



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra
“Dr. Víctor Hugo Garduño Monroy”



Análisis espacial de las periurbanidades de una ciudad intermedia: caso de estudio la ciudad de Morelia

Tesis

Presenta

A. A. Santiago Luján rueda

Para obtener el grado de:

Maestro en Geociencias y Planificación del Territorio

Directora de tesis:

Dra. Erna Martha López Granados

Morelia, Michoacán. Noviembre 2023

Índice

Lista de figuras	III
Lista de tablas	IV
Lista de mapas	IV
Lista de gráficas	V
Lista de ecuaciones	V
Resumen	VI
Abstract	VII
1. Introducción	1
2. Preguntas de investigación	6
3. Objetivos	6
4. Área de estudio	7
5. Antecedentes	11
5.1. El periurbano en el mundo	11
5.2. Breve antecedente institucional en México	13
5.3. La ciudad de Morelia	14
6. Materiales y métodos	17
6.1. Tratamiento de fotos aéreas, ortofotos e imágenes satelitales	18
6.2. Delimitación espacial de la zona periurbana de una ciudad intermedia	20
6.3. Categorías para interpretar las coberturas y usos del terreno del área de estudio	23
6.4. Fotointerpretación, ajustes y recategorización	28
6.5. Procesamiento de la información.....	29
7. Resultados y discusiones	31
7.1. Modelo de Límite Combinado.....	31
7.2. El periurbano de Morelia 1960 - 2022	38
7.2.1. Producción y consumo de área periurbana	38
7.2.2. Composición espacial de los periurbanos	41
7.3. Transformaciones espaciales del área de estudio	51
7.3.1. Coberturas vegetales y usos del terreno	52
7.3.2. Cambios de coberturas y usos de terreno	61
8. Conclusiones y consideraciones finales	73
9. Referencias	75

Lista de figuras

Figura 1: Esquema metodológico	17
Figura 2: Distribución puntos de control para ortocorrección de fotografías aéreas	18
Figura 3: Mosaico de fotografías aéreas y carta edafológica de la cabecera municipal de Morelia y áreas aledañas 1960.....	19
Figura 4: Mosaico de fotografías aéreas ortocorregidas, cabecera municipal de Morelia 1975	19
Figura 5: Mosaico de ortofotos de la cabecera municipal de Morelia y áreas aledañas 1995	20
Figura 6: Partes del periurbano.....	21
Figura 7: Fragmentación y diversificación de coberturas y usos del terreno. Zona norte del área de estudio 2022	21
Figura 8: Ejemplo Patrones tempranos de ocupación habitacional, área loteada para uso inmobiliario. Zona Oriental del área de estudio 2022.	22
Figura 9: Ejemplo patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles, zona noroccidental del área de estudio 2022.....	22
Figura 10: Ejemplos de categorías naturales	24
Figura 11: Ejemplos de categorías rurales.....	25
Figura 12: Ejemplo terrenos con cobertura vegetal sometidos a la especulación inmobiliaria (C.V. Especulación).....	26
Figura 13: Ejemplo Categorías urbanas.....	27
Figura 14: trayectorias salidas de campo.....	29
Figura 15: Matriz de Márkov (tomado de Ramos 2018).....	30
Figura 16. Estructura de golfos y península del continuo urbana ciudad de morelia: A) golfo al Norte de la ciudad año 1995. B) península al sur de la ciudad año 1995. C) estructura de golfo y península al Norte de la ciudad año 2022.	33
Figura 17: Ejemplo patrones tempranos de ocupación habitacional: A) límite de lotes para la construcción de vivienda área Noroccidental de la ciudad 1995. B) Límite fraccionamientos al Occidente de la ciudad 2022.	34

Figura 18: determinación límite exterior del periurbano mediante el patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles: A) infraestructuras civiles identificadas. B) Aplicación de Buffer para hallar una línea continuada del límite exterior.....	35
Figura 19: Ejemplo Determinación del límite exterior del periurbano de la ciudad de Morelia para el año 2022, mediante el modelo de límite combinado.....	36
Figura 20: Territorio periurbano producido en 1960 consumido por el continuo urbano entre los años 1975 y 1995. (sección occidental año 1960)	40

Lista de tablas

Tabla 1: Crecimiento demográfico ciudad de Morelia.....	10
Tabla 2: Crecimiento y extensión del continuo urbano de la ciudad de Morelia.	31
Tabla 3: extensión y crecimiento del periurbano de la ciudad de Morelia.....	38
Tabla 4: Extensión de las categorías en los periurbanos de cada año de estudio.	41
Tabla 5: Comparación de extensión por grupo de categoría entre los periurbanos de la ciudad de Morelia en los años de estudio.	50
Tabla 6: Métricas categorías área de estudio 1975.....	53
Tabla 7: Métricas categorías área de estudio 1995.....	56
Tabla 8: Métricas categorías área de estudio 2022.....	59
Tabla 9: Área por categoría en la zona de estudio.....	62
Tabla 10: Matriz de Márkov cambios de cobertura y usos de terreno 1975 - 1995.	65
Tabla 11: Principales relaciones de las categorías años 1975 - 1995.....	65
Tabla 12: Matriz de movilidad 1975 - 1995.....	66
Tabla 13: Matriz de Márkov cambios de cobertura y usos de terreno 1995 - 2022.	70
Tabla 14: Principales relaciones de las categorías años 1995 - 2022.....	70
Tabla 15: Matriz de movilidad 1995 -2022.....	71

Lista de mapas

Mapa 1: Localización área de estudio de la ciudad de Morelia.....	7
Mapa 2: Continuo urbano de la ciudad de Morelia años 1960, 1975, 1996 y 2022.	32
Mapa 3: Territorios periurbanos de la ciudad de Morelia en los años 1960, 1975, 1995 y 2022.	37
Mapa 4: Coberturas y usos de terreno	46

Mapa 5: Coberturas y usos de terreno periurbano.....	47
Mapa 6: Coberturas y usos de terreno periurbano.....	48
Mapa 7: Coberturas y usos de terreno periurbano.....	49
Mapa 8: Área de estudio periurbano entre los años 1975 y 2022.....	51
Mapa 9: Coberturas y usos de terreno área de estudio ciudad de Morelia 1975	54
Mapa 10: Coberturas y usos de terreno área de estudio ciudad de.....	57
Mapa 11: Coberturas y usos de terreno área de estudio ciudad de.....	60

Lista de gráficas

Gráfica 1: Comparación del crecimiento del continuo urbano y el periurbano de la ciudad de Morelia.....	39
Gráfica 2: Producción y consumo de territorio periurbano de la ciudad de Morelia	39
Gráfica 3: Consumo de territorio periurbano de la ciudad de Morelia entre 1960 y 2022... 40	
Gráfica 4: porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 1960.....	42
Gráfica 5: porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 1975.....	42
Gráfica 6: Porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 1995.	43
Gráfica 7: Porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 2022.	44
Gráfica 8: Proporción de área por grupos de categorías en los periurbanos.	50
Gráfica 9: Proporción de las categorías, área de estudio 1975.....	52
Gráfica 10: Proporción de las categorías, área de estudio 1995.....	55
Gráfica 11: Proporción de las categorías, área de estudio 2022.....	58
Gráfica 12: Comparativo extensión por grupo de categorías en el área de estudio	61
Gráfica 13: Porcentajes del área de las coberturas vegetales y usos del terreno en cada año de estudio.....	63

Lista de ecuaciones

Ecuación 1: Condicional para determinar el estado dinámico de una categoría	30
---	----

Resumen

Para la segunda década del siglo XXI en América Latina se estima que el 79.9% de la población se encuentra viviendo en zonas urbanas, sin embargo, las complejas problemáticas ambientales que caracteriza a las grandes ciudades convierten a las ciudades intermedias en una alternativa para brindar una mejor calidad de vida a sus habitantes, no obstante, es necesario reconocer ¿cómo están creciendo? ¿qué tipo de cobertura vegetal y uso del terreno se está perdiendo con la expansión de la mancha urbana? El territorio concreto sobre el cual crecen las ciudades es el periurbano, un espacio dinámico con fuertes tensiones sobre la tenencia del terreno, donde se interrelacionan prácticas económicas agropecuarias, industriales y de servicios como el turismo. El objetivo principal de esta investigación fue analizar las transformaciones espaciales del cambio de cobertura vegetal y uso del terreno con bases de datos generadas por la percepción remota y sistemas de información geográfica en los años 1960, 1975, 1995 y 2022 del periurbano en la ciudad de Morelia. Se construyó un modelo espacial para determinar el territorio periurbano al que se le denominó *Modelo de Límite Combinado*. Se identificaron los cambios espaciales y los procesos de cambio de las coberturas y usos de terreno en los cuatro años de estudio. Los análisis mostraron que los periurbanos, aunque distan en extensión, su composición es similar en torno a la proporcionalidad de sus coberturas vegetales y usos de terreno, demostrando que el periurbano es un territorio concreto y distinguible entre otros tipos de territorios. Después del año 1995 se acentuaron los principales cambios, pasando de un paisaje rural a uno urbano, dominado por lotes baldíos y fraccionamientos desligados del centro de la ciudad, la expansión urbana se da en detrimento del territorio rural. La especulación inmobiliaria fragmentó espacialmente a la ciudad de Morelia entre los años 1995 y 2022.

Palabras clave: Periurbano, planificación del territorio, ciudad intermedia, cobertura vegetal, uso de terreno.

Abstract

During the second decade of the 21st century in Latin America, it is estimated that 79.9% of the population lives in urban areas; however, the complex environmental problems that characterize great cities make intermediate cities an alternative to provide a better quality of life for their inhabitants. Is it necessary to recognize how they are growing? What type of vegetation cover and land use are being lost with the urban sprawl? The specific territory on which cities grow is the periurban, a dynamic space with strong tensions over land ownership, the agricultural economy, manufacturing, and the service economy. Practices are interrelated and susceptible to constant change. The main objective of this research was to analyze the spatial transformations of the change in land cover and land use with databases generated by remote sensing and geographic information systems in the years 1960, 1975, 1995 and 2022 in the periurban areas of the city of Morelia. A spatial model was built to determine the periurban territory called the Combined Limit Model, which was executed in the city of Morelia. Both spatial changes and processes of change in land cover and land use were identified in the four years of study. The analysis showed that the periurban areas, although they are different in size, are similar in terms of the proportionality of their land cover and land use, showing that the periurban area is a specific territory and distinguishable from other territories. After 1995, the main changes in the landscape were accentuated, which went from being rural to an urban landscape dominated by vacant lots and residential complexes disconnected from the city center. Urban sprawl occurs to the detriment of rural territory, in addition to the dominance of real estate speculation, the city of Morelia became a spatially fragmented city.

Keywords: Periurban, territorial planning, intermediate city, land cover, land use.

1. Introducción

Los procesos territoriales urbanos están trazados por relaciones entre subsistemas sociales, económicos y políticos que se van consolidando con el tiempo, moldeando las características naturales de los ecosistemas y redefiniendo aspectos identitarios (la cultura) de los habitantes. Es así como sin ser sujeto de planificación, las ciudades determinan de un modo continuo la condición de los sistemas naturales que le dan soporte, es decir, su sustentabilidad.

Según Bernard Kayser la organización espacial del territorio en los países en desarrollo se divide en dos:

1) El campo, caracterizado por una densidad poblacional baja, un uso del terreno predominantemente de tipo agro-silvo-pastoril, las vías de comunicación son inexistentes o en malas condiciones, por lo que existe aislamiento en estas comunidades. Los habitantes de las zonas rurales son excluidos por un acceso limitado a los servicios proporcionados por el estado (educación y salud principalmente) (Kayser, 1972).

2) La ciudad, que en un sentido amplio es la expresión espacial de procesos socioeconómicos, mediados por espacios densos de población y la concentración tanto de las actividades comerciales e industriales, como de los poderes políticos y económicos (Delgado Viñas, 2016). Se caracteriza por tener un trazado vial denso y mayor cobertura de servicios como salud, seguridad y educación.

Sin embargo, las categorías campo o ciudad no son mutuamente excluyentes o antagónicas (Berardo, 2019), prueba de ello es la interfaz campo-ciudad en el que existe una zona transicional denominada periurbano, que obedece a un proceso de metamorfismo territorial (Kayser, 1972). El periurbano en la ciudad, es una franja de múltiples interacciones, flujos de materia y energía que se encuentra en un cambio y resignificación continuo, en donde se integran dinámicas propias de la ruralidad y la urbanidad, además es el vínculo directo con las fuentes de abasto como alimentos, agua, madera, entre otros (Pesci, 2016). El periurbano relaciona a la ciudad con un soporte ecológico que a su vez funciona como sumidero de calor, ruido y gases de efecto invernadero.

La organización del espacio se produce mediante tensiones de poder, es el resultado de luchas dialécticas en la mayoría de casos antagónicas, de las cuales emergen o se fortalecen a su vez estructuras de poder sobre sí mismo. El espacio temporal dentro del cual se libran y resuelven las tensiones de poder permiten visualizar territorios diversos en relaciones de producción, el periurbano como un espacio en disputa, en transición, contiene una riqueza subjetiva cuyo símil ecológico podría ser el “ecotono” (Pesci, 2016), puesto que la riqueza en relaciones de producción, procesos transicionales de restauración o de degradación ecológica (Rivas, 2015) y relaciones simbólicas (culturales) entre población rural y urbana, tienen el potencial de propiciar escenarios específicos de oportunidad para ordenar el territorio con perspectivas

holísticas, de modo preventivo y correctivo frente a las problemáticas ambientales existentes en el territorio.

El crecimiento de una ciudad implica de modo irrestricto cambios en las coberturas y usos de terreno, principalmente en los espacios o territorios donde crecen las ciudades que son áreas de uso agropecuario y de coberturas naturales como bosque, su desaparición a favor del crecimiento de la trama urbana obedece a un proceso ubicado en las periferias de la ciudad. Durante este proceso de urbanización de lo no urbano se genera de modo temporal un territorio llamado periurbano.

El periurbano es el territorio directamente afectado durante el crecimiento de la ciudad, y es altamente dinámico por variedad de relaciones de producción y las tensiones generadas por los intereses políticos y económicos que allí suceden (L. García, 2018). El periurbano se caracteriza tanto por la fragmentación como por la diversidad de coberturas y usos de terreno, donde es posible encontrar relictos de bosque inmersos en áreas de cultivo, pequeños grupos de viviendas dispersas e industrias, pero un común denominador de este territorio son los lotes baldíos o espacios sin un uso aparente, los cuales son diversos en su extensión, desde algunos metros cuadrados, hasta decenas de hectáreas, sin embargo, dichos espacios mientras no son ocupados con algún tipo de infraestructura habitacional, comercial o industrial, se encuentran sometidos a la especulación, lo cual tiene una tendencia a encarecer el predio a medida que percibe beneficios a modo de Free Rider, por las externalidades que brinda la provisión y acceso a servicios como conexión a vías principales, sistemas de fluido eléctrico, rutas de transporte, entre otros, en los que los propietarios de los predios no necesariamente intervienen (Bagattin, 2018).

En las ciudades el periurbano se define desde sus dimensiones objetivas y subjetivas, evidentes en las dinámicas situadas en un tiempo y espacio, obteniendo un carácter relativamente temporal, dado que es un área en consolidación urbana, una vez densificado se vuelve la frontera urbana y punto de presión para empujar la ciudad a un nuevo periurbano (Vieyra *et al.*, 2020). Las características de la cobertura y uso del terreno pueden definir una fortaleza o debilidad frente al proceso del cambio climático en la ciudad y su población (Luján, 2016).

Las ciudades intermedias en Latinoamérica, especialmente en México, cobran importancia al convertirse en una alternativa para superar los problemas causados por el crecimiento desigual de las grandes urbes (Uribe y Guevara, 1983) y (Garrido *et al.*, 2016). Es así como el crecimiento de la mancha urbana dada por medio de la periurbanización se encuentra sometido a procesos de transformaciones vertiginosas, resultado de varias tensiones de índole política, económica, cultural y ecológica.

Una de las principales tensiones (como la demanda de agua y de alimentos) radica en la demanda de espacio geográfico como recurso finito, visto como una discusión antagónica entre terreno para urbanizar, terreno para la conservación o producción agropecuaria (Torre

et al., 2019). A medida que se construyen las ciudades en los países en desarrollo (mayoritariamente de modo reaccionario y sin una planificación consciente o integradora) no sólo el suelo directamente implicado en el cambio de su cobertura se ve afectado, las comunidades que habitan este espacio demandan de un suministro continuo de materia, energía y servicios de los que adolece la periferia (Castillo *et al.*, 2017), aumentando la presión de la ciudad a los sistemas naturales que le dan soporte.

No obstante, la expansión del área urbana supone procesos de territorialización diferencial en la zona periférica (Nates, 2011), este proceso ocurre principalmente en los suelos de uso agrícola o pecuario (aunque no excluye zonas de interés ecológico y arqueológico), propiciando una especulación sobre el valor comercial del suelo, que genera el cambio de su uso en un primer momento de modo simbólico, por lo cual se empieza a fragmentar y abandonar su uso tradicional, con el interés de convertirse en un futuro espacio habitacional, el suelo sólo queda con la funcionalidad de soporte.

En Latinoamérica los terrenos proyectados a ser incorporados al sistema urbano están sujetos a especulación, la cual consiste en la valorización futura de uno o varios predios por distintos factores, aunque no se haya realizado mejoras o inversiones directas evidentes o sustanciales. Por lo general, la especulación sobre el suelo en áreas periurbanas ocurre por el potencial usufruto de las externalidades producidas por obras civiles como autopistas, o políticas que estimulan cambios de usos de terreno como la declaración de zonas de expansión urbana en zonas de tradición agrícola colindantes a una ciudad.

La especulación sobre terrenos y la especulación inmobiliaria propiamente dicha, es un fenómeno económico y financiero fuertemente arraigado en las áreas periurbanas, se manifiesta como uno de los principales motores del proceso de periurbanización. El periurbano se convierte en un escenario oportuno de producción y reproducción de capital mediante la movilización de mano de obra, transacciones crediticias tanto para la ejecución de proyectos inmobiliarios como para la compra de vivienda (Harvey, 2004), debido a que se encuentran terrenos de bajo valor (en relación con el suelo urbano) con un potencial de encarecimiento a largo plazo gracias a la futura dotación de equipamientos y servicios públicos y privados. La especulación sobre los terrenos en la periferia contiene la promesa de ser una inversión altamente redituable.

El crecimiento urbano es un proceso dinámico que ocurre en un espacio y es perceptible en el tiempo, siendo representado y modelado con el apoyo de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se considera que un SIG es un conjunto de herramientas informáticas diseñadas para el manejo, gestión, análisis, representación y modelado de los fenómenos dentro del territorio (Gómez y Barredo, 2006) y (J. Valdivias, 2016). Para los estudios espaciales del territorio la percepción remota y los SIG han posibilitado la obtención de datos de modo ágil, convirtiéndose en tecnologías indispensables para el desarrollo de la Geografía moderna (García y Mas, 2008).

La cobertura del suelo se refiere a los atributos biofísicos existentes en la superficie del suelo, los cuales pueden ser coberturas vegetales, espejos de agua e infraestructuras (Lambin *et al.*, 2003). Las coberturas del suelo pueden estar ligadas a los usos del terreno, sin embargo, los usos del terreno se refieren principalmente a los propósitos que el humano destina para su usufructo, incluyendo las prácticas de manejo de la tierra (Barnsley y Barr, 2000).

La unidad básica en la interpretación espacial de las coberturas vegetales y usos del terreno son los polígonos, cada polígono en el mapa representa un segmento independiente de una categoría rodeado de segmentos independientes de otras categorías. Cada polígono es un fragmento del universo de fragmentos que conforma la extensión total de una categoría en concreto, por lo cual la media sirve para obtener una aproximación al tamaño de cada polígono, es decir el tamaño medio (en hectáreas) de cada fragmento de las categorías.

El tamaño medio de los polígonos tiene varias implicaciones según la naturaleza de cada categoría, por ejemplo, en las categorías naturales el tamaño de un polígono puede indicar la existencia de ecosistemas fragmentados y con dificultades para tener un proceso de sucesión ecológica positivo. En las categorías rurales, polígonos pequeños implican áreas de menor productividad y economías vulnerables. No obstante, en las categorías urbanas una media por polígono pequeña (en relación a la media de otras categorías) no indica un riesgo latente de supresión de la categoría, o una condición de degradación, los fragmentos de categorías urbanas una vez se establecen en el terreno independientemente de su extensión funcionan como epicentro para la urbanización del territorio circundante (salvo eventos singulares como afectaciones por fenómenos naturales o políticas públicas) con una relativa tendencia a transitar de los Asentamientos humanos dispersos a los intermedios y compactos.

Mediante el levantamiento y análisis de información de las coberturas vegetales y los usos de terreno de un área geográfica en distintos intervalos de tiempo, es posible identificar los cambios que ocurren en el paisaje, es decir las transformaciones espaciales que han ocurrido en el tiempo. Lo cual constituye un insumo determinante para planificar el territorio y generar pautas que pretendan entender, predecir, prevenir y corregir problemáticas ambientales como pérdida de cobertura vegetal en zonas de recarga hídrica o asentamientos humanos ubicados en zonas con amenazas naturales.

Los patrones espaciales de ocupación en términos urbanos son tendencias de distribución, dispersión y aglutinamiento que la población adopta para establecerse en un territorio, estos patrones se pueden expresar mediante dinámicas auspiciadas o aprobadas por la administración pública y en otras circunstancias las dinámicas de ocupación del territorio se dan sin obedecer algún plan comercial o gubernamental, sino que responde al dinamismo propio de la población y su necesidad de establecimiento en el territorio (M. Ramos *et al.*, 2014). La expansión de la mancha urbana no obedece a una tendencia homogénea, los distintos patrones espaciales de ocupación podrían incluso tener distintas implicaciones o responsabilidades en la pérdida de cobertura vegetal.

El Fondo de Población de las Naciones Unidas proyectó que entre los años 2000 y 2030 la población urbana del mundo aumentará 72 % mientras que la superficie de las zonas edificables donde viven 100,000 o más personas podría aumentar en un 175 % (UNFPA, 2008). Los ecosistemas y los suelos con vocación de protección natural y las zonas productivas agropecuarias son los principales afectados frente a la expansión urbana. En el caso de la Ciudad de Morelia la extensión del área urbana aumentó más de 5 veces, en el periodo 1980-2002, pasando de 1,898.60 hectáreas a 10,919 hectáreas, dándose dicha expansión mayoritariamente en zonas planas con tradición agrícola de riego (E. López *et al.*, 2002) y (SUMA, 2013).

Con el objetivo de fortalecer y aportar nuevas perspectivas para el análisis del territorio, los estudios sobre las periurbanidades cobran relevancia, es el espacio de la ciudad donde se dan transiciones continuas de territorialización físicas y simbólicas, en el que se destruyen los caracteres materiales e inmateriales de la ruralidad, hasta ser un espacio completamente urbano (Nates, 2012). Mediante la planificación del territorio se pretende comprender las dinámicas territoriales dadas antes de consolidarse como área urbana, para que pueda potencializar su característica frente a la posibilidad de una urbanidad sustentable, libre de vulnerabilidad de cualquier índole, lo cual propone anticiparse a la vivencia de territorios altamente problemáticos.

En la ciudad de Morelia se han desarrollado investigaciones espaciales sobre el crecimiento de la mancha urbana y los cambios en las coberturas vegetales y usos del terreno, consolidando información de los años 1960, 1975, 1990, 2000, 2007 y 2013 (E. López *et al.*, 2001), (Valdivias *et al.*, 2015) y (Martínez Macías, 2020). Lo cual expone una oportunidad única en el estudio espacial de las ciudades medias en Latinoamérica para contrastar, actualizar las bases de datos y reflexionar sobre las periurbanidades desde la perspectiva espacial en un lapso de 62 años.

2. Preguntas de investigación

¿Es posible delimitar espacialmente el área periurbana de la ciudad de Morelia, Michoacán como ejemplo de ciudad intermedia?

¿Ha variado el periurbano a través del tiempo en la ciudad de Morelia? ¿cómo ha variado?

¿Cuáles son los principales cambios de coberturas y usos de terreno en el área de estudio entre los años 1960 y 2022?

3. Objetivos

General

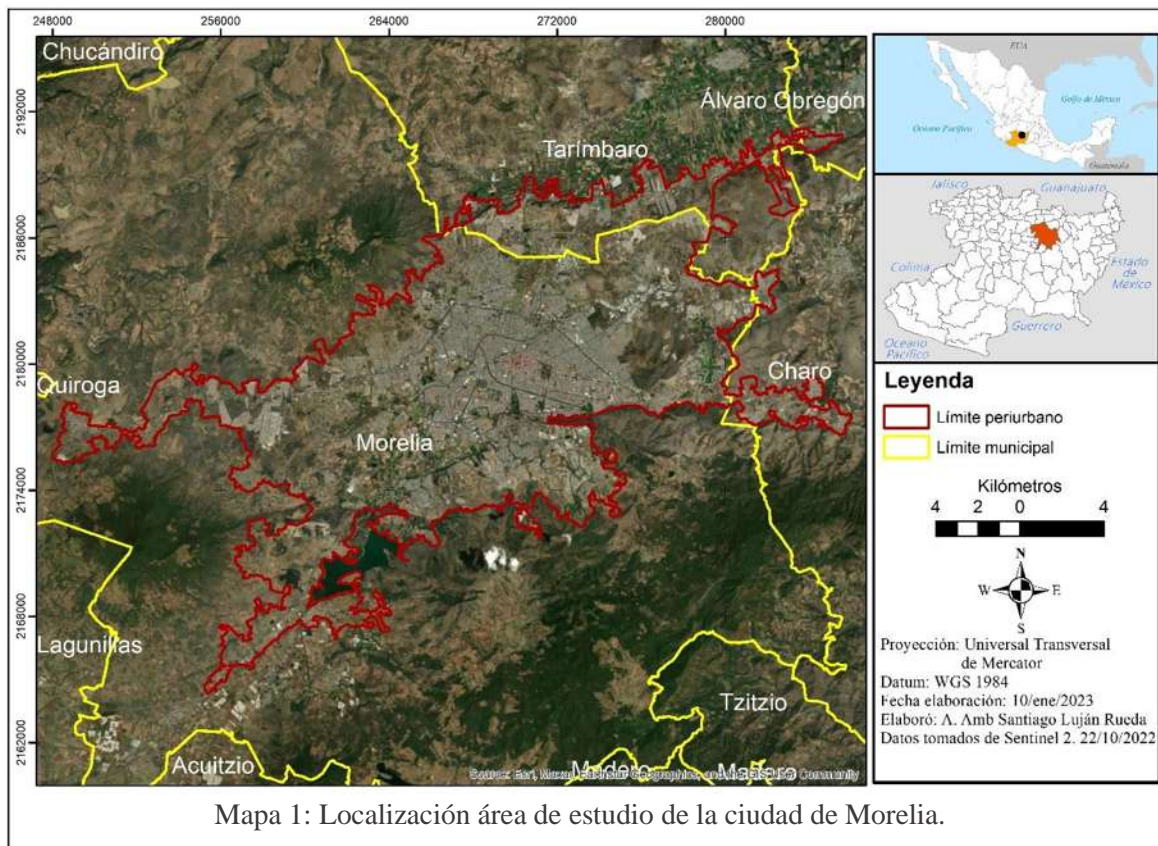
Analizar las transformaciones espaciales del cambio de cobertura vegetal y uso del terreno con bases de datos generadas por la percepción remota y sistemas de información geográfica en los años 1960, 1975, 1995 y 2022 de los periurbanos en la ciudad de Morelia.

Específicos

- Construir y ejecutar un modelo espacial para la delimitación del periurbano de la ciudad de Morelia.
- Generar y caracterizar las coberturas vegetales y usos del terreno del área de estudio en los años 1960, 1975, 1995 y 2022 a escala 1:20,000
- Identificar los cambios espaciales, de cobertura y uso de terreno en el periurbano entre los años 1975, 1995 y 2022 a escala 1:20,000.
- Caracterizar los procesos espaciales de cambio en el periurbano de la ciudad de Morelia en los años 1975, 1995 y 2022.

4. Área de estudio

La ciudad de Morelia capital del estado de Michoacán de Ocampo para el año 2023 conforma una metrópoli con los municipios de Charo y Tarímbaro. Se localiza en la sección noreste del estado de Michoacán de Ocampo, entre la latitud 19° 42' Norte y la Longitud 101° 11' Oeste (mapa 1). Según Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la altura sobre el nivel del mar en el lugar más bajo es de 1.300 msnm en el municipio de Charo y 3.000 msnm como mayor altura en el municipio de Morelia (INEGI, 2020), además presenta una temperatura anual entre 13 y 23 °C y precipitación media anual de 853 mm (Alarcón *et al.*, 2020). El municipio de Morelia y su área metropolitana colinda al norte con los municipios de: Huaniqueo, Chucándiro, Copándaro y Cuitzeo. Al este con: Álvaro Obregón, Indaparapeo y Tzitzio. Al sur con: Madero, Acuitzio y Pátzcuaro. Finalmente, al oeste con: Huiramba, Lagunillas, Tzintzuntzan, Quiroga y Coeneo.



El área de estudio se encuentra al interior de la cuenca hidrográfica del sistema Lerma-Chapala en la cuenca endorreica de Cuitzeo, en la intersección entre dos provincias geológicas: la sierra de Mil Cumbres al sur, caracterizada por el vulcanismo del Mioceno; y el Cinturón Volcánico Trans Mexicano en el norte que se identifica con vulcanismo cuaternario (Hernández *et al.*, 2011) representado por secuencias de volcanes monogenéticos

del campo volcánico Michoacán-Guanajuato. Según el Atlas de riesgos geológicos del municipio de Morelia es posible categorizar cinco unidades geológicas:

Andesitas de Mil Cumbres del Mioceno medio-superior (>12 Ma), caracterizada por paquetes de lavas andesíticas gris-verdosas intensamente alteradas y fracturadas, con afloraciones visibles en las márgenes del río Chiquito al sureste de la ciudad de Morelia, además presenta texturas porfídicas, afíricas y vítreas.

Flujos piroclásticos ignimbríticos del Mioceno, denominada Cantera de Morelia reconocido por su apariencia de color rosa, tienen composición riolítica ricos en líticos de andesitas y pómez. Clasificada como rocas piroclásticas producto de brechas de rezago y flujos piroclásticos, con diferentes grados de soldamiento, presencia variada de pómez, variando visiblemente su color, desde rojo vino, violeta a rosa claro. Se encuentran en el corredor sur de la zona metropolitana de Morelia en lugares como: Atécuaro, Cointzio, falla la Paloma, club campestre y previo a la sección urbana del río Chiquito.

Complejo volcánico Miocénico del cerro Punhuato, consiste en sistemas líticos de derrames de lava y brechas andesíticas y dacíticas, con morfología y estructura de domos. Formaron un abanico ubicado al oriente de la ciudad de Morelia y al occidente del municipio de Charo.

Secuencia fluvio-lacustre del Mioceno-Plioceno, ubicado al sur de la ciudad de Morelia con presencia de limos cafés y arcillas, con cenizas volcánicas blancas intercaladas en cada nivel. Al norte de la ciudad de Morelia, en su zona industrial en dirección al municipio de Charo se encuentra una sección de la falla Nocupétaro.

Secuencia volcánica holocénica del corredor Tarasco, corresponde a la unidad geológica más reciente caracterizada por volcanes monogenéticos del Cinturón Volcánico Trans Mexicano (CVTM). Con presencia de lavas andesíticas y eventualmente andesítico-basálticas provenientes de los volcanes: cerro El Águila, Quinceo y Las Tetillas. El volcán Quinceo tiene flujos de lavas que han sido afectado en su sección norte por la falla de Tarímbaro.

La ciudad de Morelia se encuentra sobre una zona de alta sismicidad por la presencia de al menos 13 fallas geológicas que pertenecen al sistema de fallas Acambay-Morelia (V. Hernández *et al.*, 2011) en el cual destacan dos fallas activas; la falla de Tarímbaro y la falla de la Paloma ambas en dirección W-E E-W (Arreygue *et al.*, 2005). En el área periurbana ubicado en la intersección de las cabeceras urbanas de Morelia y Tarímbaro están sobre la falla de Tarímbaro y un valle fluvio-lacustre determinado por un antiguo vaso del lago Cuitzeo, actualmente drenado por el río San Marcos. Y el periurbano entre las cabeceras urbanas de Morelia y Charo se encuentran sobre la secuencia volcánica de Mil Cumbres, la secuencia de Charo del Mioceno-Plioceno, la secuencia piroclástica de Atécuaro, depósitos fluviolacustres y depósitos fluviales (Garduño y Israde, 2010).

