfil “corazones de manzana”, se fusionó el tipo “infraestructura de uso potencial”; y, el proyectado para uso habitacional se unió a “intervalos”.
- Se observó que algunos polígonos ya identificados como EIV, se muestran desfasados respecto de la imagen de satélite del terreno. En respuesta al usuario, se aclaró que no se debe a un trabajo diferenciado por la digitalización de los analistas; y tampoco, por diferencias de proyección cartográfica; sino que esto sucede, porque en algunas zonas se digitalizó con imágenes de fechas anteriores a 2017. El desfase es por la temporalidad de la imagen, por lo que en la tabla de atributos se agregó una columna con la fecha del recurso raster para corroborar posibles diferencias durante el levantamiento. De manera precisa una gran parte de la digitalización de la prueba piloto, se hizo con imagen de fecha 12/27/2016; y, el servidor de *Google Earth Pro* se actualizó con fecha 01/09/2017.

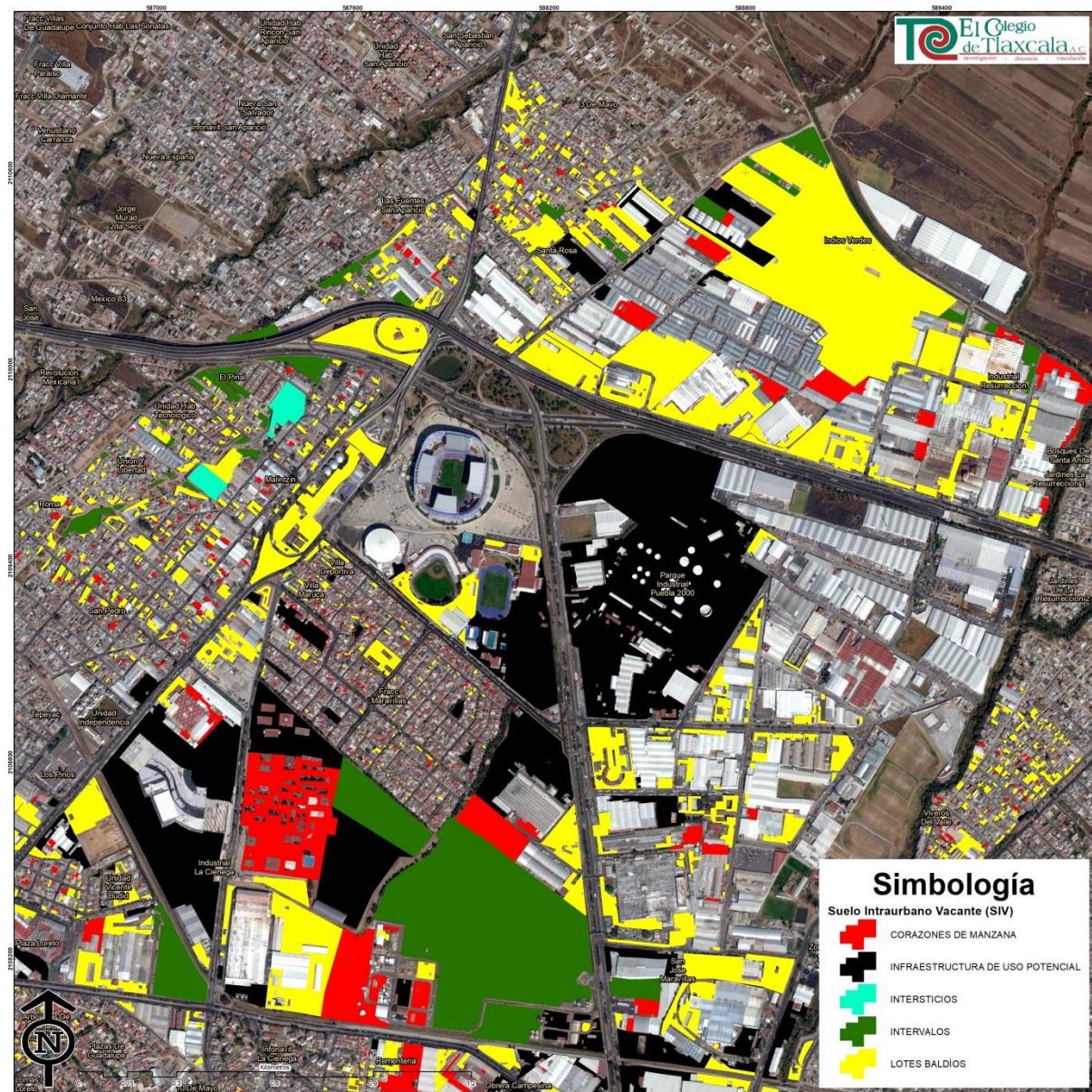
El vacío urbano de tipo “corazones de manzana”, se determinó a partir del umbral de esta categoría, que inició con la revisión de la normatividad; y, un documento central fue el Programa Nacional de Vivienda 2014-2018, donde se menciona en la página 6 que la "densidad media urbana, esto es, el grado en que se concentra espacialmente la población urbana pasó de 124 a 111.5 habitantes por hectárea", lo que significa que si se divide 10,000 metros cuadrados (una hectárea) entre 111.5 habitantes, el resultado es 89.68 metros por habitante. Si a la anterior consideración, se adiciona que el INEGI determinó en la Encuesta Intercensal 2015, que el

