



Universidad Autónoma de Aguascalientes

Universidad de Colima

Universidad de Guanajuato

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura



TESIS

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Para obtener el grado de Doctor en Arquitectura

Línea de investigación:

Ciudad y procesos territoriales

Cuerpo tutorial

Director:

Dr. Carlos Alberto Hiriart Pardo

Codirectoras:

Dra. Norma Mejía Morales

Dra. Eugenia María Azevedo Salomao

Sinodales:

Dra. Natalia García Cervantes

Dr. Francisco Rendón Acosta

Alumno:

Alfredo Arredondo Pérez

Diciembre de 2022

Contenido

Introducción	8
Aspectos generales de la investigación	8
Planteamiento hipotético preliminar	10
Antecedentes	10
Preguntas de investigación.....	16
Objetivos	16
Capítulo 1. Marco teórico	18
1.1 La Teoría General de Sistemas (TGS) en el estudio	18
1.1.1 La TGS como metateoría.....	18
1.1.2 Las Teorías del Caos.....	20
1.1.3 Tipos de sistemas y sus características	23
1.1.4 Sistemas complejos y estructuras disipativas	27
1.2 Las ciudades como sistemas	29
1.2.1 Entropía urbana	30
1.2.2 Autoorganización en sistemas urbanos.....	32
1.3 La construcción de nuevos paradigmas de orden-desorden urbano	34
1.3.1 Del funcionalismo urbano al posmodernismo.....	36
1.3.2 La geografía cuantitativa en los estudios urbanos de la actualidad.....	38
1.4 La planeación urbana	42
1.4.1 La hechura de la planeación urbana	44
1.4.2 Modelos de planeación urbana	47
1.4.3 Modelos matemáticos en la planeación urbana	51
1.5 La planeación de ciudades medias e intermedias con herramientas matemáticas	54
Capítulo 2. Estrategia de investigación	58
2.1 Elección del caso de estudio y unidades de observación	58
2.2 Fases de investigación	65
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	69
2.4. El modelo matemático de la entropía urbana.....	73
2.5. Principales aportes al conocimiento y límites de la investigación.....	77
Capítulo 3. Marco de referencia	81
3.1 Políticas de desarrollo.....	81
3.1.1. Tendencias internacionales de políticas públicas de ordenamiento y planeamiento	81

3.1.2.	Políticas de desarrollo latinoamericano.....	85
3.1.3.	Nacional.....	87
3.1.4.	Políticas territoriales en el estado de Guanajuato	88
3.1.5.	Las políticas en el orden municipal	90
3.2.	Marco de lo global a lo local.....	90
3.2.1.	El urbanismo neoliberal y la planificación globalizada.....	93
3.3.	Marco jurídico y normativo del territorio y su planeación	95
3.3.1.	Panorama legal nacional	96
3.3.2.	Panorama legal del estado de Guanajuato	97
3.3.3.	Panorama legal en el ámbito municipal.....	99
3.4.	Sistema Urbano Nacional de México	99
3.4.1	El Sistema Urbano Nacional del siglo XXI	101
3.5.	Las ciudades medias e intermedias en el Sistema Urbano Nacional	104
3.6.	La planificación como política pública sobre los conflictos en las zonas urbanas	106
3.7.	Las ciudades mexicanas del siglo XXI	108
Capítulo 4. Caracterización del caso de estudio: la zona urbana de Guanajuato		111
4.1	El entorno regional dentro de marco nacional.....	111
4.2	El municipio de Guanajuato en el Sistema Urbano del Estado de Guanajuato	113
4.3	Guanajuato: Ciudad intermedia y Zona Metropolitana	122
4.3.1	La Zona Metropolitana de Guanajuato	123
4.4	Instrumentos de planeación territorial de Guanajuato.....	127
4.5	La dinámica urbana de Guanajuato	136
4.6	El diagnóstico de la dinámica urbana y la planeación en Guanajuato.....	150
Capítulo 5. Resultados de la entropía urbana y el ordenamiento territorial		153
5.1	La complejidad de entropía urbana y el ordenamiento territorial.....	153
5.2	Índice de Entropía Urbana	154
5.2.1	Aplicación del modelo matemático.....	155
5.2.2	Síntesis de resultados.....	163
5.3	Índice del Ordenamiento Territorial.....	180
5.3.1	La percepción del ordenamiento territorial en Guanajuato	181
5.3.2	Síntesis de resultados	182
5.4	Resultados integrales y la correlación entre los índices.....	195
5.4.1	Correlación entre el Índice de Entropía Urbana y el Índice de Ordenamiento Territorial.....	204
Conclusiones		207
Acerca de la relación teórica y empírica para estudiar a las ciudades		210
Reflexiones sobre el planeamiento y ordenamiento territorial.....		217