En otro sentido, debido a los procesos de génesis y transformación del suelo presentes en el área de estudio, se encuentran cinco tipos de suelos dominantes (INEGI, 2007). Los Vertisoles están localizados en zonas planas entre los 1,900 y 2,300 msnm, presente en la mayor parte de las planicies agrícolas, son suelos fértiles y profundos. Tienen alto contenido

de arcillas expandibles, las cuales se dilatan o se contraen en presencia o ausencia de agua, resultando en un elemento de vulnerabilidad para la infraestructura física de la ciudad en los casos de sobreexplotación de pozos.

Los Leptosoles son comunes en las laderas de los cerros y lomeríos con pendiente accidentada y derrames lávicos, tienden a tener una baja profundidad no superior a 25 cm. Están compuestos mayoritariamente por gravas lo cual facilita el drenaje de agua, sin embargo, en temporada seca es altamente susceptible a ser erosionada.

Los Feozem son suelos con una capa superficial oscura, ricos en materia orgánica lo cual le facilita la retención de humedad, además contiene nutrientes para sustentar su uso agrícola, principalmente para granos, legumbres y hortalizas.

Los Acrisoles y Luvisoles presentan características similares respecto a que son ácidos (más el acrisol que el luvisol) y tienen un alto grado de meteorización, además se facilita el lavado de sus bases por encontrarse en laderas onduladas. Sustenta vegetación como pino y encino, pero por la fijación de fósforo, la presencia de hierro y aluminio presenta toxicidad en los cultivos (maíz y forrajes).

La cobertura vegetal predominante en el área de estudio son matorrales bosques de pino encino y cultivos (E. López *et al.*, 2001), el piso térmico indica que es una zona transicional entre clima templado-seco a templado-húmedo entre 1700 a 2500 msnm (Morelia y Charo) aunque por tratarse de una morfología de ondulaciones suaves y pocas diferencias latitudinales el municipio de Tarímbaro también se considera como templado-seco y templado-húmedo, aunque su altura esté por debajo de los 1700 msnm.

En términos de zonas de protección del patrimonio natural, la ciudad de Morelia cuenta con 8 áreas naturales protegidas (ANP): al sur occidente el manantial La Mintzita. Al Sur está la ex escuela agrícola la Huerta. Al Suroriente una sección del Pico Azul – La Escalera. Al Oriente, la Loma de Santa María y Depresiones Aledañas, Cañadas del río Chiquito, el Parque Ecológico Urbano Francisco Zarco y la reserva del Cerro Punhuato. Finalmente, al Norte el parque Ecológico en Ciudad Industrial (Aguirre y Sosa, 2010) e (IMPLAN, 2017).

Cabe destacar que el 30% del área de la cuenca del río Chiquito principal fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Morelia, se encuentra declarado en protección natural, por el contrario, se denota la ausencia de áreas con algún tipo de protección en el norte y Occidente de la ciudad de Morelia, considerando la vulnerabilidad frente amenazas hidrológicas de avenidas torrenciales, al que está expuesta la población que progresivamente se vienen asentando en las laderas de los volcanes Quinceo y Las Tetillas.

El municipio de Morelia para el año 1990 tenía 161 localidades y 78 comunidades agrícolas y ejidos, en total cubrían un área de 119,902 ha (INEGI, 1992b). A nivel municipal la ciudad ha tenido una tradición agrícola, en el año 1990 tenía 97,000 ha sembradas en maíz de las cuales 77,000 ha eran cultivo de temporal y 20,089 ha en cultivo de riego (INEGI, 1992a), y en el año 2020 se sembraron 16,114 ha de maíz (cultivos de temporal y de riego sumados) (SIAP, 2023) en el año 1990 se registraron 424,707 turistas que se hospedaron en hoteles en

todo el estado de Michoacán, sin embargo, el año 2016 sólo en la ciudad de Morelia se registraron 674,137 turistas hospedados en hoteles, lo que indica que en la actualidad el turismo es un renglón económico importante para ciudad (INEGI, 1992a, 2021).

La ciudad de Morelia ha tenido un progresivo crecimiento demográfico, así como lo indica la tabla 1 en el censo del año 2020 el área metropolitana tiene una población de 988,704 (INEGI, 2020) de los cuales alrededor del 85 % viven en territorio del municipio de Morelia y el 11 % en el municipio de Tarímbaro.

Fuente	Habitantes	Cambio porcentual
Octavo Censo INEGI 1960	100,828 hab.	--
Noveno Censo INEGI 1970	249,758 hab.	47.70%
Décimo Censo INEGI 1980	392,340 hab.	57.08%
Undécimo Censo INEGI 1990	542,985 hab.	38.39%
Duodécimo Censo INEGI 2000	679,109 hab.	25.06%
Decimotercer censo INEGI 2010	829,625 hab.	22.16%
Decimocuarto censo INEGI 2020	988,704 hab.	19.17%

Tabla 1: Crecimiento demográfico ciudad de Morelia. (Elaboración propia con información de INEGI).

La mancha urbana ha tenido dos importantes momentos de crecimiento acelerado en la historia reciente del sistema urbano. El primero es en la década de 1980, periodo en el que el área urbana pasa de 1,713 ha a 5,081 ha para el año 1990, crecimiento fruto de múltiples fenómenos como el desplazamiento de la población afectada por el sismo de ciudad de México en 1985, la construcción de la autopista México-Guadalajara (E. López *et al.*, 2001) y la puesta en marcha de la ley de asentamientos humanos (creada en 1976) favoreciendo el actuar del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) para facilitar el acceso de créditos para vivienda (S. García y Zavala, 2021). El segundo momento, correspondiente al inicio de siglo XXI se da apertura a las constructoras para establecer fraccionamientos en la ciudad, privilegiando la construcción en el borde urbano o en áreas más alejadas, pero vinculadas a avenidas importantes como la salida a Quiroga, la salida a Pátzcuaro, la autopista Morelia-Toluca y al norte de la ciudad de Morelia en el camino a la localidad de Torreón Nuevo, motivados principalmente por los bajos costos de las tierras (L. García, 2018).

Para el año 2015 el área urbana contaba con aproximadamente 13,010 ha (L. García, 2018). No obstante, en el Atlas de la expansión urbana en treinta ciudades del estado de Michoacán, México (SUMA, 2013) indica que para el año 2002 la extensión de la mancha urbana es de 10,919 ha y para el año 2010 es de 20,120.80 ha, diferencia que radica principalmente en los métodos utilizados para medir las áreas y los criterios en los cuales se considera una cobertura de suelo como cobertura urbana para cada investigación.

En el presente el área periurbana, aunque se encuentra extendida en todas las direcciones con excepción de una sección de la microcuenca del río Chiquito en el sector llamado Filtros Viejos, tiene una dilatación tanto en el suroccidente como en el nororiente, caracterizada por

urbanizaciones ubicadas en medio de campos de cultivos y pastizales a partir de los principales ejes viales que conectan la ciudad con los centros turísticos y urbanos más importantes de la región. El proceso de crecimiento y densificación de la mancha urbana en la actualidad no se da de un modo progresivo y continuo a partir del centro urbano, por lo cual su distribución espacial se caracteriza por un centro claramente distinguible y conglomerados habitacionales en las periferias unidos mediante zonas habitacionales dispersas, campos de cultivo y algunas coberturas vegetales en lotes baldíos.

5. Antecedentes

5.1. El periurbano en el mundo

El geógrafo Héctor Ávila (2001) plantea una comparación del periurbano entre los países industrializados de Europa donde dicho territorio se ha configurado mediante la relocalización de las actividades productivas y la construcción de zonas equipadas para la recreación pasiva y activa, y los países Latinoamericanos donde el periurbano copta la población migrante de los territorios rurales, es un escenario de ilegalidad de tierras y brechas sociales (Ávila, 2001). En Latinoamérica ocurren contrastes donde la población que vive en el periurbano, por motivos como la tranquilidad (entre otros valores hedónicos como el paisaje) y otros por terrenos baratos, genera una heterogeneidad social expresada en territorios donde es posible encontrar viviendas construidas con materiales reutilizados cerca de grandes casas con los mejores materiales y técnicas de construcción, así como pequeñas parcelas de cultivos colindantes con conjuntos residenciales de viviendas de interés social (Pesci, 2016).

En la ciudad de Buenos Aires se procuró abordar los retos conceptuales del periurbano describiéndolo como un territorio altamente productivo pero resbaladizo, en permanente transformación, que se corre de lugar (Barsky, 2005), es decir, el dinamismo del periurbano se presenta como el principal conflicto para analizarlo. Para el caso europeo, el crecimiento de las áreas periurbanas se intensificó por la relocalización de las fuentes de empleo a las afueras de las ciudades lo cual permitió que se descongestionaran los centros (Entrena, 2004), sin embargo; esta descentralización generó paisajes urbanos característicos de las ciudades difusas, o ciudades fragmentadas; poca densidad poblacional, dificultades administrativas para garantizar coberturas y acceso a servicios públicos entre otros.

La dificultad para delimitar físicamente lo rural con respecto a lo urbano es mayor en los territorios periurbanos al considerarse éstos como áreas intermedias entre lo claramente urbano y lo claramente rural (Entrena, 2004). Este carácter intermedio se manifiesta en las dimensiones siguientes:

- Mezcla de los usos agrícolas de la tierra con los industriales y habitacionales.
- Existencia de extensiones naturales protegidas amenazadas por el impacto de la urbanización.
- Creciente uso del suelo agrario como suelo urbanizado o urbanizable.

Para profundizar en este sentido, la delimitación de las áreas periurbanas de las ciudades y sus conurbaciones presenta un reto importante, no solo por los tres puntos expuestos que indican la característica difusa de este territorio y su carácter temporal. En el año 2020 Golan Mortoja y su equipo de trabajo de la Queensland University of Technology realizaron una revisión bibliográfica llamada “¿What is the most suitable methodological approach to demarcate peri-urban areas? A systematic review of the literature” (Mortoja *et al.*, 2020) en el cual exponen la ausencia de un método generalizado para la delimitación espacial del periurbano, aludiendo que cada ciudad tiene características particulares en su crecimiento, lo cual impide la construcción de un modelo que pueda aplicarse a los diferentes límites que se generan en cada ciudad, en donde no importe su tamaño, su número de población o las características culturales que existan; estas dificultades son reiterativas en la mayoría de los trabajos en el cual el periurbano es el objeto de estudio.

Otros investigadores de la Queensland University of Technology como Ghazal Amirinejad en el 2018, procuraron establecer un marco categorial para entender sistemáticamente al periurbano definiéndolo como un territorio eminentemente ambiguo. Con cuatro tipos de ambigüedades periurbana: ambigüedad de definición y denominación, ambigüedad de características, ambigüedad de tipologías, y ambigüedad en términos de formulación e implementación de políticas (Amirinejad *et al.*, 2018). La naturaleza amorfa y transitoria de los terrenos periurbanos complejiza los fenómenos que allí emergen y se desarrollan, esta ambigüedad genera impactos particulares en términos de la gestión en los usos del suelo y grandes dificultades en el proceso de planificación urbana y regional.

Un ejemplo de esta ambigüedad y de la reiterativa dificultad de entender al periurbano por fuera de las condiciones locales de cada territorio, se expresa en una investigación donde se compararon los periurbanos de dos ciudades intermedias de la república de Ghana, la primera Bolgatanga con poco desarrollo de infraestructuras y altos niveles de marginalidad ubicada en el norte del país y la segunda Takoradi ubicada en el sur con un perfil económico más desarrollado por su condición de puerto. El desarrollo urbano en el área de Takoradi avanzaba mucho más rápido que el desarrollo disperso a pequeña escala en el área de Bolgatanga (Kleemann *et al.*, 2017) señalando como principal impulsor del crecimiento los proyectos inmobiliarios, al contrario del crecimiento urbano lento de la ciudad de Bolgatanga donde los asentamientos informales tienen mayor participación.

Las aportaciones académicas respecto a los retos a los que enfrentan las ciudades contemporáneas se relacionan con: zonas de peligro, seguridad hídrica, seguridad alimentaria, movilidad, marginalidad, cuidado de los ecosistemas, funcionalidad de espacios públicos, entre otros temas que demandan de una gestión interdisciplinaria y transdisciplinaria de las ciudades. Las investigaciones citadas plantean la dificultad de investigar al periurbano debido a la variedad de factores que lo construyen, atendiendo a dinámicas particulares de cada territorio en ámbitos como la cultura, la geografía y la naturaleza de las políticas públicas que rigen en cada ciudad. Sin embargo, es reiterativa la necesidad de este tipo de investigaciones tanto para entender las problemáticas emergentes

en el territorio periurbano como para plantear propuestas que conlleven a ciudades sustentables.

5.2. Breve antecedente institucional en México

Hernández (2009) manifiesta que, en la ciudad de México, el crecimiento acelerado, fruto de las migraciones guiadas por la esperanza de un mejor estilo de vida, en la época de posguerra y la especulación inmobiliaria, los espacios agrícolas ubicados en las periferias de las ciudades empezaron a cambiar su uso (Á. Hernández *et al.*, 2009). Ello generó (y sigue generando) problemas de distintas índoles, como dificultades para gestionar servicios públicos, construcción en zonas de peligros naturales, problemas jurídicos por la tenencia de tierras. En la década de 1970 se crearon el Instituto Nacional para el Desarrollo de la Vivienda Popular (INDECO) y la Comisión Reguladora de la Tenencia de la Tierra (CORETT) para enfrentar el déficit de vivienda y regularizar la propiedad de terrenos urbanizables. Sin embargo, la irregularidad en la tenencia de la tierra siguió siendo uno de los problemas principales en las zonas periurbanas del país (Á. Hernández *et al.*, 2009), estimulado por la dificultad del acceso de suelo al interior de la ciudad por los elevados costos.

Los ejidos en México son una estructura de propiedad colectiva o social de tenencia de tierras, cuyas características socializantes se presentan como un freno al libre mercado de suelos, por ende, al mercado inmobiliario y a la expansión de las ciudades que se encontraban rodeadas por terrenos ejidales. Es así como en el año 1992 se realizó una reforma constitucional al Artículo 27, con motivo de modernizar el campo promocionando la asociación entre varios tipos de productores como ejidatarios con consorcios privados quitándole a los ejidos “su carácter de inalienable, imprescriptible e inembargable, permitiendo por primera vez la posibilidad de que se venda, se arriende o se hipoteque” (Lozano, 2005).

En el año 1993 se puso en marcha el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos (PROCEDE), con el objetivo de dar certeza y seguridad jurídica en la tenencia de la tierra a los integrantes de los ejidos (Lozano, 2005), en el cual las asambleas ejidales tenían que ordenar su territorio mediante la designación de terrenos de uso colectivo como áreas de protección natural, y terrenos de uso individual como parcelas en áreas rurales o solares en áreas urbanas. Esta certificación de los derechos de las tierras permitió fragmentar los ejidos para su futura incorporación a suelos urbanos. La liberación de los terrenos ejidales se presentó como una oportunidad para el crecimiento espacial de las ciudades sobre estos suelos de origen colectivos con un respaldo legal, suelos que fueron incorporados a las tensiones especulativas.

En el año 2016 la CORETT fue reemplazada por el Instituto Nacional de Suelo Sustentable (INSUS) adscrito a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). En el año 2020 se construye la Política Nacional de Suelo con varios propósitos, entre ellos disminuir las brechas sociales que se generan desde la informalidad de la vivienda,

principalmente en las periferias de las ciudades (INSUS, 2020). Además de reconocer la persistencia la problemática de la tenencia formal del suelo (motivo por el que se creó el CORETT en 1970) y la brecha social que genera en las ciudades, así como la tendencia de la aproximación a zonas con peligros por fenómenos naturales para los habitantes de las áreas de expansión urbana (el periurbano) debido a la débil planificación y ordenación del territorio (INSUS, 2020).

5.3. La ciudad de Morelia

Gracias a la presencia de centros de educación e investigación como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, especialmente con el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) y el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) (estos dos últimos adscritos a la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM) se han desarrollado diversas investigaciones, poniendo como su objeto de estudio al territorio, ya sea urbano o rural, principalmente en el estado de Michoacán y a las cuencas hidrográficas de Cuitzeo, Pátzcuaro y Zirahuén.

Uno de los primeros trabajos que analiza espacialmente la dinámica urbana de la ciudad de Morelia es “Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe A case in Morelia city, México” (E. López *et al.*, 2001) en el cual se describe el crecimiento de la mancha urbana entre los años de 1960 a 1990, destacando un crecimiento de 4,077 ha, estimando para el año 1960 una extensión de 1,004 ha quintuplicándose para 1990 con una extensión de 5,081 ha (E. López *et al.*, 2001). Además, se pone de manifiesto que existe una relación lineal entre el crecimiento de la mancha urbana y el crecimiento poblacional, argumentando las exigencias de infraestructura de las actividades comerciales emergentes en la ciudad, relación lineal que se rompe luego del año 2000, año a partir del cual se evidencian dos cambios importantes; el tamaño de las viviendas (cada vez de menor tamaño) y el número de personas promedio que habita una vivienda (menos personas por vivienda). Este crecimiento de la mancha urbana se establece principalmente sobre campos de cultivos y pastizales, ubicados en la frontera urbana o en áreas netamente rurales pero ubicado cerca de las principales vías de acceso de la ciudad.

Desde el sector gubernamental en el año 2012 se señalan varias causas de las problemáticas y retos urbanísticos emergentes en la ciudad, la Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente del Estado de Michoacán (SUMA) destacó la proliferación de los asentamientos informales, complejidad en trámites para la inducción de desarrollo urbano formal, el crecimiento de la ciudad hacia zonas no aptas, disminución de zonas de preservación ecológica y freno al desarrollo económico local (SUMA, 2013), señalando como detonante de las problemáticas territoriales a fenómenos aleatorios y aislados de la población y componentes burocráticos, que desliga de culpabilidad a las libertades que tiene la industria inmobiliaria o la voluntad e idoneidad de los agentes de gobierno para diseñar y ejecutar políticas públicas eficaces.

La problemática en la interfaz urbano-rural se ha visto agravada con políticas públicas diseñadas para mitigarla, así es el caso del plan de desarrollo urbano de Morelia del año 2003

en el cual se destinaron áreas para el crecimiento urbano proyectado para un crecimiento de 15 años, previéndolo como una reserva de suelo urbanizable, sin embargo, sólo duró 3 años (C. López y Pedraza, 2012) esta situación develó que la especulación inmobiliaria de tierras disponibles aceleró el proceso de ocupación, constituyéndose como uno de los principales causantes de la expansión desordenada de la mancha urbana.

Con una mirada económica y geográfica en el año 2012, Pérez desarrolla en su tesis de maestría un estudio sobre la situación laboral y la precariedad en el periurbano de Morelia, señalando las implicaciones de la segregación social residencial, consistente en ubicar proyectos inmobiliarios de interés social en las afueras del centro económico de la ciudad, demostrando cómo vivir en las afueras de la ciudad puede ser sinónimo de confort para las clases altas, pero un obstáculo para el desarrollo económico de las clases medias y bajas (Pérez, 2012).

En este sentido en el año 2014 se publica un estudio que hace mayor énfasis en los procesos urbanos de la ciudad de Morelia en su sector suroriental, resaltando las pretensiones equivocadas de ordenamiento de la ciudad, en el cual Sánchez y Urquijo, describen el proceso en el cual los gobiernos estatales y municipales se apropiaron mediante enajenaciones y expropiaciones de tierras ejidales, que finalmente fueron entregados a la industria inmobiliaria y otros agentes económicos como comercios. En la ciudad desde el año 1964 hasta 1994 las expropiaciones arrebataron a 22 ejidos un total de 2,285 ha, espacios periféricos en el cual se establecieron 139 colonias, que sirvieron para desarrollar procesos de especulación y manejos de fondos públicos que al fin no representaron una solución de vivienda digna tanto por los sobrecostos, como por la precariedad de sus infraestructuras (Urquijo y Sánchez, 2014)

Merari Martínez (2014) realizó una investigación con un enfoque espacial y económico, sobre el periurbano de la ciudad de Morelia, relacionando las coberturas y usos de suelo con las actividades económicas. Hizo un análisis multitemporal entre los años 1975, 2000 y 2007 encontrando que entre los años 1975 y 2007 el área del periurbano cuadruplicó su extensión con una tasa de crecimiento anual de 4.5%, además remarca la disminución del área dedicada a cultivos de 63% a 37%, pérdida asociada a la expansión de la mancha urbana (Martínez, 2014).

En los estudios anteriores se conoce el carácter dinámico de la expansión de la Ciudad de Morelia, por ello Javier Ramos (2018) incorpora en el análisis territorial el componente de paisaje urbano, que da lugar a espacios geográficos heterogéneos, demostrando la necesidad de abordar la situación urbana mediante un análisis interdisciplinario, dado que la interacción entre las dinámicas naturales (componente biofísico) y las dinámicas socioeconómicas tienen la capacidad de transformar el territorio de un modo constante y en algunos casos impredecibles. Así mismo, en la ciudad de Morelia entre los años 1998 y 2008, se describen cómo primero hay un abandono de las tierras de cultivo, después se vuelven pastizales (o procesos de sucesión ecológica temprana como matorral pastizal) y luego estos espacios se empiezan a consolidar como áreas urbanas (J. Ramos, 2018).

Para el año 2018 se avanza con estudios que asumen dentro de su área de estudio el periurbano de la ciudad, destacando el avance de los fraccionamientos, ya sean de viviendas de interés social (VIS) o fraccionamientos residenciales para clase media-alta y alta, con elementos infraestructurales en común como son la construcción de muros y bardas que aíslan a la población que habita en esa zona, una característica según la investigación cada vez más recurrente (L. García, 2018). Uno de los principales hallazgos son que el 32% de las viviendas pertenecientes a fraccionamientos en la ciudad de Morelia se encontraban deshabitadas, incluso en el fraccionamiento Villas del Pedregal al Occidente de la ciudad había edificaciones con más del 50% de las viviendas deshabitadas.

Con el pasar de los años, se han venido robusteciendo las investigaciones que intentan comprender las problemáticas espaciales de las ciudades, Ruiz, *et al.*, (2021) definen al periurbano como el espacio que rodea la ciudad y es producido por diversos procesos y divisiones sociales expresadas espacialmente por la segregación. El periurbano como una unidad espacial y social temporal, tiene un carácter heterogéneo en el que pudiera convivir la clase alta, media y baja, aunque en las ciudades Latinoamericana dicha convivencia se rompe con los sistemas habitacionales cerrados y con la especulación de tierras, generando una barrera económica en algunos sectores de la urbe, barrera que la mayoría de la población no puede traspasar (Ruiz *et al.*, 2021).

Finalmente, las investigaciones realizadas en el área de estudio brindan información importante para el análisis del presente trabajo, sin embargo, cabe destacar que la mayoría de ellas no realizan un análisis espacial cuantitativo sobre las dimensiones de las pérdidas y ganancias de las distintas coberturas vegetales y usos de terreno que ha tenido la ciudad de Morelia y sus áreas colindantes en la historia reciente de la ciudad, con excepción de E. López *et al.*, (2001), Martínez, (2014) y J. R. Valdivias *et al.*, (2015).

6. Materiales y métodos

La presente investigación tiene un carácter metodológico eminentemente cuantitativo, no obstante procura cualificar al periurbano, para caracterizar y diferenciar un tipo de periurbano respecto a otro y evaluar sus implicaciones espaciales. El objeto de estudio (el periurbano) es analizado mediante el sincretismo conceptual que permite la geografía y la ecología al abordar los ecosistemas desde la perspectiva de paisaje, forma, función y estructura, resolviendo preguntas como: ¿qué forma y extensión tiene el periurbano?, ¿qué elementos constituyen al periurbano?

Para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación se planteó el siguiente esquema metodológico:

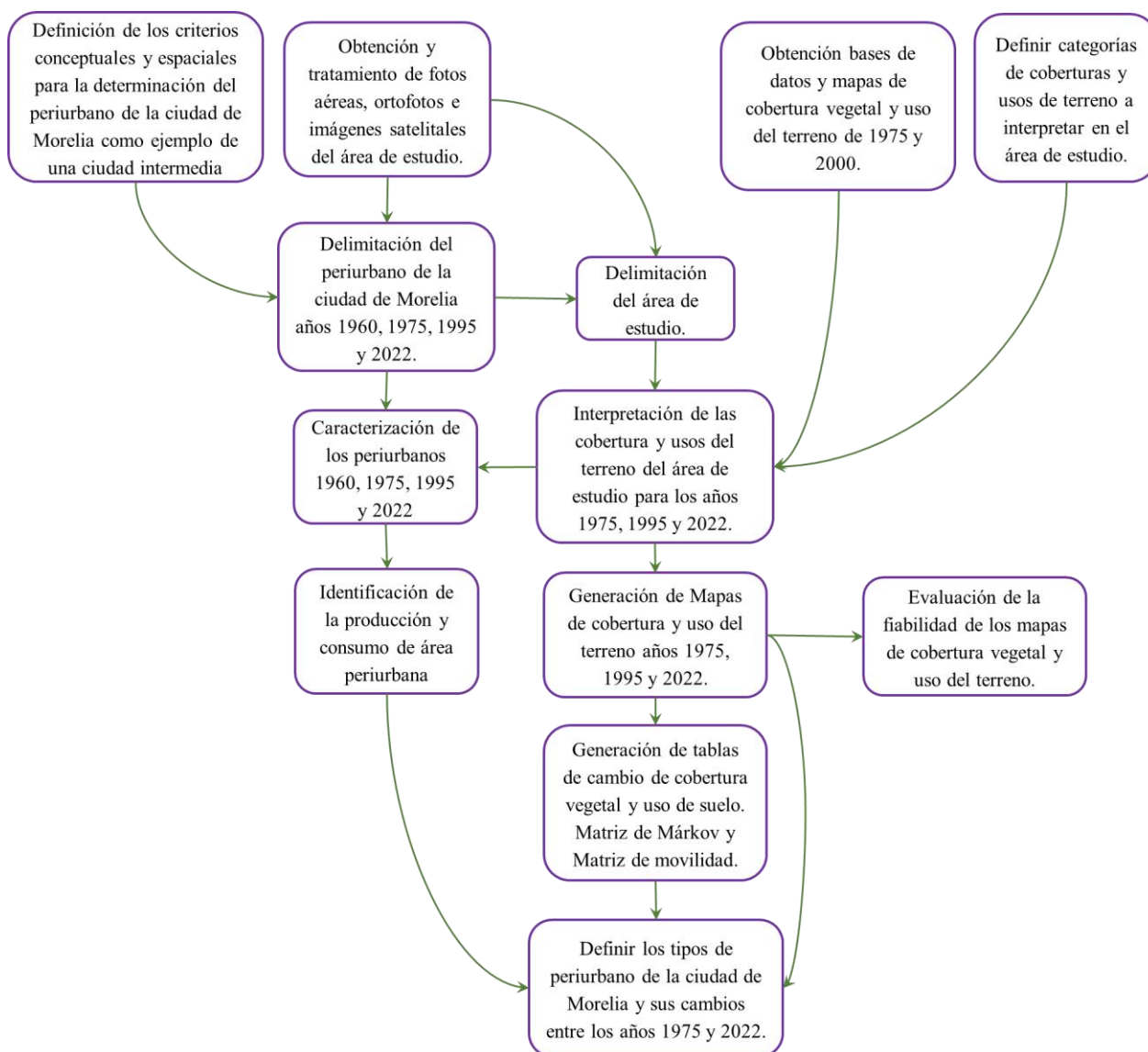


Figura 1: Esquema metodológico.

6.1. Tratamiento de fotos aéreas, ortofotos e imágenes satelitales

El principal insumo para el desarrollo de la investigación son las fotos aéreas de los años 1960, 1975 y 1995, y las imágenes satelitales del año 2022. Para el año 1960 se obtuvieron seis fotos aéreas tomadas a escala 1:50.000 y del año 1975 se obtuvieron ocho fotos aéreas de la Comisión Forestal Nacional en formato físico y la carta edafológica del municipio de Morelia con una escala de 1:50.000 en el cual se rescata las localidades y la principal malla urbana del año 1975 (INEGI, 2002). Ambos grupos de fotos se digitalizaron para proceder a ortocorregirlas mediante el uso del Sistema de Información Geográfica ArcGis 10.8.1 con el paquete ArcMap, a las imágenes se les incorporó la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y con el Datum WGS 1984.

Cada fotografía se ortocorrigió mediante el uso de ocho puntos de control tomando como base las ortofotos de Morelia del año 1995 descargada de la plataforma del INEGI, los puntos de control se tomaron de elementos geográficos e infraestructurales que no variaron su posición en los años de estudio como grandes rocas, cruce de carreteras o edificios, procurando seguir el patrón que se indica en la figura 2, para minimizar las deformaciones de las fotografías.

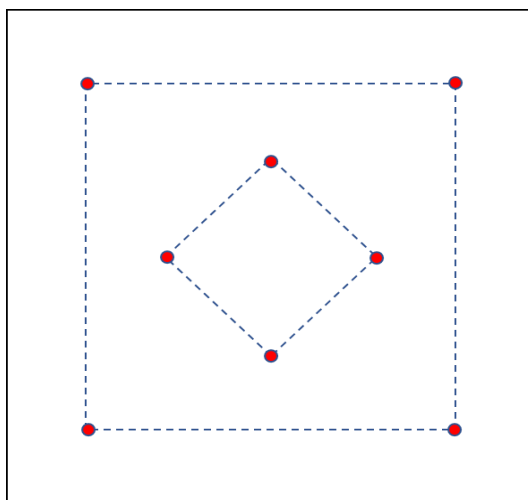


Figura 2: Distribución puntos de control para ortocorrección de fotografías aéreas.

Una vez localizados los ocho puntos de control se ajustaron con la transformación “*Adjust*” el cual emplea un algoritmo de transformación polinómica combinado con técnicas de interpolación de triángulos redimensionando las distancias de la imagen según los ángulos generados por los puntos de control, logrando un rango de error entre 0.7 y 3 metros. La principal razón por la que se usó la transformación “*Adjust*” y no otros tipos de transformaciones es el bajo rango de error y la baja deformación de la imagen de origen.

Este procedimiento se realizó tanto con las seis fotos aéreas del año 1960 (figura 3) como para las ocho fotos aéreas y la carta edafológica del año 1975 (figura 4). Una vez realizada la ortocorrección se generaron dos mosaicos (uno para cada año) transponiendo y uniendo los

archivos, para lograr una ortofoto con tamaño de píxel de 2 metros para el año 1960 y otra para el año 1975.



Figura 3: Mosaico de fotografías aéreas de la cabecera municipal de Morelia y áreas aledañas 1960.

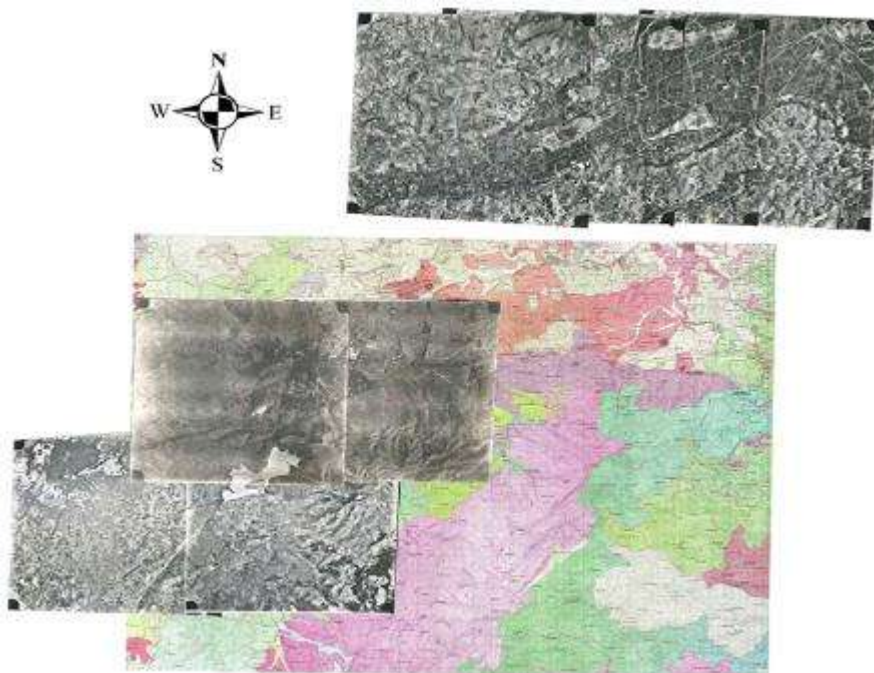


Figura 4: Mosaico de fotografías aéreas y carta edafológica ortocorregidas, cabecera municipal de Morelia 1975.