promedio de habitantes por vivienda es 3.7; y, el resultado se multiplica por 89.68 metros (que son los metros por habitante visto teóricamente como el principio básico de proxémica urbana), nos da como resultado que una vivienda tendría en promedio 331.8 metros cuadrados que redondeado nos da 332 metros. Esa cantidad sería nuestro umbral para el criterio de corazones de manzana, por ello a partir del límite inferior 333, debe identificarse el espacio vacante en esta condición tipológica.

6.- Barrido del espacio urbano

Con la potencial representación del espacio intraurbano vacante en la ciudad, es posible analizar su distribución. El censo o barrido se realiza de manera ordenada por cada manzana a partir del centro de la ciudad, es útil como referencia espacial; pero, además permite agregar otros datos de identificación y atributos asociados de interés al usuario del inventario del espacio vacante, con la finalidad de vincular características del contexto locacional. El barrido por manzana se realiza con la digitalización manual de polígonos en formato .kmz desde *Google Earth Pro*; y, seguida del barrido para localizar el vacío urbano, se realiza un geoprocreso de transformación de archivos .kmz en el programa *Global Mapper* versión 18 a formato .shp (*shapefile*). Una vez obtenido el archivo .shp se pueden realizar ejercicios de análisis espacial en el programa *Arc GIS* versión 10.4.

Mapa 2. Zona de digitalización con barrido en Ciudad de Puebla.



Fuente: Elaboración propia, junio 2017.

Los polígonos obtenidos de EIV resultado del barrido urbano, no son mera geometría, contienen atributos asociados dispuestos en su tabla de contenido en el archivo .dbf (*DataBase File*). En seguida se muestran las características:

Cuadro 1. Descriptores de la tabla de atributos del *shapefile* en prueba piloto.

| Nombre de columna | Descripción de la variable |
|------------------------|---|
| <i>Shape</i> | Formato en tipo <i>shapefile</i> (<i>polygon</i>). |
| <i>Name</i> | Código de control interno de elaboración |
| <i>Clave EIV</i> | Número codificado con Clave AGEB ⁸ + Número Consecutivo. |
| <i>Clave estado</i> | Clave de la entidad federativa donde se ubica el vacío urbano |
| <i>Clave municipio</i> | Clave municipal donde se ubica. |
| <i>Ciudad del SUN</i> | Nombre de la ciudad. |
| <i>PCU</i> | Perímetros de Contención Urbana (PCU1, PCU2 o PCU3). A petición del usuario (CONAVI) se estableció enfocarse a PCU1 y PCU2. |
| <i>Versión</i> | Versión de los PCU indicado por el usuario (versión 2015 o 2017). |
| <i>Fecha_img</i> | Fecha de referencia de los recursos raster (imágenes de satélite) utilizados como base para la fotointerpretación y fotoidentificación del vacío urbano, también llamado espacio subutilizado o en desuso. Se emplearon las imágenes más recientes (15 de enero de 2017); sin embargo, cuando la resolución espacial impidió el cumplimiento de los estándares para la digitalización, se emplearon imágenes inmediatas anteriores (junio de 2016). |
| <i>Sup_ha</i> | Superficie en hectáreas. Son determinantes para estimaciones de vivienda potencial en espacios amplios. |
| <i>Sup_m2</i> | Superficie en metros cuadrados como unidad de medida. Útil para estimar vivienda potencial en espacios reducidos. |
| <i>Tipo_EIV</i> | Tipo de Espacio Intraurbano Vacante conforme clasificación autorizada y validada por la CONAVI, puede asumir valores de 1 a 5 como se describe en la siguiente variable. |
| <i>Descriptor_EIV</i> | Descripción tipológica del SIV, EIV o VU donde: 1.- Lotes baldíos. 2.- Corazones de manzana. 3.- Infraestructura en uso potencial. 4.- Intersticios. 5.- Intervalos. |

Fuente: Elaboración propia con base en sugerencias del usuario, 2017.