Líneas de trabajo futuras	221
Bibliografía	227
Apéndices y anexos.....	242
Apéndice 1. Glosario de términos, conceptos, siglas y acrónimos	242
para la investigación	242
Apéndice 2. Entrevista semiestructurada.....	256
Apéndice 3. Cuestionario base de percepción del ordenamiento territorial	265
Apéndice 4. Formato de percepción de atención y vigilancia por UGT.	276
Apéndice 5. Código ProMETeUs	279

Índice de figuras por capítulo

Introducción

Figura 1. Interrelaciones de las variables para la conceptualización de la entropía urbana. 15

Capítulo 1

Figura 2. Referente teórico y conceptual.....	55
Figura 3. Gráfica de relación entre jerarquías de estudio y la base metodológica	57

Capítulo 2

Figura 1. Ubicación del Estado de Guanajuato, municipio de Guanajuato y zonas urbanas de Guanajuato en su entorno territorial contextual.	60
Figura 2. Distribución de cuarteles, manzanas y casas en la ciudad de Guanajuato en el año 1884.....	62
Figura 3. Ubicación de las Unidades de Gestión Territorial (UGT) de las zonas urbanas en el municipio de Guanajuato.	63
Figura 4 a y b. Abstracción de la zona urbana: a) Imagen de malla y su delimitación urbana con unidades de superficie. b) Identificación de los tipos por usos o destinos de suelo.	67
Figura 5. Figura de áreas territoriales Ai (Unidades de Gestión Territorial -UGT-) que componen el conjunto urbano de Guanajuato, Gto.	74

Capítulo 3

Figura 1. Incorporaciones y reclasificaciones en el SUN, 2010-2018	104

Capítulo 4

Figura 1. Eje León-Querétaro.....	113
Figura 2. Sistema de ciudades.	114
Figura 3. Modelo de Red de Ciudades para el Estado de Guanajuato al 2035.....	115
Figura 4. Zonas Metropolitanas del Estado de Guanajuato según el SUN 2018	117
Figura 5. Corredor industrial y turístico del municipio de Guanajuato de 2010	119
Figura 6. Corredor industrial y clúster turístico del municipio de Guanajuato de 2010.....	122
Figura 7. Ficha de la Zona Metropolitana de Guanajuato.....	124
Figura 8. Ubicación de zonas urbanas y área de estudio en el municipio de Guanajuato .	125
Figura 9. Localidades y área de estudio.....	126
Figura 10. Carta síntesis de usos y destinos de suelo del Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Guanajuato, Gto. (1991).....	133

