

Patrones espaciotemporales y fuerzas impulsoras de la urbanización en Playa del Carmen, Quintana Roo, México (2004-2015)

Spatiotemporal patterns and driving forces of urbanization in Playa del Carmen, Quintana Roo, Mexico (2004-2015)

Carlos Francisco Ochoa-Jiménez¹ , José Manuel Camacho Sanabria² ,
Rosalía Chávez Alvarado³  y María Estela Orozco Hernández⁴ 

RESUMEN

La urbanización es un proceso de transformación del espacio geográfico que ha moldeado muchos territorios, siendo una de estos la joven ciudad de Playa del Carmen ubicada en el Caribe Mexicano. Por ello, la presente investigación realizó el análisis de los patrones espaciotemporales y las fuerzas impulsoras que han determinado la urbanización de la ciudad durante el periodo 2004-2015. Se realizó un análisis de contenido y se calcularon indicadores de cambio a través de una matriz de tabulación cruzada obtenida de mapas de cobertura y uso de suelo diseñados a partir de insumos cartográficos. Los resultados muestran mayores crecimientos superficiales en las categorías Habitacional (145,1%) y Vial (75%), y mayores pérdidas en la Vegetación natural (29,6%). Por lo anterior, se identificó cuantitativamente a la construcción de infraestructura Habitacional y Vial como las principales causas impulsoras de la urbanización, también, mediante el análisis de contenido se conocieron los principales factores que impulsaron este proceso de cambio (ambientales, económicos, demográficos y político-institucional). Se concluye que el rápido crecimiento urbano se ha derivado, indirectamente, de la industria del turismo masivo, siendo así necesario el diseño e implementación de adecuadas estrategias y políticas públicas para un adecuado desarrollo urbano de este territorio.

Palabras clave: Causas impulsoras; factores impulsores; método de interpretación interdependiente; matriz de tabulación cruzada; indicadores de cambio.

¹ Doctor en Geografía. División de Ciencias, Ingeniería y Tecnología. Unidad Académica Zona Sur. Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México. Correo electrónico: k_lo_5@hotmail.com

² División de Ciencias, Ingeniería y Tecnología. Unidad Académica Zona Sur. Conahcyt-Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México. Correo electrónico: jmanuelcs@live.com.mx

³ División de Ciencias, Ingeniería y Tecnología. Unidad Académica Zona Sur. Conahcyt-Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México. Correo electrónico: rosaliadf@gmail.com

⁴ Facultad de Planeación Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México, México. Correo electrónico: eorozcoh61@hotmail.com

ABSTRACT

Urbanization is a process of transformation of the geographical space that has shaped many territories, one of these being the young city of Playa del Carmen located in the Mexican Caribbean. Therefore, this research carried out the analysis of the spatiotemporal patterns and the driving forces that have determined the urbanization of the city during the period 2004-2015. A content analysis was carried out and indicators of change were calculated through a cross-tabulation matrix obtained from coverage and land use maps designed from cartographic inputs. The results show highest surface growth in the Housing (145,1%) and Road (75%) categories, and highest losses in the Natural vegetation (29,6%). Therefore, the construction of Housing and Road infrastructure was quantitatively identified as the main driving causes of urbanization, also, through content analysis, then main factors driving this process of change were known (environmental, economic, demographic and political-institutional). It is concluded that rapid urban growth has been derived, indirectly, from the mass tourism industry, thus making it necessary to design and implement adequate strategies and public policies for an appropriate urban development of this territory.

Keywords: Driving causes; driving factors; interdependent interpretation method; cross-tab matrix; indicators of change.

En las últimas décadas, las actividades antropogénicas han transformado el medio físico en diferentes partes del mundo de manera acelerada, siendo una de estas la urbanización. Este es un proceso de transformación física del espacio geográfico que ocurre debido al desarrollo y crecimiento de las ciudades y zonas rurales, la cual es impulsada por las actividades económicas que convierten a estas áreas en núcleos urbanos considerados como centros económicos. Además, estos territorios tienen sus propias características en lo relacionado a su infraestructura y equipamiento urbano, así como sus propios hábitos y modos de vida de sus habitantes (Lois *et al.*, 2012; López, 2015; Palafox *et al.*, 2015; Ochoa *et al.*, 2020).

Este proceso territorial y socioeconómico, aunque es el motor de la innovación y otorga cierto grado de prosperidad en la sociedad, también trae consecuencias como el crecimiento irregular de sus espacios, cambios de coberturas y usos de suelo, aumento descontrolado de la población, alteraciones en la estructura sociocultural, contaminación ambiental, entre otros, los cuales se derivan de la falta de organización y planeación para afrontar los cambios multidimensionales asociados a este proceso de cambio (Merlotto *et al.*, 2012; Fang *et al.*, 2016; ONU-Hábitat, 2016; Alva & Martínez, 2018).

Derivado del acelerado crecimiento urbano que están experimentando diversas ciudades a nivel internacional, aunado a los efectos de dicho crecimiento, se han realizado diversos estudios, en su mayoría bajo el enfoque cuantitativo, para analizar la dinámica del espacio geográfico e identificar los actores relacionados con este proceso de cambio, así como sus posibles consecuencias (Rahimi, 2016; Tochihiuti *et al.*, 2016; Vargas & Julián, 2016; Dávila-Rodríguez *et al.*, 2017; Lal *et al.*, 2017; Mohammadian *et al.*, 2017; Pal y Ziaul, 2017; Escandón *et al.*, 2018; Nath *et al.*, 2018; Del Cid, 2019; Mari *et al.*, 2019; Guo *et al.*, 2019).

Una de las ciudades costeras de México con acelerado crecimiento urbano es Playa del Carmen, la cual presentó una tasa de cambio anual de 11,6% durante el periodo de 1985 a 2015 a través de la transición de vegetación natural, en su mayoría selva, a uso de suelo urbano, esto derivado del aumento en los usos de suelo habitacional y de equipamiento urbano sobre la co-

bertura selvática. Lo anterior se atribuye al crecimiento demográfico ocasionado por la oferta de empleo que demandan los servicios turísticos de la ciudad, mismo que se ha posicionado como la segunda tasa de crecimiento medio anual a nivel nacional con 4,35% calculada durante el periodo 2010-2018 (CONAPO, 2018; Ochoa *et al.*, 2020).

Por otro lado, es importante mencionar que la urbanización, además de involucrar patrones espaciotemporales, también experimenta cambios multidimensionales dentro del sistema urbano, los cuales son necesarios conocer para encaminar su crecimiento hacia un adecuado desarrollo urbano. Es por ello que investigadores como Weaver (1948), Santos (1992), Morin (2002), Buzai (2014; 2015), Edin (2014), López (2014) y Felix & Castañón-Puga (2019) han propuesto el estudio de los espacios urbanos desde el enfoque de los sistemas complejos o complejidad, puesto que este proceso involucra un número considerable de fuerzas (causas y factores) impulsores de la urbanización que se encuentran relacionados e interrelacionados entre sí en uno o varios sistemas (Geist & Lambin, 2001). Además, señalan que estos espacios deben ser estudiados interdisciplinariamente desde ambos enfoques de la investigación.

Las fuerzas impulsoras que ocasionan los cambios geográficos son un conjunto complejo de acciones, factores y fundamentos involucrados, los cuales se desglosan como causas y factores impulsores. Las primeras, también conocidas como causas próximas o inmediatas, son aquellas actividades antrópicas que afectan directamente al medio ambiente y son fuente de cambios inmediatos puntuales a nivel local, estos están compuestos por actividades específicas. Por su parte, los factores impulsores, también conocidos como causas subyacentes o procesos sociales, se consideran fuerzas que sustentan las causas inmediatas, las cuales pueden verse como un complejo de factores ambientales, demográficos, económicos, tecnológicos, político-institucional y/o socioculturales que a su vez están fundamentados por actividades humanas específicas que tienen sus efectos a nivel local, regional y/o global (Ojima *et al.*, 1994; Geist & Lambin, 2001; Delgado *et al.*, 2017; Ellis *et al.*, 2017).

Por lo anterior, recientemente se han estudiado los cambios en los patrones espaciotemporales de las zonas urbanas junto con sus causas y factores impulsores bajo los dos enfoques de la investigación (Fan *et al.*, 2016; Fang *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2016; Liu *et al.*, 2017; Buzai, 2018; Sedevich *et al.*, 2019; Shi *et al.*, 2019; Wu *et al.*, 2019; Cai & Fangyuan, 2020; Shi *et al.*, 2020; Jiao *et al.*, 2021). Es por ello que, con base en lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo analizar los patrones espaciotemporales de la urbanización de la ciudad de Playa del Carmen, Quintana Roo, México, así como las causas y factores impulsores de la urbanización de la ciudad durante el periodo 2004-2015.

