

EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN URBANA EN LA VULNERABILIDAD SOCIO-TERRITORIAL DE MAHAHUAL, QUINTANA ROO

Jorge Javier Hernández Serrano¹, Carlos Eliezer Tello Moguel²,
Gabriela Rosas Correa³, Laura Isabel Guarneros Urbina⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 08/10/2024 Aceptado: 13/11/2024

<https://doi.org/10.69823/avacient.v4n2a16>

Resumen.- Las áreas urbanas y rurales son los epicentros del desarrollo de las actividades humanas, por lo que una planificación urbana deficiente puede originar zonas vulnerables. En Mahahual, Quintana Roo se observa una desorganización espacial, con desigualdades socio-económicas, fenómeno presente en América Latina. La fragmentación urbana es resultado del impacto que tiene la sociedad al transformar su territorio, con divisiones visibles, en áreas separadas y desconectadas. Mediante barreras naturales o artificiales, ocasionando zonas de exclusión y vulnerabilidad ante posibles riesgos naturales y antropogénicos. Este artículo presenta un diagnóstico sobre como la fragmentación urbana en Mahahual, afecta la vulnerabilidad socio-territorial. La metodología es cuantitativa, empleando herramientas de sistemas de información geográfica, base de datos digitales, programas como AutoCAD y QGIS. Entre los principales hallazgos existen tres eventos que convergen con la problemática. Evento 1: el huracán Dean del 2007 y la fragmentación urbana con cambios en la organización y división espacial, evento 2: el crecimiento acelerado poblacional consecuencia de la búsqueda de oportunidades, evento 3: la inversión inmobiliaria al concentrarse en determinadas zonas y priorizar la rentabilidad sobre la equidad. La fragmentación urbana representa un reto a futuro para la calidad de vida de la población y el desarrollo equitativo del territorio.

Palabras clave: Urbanización, Vivienda, Fotogrametría, Población, Amenaza.

EFFECTS OF URBAN FRAGMENTATION ON SOCIO-TERRITORIAL VULNERABILITY FACTORS OF MAHAHUAL, QUINTANA ROO

Abstract.- Urban and rural areas are the epicenters of the development of human activities, so poor urban planning can give rise to vulnerable areas. In Mahahual, Quintana Roo, a spatial disorganization is observed, with socio-economic inequalities, a phenomenon present in Latin America. Urban fragmentation is the result of the impact that society has by transforming its territory, with visible divisions, into separate and disconnected areas. Through natural or artificial barriers, causing zones of exclusion and vulnerability to possible natural and anthropogenic risks. This article presents a diagnosis of how urban fragmentation in Mahahual affects socio-territorial vulnerability. The methodology is quantitative, using geographic information systems tools, digital databases, programs such as AutoCAD and QGIS. Among the main findings there are three events that converge with the problem. Event 1: Hurricane Dean of 2007 and urban fragmentation with changes in organization and spatial division, event 2: accelerated population growth as a result of the search for opportunities, event 3: real estate investment by concentrating on certain areas and prioritizing profitability about equity. Urban fragmentation represents a future challenge for the quality of life of the population and the equitable development of the territory.

Keywords: Urbanization, Housing, Photogrammetry, Population, Threat.

Introducción

El crecimiento poblacional y las actividades económicas son los principales impulsores de la evolución urbana, moldeando el espacio urbano y su organización (Santana et al., 2016). El rápido crecimiento en las ciudades latinoamericanas, a menudo, genera un desorden espacial y expone a las poblaciones a diversos riesgos sociales y

¹ Estudiante de la maestría en urbanismo. Tecnológico Nacional de México/I. T. de Chetumal, Avenida Insurgentes 330, Chetumal, Quintana Roo, México, 77013. <https://orcid.org/0009-0003-0688-7757>. M15390052@chetumal.tecnm.mx (**Autor de correspondencia**).

² Docente. Tecnológico Nacional de México/I. T. de Chetumal, Avenida Insurgentes 330, Chetumal, Quintana Roo, México, 77013. <https://orcid.org/0009-0006-9568-1049>. carlos.tm@chetumal.tecnm.mx

³ Docente. Tecnológico Nacional de México/I. T. de Chetumal, Avenida Insurgentes 330, Chetumal, Quintana Roo, México, 77013. <https://orcid.org/0009-0007-7010-9377>. gabriel.rc@chetumal.tecnm.mx

⁴ Docente. Tecnológico Nacional de México/I. T. de Chetumal, Avenida Insurgentes 330, Chetumal, Quintana Roo, México, 77013. <https://orcid.org/0009-0004-7646-9558>. laura.gu@chetumal.tecnm.mx

naturales (Guido, 2017). Hernández (2014) menciona que estos problemas pueden agravar las desigualdades sociales existentes.

El aumento acelerado de la población contribuye a la concentración de personas en zonas vulnerables a desastres naturales (Chávez, 2018). Las amenazas, tanto naturales como antropogénicas, representan un riesgo potencial en lugares específicos. La expansión urbana incrementa la exposición a estas amenazas al concentrar población en áreas propensas a desastres (Winfield, 2010). Una planificación urbana deficiente intensifica esta situación, creando zonas vulnerables en los epicentros de desarrollo, como las áreas urbanas (Guayaquil, 2019).

Los sitios costeros son particularmente sensibles debido a factores como la topografía, el nivel del mar, la erosión de las playas y elementos artificiales (Chávez, 2018). El aumento del nivel del mar, la exposición a eventos hidrometeorológicos, la erosión del suelo y las alteraciones del entorno natural provocadas por la construcción de infraestructuras son algunos de los factores que incrementan la fragilidad de estas áreas (Castillo et al., 2014). Estas zonas atraen a las poblaciones por diversas razones, incluyendo las facilidades que ofrecen para actividades como la pesca, la industria, el turismo y el transporte. Tal como mencionan Andrés y Barragán (2016), los litorales atraen a un gran número de personas debido a las actividades económicas de estos lugares. La forma en que las personas utilizan la tierra, para la agricultura, la construcción y la deforestación, han modificado significativamente los ecosistemas y los procesos naturales en estas áreas. Entre las principales vulnerabilidades se encuentran las físicas, ambientales y socioeconómicas (Silva et al., 2014).

México, debido a su ubicación geográfica entre dos océanos, se encuentra altamente expuesto a eventos climáticos (Camacho et al., 2019). El Caribe mexicano, en particular, es altamente vulnerable al cambio climático y sus efectos. De acuerdo con Guido (2017) y Silva et al. (2014) los fenómenos hidrometeorológicos representan una amenaza significativa para los asentamientos humanos costeros en todo el país, principalmente en los centros de población. Los factores naturales como antropogénicos incrementan la susceptibilidad de regiones como el Caribe (Islebe et al., 2009).

El municipio de Othón P. Blanco, en el estado de Quintana Roo, alberga la región de Costa Maya donde se ubica el poblado de Mahahual. Según el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mahahual 2021-2050, Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2021 (PDUCEM 2021-2050), Mahahual es una región altamente vulnerable a fenómenos naturales. La localidad presenta una alta vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos (Pavón y Osorio, 2023). Paralelamente, el auge del turismo y la inversión inmobiliaria en Mahahual están impulsando un rápido crecimiento que genera exclusión social y segregación espacial, afectando principalmente a la población originaria. Esta población ha sido desplazada de sus territorios tradicionales y enfrenta dificultades para acceder a servicios básicos y oportunidades de desarrollo (Castillo et al., 2015).

El poblado de Mahahual ha experimentado una transformación significativa, pasando de ser una comunidad pesquera a un importante centro turístico. Sin embargo, esta evolución ha estado marcada por desafíos. La estructura urbana original, caracterizada por trazos irregulares y accesibilidad limitada, se vio agravada tras el impacto del Huracán Dean en 2007 (Pavón y Osorio, 2023). Posteriormente, el crecimiento acelerado impulsado por el turismo y la inversión inmobiliaria ha intensificado esta fragmentación urbana, afectando negativamente su desarrollo. Según el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mahahual 2021-2050, Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2021 (PDUCEM 2021-2050), Mahahual presenta una fragmentación espacial en cuatro zonas principales: Mahahual Viejo, Mahahual Kilómetro 55, Fraccionamiento Casitas y Terminal Remota. Castillo et al. (2015) mencionan que fragmentación espacial impide un desarrollo urbano integral y equitativo, generando desigualdades sociales y limitando las oportunidades de desarrollo para la población local, especialmente para los grupos más vulnerables.

La especulación inmobiliaria es uno de los principales responsables de esta división de Mahahual, al concentrarse en determinadas zonas y priorizar la rentabilidad sobre la equidad, generan un lugar cada vez más desigual. Esta práctica fragmenta el diseño de las ciudades y asentamientos, abordándolas por partes independientes en lugar de como un todo (Guzmán y Hernández, 2013). Estas divisiones junto con otras características del territorio pueden aumentar la vulnerabilidad de una sociedad ante eventos físicos, lo que dificulta su respuesta y recuperación. En este sentido la vulnerabilidad se puede entender como aquellos puntos débiles que tiene una estructura (Rojas y Martínez, 2011).

Desde lo socio-territorial se refiere cuando un territorio y sus habitantes pierden la capacidad de enfrentar eventos tanto externos como internos (Ramírez, 2017). En este sentido, el desarrollo urbano desordenado de Mahahual, caracterizado

por una combinación de factores físicos, sociales, políticos y ambientales la posiciona como una región altamente vulnerable (Hernández, 2014).