Figura 11. Carta síntesis de usos y destinos de suelo del Plan Director de Desarrollo Urbano de Guanajuato, Gto (1994).....	133
Figura 12. Carta síntesis de usos y destinos de suelo del Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. (2012).	134
Figura 13. Carta síntesis del proyecto del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato del 2020	135
Figura 14. Crecimiento urbano de Guanajuato entre 1960 a 2022.	137
Figura 15. Zonas urbanizadas dentro del área de estudio.....	140
Figura 16. Zonas baldías dentro del área de estudio.....	141
Figura 17. Zonas urbanizables y no urbanizables dentro del área de estudio	143
Figura 18. Usos de suelo sobre zonas baldías dentro del área de estudio.....	144
Figura 19. Zonas catastrales para la zona urbana de Guanajuato en el año 2022.....	148
Figura 20. Rangos de valores máximos catastrales para el año 2022.....	149

Capítulo 5

Figura 1. Crecimiento de población de 1994 al 2019 por UGT	164
Figura 2. Crecimiento de población de 1994 al 2019 por UGT, sin la UGT 01-18	165
Figura 3. Dendograma de agrupación de UGTs por población.....	165
Figura 4. UGTs con dos grupos generales de clasificación por población.....	166
Figura 5. Crecimiento de suelo urbano de 1994 al 2019 por UGT	167
Figura 6. Dendograma por suelo urbanizado	168
Figura 7. UGTs con tres grupos generales de clasificación por suelo urbanizado.....	169
Figura 8. Dendograma de sumandos de la entropía por población y suelo urbanizado.....	170
Figura 9. Mapa de categorías de sumandos de la entropía por población y suelo urbanizado	171
Figura 10. <i>Self Organizing Map</i> (SOM) de los elementos demográficos.....	172
Figura 11. SOM por gráfica de pastel de los elementos demográficos.....	172
Figura 12. SOM por gráfica lineal de los elementos de suelo urbanizado	173
Figura 13. SOM por gráfica de pastel de los elementos de suelo urbanizado	174
Figura 14. Curva obtenida al simular crecimiento con el modelo <i>Structure from Randomness</i>	175
Figura 15. Curvas de crecimiento con cien simulaciones del modelo <i>Structure from Randomness</i>	176
Figura 16. Curva media de las simulaciones del modelo <i>Structure from Randomness</i>	176
Figura 17. Densidad de los porcentajes de suelo destinado a uso habitacional	178
Figura 18 a, b y c. Distribución de las pendientes de las curvas obtenidas fijando el umbral en valor 3, 4 y 5	179
Figura 19. Mapa temático de por formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial	183
Figura 20. Mapa temático por especialización técnica para el ordenamiento territorial	184
Figura 21. Mapa temático por suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial.....	186
Figura 22. Mapa temático por la acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial.....	188
Figura 23. Modelos autoritario y cívico ante la sociedad para la acción pública.	189
Figura 24. Dendograma de agrupamiento de los temas para las UGT.....	190
Figura 25. Diagrama de componentes principales por temática del ordenamiento territorial	191

Figura 26. Clasificación por periodos de estudio de 1994, 2012, 2020 para el ordenamiento territorial.....	193
Figura 27. Índice general de ordenamiento territorial por promedio total	194
Figura 28. UGAT de la zona urbana de Guanajuato con resultados de entropía urbana...	198
Figura 29. UGAT de la zona urbana de Guanajuato con resultados esfuerzo de ordenamiento territorial.	199

Conclusiones

Figura 1. Ejemplo del modelo espacial de Viscek-Szalay en las primeras tres iteraciones.	223

Índice de tablas por capítulo

Capítulo 2

Tabla 1. Nombre y ubicación de las Unidades de Gestión Territorial	63
Tabla 2. Agrupación de usos o destinos de suelo en POTE por tipo para análisis cartográfico.	67
Tabla 3. Entrevistas a actores claves para el ordenamiento territorial	72

Capítulo 3

Tabla 1. Evolución del SUN y sus clasificaciones de 1960 al 2015	103
Tabla 2. Proyección del Sistema Urbano Nacional (SUN), 2010-2030 (CONAPO)	105