Materiales y métodos

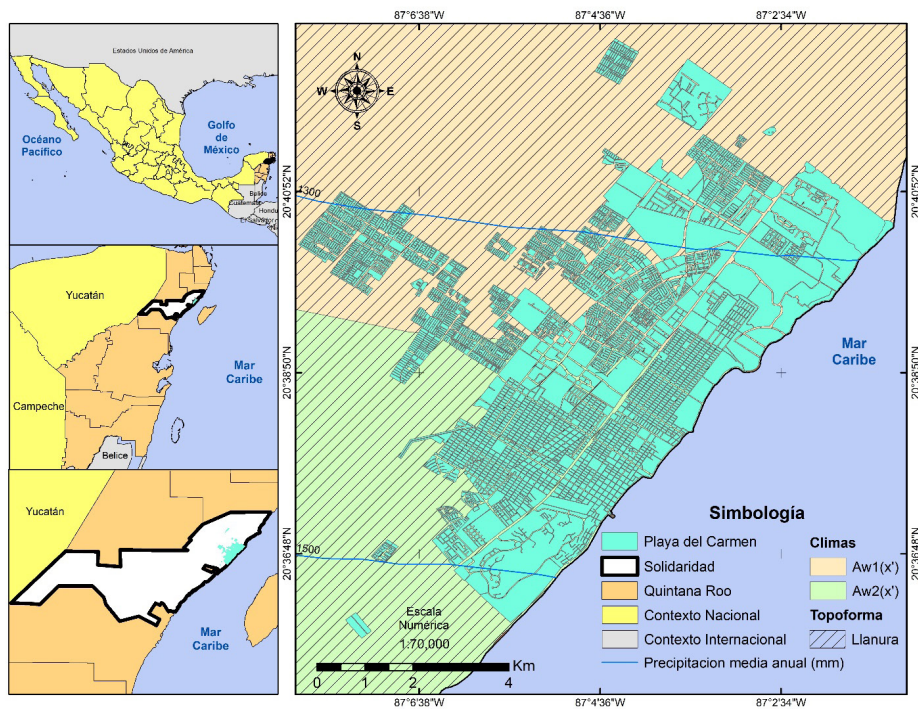
Área de estudio

Playa del Carmen es una ciudad costera del Caribe ubicada al sureste de México en el municipio de Solidaridad dentro del estado de Quintana Roo, se encuentra entre las ciudades turísticas de Cancún, Cozumel y Tulum en la región hidrográfica Península de Yucatán. Este territorio presenta una temperatura media anual de 26 °C, una condición climática cálida subhúmeda media

(Aw1(x')) y alta (Ax2(x')) con lluvias en verano con un rango de precipitación media anual de entre 1.300 y 1.500 mm (García, 2004; Herrera-Sansores, 2011). Además, esta ciudad se desarrolla sobre una llanura formada por rocas cársticas donde predominan vegetación de selva mediana subperennifolia, manglares y vegetación de duna costera (Tello-Taracena & Castellanos-Martínez, 2011) (Figura N°1). Estas características proporcionan las condiciones favorables para el desarrollo de actividades turísticas de sol y playa en este territorio.

Figura N°1.

Ubicación geográfica de Playa del Carmen en el contexto internacional, nacional y estatal.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

Metodología

Para analizar los patrones espaciotemporales de la urbanización, así como las causas y factores impulsores de este proceso de cambio de la ciudad de Playa del Carmen se utilizaron los dos enfoques de la investigación mediante dos etapas, por un lado, un análisis cuantitativo mediante insumos cartográficos, y por el otro, un análisis cualitativo utilizando una revisión y análisis de contenido.

La primera etapa metodológica consistió en realizar un análisis cartográfico, el cual permitió observar y cuantificar el proceso de transformación territorial que experimentó la ciudad de Playa del Carmen durante el periodo de estudio, esto se logró por medio de mapas de cobertura y uso del suelo (CUS) elaborados a partir de una ortofoto digital escala 1:20.000 con resolución de 1,5 metros del año 2004 y una imagen satelital WorldView-3 escala multispectral de resolución 1,24

metros del año 2015, los cuales fueron corregidos geoméricamente. Dichos mapas fueron producto de la identificación y digitalización de las categorías o variables de análisis (Cuadro N°1), las cuales se validaron por medio de trabajo de campo. Los mapas se digitalizaron siguiendo el procedimiento del método de interpretación interdependiente (FAO, 1996) a una escala de análisis de 1:2.000 con un área mínima cartográfica de 64 m² mediante el software ArcGIS versión 10.5. La disponibilidad y la resolución espacial de los insumos cartográficos fueron los criterios de selección que determinaron la dimensión temporal de este estudio, considerando como área límite el polígono de la imagen satelital del año 2015.

Cuadro N°1.

Descripción de las categorías de análisis.

| Cobertura/Usos del suelo | Definición |
|---------------------------------|--|
| Habitacional | Infraestructura habitacional. Superficie construida básicamente para vivienda, tales como casas particulares, vecindades, departamentos y fraccionamientos. |
| Comercial | Infraestructura comercial. Conjunto de inmuebles, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población comercios urbanos (centros comerciales, restaurantes, comercios locales, mercado de alimentos, entre otros). |
| Turístico | Infraestructura turística. Conjunto de inmuebles y construcciones hoteleras destinadas al turismo masivo de sol y playa (hoteles y complejos hoteleros). |
| Equipamiento urbano | Conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades sociales, culturales, deportivas y educativas (dependencias gubernamentales e instalaciones de apoyo a la ciudadanía, estadios, áreas deportivas, escuelas, hospitales, iglesias, infraestructura de saneamiento y bombeo de agua residual y potable, aeropuertos, centrales camioneras, entre otros). |
| Vial | Infraestructura vial. Vías de comunicación pavimentadas y de terracería. |
| Vegetación natural | Conglomeración de árboles donde predomina la vegetación de selva mediana subperennifolia, vegetación de manglar, dunas costeras y vegetación en crecimiento previo a su remoción. |
| Áreas sin vegetación | Áreas desprovistas de cobertura vegetal que, posiblemente, fue removida por las actividades antrópicas. |
| Áreas verdes | Áreas ajardinadas utilizadas para actividades recreativas. |
| Cuerpos de agua artificiales | Masas de agua artificial creadas con fines paisajísticos dentro de hoteles y complejos hoteleros. |

Fuente: Elaboración propia con base en Ochoa *et al.*, 2020.

Los mapas de CUS se emplearon para evaluar los cambios de CUS por medio de una matriz de cambio, conocidas también como matriz de transición o de tabulación cruzada (Pontius *et al.*, 2004) correspondiente al periodo 2004-2015, la cual resultó de cruzar los mapas de uso de suelo con sus categorías de análisis de las diferentes fechas, permitiendo cuantificar su transformación (Ochoa *et al.*, 2020). Las filas de dicha matriz representan las categorías de la fecha 1 (f1) y las columnas las categorías correspondientes a la fecha 2 (f2), mientras que la diagonal representa el área conservada o persistencia (P) de cada una de las categorías durante el periodo de estudio (Cuadro N°2).

Cuadro N°2.

Representación de la matriz de tabulación cruzada.

| | | FECHA 2 (f2) | | | TOTAL f1 |
|-----------------|-------------|--|--|--|---------------------------------|
| | | Categoría 1 | Categoría 2 | Categoría n | |
| FECHA 1 (f1) | Categoría 1 | P_{11} Categoría 1 (f1) Categoría 1 (f2) | Categoría 1 (f1) Categoría 2 (f2) | Categoría 1 (f1) Categoría n (f2) | Total Categoría 1 (TC1) (f1) |
| | Categoría 2 | Categoría 2 (f1) Categoría 1 (f2) | P_{22} Categoría 2 (f1) Categoría 2 (f2) | Categoría 2 (f1) Categoría n (f2) | Total Categoría 2 (TC2) (f1) |
| | Categoría n | Categoría n (f1) Categoría 1 (f2) | P_{n2} Categoría n (f1) Categoría 2 (f2) | P_{nn} Categoría n (f1) Categoría n (f2) | Total Categoría n (TCn) (f1) |
| TOTAL f2 | | Total Categoría 1 (TC1) (f2) | Total Categoría 2 (TC2) (f2) | Total Categoría n (TCn) (f2) | SUMA DE TOTALES |

Fuente: Elaboración propia con base en Pontius *et al.*, (2004).