Por lo anterior, el presente artículo se centra en un diagnóstico, analizando los efectos de la fragmentación urbana en Mahahual, Quintana Roo, y los principales factores de vulnerabilidad socio-territorial que esta genera en la zona de kilómetro 55, Fraccionamiento Casitas y Viejo Mahahual. Abordar este tema permite comprender las causas, patrones y consecuencias de este fenómeno de fragmentación en el contexto urbano de Mahahual. A partir de esto, se pueden identificar y visualizar las áreas y grupos poblacionales más afectados por este fenómeno, lo que a su vez permite analizar los impactos sociales, económicos y ambientales que este conlleva.

A pesar de la relevancia de la investigación en el contexto urbano de Mahahual, no ha sido objeto de un análisis sistemático con un enfoque urbanístico que analice la relación entre la fragmentación urbana y vulnerabilidad socio-territorial. La escasez de información bibliográfica sobre este fenómeno y sus consecuencias puede obstaculizar la toma de decisiones, la implementación de políticas públicas y el desarrollo de estrategias de planificación urbana adecuadas. Esta investigación diagnóstica busca aportar nuevos conocimientos a la literatura sobre estos temas, que facilite su comprensión para futuros investigadores y grupos gubernamentales.

El principal objetivo de este artículo es diagnosticar los efectos de la fragmentación urbana en la acentuación de la vulnerabilidad socio-territorial de Mahahual, Quintana Roo. Los objetivos específicos son: 1. Analizar la evolución de la estructura urbana de Mahahual, identificando patrones de crecimiento y fragmentación urbana. 2. Identificar y caracterizar los principales factores de vulnerabilidad socio-territorial, considerando dimensiones sociales y urbanas. 3. Analizar el impacto de la fragmentación urbana, en cada uno de los fragmentos urbanos de Mahahual a través de la vulnerabilidad socio-territorial.

Marco teórico

La fragmentación urbana sirve como parámetro de comparación entre las desigualdades socioeconómicas que se ven reflejados en el espacio urbano (Guzmán y Hernández, 2013). Surge como consecuencia de un crecimiento urbano desordenado y de una planificación urbana inadecuada (Garcés y Bartorila, 2021). Cada fragmento posee características propias, convirtiéndose en una pieza sin sentido dentro de un rompecabezas incompleto (Barberis, 2007). El tejido urbano quebrado se caracteriza por la falta de conectividad y la presencia de barreras físicas naturales y artificiales, ocasionando zonas de exclusión y vulnerabilidad (Camacho, 2017).

Según Pérez y Orejuela (2023) la fragmentación urbana es un fenómeno que afecta negativamente los ámbitos social, espacial y administrativo de las ciudades. Para Autores como Camacho (2017) y Szupiany (2018) este fenómeno obstaculiza la interacción entre distintos grupos sociales. Esta fragmentación debilita la cohesión social y reduce la capacidad de la comunidad para responder de manera efectiva ante desafíos comunes, como los eventos climáticos extremos. De acuerdo con Rojas y Martínez (2011), la exposición a estos eventos puede aumentar la vulnerabilidad de una sociedad, dificultando su recuperación. La vulnerabilidad se considera “*como una medida agregada del bienestar humano que integra la exposición ambiental, económica y social a un rango de posibles perturbaciones perjudiciales*” (Bohle et al. 1994, como se cita en Díaz y Maldonado, 2020, p.245). De igual manera se puede entender como las características que debilitan a un individuo o estructura (Rojas y Martínez, 2011).

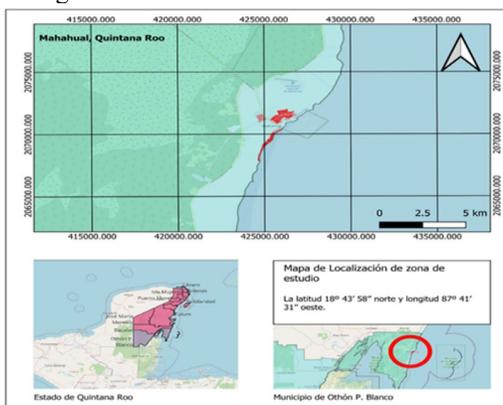
Desde lo socio-territorial se refiere a la incapacidad de hacer frente a eventos externos como internos (Ramírez, 2017). La vulnerabilidad de una zona urbanizada se entiende como la fragilidad que puede tener un grupo social ante una amenaza, que afecta su funcionamiento, los servicios y el bienestar de la sociedad. La desintegración espacial dentro del territorio generada por la especulación inmobiliaria aumenta la susceptibilidad, las zonas frágiles y dificulta la capacidad de resiliencia de las comunidades (Puente, 2018). También puede considerarse como un problema social más amplio que la pobreza o la exclusión, aunque estas condiciones aumentan la susceptibilidad de las personas (Díaz y Maldonado, 2020). Este concepto toma relevancia al afectar directamente las condiciones de vida de la población (Yáñez, 2018).

Materiales y métodos

Para analizar los efectos de la fragmentación urbana en la vulnerabilidad socio-territorial de Mahahual, se empleó un enfoque cuantitativo basado en técnicas de teledetección y fotointerpretación. Siguiendo los trabajos de Huang et al. 2018 y Marchant et al. (2023), quienes utilizaron plataformas como Google Earth Pro y QGIS. En la Figura 1 se muestra la evolución urbana de diferentes ciudades. Se delimita geográficamente el área de estudio y se analiza la

estructura urbana de Mahahual. Mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales en estas plataformas, se identificaron los patrones de crecimiento y fragmentación en las zonas de Mahahual Kilómetro 55, Fraccionamiento Casitas y Viejo Mahahual.

Figura 1: Localización del área de estudio.



Nota: Elaboración propia.

Paralelamente, se realizó una revisión documental para recopilar datos demográficos y de planificación urbana. Se consultaron fuentes como el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 2020 (INEGI, 2020), el Sistema de Consulta de Información Censal 2020 (SCINCE, 2020), el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mahahual 2021-2050, Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2021 e investigaciones previas. Esta información fue crucial para caracterizar las condiciones socio-territoriales de las diferentes zonas y establecer una línea base para el análisis posterior.

Seguidamente, mediante un equipo de cómputo laptop, se digitalizó la estructura urbana propuesta en el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mahahual 2021-2050, Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2021 y se superpuso a las imágenes satelitales en el programa de Qgis 3.28.3. Mediante la comparación de imágenes de diferentes años se identificaron los cambios en la mancha urbana y se cuantificaron los procesos de fragmentación. Se seleccionaron los años 1995, 2005, 2007, 2010, 2020 y 2023 para el análisis, considerando la disponibilidad de datos que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 2020 (INEGI, 2020) y la relevancia de los cambios ocurridos en ese periodo, mediante la teledetección remota con el programa de Google Earth Pro.

La selección de las zonas de análisis (Mahahual Kilómetro 55, Fraccionamiento Casitas y Viejo Mahahual) se basó en su importancia para comprender los procesos de fragmentación y sus impactos en la población. Estas zonas fueron delimitadas considerando el PDUCPM 2021-2050 (ver Figura 2). Los patrones de fragmentación se identificaron mediante el análisis de barreras físicas, sociales y funcionales que limitan la conectividad y el acceso a servicios. Estos patrones se relacionaron con la literatura existente sobre fragmentación urbana y sus consecuencias para la calidad de vida de los habitantes.

Figura 2: Zonificación del área de estudio, Mahahual, Quintana Roo.



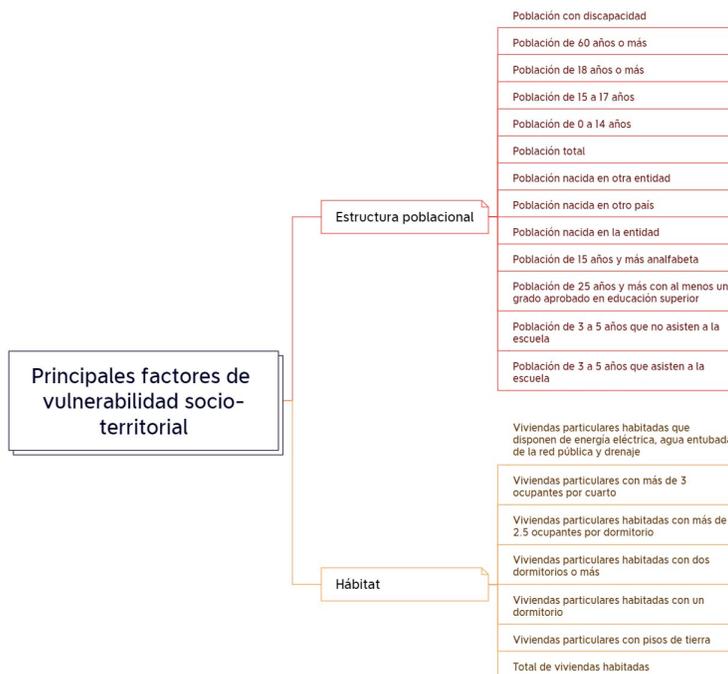
Nota: Elaboración propia, fotointerpretación a partir de imágenes del software Google Earth.

Mediante estas divisiones visibles existentes, se elaboraron mapas temáticos que permitieron visualizar la distribución espacial de servicios básicos, otros indicadores relevantes sociales y urbanos. Al cruzar estos mapas con los patrones de fragmentación identificados a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales, se estableció una clara relación entre la fragmentación y las desigualdades sociales en Mahahual, de tal manera esto se vuelve un criterio para identificar y seleccionar los indicadores, para analizar el comportamiento de la vulnerabilidad socio-territorial que contempla el segundo objetivo específico.