Capítulo 4

Tabla 1. Zonas metropolitanas federales y estatales en el Estado de Guanajuato.....	116
Tabla 2. Planes y programas de ordenamiento ecológico territorial del municipio de Guanajuato	127
Tabla 3. Planes y programas de ordenamiento ecológico territorial que han sido vigentes en el municipio de Guanajuato.....	130
Tabla 4. Superficies del área de estudio por tipo de uso de suelo al 2020	138
Tabla 5. Usos de suelo en zonas baldías.....	138
Tabla 6. Valores unitarios de terreno expresados en pesos por metro cuadrado para Guanajuato, Gto. al 2022	146
Tabla 7. Valores base para terrenos rurales en pesos por hectárea para Guanajuato al 2022	147
Tabla 8. Valores expresados en pesos por metro cuadrado para inmuebles menores de una hectárea no dedicados a la agricultura para Guanajuato al 2022.....	147

Capítulo 5

Tabla 1. Superficie de suelo urbanizado, urbanizable, no urbanizable y urbanizado en no urbanizable por UGT en los instrumentos de 1994, 2012 y 2019-2020	159
Tabla 2. Proyecciones de población por UGT en los instrumentos de planeación de 1994, 2012 y 2019-2020	162
Tabla 3. Resultados del esfuerzo del ordenamiento territorial presentado por tema, año y promedio general	181
Tabla 4. Síntesis de superficies urbanizadas, urbanizables, no urbanizables y urbanizadas en no urbanizables en los ejercicios de 1994, 2012 y 2020.....	197

Tabla 5. Correspondencia entre la entropía y las variables del esfuerzo del ordenamiento territorial para Guanajuato en los ejercicios 1994, 2012 y 2020. 205

Tabla 6. Resumen de coeficientes de regresión entre los valores para Guanajuato en los ejercicios 1994, 2012 y 2020..... 206

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Resumen

El trabajo presenta resultados que permiten un análisis complementario para los instrumentos de planeación urbana y el territorio urbanizado en crisis a partir de reconocer la realidad de las ciudades como sistemas de estructuras disipativas, midiendo la existencia de entropía en las ciudades intermedias mexicanas y los esfuerzos locales de ordenamiento territorial. La compleja organización de las ciudades a partir de su crecimiento no corresponde con los modelos de planeación teóricos y utópicos que se han establecido en los instrumentos jurídicos y sistemas de planeación territorial mexicano. El trabajo ofrece elementos para debatir sobre la viabilidad y utilidad de aplicar un modelo de análisis en el que se dimensiona la magnitud de la entropía urbana existente en el caso de estudio, conformado por la zona urbana del municipio de Guanajuato, México. El objetivo general de este estudio es determinar matemáticamente el Índice de Entropía Urbana y el Índice de Esfuerzo del Ordenamiento Territorial, correlacionando el grado de orden/desorden, e identificar las consecuencias de estas interacciones bajo método de investigación mixta.

Palabras clave principales: ciudades medias e intermedias, entropía urbana, Guanajuato, ordenamiento territorial, planeación.

Otras palabras clave: urbanismo, sistemas urbanos, geografía cuantitativa, caos, autoorganización, neguentropía urbana.

Territorial planning in Mexican intermediate cities and urban entropy as a tool for analysis in the case of Guanajuato, Mexico.

Abstract

This research presents results that allow a complementary analysis for urban planning instruments and the urbanized territory in crisis by recognizing the reality of cities as systems of dissipative structures, measuring the existence of entropy in Mexican intermediate cities and local land use planning efforts. The complex organization of cities as a result of their growth does not correspond to the theoretical and utopian planning models that have been established in Mexican legal instruments and territorial planning systems. This work offers elements to discuss the feasibility and usefulness of applying an analysis model in which the magnitude of urban entropy existing in the case study, made up of the urban area of the municipality of Guanajuato, Mexico, is dimensioned. The general objective of this study is to mathematically determine the Urban Entropy Index and the Land Use Planning Effort Index, correlating the degree of order/disorder, and to identify the consequences of these interactions under a mixed research method.