En el año de 1995 se utilizaron las ortofotos de INEGI, cada una tiene una escala de 1:50.000. Se construyó un mosaico compuesto por 11 ortofotos para cubrir el área total de la zona de estudio, la ortofoto resultante tiene una resolución espacial de 2 metros píxel (Figura 5).

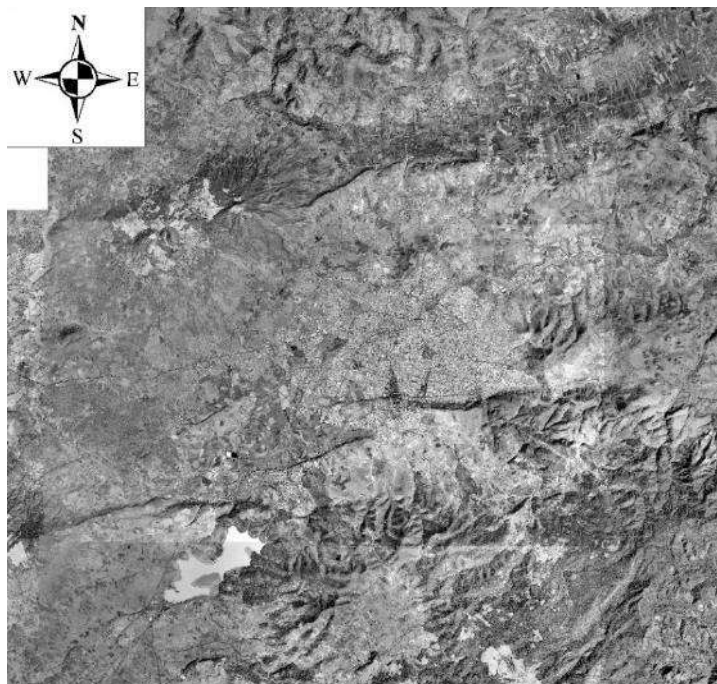


Figura 5: Mosaico de ortofotos de la cabecera municipal de Morelia y áreas aledañas 1995. (Elaboración propia con base en ortofotos Morelia 1995 INEGI).

Las imágenes satelitales utilizadas para el año 2022 se obtuvieron del *Basemap – Imagery* que proporciona la empresa *Maxar Technologies* para *ESRI*, estas imágenes satelitales a una escala de 1:20.000 tienen tamaño de píxel de 0.5 metros.

6.2. Delimitación espacial de la zona periurbana de una ciudad intermedia

Para determinar los límites del periurbano de una ciudad media como la ciudad de Morelia es necesaria la resolución de retos, conceptuales y metodológicos. En primer lugar, acotar el concepto de periurbano a las pretensiones de la investigación. El periurbano es un territorio donde ocurre el proceso de transición entre área rural o natural en dirección a ser consolidado como zona urbana (Mortoja *et al*, 2020).

El periurbano se constituye por dos tipos de límites, el primero es el límite interno el cual expresa el cambio entre el área urbana y el periurbano. El segundo es el límite externo y se refiere al cambio del periurbano con el área rural o área natural que rodea a la ciudad (figura 6).

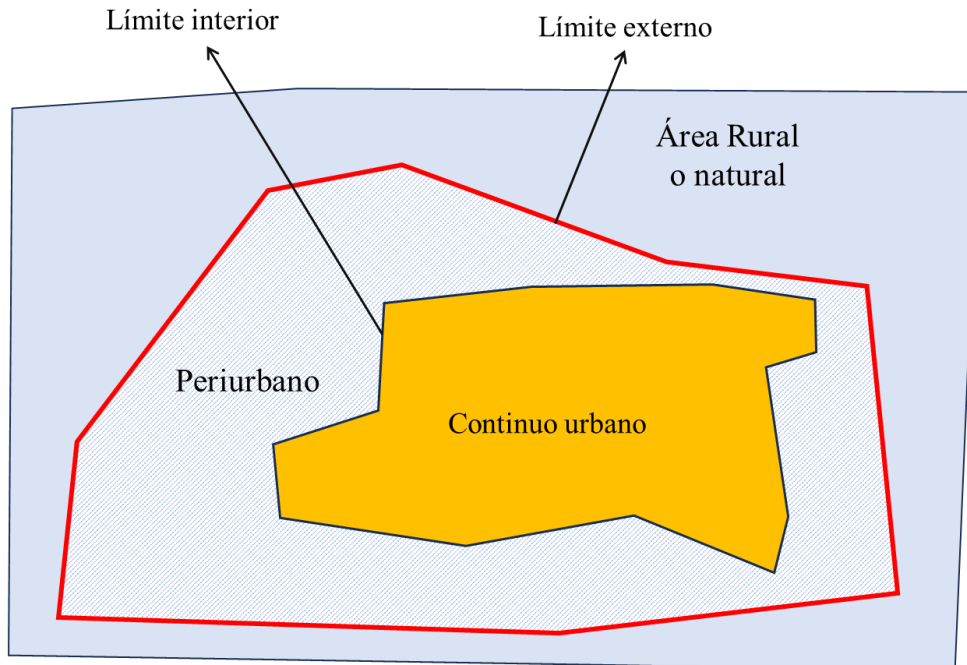


Figura 6: Partes del periurbano.

El periurbano se caracteriza por contener tres tipos de patrones espaciales: 1) mayor diversidad y fragmentación de las coberturas y usos de terreno, donde es posible identificar usos de suelo urbanos entremezclados con usos de suelo rurales y coberturas naturales (figura 7).



Figura 7: Fragmentación y diversificación de coberturas y usos del terreno. Zona norte del área de estudio 2022. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

2) Patrones tempranos de ocupación habitacional, tales como trazados de vías terciarias, loteo de predios para construcción residencial, comercial e industrial (figura 8).



Figura 8: Ejemplo Patrones tempranos de ocupación habitacional, área loteada para uso inmobiliario. Zona Oriental del área de estudio 2022. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

3) Patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles, donde la densificación progresiva de infraestructuras en zonas naturales o rurales disminuye la capacidad del territorio para brindar fuentes de empleos característicos de la ruralidad a sus habitantes (figura 9).



Figura 9: Ejemplo patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles, zona noroccidental del área de estudio 2022. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

Para definir el límite externo del periurbano, se empleó en primer lugar, los patrones tempranos de ocupación habitacional (segundo patrón), que permiten trazar un límite concreto constituido por bardas, carreteras, límites de áreas de veda ambiental como bosques protegidos y espejos de agua. Y en segundo lugar para áreas difusas, como zonas agrícolas en proceso de densificación residencial se delimitó mediante el patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles (patrón tres).

6.3. Categorías para interpretar las coberturas y usos del terreno del área de estudio

Se definieron las coberturas y usos del terreno de mayor importancia para la investigación, mediante la revisión de investigaciones predecesoras y trabajo de campo en un orden exploratorio consistente en tres recorridos preliminares, que sirvieron para consolidar la lista de categorías de cobertura y uso del terreno a interpretar en las fotografías aéreas de 1975, 1995, así como en la imagen satelital utilizadas y las salidas de campo también sirvieron para relacionar las características visuales de las categorías reales con las fotografías e imágenes de la percepción remota. En el listado se destacan coberturas y usos que indican la existencia de procesos de periurbanización en los que se evidencia patrones tempranos de ocupación habitacional, consolidando el siguiente listado de categorías ordenadas de la menos a las más intervenida por procesos antrópicos.

Categorías naturales

- **Bosque cerrado:** se refiere a bosques con un dosel maduro, con una presencia arbórea mayor al 75 %, estos bosques pueden ser de pino, mixto o encino.
- **Bosque semiabierto:** son bosques formados por pinos, encinos o mixtos y con una densidad arbórea entre 50 % y 75 %.
- **Matorral:** se caracteriza por la presencia de especies vegetales arbustivas con densidad de cobertura dentro del polígono mayor a 75 %. En el área de estudio puede estar compuesto por matorrales principalmente subtropicales con presencia de cactáceas.
- **Matorral pastizal:** se refiere a áreas con presencia arbustiva con densidad de 50 % a 75 %, acompañado de un estrato herbáceo.
- **Cuerpos de agua:** Se refiere a extensiones de agua superficial principalmente de sistemas lénticos como humedales y reservorios de agua construidos, es una categoría combinada, dado que pueden ser de origen antrópico para usos agropecuarios o para uso recreacional, sin embargo, otros cuerpos de agua son de índole natural.



Bosque cerrado



Bosque semiabierto



Matorral



Matorral pastizal



Cuerpo de agua

Figura 10: Ejemplos de categorías naturales. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

Categorías rurales

- **Cultivo de temporal:** áreas con actividad agrícola poco intensiva, en el que la producción se realiza acorde a las temporadas de lluvia, con cultivos de ciclo corto como el maíz y frijol, principalmente ligada a agricultura familiar.
- **Cultivo de terraza:** Es un tipo de cultivo de temporal el cual consta de técnicas de cultivo en laderas que van desde suaves a fuertes y tiene la función de proteger del suelo frente a procesos erosivos y el manejo de las aguas lluvias, es una práctica empleada por pueblos originarios.
- **Cultivo de riego:** áreas de actividad agrícola intensiva con acceso a agua durante todo el año mediante canales para el riego lo cual facilita la producción en temporada de secas.

Son cultivos ligados tanto a economías familiares como a cadenas comercio y se caracteriza por estar ubicadas en zonas bajas y planas.

- **Pastizales:** esta categoría tiene una doble denominación dado que puede estar ligada a actividades pecuarias como la ganadería, o puede ser coberturas vegetales en un proceso sucesión temprano (por abandono de terrenos de cultivo, o por cambio de uso por ejemplo de agrícola a habitacional).
- **Plantación forestal:** plantaciones de especies arbóreas principalmente eucalipto el cual es una especie exótica en México dado que es originaria de Australia, es una especie comercial por su uso como materia prima para la producción de papel y cartón. También hay plantaciones forestales de pino, en áreas destinadas para la conservación. Cabe aclarar que esta categoría cumple una doble función como cobertura natural en el caso de plantación con fines de conservación, y una cobertura productiva de índole rural o comercial cuando tiene una intención como materia prima.



Cultivo de temporal



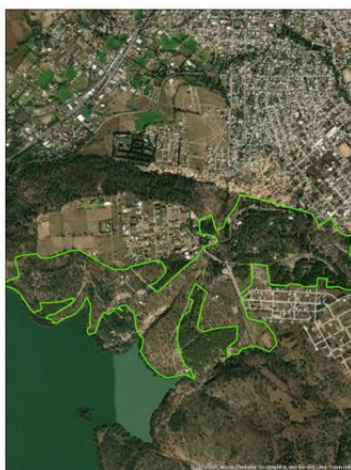
Cultivo de terraza



Cultivo de riego



Pastizal



Plantación forestal

Figura 11: Ejemplos de categorías rurales. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

Terreno con cobertura vegetal sometido a especulación inmobiliaria (C. V. Especulación)

- **Lote pastizal:** áreas con presencia de un estrato herbáceo, pero con un trazado para futuros caminos y lotes para asentamientos humanos.
- **Lote Matorral:** áreas con presencia de un estrato principalmente arbustivo, pero con un trazado para futuros caminos y lotes para asentamientos humanos.
- **Lote Bosque:** áreas con presencia de un estrato principalmente arbóreo, pero con un trazado para futuros caminos y lotes para asentamientos humanos.

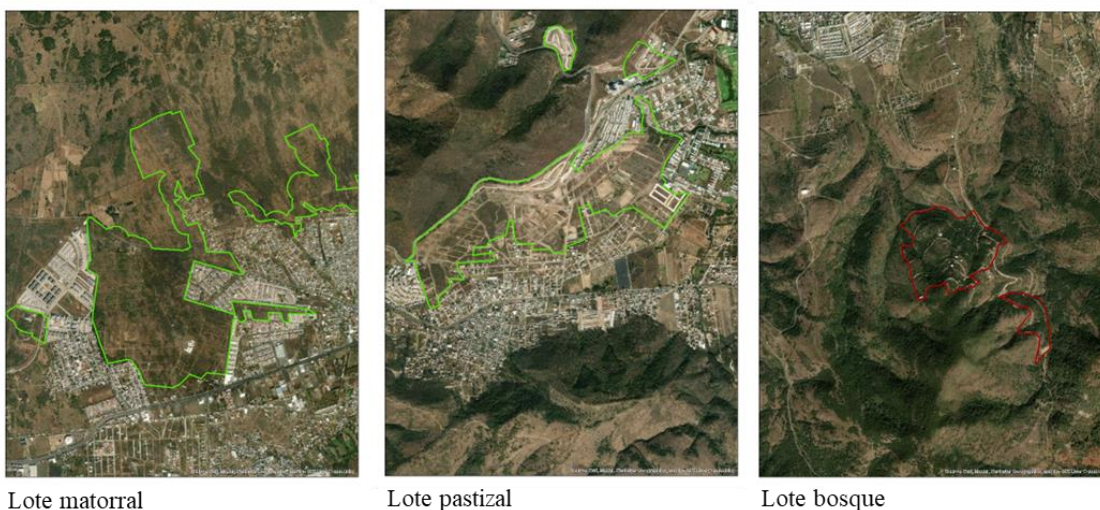


Figura 12: Ejemplo terrenos con cobertura vegetal sometidos a la especulación inmobiliaria (C.V. Especulación). (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

Categorías Urbanas

- **Asentamiento humano compacto:** se refiere a los territorios en el que más del 90 % del área cuenta con infraestructuras civiles como residencias, equipamientos colectivos, zonas comerciales e industriales, además cuenta con un entramado vial claramente establecido.
- **Asentamientos humanos intermedios:** consta de espacios con una densidad infraestructural entre el 60 % y 90 %, es reconocible por la eventual presencia de lotes baldíos entre, en ocasiones con espacios verdes públicos o privados definidos, además cuenta mayoritariamente con una red vial claramente establecida.
- **Asentamiento humano disperso:** se refiere a espacios con una densidad infraestructural entre 30 % y 60 %, es una cobertura heterogénea dado que tiene usos combinados entre las infraestructuras habitacionales, en algunos casos se caracteriza por casas dispersas entre lotes baldíos, algunos lotes menores a una hectárea con cultivos de temporal, redes

viales inconclusas y en mal estado. Por el contrario, hay asentamientos humanos dispersos, constituidos zonas residenciales, en medio de espacios para el esparcimiento, amplios jardines y áreas exclusivas, igualmente con pocas vías de acceso.

- **Campo de golf:** Campos dedicados al esparcimiento con cobertura vegetal de pastos inducidos, en la ciudad de Morelia están ligados a proyectos inmobiliarios exclusivos, en donde se ofertan casas residenciales o de verano con amplio espacio de jardines y áreas para la recreación pasiva o activa.
- **Suelo desnudo:** áreas desprovistas de cobertura vegetal el cual puede tener varios orígenes y propósitos, tal como lo es el preparamiento del terreno para la construcción de fraccionamiento o proyectos civiles, o la erosión en terrenos de cultivo.
- **Banco de material:** se refiere a un uso del espacio para la extracción de materiales geológicos, en el cual no interesa la cobertura vegetal. En la ciudad de Morelia los bancos de material se ubican en edificios volcánicos para la extracción de grava y otros materiales empleados para obras civiles como carreteras y fraccionamientos. Además de material para el recubrimiento en el relleno sanitario municipal.



Asentamiento humano compacto



Asentamiento humano intermedio



Asentamiento humano disperso



Campo golf



Suelo desnudo



Banco de material

Figura 13: Ejemplo Categorías urbanas. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

6.4. Fotointerpretación, ajustes y recategorización

Para generar el mapa de coberturas vegetales y usos del terreno del año 2022 se emplearon imágenes satelitales del paquete *Basemap - Imagery* del software *ArcGis 10.8.1* en el cual se encuentran mosaicos de imágenes tomadas el 14 de enero del año 2022 por la constelación de satélites de la agencia espacial *Maxar Technologies*, con una resolución espacial de 0.5 m por pixel, facilitando la interpretación a escala 1:20.000 con una unidad mínima de interpretación de 0.25 cm² en el mapa, equivalente a 1 hectárea en terreno.

Una vez establecidas las categorías a identificar en las imágenes satelitales se procedió a interpretar de modo visual y manual mediante el uso del software *Arc Gis 10.8.1*. Se prefirió realizar la interpretación manual en vez de la interpretación mediante clasificación automatizada (supervisada y no supervisada), dado que al realizar los ejercicios de simulación, los resultados preliminares arrojaron en un mismo conjunto de coberturas categorías que para la investigación son disímiles, con imprecisiones sustanciales en usos de suelo como los asentamientos humanos dispersos, dado que esta categoría se encuentra inmersa en la mayoría de coberturas y usos de terreno, además se encontraron que hay coberturas que en terreno generan respuesta espectral similar ante los sensores de los satélites, es el caso de los cultivos de riego con campos de golf, cultivos de temporal con pastizales, y suelos desnudos con cultivos de riego en fase de arado, entre otras interpretaciones que demandan de la capacidad de discernimiento que proporciona el conocimiento de los usos del terreno ligado a la fecha de captura de la imagen satelital, para lo cual se requiere de un intérprete capacitado y a la discretización de unidades de cobertura vegetal y uso del terreno que un sistema automatizado no podría percibir y diferenciar.

Simultáneamente al proceso de interpretación se realizaron 11 salidas de campo (figura 14) con el fin de cotejar las coberturas interpretadas con la realidad en terreno, salidas que permitieron conocer la zona de estudio, las categorías de cobertura y uso del terreno y poder minimizar el margen de error en las áreas de mayor dificultad para su correcto reconocimiento. Para los años 1975 y 1995 se realizó la interpretación a una escala 1:20.000 de coberturas vegetales y usos del terreno con los mosaicos de ortofotos correspondiente a cada año.

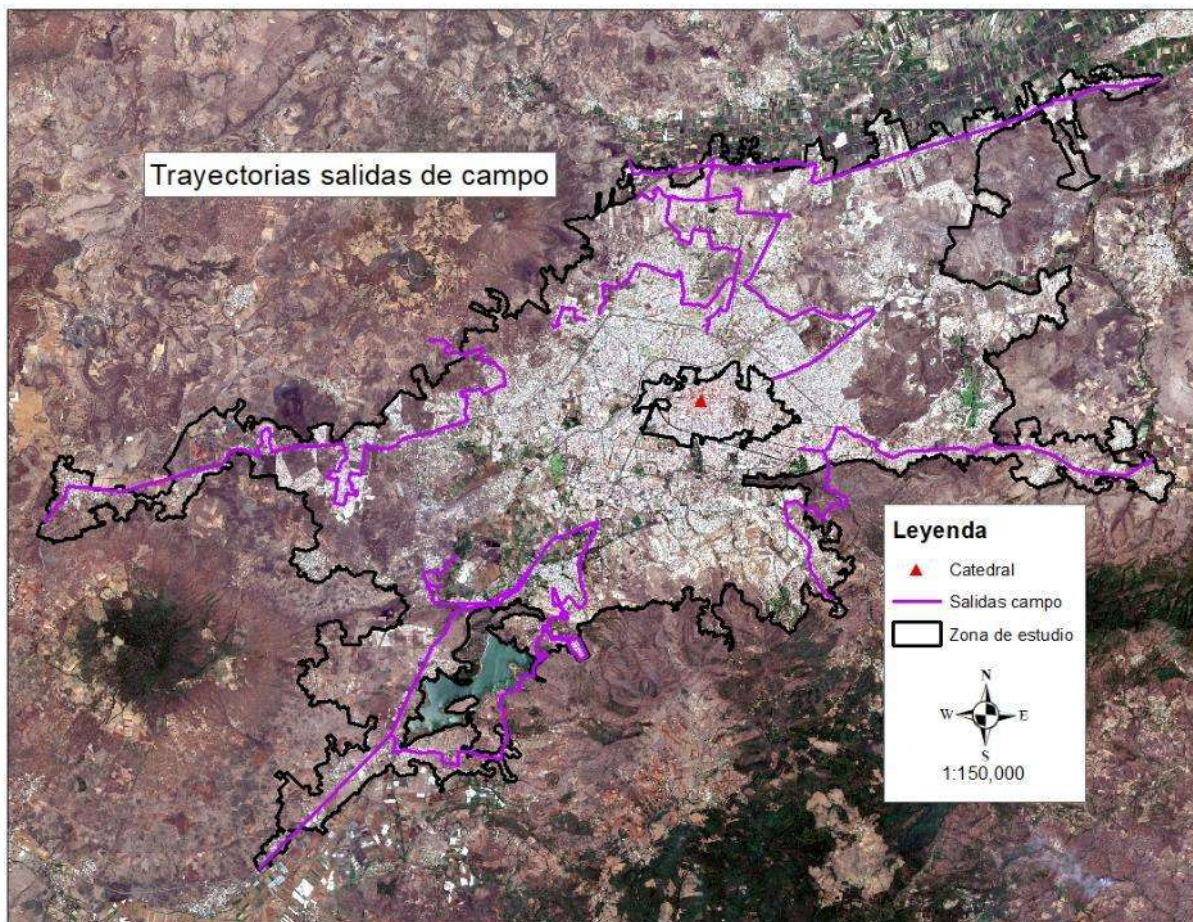


Figura 14: trayectorias salidas de campo. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Sentinel 2*).

6.5. Procesamiento de la información

Una vez recategorizadas e interpretadas las coberturas vegetales y los usos de terreno acorde a la lista de categorías en el área de estudio para los años 1975, 1995 y 2022, se procedió a cruzar las bases de datos sobreponiendo los mapas en pares: 1975 - 1995 y 1995 - 2022 mediante el uso de *ArcGis 10.8.1*. Se exportó la base de datos de cada cruce de mapas para seguir el procesamiento con el uso del programa *Microsoft Excel 2021*. Se construyó la matriz de Márkov el cual permite la correlación de los cambios sucedidos en un área determinada en dos años distintos (figura 15).

Tiempo 1 →

Tiempo 2 ↓

Tiempo 1	Categoría 1 (C1)	Categoría 2 (C2)	Categoría 3 (C3)	Categoría 4 (C4)	Categoría n (Cn)	Total tiempo 1	Pérdidas
Categoría 1 (C1)	C11	C12	C13	C14	C1n	C11+C12+C1n...	$\sum C1 - C11$
Categoría 2 (C2)	C21	C22	C23	C24	C2n	C21+C22+C2n...	$\sum C2 - C22$
Categoría 3 (C3)	C31	C32	C33	C34	C3n	C31+C32+C3n...	$\sum C3 - C33$
Categoría 4 (C4)	C41	C42	C43	C44	C4n	C41+C42+C4n...	$\sum C4 - C44$
Categoría n (Cn)	Cn1	Cn2	Cn3	Cn4	Cnn	Cn1+Cn2+Cnn...	$\sum Cn - Cnn$
Total tiempo 2	C11+C21+Cn1...	C12+C22+Cn2...	C13+C23+Cn3...	C14+C24+Cn4...	C1n+C2n+Cnn...	Superficie total de la zona	
Ganancias	$\sum C1 - C11$	$\sum C2 - C22$	$\sum C3 - C33$	$\sum C4 - C44$	$\sum Cn - Cnn$		

Figura 15: Matriz de Márkov (tomado de Ramos 2018).

También, se construyó la matriz de movilidad con los datos más relevantes en el cual se evalúa el dinamismo que tienen las categorías con tres variables; área que permanece, área que pierde y el área gana. Esta matriz permite reconocer un estado dinámico del periurbano de la ciudad, mediante la clasificación de las categorías en tres tipos de dinamismo; en consolidación, son las categorías que tiene un alto nivel de permanencia en relación con las pérdidas (puede o no tener altas ganancias) las cuales tienden a permanecer en el tiempo. En supresión: son las categorías con altas pérdidas, baja permanencia y baja o nula ganancia que con el pasar de los años tiende a desaparecer. En transición: son las categorías que tienen mayor movilidad en el territorio dado que se caracterizan por tener tanto una alta pérdida como una alta ganancia, pero la permanencia es baja, son coberturas vegetales y usos del terreno que sirven de puente entre las demás categorías.

Para clasificar las categorías según su dinamismo se establecieron las siguientes fórmulas condicionales a los resultados de la matriz de movilidad:

$$\begin{aligned}
 & \text{Permanencia} > \text{Pérdida} \longrightarrow \text{En consolidación} \\
 & \text{Permanencia} < \text{Pérdida} \begin{cases} \longrightarrow (\text{Permanencia} + \text{Ganancia}) < \text{Pérdida} \longrightarrow \text{En supresión} \\ \longrightarrow (\text{Permanencia} + \text{Ganancia}) > \text{Pérdida} \longrightarrow \text{En transición} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Ecuación 1: Condicional para determinar el estado dinámico de una categoría .

Si la permanencia es mayor a la pérdida de hectáreas de una categoría, entonces la categoría se encuentra en consolidación. Por el contrario, si la permanencia es menor que el número de hectáreas que se pierden, es necesario revisar la siguiente condición que dice: si al sumar la permanencia con las ganancias el resultado es menor que las hectáreas perdidas, indica que la categoría se encuentra en proceso de supresión, pero si el resultado de la suma es mayor que el número de hectáreas perdidas quiere decir que la categoría es el punto medio entre una categoría y otras, es decir es una categoría transitoria.

7. Resultados y discusiones

El análisis espacial y temporal del periurbano en la ciudad de Morelia se realizó en tres etapas:

- 1) Construcción de un modelo metodológico que identifique el periurbano y sus límites interior y exterior en cuatro temporalidades (1960, 1975, 1995 y 2022) en la Ciudad de Morelia.
- 2) Caracterización espacial independiente del periurbano en cuatro momentos de estudio 1960, 1975, 1995 y 2022.
- 3) Análisis de las transformaciones del cambio de cobertura y uso del terreno de un área de estudio común que comprenda entre el límite interior del periurbano de la ciudad para el año 1975¹ y el límite exterior del periurbano de la ciudad para el año 2022, es decir toda el área que ha sido periurbano entre 1975 y 2022 con un corte intermedio del año 1995.

7.1. Modelo de Límite Combinado

Para hallar la franja periurbana de la ciudad de Morelia para cada año de estudio (1960, 1975, 1995 y 2022) se construyó el modelo de *Límite Combinado*, el cual consiste en determinar el **límite interior**, formado a través de la fotointerpretación de las categorías de asentamiento humano compacto y asentamiento humano intermedio, integrándolas en un polígono denominado **continuo urbano** (Figura 6). Este polígono comprende desde el centro de la ciudad de Morelia hasta donde ambas categorías pierden continuidad por otros tipos de coberturas vegetales y usos del terreno; el tamaño de los polígonos de los continuos urbanos de cada año de estudio se pueden visualizar en la Tabla 2.

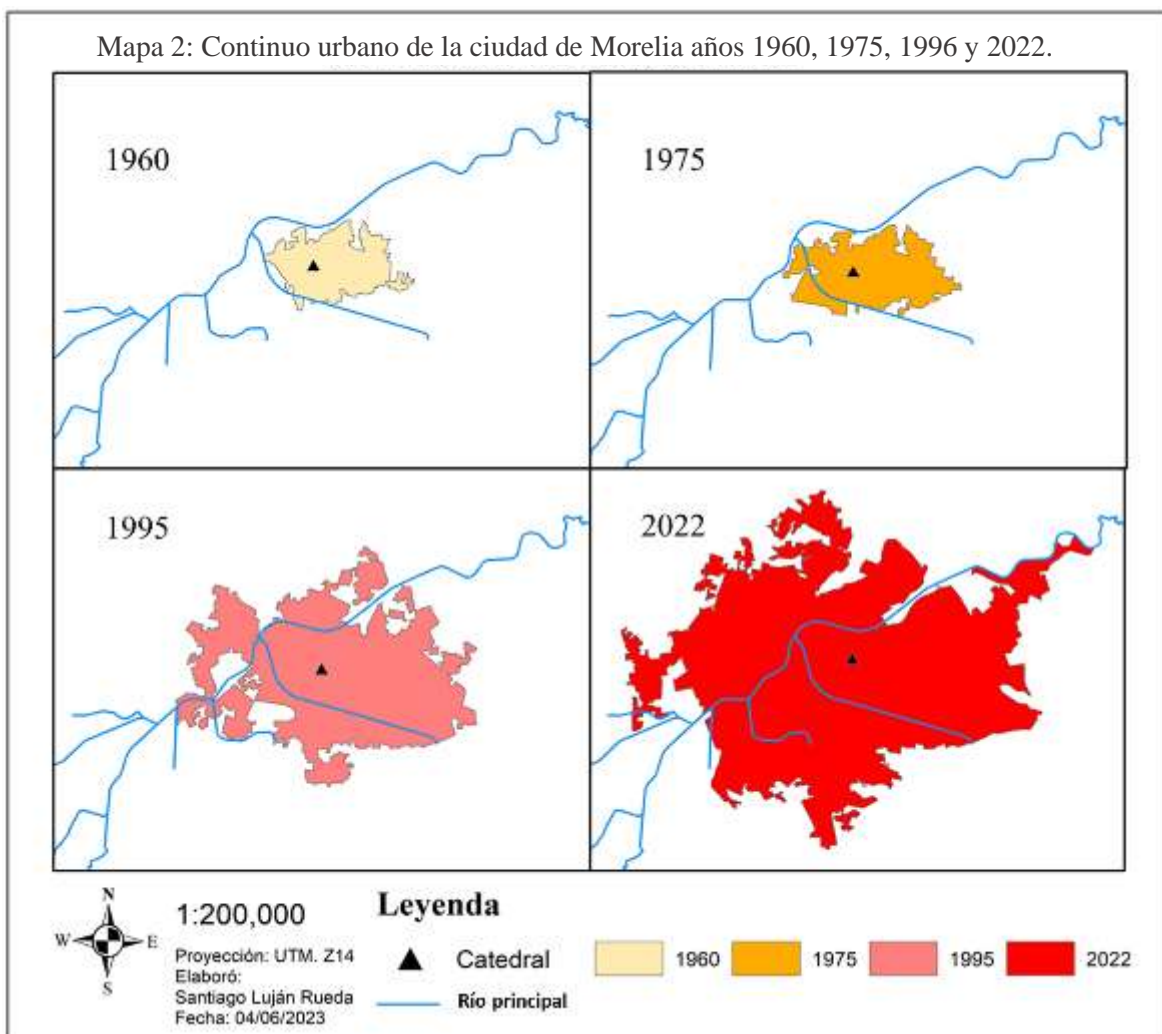
Año	Extensión (ha)	Crecimiento (ha)	Crecimiento anual (ha)
1960	693.7	--	--
1975	951.1	257.4	17.2
1995	3331.6	2380.5	119
2022	7076.3	3744.7	138.7

Tabla 2: Crecimiento y extensión del continuo urbano de la ciudad de Morelia.

Los continuos urbanos de la ciudad de Morelia (mapa 2) a lo largo de 62 años de estudio tiene las siguientes características generales: En los años de 1960 y 1975 la ciudad se encontraba limitada por el río Grande hacia el norte y sobrepasaba parcialmente al Río Chiquito (principal tributario del río Grande) ríos que ejercían como frontera entre lo urbano

¹ El año 1960 sólo se tomó para el análisis individual del periurbano dado que no se contó con las ortofotos que cubrieran el total del área de estudio para realizar el análisis comparativo de las transformaciones de coberturas y usos del terreno con los demás años.

y lo rural. En el año de 1995 esta frontera natural es desbordada y en el año 2022 el Río Grande pasó de estar al margen de la ciudad a constituir parte de su centro (Mapa 2).