A partir de la identificación de divisiones espaciales y la elaboración de mapas temáticos, se visualizó la distribución desigual de servicios básicos y otros indicadores socio-territoriales en Mahahual. Al cruzar estos mapas con los patrones de fragmentación detectados a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales, se evidenció una clara relación entre la fragmentación urbana y las desigualdades sociales. Esta relación permitió seleccionar los indicadores más relevantes para analizar la vulnerabilidad socio-territorial, cumpliendo así con el segundo objetivo específico del estudio.

Con base en lo anterior, la selección de los indicadores de la vulnerabilidad socio-territorial de Mahahual se analizó en dos dimensiones clave: la estructura poblacional y el hábitat. La estructura poblacional está conformada por 13 indicadores: población con discapacidad, población de 60 años o más, población de 18 años o más, población de 15 a 17 años, población de 0 a 14 años, población total, población nacida en otra entidad, población nacida en otro país, población nacida en la entidad, población de 15 años o más analfabeta, población de 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior, población de 3 a 5 años que no asisten a la escuela, población de 3 a 5 años que asisten a la escuela. El hábitat está conformado por 7 indicadores: viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje, viviendas particulares con más de 3 ocupantes por cuarto, viviendas particulares habitadas con más de 2.5 ocupantes por dormitorio, viviendas particulares habitadas con un dormitorio, viviendas particulares con pisos de tierra y total de viviendas habitadas (ver Figura 3).

Figura 3: Diagrama de los principales factores de vulnerabilidad socio-territorial.



Nota: Elaboración propia con información (Yáñez, 2018), (Pavón y Osorio, 2023). (Hernández, 2014) y el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mahahual 2021-2050, Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2021.

Los datos obtenidos del INEGI (2020) fueron procesados en Microsoft Excel y representados gráficamente en cada una de las tres zonas de estudio (Mahahual Kilómetro 55, Fraccionamiento Casitas y Viejo Mahahual). Estos gráficos permitieron visualizar los niveles de vulnerabilidad en cada dimensión y comparar el comportamiento de las diferentes zonas.

Al final, para cumplir con el último objetivo específico, se analiza el impacto de la fragmentación urbana, en cada fragmento de Mahahual a través de la vulnerabilidad socio-territorial. Mediante el cruce del análisis de los patrones de fragmentación urbana identificados previamente se pudo establecer una relación directa entre la fragmentación y la vulnerabilidad socio-territorial, este hecho se sustenta en la literatura existente. Al cruzar estos resultados del diagnóstico, se pudo establecer una relación directa entre la fragmentación y la vulnerabilidad socio-territorial. Entre los fragmentos se presentaron zonas con mayores niveles de vulnerabilidad en términos de condiciones de vivienda, acceso a servicios básicos y características sociodemográficas desfavorables.

Resultados

De acuerdo con la información obtenida del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mahahual 2021-2050, Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2021, la región posee un clima subhúmedo, con lluvias en las temporadas de verano e invierno, la temperatura promedio anual es de 28.5°C, con una temperatura máxima de 35.3°C y una mínima de 14.2°C. En el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mahahual 2021-2050, se menciona que la precipitación pluvial está presente todo el año, con un promedio anual de 1,249 mm, mientras que los años más secos son en marzo y abril. Esta zona costera está influenciada por la presencia de ondas tropicales.

Mahahual cuenta con una estructura urbana que ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. Mientras que la organización se caracteriza por un crecimiento lineal y un trazo vial irregular (Pavón y Osorio, 2023). El acceso y salida del pueblo se realiza a través de una sola vialidad principal. El cambio más significativo en el espacio urbano de Mahahual fue posterior al huracán Dean en 2007, cuando el poblado pesquero se transformó en un atractivo turístico (Hernández, 2014). Esta transformación reestructuró la organización del pueblo haciendo más visibles las zonas que lo conforman, como Viejo Mahahual, Fraccionamiento Casitas y Mahahual Kilómetro 55.

Malbos (2020) destaca que Mahahual, con casi un siglo de existencia, comenzó como un poblado pesquero, en lo que hoy es la zona de Viejo Mahahual, que carecía de servicios básicos. La construcción del Puerto Maya en 1990 llevó a la creación de la zona del Fraccionamiento Casitas para albergar a los trabajadores del puerto. Con la llegada de cruceros se transformó el entorno urbano, atrayendo a nuevos pobladores en busca de oportunidades y un patrimonio propio. Algunos de estos pobladores se establecieron en lo que se conoce como Kilómetro 55. Según Hernández (2014), Pavón y Osorio (2023) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020), Mahahual registró una población de 125 habitantes en el año 1995, 392 habitantes en el año 2000, 822 habitantes en el año 2005, 920 habitantes en el año 2010 y 2636 habitantes en el año 2020. En casi 25 años, el crecimiento poblacional registrado en Mahahual de 1995 a 2020 pasó de 125 a 2,636 habitantes. Entre los años 1995-2005 no se aprecia un crecimiento urbano notorio en el área (ver Figura 4).

Figura 4: Evolución de la mancha urbana de Mahahual, Quintana Roo, de 1995 a 2005.

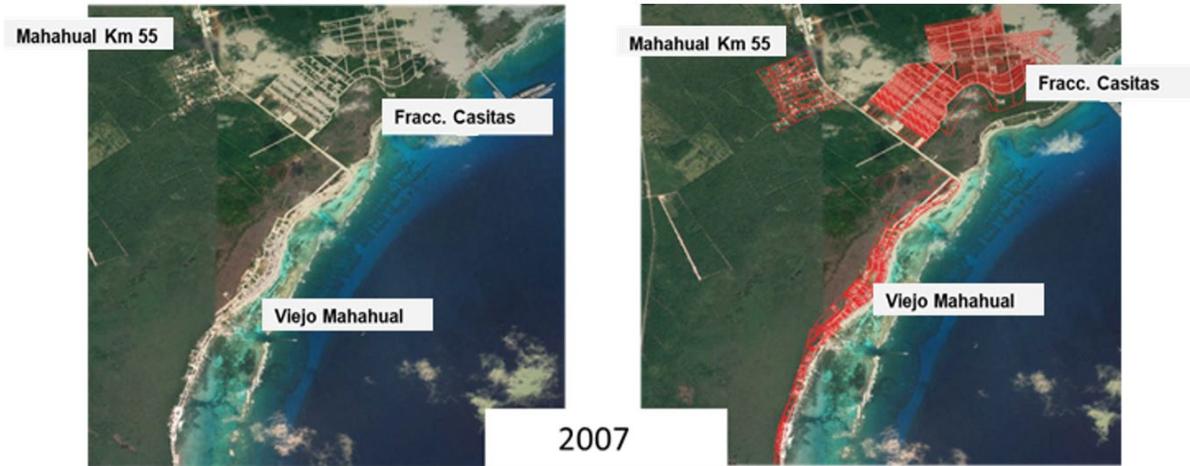


Nota: Elaboración propia, fotointerpretación a partir de imágenes del software Google Earth.

A partir del 2007 comienza a extenderse, marcándose la mancha urbana y la organización de las zonas que conforman el pueblo, siendo Mahahual Kilómetro 55, Fraccionamiento Casitas y Viejo Mahahual. En donde una división dentro de su estructura entre las zonas ya logra observarse. Cabe mencionar que, en ese mismo año, el huracán Dean impactó

con fuerza, tal como registro la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2007) en el resumen de la temporada de ciclones tropicales 2007 (ver Figura 5).

Figura 5: Evolución de la mancha urbana de Mahahual, Quintana Roo, 2007.



Nota: Elaboración propia, fotointerpretación a partir de imágenes del software Google Earth

El apogeo turístico de la región y la especulación inmobiliaria son responsables del crecimiento de Mahahual, como el número de la diferencia entre el número de pobladores entre los años de 1995 al 2020, tal análisis se realizó mediante la información obtenida de (INEGI) para generar una gráfica de crecimiento poblacional mediante Microsoft Excel, donde se observa como tuvo un incremento de 2511 habitantes registrados entre esos años (ver Figura 6).

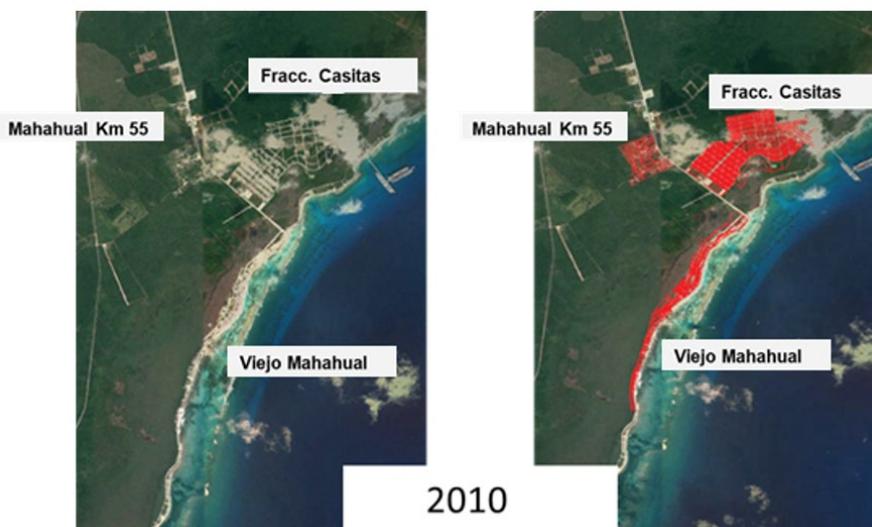
Como se presenta en las diferentes capturas del territorio de Mahahual, se aprecia tal crecimiento de su contexto construido. Este crecimiento, provoca una exclusión social y segregación espacial de los pobladores nativos, en su mayoría asentados en la zona irregular conocido como kilómetro 55. Estos han sido desplazados a áreas donde el acceso a servicios básicos y oportunidades de desarrollo es difícil (Castillo et al., 2015). Según el PDUCPM 2021-2050, en la zona donde se asienta la población de Mahahual Kilómetro 55 ha existido incertidumbre jurídica con respecto a la tenencia de la tierra. Esto, sumado a la falta de dotación suficiente de obras de infraestructura y equipamiento urbano para satisfacer la demanda de la población sigue siendo uno de los problemas que presenta la comunidad hasta la actualidad. A partir de 2010, Mahahual ya presentaba un crecimiento en sus diferentes zonas, contando con 920 habitantes registrados. En ese momento, las zonas con una estructura urbana más visible eran Fraccionamiento Casitas y viejo Mahahual. No obstante, Kilómetro 55 ya se encontraba en expansión (ver Figura 7).