El método de identificación del EIV consistió en definir las características, atributos, criterios y condiciones que deben tener los vacíos urbanos. Para digitalizar y homologar cada espacio conforme la tipología, se efectuó el siguiente procedimiento:

- Se inicia con la herramienta *Google Earth Pro*, que emplea imágenes de satélite proveídas directamente por servidores desde internet, los cuales están ligados a una base de datos geoespacial de la empresa *Digital Globe* y autorizadas por los Estados Unidos de América

⁸ AGEB significa Área Geoestadística Básica.

a través de la Agencia Central de Inteligencia, quien es la principal financiadora de la empresa desarrolladora de este *software Keyhole Inc.*

- Las imágenes son analizadas en primera instancia por los especialistas para determinar los espacios que serán considerados vacíos y que cumplan con los estándares para su digitalización conforme los criterios tipológicos.
- Para potenciales vacíos urbanos difíciles de interpretar y asociados a problemas de imágenes con baja resolución especial que impidan nivel de detalle suficiente para una correcta interpretación y digitalización, se emplea el *dron phantom versión 3 o 4 pro* para su supervisión aleatoria y validación de trabajos previos de clasificación no supervisada.
- Para aquellas imágenes que por la fecha de toma del satélite presenten nubosidad y/o distorsión en la imagen, se opta por emplear imágenes con fechas próximas para impedir error en la digitalización, aunque ello signifique un sacrificio temporal del recurso raster.
- Se delimitan correctamente las entidades (espacios vacíos) y la información digitalizada en el servidor de internet en formato .kmz, es transformada en otro *software*. Se emplea la herramienta *Global Mapper* versión 18 que asigna referencia espacial a los archivos nativos kmz. El procedimiento se basa en asignar el DATUM, el sistema de proyección WGS 84 en Universal Transversa de Mercator.
- Posteriormente se transforman las entidades de tipo poligonal, que contienen la información característica de los vacíos urbanos. Para esta labor, se utiliza el *software Arc Map* de *Arc GIS* 10.4 y el formato de salida es de tipo *shapefile* (.shp) que lleva una referencia espacial y la información asociada para análisis geoestadístico si fuera necesario.
- Se procede a la apertura de los archivos en el *software Arc Map*, donde las poligonales finales estarán en condiciones de recibir vínculos de información de bases de datos externas que juzgue conveniente el usuario de los resultados. Los archivos en formato *shapefile* en tipo de polígono con los atributos asociados a cada EIV georreferenciado dentro de los PCU1 y PCU2, será el producto esperado de la digitalización manual georreferenciada de los vacíos urbanos en el SUN de México.

7.- Clasificación georreferenciada.

Consistió en tipificar, clasificar y asignar valor numérico o descriptivo a cada variable asociada al polígono identificado como SIV en alguna de las cinco clases previamente definidas. Este procedimiento se realizó en la tabla de atributos del *shapefile* analizado en *software* de SIG (*Arc GIS* versión 10.4). La labor es realizada de manera minuciosa por el especialista que tiene claridad sobre las características que definen cada clase. Es el momento preciso para una validación previa del *shapefile*, antes de que sea considerado como producto o resultado final.

La georreferenciación se asigna desde *Global Mapper* versión 18; sin embargo, es en el *software Arc GIS*, donde se recalculan unidades de medida como área y perímetro de cada lote o predio en desuso. Es también en este último programa, donde se asignan otros atributos como claves oficiales de las entidades federativas, municipales, localización en PCU, ciudad del SUN, fecha de imagen de satélite u otros atributos o variables asignadas espacialmente a nivel de manzana, AGEB, localidad o municipio.

8.- Validación con Dron Phantom de espacios con difícil identificación.

La metodología continuó con misiones de vuelo con *Dron Phantom 3 o 4 Pro*. Los drones son dispositivos aéreos no tripulados que permiten hacer vuelos con la ventaja de obtener imágenes de alta resolución especial georreferenciada; y, el beneficio es la escala que es posible alcanzar con la programación de vuelos a cualquier altura, pero además no presentan la limitante temporal, porque se toman al momento y su procesamiento es automático para su análisis inmediato.

El empleo de la tecnología dron se justifica en la medida que las imágenes de alta resolución espacial empleadas para el barrido digital de los SIV, presentan algunos inconvenientes: primero, pueden existir como el caso del sur de la República Mexicana, que las imágenes no son de alta resolución; segundo, que existan imágenes con marcada nubosidad; y tercero, en algunos lugares, las imágenes más recientes del servidor de internet, datan de más de un año de rezago, lo que puede alterar los datos tratándose de ciudades con alto dinamismo en su proceso expansivo.