De modo cualitativo, es posible identificar un crecimiento del continuo urbano en todas las direcciones de un modo relativamente concéntrico hasta el año 1995, cuando llega en su sección suroriental exactamente al área de protección natural del río Chiquito. En los años 1995 y 2022 el continuo urbano se caracteriza por tener estructuras espaciales de tipo penínsulas y golfos (mapa 2), lo que genera una mayor área de contacto entre el continuo urbano y terrenos con categorías como *A. H. Disperso* o categorías rurales y naturales, facilitando el proceso de urbanización en las áreas tanto al interior de los golfos como alrededor de las penínsulas por su cercanía con espacios equipados con las amenidades que ofrece la ciudad (figura 16).

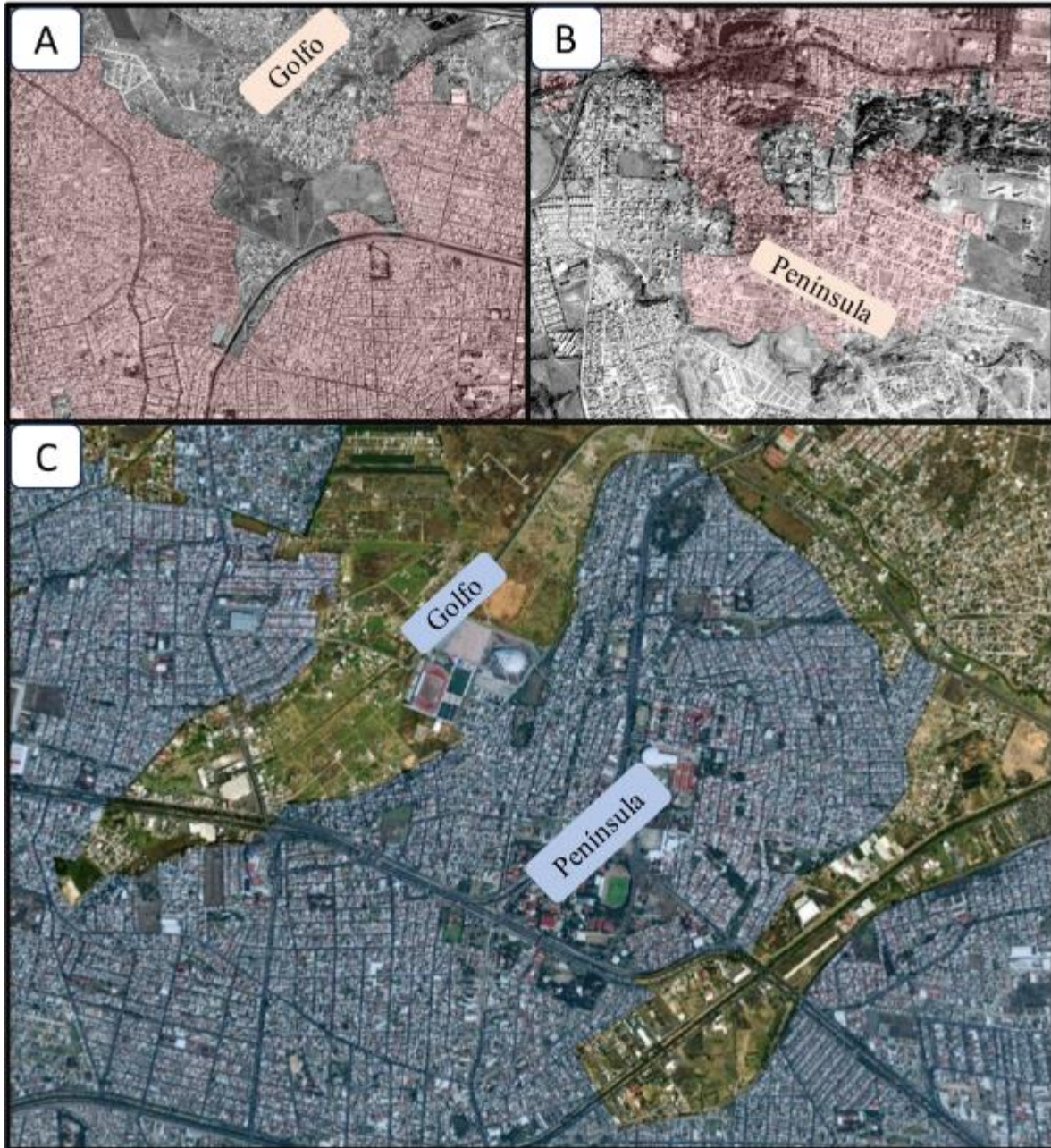


Figura 16. Estructura de golfos y península del continuo urbana ciudad de morelia: A) golfo al Norte de la ciudad año 1995. B) península al sur de la ciudad año 1995. C) estructura de golfo y península al Norte de la ciudad año 2022. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

Una vez identificado el **límite interior** del periurbano de la ciudad en cada año de estudio, se procedió a determinar espacialmente el **límite exterior**; entre el periurbano y el área rural o área natural. El **límite exterior** del periurbano se determinó con la combinación de dos patrones espaciales de ocupación del terreno.

Primero se delimitaron los **patrones tempranos de ocupación habitacional**, como el trazado de calles, extensión de redes de alumbrado público, bardas lotes para fraccionamiento entre otras características espaciales que son evidentes desde la percepción remota, así como lo muestra la figura 17.

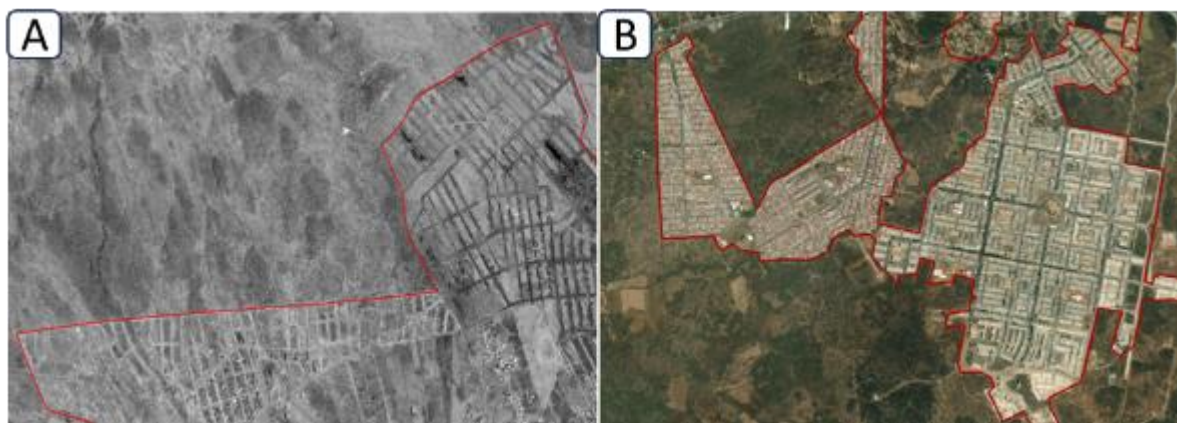


Figura 17: Ejemplo patrones tempranos de ocupación habitacional: A) límite de lotes para la construcción de vivienda área Noroccidental de la ciudad 1995. B) Límite fraccionamientos al Occidente de la ciudad 2022. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

Luego se delimitó el **patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles**, el cual consiste en ubicar y señalar espacialmente las infraestructuras que se encuentran dispersas entre sí, pero próximas al continuo urbano.

La mínima proximidad entre infraestructuras civiles en la periferia de una ciudad es un indicador de proceso de urbanización (Mortoja *et al.*, 2020), sin embargo ¿a partir de cuanta distancia entre unidades habitacionales se puede considerar un área como urbana o periurbana?

La transición urbano-rural que significa el proceso de periurbanización no siempre tiene manifestaciones espaciales claras, evidentes mediante la percepción remota y el uso de SIG, sin embargo, la transición en coberturas y usos del terreno devela en sí misma transformaciones socioeconómicas de la población que en ningún caso es estática ni debe considerarse así. Por lo tanto, es preciso reconocer la naturaleza económica que da soporte a los territorios rurales y naturales que se encuentran en disputa con la territorialización urbana.

La población rural del área de estudio tiene una relación cultural y productiva basada principalmente en actividades económicas primarias como las agrícolas, silvícolas y pecuarias. Estas actividades económicas requieren de una base espacial concreta (extensión del predio), biofísica y social, por ejemplo, las características edáficas, hidroclimáticas y ecológicas del terreno sumado a los equipamientos, saberes y tecnologías con las que cuenta la población. En este sentido, un terreno específico tiene una capacidad limitada para albergar

y sustentar económicamente a una determinada cantidad de población. Si la población que habita un territorio es menor que la capacidad que tiene dicho territorio para emplearla y sustentarla puede indicar que la población obtiene sus ingresos del usufructo de los terrenos locales. Por lo contrario, si hay más población que la capacidad que tiene el territorio para dar sustento a sus habitantes, ello indica que dicha población parcial o totalmente obtiene sus ingresos con otras actividades desligadas de su lugar de vivienda tales como las actividades económicas secundarias y terciarias que ofrece el área urbana.

Según un estudio realizado por la FAO² y SAGARPA³ (2012) en México hay tres tipos de agricultura familiar: de subsistencia, con una producción únicamente destinada para el autoconsumo y con ingresos insuficientes para garantizar una vida digna, con una superficie promedio de 3.4 ha. En transición, el cual aparte de producir para autoconsumo el acceso a mercados es limitado por lo cual las familias deben diversificar sus fuentes de ingresos y tiene una extensión promedio de 4.7 ha. La consolidada, en la cual la producción es suficiente para el consumo propio y para acceso a mercados locales, con una superficie promedio de 5.0 ha (SAGARPA y FAO, 2014).

En la determinación del límite entre el periurbano y las áreas rurales o naturales se consideró para el **patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles**, una distancia de 3.4 ha entre infraestructuras, dado que en una distancia menor a 3.4 ha, los terrenos adolecen de la capacidad de ser fuente segura del 100 % de los ingresos necesarios para el sostenimiento de una familia rural, por lo que se puede considerar que la economía familiar se encuentra en un proceso transicional de una economía rural a una economía híbrida entre rural y urbana.

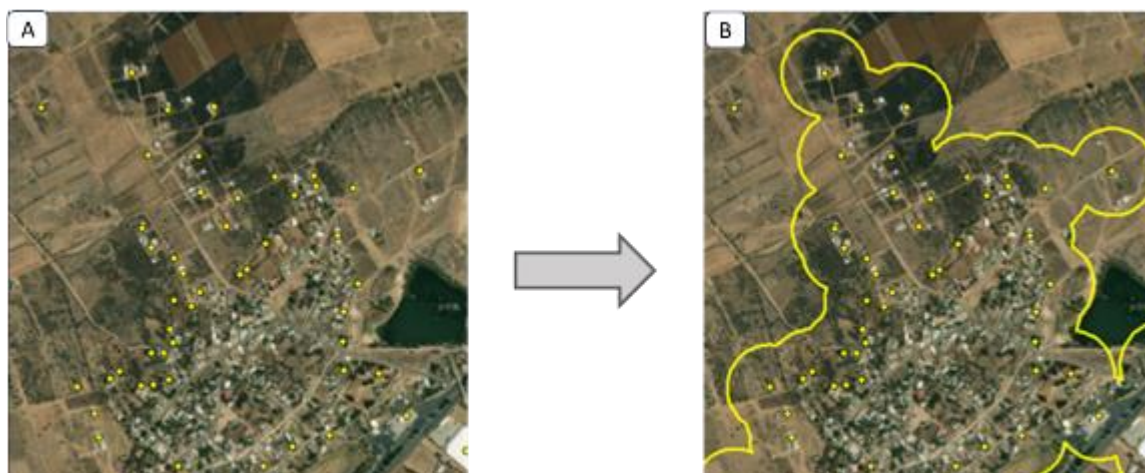


Figura 18: determinación límite exterior del periurbano mediante el patrón de mínima proximidad entre infraestructuras civiles: A) infraestructuras civiles identificadas. B) Aplicación de Buffer para hallar una línea continuada del límite exterior. (Elaboración propia con base en imágenes satelitales *Google Earth*).

² Food and Agriculture Organization

³ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Para identificar la frontera marcada por el patrón de mínima proximidad de infraestructuras civiles correspondiente a la ciudad de Morelia del año 2022 se identificaron 13.247 edificaciones, se le incorporó a cada edificación un *Buffer* con un área de 3.4 ha, (Figura 18).

Aplicada la delimitación según los dos patrones, se procedió a unificarlos, con el criterio de tomar el mayor área confiable, en el cual las áreas con preponderancia de patrones tempranos de ocupación habitacional como las bardas de fraccionamientos, vías o lotes inmobiliarios conservaron su límite, por el contrario en las zonas periurbanas difusas, en las cuales las unidades residenciales no cuentan con una distribución ordenada, se conservó el límite marcado por el patrón de mínima proximidad de infraestructuras civiles (Figura 19) así se determinó el límite exterior del periurbano en cada año de estudio.

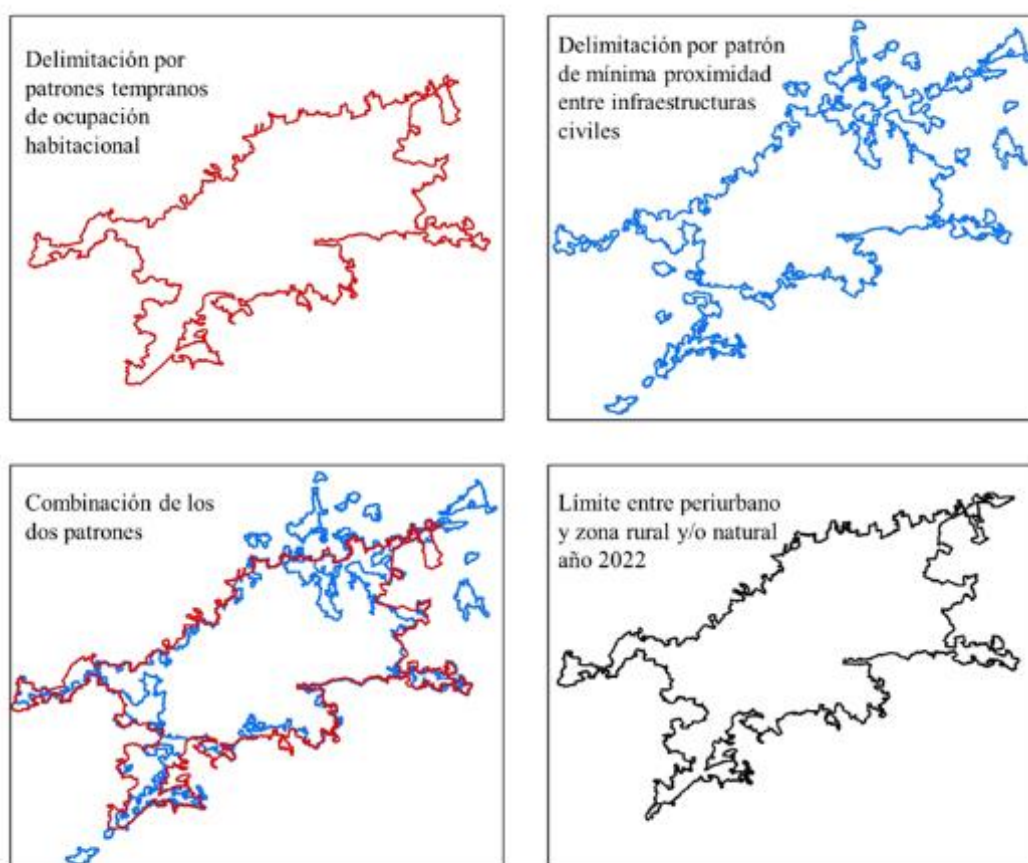
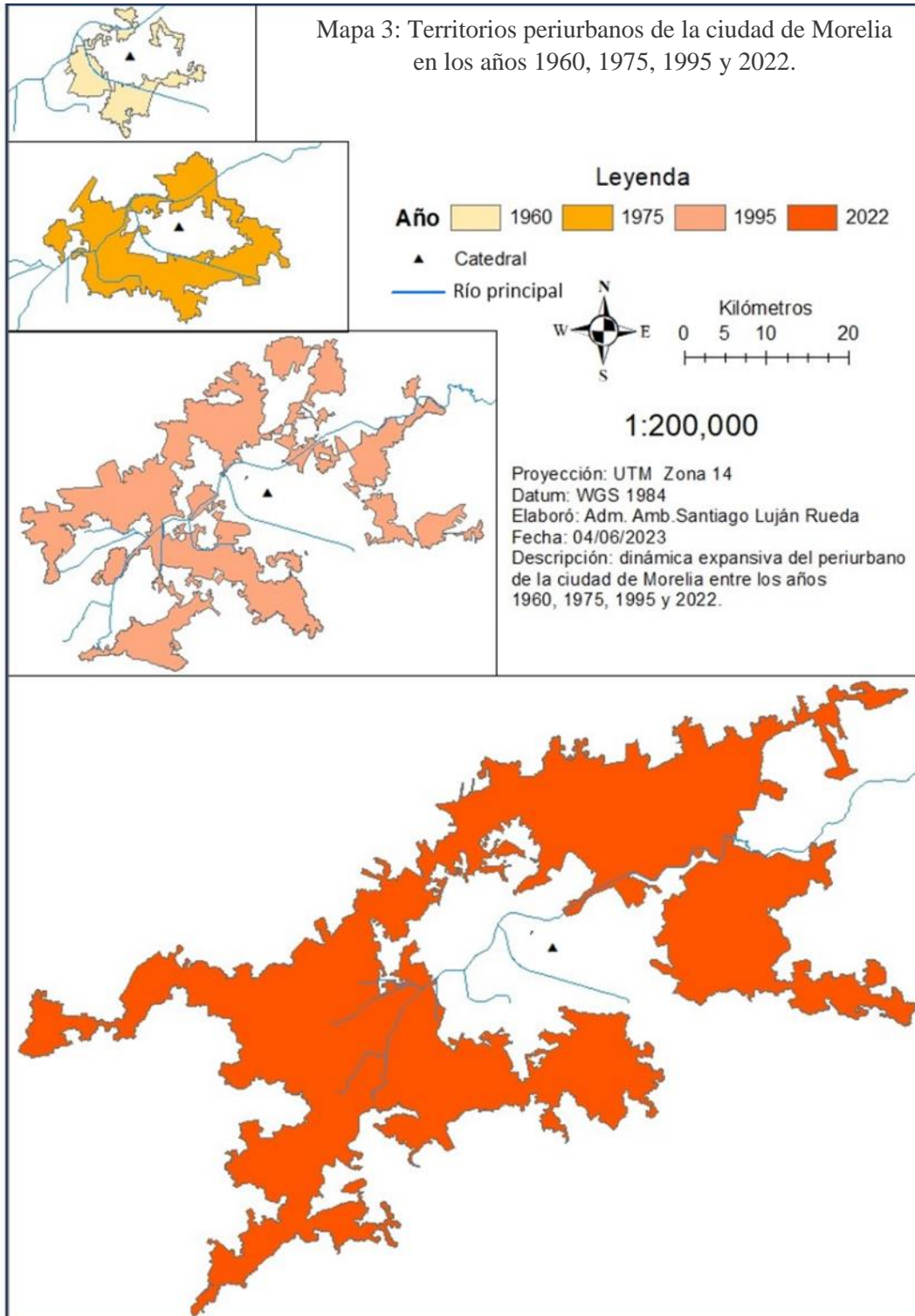


Figura 19: Ejemplo Determinación del límite exterior del periurbano de la ciudad de Morelia para el año 2022, mediante el modelo de límite combinado.

Mediante el modelo de *Límite combinado* se determinó el área periurbana de la ciudad de Morelia para los años 1960, 1975, 1995 y 2022 (Mapa 3). En el año 1960 la expansión del periurbano se dio principalmente en el sur y occidente de la ciudad. Para el año 1975 se evidencia que la franja periurbana se expandió en todas las direcciones rodeando completamente al continuo urbano. En el año 1995 el periurbano se encuentra fragmentado

y con diversidad de estructuras tipo golfo y penínsulas sobre las áreas rurales en todas las direcciones con excepción de las inmediaciones del área protegida del río Chiquito. En el año 2022 el periurbano muestra una tendencia alargada entre el suroccidente y nororiente acorde al trazado de las principales vías de acceso de la ciudad.



En la tabla 3 se muestra la tendencia creciente del periurbano entre los años 1960 - 1975 y 1975 - 1995 con un leve aumento en el crecimiento anual en el segundo tiempo respecto al primero que apenas supera las 70 ha /año. Sin embargo, en el intervalo de tiempo 1995 - 2022 el crecimiento del periurbano aumenta drásticamente con un crecimiento anual que se multiplica por poco más de tres respecto al intervalo 1975 – 1995.

<i>Año</i>	<i>Extensión (ha)</i>	<i>Crecimiento (ha)</i>	<i>Crecimiento anual (ha)</i>
1960	810.1	--	--
1975	2,635.1	1,825	121.7
1995	6,497.7	3,862.7	193.1
2022	24,113.5	17,615.8	652.4

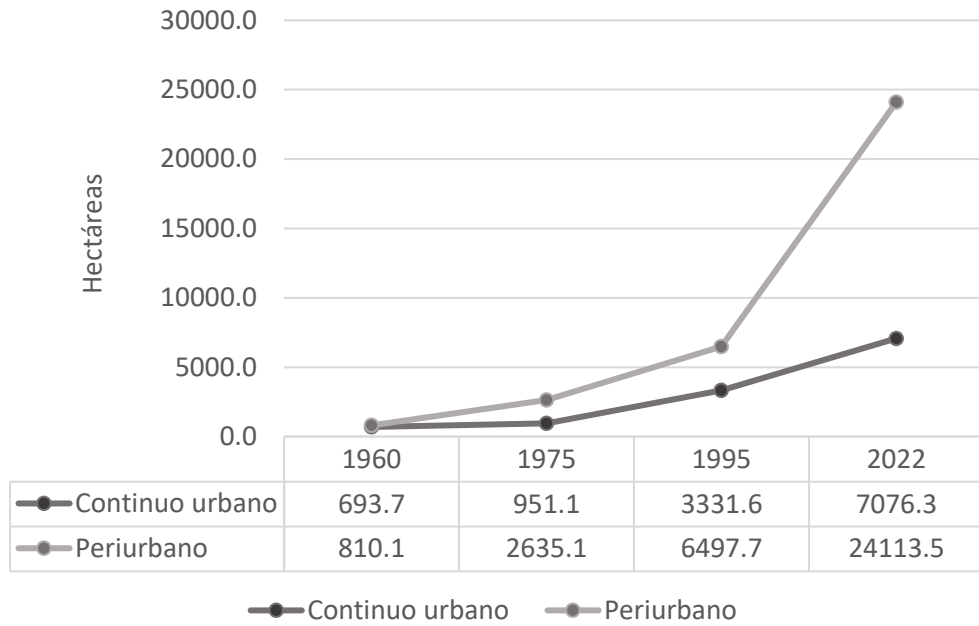
Tabla 3: extensión y crecimiento del periurbano de la ciudad de Morelia.

7.2. El periurbano de Morelia 1960 - 2022

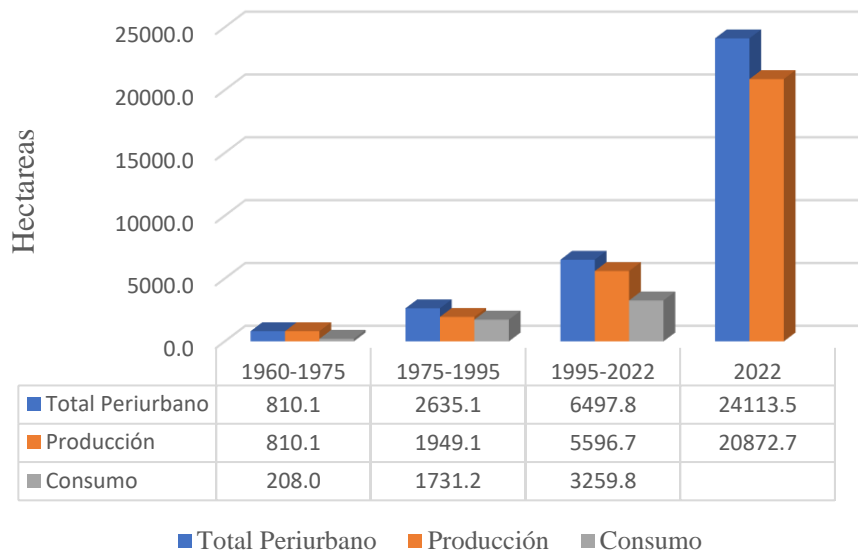
7.2.1. Producción y consumo de área periurbana

El estudio del territorio periurbano está íntimamente relacionado con el estudio de la expansión del continuo urbano, del mismo modo, el crecimiento de las ciudades conlleva un proceso de producción y consumo de área periurbana; la producción se da espacialmente por la transformación de áreas rurales en áreas periurbanas, impulsada por movilizaciones sociales, proyectos económicos de la industria inmobiliaria o la ejecución de políticas públicas. En cambio, el consumo se refiere a la transformación del área periurbana en área del continuo urbano el cual se caracteriza por la densificación de infraestructura civil de modo continuo desde el centro de la ciudad.

Para el análisis del proceso de periurbanización de la ciudad de Morelia en un lapso de 62 años con cuatro cortes temporales (1960, 1975, 1995 y 2022) se comparó la extensión de ambos territorios. Entre los años 1975 y 1995 existe una tendencia de crecimiento similar, sin embargo, entre los años 1995 y 2022 mientras el continuo urbano duplicó su área, el periurbano se multiplicó casi por cuatro (gráfica 1), además, en los cuatro cortes de tiempo el área producida siempre fue mayor que la consumida (gráfica 2), lo que significa que hay un espacio cada vez mayor sometido a la especulación inmobiliaria, según David Harvey en estas áreas de reproducción de capital se demanda de la administración pública la dotación de amenidades, que por la amplia cobertura (a nivel espacial) es costosa y poco eficiente debido a la baja densidad poblacional, entonces las comunidades desfavorecidas quedan abandonadas o en el mejor de los casos para los habitantes con capacidad adquisitiva la gestión del territorio se cede a los conglomerados económicos quienes acaparan la tierra para generar renta por su valor de cambio y no por su valor de uso (Harvey, 1979).



Gráfica 1: Comparación del crecimiento del continuo urbano y el periurbano de la ciudad de Morelia.



Gráfica 2: Producción y consumo de territorio periurbano de la ciudad de Morelia.

En la ciudad de Morelia el consumo del área periurbana es más lento que su producción, lo cual genera que algunas zonas permanezcan estáticas durante periodos superiores a 30 años (en algunos casos más tiempo) sin transformarse en continuo urbano, como se muestra en la Figura 20. Por ejemplo, 125.7 ha de las 810.1 ha de periurbano producido en 1960 se mantuvieron inmutables hasta que en el intervalo de 1995 – 2022 fueron consumidas por el

continuo urbano, lo cual configura una contradicción con investigadores como Andrés Barsky (2005) y Francisco Entrena (2004) quienes afirman como uno de los principales problemas del estudio del periurbano su carácter *resbaladizo* (Barsky, 2005), dado que hay amplias zonas donde este territorio permanece invariable durante décadas.

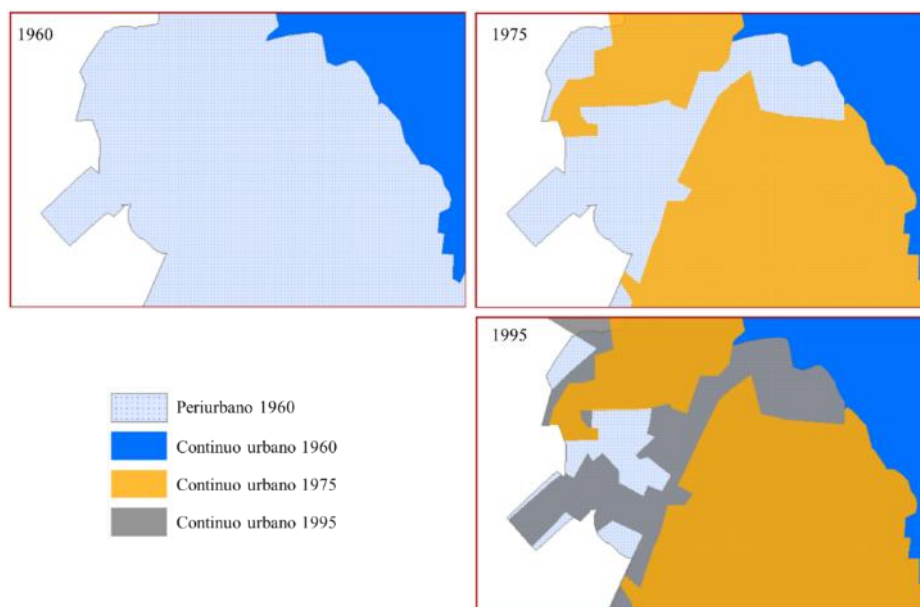
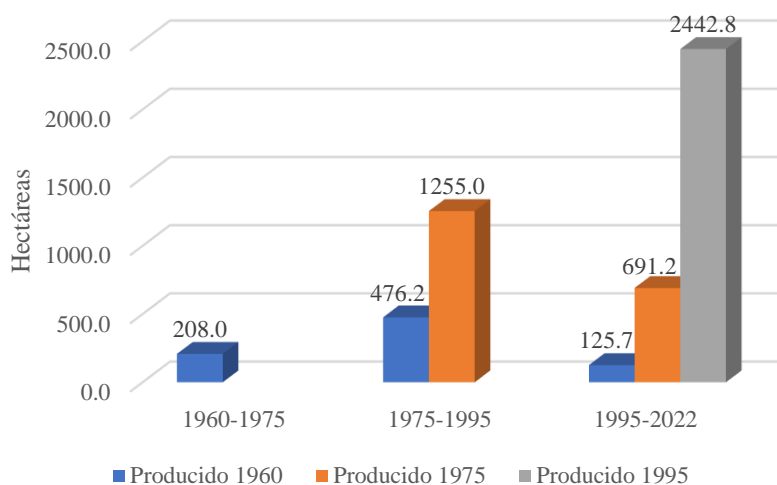


Figura 20: Territorio periurbano producido en 1960 consumido por el continuo urbano entre los años 1975 y 1995 (sección occidental año 1960).



Gráfica 3: Consumo de territorio periurbano de la ciudad de Morelia entre 1960 y 2022.

En un mismo año se puede consumir territorio periurbano generado en distintos años (gráfica 3), debido a diferentes circunstancias, por ejemplo: demora en los trámites y permisos de la administración pública (L. García, 2018), litigios jurídicos por la tenencia de tierras (Urquijo

y Sánchez, 2014), por la distancia y las precarias conexiones viales con el continuo urbano (Amirinejad *et al.*, 2018). En otras palabras, el periurbano encontrado en cada año está conformado tanto por un área recién producida como por el periurbano remanente (o no consumido) de los años anteriores, por ejemplo, de las 2,4113.5 ha de territorio periurbano existente en el año 2022 el 13.4 % provienen de los años anteriores (gráfica 2), además la velocidad del consumo no es constante en todo el territorio, por el contrario, el carácter transitorio del periurbano está atado a la velocidad de transformación detonadas por circunstancias particulares, como la construcción de atractores urbanos o nodos de crecimiento urbano, tal es el caso de la construcción en 1996 del campus Morelia de la UNAM en zona rural a las afueras de la ciudad, lo cual impulsó tanto la periurbanización en el golfo entre las dos grandes penínsulas en el Sur del periurbano de 1995 (Mapa 6) como la expansión del continuo urbano en la misma dirección para el año 2022 (Mapa 7).