Con la información de la matriz de cambios se calcularon las ganancias (Gan), las pérdidas (Per), el intercambio (Inter) y el cambio total (Ct), considerando las fórmulas establecidas por Pontius *et al.* (2004), las cuales se describen en el Cuadro N°3. Esto con la finalidad de cuantificar las transiciones que las categorías de estudio experimentaron durante el periodo de estudio.

Cuadro N°3.

Fórmulas para calcular las ganancias, pérdidas, intercambios y el cambio total

| | | | |
|---|--|---|---|
| $Gan = TCn (f2) - Pnn$ | $Per = TCn (f1) - Pnn$ | $Inter = 2 * MIN(Gan o Per)$ | $Ct = Gan + Per$ |
| La ganancia (Gan) es la diferencia entre el total de la fecha 2 de cada categoría (Total Categoría n (TCn) (f2)) y la persistencia (Pnn). | La pérdida (Per) es la diferencia entre el total de la fecha 1 de cada categoría (Total Categoría n (TCn) (f1)) y la persistencia (Pnn). | El intercambio es el doble (2*) del valor mínimo (MIN) de las ganancias (Gan) o las pérdidas (Per). | El cambio total es la suma de las ganancias (Gan) y las pérdidas (Per). |

Fuente: Pontius *et al.* (2004)

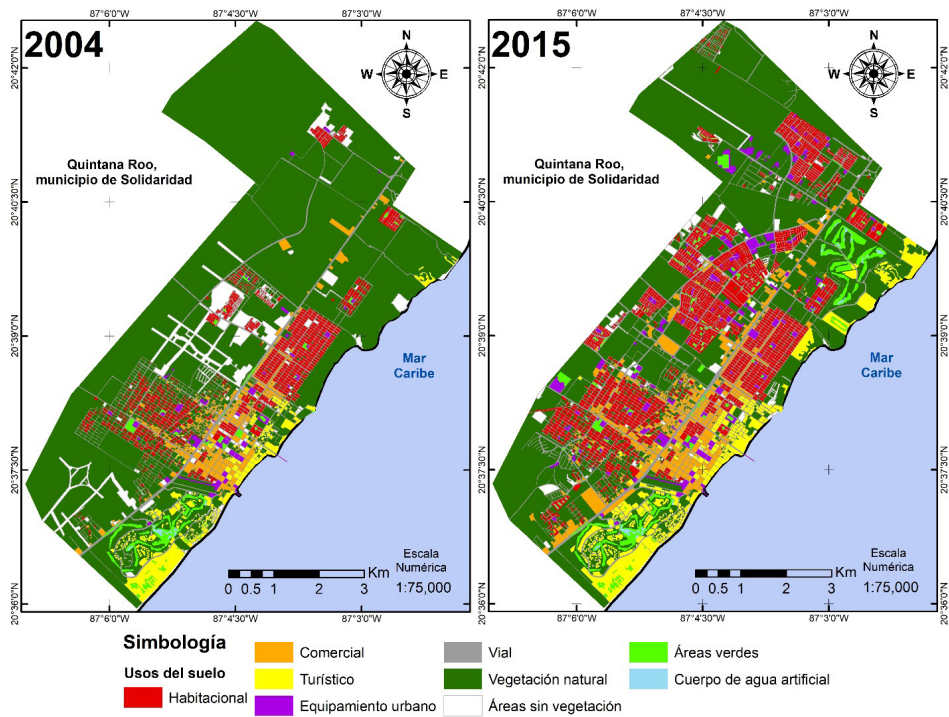
Para la segunda etapa metodológica se realizó una revisión y análisis de contenido bibliográfico por medio de documentos oficiales, libros, reportes de investigación, artículos científicos e históricos, instrumentos de planeación urbana, proyectos turísticos, entre otros, cuya difusión fuese pública y proporcionara información de referencia, experiencias y/o situaciones relevantes con la finalidad de conocer los antecedentes históricos de la ciudad de estudio e identificar las causas y factores que han impulsado el proceso de urbanización.

Resultados

Mapas de CUS

Se obtuvieron dos mapas de CUS de la ciudad de Playa del Carmen de los años 2004 y 2015 (Figura N°2). Los usos de suelo corresponden a las categorías: Habitacional, Comercial, Turístico, Equipamiento urbano, Vial, Vegetación natural, Áreas sin vegetación, Áreas verdes y Cuerpos de agua artificial.

Figura N°2.
Mapas de CUS de Playa del Carmen.



Fuente: Elaboración propia con base en Ortofoto digital (2004) e imagen WorldView-3 (2015).

Estas CUS se encuentran estrechamente relacionadas con las causas impulsoras que han contribuido al desarrollo urbano de la ciudad de Playa del Carmen, estas son (Cuadro N°4):

Cuadro N°4.

Causas impulsoras de la urbanización de Playa del Carmen.

| Causas próximas impulsoras | | |
|-------------------------------------|--|---|
| Infraestructura habitacional | Asentamientos urbanos regulares | Viviendas establecidas dentro del área urbanizable. |
| | Asentamientos urbanos irregulares | Viviendas establecidas fuera del área urbanizable |
| Infraestructura comercial | Infraestructura pública | Mercado de alimentos, comercios locales, restaurantes, entre otros. |
| | Infraestructura privada | Mercado de alimentos, centros comerciales, restaurantes, comercios locales, entre otros. |
| Infraestructura turística | Infraestructura de empresas turísticas | Hoteles y complejos turísticos. |
| Equipamiento urbano | Servicios públicos | Escuelas, hospitales, áreas deportivas, instalaciones de agua y saneamiento, centrales camioneras, entre otros. |
| Infraestructura vial | Vías de comunicación | Calles pavimentadas y de terracería. |

Fuente: Elaboración propia con base en Geist & Lambin (2001).

Evaluación de los cambios de CUS

La matriz de cambios de los mapas de CUS del periodo 2004-2015 indica que las categorías Habitacional y Vial registraron los mayores incrementos superficiales con 448,1 y 325,2 hectáreas (ha) respectivamente. La primera las obtuvo por la adición superficial de otras categorías, es decir, 0,2 ha de Comercial, 0,1 ha de Equipamiento urbano, 0,5 ha de Vial, 401,2 ha de Vegetación natural y 58,8 ha de Áreas sin vegetación, pasando así de 308,9 ha a 757 ha en 11 años. La categoría Vial pasó de 433,6 a 758,8 ha, de las cuales 0,1 ha correspondían a Habitacional, 1 ha a Comercial, 0,1 ha a Equipamiento urbano, 275,6 ha a Vegetación natural, 61,9 ha a Áreas sin vegetación y 1,7 ha a Áreas verdes (Cuadro N°5).

Por otro lado, la categoría Vegetación natural presentó las mayores pérdidas. Para 2004 tenía una superficie de 3.784,9 ha de las cuales conservó 2.567,7 ha para el año 2015, sin embargo, se perdieron 1.121 ha en 11 años, las cuales llegaron a formar parte de las categorías Habitacional (401,2 ha), Comercial (126,3 ha), Turístico (134,8 ha), Equipamiento urbano (85,6 ha), Vial (275,6 ha), Áreas sin vegetación (95,1 ha) Áreas verdes (92,8 ha) y Cuerpos de agua artificial (5,8 ha). Esta categoría recuperó cobertura que permitió el incremento de la superficie conservada (2.567,7 ha) a un total de 2.663,9 ha para el año 2015, los cuales provinieron de los usos de suelo Habitacional (0,7 ha), Comercial (3,3 ha), Turístico (0,9 ha), Equipamiento urbano (0,3 ha), Vial (8,5 ha), Áreas sin vegetación (81,3 ha) y Áreas verdes (1,3 ha).

Cuadro N°5.

Matriz de tabulación cruzada del periodo 2004-2015.

| Tabulación cruzada 2004-2015 | | Usos de suelo 2015 | | | | | | | | | TOTAL 2004 |
|------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------------|----------------------|--------------|----------------------------|----------------|
| | | Habitacional | Comercial | Turístico | Equipamiento urbano | Vial | Vegetación natural | Áreas sin vegetación | Áreas verdes | Cuerpos de agua artificial | |
| Usos de suelo 2004 | Habitacional | 296,1 | 10,8 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,7 | 0,4 | 0 | 0 | 308,9 |
| | Comercial | 0,2 | 148,1 | 0 | 4,3 | 1 | 3,3 | 0 | 0 | 0 | 156,9 |
| | Turístico | 0 | 0 | 167,2 | 0 | 0 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 168,2 |
| | Equipamiento urbano | 0,1 | 0 | 0 | 45,6 | 0,1 | 0,3 | 0 | 0,1 | 0 | 46,2 |
| | Vial | 0,5 | 0,7 | 2,2 | 0,6 | 418,3 | 8,5 | 0,6 | 2,2 | 0,1 | 433,6 |
| | Vegetación natural | 401,2 | 126,3 | 134,8 | 85,6 | 275,6 | 2.567,7 | 95,1 | 92,8 | 5,8 | 3.784,9 |
| | Áreas sin vegetación | 58,8 | 27,4 | 19,8 | 10,1 | 61,9 | 81,3 | 12,3 | 4,6 | 0 | 276,2 |
| | Áreas verdes | 0 | 2,1 | 1,4 | 4,1 | 1,7 | 1,3 | 0,2 | 63,1 | 0 | 73,8 |
| | Cuerpos de agua artificial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,1 | 5,2 |
| TOTAL 2015 | | 757 | 315,3 | 326,1 | 150,4 | 758,8 | 2.663,9 | 108,4 | 162,7 | 11,1 | 5.253,8 |

Fuente: Elaboración propia con base en los insumos cartográficos (Valores en hectáreas).