Figura 6: Crecimiento poblacional de la mancha urbana de Mahahual, Quintana Roo.



Nota: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020 (INEGI, 2020), (Hernández, 2014) y (Pavón y Osorio, 2023).

Figura 7: Evolución de la mancha urbana de Mahahual, Quintana Roo, 2010.



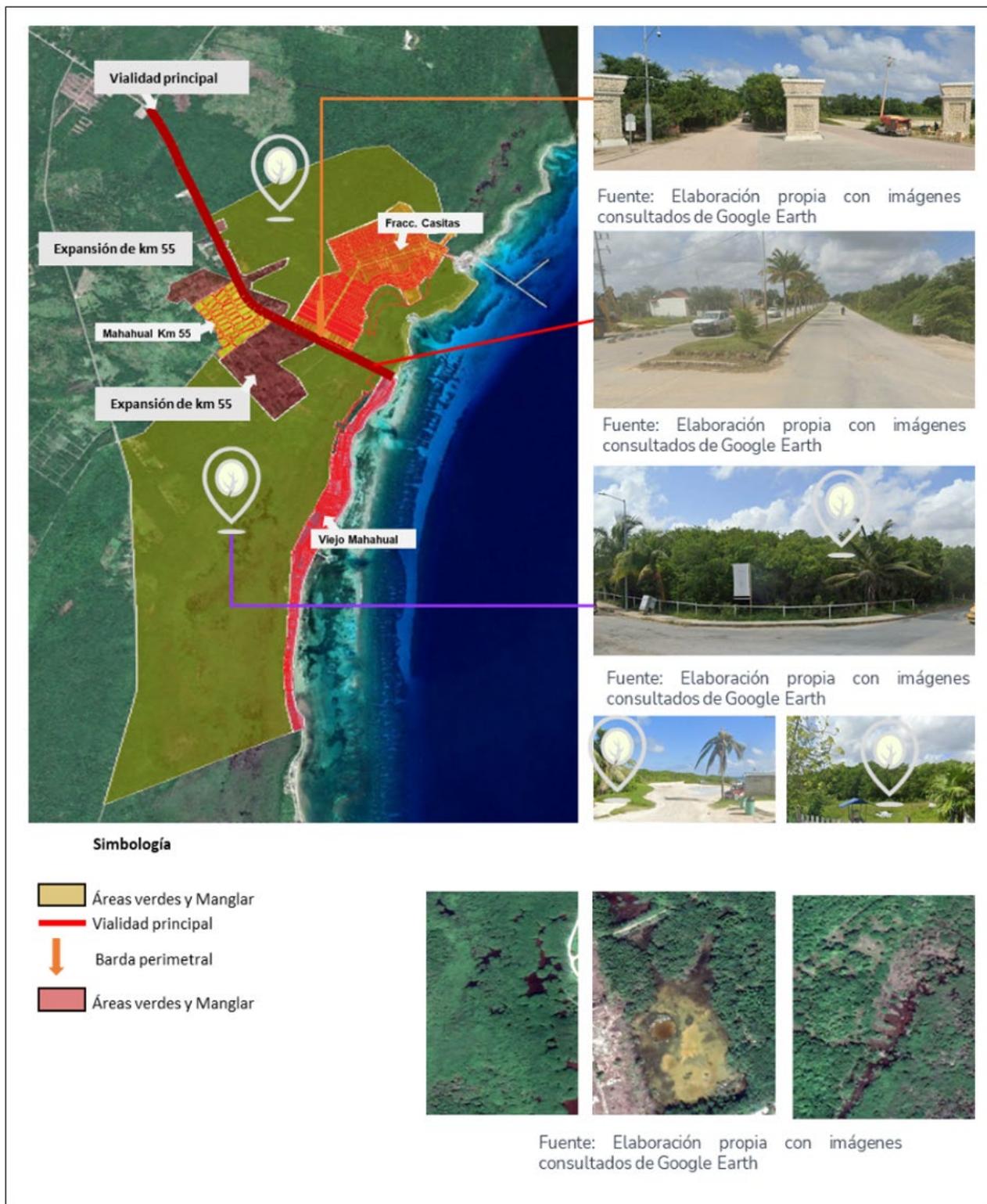
Nota: Elaboración propia, fotointerpretación a partir de imágenes del software Google Earth.

En el 2020, con una población de 2,636 habitantes, se visualiza la fragmentación de la estructura territorial de Mahahual, de acuerdo con las características que siguen este fenómeno, forma divisiones dispersas, en numerosas porciones. Esta discontinuidad del espacio físico contribuye a la desorganización y desigualdad entre los fragmentos. En Mahahual se observa este fenómeno de separación entre zonas con poblaciones homogéneas, barreras naturales que se dan mediante la vegetación endémica, desniveles y cuerpos de agua, por otra parte, los elementos físicos como la vialidad principal con una dimensión aproximada de 14 metros, divide el entorno. En el caso del fraccionamiento casitas y viejo Mahahual los elementos artificiales como bardas perimetrales generan sus propios límites. El caso de kilómetro 55, se expande en zonas bajas, entre las áreas verdes, lo que puede afectar negativamente a este grupo social, al estar más expuesto a eventos hidrometeorológicos (ver Figura 8).

Las imágenes del año 2023 revelan un notable crecimiento espacial y expansión urbana sin criterios de planeación, especialmente en el Kilómetro 55, con respecto al número de habitantes y viviendas, a comparación del fraccionamiento casitas y viejo Mahahual. Sin embargo, este incremento puede representar un reto preocupante para la población y los planificadores urbanos. La segregación socio-espacial y desigualdad de oportunidades entre las tres zonas, pueden agravar las vulnerabilidades. Kilómetro 55 concentra la mayor parte del crecimiento urbano de Mahahual y alberga a una población significativa compuesta por nativos del poblado y trabajadores foráneos que buscan oportunidades. A pesar de que el PDUCPM 2021-2050 contempla la unificación de la estructura urbana de la ciudad, incluyendo las zonas divididas, la realidad actual presenta una profunda ruptura social y espacial (ver Figura 9).

Las divisiones territoriales pueden reflejar aspectos como la desigualdad socioespacial en Mahahual, convirtiéndose en un tema mencionado en diferentes estudios. Tal es el caso de Malbos (2020) que destaca el contraste entre el Fraccionamiento Casitas y Mahahual Kilómetro 55, que muestra las diferencias en el acceso a servicios básicos, oportunidades de desarrollo y mecanismos de protección civil. En Kilómetro 55, las viviendas son precarias, hechas de madera y láminas. La mayoría de los habitantes carecen de acceso a la electricidad y agua potable entubada. De la misma manera los residentes son trabajadores del sector terciario que viven en condiciones de vulnerabilidad. Por otro lado, el Fraccionamiento Casitas presenta calles pavimentadas, viviendas de concreto con acceso a internet y aire acondicionado, lo que refleja un nivel socioeconómico más alto. Los residentes de este lugar son principalmente dueños de infraestructura turística, profesionales y extranjeros. Esta profunda división espacial refleja las diferencias en el acceso a servicios básicos u oportunidades, lo que aumenta la fragilidad de la población en el Kilómetro 55 (ver Figura 10).

Figura 8: Análisis de la fragmentación urbana en Mahahual Quintana Roo.



Nota: Elaboración propia, fotointerpretación a partir de imágenes del software Google Earth.

Figura 9: Comparación del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mahahual 2021-2050, con la evolución y fragmentación de la mancha urbana de Mahahual, Quintana Roo, 2023.



Nota: Elaboración propia, imagen elaborada con apoyo del archivo CAD y fotointerpretación a partir de imágenes del Google Earth.

Figura 10. Condiciones de diferentes zonas de Mahahual, Quintana Roo.



Nota: Fotointerpretación a partir de imágenes del software Google Earth.

Tomando en cuenta los estudios previos en esta zona, se puede tener una base sobre la susceptibilidad de la población ante una contingencia. Tal fue el caso con el COVID-19, que provocó problemas a diferentes escalas en Othón P. Blanco, Quintana Roo. Esta crisis sanitaria expuso las debilidades de las comunidades, independientemente de su condición social, humana, cultural, demográfica o territorial. El poblado de Mahahual estuvo completamente frágil ante la pandemia (Pavón y Osorio, 2023). La fragilidad de una comunidad puede derivarse de una incapacidad de poder hacer frente a eventos imprevistos (Ramírez, 2017).