Main keywords: medium and intermediate cities, urban entropy, Guanajuato, land use planning, planning.

Other keywords: urbanism, urban systems, quantitative geography, chaos, self-organization, urban neguentropy.

Introducción

Aspectos generales de la investigación

El trabajo versa sobre el contraste de la visión de los instrumentos de planeación local para las ciudades medias e intermedias mexicanas y la realidad que enfrentan actualmente, considerada caótica. Se conceptualiza pues, a las ciudades, bajo la Teoría General de Sistemas, como un sistema abierto disipativo, el cual tiene dinámicas internas de orden y desorden, siendo este último entendido como entropía. Se aborda con un enfoque de investigación mixto, pero dando enfoque a los elementos cuantitativos por adoptar el modelo matemático de análisis de la entropía urbana de Batty¹ y complementándolo con la percepción especializada y ciudadana de los esfuerzos del ordenamiento territorial sobre cuatro temas: políticas públicas, especialización técnica, suficiencia y administración de los recursos económicos y, acción y participación ciudadana.

Por la naturaleza de los estudios urbanos en el campo de la geografía, se abona a la discusión teórica-práctica sobre la política pública de ordenamiento territorial por las decisiones técnicas sobre los instrumentos, como sociales en el ámbito político y ciudadano. La investigación se basa en concebir a la ciudad dentro de un sistema en red de ciudades mexicanas, en que la complejidad corresponde poco con los modelos de planeación que se han establecido en los instrumentos jurídicos del país. Se utilizaron herramientas de análisis para contrastar con la actualidad urbana y descubrir a través de modelos matemáticos el índice de entropía urbana (o desorden) y el índice de esfuerzo del ordenamiento territorial, para así conocer la relación entre ellos. El aporte crítico es contrastar lo expuesto en los instrumentos de planeación territorial contra la experiencia empírica del fenómeno urbano, aportando elementos del discurso teórico del ordenamiento territorial, así como dar soporte a las herramientas cuantitativas de la geografía, mismas que permean a los estudios urbanos y espaciales de diferentes escalas.

Como parte de antecedentes en el marco internacional, el trabajo se respalda en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos para los asentamientos humanos, según lo estipulado por las Naciones Unidas. El objetivo que se aborda es el punto 11, Ciudades y Comunidades Sostenibles, específicamente en las metas 11.3, 11a y 11b, las cuales se enuncian a continuación:

¹ M. Batty, "Spatial entropy", en *Geographical Analysis*, 1974, pp. 1-31.

11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles, de los asentamientos humanos en todos los países.

11.a Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.

11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él, la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles²

Con relación a los ODS y la Nueva Agenda Urbana, se ha convertido en un derecho fundamental para los seres humanos la necesidad de vivir en entornos saludables, pues actualmente se han presentado problemas en las ciudades como fragmentación urbana, marginación, gentrificación, asentamientos irregulares en zonas de riesgo, contaminación, movilidad y accesibilidad limitada, polarización de las riquezas y oportunidades, etcétera, lo que ha generado un estrés urbano que complejiza las relaciones entre los habitantes y su entorno, dando una idea de caos en las ciudades. Dicho caos es el orden intuitivo de la naturaleza social, el cual no podemos comprender en su cabalidad por la irregularidad y multiplicidad de variables que dan resultados no exactos.