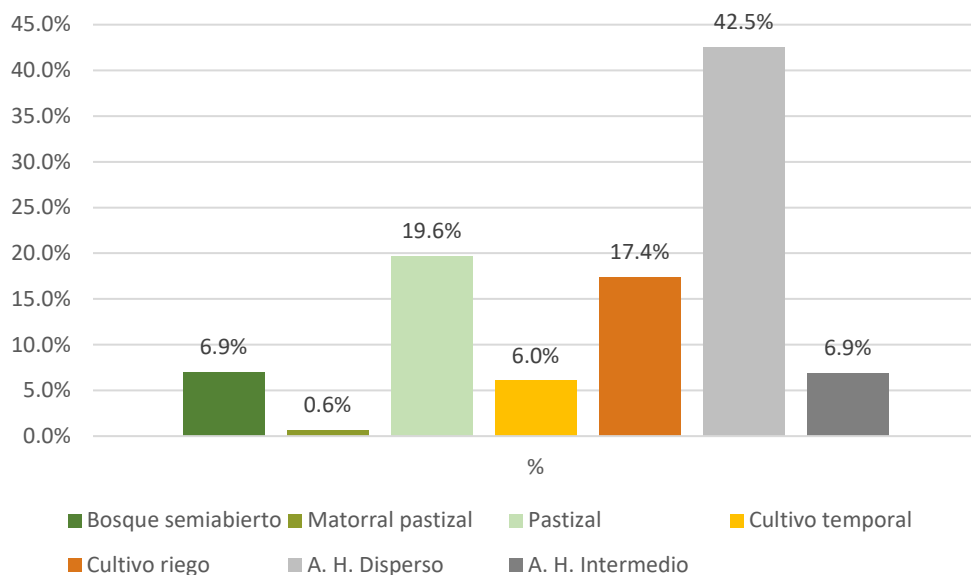
7.2.2. Composición espacial de los periurbanos

La composición espacial de cada uno de los cuatro periurbanos se caracteriza por la heterogeneidad de las categorías, además, progresivamente en cada corte temporal se encuentra un mayor número de coberturas vegetales y usos de terreno (tabla 4) lo que indica una mayor complejidad del territorio. Para realizar un análisis comparativo entre los territorios de distintas extensiones, se transformó el área en porcentaje, así reconocer las diferencias y similitudes de la composición espacial según la proporción de las categorías en cada año de estudio.

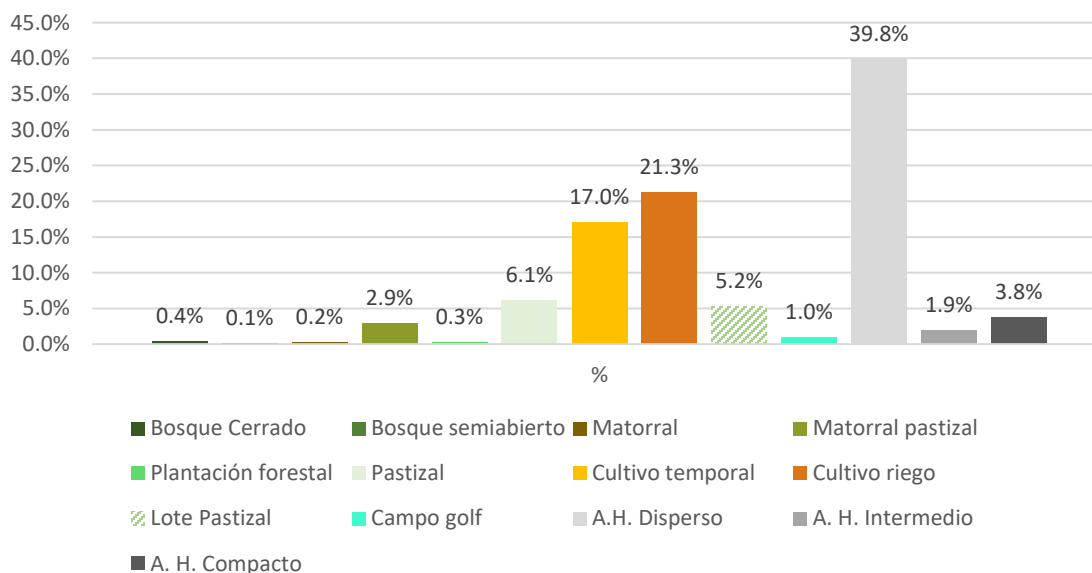
Categoría	1960		1975		1995		2022		Promedio	Des. Est.
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%		
A. H. Compacto			99.2	3.8%	507.9	7.8%	1753.3	7.3%	6.3%	2.2%
A. H. Intermedio	55.9	6.9%	51.4	1.9%	232.5	3.6%	961.0	4.0%	4.1%	2.1%
A. H. Disperso	344.0	42.5%	1049.6	39.8%	2651.9	40.8%	7230.3	30.0%	38.3%	5.6%
Banco de material							164.5	0.7%	0.7%	
Suelo desnudo					42.7	0.7%	67.7	0.3%	0.5%	0.3%
Campo golf			25.3	1.0%	50.9	0.8%	202.2	0.8%	0.9%	0.1%
Lote pastizal			137.8	5.2%	685.8	10.6%	686.7	2.8%	6.2%	3.9%
Lote matorral					9.7	0.1%	600.9	2.5%	1.3%	1.7%
Lote bosque							187.0	0.8%	0.8%	
Plantación forestal			7.6	0.3%	158.6	2.4%	312.7	1.3%	1.3%	1.1%
Cultivo riego	140.9	17.4%	560.5	21.3%	602.1	9.3%	3205.1	13.3%	15.3%	5.2%
Cultivo terraza					0.8	0.0%	197.4	0.8%	0.4%	0.6%
Cultivo temporal	48.9	6.0%	448.8	17.0%	1228.8	18.9%	1549.9	6.4%	12.1%	6.8%
Cuerpo de agua							84.0	0.3%	0.3%	
Pastizal	159.0	19.6%	160.5	6.1%	117.3	1.8%	2001.2	8.3%	9.0%	7.6%
Matorral pastizal	5.2	0.6%	75.6	2.9%	174.5	2.7%	2652.8	11.0%	4.3%	4.6%
Matorral			5.8	0.2%	11.4	0.2%	1068.5	4.4%	1.6%	2.4%
Bosque semiabierto	56.2	6.9%	1.3	0.1%	22.8	0.4%	970.7	4.0%	2.8%	3.3%
Bosque cerrado			11.7	0.4%	0.0	0.0%	217.5	0.9%	0.4%	0.5%
Total	810.1	100%	2635.1	100%	6497.7	100%	24113.5	100%		

Tabla 4: Extensión de las categorías en los periurbanos de cada año de estudio.

En el año 1960 el periurbano de la ciudad de Morelia se caracteriza por contar con siete categorías (Tabla 4), donde el uso de suelo de mayor extensión son *A. H. Disperso* con 344 ha. En la gráfica 4 se puede visualizar una importante participación en el periurbano de las categorías *pastizal* y *Cultivo riego* con 159 ha y 140.9 ha respectivamente, este último tiene la mayor cantidad de sus polígonos asociados a los ríos principales tanto en la sección sur como al norte del periurbano (Mapa 4).



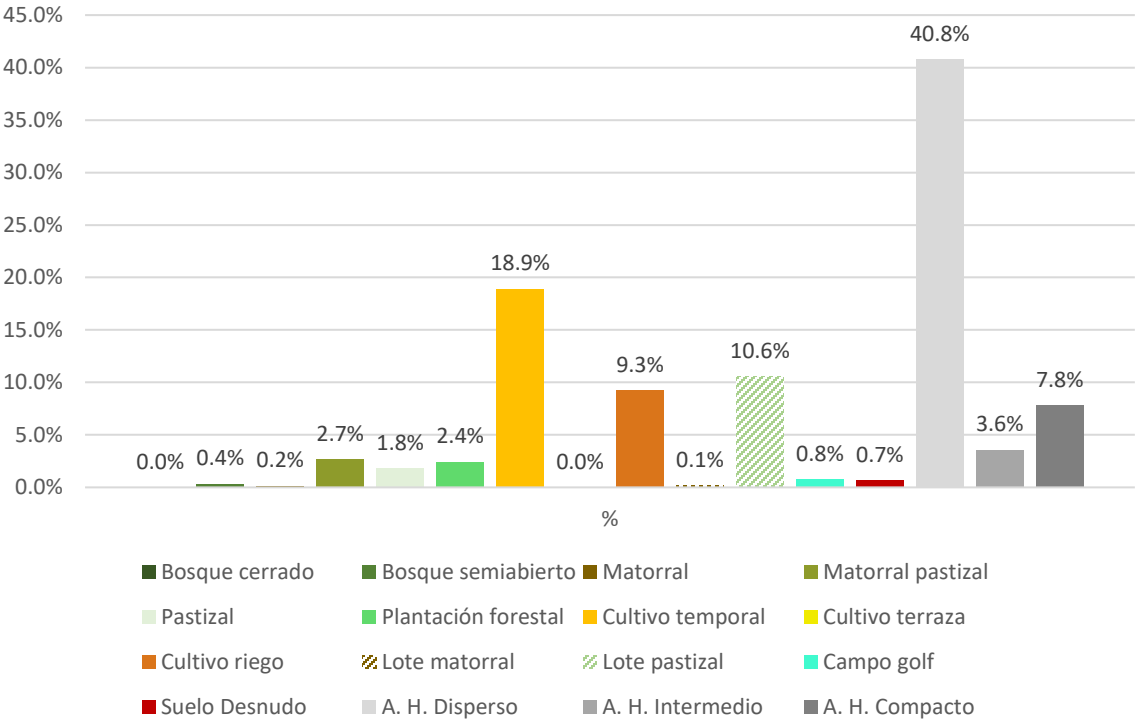
Gráfica 4: porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 1960.



Gráfica 5: porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 1975.

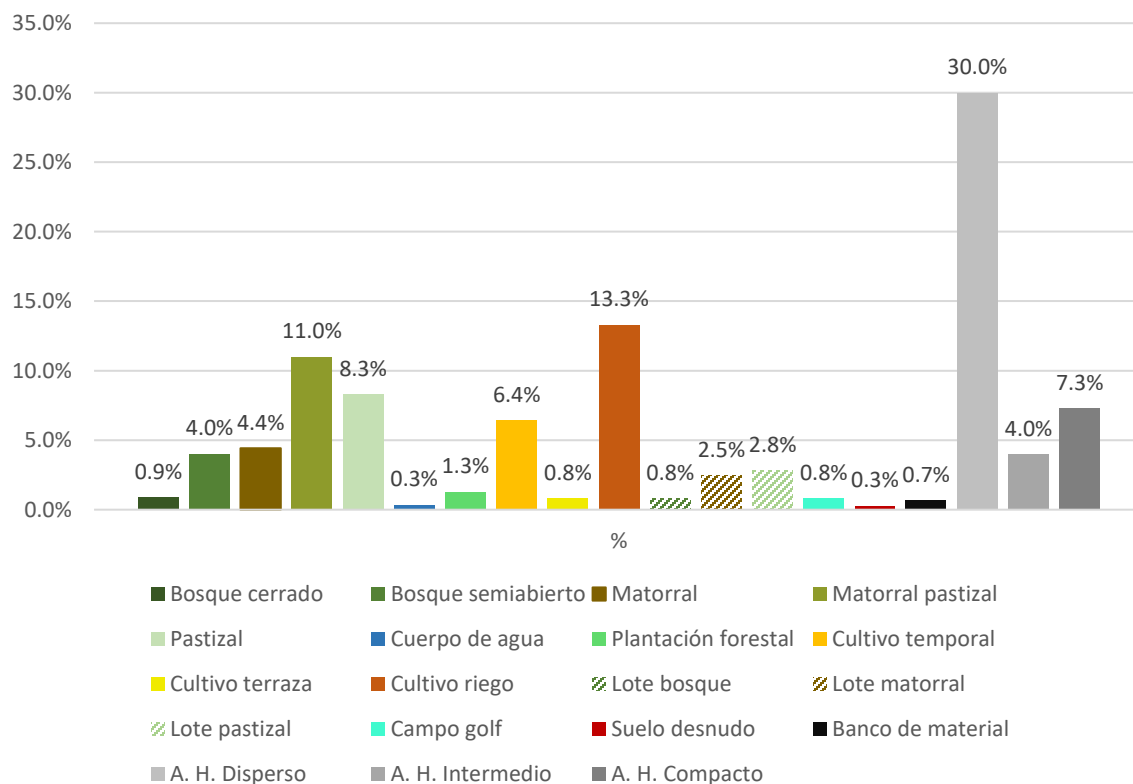
El periurbano del año 1975 tiene trece categorías, seis más que en 1960. *A.H. Disperso* es la categoría de mayor extensión con el 40 % del territorio (Gráfica 5). Cabe destacar la aparición de la categoría *Lote pastizal* con 137.8 ha ubicadas al sur (Mapa 5), lo cual da un indicio de la dirección del crecimiento urbano entre los años 1975 y 1995. En el mapa 5 se puede visualizar que las categorías se encuentran distribuidas en todas las direcciones del periurbano, sin embargo, los principales polígonos de *Cultivo riego* se ubican al Suroccidente asociado a la red hídrica.

En 1995 el área periurbana de la ciudad tiene 16 categorías, tres más que en el año 1975. *A.H. Disperso* es la categoría de mayor extensión de terreno con el 40.8 %. Las categorías naturales tienen la más baja participación entre los grupos de categorías, en donde *Matorral pastizal* con el 2.7 % del territorio es quien tiene mayor extensión (Gráfica 6), además sus polígonos no se encuentran propiamente sectorizados como ocurría en el periurbano del año 1975 (Mapa 5), por el contrario, se encuentra distribuido en todas las direcciones, así como lo muestra el mapa 6. *Cultivo de temporal* y *Lote pastizal* con 1,228.8 ha y 685.8 ha respectivamente son la segunda y tercera categoría de mayor extensión en el periurbano. En el caso de *Lote pastizal* la mayor extensión se ubica en el Occidente, principalmente en las laderas de los volcanes Las Tetillas y Quinceo, en el límite exterior del periurbano.



Gráfica 6: Porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 1995.

El periurbano del año 2022 tiene 19 categorías donde *A. H. Disperso* con 7,230.3 ha es el uso de suelo de mayor extensión, seguido por *Cultivo Riego* con 3,205.1 ha. En la gráfica 7 se puede visualizar la participación de la categoría *Matorral pastizal* ocupando el 11 % del total del territorio siendo a su vez la mayor área de una cobertura vegetal entre los cuatro periurbanos, en este caso, aunque se encuentran polígonos disgregados en todas las direcciones del mapa 7, los segmentos de mayor tamaño se ubican al Occidente. Existe un adelgazamiento del territorio periurbano al Noroccidente (mapa 7), lo cual se puede explicar por la presencia de pendientes fuertes, aunque la existencia de *Lotes matorral* confirma la pervivencia del proceso de urbanización en el territorio.



Gráfica 7: Porcentaje de participación de las categorías en el periurbano del año 2022.

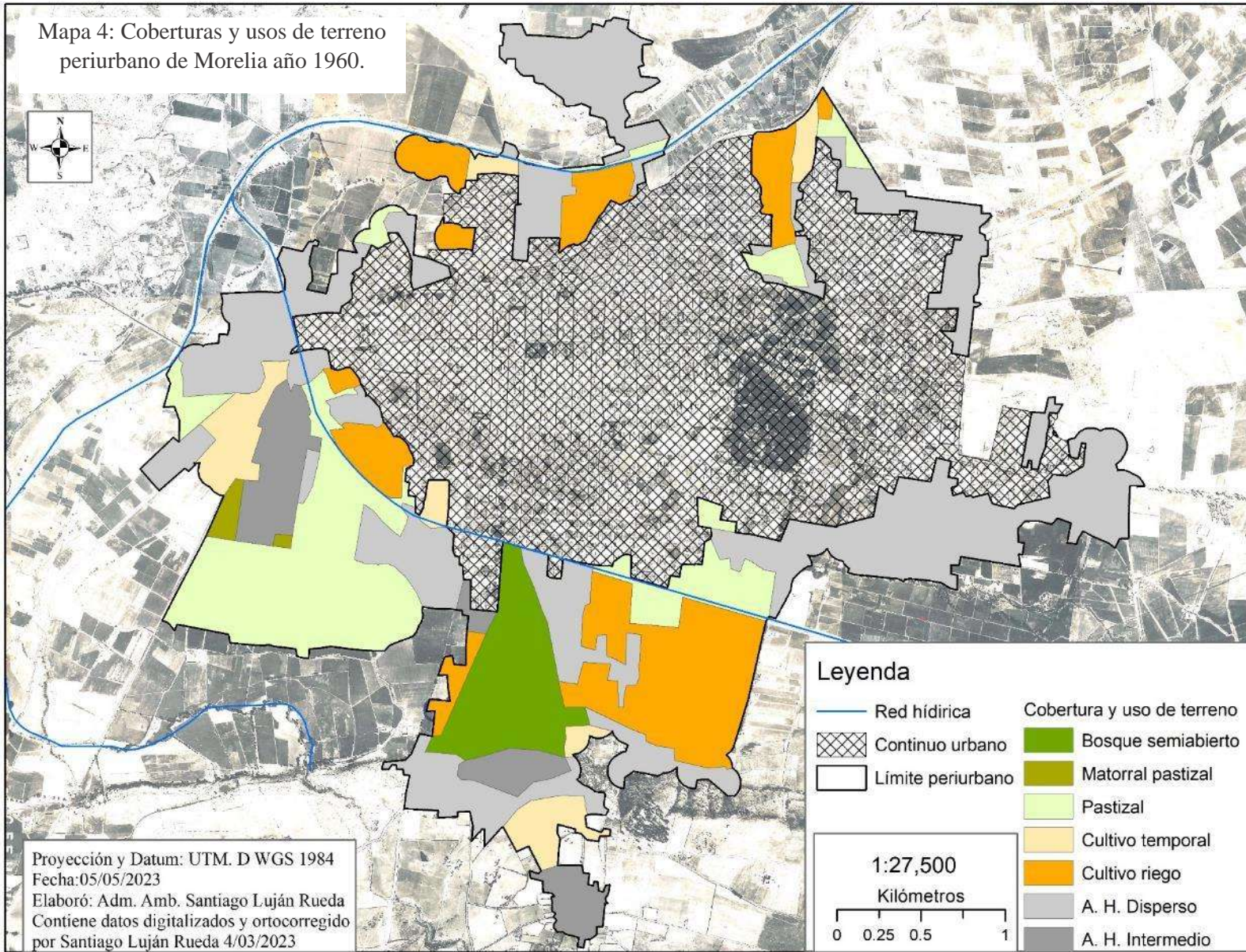
En los cuatro cortes temporales la categoría de mayor extensión es *A. H. Disperso* indicador de la heterogeneidad de las áreas periurbanas, dado que es un uso de terreno donde en área menores a la unidad mínima cartografiada de la investigación (1 ha) conviven usos de terreno urbanos, rurales y coberturas naturales. La segunda categoría en extensión en los cuatro años fue un uso rural del terreno tal como *Cultivo riego* en los años 1975 y 2022, o *Cultivo de temporal* en el año 1995 evidenciando la constante tensión territorial entre usos del terreno urbano y rural. Las categorías C. V. Especulación están presentes desde el año 1975, sin embargo, para el año 1995 cobran mayor relevancia cubriendo el 10 % del periurbano.

En los cuatro mapas se evidencian estructuras tipo penínsulas y golfo entre el periurbano y las áreas rurales o naturales, que a su vez fueron punto de partida para el crecimiento del área periurbana. En el año 2022 la mayor distancia entre el límite interior y el límite exterior del periurbano es al Nororiente y Suroccidente, en el mismo sentido de las principales vías de acceso a la ciudad, lo que significa que son un nodo de crecimiento urbano tal como lo mencionan Abelardo Pérez (2012) y Javier Ramos (2018) quienes argumentan que la cercanías a vías principales disminuye el tiempo de desplazamiento del lugar de residencia hasta los demás lugares de interés de la ciudad (el trabajo, centros médicos y culturales entre otros) lo que permite que la población acepte vivir lejos del centro urbano principal y migre a su periurbano (Pérez, 2012; J. Ramos, 2018).

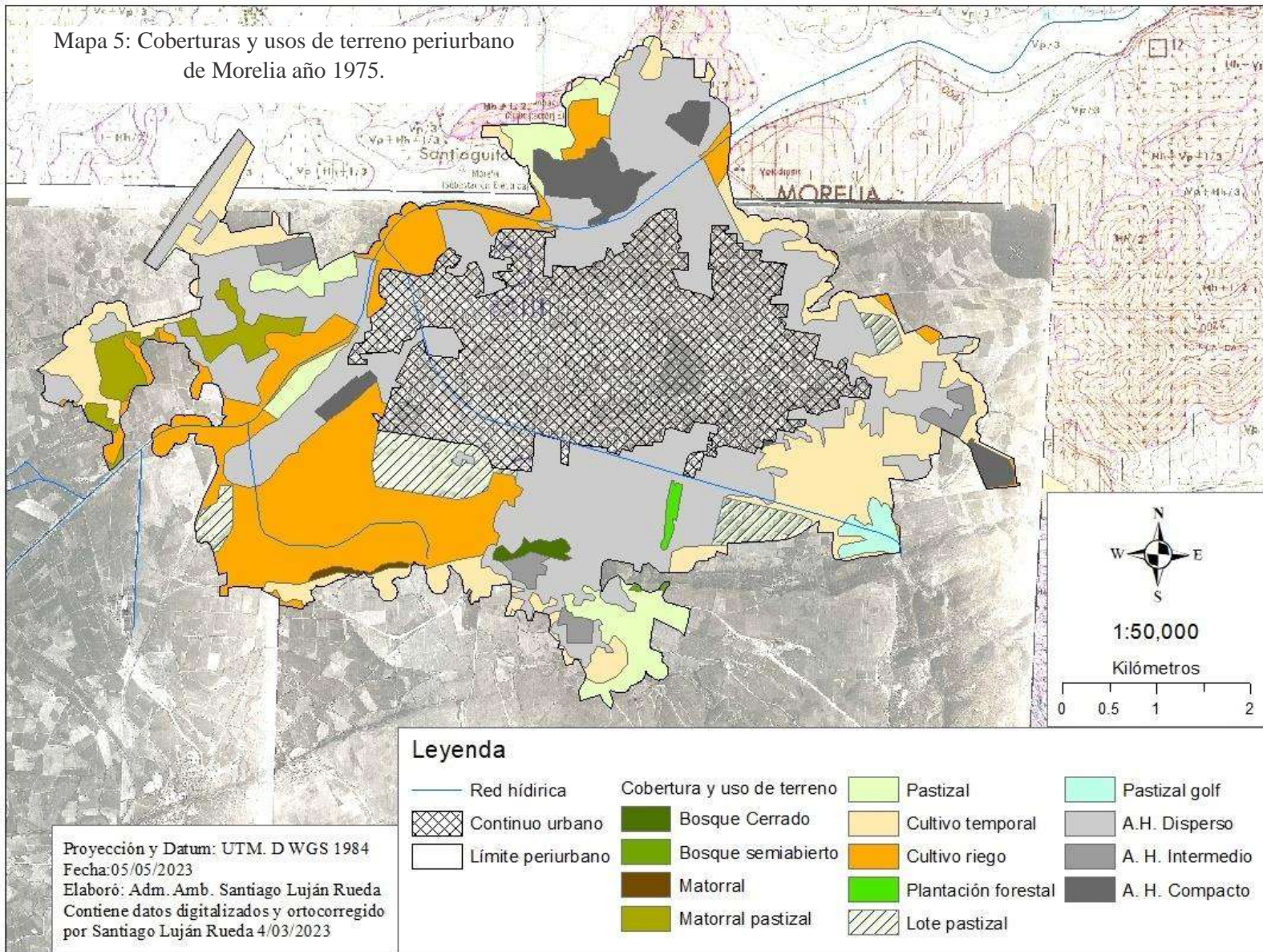
En el año 1960 el periurbano integró la primera localidad (centro urbano de menor tamaño de carácter rural) llamada Santa María de Guido al Sur, siendo una constante que cada año Morelia integre las localidades rurales que circunda a la ciudad, es así como el porcentaje de la categoría *A. H. intermedio* y *A. H. Compacto* (correspondiente principalmente a localidades) osciló entre el 6 % al 7 % en los años 1960 y 1975, integrando para el año 1975 la localidad de Santiaguito ubicada hacia el Norte.

En el periodo de 1995 y 2022 la suma entre *A.H. Compacto* y *A.H. Intermedio* aumentan a alrededor del 11 % , debido a que en 1995 se siguen incorporando localidades rurales como Tenencia Morelos al extremo Suroccidental y San Juanito Itzícuar al Occidente (mapa 6), pero se generaliza la presencia de conjuntos cerrados o fraccionamientos desligados del continuo urbano principalmente al Noroccidente (mapa 6), dinámica que se acentúa en los años posteriores, lo cual se evidencia en el mapa 7, donde para el año 2022 hay grandes áreas de fraccionamientos de alta densidad infraestructural como Villas del Pedregal al Occidente y Galaxia Tarímbaro al Norte, y de baja densidad infraestructural pero para población de altos ingresos en Tres Marías al Oriente y Altozano al Sur. No obstante, el periurbano del año 2022 absorbe dos localidades agrícolas de importancia histórica cultural como lo es el caso de Santiago Undameo al Suroccidente (aledaño a la represa de Cointzio) y Capula al extremo occidental, las cuales fueron fundadas por pueblos originarios con el apoyo de la iglesia católica en los años de 1538 y 1550 respectivamente, contemporáneas a la fundación de ciudad de Valladolid (hoy ciudad de Morelia) en el año 1541, estas localidades proveían de trabajadores y diversos bienes como alimentos y manufacturas a la ciudad de Morelia (Herrejón, 2000).

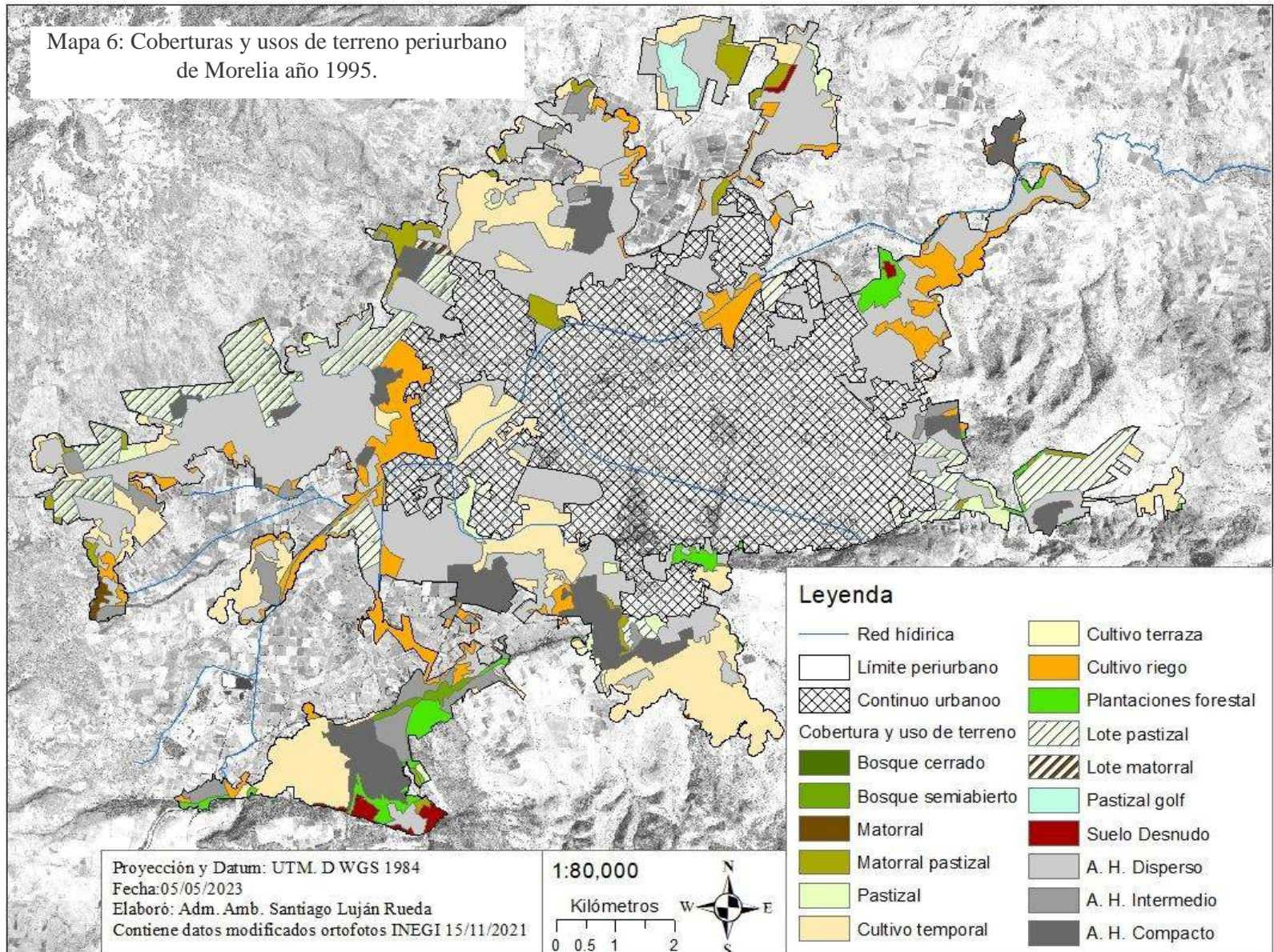
Mapa 4: Coberturas y usos de terreno periurbano de Morelia año 1960.



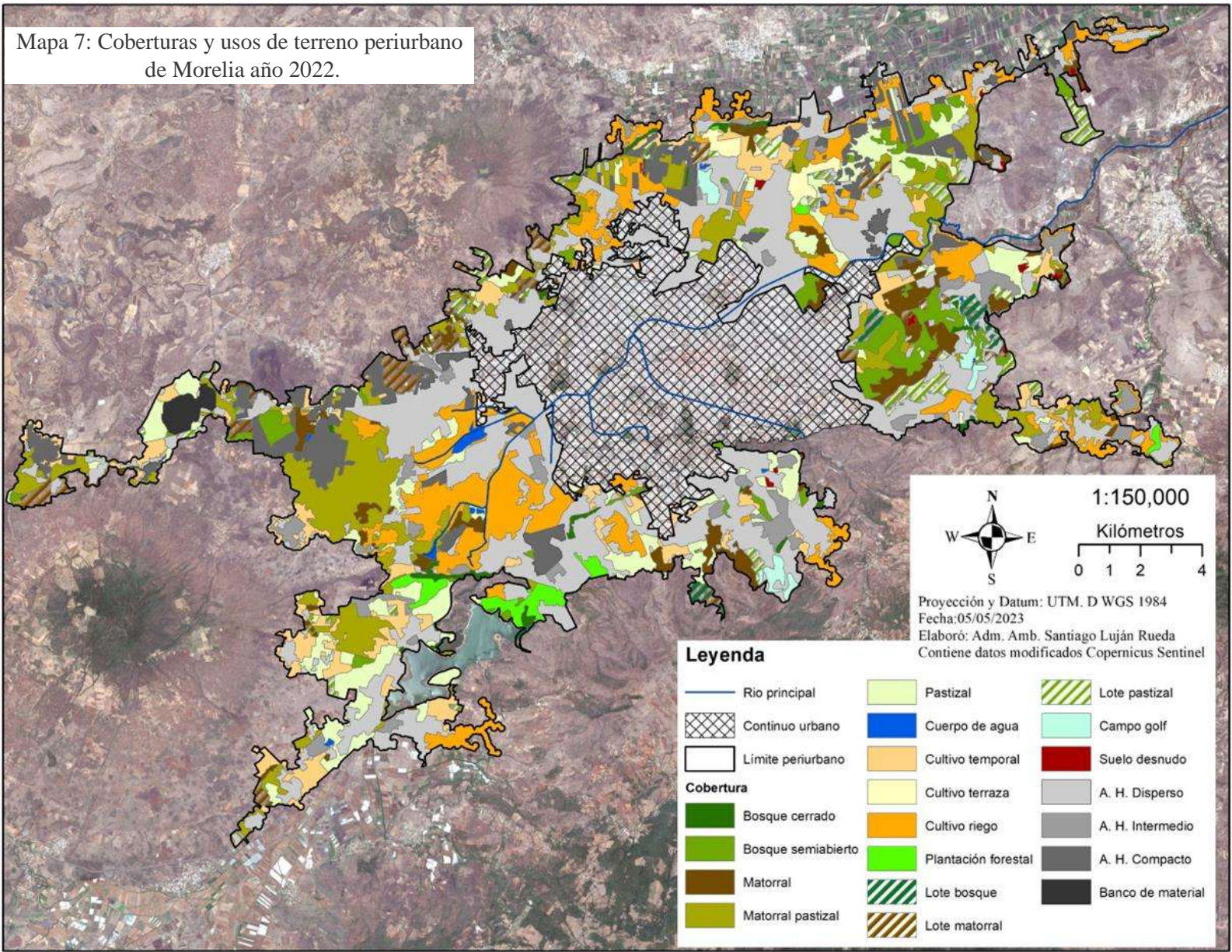
Mapa 5: Coberturas y usos de terreno periurbano de Morelia año 1975.