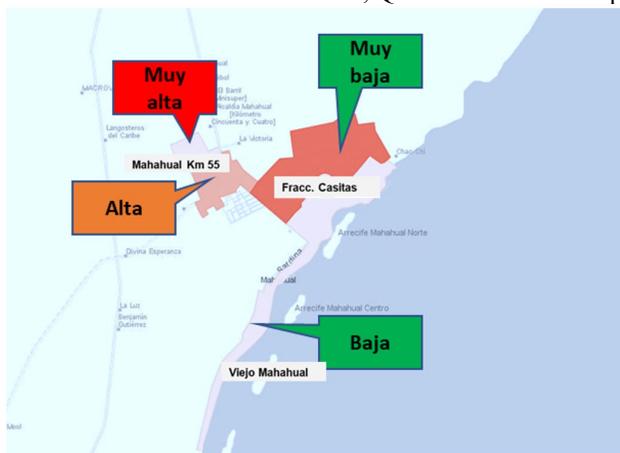
Para contextualizar la vulnerabilidad de Mahahual, se retoma como base la investigación de Pavón y Osorio (2023), donde hablan sobre la aproximación a la vulnerabilidad socio-territorial de Othón P. Blanco, Quintana Roo en tiempos de COVID-19, estudio de caso sobre turismo, donde analizan las características que conducen a una mayor o menor resiliencia, empleando información geoestadísticas.

Por medio de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2022) y del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2020), Pavón y Osorio (2023) lograron identificar la vulnerabilidad socio-territorial frente al COVID-19 con respecto al turismo en el poblado de Mahahual, Quintana Roo. Estos datos revelan la vulnerabilidad urbana de Mahahual ante esta problemática a nivel de Área Geográfica Básica (AGEB), dividida en cuatro niveles (ver Figura 11):

- Muy alta: Asentamiento periférico de la zona de Kilómetro 55, con deficiencias en ubicación, servicios, vivienda y factores socioeconómicos.
- Alta: Zona de Kilómetro 55, con la mayor concentración de población y un alto porcentaje de personas sin actividad económica.
- Baja: Zona de Mahahual Viejo, donde se encuentra el corredor turístico y se concentran servicios como restaurantes, hoteles y otros.

- Muy baja: Fraccionamiento Casitas, con mejores condiciones de infraestructura, servicios y aspectos socioeconómicos para la mayoría de su población.

Figura 11: Vulnerabilidad las diferentes zonas que conforman Mahahual, Quintana Roo. Aproximación a la vulnerabilidad socio-territorial de Othón P. Blanco, Quintana Roo en tiempos de COVID-19.



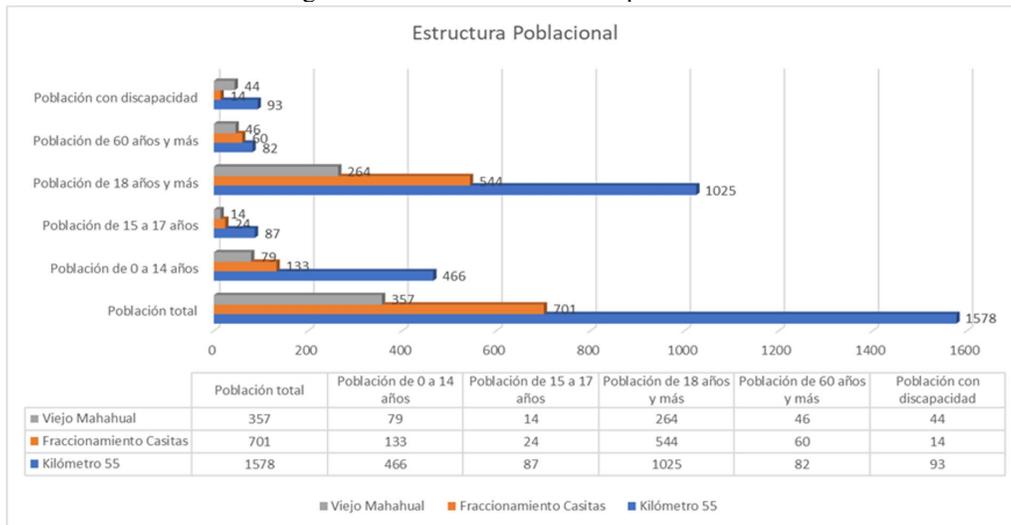
Nota: elaboración propia utilizando datos de (Hernández, 2014) y (Pavón y Osorio, 2023).

A continuación, se presenta el análisis de algunos de los factores de vulnerabilidad para comparar los efectos que la fragmentación urbana tiene en las diferentes zonas que conforman Mahahual. Los datos estadísticos empleados fueron consultados en el Sistema de Consulta de Información Censal 2020. Entre las dimensiones de análisis se contempla la estructura poblacional, que se refiere al tipo de población que posee cada zona. Se utilizaron trece indicadores para analizar la estructura poblacional y siete indicadores para analizar el hábitat, que se refiere a las condiciones físicas de la vivienda y el acceso a servicios básicos. Este primer apartado, se centra en los primeros seis indicadores que conforman la vulnerabilidad socio-territorial. Se examinan aspectos como el número total de habitantes, la distribución por rangos de edad y la presencia de personas con discapacidad en cada zona.

Kilómetro 55: Posee la mayor concentración poblacional con 1.578 habitantes. Fraccionamiento Casitas: Presenta la segunda mayor concentración, con 701 habitantes. Viejo Mahahual: Cuenta con la menor cantidad de habitantes, 357 en total. Estructura poblacional por rangos de edad, población entre 0 y 14 años: Kilómetro 55 concentra 466 habitantes, Fraccionamiento Casitas 133 y Viejo Mahahual 79. Población entre 18 y más años: Kilómetro 55 alberga 1.025 habitantes, Fraccionamiento Casitas 544 y Viejo Mahahual 264. Población de 60 años y más: Kilómetro 55 tiene 82 habitantes, Fraccionamiento Casitas 60 y Viejo Mahahual 46. Personas con discapacidad Kilómetro 55: 93 personas. Fraccionamiento Casitas: 14 personas. Viejo Mahahual: 44 personas (ver Figura 12).

El análisis de los seis primeros indicadores de la estructura poblacional en Mahahual revela una marcada concentración de habitantes en Kilómetro 55, seguido de Fraccionamiento Casitas y Viejo Mahahual. Esta distribución se refleja en la densidad poblacional de cada zona, siendo Kilómetro 55 la más densa y Viejo Mahahual la menos densa. En cuanto a la distribución por edad, Kilómetro 55 concentra la mayor cantidad de población en todos los rangos etarios: 0 a 14 años, 18 años y más y 60 años y más. Fraccionamiento Casitas presenta la segunda mayor concentración de población joven, adulta y de la tercera edad, mientras que Viejo Mahahual tiene la población más pequeña en todos los grupos etarios. La presencia de personas con discapacidad también varía entre las zonas. Kilómetro 55 concentra el mayor número de personas con discapacidad, seguido de Viejo Mahahual y Fraccionamiento Casitas. Estas disparidades en la distribución por edad y discapacidad sugieren que la vulnerabilidad socio-territorial en Mahahual podría estar relacionada con la concentración de población joven y adulta en zonas con alta densidad poblacional, así como con la presencia de personas con discapacidad que podrían requerir necesidades específicas de atención y accesibilidad. Es necesario realizar estudios más profundos que consideren otros indicadores sociales, económicos y ambientales para comprender en detalle las necesidades de cada zona y diseñar políticas públicas y estrategias de intervención focalizadas en la reducción de las brechas sociales y la promoción del desarrollo humano sostenible en Mahahual.

Figura 12: Gráfica de estructura poblacional.



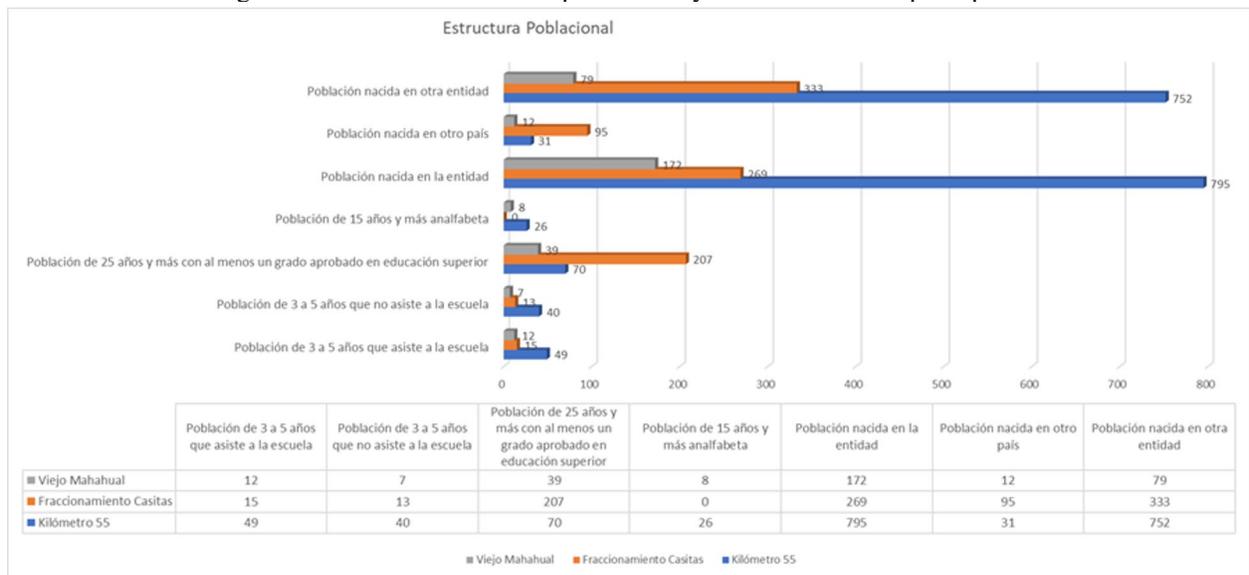
Nota: Elaboración propia con datos del Sistema de Consulta de Información Censal 2020.