Indicadores de cambio

Durante el periodo de estudio, el 70,9% de las superficies de los distintos usos de suelo permanecieron estables (3.723,5 ha) y el resto experimentaron algún tipo de cambio (29,1%). La categoría que presentó mayores pérdidas fue la Vegetación natural con 23,2% que corresponden a -1.217,2 ha, por lo contrario, los usos de suelo Habitacional y Vial presentaron las mayores ganancias con 460,9 ha (8,8%) y 340,5 ha (6,5%) respectivamente. Con relación a los intercambios entre categorías, se observa que las coberturas Vegetación natural, Áreas sin vegetación, Vial y Habitacional son las que presentaron mayores cantidades superficiales intercambiadas durante el periodo de estudio. Por otro lado, el mayor cambio total se identificó en el uso de suelo Vegetación natural con 25% (1.313,3 ha) y Habitacional con 9% (473,7 ha) (Cuadro N°6).

Cuadro N°6.

Indicadores de cambio del periodo 2004-2015.

| Usos de suelo | Persistencia | % | Ganancia | % | Pérdida | % | Intercambio | % | Cambio total | % |
|-----------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|--------------|------------|---------------|-------------|
| Habitacional | 296.1 | 5.6 | 460.9 | 8.8 | 12.8 | 0.2 | 25.6 | 0.5 | 473.7 | 9.0 |
| Comercial | 148.1 | 2.8 | 167.2 | 3.2 | 8.8 | 0.2 | 17.7 | 0.3 | 176.1 | 3.4 |
| Turístico | 167.2 | 3.2 | 158.9 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 159.9 | 3.0 |
| Equipamiento urbano | 45.6 | 0.9 | 104.8 | 2.0 | 0.6 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 105.4 | 2.0 |
| Vial | 418.3 | 8.0 | 340.5 | 6.5 | 15.3 | 0.3 | 30.6 | 0.6 | 355.8 | 6.8 |
| Vegetación natural | 2567.7 | 48.9 | 96.2 | 1.8 | 1217.2 | 23.2 | 192.4 | 3.7 | 1313.3 | 25.0 |
| Áreas sin vegetación | 12.3 | 0.2 | 96.1 | 1.8 | 263.9 | 5.0 | 192.3 | 3.7 | 360.0 | 6.9 |
| Áreas verdes | 63.1 | 1.2 | 99.6 | 1.9 | 10.7 | 0.2 | 21.4 | 0.4 | 110.3 | 2.1 |
| Cuerpos de agua artificial | 5.1 | 0.1 | 6.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 6.1 | 0.1 |
| TOTAL | 3723.5 | 70.9 | 1530.3 | 29.1 | 1530.3 | 29.1 | 241.6 | 4.6 | 1530.3 | 29.1 |

Fuente: Elaboración propia con base en Camacho-Sanabria (2019). Valores en hectáreas.

Considerando los usos de suelo mencionados, se puede apreciar que las causas impulsoras del proceso de urbanización de la ciudad de Playa del Carmen son la infraestructura Habitacional y Vial, las cuales suman un total de 15,3% (801,4 ha), mismas que representan más de la mitad del total de las ganancias obtenidas entre todas las categorías, mientras que las causas de tipo Comercial, Turística y Equipamiento urbano permanecieron de entre 2 y 3,2% con un promedio de 143,6 ha ganadas durante el periodo de estudio. Por otro lado, se observa que la categoría Áreas sin vegetación perdió 263,9 ha que pasaron a formar parte de las causas impulsoras de la urbanización y también ganó 96,1 ha principalmente de la categoría Vegetación natural que, seguramente, serán futuras construcciones con algún tipo de infraestructuras.

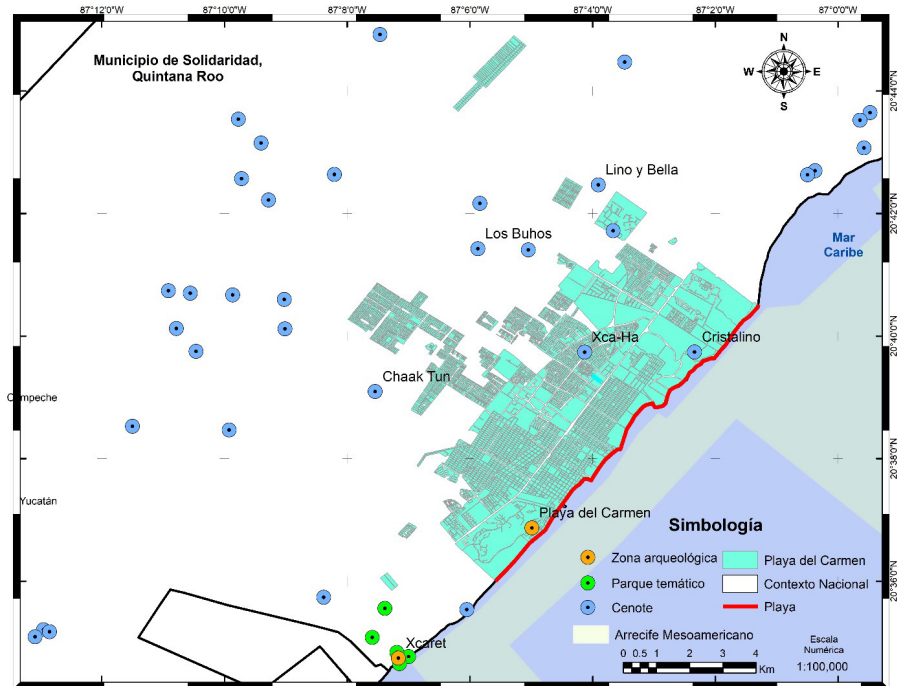
Los resultados anteriores mostraron un análisis detallado de los patrones espaciotemporales del proceso de urbanización de Playa del Carmen durante el periodo 2004-2015. Se identificaron las relaciones entre los usos de suelo y ciertas causas impulsoras como la infraestructura Habitacional, Vial, Turística, Comercial y de Equipamiento Urbano, las cuales derivaron el rápido crecimiento de la mancha urbana que experimentó esta ciudad durante el periodo de estudio. Dichas causas fueron inducidas por factores impulsores de tipo ambiental, económico, demográfico y político-institucional.

Factores ambientales impulsores de la urbanización

Playa del Carmen es una ciudad costera del Caribe Mexicano que se ha caracterizado por su belleza paisajística relacionada con sus playas de arena blanca y agua azul turquesa, arrecifes coralinos, zonas arqueológicas, además de una variedad de cenotes ubicados adyacentemente a la ciudad, así como parques temáticos (Figura N°3). Dichas características propiciaron que esta ciudad fuera visitada por turistas desde los años setenta, puesto que ofrecía la misma calidad de playas en comparación con Cancún y Cozumel, además de ofertar precios más accesibles (Mendoza & Leal, 2010). Estas cualidades paisajísticas formaron parte de la constructibilidad natural que llevó a esta comunidad a convertirse en uno de los centros de atracción turística de sol y playa más importantes del país, la cual ha sido diseñada para satisfacer las necesidades de confort, descanso y diversión del turismo nacional e internacional.

Figura N°3.

Características ambientales impulsores de la urbanización de Playa del Carmen.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI e imágenes de Google Earth del año 2017.