Mapa 6: Coberturas y usos de terreno periurbano de Morelia año 1995.



Mapa 7: Coberturas y usos de terreno periurbano de Morelia año 2022.

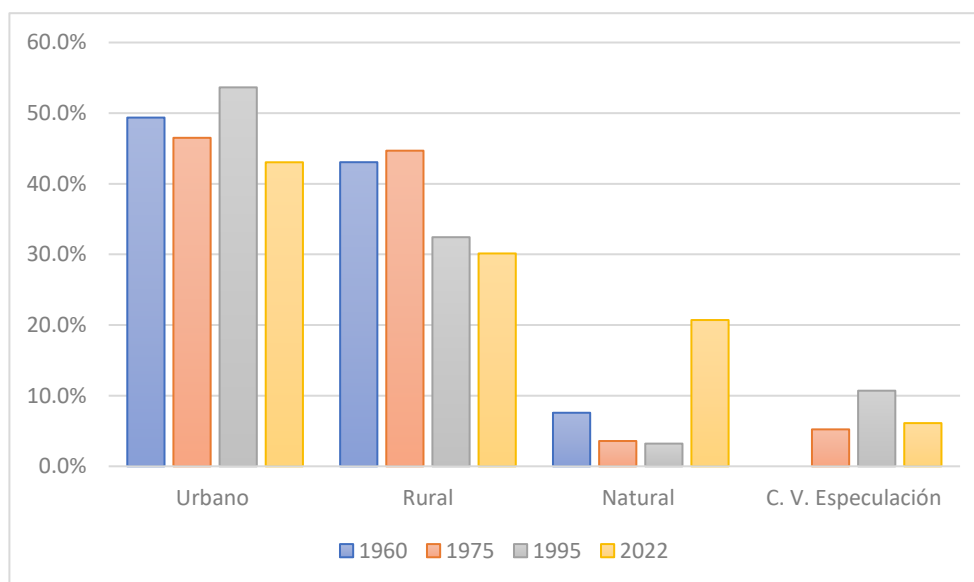


Al sumar el área periurbana por grupos de categorías Urbana, Rural, Natural y C.V. Especulación, la proporción urbana en los cuatro años es levemente mayor que la rural, mientras que las categorías naturales tienden a ser marginales con excepción del año 2022 (gráfica 8).

Se encontró una relación entre el territorio periurbano y la proporción de las categorías independientemente de la extensión total de cada periurbano, por ejemplo, el uso urbano del terreno tiene una variación de +/- 4.5 % respecto a su media (tabla 5). Más aún, al sumar la proporción de las categorías no urbanas (Rural, Natural y C.V. Especulación) del periurbano de cada año, resulta una media de 51.9 % con una desviación estándar de 4.5 %. La proporción espacial de coberturas vegetales y uso de terreno de un territorio periurbano es de aproximadamente un 48.1 % de categorías urbanas y un 51.9 % de categorías no urbanas, para el caso de la ciudad de Morelia indica que el periurbano lejos de ser un territorio difuso o indistinguible tiene características propias (por lo menos desde un ámbito espacial) que lo concretizan y lo distinguen de las áreas netamente rurales o urbanas.

Categoría	1960	1975	1995	2022	Media	Desviación Estándar
<i>Urbano</i>	49.4%	46.5%	53.6%	43.0%	48.1%	4.5%
<i>Rural</i>	43.1%	44.7%	32.4%	30.1%	37.6%	7.4%
<i>Natural</i>	7.6%	3.6%	3.2%	20.7%	8.8%	8.2%
<i>C. V. Especulación</i>	--	5.2%	10.7%	6.1%	7.3%	2.9%

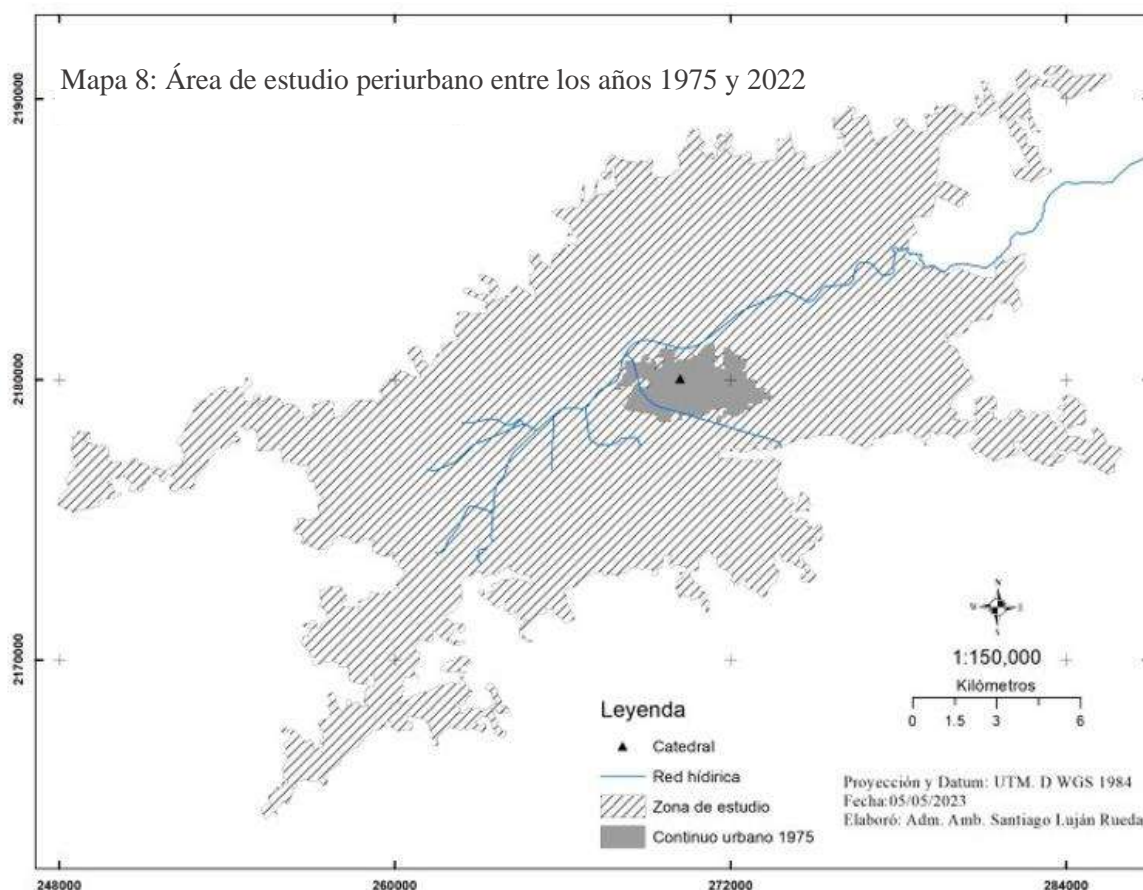
Tabla 5: Comparación de extensión por grupo de categoría entre los periurbanos de la ciudad de Morelia en los años de estudio.



Gráfica 8: Proporción de área por grupos de categorías en los periurbanos.

7.3. Transformaciones espaciales del área de estudio

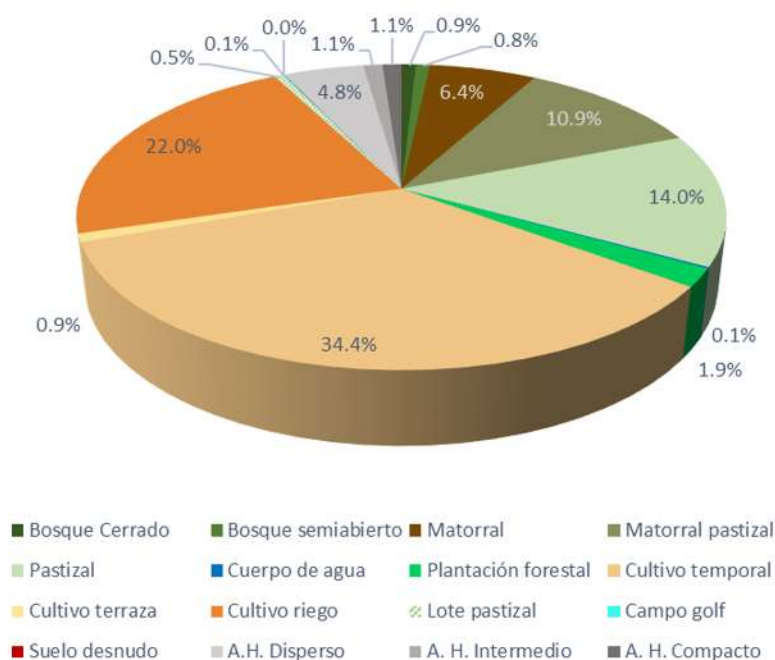
Para realizar el análisis de cambio de cobertura y usos del terreno se generó un área de estudio que abarca el límite entre el periurbano y la zona rural del año 2022 y el límite entre el continuo urbano y el periurbano del año 1975. De este modo se obtuvo una zona de estudio en común entre los años 1975, 1995 y 2022, que sirvió para determinar los cambios en las coberturas y usos de terreno del área que ha sido periurbano de la ciudad de Morelia en un lapso de 47 años (mapa 8).



7.3.1. Coberturas vegetales y usos del terreno

Se construyeron tres mapas de coberturas vegetales y usos de terreno del área de estudio correspondientes a los años 1975, 1995 y 2022, se realizó un proceso de caracterización espacial de índole cuantitativa.

En la interpretación del área de estudio en el año 1975 se encontraron 16 categorías. La predominancia en las coberturas y usos del terreno está caracterizada por un paisaje rural, donde la categoría *cultivos temporal* tiene la mayor extensión con 10,413.7 ha. representando el 34.4 % del territorio total (gráfica 9), sin embargo, al sumarse con *cultivo terraza*, *cultivo riego*, *pastizal* y *plantación forestal*, las categorías rurales representan el 73.2 % del territorio. Por el contrario, las categorías urbanas representan en su conjunto al 7.0 % del área total. El 19 % restante corresponde a las categorías naturales (tabla 6).



Gráfica 9: Proporción de las categorías, área de estudio 1975.

La media general del tamaño de todas las categorías es de 69 ha (tabla 6), por lo cual la media por categoría menor a la media general es un indicativo de categoría altamente fragmentada, por ejemplo, *Bosque semiabierto* cubre el 0.8 % del área de estudio, pero tiene el 4.3 % del total de polígonos indicando una alta fragmentación, lo cual coincide con una media de 13.4 ha convirtiéndolo en la cobertura vegetal con el menor tamaño medio de fragmento. En contraposición, los polígonos de la categoría *cultivo de riego* tienen la media de mayor tamaño de todas las categorías de cobertura vegetal y uso del terreno con 237.5 ha lo que indica una baja fragmentación.

La categoría con mayor número de polígonos es *matorral pastizal* con 114, representando el 26 % del total de polígonos del área de estudio, pero en extensión tiene el 10.9 % del área total, lo que implica un alto grado de fragmentación coherente con lo que indica su media

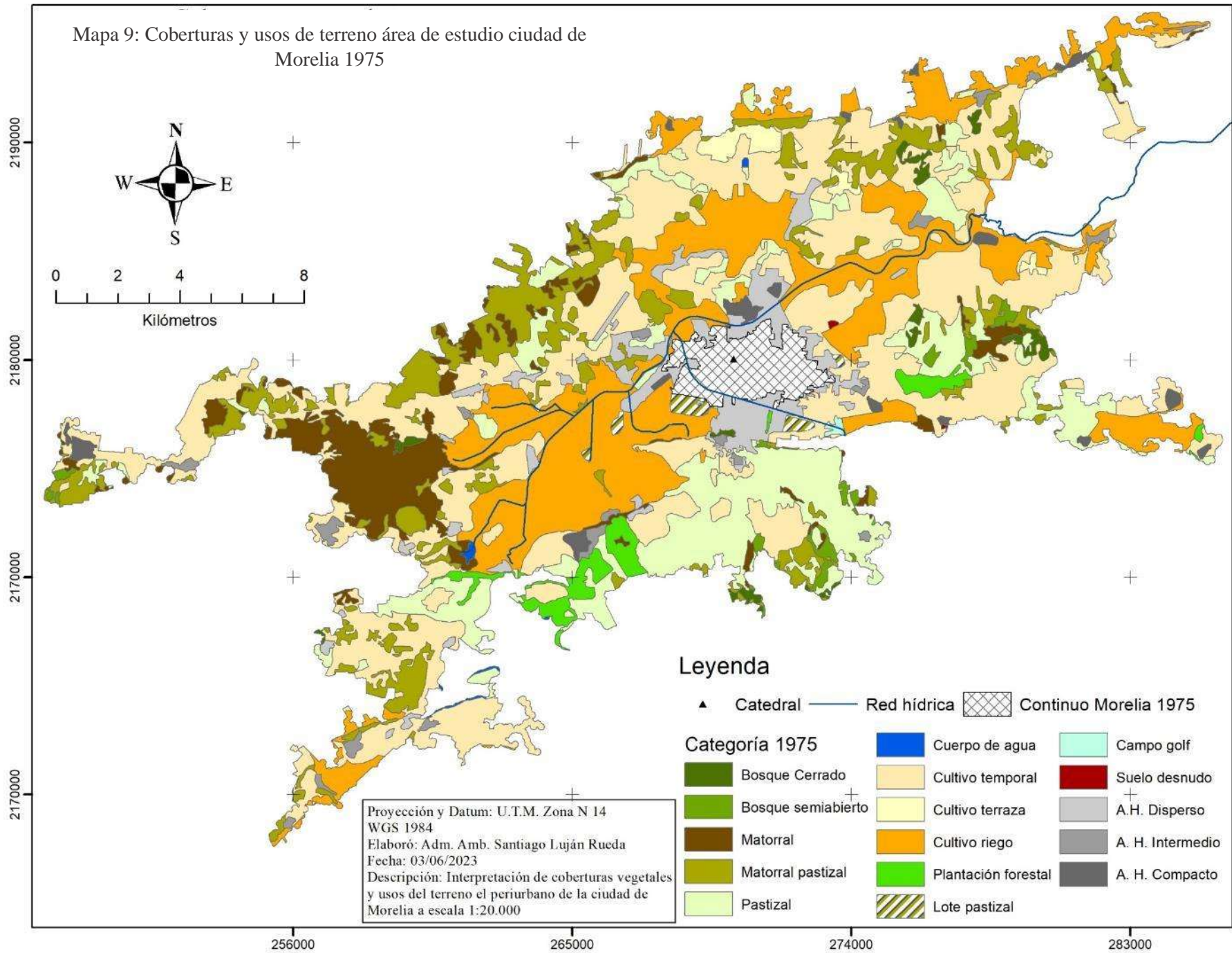
por polígono de 29 ha (tabla 6), la fragmentación presentada en las coberturas naturales es un factor de vulnerabilidad y de degradación de los ecosistemas que por estar bajo la presión antrópica de la ciudad se dificulta la restauración natural de los ecosistemas (Pérez-Vega *et al.*, 2020). Las categorías que le siguen con mayor número de polígonos son *Matorral*, *Pastizal* y *Cultivo de temporal* con 58, 54 y 53 polígonos respectivamente, sin embargo, mientras la media de *Matorral* es de 33.2 ha (indicando alta fragmentación) la media de *Cultivo de temporal* es de 196.5 ha, demostrando que no hay una relación directa entre el número de polígonos y el grado de fragmentación de las categorías (tabla 6).

<i>Categoría 1975</i>	Área		Polígono		Media (ha)
	ha	%	N°	%	
<i>Bosque Cerrado</i>	258.3	0.9%	14	3.2%	18.4
<i>Bosque semiabierto</i>	254.7	0.8%	19	4.3%	13.4
<i>Matorral</i>	1,926.2	6.4%	58	13.2%	33.2
<i>Matorral pastizal</i>	3,310.4	10.9%	114	26.0%	29.0
<i>Pastizal</i>	4,247.6	14.0%	54	12.3%	78.7
<i>Cuerpo de agua</i>	40.3	0.1%	7	1.6%	5.8
<i>Plantación forestal</i>	580.4	1.9%	10	2.3%	58.0
<i>Cultivo temporal</i>	10,413.7	34.4%	53	12.1%	196.5
<i>Cultivo terraza</i>	267.9	0.9%	5	1.1%	53.6
<i>Cultivo riego</i>	6,650.4	22.0%	28	6.4%	237.5
<i>Lote pastizal</i>	150.3	0.5%	5	1.1%	30.1
<i>Campo golf</i>	25.8	0.1%	1	0.2%	25.8
<i>Suelo desnudo</i>	8.9	0.0%	2	0.5%	4.5
<i>A.H. Disperso</i>	1,449.9	4.8%	33	7.5%	43.9
<i>A. H. Intermedio</i>	344.7	1.1%	19	4.3%	18.1
<i>A. H. Compacto</i>	341.1	1.1%	17	3.9%	20.1
Total	30,270.6	100%	439	100%	69.0

Tabla 6: Métricas categorías área de estudio 1975.

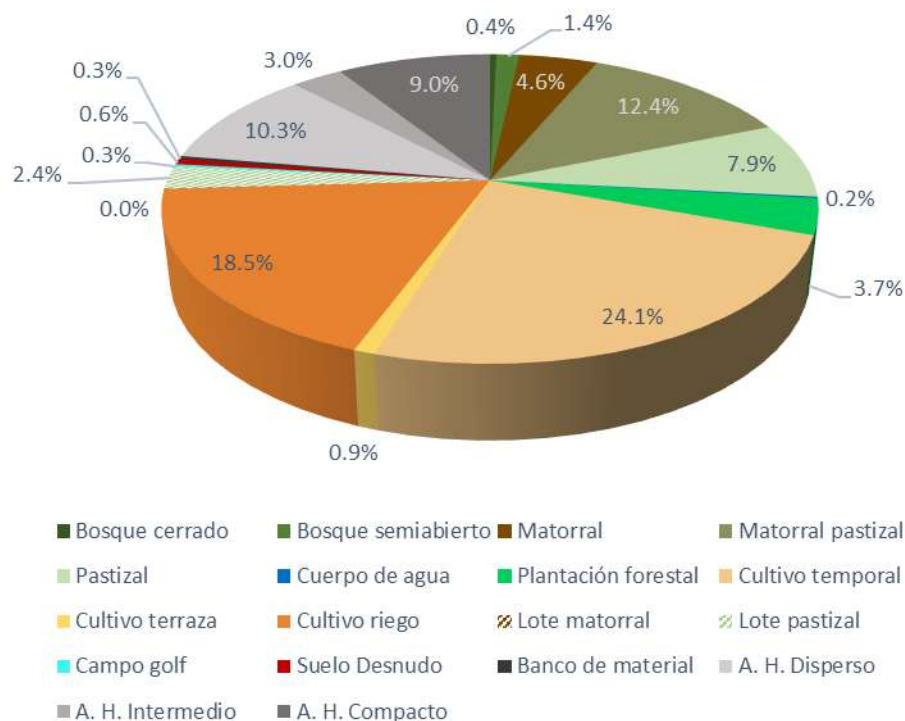
La categoría *A. H. disperso* es la categoría urbana con menor fragmentación con un promedio de 43.9 ha, cuyos polígonos de mayor tamaño circundan el continuo urbano (mapa 9). Cabe destacar que los *A.H. compactos, intermedios y dispersos* que se encuentran disgregados en el territorio representan principalmente localidades o comunidades de naturaleza rural, dado que se encuentran mayoritariamente vinculadas las categorías rurales. La categoría *Cultivo de riego* se destaca por estar asociado a la red hídrica y se ubica en zonas planas, además se encuentra rodeada mayoritariamente de *Cultivo de temporal*.

Mapa 9: Coberturas y usos de terreno área de estudio ciudad de Morelia 1975



En la interpretación del área de estudio para el año 1995 se encontraron 18 categorías, sumándose a la lista del año 1975 las categorías *Lote matorral* y *Banco de material*. El paisaje, es predominantemente rural, en el cual *Cultivo de temporal* con 7,309.4 ha es la categoría con mayor extensión correspondiente al 24.1 % de la zona de estudio (gráfica 10), sumado con las demás categorías rurales corresponden al 55.2 % (16,698.1 ha).

Las categorías urbanas cobran mayor relevancia en el paisaje con el 23.5 %, equiparable con las categorías naturales que representan el 18.9 % (5,731.3 ha) del área de estudio, la única clase de categoría marginal son las categorías *C. V. Especulación* que corresponden al 2.4 %.



Gráfica 10: Proporción de las categorías, área de estudio 1995.

Cultivo de riego es la categoría de menor fragmentación con 29 polígonos y una media de 192.6 ha, seguido por *A.H. Compacto* que cuenta con 27 polígonos y una media de 101.4 ha (tabla 7) En cambio, las cinco categorías naturales tienen un alto grado de fragmentación siendo *Bosque cerrado* (excluyendo *cuerpo de agua*) el de menor media con 10.2 ha. *Matorral pastizal* a pesar de tener el 12.4 % del área de estudio y ser la tercera categoría de mayor extensión y la de mayor cantidad de polígonos (135) tiene una media de 27.9 ha por fragmento, comparado con la media general de 42.5 ha tiende a ser baja.

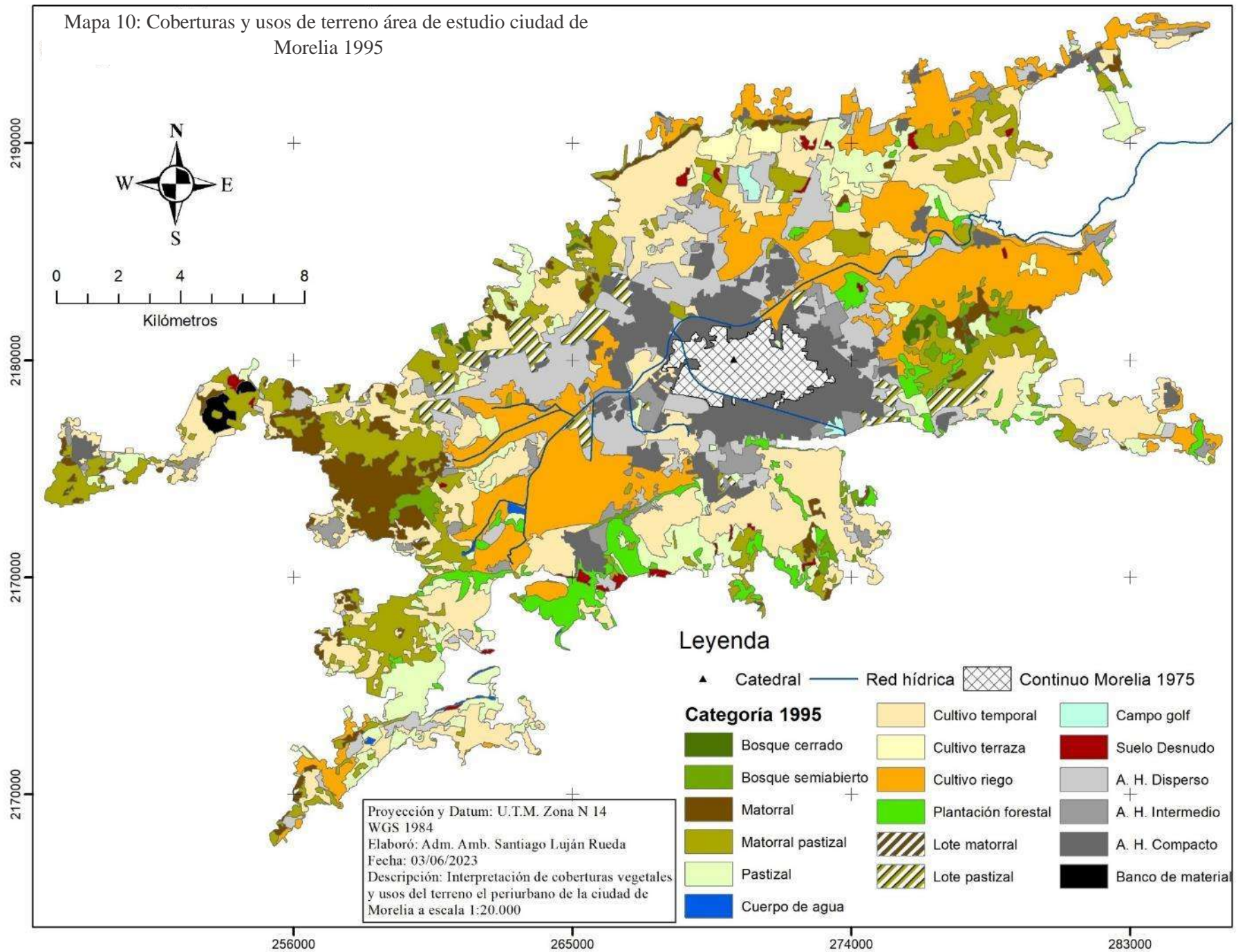
<i>Categoría 1995</i>	Área		Polígono		Media (ha)
	ha	%	N°	%	
<i>Bosque cerrado</i>	112.5	0.4%	11	1.5%	10.2
<i>Bosque semiabierto</i>	410.3	1.4%	23	3.2%	17.8
<i>Matorral</i>	1,399.7	4.6%	69	9.7%	20.3
<i>Matorral pastizal</i>	3,763.1	12.4%	135	18.9%	27.9
<i>Pastizal</i>	2,404.2	7.9%	81	11.4%	29.7
<i>Cuerpo de agua</i>	45.8	0.2%	8	1.1%	5.7
<i>Plantación forestal</i>	1,129.0	3.7%	70	9.8%	16.1
<i>Cultivo temporal</i>	7,309.4	24.1%	85	11.9%	86.0
<i>Cultivo terraza</i>	269.7	0.9%	5	0.7%	53.9
<i>Cultivo riego</i>	5,585.9	18.5%	29	4.1%	192.6
<i>Lote matorral</i>	9.7	0.0%	1	0.1%	9.7
<i>Lote pastizal</i>	718.8	2.4%	14	2.0%	51.3
<i>Campo golf</i>	77.8	0.3%	2	0.3%	38.9
<i>Suelo Desnudo</i>	173.5	0.6%	23	3.2%	7.5
<i>Banco de material</i>	103.0	0.3%	2	0.3%	51.5
<i>A. H. Disperso</i>	3,110.4	10.3%	88	12.3%	35.3
<i>A. H. Intermedio</i>	909.3	3.0%	40	5.6%	22.7
<i>A. H. Compacto</i>	2,738.5	9.0%	27	3.8%	101.4
Total	30,270.6	100%	713	100%	42.5

Tabla 7: Métricas categorías área de estudio 1995.

Los polígonos de la categoría *Suelo desnudo* tienen un tamaño medio de 7.5 ha y ocupan el 0.6 % del área de estudio, sin embargo, sus 23 polígonos se encuentra dispersos lejos de los polígonos de mayor tamaño de las categorías urbanas (mapa 10), principalmente están asociados a *Cultivo de temporal*, y categorías naturales como *Matorral pastizal*, lo que indica procesos de degradación de los suelos agrícolas o pérdida de ecosistemas.

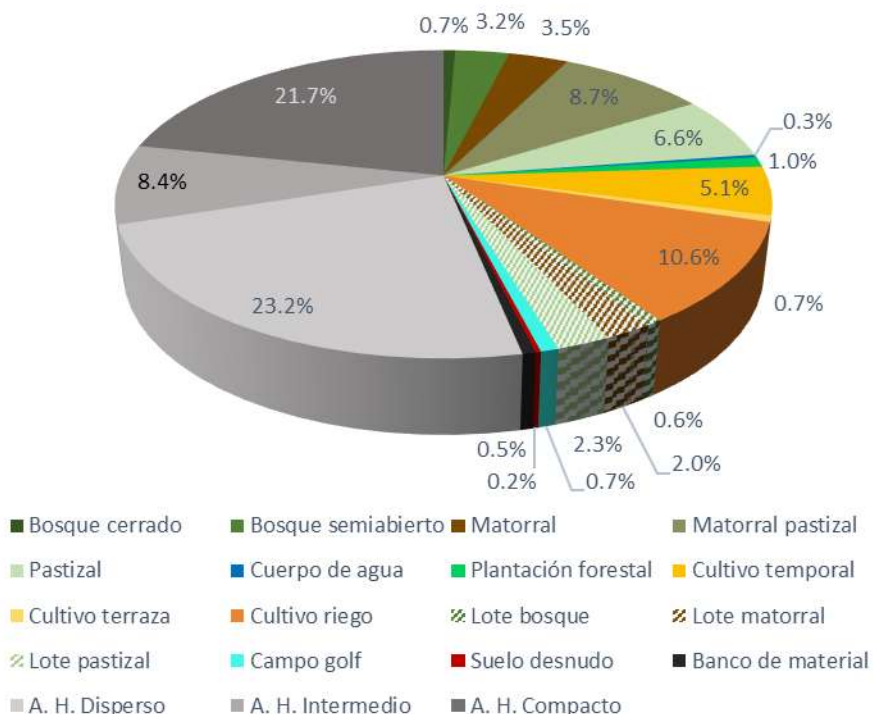
Las categorías *C. V. Especulación*, tienen un patrón espacial que las ubica colindantes principalmente a los *A. H. Disperso*, siendo terrenos de reserva para el crecimiento urbano que están sometidos a una valorización creciente por la especulación generada tanto por los proyectos inmobiliarios como por la aproximación a las amenidades urbanas (S. García y Sánchez, 2019).

Mapa 10: Coberturas y usos de terreno área de estudio ciudad de Morelia 1995



Los resultados de la interpretación de las coberturas vegetales y usos de terreno del año 2022 presentan un total de 19 categorías sumándose *lote bosque* a las 18 categorías del año 1995. El área de estudio para el año 2022 tiene un paisaje urbano donde el 54.2 % del territorio está cubierto por categorías urbanas, *A.H. Disperso* y *A.H. Compacto* son las categorías de mayor extensión con el 23.2 % y el 21.7 % respectivamente (gráfica 11). Las categorías rurales en su conjunto tienen el 24 % equivalente a 7,270.5 ha, en el cual *Cultivo de riego* tiene el 10.6 % siendo la estrategia de producción rural más extendida.

Las categorías naturales corresponden al 16.4 % del territorio, en el cual la cobertura con mayor extensión es *Matorral pastizal* 8.7 % y la categoría *Bosque cerrado* que es de interés para la matriz ambiental de la ciudad tan sólo cubre el 0.7 % (209 ha).



Gráfica 11: Proporción de las categorías, área de estudio 2022.

En el área de estudio para el año 2022 se generaron 848 polígonos con un tamaño medio general de 35.7 ha, en el cual *A. H. Disperso* es por lejos la categoría con mayor cantidad de polígonos 189 (tabla 8), y una media de 37.1 ha cercana a la media general. Las categorías *Banco de material* y *A.H. Compacto* tienen una media por polígono de 164.6 ha y 101 ha respectivamente, siendo las categorías con menor grado de fragmentación en relación con la media general, además en el caso de *Banco de material* es la tercera categoría con menor extensión, sin embargo, sólo está conformado por un polígono, motivo por el cual es la categoría menos fragmentada, pero de importancia para el crecimiento de la Ciudad, ya que

de su explotación se obtiene material de construcción como grava empleado para la construcción de infraestructura de la Ciudad.