Las tres condiciones referidas, impiden una adecuada fotoidentificación, forointerpretación y digitalización, por lo que es conveniente el empleo del dron en dos momentos. El primero es crear vacíos urbanos semilla para que el dron al momento de identificarlos con claridad, sean la referencia precisa al resto de predios que presenten las mismas

características, de tal modo que el digitalizador asuma aquellos predios como pertenecientes a un grupo previamente tipificado conforme los resultados incuestionables obtenidos con el dron. El segundo momento para utilizar esta tecnología, obedece a la necesidad de resolver la limitante que presentan las imágenes de satélite con marcada nubosidad, que tienen el problema de la falta de claridad visual en algunos espacios de la ciudad durante la digitalización.

En la siguiente imagen, se puede ver la calidad obtenida de un Dron *Phantom 4 Pro* que facilitó la validación de la información digitalizada manualmente. El alcance del dispositivo aéreo es de hasta 7 kilómetros de cobertura radial y una altura potencial de 500 metros, con cámara fotográfica integrada de 20 megapíxeles.

Figura 3. Imagen tomada por *dron phantom 4 pro* para validación de vacíos urbanos.



Fuente: Galería propia con imagen de plan de vuelo para validación, 2017.

La validación para la prueba piloto se hizo en la segunda semana de junio de 2017. Se confirmó que las técnicas de fotointerpretación y fotoidentificación no fueron totalmente seguras para la digitalización completa. A pesar de la capacidad y experiencia del grupo digitalizador, se encontraron vacíos urbanos que presentaron duda para su tipificación, lo anterior ocurre sobre todo para los corazones de manzana y lotes baldíos debido a su menor tamaño.

Originalmente para validar la información digitalizada manualmente, se emplearon un par de drones (*phantom 3* y *phantom 4 pro*); el primero con un kilómetro de desplazamiento y

cámara fotográfica de 12 megapíxeles; mientras que el segundo, con una resolución de 20 megapíxeles pero con 7 kilómetros de radio en alcance. La misión de vuelo para la prueba piloto se definió para cuatro manzanas a una altura de 40 metros, se tomaron 9 imágenes con empalme de 30 por ciento para mosaico. Con la validación se resuelven dudas sobre posibles vacíos urbanos de manera incuestionable.

9.- Asignación de atributos asociados a polígonos de SIV.

La georreferenciación de las entidades territoriales específicas como los EIV, SIV o VU, una vez tipificados y localizados espacialmente, presentan una serie de características propias vinculadas a su entorno, pueden pertenecer a una jurisdicción, localidad, Área Goestadística Básica, tener acceso a servicios (luz, teléfono, internet, transporte); es decir, pueden caracterizarse de acuerdo con los atributos que definen su condición espacial. El vacío urbano puede estar ubicado en o cercano a zonas marginadas, industriales, comerciales, habitacionales o ejidales, también hay elementos vinculatorios de orden legal, cultural, arraigo, identitario, político, socioeconómico, entre otras cualidades que caracterizan su localización.

Por lo anterior, es posible asignar los atributos o características asociadas a cada vacío urbano conforme su intensidad, presencia o ausencia que los califica de acuerdo con la variable vinculada para su valoración espacial en la entidad georreferenciada. El *shapefile* resultante, presenta carácter receptivo y vinculatorio de datos, cualidades o valores de variables oficiales de Censos, Conteos u otros eventos con características descriptivas que pueden definir el perfil del espacio localizado.

10.- Análisis espacial de proximidad, concentración y distribución.

A través de los SIG, se pueden realizar con métodos y técnicas de análisis especial, una serie de procedimientos explícitos que forman parte de las funciones y capacidades de los SIG (Montalvo, 2010), tales como: cálculos geométricos para vivienda potencial, distancias, longitud, área, perímetro, proximidad, intersección. Asimismo, se pueden determinar funciones de vecindad, segmentación a partir de la cercanía y conectividad con otras entidades en el territorio.

Es posible realizar algunos procedimientos como análisis espacial de tendencias o patrones de distribución del vacío urbano. También se pueden determinar pautas o regularidades espaciales; es decir, localizar la reiteración de eventos en el territorio, cuyo comportamiento está

determinado por el contexto y los elementos comunes. Si lo anterior es posible y se tiene más información de calidad, se puedan construir modelos de simulación para hacer proyecciones espaciales de comportamiento futuro del fenómeno y su mayor o menor presencia en el territorio.