Factores económicos impulsores de la urbanización

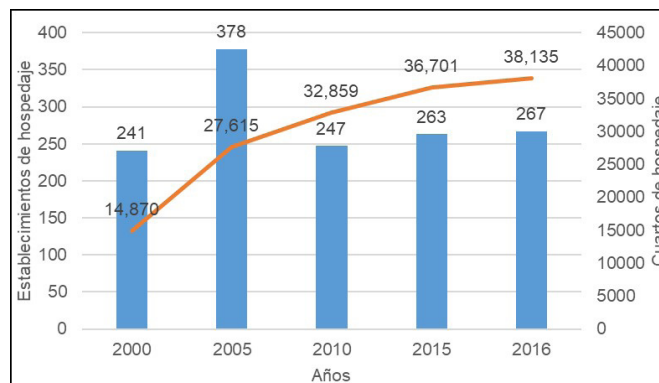
La industria del turismo masivo le ha permitido a esta ciudad su crecimiento económico, aunado a las inversiones gubernamentales y la entrada de divisas extranjeras. A partir de 1970, Playa del Carmen resultó beneficiada de múltiples proyectos nacionales de inversiones para incrementar la infraestructura turística, crear empleos y captar divisas, por lo que para los años ochenta se

incentivó el desarrollo de megaproyectos turísticos mediante planes maestros que incluyeron la venta masiva de tierras a inversionistas nacionales y extranjeros (Fernández et al., 2020).

Por lo anterior y con la saturación de la zona hotelera de Cancún, para la década de los ochenta y principios de los noventa, se comenzó el proceso de expansión de alto potencial económico turístico a través del corredor Cancún-Tulum conocido como la Riviera Maya a lo largo de 200 kilómetros aproximadamente sobre la línea costera, la cual se extiende desde Cancún, pasando por Playa del Carmen, hasta Tulum. Dicho proceso inició un importante desarrollo turístico para Playa del Carmen a partir de múltiples inversiones públicas y privadas en la construcción de complejos hoteleros amurallados con acceso restringido, campo de golf, casas y departamentos en renta, venta y uso compartido frente al mar, tales como Playacar, Mayakoba y Grand Coral. Este desarrollo incrementó el número de establecimientos y cuartos de hospedaje (Figura N°4), así como revalorizó la plusvalía de la tierra, por lo que la ciudad paso a convertirse en el segundo centro turístico de sol y playa más importante del estado de Quintana Roo y uno de los mejores del país (Dachary, 2008; Camacho, 2015; Sollerio & García, 2020).

Figura N°4.

Incremento del número de establecimientos y cuartos de hospedaje de Solidaridad.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001; 2006; 2011; 2016; 2017).

Factores demográficos impulsores de la urbanización

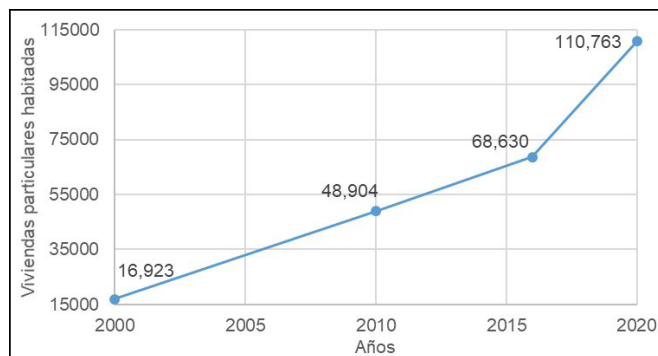
Derivado de la demanda de empleo para la construcción y desarrollo de enormes complejos hoteleros, así como de infraestructura habitacional y urbana, grandes masas de personas provenientes de los estados de Yucatán, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y ciudad de México llegaron en busca de trabajo y mejorar su calidad de vida, lo cual provocó que esta ciudad pasara de ser un pueblo pesquero dedicado a la agricultura, pesca e intercambio de productos de 232 habitantes en 1970 a una ciudad con 304.942 habitantes para el año 2020 (Pérez & Carrascal, 2000; Camacho, 2015; INEGI, 2021).

El rápido y explosivo crecimiento poblacional incentivó el aumento de infraestructura habitacional (Figura N°5), así como la creación de asentamientos humanos en terrenos selváticos no urbanizables mediante la construcción de viviendas endebles sin servicios básicos de primera necesidad, como fue el caso de la colonia Luis Donaldo Colosio que, para 1994, ocupó 180 ha en

lo que hoy día es el centro de la ciudad (Mendoza & Leal, 2010; Bagnera & Pennisi, 2015; Castillo-Pavón & Méndez-Ramírez, 2017).

Figura N°5.

Crecimiento de viviendas particulares habitadas del municipio de Solidaridad.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2001; 2011; 2016; 2021).

Factores políticos-institucionales impulsores de la urbanización

En los inicios del desarrollo urbano de Playa del Carmen, se careció y no existían indicios de planificación urbana, fue hasta 2001 cuando se decretó el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) de la región denominada corredor Cancún-Tulum ubicada en la zona costa norte del estado de Quintana Roo, la cual involucraba los municipios de Benito Juárez, Cozumel y Solidaridad, este último incluye la ciudad de Playa del Carmen (Castillo-Pavón & Méndez-Ramírez, 2017). Este programa de política ambiental alentó al desarrollo turístico y la construcción de infraestructura de servicios en los centros de población, como fue el caso de Playa del Carmen (POGEQ, 2001, 5). En 2009 se estableció el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Solidaridad, el cual tuvo por objeto alentar un desarrollo urbano y turístico sustentable y congruente con las políticas públicas (HAS, 2009). Por último, en 2010 se creó el Programa de Desarrollo Urbano (PDU) de la ciudad de Playa del Carmen, mismo que pretende fomentar “el desarrollo urbano sustentable por medio de proteger el ambiente natural y regular el ambiente construido a través de la planeación y gestión del centro urbano de la ciudad”, además establece como política esencial el incrementar la superficie de metros cuadrados de áreas verdes y espacios abiertos por habitante a través de la creación de corredores y paseos amplios en donde se localicen equipamientos de recreación, áreas verdes y reservas ecológicas con la presencia de flora y fauna silvestre. Este Programa considera tres etapas de desarrollo para la ciudad: 2010-2030, 2031-2040 y 2041-2050, las cuales tiene el objetivo de controlar y dirigir el crecimiento urbano hacia las áreas establecidas en el PDU, con la finalidad de prevenir la dispersión de la mancha urbana (HAS, 2010, 2; 2010a).

Lo anterior contribuyó de gran manera en el desarrollo urbano descontrolado y desordenado de la ciudad, así como también la apropiación del espacio físico se hizo notar derivado del otorgamiento de permisos y concesiones de uso de suelo a empresarios y políticos por parte de las distintas gubernaturas estatales y federales, particularmente en áreas privilegiadas cercanas a las

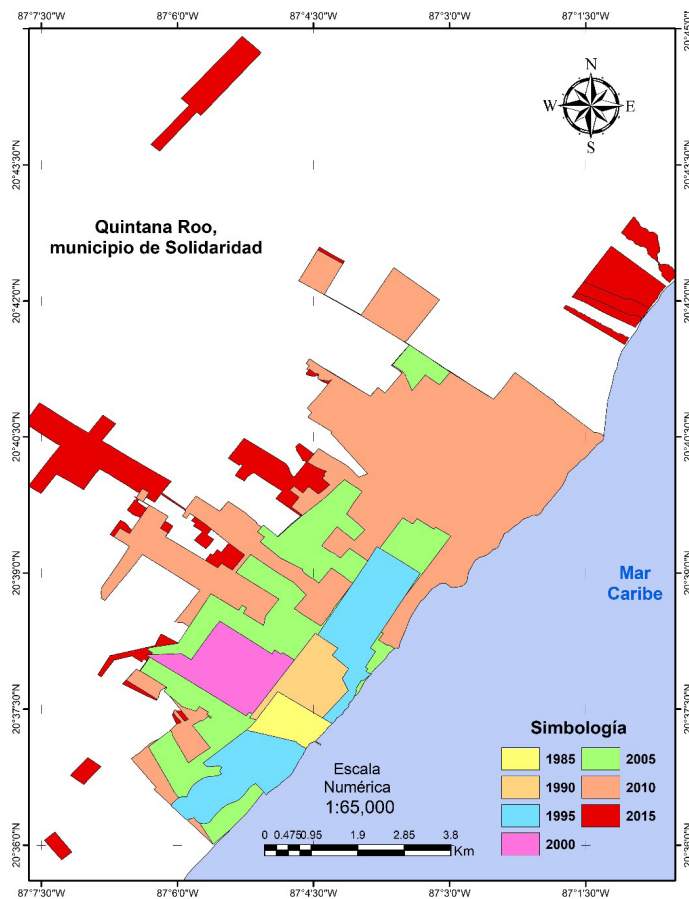
playas, proporcionándoles las mejores facilidades para promover el desarrollo y construcción de infraestructura turística y habitacional (Camacho, 2015; Sollero & García, 2020).