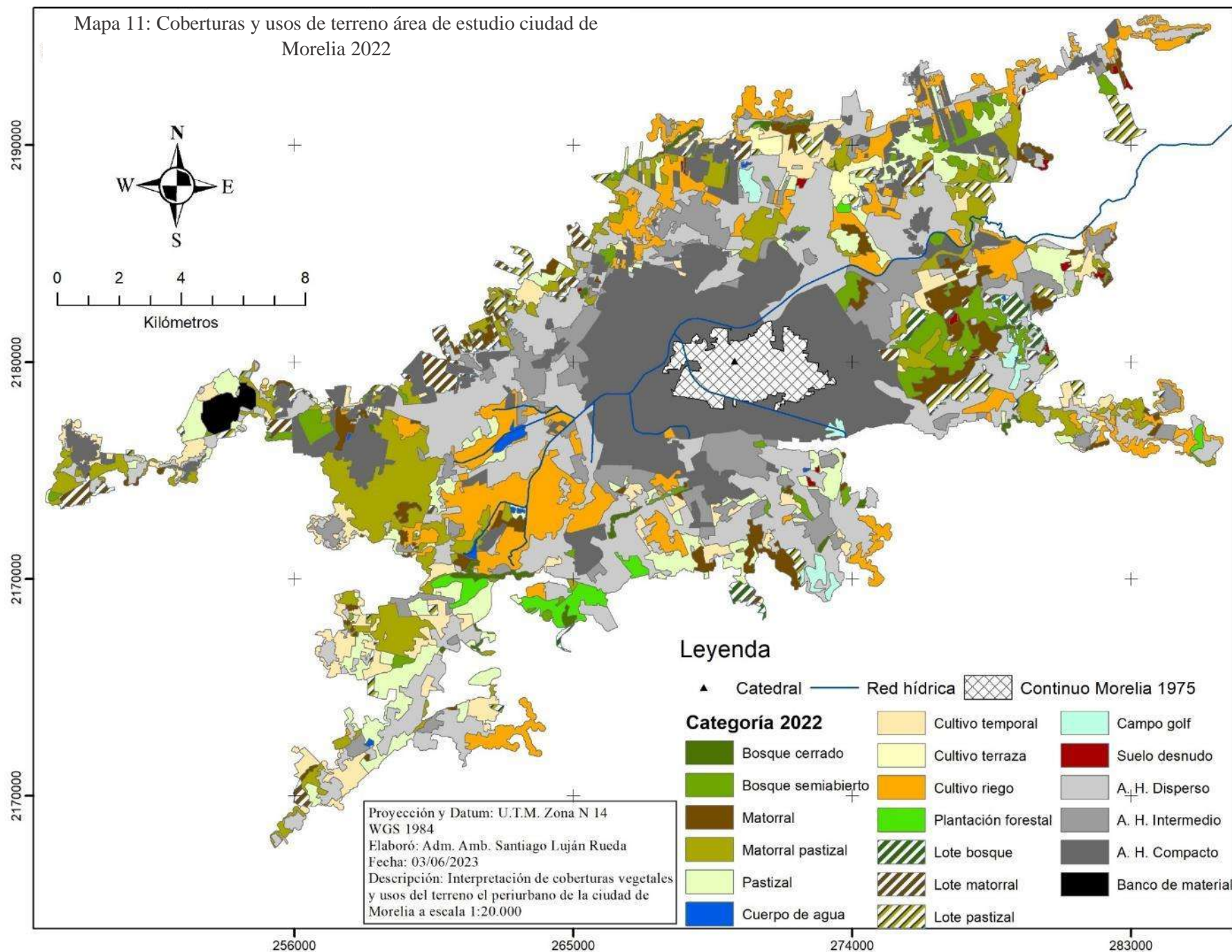
A.H. *Compacto* tiene un comportamiento distinto, dado que cuenta con 65 polígonos, de los cuales la mayoría son pequeños fragmentos disgregados por el área de estudio dando cuenta tanto de localidades como de fraccionamiento o conjuntos cerrados, sin embargo, tiene un gran fragmento central (mapa 11) el cual eleva la media considerablemente.

<i>Categoría 2022</i>	Área		Polígono		Media (ha)
	ha	%	N°	%	
<i>Bosque cerrado</i>	209.0	0.7%	24	2.8%	8.7
<i>Bosque semiabierto</i>	961.7	3.2%	40	4.7%	24.0
<i>Matorral</i>	1,064.9	3.5%	60	7.1%	17.7
<i>Matorral pastizal</i>	2,640.2	8.7%	78	9.2%	33.8
<i>Pastizal</i>	1,993.5	6.6%	78	9.2%	25.6
<i>Cuerpo de agua</i>	84.2	0.3%	11	1.3%	7.7
<i>Plantación forestal</i>	316.3	1.0%	6	0.7%	52.7
<i>Cultivo temporal</i>	1,544.5	5.1%	75	8.8%	20.6
<i>Cultivo terraza</i>	197.8	0.7%	4	0.5%	49.4
<i>Cultivo riego</i>	3,218.4	10.6%	64	7.5%	50.3
<i>Lote bosque</i>	188.7	0.6%	6	0.7%	31.4
<i>Lote matorral</i>	600.5	2.0%	22	2.6%	27.3
<i>Lote pastizal</i>	684.6	2.3%	37	4.4%	18.5
<i>Campo golf</i>	226.8	0.7%	14	1.7%	16.2
<i>Suelo desnudo</i>	68.2	0.2%	16	1.9%	4.3
<i>Banco de material</i>	164.6	0.5%	1	0.1%	164.6
<i>A. H. Disperso</i>	7,012.9	23.2%	189	22.3%	37.1
<i>A. H. Intermedio</i>	2,530.3	8.4%	58	6.8%	43.6
<i>A. H. Compacto</i>	6,563.2	21.7%	65	7.7%	101.0
Total	30,270.6	100%	848	100%	35.7

Tabla 8: Métricas categorías área de estudio 2022.

Las cinco categorías naturales se encuentran en un alto grado de fragmentación dado que cuentan con una media menor a la media general, siendo las categorías *Cuerpo de agua* y *Bosque cerrado* las más fragmentadas con una media de 7.7 ha y 8.7 ha respectivamente. El tamaño medio de los fragmentos de las coberturas vegetales es un indicador de la baja conservación y el grado de vulnerabilidad de los ecosistemas, principalmente las coberturas de bosques y matorrales que por su estructura ecológica son de especial interés ambiental se encuentran altamente fragmentado lo que da cuenta de una vulnerabilidad latente para su desaparición, sumado a esto, en el año 2011, el gobierno estatal desapareció el área natural más grande del municipio perteneciente a la cuenca del río Chiquito (al Sur de la ciudad) permitiendo la construcción de una avenida y fraccionamientos residenciales.

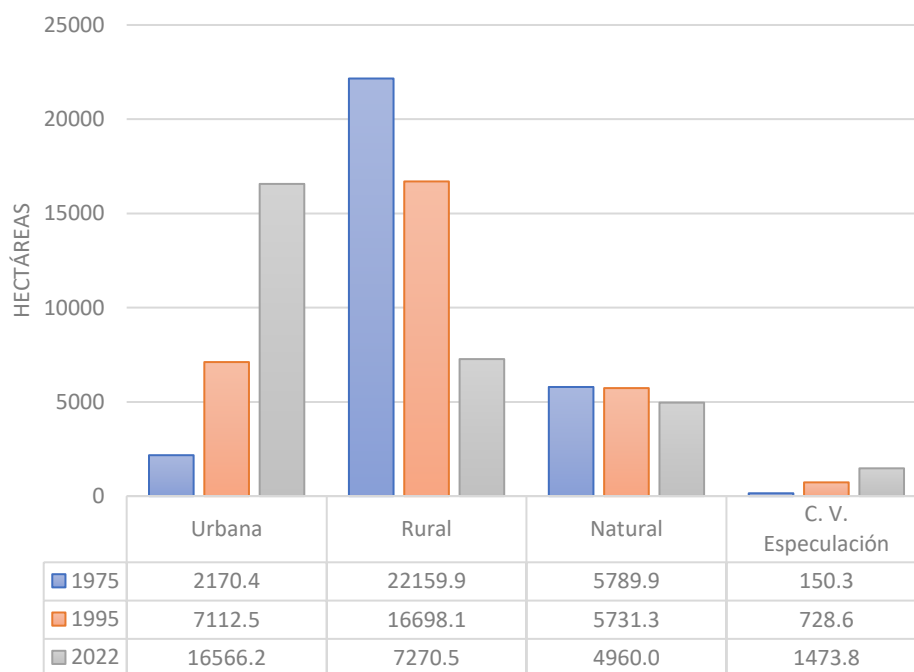
Mapa 11: Coberturas y usos de terreno área de estudio ciudad de Morelia 2022



7.3.2. Cambios de coberturas y usos de terreno

En el proceso de cambios de cobertura y usos de terreno, la principal tensión espacial en el área de estudio ocurre entre las coberturas y usos de terreno urbanos y rurales (gráfica 12) dado que sufren una mayor variación, a diferencia de los leves cambios de las categorías naturales durante los 47 años de estudio.

El área de influencia de la ciudad de Morelia pasó de tener en 1975 un paisaje rural, a un paisaje con un enorme componente urbano en 2022 (gráfica 12), esta variación se acentúa entre los años 1995 y 2022 donde la categoría rural pasa de tener el 55.2 % al 24 % y la categoría urbana pasa del 23.5 % al 54.7 % del área de estudio, es decir, proporcionalmente intercalan sus valores. Además, la categoría *C. V. Especulación* tiene un aumento progresivo, lo cual es una evidencia del creciente mercado inmobiliario por ende el incremento de áreas sometidos a la especulación del terreno; acciones que ocurren después del año 2000, donde las políticas impulsadas por el gobierno del presidente Vicente Fox para proporcionar créditos hipotecarios accesibles a los trabajadores y otorgar estímulos a inversionistas, se ha visto un auge en la construcción de casas habitacionales por todo el país (Bobadilla Bolívar, 2005), en el cual la ciudad de Morelia no ha sido la excepción.



Gráfica 12: Comparativo extensión por grupo de categorías en el área de estudio.

Todas las categorías urbanas incrementan su área con el pasar de los años, sin embargo, *A.H. intermedio* tiene un crecimiento bajo comparado con el incremento de *A. H. Compacto* y *A. H. Disperso* quienes ganan el 20.5 % y 18.4 % respectivamente entre 1975 y 2022 (tabla 9).

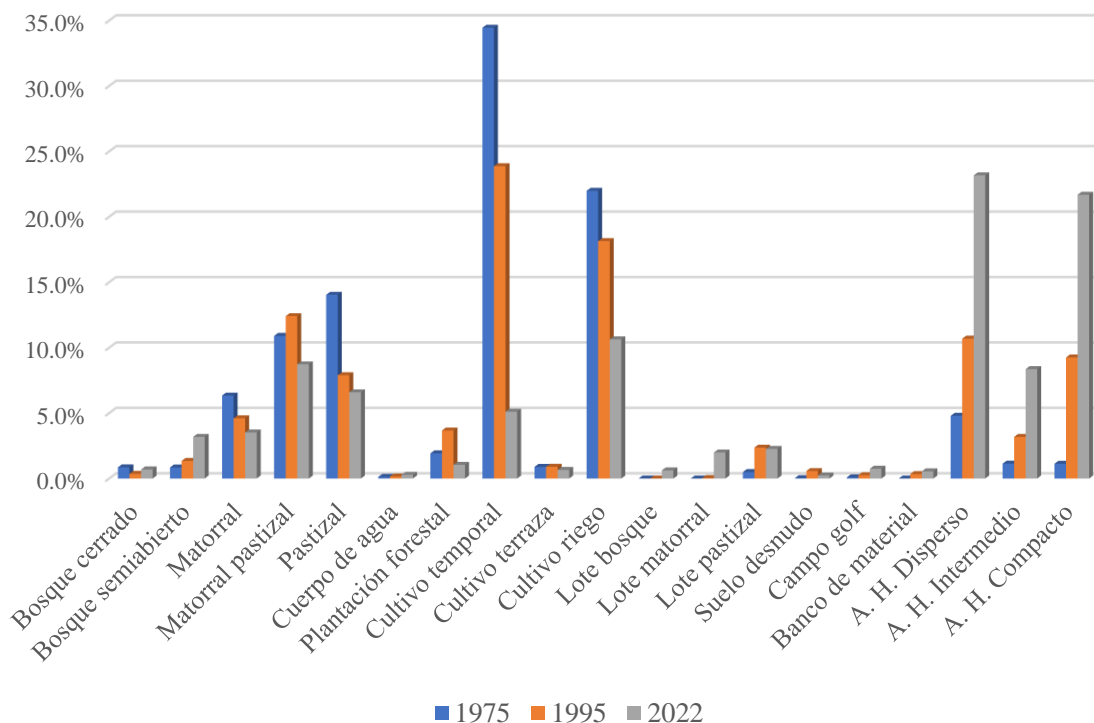
Todas las coberturas rurales disminuyeron su extensión, sin embargo, *Cultivo de temporal* es el uso de terreno con la mayor variación, perdió el 29.4 % de su área inicial. Las categorías naturales precisan de un análisis realizado a una escala más detallada, aunque en la gráfica 12 muestra una mínima variación en 47 años, en realidad mientras que *Bosque cerrado* para el año 1995 pierde 150 ha, en el año 2022 recupera 100.6 ha. *Bosque semiabierto* incrementa su extensión pasando de 0.8 % en 1975 al 3.2 % en 2022 (gráfica 13). La categoría *Matorral pastizal* tiene una tendencia similar a *Bosque cerrado*, crece 455.6 ha entre los años 1975 y 1995, pero decrece 1,115.9 ha para el año 2022 (tabla 9).

<i>Categorías</i>	Año					
	1975		1995		2022	
	ha	%	ha	%	ha	%
<i>Bosque cerrado</i>	258.4	0.9%	108.4	0.4%	209.0	0.7%
<i>Bosque semiabierto</i>	254.2	0.8%	407.4	1.3%	961.7	3.2%
<i>Matorral</i>	1,918.2	6.3%	1,393.5	4.6%	1,064.9	3.5%
<i>Matorral pastizal</i>	3,300.3	10.9%	3,755.9	12.4%	2,640.2	8.7%
<i>Pastizal</i>	4,250.0	14.0%	2,389.4	7.9%	1,993.5	6.6%
<i>Cuerpo de agua</i>	38.5	0.1%	45.4	0.2%	84.2	0.3%
<i>Plantación forestal</i>	581.7	1.9%	1,110.6	3.7%	316.3	1.0%
<i>Cultivo temporal</i>	10,428.5	34.5%	7,224.9	23.9%	1,544.5	5.1%
<i>Cultivo terraza</i>	268.9	0.9%	270.0	0.9%	197.8	0.7%
<i>Cultivo riego</i>	6,654.0	22.0%	5,491.4	18.1%	3,218.4	10.6%
<i>Lote bosque</i>	--	--	--	--	188.7	0.6%
<i>Lote matorral</i>	--	--	9.7	0.0%	600.5	2.0%
<i>Lote pastizal</i>	149.5	0.5%	713.8	2.4%	684.6	2.3%
<i>Campo golf</i>	25.8	0.1%	77.9	0.3%	226.8	0.7%
<i>Suelo desnudo</i>	8.8	0.0%	172.6	0.6%	68.2	0.2%
<i>Banco de material</i>	--	--	103.0	0.3%	164.6	0.5%
<i>A. H. Disperso</i>	1,449.5	4.8%	3,234.4	10.7%	7,012.9	23.2%
<i>A. H. Intermedio</i>	342.7	1.1%	963.5	3.2%	2,530.3	8.4%
<i>A. H. Compacto</i>	341.7	1.1%	2,798.8	9.2%	6,563.2	21.7%
Total	30,270.6	100%	30,270.6	100%	30,270.6	100%

Tabla 9: Área por categoría en la zona de estudio.

Sin embargo, la extensión total de las categorías en cada año como se describe en la tabla 9, presenta información respecto a la cuantificación espacial de las categorías en el primer año (1975) en comparación de los valores del año final (2022) es decir, cómo estaba el paisaje antes en comparación con el paisaje en la actualidad, no permite identificar y reflexionar concretamente sobre los **procesos de cambio** entre las coberturas y usos del terreno suscitados en el territorio (menester de la investigación), dado que es necesario que la

información de la extensión de los polígonos de cada categoría se encuentren ligados a un lugar específico en el espacio, es decir, georreferenciados.



Gráfica 13: Porcentajes del área de las coberturas vegetales y usos del terreno en cada año de estudio.

Para resaltar los procesos de cambio entre las coberturas y usos del terreno es necesario analizar las matrices de Márkov y las matrices de Movilidad resultantes de la sobreposición de los mapas de coberturas vegetales y usos de terreno entre los años 1975 - 1995 y 1995 - 2022.

7.3.3. Procesos de cambio 1975 - 1995

La matriz de Márkov señala en cada celda la extensión de terreno en hectáreas que pierde o gana cada categoría, y en la diagonal principal se encuentra la superficie que permaneció igual en el tiempo, de este modo se pueden visualizar las tensiones particulares entre categorías y su dinamismo en el intervalo de tiempo. En las tablas 11 y 14 se exponen las relaciones entre cada categoría y su **principal aportador** (P. Aportador) de quien recibe la mayor extensión y su **principal receptor** (P. Receptor) a quien cede la mayor cantidad de área. Cada interacción entre categorías indica un cambio en la cobertura vegetal y uso de terreno, en la generalidad las categorías tanto reciben como ceden terreno.

Entre los años 1975 y 1995 las categorías con mayor número de interrelaciones fueron *Cultivo de temporal* y *Pastizal*, ambas cedieron terreno a 15 categorías y recibieron terreno de 9, como se puede visualizar en la matriz de Márkov (tabla 10) y la tabla de las principales relaciones por categoría 1975 – 1995 (tabla 11), en el caso de *Cultivo de temporal* su principal aportador fue *Pastizal* con 1,690.3 ha, y su principal receptor fue *Cultivo de riego* con 1,439 ha. Particularmente para *Pastizal*, *Cultivo de temporal* es tanto el principal aportador con 841.7 ha como su principal receptor con 1,690.3 ha, este dinamismo muestra que ambas categorías tienen una fuerte tensión en la cual se quitan y se dan terreno mutuamente.

Los *Asentamientos Humanos Compactos* aumentan su superficie tomando área de la mayoría de las categorías, 11 en total y por la naturaleza de esta cobertura no pierden terreno (tabla 10). La categoría que le aporta la mayor cantidad de área es *A.C. Disperso* con 775.3 ha, lo cual indica un proceso de densificación de infraestructuras habitacionales fortaleciendo el uso urbano del suelo (tabla 11). Además, las categorías que siguen en importancia por la cantidad de terreno que le aportan son *Cultivo de temporal* y *Cultivo de riego* con 648.1 ha y 456 ha respectivamente, lo que revela un cambio de uso de terreno rural a uno urbano.

El cambio de terreno de *Cultivo de temporal* a *Cultivo de riego* expresa una dinámica rural de producción de mayor intensidad, lo cual es un indicio de consolidación del uso rural del suelo en contraposición de un futuro uso de suelo urbano, pero a su vez *Cultivo de temporal* con 780.5 ha fue la categoría que le quitó mayor terreno a *Cultivo de riego*, un indicador del debilitamiento de la producción rural en el área de estudio. En otras palabras, la tensión existente entre las categorías rurales revela que mientras en algunas secciones del área de estudio se fortalecen mediante la intensificación de la actividad agrícola, en otras secciones se debilita para empezar progresivamente el abandono de los campos de cultivos, ya sea para su cambio a *Pastizal* o *A. H. Disperso*.

Las categorías naturales tienen un alto relacionamiento entre sí, destacando *Bosque semiabierto* cuyo principal aportante es *Matorral* con 133.1 ha (tabla 11), lo que significa un proceso de sucesión ecológica tendiente a la restauración natural, sin embargo, *Matorral pastizal* con 79.6 ha es la categoría que le quita más terreno (tabla 10), denotando un claro proceso de degradación de la estructura ecológica. *Matorral pastizal*, además de ser la cuarta categoría con mayor extensión para el año 1975 es la tercera categoría con mayor número de relaciones puesto que recibe terreno de 9 categorías y cede a 14 (tabla 10), además, es el principal punto de intercambio entre las coberturas vegetales y las categorías rurales, dado que *Cultivo de temporal* con 1,091.2 ha es quien le aporta mayor terreno evidenciando un abandono de la actividad rural, pero *Pastizal* es quien le quita mayor extensión, 599.9 ha, lo cual remarca la fuerte disputa entre las coberturas vegetales y los usos de suelo rural.

Etiquetas de fila	A. H. Compacto	A. H. Intermedio	A. H. Disperso	Banco de material	Bosque cerrado	Bosque semiabierto	Cuerpo de agua	Cultivo riego	Cultivo temporal	Cultivo terraza	Matorral	Lote matorral	Matorral pastizal	Pastizal	Campo golf	Lote pastizal	Plantación forestal	Suelo Desnudo	Total general	Pérdida año 1975
A. H. Compacto	341.7																		341.7	0.0
A. H. Intermedio	85.2	257.5																	342.7	85.2
A.H. Disperso	775.3	132.9	541.3																1449.5	908.2
Bosque cerrado	9.5		2.2		14.6	19.5		6.5	43.1		10.4		121.5	13.3			17.9		258.4	243.8
Bosque semiabierto					13.0	94.6		1.9	15.9		10.7		79.6	1.5			36.9		254.2	159.6
Cuerpo de agua							18.0		7.5				1.1	7.8			2.9	1.2	38.5	20.5
Cultivo riego	456.0	211.2	840.3			2.8	16.8	3816.9	780.5		26.8		113.4	182.8	12.4	104.8	81.5	7.7	6654.0	2837.0
Cultivo temporal	648.1	235.6	1241.7	20.5		37.0	6.3	1439.0	4060.6		187.1	9.7	1091.2	841.7	34.1	338.6	177.5	59.9	10428.5	6367.9
Cultivo terraza										256.8	3.3		1.2	7.5					268.9	12.1
Matorral	2.4	9.2	19.6	49.7	32.0	133.1		12.8	128.3		772.3		619.5	31.5		67.7	40.1		1918.2	1145.8
Matorral pastizal	118.6	34.9	235.6	32.8	23.7	78.8		70.3	483.1	5.9	312.0		1054.4	599.9		121.2	95.1	34.0	3300.3	2245.9
Pastizal	249.4	73.6	266.1		25.1	39.0	2.8	128.7	1690.3	7.3	63.3		614.3	693.1	5.5	75.1	256.6	59.9	4250.0	3556.9
Campo golf															25.8				25.8	0.0
Lote pastizal	61.6		84.0					1.5	2.5										149.5	149.5
Plantación forestal	48.8	2.3	3.5			2.6	1.5	13.9	13.2		7.6		59.6	10.2		6.4	402.2	9.9	581.7	179.4
Suelo desnudo	2.4	6.3																	8.8	8.8
Total general	2798.8	963.5	3234.4	103.0	108.4	407.4	45.4	5491.4	7224.9	270.0	1393.5	9.7	3755.9	2389.4	77.9	713.8	1110.6	172.6	30270.6	
Ganancia año 1995	2457.1	706.0	2693.0	103.0	93.8	312.8	27.4	1674.5	3164.3	13.2	621.1	9.7	2701.5	1696.4	52.1	713.8	708.4	172.6		

Tabla 10: Matriz de Márkov cambios de cobertura y usos de terreno 1975 – 1995.

<i>Urbano</i>	Categoría	A. H. Compacto	A. H. Intermedio	A.H. Disperso	Campo golf	Suelo desnudo
	P. Aportador	A.H. Disperso	Cultivo temporal	Cultivo temporal	N/A	Cultivo temporal
	P. Receptor	N/A	A. H. Compacto	A. H. Compacto	N/A	A. H. Intermedio
<i>Rural</i>	Categoría	Cultivo riego	Cultivo temporal	Cultivo terraza	Pastizal	Plantación forestal
	P. Aportador	Cultivo temporal	Pastizal	Pastizal	Cultivo temporal	Pastizal
	P. Receptor	Cultivo temporal	Cultivo riego	Pastizal	Cultivo temporal	Matorral pastizal
<i>Natural</i>	Categoría	Bosque cerrado	Bosque semiabierto	Matorral	Matorral pastizal	Cuerpo de agua
	P. Aportador	Matorral	Matorral	Matorral pastizal	Cultivo temporal	Cultivo riego
	P. Receptor	Matorral pastizal	Matorral pastizal	Matorral pastizal	Pastizal	Pastizal
<i>Especulación I.</i>	Categoría	Lote pastizal	Lote matorral			
	P. Aportador	Cultivo temporal	Cultivo temporal			
	P. Receptora	A.H. Disperso	N/A			

Tabla 11: Principales relaciones de las categorías años 1975 – 1995.

El dinamismo de las categorías naturales representada en el área de estudio entre los años 1975 y 1995 es mayor que lo expuesto por la gráfica 12 y la tabla 9, dado que el resultado del análisis de las relaciones entre las coberturas vegetales indica que 3,202.5 ha (10.6 %) perdieron estructura ecológica, por ejemplo, pasaron de un estrato arbóreo a un estrato arbustivo o herbáceo, lo que significa una degradación de la matriz ambiental de la zona de influencia de la ciudad de Morelia.

Por el contrario, 3,487.5 ha (11.5 %) tuvieron un movimiento tendiente a la restauración ecológica, lo cual es un indicador tanto de resiliencia como de la capacidad de autoregeneración de los ecosistemas, por ende, representa una oportunidad para la planificación de la ciudad, sin embargo, la cobertura de mayor restauración fue *Matorral Pastizal* y según Javier Ramos el principal proceso transitorio para los asentamientos humanos pasa por cultivos, pastizal o pastizal matorral lo cual indica que más que una muestra de restauración, es de abandono del terreno mientras se transforma su uso en suelo urbano (J. Ramos, 2018).

<i>Categoría</i>	Área en ha					Condición
	1975	1995	Permanencia	Pérdida	Ganancia	
<i>Bosque cerrado</i>	258.4	108.4	14.6	243.8	93.8	Supresión
<i>Bosque semiabierto</i>	254.2	407.4	94.6	159.6	312.8	Transitorio
<i>Matorral</i>	1,918.2	1,393.5	772.3	1,145.8	621.1	Transitorio
<i>Matorral pastizal</i>	3,300.3	3,755.9	1,054.4	2,245.9	2,701.5	Transitorio
<i>Pastizal</i>	4,250.0	2,389.4	693.1	3,556.9	1,696.4	Supresión
<i>Cuerpo de agua</i>	38.5	45.4	18.0	20.5	27.4	Transitorio
<i>Plantación forestal</i>	581.7	1,110.6	402.2	179.4	708.4	Consolidado
<i>Cultivo temporal</i>	10,428.5	7,224.9	4,060.6	6,367.9	3,164.3	Transitorio
<i>Cultivo terraza</i>	268.9	270.0	256.8	12.1	13.2	Consolidado
<i>Cultivo riego</i>	6,654.0	5,491.4	3,816.9	2,837.0	1,674.5	Consolidado
<i>Lote matorral</i>	--	9.7	--	--	9.7	Nueva
<i>Lote pastizal</i>	149.5	713.8	0	149.5	713.8	Transitorio
<i>Suelo Desnudo</i>	8.8	172.6	0	8.8	172.6	Transitorio
<i>Campo golf</i>	25.8	77.9	25.8	0.0	52.1	Consolidado
<i>Banco de material</i>	--	103.0	--	--	103.0	Nueva
<i>A. H. Disperso</i>	1,449.5	3,234.4	541.3	908.2	2,693.0	Transitorio
<i>A. H. Intermedio</i>	342.7	963.5	257.5	85.2	706.0	Consolidado
<i>A. H. Compacto</i>	341.7	2,798.8	341.7	0.0	2,457.1	Consolidado
Total	30,270.6	30,270.6	12,350.0	17,920.6	17,920.6	

Tabla 12: Matriz de movilidad 1975 – 1995.

La extensión territorial de cada categoría para el año 1995 corresponde al resultado entre el área que permanece en el tiempo, sumado al área ganada, menos el área perdida. Es así como el 59.2 % del área de estudio tuvo algún tipo de cambio (tabla 12), en otras palabras, menos de la mitad del territorio estudiado, específicamente 12,350.0 ha conservaron sus atributos

paisajísticos y estructura de cobertura vegetal, la dinámica entre pérdidas y ganancias (toda pérdida en una categoría significa ganancia en otra) es mayor al porcentaje que queda estático o permanece en el periodo de tiempo estudiado.

En el intervalo de tiempo 1975 – 1995 seis categorías tienen la condición de *Consolidado* correspondiente al 16.4 % del territorio, dado que tiene un nivel de ganancia y permanencia mayores a las pérdidas sufridas, como ejemplo los *Asentamientos Humanos Compactos* no pierden territorio y tienen una ganancia de 2,457.1 ha. Los *Cultivos de riego* el cual también tienen condición de *Consolidado*, aunque tienen una pérdida importante de terreno, más de la mitad de su extensión inicial se conserva y adquiere 1,674.5 ha provenientes de otras categorías; es la categoría que domina la mayor parte de la zona de estudio en conjunto con *Cultivo de temporal* entre los años 1975 y 1995 lo que indica que las actividades agropecuarias eran dominantes en el área de estudio.

La mayor parte de las categorías analizadas en este estudio tienen una condición de transitorias; ocho en total, en su conjunto ocupa el 56 % del área de estudio para el año 1995. Son categorías que presenta un alto nivel tanto de pérdida como de ganancia de superficie. El grupo urbano *asentamientos humanos dispersos* tiene un mayor dinamismo, con una pérdida de 908.2 ha (que se trasladan a *A.H. compactos e intermedios*) pero ganan 2,693 ha. Los asentamientos humanos es la categoría que mayor aumento tienen en la zona de estudio, no como un proceso para cerrar brechas sociales que implique el acceso a vivienda para la población de bajos ingresos (J. Ramos, 2018), sino como un proceso de especulación inmobiliaria, porque una parte importante de parte de las casas nuevas se encuentra deshabitada (L. García, 2018).

Cultivo de temporal es la categoría de mayor movilidad en todos los sentidos, dado que tiene una pérdida de 6,367.9 ha y también presenta una ganancia en su superficie de 3,164.3 ha (tabla 12), convirtiéndose tanto en el mayor receptor como en el mayor perdedor de área, lo que indica que es el punto de tránsito de varias categorías principalmente entre el grupo rural y el grupo urbano. En las categorías naturales *Matorral pastizal* en condición transitoria es la más dinámica a pesar de tener un discreto aumento de 455.6 ha, sólo el 3.5 % permanece de un año al otro, dado que pierde 7.5 % pero gana 8.9 %, en otras palabras, la mayor parte de la superficie de *Matorral pastizal* en el año 1995 es nueva.

Hay dos categorías en condición de supresión, sumadas ocupan el 8.2 % del territorio para el año 1995, una de ellas es *Bosque cerrado*, pasó de ocupar 258.4 ha en 1975 a 108.4 ha en 1995 (tabla 12), evidenciando que las prácticas de ocupación del territorio van en detrimento de las áreas naturales que rodea a la Ciudad. Es el caso de *Pastizal* que es la segunda categoría en condición de supresión, en el año 1975 tenía el 14 % del área de estudio, pasando al 7.9 % en 1995. Ambas categorías brindan una oportunidad para dinamizar los territorios susceptibles a ser urbanizados como áreas con enfoque ambiental, mediante la protección de

los bosques y la restauración de los espacios en pastizal y matorral pastizal para limitar institucionalmente su transformación en lotes para la construcción de viviendas privilegiándolo como áreas verdes para la Ciudad.

7.3.4. Procesos de cambio 1995 - 2022

Entre los años 1995 y 2022, el número de interrelaciones entre las distintas categorías aumentó por el mayor número de polígonos y por la disminución del área media general de los polígonos.

Los *Matorrales pastizales* fue la categoría con mayor número de relaciones, recibieron terreno de 11 categorías y cedieron a 18, su principal aportador fue *Matorral* con 591 ha (tabla 14), lo que significa la existencia de un proceso de degradación de la estructura ecológica, además la categoría que le quitó más área fue *A. H. Disperso* con 522.5 ha, evidenciando una pérdida directa de cobertura vegetal a causa de la expansión urbana. La segunda categoría con mayor número de interrelaciones fue *Cultivo de riego* que recibieron superficie de 10 y cedieron a 17 (tabla 13) y su principal relación es con *Cultivo de temporal* de quien recibió 1,004.2 ha lo que demuestra una tendencia a la tecnificación (y eventual aumento de la productividad) de la actividad agrícola, y *A. H. Disperso* con quien pierde 1,490 ha.