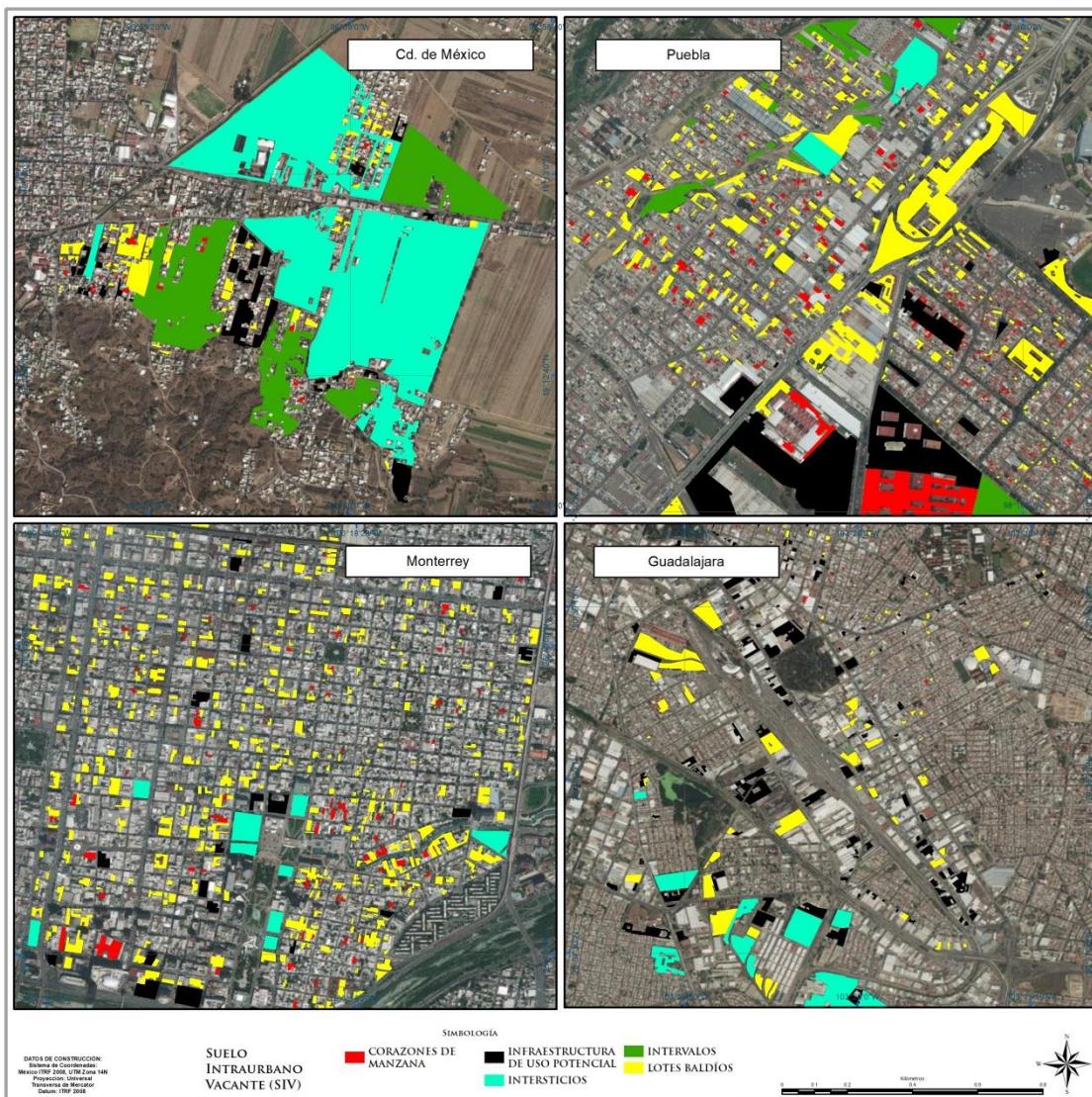
11.- Representación cartográfica.

Es uno de los productos finales que consiste en exponer los resultados de manera visual, simplificada y sintética del espacio analizado. La cartografía se presenta en formato de imagen y en función de la escala de trabajo, pueden ser mapas temáticos o pueden agregarse varios temas o variables para dar explicación al fenómeno en cuestión.