Identificación de actores impulsores de la urbanización

Entre los principales actores involucrados en el crecimiento urbano de Playa del Carmen se encuentra el *Estado*, esto derivado de las distintas gubernaturas que han tenido lugar a nivel estatal y federal, las cuales han autorizado y proporcionado inversiones y fondos económicos para el desarrollo turístico, habitacional y urbano de la ciudad. También el gobierno municipal ha propiciado la “escasa, discontinua y poco fundamentada planificación de crecimiento urbano”, tal como lo menciona el Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad de la administración 2018-2021, con relación a los instrumentos de planeación urbana (HAS, 2018, 33).

Los *inversionistas y empresarios* fueron otro factor importante derivado del desarrollo de proyectos turísticos y habitacionales en la ciudad, esto, en parte, ha provocado el incremento del valor y la especulación del suelo urbano mediante la compra de extensos terrenos para posterior-

Figura N°6.
Crecimiento urbano de Playa del Carmen durante el periodo 1985-2015.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

mente venderlos a precios más elevados, por lo que estos actores siguen influyendo de manera directa en la configuración del espacio urbano de la ciudad. Cabe mencionar que el sector privado ha obtenido absoluta libertad y permisibilidad por parte del Estado en materia de planeación territorial, proporcionando las mejores facilidades relacionadas al desarrollo y construcción de infraestructura turística en zonas privilegiadas, a lo que Camacho (2015, 131) llama estrategia de “urbanización neoliberal”.

Por extensión, la *población local y migrante* ha sido otro actor destacable, puesto que la llegada masiva de personas en busca de empleo bien remunerado y de mejorar su calidad de vida, ha demandado viviendas y servicios básicos de primera necesidad, incentivando con ello la construcción de infraestructuras habitacionales en zonas urbanizables y no urbanizables, así como infraestructuras comerciales, de servicios y de equipamiento urbano para satisfacer sus necesidades básicas.

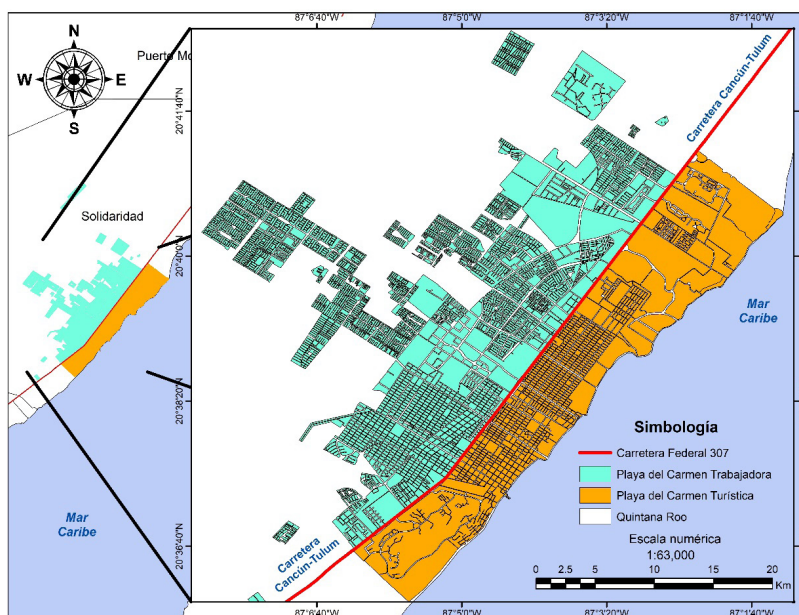
Las anteriores causas, factores y actores impulsores de la urbanización de Playa del Carmen han propiciado el desarrollo de la ciudad como se muestra en la Figura N°6.

Interacción entre los factores impulsores de la urbanización

Las interacciones e interrelaciones entre los factores impulsores de la urbanización de la ciudad, en parte, han provocado un patrón de distribución urbana y poblacional que se ha hecho característico de este territorio, tal es el caso de la segregación socioespacial de la población.

La segregación socioespacial en Playa del Carmen se puede apreciar claramente por una marcada división a partir de la carretera federal Cancún-Tulum que parte a la mitad a la ciudad (Figura

Figura N°7.
Segregación socioespacial de Playa del Carmen.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

Nº7). Por un lado, el sector turístico y, por el otro, los espacios habitacionales de la población local y trabajadora. La primera esta espacialmente marcada desde la franja ubicada en la línea costera hasta la carretera federal, misma que se encuentra ocupada y privatizada por grandes complejos comerciales y turísticos con hoteles, restaurantes, bares, villas y comercios diseñados para el turismo de clases media-alta y alta; mientras que del otro lado de la carretera se localizan las viviendas, servicios y comercios destinados a la población que trabaja en los servicios turísticos (Bagnera & Pennisi, 2015; Camacho, 2015; Sollerio & García, 2020).

Discusión

Los resultados del análisis de los patrones espaciotemporales del proceso de urbanización de la ciudad de Playa del Carmen durante el periodo de 11 años denota de forma visual y cuantitativa un acelerado crecimiento urbano de la ciudad, la cual ha sido impulsada de manera indirecta por su principal sustento económico, la industria del turismo masivo mediante múltiples complejos hoteleros, puesto que creció la demanda de empleo, tanto para la construcción como operación de dichos complejos, por lo que atrajo población migrante en busca de mejorar su calidad de vida, con ello se incrementó la demanda de viviendas e incentivó la construcción de infraestructura Habitacional y Vial por medio de la venta de terrenos y el surgimiento de asentamientos en zonas urbanizables y no urbanizables en áreas adyacentes a la ciudad, las cual se tradujeron en las dos principales causas impulsoras de la urbanización, las construcciones de infraestructura Habitacional y Vial.

Es importante mencionar que, aunque el factor demográfico fue el principal causante del crecimiento de la urbanización de la ciudad, el factor ambiental ha sido el detonante más importante que, incluso, ha tenido el mayor impacto como factor impulsor de la urbanización en este territorio, puesto que características como la superficie plana y su belleza paisajística han permitido y proporcionado las bases para el desarrollo económico y urbano actual de esta ciudad.

Con base en lo anterior, los factores impulsores de tipo ambientales pueden ser un referente para el crecimiento de las ciudades, sin embargo, también puede ser una limitante, tal como lo estable Wu *et al.*, (2019) quien menciona que características como la elevación o la pendiente del terreno puede limitar la expansión urbana y favorecer los ecosistemas naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales.

Por otro lado, el proceso de mercado de la ciudad basado en fuertes inversiones en infraestructura turística de sol y playa que ofrece comercios y servicios turísticos, colonias y calles populares, así como espacios exclusivos para turistas, ha propiciado la segregación socioespacial de la ciudad. Lo anterior ha provocado el encarecimiento del suelo y aumentos en los precios de artículos y productos de primera necesidad, lo cual ocasionó que la población local maya vendiera sus terrenos a causa de la presión ejercida por los agentes inmobiliarios o derivado del elevado precio de la vida, por lo que terminaron desplazándose y asentándose irregularmente en zonas no urbanizables ubicadas a la periferia de la ciudad al otro lado de la carretera (Camacho, 2015; Castillo-Pavón & Méndez-Rodríguez, 2017).

Esta problemática socioespacial ha ocasionado la apropiación de playas, cambios de cobertura y uso de suelo de vegetación natural a urbana, contaminación del suelo, agua y aire por falta

de servicios básicos de primera necesidad, así como aumento en la delincuencia (Castillo-Pavón & Méndez-Rodríguez, 2017; Sollerio & García, 2020), todo esto aunado a la escasa, discontinua y poco fundamentados instrumentos de planeación urbana de la ciudad (HAS, s2018, 33). Por lo anterior, el Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad menciona que dicha insuficiencia en la planeación urbana puede provocar “desigual provisión de servicios, arterias desbordadas por el tráfico vehicular, tensión e inconformidad en el trabajo público, gentrificación de zonas céntricas, colonias y fraccionamientos autocontenidos en calles cerradas y altos muros que generan rompimiento del tejido social, inseguridad, discriminación, insalubridad y afectaciones físicas y mentales, entre los más graves resultados de no planear adecuada y consistentemente el crecimiento urbano a través del tiempo” (HAS, 2018, 102). Dicha descripción es justo lo que se ha venido viviendo en Playa del Carmen y se ha intensificado en los últimos años.