A continuación, se retoma la segunda parte de los siguientes siete indicadores de la estructura poblacional en Mahahual que contemplan:

- Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela
- Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela
- Población con 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior
- Población de 15 años y más analfabetas
- Población nacida en la entidad
- Población nacida en otro país
- Población nacida en otra entidad

La Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela: Kilómetro 55 (49 infantes), Fraccionamiento Casitas (15 infantes) y Viejo Mahahual (12 infantes). Población de 3 a 5 años que no asiste a la escuela: Kilómetro 55 (40 infantes), Fraccionamiento Casitas (13 infantes) y Viejo Mahahual (7 infantes). Población con 25 años y más con al menos un grado aprobado en educación superior: Kilómetro 55 (70 personas), Fraccionamiento Casitas (207 personas) y Viejo Mahahual (39 personas). Población de 15 años y más analfabetas: Kilómetro 55 (26 personas), Fraccionamiento Casitas (0 personas) y Viejo Mahahual (8 personas). Población nacida en la entidad: Kilómetro 55 (795 personas), Fraccionamiento Casitas (269 personas) y Viejo Mahahual (172 personas). Población nacida en otro país: Kilómetro 55 (31 personas), Fraccionamiento Casitas (95 personas) y Viejo Mahahual (12 personas). Población nacida en otra entidad: Kilómetro 55 (752 personas), Fraccionamiento Casitas (333 personas) y Viejo Mahahual (79 personas) (ver Figura 13).

Figura 13: Gráfica de estructura poblacional y sus características principales.



Nota: Elaboración propia con datos del Sistema de Consulta de Información Censal 2020.

En estas graficas se revela una dinámica social y territorial compleja. Kilómetro 55 concentra una población con procedencia diversa, principalmente de la entidad y presenta un equilibrio entre menores que asisten y no asisten a la escuela. A pesar de ocupar el segundo lugar en personas con educación superior, también alberga el mayor número de analfabetos. Fraccionamiento Casitas, por su parte, se caracteriza por la mayor cantidad de personas procedentes de otra entidad, pero también ocupa un lugar significativo en cuanto a población nacida en la entidad y con educación superior. Viejo Mahahual, en contraste, presenta una correlación entre el índice de población nacida en la entidad y el número total de habitantes, ubicándose en el último lugar en cuanto a personas con educación superior. Estas disparidades en la educación y el origen de la población sugieren que la vulnerabilidad socio-territorial en Mahahual no solo se relaciona con las condiciones de vivienda y acceso a servicios básicos, sino también con factores como la escolarización, el analfabetismo y la diversidad cultural. Es necesario realizar estudios más profundos que consideren otros indicadores sociales, económicos y ambientales para comprender en detalle las necesidades de cada zona y diseñar políticas públicas y estrategias de intervención focalizadas en la reducción de las brechas sociales y la promoción del desarrollo humano sostenible en Mahahual.

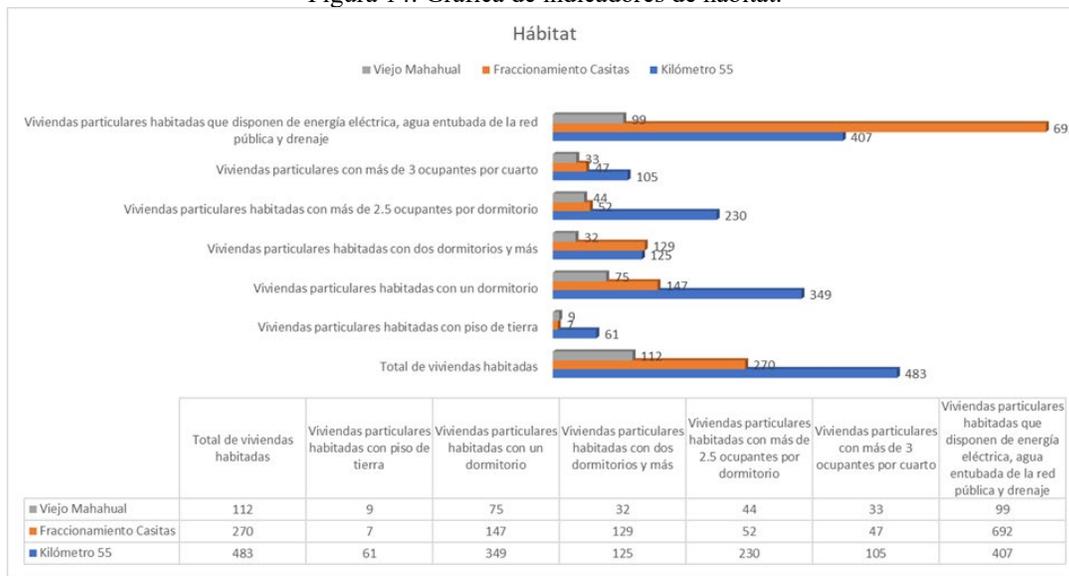
En este tercer apartado, se analizan los siete indicadores de la dimensión del hábitat en Mahahual, con el objetivo de comprender su relación con la vulnerabilidad socio-territorial. Se examinan aspectos como el número de viviendas habitadas, las condiciones de habitabilidad y el acceso a servicios básicos en cada zona.

Total, de viviendas habitadas: Kilómetro 55 (483 viviendas), Fraccionamiento Casitas (270 viviendas) y Viejo Mahahual (61 viviendas). Viviendas con piso de tierra: Kilómetro 55 (61 viviendas), Fraccionamiento Casitas (7 viviendas) y Viejo Mahahual (9 viviendas). Viviendas con un dormitorio: Kilómetro 55 (349 viviendas), Fraccionamiento Casitas (147 viviendas) y Viejo Mahahual (75 viviendas). Viviendas con dos o más dormitorios: Kilómetro 55 (125 viviendas), Fraccionamiento Casitas (129 viviendas) y Viejo Mahahual (32 viviendas). Viviendas con más de 2.5 ocupantes por dormitorio: Kilómetro 55 (230 ocupantes), Fraccionamiento Casitas (52 ocupantes) y Viejo Mahahual (44 ocupantes). Viviendas con más de 3 ocupantes por cuarto: Kilómetro 55 (105 ocupantes), Fraccionamiento Casitas (47 ocupantes) y Viejo Mahahual (33 ocupantes). Viviendas con acceso a energía eléctrica, agua entubada y drenaje: Kilómetro 55 (407 viviendas), Fraccionamiento Casitas (269 viviendas) y Viejo Mahahual (99 viviendas) (ver Figura14).

Kilómetro 55 se destaca por concentrar la mayor cantidad de viviendas habitadas. Sin embargo, también presenta la mayor proporción de hogares con pisos de tierra y el promedio más alto de ocupantes por habitación. En cuanto al acceso a servicios básicos, Kilómetro 55 ocupa el segundo lugar entre las tres zonas. Por otro lado, el Fraccionamiento Casitas presenta viviendas más espaciaosas y mejor equipadas, con un mayor número de dormitorios y un mejor acceso a los servicios básicos. Viejo Mahahual, al ser la zona que alberga el sector turístico frente a la costa, cuenta con una

mayoría de viviendas bien equipadas y con más dormitorios, similar al Fraccionamiento Casitas. Su menor clasificación en términos de viviendas ocupadas y servicios básicos se debe a su población más pequeña en comparación con las otras zonas.

Figura 14: Gráfica de indicadores de hábitat.

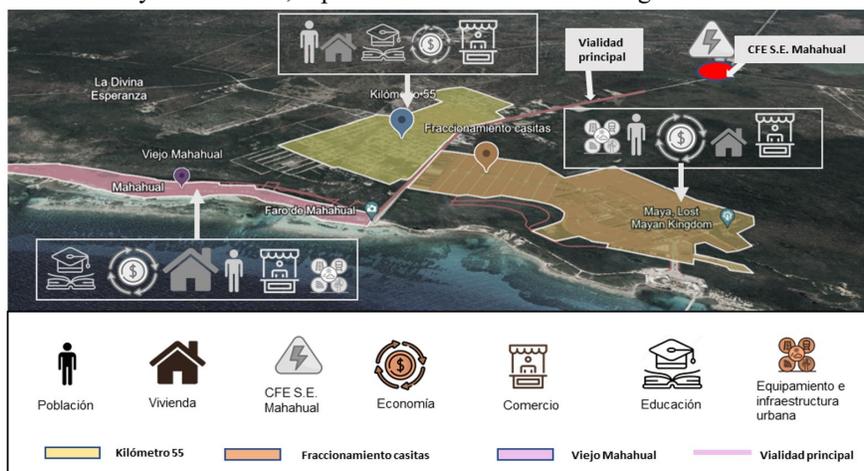


Nota: Elaboración propia con datos del Sistema de Consulta de Información Censal 2020.

Finalmente, tras el análisis de los datos estadísticos de índices de vulnerabilidad socio-territorial, se compara los efectos de la fragmentación urbana entre las tres zonas que conforman Mahahual. Donde hay una mayor concentración poblacional en Kilómetro 55, junto a la presencia de un número significativo de personas con discapacidad, sugiere que esta zona podría presentar mayores niveles de vulnerabilidad socio-territorial. La alta densidad poblacional puede generar hacinamiento, condiciones precarias de habitabilidad y dificultades en el acceso a servicios básicos. Ante la posibilidad de sufrir los efectos de fenómenos hidrometeorológicos en la región. La susceptibilidad de la población aumenta a través de la ocupación de terrenos inestables, irregulares, con vialidades precarias, equipamiento e infraestructura insuficientes. Sin embargo, esta fragmentación puede generar una exclusión de ciertas zonas, lo que contribuye a la vulnerabilidad socio-territorial ante las amenazas a las que está expuesta la zona. La división entre las partes de Mahahual, se genera por elementos físicos y naturales, desde su vialidad principal que divide las tres zonas que conforman el asentamiento, y se delimita por barreras artificiales y naturales. Esto podría afectar la calidad de vida, el desarrollo equitativo y sostenible (ver Figura 15).