El diseño cartográfico se inicia con la preparación de la base de datos geográfica digital, en seguida se prepara el molde de representación y se continua con la exposición central del fenómeno o variable de interés; dicho fenómeno, puede presentarse de acuerdo con su localización (distribución y tamaño), intensidad (grado y color) o resalte visual (color y tamaño). El trabajo cartográfico de la presente metodología, se realizó en *software* de SIG y, para esta investigación, se empleó el programa *Arc GIS* versión 10.4.

Los vacíos urbanos resaltan por su distribución espacial y tamaño de la superficie identificada y representada cartográficamente. La distribución puede definir patrones de concentración o dispersión de cada polígono ubicado espacialmente; en cambio, el tamaño permite resaltar lugares diferenciados en función de contexto, densificación o políticas de uso y aprovechamiento del suelo.

Mapa 3. Representación del SIV en las grandes ciudades de México.



Fuente: Elaboración propia con resultados de la metodología aplicada, enero-junio, 2017.

En los mapas, se puede advertir la representatividad de las categorías; y, aunque únicamente son algunos lugares de las ciudades, se aprecia con claridad, por ejemplo, que en la Ciudad de México, destacan los intervalos e intersticios; mientras tanto, en Puebla se aprecian en mayor medida los corazones de manzana. En Monterrey, los lotes baldíos se aprecian concentrados; mientras que en Guadalajara, los lotes baldíos e intersticios se presentan de tamaño considerablemente mayor que en otras ciudades. En Puebla como en Monterrey, el suelo está más fraccionado y uniforme; es por ello, que se observan una gran cantidad de espacios vacíos categorizados con la tipología sugerida en esta metodología.

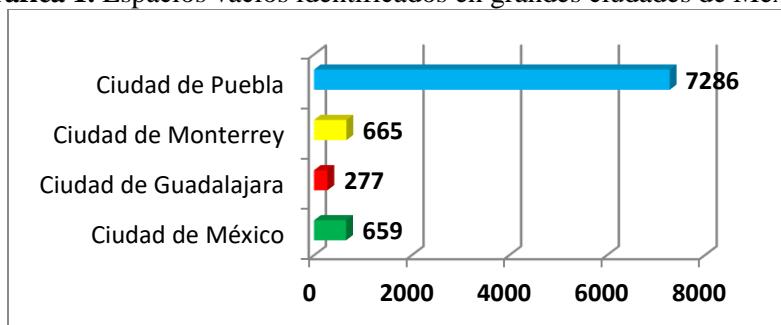
Algunos resultados

El resultado central de la investigación es el diseño metodológico; sin embargo, un producto relevante es la digitalización del suelo o espacio intraurbano vacante, mismo que se inició en la Ciudad de Puebla con la prueba piloto y posteriormente concluida ya con la validación y ajustes, la metodología inició su réplica con los trabajos formales en las Ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, donde los primeros resultados se muestran a continuación.

El barrido se hizo en algunas zonas de las principales ciudades del país: Puebla, Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara. Se encontró una conclusión interesante: el 55% de los predios corresponden al tipo 1 de lotes baldíos.

Se localizaron 8,887 vacíos urbanos en las cuatro ciudades como se muestra en la siguiente gráfica. La digitalización se realizó a partir del centro de ciudad; y, aunque la Ciudad de Puebla ya está muy avanzada, el resto de ciudades está en proceso; sin embargo, nos permite hacer algunas inferencias comparativas de alto valor investigativo.

Gráfica 1. Espacios vacíos identificados en grandes ciudades de México.



Fuente: Elaboración propia con resultados de la digitalización del SIV, 2017.

La distribución del EIV conforme la tipología⁹ para el conjunto de las cuatro grandes ciudades de México, colocó a los lotes baldíos con el más alto porcentaje con 55% del total de polígonos identificados. En la ciudad de Monterrey la cantidad de lotes baldíos es mayor con el 77%, Guadalajara presenta el menor porcentaje con el 31% y Ciudad de México con el 42%. Una

⁹ Se identificaron las cinco categorías de vacíos urbanos conforme la tipología aquí sugerida y con base en Montalvo y Gutiérrez (2017): “*lotes baldíos*” definidos como lotes urbanos con salida a calle. También se ubicaron “*corazones de manzana*” que son lotes al interior de una cuadra, pero encerrados o rodeados de construcciones. Asimismo, se localizaron aquellos de “*uso potencial*” que son espacios subutilizados como patios o estacionamientos. Por otro lado, se identificaron los llamados “*intersticios*” que son manzanas enteras rodeadas de urbanización; y finalmente, también se ubicó el tipo de EIV de “*intervalos*”, entendidos como terrenos periféricos a la ciudad donde más del 50% de su perímetro no colinda con espacio urbano y presentan una amplia dimensión de superficie.

conclusión adelantada es que la Ciudad de Puebla, presenta el mismo 55% que el promedio de las cuatro ciudades; es decir, hay un comportamiento estable en esas cifras.