Por último, este tipo de estudios proporcionan una visión amplia, tanto espacial, cuantificable y documental, de la urbanización, por lo que es un referente para las autoridades de planeación urbana y áreas involucradas para dirigir o redirigir la planeación de las ciudades considerando y tomando en consideración la opinión y participación de cada una de las autoridades competentes (ambientales, turísticas, económicas, sociales, políticas) a fin de garantizar un desarrollo ordenado y adecuado a las características ambientales, demográficas, económicas, sociodemográficas y político-institucionales actuales del territorio de interés, logrando dejar atrás las políticas tradicionales de planeación y dando lugar al desarrollo ordenado y debidamente planeado para las generaciones actuales y futuras (Fan *et al.*, 2016; Fang *et al.*, 2016; Sedevich *et al.*, 2019).

En lo que respecta al método para identificar las fuerzas impulsoras de la urbanización, este trabajo utilizó el análisis de contenido bibliográfico y la teledetección al igual que Sedevich *et al.*, (2019), otros emplearon solamente datos estadísticos a nivel local o nacional (Cai & Fangyuan, 2019; Shi *et al.*, 2020), Li *et al.* (2016), Buzai, (2018) y Wu *et al.* (2019), únicamente datos de teledetección. Por su parte, Fan *et al.*, (2016) y Liu *et al.*, (2017), emplearon datos estadísticos y entrevistas a profundidad con campesinos, expertos y funcionarios locales de diferentes departamentos gubernamentales, mientras que Fang *et al.*, (2016) y Shi *et al.*, (2019) utilizaron datos estadísticos y de teledetección. Por último, Jiao *et al.*, (2021) lograron emplear datos estadísticos, de teledetección y encuestas de profundidad. Por lo que este tipo de estudios puede realizarse desde diferentes insumos, aunque la carencia de ellos puede limitar la complejidad de la investigación.

Conclusión

Playa del Carmen es una ciudad joven que ha venido experimentando un acelerado crecimiento urbano sin adecuados instrumentos de planeación, lo cual se ha traducido en un crecimiento descontrolado y desordenado. Dicho crecimiento se ha derivado, indirectamente, de su principal sustento económico, es decir, la industria del turismo masivo, la cual ha atraído a personas de diferentes orígenes en busca de empleo que a su vez han demandado viviendas, es por ello que el análisis y los indicadores de cambios en las CUS establecen los usos de suelo Habitacional y Vial como los más altos, por otro lado, los usos de suelo Comercial, Turístico y de Equipamiento urbano presentaron crecimientos en menor medida. Lo anterior ha reducido la extensión superficial del uso de suelo Vegetación natural y también ha incrementado las Áreas sin vegetación, las cuales formaran parte de futuros proyectos de construcción.

Este estudio permitió identificar las principales causas impulsoras de la urbanización de la ciudad, siendo estas la construcción de infraestructura Habitacional y Vial, y en menor medida las Comerciales, Turísticas y de Equipamiento urbano. También permitió explicar los factores causales que impulsaron el proceso de urbanización de la ciudad, identificando los de carácter ambiental, económico, demográfico y político-institucional.

Este análisis proporciona las bases y herramientas a la comunidad científica para replicar este tipo de estudios, y también otorga a los tomadores de decisiones en materia de planeación y ordenamiento territorial de la ciudad, herramientas e información de referencia para el diseño e implementación de estrategias y políticas públicas orientadas al adecuado desarrollo de este territorio. Por otro lado, es importante continuar investigando las causas y factores impulsores de la urbanización a través del análisis cualitativo utilizando entrevistas dirigidas a personas clave de los sectores social, académico y gubernamental (dependencias ambientales, turísticas y de ordenamiento territorial).

Referencias bibliográficas

ALVA, B. & MARTÍNEZ, Y. Crecimiento urbano y su impacto en el paisaje natural. El caso del área metropolitana de San Luis Potosí, México. *Realidad, datos y espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 2018, N° 9, p. 66-77.

BAGNERA, P. & PENNISI, B. La vivienda y la sustentabilidad en la Riviera Maya: los desbordes del turismo. *Habitat y Sociedad*, 2015, N° 8, p. 97-112.

BUZAI, G. Crecimiento urbano y potenciales conflictos entre usos del suelo en el municipio de Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Modelado espacial 2016-2030. Cuadernos Geográficos*, 2018, N° 57, p. 155-176.

BUZAI, G. Geografía, complejidad e investigación aplicada. *Boletín de estudios geográficos*, 2014, N° 102, p. 46-66.

BUZAI, G. Evolución del pensamiento geográfico hacia la geografía global y la neogeografía. En: Fuenzalida, M., Buzai, G., Moreno, A. & García, A. (coordinadores). *Geotecnología y análisis espacial: Tendencias, métodos y aplicaciones, 1ra ed.* Santiago de Chile: Editorial Triángulo, 2015, p. 4-16.

CAI, W. & FANGYUAN, T. Spatiotemporal characteristics and driving forces of construction land expansion in Yangtze river economic belt, China, *PLoS ONE*, 2020, N° 15(1).

CAMACHO, R. Urbanización turístico-costera desigual en Playa del Carmen, Quintana Roo (México). *GeoGraphos*, 2015, N° 6, p. 107-134.

CAMACHO, J., CHÁVEZ, R. & VELÁZQUEZ, D. Propuesta metodológica para medir la resiliencia urbana ante huracanes e inundaciones en el Caribe Mexicano. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)*, 2019, N° 3, p. 28-43.

CASTILLO-PAVÓN, O. & MÉNDEZ-RAMÍREZ, J. Los desarrollos turísticos y sus efectos medioambientales en la Riviera Maya, 1980-2015. *Quivera*, 2017, N° 19, p. 101-118.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (CONAPO) (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*. Recuperado el 28 de octubre de 2021: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf

DACHARY, A. Los límites del desarrollo local en una región de turismo global. El caso del corredor Cancún-Tulum, México. *Aportes y transferencias*, 2008, N° 12, p. 40-56.

DÁVILA-RODRÍGUEZ, A., PINEDO-ÁLVAREZ, A., PINEDO-ÁLVAREZ, C. & PRIETO-AMPARÁN, J. El proceso de expansión urbana y su impacto en la cobertura y uso de suelo de la zona de presión intermunicipal de Chihuahua. *Ciencia UANL*, 2017, N° 20, p. 32-38.

DEL CID, M. La ciudad actual: Un espacio con signos de fragmentación espacial. Aplicación al aglomerado urbano de la ciudad de San Juan, Argentina. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 2019, N° 11, p. 103-120.

DELGADO, L., MATTEUCCI, S., ACEVEDO, M., VALERI, C., BLANCA, R. & MÁRQUEZ, J. Causas directas que inducen el cambio de uso del suelo y de la cobertura boscosa, a escala de paisaje, en el sur de Venezuela. *INTERCIENCIA*, 2017, N° 42, p. 148-156.

EDIN, D. Los enfoques de la geografía en su evolución como ciencia. *Revista geográfica digital*, 2014, N° 11, p. 1-22.

ELLIS, E., HERNÁNDEZ-GÓMEZ, I. & ROMERO-MONTERO, J. Los procesos y causas del cambio en la cobertura forestal de la Península Yucatán, México. *Revista científica de Ecología y Medio Ambiente*, 2017, N° 26, p. 101-111.

Escandón, J., Ordóñez, J., Nieto, M. & Ordóñez, J. Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2018, N° 9, p. 27-51.

FAN, P., CHEN, J. & JOHN, R. Urbanization and environmental change during the economic transition on the Mongolian Plateau: Hohhot and Ulaanbaatar. *Environmental Research*, 2016, N° 144(B), p. 96-112.

FANG, C., LI, G. & WANG, S. Changing and differentiated urban landscape in China: Spatiotemporal patterns and driving forces. *Environmental Science & Technology*, 2016, N° 50, p. 2217-2227.

FÉLIX, J. & CASTAÑÓN-PUGA, M. From simulation to implementation: practical advice for policy makers who want to use computer modeling as an analysis and communication tool. En: Sanches, M., Aguilar, L., Castañón-Puga M. & Rodríguez A. (coordinadores). *Applied decision-making. Applications in computer sciences and engineering*. Springer Nature Switzerland, 2019, p. 115-155.

FERNÁNDEZ, M., MEDINA, A. & PACHECO, M. Migración interna y dinámicas laborales en la industria turística de la Riviera Maya, Quintana Roo, México. *ABRA*, 2020, N° 40, p. 77-98.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Roma: FAO Forestry Paper, 1996.

GARCÍA, E. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (5ta edición)*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2004.

GEIST, H. & LAMBIN, E. *What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence*. Bélgica: LUCCE International Project office y University of Louvain, 2001.

GUO, M., CHEN, S., WANG, W., LIANG, H., HAO, G. & LIU, K. Spatiotemporal variation of heat fluxes in Beijing with land use change from 1997 to 2017. *Physics and Chemistry of the Earth*, 2019, N° 110, p. 51-60.