La fragmentación urbana en Mahahual, caracterizada por la división en tres zonas aisladas, presenta serias dificultades para el acceso a servicios básicos como agua potable, saneamiento, energía eléctrica especialmente en las zonas más marginadas. La combinación de un alto número de habitantes, la ubicación geográfica y la tenencia irregular de la tierra, sumado a la falta de capacidad de estos servicios básicos, aumenta el riesgo de empeorar las condiciones de vida y limitar las oportunidades de desarrollo de la población. Las desigualdades del entorno urbano fragmentado de Mahahual se convierten en un acceso desigual a la infraestructura urbana y a los espacios públicos. Esta homogeneidad variada del tejido social, junto a la falta de participación ciudadana, dificulta la implementación de soluciones colectivas a los problemas de la comunidad.

Figura 14: Análisis y distribución, espacial del contexto urbano fragmentado de Mahahual Quintana Roo.



Nota: Elaboración propia, fotointerpretación a partir de imágenes del software Google Earth.

Discusión

El diagnóstico realizado en Mahahual, Quintana Roo, ha evidenciado una clara fragmentación urbana, caracterizada por una división del territorio en zonas con marcadas diferencias socioeconómicas y una desorganización espacial. Esta situación, resultado de una expansión urbana descontrolada y de factores físicos y sociales, puede estar generando impactos negativos en la calidad de vida de los habitantes en las zonas más vulnerables del pueblo. Guzmán y Hernández (2013) nos brindan un marco conceptual para comprender esta fragmentación al relacionarla con las desigualdades sociales presentes en las ciudades, pueblos o comunidades. A su vez, Camacho (2017) y Szupiany (2018) destacan cómo esta fragmentación crea barreras que dificultan la conexión entre los diferentes sectores de la población, generando una organización urbana casi ineficiente y desigual. La falta de planificación urbana ha dado lugar a zonas aisladas, limitando la interacción social y dificultando la construcción de una identidad combinada, tal como lo describen Alvarado et al. (2008) y Santana et al. (2016). Estos núcleos de riqueza contrastando con áreas de pobreza, son una característica común de la división urbana según Jirón y Mansilla (2014), son evidentes en Mahahual.

La fragmentación urbana, sumada a la ubicación geográfica y espacial de Mahahual, lo convierte en un territorio altamente vulnerable ante riesgos y amenazas. Cardozo y Vieira (2019) enmarcan esta vulnerabilidad en un contexto donde las condiciones del entorno y las características de los individuos interactúan. Ramírez (2017) señala que la pobreza es un indicador clave que limita la capacidad de las personas para hacer frente a eventos adversos. Autores como Ramírez (2017) y Guillermo y Escamilla (2023) coinciden que la vulnerabilidad socio-territorial es la relación entre el desarrollo de un asentamiento y las condiciones de fragilidad y carencias sociales que limitan su capacidad para resistir los riesgos y amenazas del contexto. De tal manera coincide con lo que menciona Yañez (2018), sobre las debilidades antes eventos tanto internos y externos dentro de un asentamiento humano.

La vulnerabilidad socio-territorial en Mahahual es un fenómeno complejo que va más allá de la pobreza y la exclusión, como describe Díaz y Maldonado (2020) sobre este concepto. Esta vulnerabilidad se manifiesta en la dificultad para acceder a servicios básicos, la limitación de oportunidades de desarrollo, la exposición a riesgos y la debilitación del tejido social. Estas consecuencias se ven empeoradas por la desigualdad social, que se muestra en una distribución desigual de servicios básicos e infraestructura, y en la presencia de zonas con mayores niveles de vulnerabilidad, coincidiendo con las afirmaciones de Prieto (2008) sobre la relación entre fragmentación y desigualdad social.

La marcada desigualdad socioeconómica en Mahahual intensifica el riesgo de pérdidas materiales y humanas en las zonas más vulnerables. Lavell (2001) define el riesgo como la posibilidad de sufrir pérdidas y daños en un futuro incierto y Rojas y Martínez (2011) lo enfocan en el ámbito urbano, considerándolo como la posibilidad de que un peligro específico ocurra en un espacio determinado. Sin embargo, Espinet et al. (2019) proponen que la fragilidad también puede representar una oportunidad para fortalecer y mejorar las debilidades. En el caso de Mahahual, identificar esta problemática puede representar una oportunidad de elaborar estrategias para su mitigación. Diversos acontecimientos, como el turismo y la especulación inmobiliaria, han impulsado el crecimiento urbano desordenado

en Mahahual, generando una segregación socioespacial de la comunidad originaria, tal como lo señalan Castillo et al. (2015) y Moreno y Hernández (2019).

El análisis de la estructura urbana de Mahahual revela una estrecha relación entre la fragmentación urbana y la vulnerabilidad socio-territorial. Esta situación coincide con los resultados de Pavón y Osorio (2023) y Hernández (2014), quienes identificaron a Mahahual como una zona con alta vulnerabilidad, donde varía en diferentes áreas del pueblo, en la que es visible. Los resultados obtenidos en este estudio corroboran estas afirmaciones y resaltan la importancia de considerar la fragmentación urbana como un factor clave en la evaluación o análisis a profundidad de la vulnerabilidad socio-territorial.

Conclusiones

Como pueblo costero, Mahahual atrae inmigración que acelera el crecimiento poblacional, lo que puede generar un crecimiento desorganizado y desequilibrado que contribuye a que se mantenga dividida espacialmente. De igual forma demanda infraestructura, bienes y servicios. Ya que la capacidad de infraestructura y servicios puede no ser suficiente para satisfacer las necesidades de la población tal es el ejemplo de vivienda, lo que puede llevar a la ocupación de áreas naturales no aptas para edificaciones, siendo propensos a riesgos naturales o humanos.

La distribución de Mahahual ha sido irregular desde sus inicios, con vialidades secundarias sin un orden claro. El crecimiento acelerado posterior al huracán Dean en 2007 ha originado una desorganización más visible. Las zonas que conforman Mahahual son kilómetro 55, fraccionamiento Casitas y viejo Mahahual, cada una con comportamientos socio-territoriales muy contrastantes. Esto demuestra que la fragmentación urbana, influye en los estratos sociales reflejados en los diferentes niveles de fragilidad. La exclusividad de bienes y servicios es otro tema importante. La especulación inmobiliaria puede generar segregación social al crear áreas exclusivas y aisladas para los sectores con mayor poder adquisitivo, mientras que los sectores con menor poder adquisitivo se ven obligados a vivir en áreas más marginales o con menos servicios.

Un aspecto preocupante es la falta de certeza jurídica de los terrenos en kilómetro 55, zona que concentra la mayor población de Mahahual. Esto puede dificultar el acceso a servicios básicos para gran parte de la población, afectando la calidad de vida y el desarrollo sostenible para todo el territorio.

Tras la recopilación de información y el análisis, el trabajo concluye al confirmar que la fragmentación urbana tiene un impacto significativo en la vulnerabilidad socio-territorial, manifestándose de manera variable en cada zona de Mahahual.

Es fundamental continuar investigando y profundizando en este tema, ya que permitiría visualizar otros escenarios dignos de estudio para esta zona y, eventualmente, aplicarlos a otros contextos costeros similares.

Referencias bibliográficas

- Andrés, M.; Barragán, J. (2016): Desarrollo Urbano en el Litoral a Escala Mundial. Método de Estudio para su Cuantificación. *Revista de Estudios Andaluces*, vol. 33 (1), (pp. 64-83). https://institucional.us.es/revistas/andaluces/33/ART4_DE%20ANDR%C3%89S.pdf
- Alvarado Rosas, Concepción, Vieyra Medrano, Antonio, & Hernández Lozano, Josefina. (2008). Diferenciación socio-residencial en el Área Urbana de la Ciudad de Cuernavaca, Morelos. *Investigaciones geográficas*, (66), (pp. 135-152). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112008000200009
- Barberis, W. (2007). Más allá de la fragmentación urbana. Identificación y mediación de los efectos de la fragmentación en área urbanizadas. *VII Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires*, (pp. 1-17). <https://doi.org/https://www.aacademica.org/000-106/244>
- Camacho Cardona, M., (2017). Regeneración de la fragmentación de la forma urbana. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (21). <https://www.redalyc.org/journal/4779/477948279042/477948279042.pdf>
- Camacho Sanabria, J. M., Chávez Alvarado, R., y Velázquez Torres, D. (2019). 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)*, (pp. 28-43). <https://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/30>
- Cardozo, C., y Vieira, A. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad social a los peligros naturales en nova friburgo, región montaña de rio de janeiro, BRASIL. *Revista de estudios Latinoamericanos sobre la Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 3(2), (pp. 71-83). <https://doi.org/10.55467/reder.v3i2.33>