Asimismo, los resultados no consideran cantidad de vacíos urbanos por área de cobertura total y tampoco el porcentaje del área del SIV por superficie total del espacio urbano; sin embargo, las cifras revelan que hay una tendencia que coloca al espacio latente en el centro de la discusión para explicar la posible especulación inmobiliaria en México vista desde el entorno intraurbano.

No obstante lo anterior, son los espacios considerados como infraestructura en uso potencial los que alcanzan la mayor cantidad de área cubierta con el 38.8%, en seguida están los lotes baldíos con el 18.2%. Por otro lado, el promedio más bajo en superficie son los corazones de manzana con 197.3 metros.

Tabla 1. Distribución tipológica de los EVI, SIV o VU en las grandes ciudades de México.

| Tipo | Nombre tipo | Cantidad | Metros cuadrados | Media | Desviación estandar |
|-------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------|----------------------------|
| 1 | Lotes baldíos | 4869 | 3141920.28 | 645.29 | 4020.88 |
| 2 | Corazón de manzana | 3257 | 642459.94 | 197.26 | 1631.02 |
| 3 | Infraestructura en uso potencial | 559 | 4328139.76 | 7742.65 | 30821.39 |
| 4 | Intersticios | 40 | 1245134.82 | 31128.37 | 45105.79 |
| 5 | Intervalos | 160 | 1793375.62 | 11208.59 | 37255.9 |

Fuente: Elaboración propia, con datos de digitalización, 2017.

Estos primeros resultados, permiten concluir que no sólo los lotes baldíos son objeto de potencial especulación; sino también los intersticios, que por definición tipológica son más propensos porque su naturaleza guarda esa cualidad; incluso, los propios corazones de manzana quedan en espera para ser adquiridos para usos alternos por los dueños de los frentes de calle en la manzana, lo cual es interesante para un estudio con perfil de reúso durante los procesos de rearticulación o recomposición interna de la trama urbana, con una dinámica resultado de fusiones y lotificaciones de predios.

Discusión o Conclusiones

El Gobierno federal a través de la CONAVI, promueve el modelo de ciudad compacta como alternativa a los acelerados procesos de urbanización en las ciudades que integran el SUN en

México. Sin embargo, para direccionar una política con este propósito, es fundamental tener un inventario de suelo intraurbano vacante que permita estimar si la demanda de vivienda es potencialmente cubierta con el espacio disponible.

Hay una diversidad de nombres para llamar al suelo intraurbano vacante, pero todos coinciden en que son espacios urbanos vacíos carentes de uso e identidad, cuyas dimensiones son variables y su localización es también diferenciada, en función de la cercanía principalmente a servicios públicos, equipamiento e infraestructura.

La metodología que se propone, parte de la definición tipológica de cinco categorías, todas en calidad de reserva por sus propietarios que se presenta principalmente en lotes baldíos con frente a calle. Asimismo, se aprecia el mismo fenómeno en mayor escala en los intersticios, que permanecen por largo tiempo sin ocupar, hasta que están rodeados por servicios, equipamiento e infraestructura completamente a su disposición, con lo que alcanzan altos precios en el mercado de suelo. Para futuros trabajos con esta orientación, será conveniente retomar los trabajos con enfoque regional visto desde la teoría de la renta y valor del suelo de los clásicos Von Thünen, August Lösch y Walter Isard, quienes defienden la teoría económica espacial, que es fundamental para explicar la relevancia de los vacíos urbanos en el mercado inmobiliario, así como su papel en la dinámica económica, composición y restructuración de las ciudades.

Para lograr la identificación del SIV, se consideraron cuatro fases que se formaron a partir de 11 etapas o momentos. El método que se emplea para tal propósito es de corte geográfico, se usan dos herramientas geoespaciales: los Sistemas de Información Geográfica y la Percepción Remota. Los momentos cruciales de la metodología son: la fotointerpretación de las imágenes de satélite, la digitalización manual y la clasificación categórica a partir de la tipología sugerida.

Se digitalizaron 8,887 predios identificados; donde, el 55% son lotes baldíos. Son los intersticios, los que en promedio tienen la extensión más amplia en metros cuadrados; y, al estar rodeados del tejido urbano, representan espacios con alto potencial no solo para vivienda como aspiración legítima que contribuye a la construcción de una ciudad compacta; sino además, se confecciona un espacio urbano en armonía y con mejor calidad de vida para sus habitantes, en la medida que haya un mayor aprovechamiento y administración del suelo urbano que frene o limite el crecimiento desordenado de las grandes ciudades.