HAS (Honorable Ayuntamiento de Solidaridad) (2009). *Decreto del ejecutivo del Estado, mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México*. Recuperado el 10 de junio de 2021: <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/decretos/municipio-de-solidaridad>.

HAS (Honorable Ayuntamiento de Solidaridad). *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, 2010*. Recuperado el 10 de junio de 2021: <http://seduvi.qroo.gob.mx/pdus/25PDU%20CENTRO%20DE%20POBLACION%20PLAYA%20DEL%20CARMEN%2020%20DIC%202010.pdf>.

HAS (Honorable Ayuntamiento de Solidaridad). *Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Solidaridad, 2010a*. Recuperado el 10 de junio de 2021: <http://seduvi.qroo.gob.mx/pdus/29PDU%20MUNICIPIO%20DE%20SOLIDARIDAD%2020%20DIC%202010.pdf>.

HAS (Honorable Ayuntamiento de Solidaridad). *Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Actualización, 2018*. Recuperado el 10 de junio de 2021: <https://gobiernodesolidaridad.gob.mx/category/PMD/2PMD2018-2021.pdf>.

Herrera-Sansores, J. Clima. En: Pozo, C., Armijo-Canlo, N. & Colmé, S. (Editores). *Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación. Tomo 1*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2011, p. 50-56.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Anuario estadístico del estado de Quintana Roo, 2001. Edición 2001*. Recuperado el 11 de agosto de 2021: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825157432>.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Anuario estadístico del estado de Quintana Roo, 2006. Edición 2006*. Recuperado el 11 de agosto de 2021: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825153052>.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Anuario estadístico del estado de Quintana Roo, 2011. Edición 2011*. Recuperado el 11 de agosto de 2021: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825201791>.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Anuario Estadístico y geográfico de Quintana Roo 2016*. Recuperado el 11 de agosto de 2021: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825084370.pdf.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017*. Recuperado el 11 de agosto de 2021: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095130.pdf.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. Censo de población y vivienda 2020, 2021*. Recuperado el 10 de agosto de 2021: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197964.pdf.

JIAO, H., ZHANG, X., YANG, C. & CAO, X. The characteristics of spatial expansion and driving forces of land urbanization in counties in central China: A case study of Feixi county in Hefei city. *PLoS ONE*, 2021, N° 16(5).

LAL K., KUMAR, D. & KUMAR, A. Spatio-temporal landscape modeling of urban growth patterns in Dhanbad urban agglomeration, India using geoinformatics techniques. *The Egyptian journal of remote sensing and space sciences*, 2017, N° 20, p. 91-102.

LI, X., WANG, Y., LI, J. & LEI, B. Physical and socioeconomic driving forces of land-use and land-cover changes: A case study of Wuhan city, China. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2016, p. 1-11.

LIU, C., XU, Y., SUN, P., HUANG, A. & ZHENG, W. Land use change and its driving forces toward mutual conversion in Zhangjiakou City, a farming-pastoral ecotone in Northern China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2017, N° 189.

LOIS G., GONZÁLEZ, J. & ESCUDERO, L. *Los espacios urbanos. El estudio geográfico de la ciudad y la urbanización*. Madrid: Biblioteca Nueva, 2012.

LÓPEZ, R. Las teorías urbanas, un tema transdisciplinario no neutral. En: Ramírez, B. & Pradilla, E. (coordinadores). *Teorías sobre la ciudad en América Latina*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2014, p. 73-101.

LÓPEZ, L. *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. México: Universidad de León, 2015.

MARI, N., GIOBELLINA, B., BENITEZ, A. & MARINELLI, V. Mapping and characterizing the Green belt of Córdoba: land dynamics and the urban-rural transformation process. *Journal of Agronomy Research*, 2019, N° 2, p. 29-46.

MENDOZA, M. & LEAL, S. Turismo en Playa del Carmen-México. Impactos socioculturales en la Colonia Colosio. *Estudios y perspectivas en Turismo*, 2010, N° 19, p. 850-865.

MERLOTTO, A., PICCOLO, M. & BÉRTOLA, G. Crecimiento urbano y cambios del uso / cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2012, N° 53, p. 159-176.

MOHAMMADIAN, H., TAVAKOLI, J., KHANI, H., TEYMOURI, A. & KAZEMI, M. Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms. The case of Qom city. *The egyptian journal of remote sensing and space sciences*, 2017, N° 20, p. 103-116.

MORIN, E. *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Buenos Aires, Argentina: Editions du Seuil, 2002.

NATH, B., NIU, Z. & SINGH, R. Land use and land cover changes, and environment and risk evaluation of Dujiangyan City (SW China) using remote sensing and GIS Techniques. *Sustainability*, 2018, N° 10, p. 1-32.

OCHOA, C., CAMACHO, J., CHÁVEZ, R., JUAN, J. & FRAGOSO, P. Expansión urbana y cambios de cobertura/uso del suelo en Playa del Carmen, Quintana Roo, México (1985-2015). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 2020, N° 12, p. 1-18.

OJIMA, D., GALVIN, K. & TURNER, B. The global impact of land-use change. *BioScience*, 1994, 44, p. 300-304.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) -Habitat. *Urbanización y desarrollo. Futuros emergentes*. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos 2016. Nairobi, Kenia, 2016.

PAL, S. & ZIAUL, S. Detection of land use and land cover change and land surface temperatura in English Bazar urban centre. *The egyptian journal of remote sensing and space sciences*, 2017, N° 20, p. 125-145.

PALAFX, A., AGUILAR, A. & ANAYA, J. Cozumel y la transformación de su paisaje por el turismo de cruceros. *Revista de Ciencias Sociales*, 2015, N° 149, p. 103-115.

PÉREZ, G. & CARRASCAL, E. El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones geográficas*, 2000, N° 43, p. 145-166.

POGEQ (Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo) (2001). *Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región denominada corredor Cancún-Tulum*. Recuperado el 09 de junio de 2021: <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/decretos/region-corredor-cancun-tulum>.

PONTIUS, R., SHUSAS, E. & MCEACHERN, M. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2004, N° 101, p. 251-268.

RAHIMI, A. A methodological approach to urban land-use change modeling using infill development pattern. A case study in Tabriz, Iran. *Ecological Processes*, 2016, N° 5, p. 1-15.

SANTOS, J. El desarrollo de la geografía urbana en la evolución del pensamiento geográfico contemporáneo. *Espacio, Tiempo y Forma*, 1992, N° 4, p. 9-40.

SEDEVICH, A., LANGER, K., BECERRA, C., FEMENIA, A. & MUSTONI, N. Avance urbano en el cinturón verde de Guaymallen. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 2019, N° 11, p. 138-166.

SHI, G., YE, P., DING, L., QUINONES, A., LI, Y. & JIANG, N. Spatio-temporal patterns of land use and cover change from 1990 to 2010: A case study of Jiangsu Province, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, N° 16:907.

SHI, Y., ZHU, Q., XU, L., LU, Z., WU, Y., WANG, X., FEI, Y. & DENG, J. Independent or influential? Spatial-temporal features of coordination level between urbanization quality and urbanization scale in China and its driving mechanism. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, N° 17:1587.

SOLLERIO, A. & GARCÍA, M. La producción del espacio social en Playa del Carmen, Quintana Roo, México. Espacialidad e Historicidad. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo, Sao Paulo*, 2020, N° 14, p. 95-122.

TELLO-TARACENA, H. & CASTELLANOS-MARTÍNEZ, E. Características geográficas. En: Pozo, C., Armijo-Canlo, N. & Colmé, S. (Editores). *Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación. Tomo 1*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2011, p. 24-32.

TOCHIHUITL, A., VILLARREAL, L., RAMÍREZ, B., GUTIÉRREZ, E. & TLAPA, M. Análisis de los cambios y la persistencia en los usos del suelo de 1958 a 2010 en el municipio de Cautlancingo, Puebla, México. *Ambiente y desarrollo*, 2016, N° 20, p. 35-54.

VARGAS, A. & JULIÁN, M (2016). *Proceso de urbanización en Chetumal Quintana Roo 1981-2015. Un análisis de sus efectos sociales y ambientales*. Recuperado el 23 de julio de 2021: <http://ru.iiec.unam.mx/3230/1/066-Vargas-Julian.pdf>

WEAVER, W. Science and complexity. *American scientist*, 1948, N° 36, p. 536-544.

WU, W., ZHAO, S. & HENEBRY, G. Driving of urban expansion over the past three decades: a comparative study of Beijing, Tianjin, and Shijiazhuang. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2019, Nº 191:34.