- Castillo, L. Gonzáles, M. Campos, B. Velázquez, D., (2014). Modelo de indicadores para la evaluación y monitoreo del desarrollo sustentable en la zona costera de Mahahual, Quintana Roo, México. *Perspectiva Geografica*, (pp. 309-330).
https://www.researchgate.net/publication/291164843_Modelo_de_indicadores_para_la_evaluacion_y_monitoreo_del_desarrollo_sustentable_en_la_zona_costera_de_Mahahual_Quintana_Roo_Mexico
- Castillo Villanueva, L., Velázquez Torres, D., y Hernández, L. (2015). Turismo y exclusión social en Mahahual, Quintana Roo. *ResearchGate*, 1(1), (pp. 1-21).
https://www.researchgate.net/publication/371868748_Turismo_y_exclusion_social_en_Mahahual_Quintana_Roo
- Chávez Alvarado, R. (2018). Gestión del riesgo de desastre en el caribe mexicano. El caso de estudio Chetumal, Quintana Roo. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 2, (pp. 46-60). <https://doi.org/10.55467/reder.v2i2.17>
- Comisión Nacional del Agua, Hernández, Unzón, A. (2007). Reseña del Huracán Dean del océano Atlántico. *SEMARNAT*, Pp (pp. 1-12).
<https://doi.org/https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2007-Dean.pdf>
- Díaz, M. G., y Maldonado, G. I. (2020). Abordaje metodológico de la vulnerabilidad socio-territorial: estudio comparativo entre las localidades de Alpa Corral y Bengolea, sur de la provincia de Córdoba. *cardinalis*, 14, (pp. 242-266). <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardi/index>
- Espinet Vázquez, S. F., Sánchez Gutiérrez, M. E., y De la Yncera Hernández, N. D. (2019). Vulnerabilidad de ciudades costeras del Caribe y los planes de contingencia para la resiliencia social. *Academia Journals* 2019, (pp. 439-447).
https://www.researchgate.net/publication/346450347_Vulnerabilidad_de_ciudades_costeras_del_Caribe_y_los_planes_de_contingencia_para_la_resiliencia_social
- Garcés Carrillo, Judith del Carmen, & Bartorila, Miguel Ángel. (2021). Incidencias monocéntrica y policéntrica del urbanismo residencial en la fragmentación de Tampico, México (1960-2015). *Economía, sociedad y territorio*, 21(66), (pp. 441-472). Epub 04 de octubre de 2021. <https://doi.org/10.22136/est20211640>
- Guido Aldana, P. A. (2017). Cambio Climático: selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación. *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*. <https://www.iagua.es/noticias/imta/libro-cambio-climatico-seleccion-clasificacion-y-diseno-medidas-adaptacion-0>
- Guillermo Aguilar, A., y Escamilla Herrera, I. (2023). Vulnerabilidad socioterritorial en zonas metropolitanas de la Región Centro. *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía*, 2023. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14350/gsxxi.li.35>
- Guzmán-Ramírez, Alejandro; Hernández-Sainz, Kitziyah Marcela. La fragmentación urbana y la segregación social. Una aproximación conceptual. *Legado de Arquitectura y Diseño*, [S.l.], v. 8, n. 14, (pp. 41-56), jul. 2013. ISSN 2448-749X. Disponible en: <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14232>
- Hernández Aguilar M.L. (2014), Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante la amenaza de huracanes en zonas costeras del Caribe Mexicano: Chetumal y Mahahual (*Tesis doctoral, Universidad de Quintana Roo división de ciencias e ingeniería*). <http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/98>
- Huang, C., Yang, J., y Jiang, P. (2018). Evaluación de los impactos de la forma urbana en el paisaje Estructura de los espacios verdes urbanos en China utilizando Imágenes Landsat basadas en el motor Google Earth. *MDPI*, 10, (pp. 1-14). <https://www.mdpi.com/2072-4292/10/10/1569>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 2020 (INEGI, 2020), <https://www.inegi.org.mx/default.html>
- Islebe, G. A., Torrescano Valle, N., Valdez Hernández, M., Tuz Novelo, M., y Weissenberger, H. (2009). Efectos del impacto del huracán Dean en la vegetación del sureste de quintana roo, México. *foresta veracruzana*, 11(1), (pp. 1-6). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49711999001>
- Jácome Guayaquil, M. (2019). Planificación urbana y resiliencia socio-ecológica en un contexto territorial con riesgos de amenazas naturales. El caso del Cantón Manta, Ecuador. *DDD.UAB*, (pp. 1-61). <https://ddd.uab.cat/record/232641>
- Jirón, Paola, & Mansilla, Pablo. (2014). Las consecuencias del urbanismo fragmentador en la vida cotidiana de habitantes de la ciudad de Santiago de Chile. *EURE* (Santiago), 40(121), (pp. 5-28). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612014000300001&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Lavell, A. Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición [*versión electrónica*]. (2001). <https://desastres.unanleon.edu.ni/pdf/2004/mayo/PDF/SPA/DOC15036/doc15036-contenido.pdf>
- Malbos, C. (diciembre de 2020). *OpenEdition Journals*. Études Caribéennes: <https://journals.openedition.org/etudescaribeennes/19773>

- Marchant, C., Riesco, M., y Hernández, Y. M. (2023). erriurbano valdiviano. Efectos del periurbano valdiviano. Efectos del urbanismo neoliberal en una ciudad intermedia del sur de Chile. *EURE*, 147, (pp. 1-25). <http://dx.doi.org/10.7764/eure.49.147.09>
- Moreno Galván, F. de J., & Hernández Diego, C. (2019). La segregación socio-espacial en dos ciudades turísticas costeras: Acapulco y Cancún. *Revista NODO*, 13(25), (pp. 8-24). <https://doi.org/10.54104/nodo.v13n25.157>
- Pavón Ramírez, D., y Osorio García, M. (2023). Aproximación a la vulnerabilidad socioterritorial de Othón P. Blanco, Quintana Roo en tiempos de COVID-19. *Estudio de caso sobre turismo. Región y sociedad*, (pp. 1-27). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252023000100114
- Pérez Peñuelas, B. (2021). Problemática en la delimitación de fragmentación urbana por compartir procesos con otros impactos urbanos. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 8(2), (pp. 143-160). https://doi.org/http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2462-91032021000200143
- Prieto, M. (2008). Fragmentación Socio-Territorial y Calidad de Vida urbana en Bahía Blanca. *Geograficando*, 4(4), (pp. 193-214). <https://doi.org/https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/77710>
- Puente Aguilar, S. (2018). La gestión integral del riesgo de desastres en las metrópolis. *Siglo veintiuno*. <https://sigloxxieditores.com.mx/autor-a/sergio-puente-y-aguilar/>
- Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Mahahual 2021-2050. *Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, Ayuntamiento de Othón P. Blanco*. (2021). Tomo II, Número 102, Extraordinario. <https://qroo.gob.mx/sedetus/programas-de-desarrollo-urbano>
- Ramírez Velázquez, B. R., (2017). Escalas de la planeación y vulnerabilidad territorial en México. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)*, 19(1), (pp. 179-191). <https://www.redalyc.org/pdf/5139/513954270011.pdf>
- Rojas Vilches, O., y Martínez Reyes, C. (2011). Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. *Revista Universitaria de Geografía*, 20, (pp. 88-116). <https://www.redalyc.org/pdf/3832/383239103004.pdf>
- Santana Juárez, M. V., Hoyos Castillo, G., Santana Castañeda, G., Pineda Jaimes, N. B., y Campos Alanis, H. (2016). Vulnerabilidad territorial ante la expansión urbana. *Red internacional de territorios, sustentabilidad y gobernanza en México y Polonia (RETESYG)*, 1(1ra), (pp. 1-49). <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.11799/58087>
- Silva Casarín, R., Villatoro Lacouture, M. M., Ramos Durón, F. J., Pedroza Paez, D., Ortiz Pérez, M. A., Mendoza Baldwin, E. G., . . . Salinas, A. C. (2014). Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México*, (pp. 1-125). https://www.researchgate.net/publication/280930953_CHARACTERIZACION_DE_LA_ZONA_COSTERA_Y_PLANTEAMIENTO_DE_ELEMENTOS_TECNICOS_PARA_LA_ELABORACION_DE_CRITERIOS_DE_REGULACION_Y_MANEJO_SUSTENTABLE
- Silva, H., Rosas, G., Secaira, F., Meller, T., Mendoza, M. (Comps.) (2014). Sobrevive al cambio climático. Catálogo de buenas prácticas para reducir los impactos del clima en la zona costera de Quintana Roo, México. Chetumal, Quintana Roo. *Instituto Tecnológico de Chetumal, The Nature Conservancy, Amigos de Sian Ka'an-marti*. https://www.researchgate.net/publication/275584443_Sobrevive_al_Cambio_Climatico_en_el_Caribe_Catalogo_de_buenas_practicas_de_uso_del_suelo_manejo_del_paisaje_y_construccion_en_la_zona_costera_de_Quintana_Roo
- Sistema de Consulta de Información Censal 2020 (*SCINCE*, 2020). <https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/>
- Szupiany, E. (2018). La ciudad fragmentada. Una lectura de sus diversas expresiones para la caracterización del modelo latinoamericano. *Revista ESTUDIOS SOCIALES CONTEMPORÁNEOS* (19), (pp. 99-16). <https://doi.org/https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/89153>
- Winfield Reyes, F. N. (2010). Historia, Teoría y práctica del urbanismo. *Universidad Veracruzana*. <https://doi.org/https://libros.uv.mx/index.php/UV/catalog/view/BI186/55/310-1>
- Yáñez Romo, V. (2018). Metodología para determinar la vulnerabilidad socio-territorial frente a la pobreza. *REDUR*, (pp. 95-120). https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/333101330_Metodologia_para_determinar_la_vulnerabilidad_socio-territorial_frente_a_la_pobreza



<https://doi.org/10.69823/avacient.v4n2a16>

<http://avacient.chetumal.tecnm.mx/index.php/revista>

<https://www.facebook.com/avacient>