El propósito de identificar los vacíos urbanos en las ciudades tiene dos funciones principales: primero, analizar la pertinencia de orientar la idea de una ciudad compacta que

aproveche cada espacio para vivienda; y segundo, en caso de que los vacíos urbanos por su tamaño o ubicación contextual no faciliten la producción de espacio habitable, pueden servir para ofrecer servicios públicos complementarios a los habitantes y convertirse en espacios comunes o públicos para estimular la armonía y cohesión del tejido social en la ciudad.

Finalmente, el trabajo es sugerente de directrices jurídicas en materia de desarrollo urbano; ordenación del territorio y particularmente para facilitar el planeamiento de asentamientos humanos; ya que, desde su fundación, expansión y ocupación de propiedades y bienes inmuebles, los usos y destinos no son compatibles con la demanda potencial de espacio disponible, lo que provoca la aparición de vacíos no contemplados durante los procesos de gestión y administración del suelo. El estudio sienta las bases para prever zonas de reserva suficiente de espacio habitable; pero también, para tener un claridad sobre el futuro de las ciudades.

Agradecimientos

Especial agradecimiento al Fondo Sectorial constituido por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) instituciones que hicieron posible la presente investigación en El Colegio de Tlaxcala A. C. La mención institucional tiene nombres: Maestra Margarita Irene Calleja y Quevedo, Biólogo Tiberio Barreto Tlapala; y, al Doctor Alejandro Morales Hernández por su invaluable colaboración.

Referencias

- Araque, J. (2011). Ciudad-sutura: operaciones sobre el vacío urbano. Caso de estudio: sector oeste de la ciudad de Barquisimeto, Venezuela. Barquisimeto, Venezuela.
- Carbajal, V., Servetti, D. y Souto, M. (2011). Reciclando vacíos urbanos. Facultad de arquitectura, Universidad de la República de Uruguay, Montevideo.
- Cavalieri, M., Gerscovich, A. y Wainstein-Krasuk, O. (2010). Gestión Social de vacíos urbanos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Un caso de estudio. Pampa: Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales, (6), 59-88. <http://doi.org/www.dx.doi.org/10.14409/pampa.v1i6.3177>.
- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). 2017. Perímetros de Contención Urbana (PCU), México, en <http://www.conavi.gob.mx:8080/oferta/mapa.aspx>.

- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). 2015. Perímetros de Contención Urbana (PCU), México, en <http://www.conavi.gob.mx>.
- De Araujo Larangeira, A. (2004). Tierra vacante en las ciudades de América Latina: desafíos y oportunidades. En Lincoln Institute of Land Policy (Ed.), Seminario Internacional sobre Tierra Vacante: Nuevos Desafíos y Oportunidades (págs. 1-40). Recuperado a partir de https://www.lincolninst.edu/pubs/dl/995_Tierra_Vacante_PF010.pdf.
- Freire Trigo, S. (2011). Los vacíos urbanos. Causas de su existencia en el suelo urbano de la primera periferia de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Godoy, S. M. (2006). Reflexiones para el aprovechamiento de los vacíos urbanos en localidades del área metropolitana de gran resistencia. Caso Barranqueras. En Universidad Nacional del Nordeste (Ed.), Jornadas de investigación 2006 (págs. 2-4). Secretaría de Investigación y Posgrado.
- Guerra Saldías, L. C. (2009). Evaluación ambiental de la tierra vacante del área metropolitana del Gran Santiago y su relación con los grupos socioeconómicos de la población y el valor del suelo. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Montalvo Vargas, R. y Gutiérrez Carreón, Mayela M. (2017). Vacíos urbanos para vivienda en la ciudad de Puebla, México, en Vivienda y Comunidades Sustentables, Universidad de Guadalajara, Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables – CONACYT, Año 1, Núm. 2 (págs. 44-69). México.
- Montalvo Vargas, R. (2010). Funciones y capacidades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). CONACyT-El Colegio de Tlaxcala A. C., México.
- Németh, J. y Langhorst, J. (2014). *Rethinking urban transformation: Temporary uses for vacant land. Cities*, 40, 143-150. <http://doi.org/10.1016/j.cities.2013.04.007>.
- Programa Nacional de Vivienda 2014-2018. Gobierno de la República. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), México, en www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342865&fecha=30/04/2014.
- Solá-Morales, I. (2009). Colección de compendios de arquitectura contemporánea, Ed. Gustavo Gili, Sl, Barcelona, España.