La relación de ganancia y pérdida que tiene *Cultivo de riego* en el área de estudio devela al igual que en poblamientos dispersos al sur de Córdoba Argentina (Cahe y de Prada, 2022) dos caminos de transformación de la actividad agrícola, el primero procura la intensificación de la producción que a su vez es una suerte de estrategia de resistencia para la pervivencia de la agricultura en el zonas con fuertes disputas por uso urbano del suelo, y el segundo camino es la desaparición de la actividad agrícola en pro de la expansión del continuo urbano, en este orden de ideas aunque *Pastizal* con 217.9 ha es el mayor aportador para *Cultivo de temporal*, *A. H. Disperso* con 2,388.3 ha al igual que *Cultivo de riego* es quien le quita la mayor cantidad de área.

Del mismo modo que en el intervalo de tiempo anterior (1975 – 1995) *A.H. Compacto* continúa siendo el receptor de la mayor parte de las categorías, 13 en total, además no cede terreno, la categoría que le aporta la mayor cantidad de área es *A.H. Disperso* con 1,228.9 ha, lo cual indica la existencia de un proceso paulatino de densificación de infraestructuras habitacionales en el territorio. Así mismo *A.H. Intermedio* tiene un comportamiento esperado, dado que *A.H. Compacto* es la categoría que le quita más área y *A.H. Disperso* es de quien recibe la mayor extensión, es decir, se encuentra evidencia de un proceso de densificación de infraestructuras civiles, característica de ocupación de territorio que Kleemann describe como típico en las ciudades intermedias (africanas) con un bajo dinamismo económico (Kleemann *et al.*, 2017).

Aunque, el proceso de densificación progresiva no es irrestricto, dado que en el área de estudio 2,079.6 ha de categorías naturales y rurales en 1995 cambian abruptamente a *A.H. Compacto* en 2022, principalmente en fraccionamientos indicador de ciudad con dinamismo económico según Kleemann, no obstante en las ciudades intermedias de México el dinamismo de la industria inmobiliaria no obedece necesariamente a una realidad de prosperidad económica, por el contrario es una respuesta estratégica para hacer frente al estancamiento económico de las urbes (S. García y Sánchez, 2019).

Las categorías naturales tienen un mayor relacionamiento con coberturas y usos de terreno rurales y urbanos, en comparación con el intervalo de tiempo anterior, destacando *Bosque semiabierto* relacionado con 19 categorías, recibe de 8 y cede a 11, siendo *A.H. Disperso* el que le quita mayor área. El dinamismo de degradación y restauración ecológica a lo largo y ancho del área de estudio expone una situación similar a la encontrada por Valdivias (2015) donde expone el aumento de la extensión de las categorías urbanas en Morelia como un factor de pérdida de cobertura vegetal, sin embargo, el abandono de zonas de actividad agrícola y pecuaria permite una restauración temprana de la estructura ecológica.

En este sentido 3,004.9 ha tuvieron algún grado de restauración ecológica donde 1,675.2 ha provinieron de categorías rurales, por el contrario, 3,717.6 ha se movieron de una estructura ecológica a una categoría de mayor degradación, de las cuales 1,414.1 ha pasaron de ser categorías naturales a ser categorías urbanas, indicando que la restauración significa el abandono de suelos agrícolas para un futuro uso urbano del suelo (Urquijo y Sánchez, 2014).

Categoría	A. H. Compacto	A. H. Intermedio	A. H. Disperso	Banco de material	Bosque cerrado	Bosque semiabierto	Lote bosque	Cuerpo de agua	Cultivo riego	Cultivo temporal	Cultivo terraza	Matorral	Lote matorral	Matorral pastizal	Pastizal	Campo golf	Lote pastizal	Plantación forestal	Suelo desnudo	Total general	Pérdida año 1995
A. H. Compacto	2798.8																			2798.8	0.0
A. H. Intermedio	455.9	507.6																		963.5	455.9
A. H. Disperso	1228.9	781.2	1224.3																	3234.4	2010.1
Banco de material			1.4	97.5										2.6			1.5			103.0	5.5
Bosque cerrado			5.5		8.8	48.6	20.7					16.8	0.6	3.8	3.5					108.4	99.6
Bosque semiabierto	4.5		77.2		25.7	96.1	38.3		10.6	4.5		40.0	26.1	49.4	10.0	25.0				407.4	311.3
Cuerpo de agua		2.6					1.6	17.0	3.4	5.3				2.1	13.4					45.4	28.4
Cultivo riego	366.2	510.2	1490.0		9.5	98.5	41.3	51.2	1919.8	217.0	15.7	189.1	45.8	266.9	216.9	2.5	28.2	4.1	18.5	5491.4	3571.6
Cultivo temporal	668.2	348.7	2388.3	2.1	13.2	79.9		8.9	1004.2	841.7	3.0	140.4	156.5	560.7	693.1	55.1	220.2	22.3	18.2	7224.9	6383.2
Cultivo terraza	56.0	8.9	14.9						7.0	22.8	122.6	1.8	6.4	6.3	13.9		9.2			270.0	147.3
Matorral	174.9	36.1	85.1	8.9	47.8	135.8			13.7	54.5	3.0	128.5	58.6	591.0	26.9	9.3	6.9	6.4	6.0	1393.5	1265.0
Lote matorral	9.7												0.0							9.7	9.7
Matorral pastizal	429.1	79.4	522.5	51.8	23.3	295.2	49.4	3.4	92.6	168.8	1.1	297.3	248.7	885.6	441.8	33.2	109.5	1.3	21.8	3755.9	2870.2
Pastizal	132.1	64.6	659.7		2.9	19.9	1.3	3.7	137.1	217.9	52.3	98.1	20.2	196.0	528.5	17.4	213.8	22.0	2.2	2389.4	1861.0
Campo golf																77.9				77.9	0.0
Lote pastizal	200.4	143.5	260.5						3.7				33.6				72.1			713.8	641.7
Plantación forestal	33.5	47.6	224.7		77.7	186.5	36.2		10.4	5.7		143.1	4.1	57.5	8.5	6.5	8.0	259.2	1.5	1110.6	851.5
Suelo Desnudo	5.0		58.9	4.3		1.1			15.8	6.4		9.7		18.1	37.0		15.2	1.0	0.0	172.6	172.6
Total general	6563.2	2530.3	7012.9	164.6	209.0	961.7	188.7	84.2	3218.4	1544.5	197.8	1064.9	600.5	2640.2	1993.5	226.8	684.6	316.3	68.2	30270.6	
Ganancia año 2022	3764.4	2022.7	5788.6	67.1	200.2	865.7	188.7	67.1	1298.6	702.8	75.1	936.4	600.5	1754.6	1465.0	148.9	612.5	57.2	68.2		

Tabla 13: Matriz de Márkov cambios de cobertura y usos de terreno 1995 – 2022.

<i>Urbano</i>	Categoría	A. H. Compacto	A. H. Intermedio	A.H. Disperso	Campo golf	Suelo desnudo	Banco material
	P. Aportador	A.H. Disperso	A. H. Disperso	Cultivo temporal	Cultivo temporal	Matorral pastizal	Matorral pastizal
	P. Receptor		A. H. Compacto	A. H. Compacto		A. H. Disperso	Matorral pastizal
<i>Rural</i>	Categoría	Cultivo riego	Cultivo temporal	Cultivo terraza	Pastizal	Plantación forestal	
	P. Aportador	Cultivo temporal	Pastizal	Pastizal	Cultivo temporal	Cultivo temporal	
	P. Receptor	A. H. Disperso	A. H. Disperso	A. H. Compacto	A. H. Disperso	A. H. Disperso	
<i>Natural</i>	Categoría	Bosque cerrado	Bosque semiabierto	Matorral	Matorral pastizal	Cuerpo de agua	
	P. Aportador	Plantación forestal	Matorral pastizal	Matorral pastizal	Matorral	Cultivo riego	
	P. Receptor	Bosque semiabierto	A. H. Disperso	Matorral pastizal	A. H. Disperso	Pastizal	
<i>C. V. Especulación</i>	Categoría	Lote bosque	Lote Matorral	Lote pastizal			
	P. Aportador	Matorral pastizal	Matorral pastizal	Cultivo temporal			
	P. Receptor		A. H. Compacto	A. H. Disperso			

Tabla 14: Principales relaciones de las categorías años 1995 – 2022.

El dinamismo general de cada categoría en términos de ganancias, pérdidas y nivel de permanencia en el tiempo (tabla 15), entre los años 1995 – 2022, el 69.9 % del área de estudio sufrió un cambio en las coberturas y usos del terreno, lo que indica un cambio mayor al visualizado en el intervalo de tiempo anterior, donde las categorías urbanas ejercen un mayor dominio en el paisaje, en detrimento de las características rurales y naturales.

<i>Categoría</i>	Área en ha					Condición
	1995	2022	Permanencia	Pérdida	Ganancia	
<i>Bosque cerrado</i>	108.4	209.0	8.8	99.6	200.2	Transitorio
<i>Bosque semiabierto</i>	407.4	961.7	96.1	311.3	865.7	Transitorio
<i>Matorral</i>	1,393.5	1,064.9	128.5	1,265.0	936.4	Supresión
<i>Matorral pastizal</i>	3,755.9	2,640.2	885.6	2,870.2	1,754.6	Supresión
<i>Pastizal</i>	2,389.4	1,993.5	528.5	1,861.0	1,465.0	Transitorio
<i>Cuerpo de agua</i>	45.4	84.2	17.0	28.4	67.1	Transitorio
<i>Plantación forestal</i>	1,110.6	316.3	259.2	851.5	57.2	Supresión
<i>Cultivo temporal</i>	7,224.9	1,544.5	841.7	6,383.2	702.8	Supresión
<i>Cultivo terraza</i>	270.0	197.8	122.6	147.3	75.1	Transitorio
<i>Cultivo riego</i>	5491.4	3,218.4	1,919.8	3,571.6	1,298.6	Supresión
<i>Lote bosque</i>	--	188.7	--	--	188.7	Nueva
<i>Lote matorral</i>	9.7	600.5	0.0	9.7	600.5	Transitorio
<i>Lote pastizal</i>	713.8	684.6	72.1	641.7	612.5	Transitorio
<i>Suelo desnudo</i>	172.6	68.2	0.0	172.6	68.2	Supresión
<i>Campo golf</i>	77.9	226.8	77.9	0.0	148.9	Consolidado
<i>Banco de material</i>	103.0	164.6	97.5	5.5	67.1	Consolidado
<i>A. H. Disperso</i>	3,234.4	7,012.9	1,224.3	2,010.1	5,788.6	Transitorio
<i>A. H. Intermedio</i>	963.5	2,530.3	507.6	455.9	2,022.7	Consolidado
<i>A. H. Compacto</i>	2,798.8	6,563.2	2,798.8	0.0	3,764.4	Consolidado
Total	30,270.6	30,270.6	9586.0	20,684.5	20,684.5	

Tabla 15: Matriz de movilidad 1995 -2022.

Hay cuatro categorías en condición consolidada (tabla 15), a diferencia del periodo anterior en el que había seis, las cuatro tienen un área combinada que abarca el 31.3 % del área de estudio y corresponden a usos urbanos del terreno, se caracterizan por una baja pérdida en comparación con el área que gana y la que permanece en el tiempo. En este sentido, *A. H. Compacto* con 3,764.4 ha es la segunda categoría con mayor ganancia lo que también la convierte en la segunda cobertura y uso de terreno con mayor extensión del área de estudio para el año 2022.

Las categorías transitorias siguen siendo el grupo de mayor numero con ocho en total, ocupan en su conjunto el 56 % del área de estudio, se caracterizan por ser el punto de intercambio o de tránsito entre las demás coberturas vegetales y usos de terreno, dado que tiene un bajo

nivel de permanencia. *A. H. Disperso* es la categoría de mayor extensión con una pérdida de 2,010.1 ha y una ganancia de 5788.6 ha, ejerciendo la vez de un puente entre categorías rurales y su transformación a categorías urbanas como *A.H. compacto* e *intermedio*.

Lote matorral y *Lote pastizal* son categorías transitorias, lo cual es un comportamiento esperado, dado que el proceso de especulación inmobiliaria les impone la condición de temporalidad entorno a la pérdida de su cobertura vegetal a favor de un uso de terreno netamente urbano, Santiago Hernández, propone una función potencial a estas áreas por el valor inmaterial de las coberturas vegetales poniéndolos en el centro de las políticas urbanísticas de las periferia de la ciudad y proyectándolas como áreas con un uso combinado entre urbano y natural (S. Hernández, 2016).

Pastizal pasó de estar en supresión en el intervalo de tiempo 1975 – 1995 a tener una condición transitoria, donde la mayor parte de su extensión del año 2022 es nueva. Pero las ganancias de *pastizal* se encuentran en gran medida influenciadas por la pérdida que tenga *Cultivo de temporal*, entonces entre menos área de *Cultivo de temporal* menor posibilidad de pervivencia de la cobertura *Pastizal*.

De las cinco categorías naturales, tres tienen condición transitoria, especialmente las coberturas vegetales *Bosque cerrado* y *Bosque semiabierto*. En el caso de *Bosque cerrado* su nivel de permanencia es de 8.8 ha, es decir, un valor marginal, sin embargo, ganó 200.2 ha provenientes de procesos naturales de restauración ecológica y la consolidación de áreas que en un inicio fueron plantaciones forestales de especies nativas como Pino y Encino. Mismo caso de *Bosque semiabierto* que tuvo una pérdida de 311.3 ha, pero una ganancia de 865.67 ha proveniente de la sucesión ecológica principalmente de *Matorral* y *Matorral pastizal*.

Hay seis categorías en condición de supresión, con un bajo nivel de permanencia y ganancia en relación con las pérdidas que sumadas corresponden al 29.2 % del área de estudio, en el cual *Cultivo de temporal* con el 21.1 % tiene la mayor pérdida del total de categorías (6,383.2 ha), siendo a su vez el cambio de cobertura vegetal y uso de terreno de mayor extensión en los dos intervalos de tiempo analizados, sumado a ello, *Cultivo de riego* quien también tiene condición de supresión perdió 3571.6 ha, lo que indica una marcada tendencia al abandono de la actividad agrícola, en total durante los 47 años de estudio se han perdido 12,320.1 ha (40.7 % del área de estudio), lo que demuestra que los terrenos con uso agrícola son los más afectados durante la expansión urbana (Baldini *et al.*, 2019; Cahe y de Prada, 2022; E. López *et al.*, 2002; J. R. Valdivias *et al.*, 2015).

8. Conclusiones y consideraciones finales

Esta investigación cumplió con los cuatro objetivos específicos propuestos, el primero de ellos era generar un modelo para la delimitación espacial del territorio periurbano en la ciudad de Morelia; el nombre que recibió fue: *Modelo de Límite Combinado*, el cual permitió distinguir espacialmente al territorio periurbano en los años de estudio 1960, 1975, 1995 y 2022 lo que configura un aporte a los mecanismos metodológicos de abordaje del periurbano como objeto de estudio. Mediante el modelo de *Límite combinado* es posible delimitar espacialmente el área periurbana, para el caso específico de la ciudad de Morelia indica que el periurbano lejos de ser un territorio difuso o indistinguible tiene características propias (por lo menos desde un ámbito espacial) que lo concretizan y lo distinguen de las áreas netamente rurales o urbanas.

Se analizó el periurbano de la ciudad de Morelia y sus cambios espaciales en un lapso de 62 años. Una ciudad que en un principio era netamente agrícola donde la ruralidad era hegemónica en el paisaje, hasta la actualidad donde la ciudad se caracteriza por tener una mancha urbana que se va difuminando en la distancia rodeada de segmentos urbanos dispersos con alta presencia de fraccionamientos y proyectos inmobiliarios lejos del centro urbano. En los cuatro periurbanos analizados en este trabajo, se encontró una proporcionalidad similar entre usos urbanos y usos rurales del suelo que oscilaba el 80 % del territorio, esta tendencia se mantuvo a pesar de ser cuatro periurbanos con una extensión diferente y un contexto poblacional y económico diferente.

El periurbano ha tenido una dinámica donde va absorbiendo las localidades rurales próximas, pero después de 1995 se generalizó la presencia de fraccionamientos desligados del continuo urbano, aunado a esto, entre 1995 y 2022 mientras el crecimiento anual del continuo urbano era de 139.9 ha, el crecimiento del periurbano era de 652.4ha (1.8 ha al día). Este crecimiento se explica no por una presión social y el aumento de la población o por fenómenos migratorios, sino por dinámicas de especulación del suelo y libertades del mercado inmobiliario para ejecutar sus proyectos. En el caso de la ciudad de Morelia no se encuentra fragmentada por la geomorfología, ríos, fallas y volcanes, pero si por la especulación de terrenos.

El periurbano es un territorio que se ha conceptualizado ampliamente como una zona de transición, sin embargo, para el caso de la ciudad de Morelia se evidencia que hay áreas periurbanas que no obedecen a una condición transitoria (de rural a urbano), por el contrario, obedecen a una condición consolidada. En general el periurbano de la ciudad tiende a extenderse más allá de sus límites y no a transformarse en área urbana.

El crecimiento del periurbano ocurre primero sobre categorías rurales como *Cultivo de temporal* y *Cultivo de riego* y luego sobre categorías naturales como *Matorral* y *Matorral pastizal*, esta tendencia implica que la ciudad de Morelia ha perdido su vocación agrícola, al

disminuir drásticamente las áreas de cultivo para el crecimiento urbano, lo que permite concluir que los principales cambios de coberturas y usos de terreno en un futuro ocurrirán sobre coberturas vegetales. Para análisis posteriores del periurbano de la ciudad de Morelia se encontrará una mayor proporción de categorías naturales que de categorías rurales.

La productividad entre un cultivo de temporal y uno de riego determina la resistencia y velocidad de cambio o pérdida de la categoría. Los cultivos de temporal tienen dos opciones, o se especializan como cultivos de riego o se transforman en territorios urbanos, pero mediante la implementación de políticas públicas puede surgir una tercera opción; la restauración ecológica, dando importancia a las coberturas vegetales que aún existen alrededor de la Ciudad buscando conectarlas entre sí, planificando el crecimiento de la Ciudad hacia una realidad más sustentable.

Los *Asentamientos Humanos Dispersos* tienen un protagonismo en ambos intervalos de tiempo y confirma el proceso paulatino de densificación de infraestructura civil en el territorio, sin embargo, esta tendencia no se debe considerar como el único patrón de ocupación del territorio, en el área de estudio se encuentran fraccionamientos de baja densidad donde justo las amplias áreas de jardines y la baja densidad poblacional es su factor de mercado. Por lo cual hay lugares específicos donde los *Asentamientos Humanos Dispersos* se pueden considerar como una categoría consolidada.

A la hora de determinar al periurbano como un territorio concreto es necesario acotar la tipología estructural del periurbano según la ciudad y su localización a nivel local, regional y mundial, debido a la presencia o ausencia de categorías, en otras palabras, hay categorías que existen de modo exclusivo en algunos territorios. En este sentido, aunque las categorías particulares cambian entre los periurbanos de cada ciudad, los grupos de categorías (Urbana, Rural, Natural y Terreno con cobertura vegetal sometido a la especulación) sí conforman de modo irrestricto a un territorio periurbano.

El proceso de especulación retiene áreas cercanas al centro de la ciudad y le confiere un carácter disperso, con la construcción de fraccionamientos cada vez más lejanos, los predios cercanos a la ciudad se encarecen, generando que menos personas estén dispuestas a comprarlos, esta reflexión conduce a una línea de investigación que cuestione la siguiente pregunta: ¿hay un límite para la oferta de lotes y vivienda en una ciudad dispersa?

9. Referencias

- Aguirre, R., y Sosa, N. (2010). Áreas naturales protegidas. In Atlas de la cuenca del Lago de Cuitzeo: análisis de su geografía y entorno socioambiental (pp. 108–112).
- Alarcón, A., Chávez, J., Palacios, Ó., y Ibáñez, L. (2020). Estimación de áreas vulnerables a inundaciones en zonas urbanas: Morelia, Michoacán, México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 11(3), 01–26. <https://doi.org/10.24850/J-TYCA-2020-03-01>
- Amirinejad, G., Donehue, P., y Baker, D. (2018). Ambiguity at the peri-urban interface in Australia. *Land Use Policy*, 78, 472–480. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.022>
- Arreygue, E., Garduño, V., Canuti, P., Casagli, N., y Iotti, A. (2005). Riesgos geomorfológicos e hidrológicos en la Ciudad de Morelia, Michoacán, México. *Geotermia*, 18(1), 26–36.
- Ávila, H. (2001). Ideas y planteamientos teóricos sobre los territorios periurbanos. Las relaciones campo-ciudad en algunos países de Europa y América. *Investigaciones Geográficas*, 45, 108–127.
- Bagattin, J. (2018). La racionalidad del free rider en bienes públicos provistos por el Estado. Una investigación sobre la conducta free rider del grupo de contribuyentes morosos de la Tasa de Servicios Urbanos de la ciudad de Mar del Plata. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3048/>
- Baldini, C., Marasas, M., y Drozd, A. (2019). Entre la expansión urbana y la producción de alimentos: El conflicto rural/urbano con relación al patrón espacial de usos del suelo en el partido de La Plata, Buenos Aires. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 118(2), 031–031. <https://doi.org/10.24215/16699513E031>
- Barnsley, M., y Barr, S. (2000). Monitoring urban land use by earth observation. *Surveys in Geophysics*, 21(2–3), 269–289. <https://doi.org/10.1023/A:1006798328429/METRICS>
- Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, IX. <https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-36.htm>
- Berardo, M. (2019). Más allá de la dicotomía rural-urbano. *Urbanidades*, 316–324.
- Bobadilla Bolívar, F. (2005). La política de vivienda en México: Una reflexión sobre su aplicabilidad. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas*, 11(30), 52–56. <https://revistas.ujat.mx/index.php/hitos/article/view/4370>

- Cahe, E., y de Prada, J. (2022). Evolution of urban expansion and risks to local agriculture in the south of Córdoba, Argentina. *Eure*, 48(144), 1–21. <https://doi.org/10.7764/EURE.48.144.11>
- Castillo, A., Suárez, J., y Mosquera, J. (2017). Naturaleza y sociedad: Relaciones y tendencias desde un enfoque eurocéntrico. *Revista Luna Azul*, 44, 348–371. <https://doi.org/10.17151/LUAZ.2017.44.21>
- Delgado Viñas, C. (2016). Pensar las ciudades desde la geografía. In Libro Homenaje al Profesor Alfredo Morales Gil (pp. 481–506).
- Entrena, F. (2004). Los límites difusos de los territorios periurbanos. *Sociologías*, 6(11), 28–63.
- García, J. y Mas, J. (2008). Comparación de metodologías para el mapeo de la cobertura y uso del suelo en el sureste de México. *Investigaciones Geográficas, Boletín Del Instituto de Geografía, UNAM*, 67, 7–19.
- García, L. (2018). Análisis espacial y temporal de los fraccionamientos de interés social y residencial en la ciudad de Morelia, un enfoque para la planificación del territorio. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- García, S., y Sánchez, M. (2019). Política habitacional como detonador del proceso de metropolización en Morelia, Michoacán, México. XIII Jornadas de Sociología. Facultad De Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=733748&fecha=29/05/2002.
- García, S., y Zavala, M. (2021). Vista de Vivienda, un asunto de sustentabilidad urbana en México. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(2), 106–115. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/3474/3914>.
- Garduño, V., y Israde, I. (2010). Geología. In Atlas de la Cuenca del Lago Cuitzeo (pp. 28–33). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garrido, M., Rodríguez, J., y López, E. (2016). El papel de las ciudades medias de interior en el desarrollo regional. El caso de Andalucía. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 0(71), 375–395. <https://doi.org/10.21138/bage.2287>.
- Gómez, M., y Barredo, J. (2006). Sistema de información geográfica y evaluación multicriterio: en la ordenación del territorio. Alfaomega Grupo Editor. https://books.google.com/books/about/Sistema_de_Informacion_Geografica_Y_Eval.html?hl=es&id=-ukZAAAACAAJ.
- Harvey, D. (2004). El “nuevo” imperialismo: acumulación por desposesión. *Socialist Register*. <https://let.iiec.unam.mx/node/1397>.
- Harvey, D. (1979). Urbanismo y desigualdad social. Siglo Veintiuno de España.

- Hernández, Á., Martínez, B., Méndez, A., Pérez, R., y Ramírez, J. (2009). Rurales y periurbanos: una aproximación al proceso de conformación de la periferia poblana en la periurbanización en México. *Papeles de Población*, No. 61, 275–295.
- Hernández, S. (2016). El periurbano, un espacio estratégico de oportunidad. *Biblio3w*, 21(1160), 1–21. <http://goo.gl/hW34A6>.
- Hernández, V., Garduño, V., y Ávila, A. (2011). Atlas de peligros geológicos de la ciudad de Morelia, Mich: Estandarización del documento, actualización cartográfica de fallas geológicas de la zona urbana, y evaluación de tasas de hundimiento (Departamento de Geología y Mineralogía, Ed.).
- Herrejón, C. (2000). Los orígenes de Morelia: Guayangareo-Valladolid (J. Ruiz Guadalajara, Ed.; 2nd ed.). El Colegio de Michoacán A. C.
- IMPLAN. (2017). Caracterización de la microcuenca del Río Chiquito, Resumen Ejecutivo. <https://docplayer.es/92513299-Characterizacion-de-la-microcuenca-del-rio-chiquito-resumen-ejecutivo.html>.
- INEGI. (1992a). Anuario estadístico del estado de Michoacán. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información.
- INEGI. (1992b). Atlas ejidal del estado de Michoacán encuesta nacional agropecuaria ejidal, 1988 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Ed.).
- INEGI. (2002). Carta edafológica Morelia 1975 - E14 A13 (2nd ed.).
- INEGI. (2007). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Morelia E14 – 1.
- INEGI. (2020). Panorama sociodemográfico de México 2020, Michoacán de Ocampo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Ed.).
- INEGI. (2021). Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INSUS. (2020). Programa institucional del Instituto Nacional del Suelo Sustentable 2020 - 2024.
- Kayser, B. (1972). Vista de El espacio rural y el nuevo sistema de relaciones ciudad-campo. *Revista de Geografía*, 6(2), 209–217. <https://raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45864/60081>.
- Kleemann, J., Inkoom, N., Thiel, M., Shankar, S., Lautenbach, S., y Fürst, C. (2017). Peri-urban land use pattern and its relation to land use planning in Ghana, West Africa. *Landscape and Urban Planning*, 165, 280–294. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.004>

- Lambin, E. F., Geist, H. J., y Lepers, E. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 28, 205–246. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>.
- López, C., y Pedraza, A. (2012). Territorio como patrimonio: el espacio periurbano de la ciudad de Morelia y el agotamiento de los recursos. *Asuntos Económicos y Administrativos*, 22, 267–283. <https://docplayer.es/66918046-Facultad-de-ciencias-contables-economicas-y-administrativas.html>.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., y Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 55(4), 271–285. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(01\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(01)00160-8).
- López, E., Mendoza, M., y Acosta, A. (2002). Cambio de cobertura vegetal y uso de la tierra. El caso de la cuenca endorreica del lago de Cuitzeo, Michoacán. *Gaceta Ecológica*, 64, 19–34.
- Lozano, G. (2005). La reforma al artículo 27 constitucional y la incorporación de las tierras ejidales al mercado legal de suelo urbano en México. *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. <https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/64118/74314>.
- Luján, S. (2016). Propuesta para la formulación de un sistema de parques ecológicos urbano en la ciudad de Pereira - Risaralda [Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29146.82888>.
- Martínez, M. (2014). Análisis de la relación entre las actividades económicas y el cambio de cobertura y uso del suelo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Martínez Macías, M. de J. (2020). Evaluación del peligro y costo económico de las inundaciones en zonas habitacionales de la ciudad de Morelia: Estudio de caso Fraccionamiento Campestre La Huerta [Universidad Nacional Autónoma de México]. https://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/handle/FFYL_UNAM/3150
- Mortoja, G., Yigitcanlar, T., y Mayere, S. (2020). What is the most suitable methodological approach to demarcate peri-urban areas? A systematic review of the literature. *Land Use Policy*, 95, 104601. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2020.104601>.
- Nates, B. (2011). Soportes teóricos y etnográficos sobre conceptos de territorio. *Co-Herencia*, 8(14), 209–229.

- Nates, B. (2012). Migraciones rurales intraeuropeas. Territorialidades y dinámicas rurales en el Sur de Francia y en el Norte de España. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 9(69), 15–28. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11726371010>.
- Pérez, A. (2012). Mercado laboral y precariedad en la periferia urbana de Morelia, Michoacán [Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000702736>.
- Pérez-Vega, A., García, R., y Mas, J. (2020). Environmental degradation from land-cover and use change processes from a spatial perspective in the state of Guanajuato, México. *Investigaciones Geográficas*, 103, 1–20. <https://doi.org/10.14350/RIG.60150>.
- Pesci, R. (2016). *Interfases. La concepción sistémica. (De Galileo a Gaia)*.
- Ramos, J. (2018). Procesos del cambio de cobertura y uso del suelo como indicadores del crecimiento urbano en ciudades medias del estado de Michoacán (1996 - 2015). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ramos, M., Berroterán, D., y Najul, V. (2014). Patrones de ocupación del territorio en la cuenca media del río Tuy y su impacto en la calidad del agua. *Revista de La Facultad de Ingeniería*, 29, 17–28.
- Rivas, L. (2015). Ciudad, Territorio y Patrimonio. La ciudad como ecosistema: urbanismo y salud. <https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/350>.
- Ruiz, C., Vieyra, A., y Méndez, Y. (2021). Segregación espacial en Tarímbaro, municipio periurbano de la zona metropolitana de Morelia, Michoacán, México. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2021(78), 237–257. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022021000100237>.
- SAGARPA y FAO. (2014). Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012. www.sagarpa.gob.mxwww.fao.org
- SIAP. (2023). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gob.mx. <https://www.gob.mx/siap>
- SUMA. (2013). Atlas de la expansión urbana en treinta ciudades del Estado de Michoacán, México. Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente. <https://docplayer.es/73101895-Atlas-de-la-expansion-urbana-en-treinta-ciudades-del-estado-de-michoacan-mexico.html>
- Torre, D., Sales, R., Esteves, M., y Ghilardi, M. (2019). Los territorios de interfase urbano-rural en tierras secas. Reflexiones sobre su tratamiento en las políticas de ordenamiento territorial de Mendoza. *Quid 16. Revista Del Área de Estudios Urbanos*, 0(11), 137–150. <https://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/quid16/article/view/3600>

- UNFPA. (2008). State of the World's population 2008, reaching common ground: culture and human rights. In United Nations Population Fund.
- Uribe, O., y Guevara, L. (1983). Estructura de poder y desarrollo en once ciudades intermedias de Colombia. *Desarrollo y Sociedad*, 12, 149–188. <https://doi.org/10.13043/DYS.12.3>
- Urquijo, P., y Sánchez, H. (2014). La expansión urbana en el suroriente de Morelia. Una revisión histórico ambiental, 1885-2010. In *Urbanización, Sociedad y Ambiente: Experiencias en ciudades medias* (pp. 13–45). Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.researchgate.net/publication/306976561_La_expansion_urbana_en_el_suroriente_de_Morelia_Una_revision_historicoambiental_1885-2010
- Valdivias, J. (2016). Determinación de zonas con aptitud para la expansión urbana en la ciudad de Morelia con análisis espacial multicriterio. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Valdivias, J., López, E., Ávila, J., y Mendoza, M. (2015). Aptitud territorial para la expansión urbana de la ciudad de Morelia. *Memorias de Resúmenes En Extenso SELPER-XXI-México-UACJ*, 12–16.
- Vieyra, J. A., Mariscal, M., Montaña, R., Pfannenstein, B., Herrera, A., Bollo, M., Peña, A., Martínez, A., Tello, C., Ruiz, C., Hernández, J., y Sevilla, S. (2020). Expansión del periurbano y conformación de territorios desiguales. Editorial del CIGA. <https://doi.org/10.22201/CIGA.9786073040709E.2020>