Como antecedente de las ciudades medias e intermedias de México, se ha tenido un acelerado crecimiento espacial y demográfico, lo que ha puesto en evidencia que el tiempo de su transformación no ha sido suficiente para adaptarse a los cambios que se han dado a partir del inicio del siglo XXI. Así, existe la percepción que las grandes ciudades en países en vías de desarrollo son caóticas e imposibles de descifrar, especialmente para las metrópolis. Al observarse de forma inicial las ciudades con dinámicas y procesos altamente

² Naciones Unidas, *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas, 2016, https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/the%20sustainable%20development%20goals%20report%202016_spanish.pdf

dinámicos y desordenados, se requiere una segunda mirada para dar un grado de entendimiento mayor y poder decodificar lo que entendemos como caótico.³

En resumen, este trabajo es una investigación que va más allá del análisis-síntesis de la planeación para las ciudades medias e intermedias, en el que se aporta a la crítica de la teoría de la planeación por la utilidad de los instrumentos cuantitativos que evidencien las zonas con mayor posibilidad de desorden y, por lo tanto, los lugares donde se deberá poner énfasis en la planificación para evitar el desperdicio de recursos. Una vez identificadas las zonas con mayor entropía, se pueden establecer escenarios de mejoramiento, marcar prioridades, inducir acciones y focalizar recursos económicos, entre otras aplicaciones prácticas.

Planteamiento hipotético preliminar

Los instrumentos de planeación para el ordenamiento territorial se basan en un modelo normativo rígido y tradicional, preestablecido en normas técnicas y jurídicas, sin existir una relación profunda de estudio con el grado de desorden urbano actual, entendido como entropía urbana, y, por lo tanto, tampoco para las estrategias de prospectiva; así, la aplicación constante de este modelo ha propiciado una desorganización en las ciudades. Si se analiza este fenómeno desde la perspectiva de la geografía cuantitativa, con un modelo matemático que lo estudie sobre unidades territoriales específicas y se pueda vincular con los instrumentos de planeación, será posible comprender y minimizar los efectos de la irregularidad en las ciudades medias e intermedias mexicanas para focalizar los esfuerzos de ordenamiento territorial.

El municipio de Guanajuato, México, al ser una ciudad de tamaño y funcionalidad media e intermedia, y con políticas metropolitanas, tenderá a una desorganización por su crecimiento urbano y demográfico en diferentes unidades territoriales, por lo que se puede tomar como caso específico de estudio para la investigación.

Antecedentes

La expansión urbana descontrolada y la fragmentación de la ciudad por usos de suelo especializados se ha convertido en un problema tanto social como económico que afecta principalmente a las ciudades medias, grandes y metropolitanas, donde radica más del 70%

³ Mónica Arzoz, "Caos, el orden urbano", Arquine, 8 de diciembre de 2015, [2 de febrero de 2022], <https://arquine.com/caos-el-orden-urbano/>

de la población mundial.⁴ Este fenómeno se ha debatido en foros internacionales desde la década de los setenta del siglo XX, de esta forma, en 2015 se puso sobre la mesa la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y se profundizó la imperante necesidad de una buena urbanización para el desarrollo en la conferencia de Hábitat III de la Nueva Agenda Urbana.⁵

Las ciudades mexicanas, a partir de los albores del siglo XXI, se han transformado de forma acelerada, especialmente en el centro del país, donde se concentra la mayor cantidad de ciudades medias y metropolitanas y que tienen entre sus objetivos mejorar su competitividad a nivel regional, nacional e internacional. La dinámica económica en que están insertas ha marcado una tendencia al consumo de los recursos tanto naturales como culturales sobre el medio antropizado, propiciando una regulación desalineada en el ordenamiento territorial y ecológico. Por lo antes mencionado, las ciudades necesitan mejorar el marco normativo aplicable con bases técnicas fundamentadas en la realidad, siendo los Programas de Ordenamiento Territorial y Ecológica (POTE) locales los instrumentos que deberían ser más eficaces para ordenar el territorio.

Los POTE son instrumentos jurídicos que tienen su base normativa y jurídica en las leyes federales y estatales, operando sobre reglamentos municipales. Sin embargo, los elementos jurídicos no siempre están alineados o se han rebasado, haciendo de su actualización una tarea extenuante. De esta forma, en la práctica de la planeación pública y de los organismos de la administración y vigilancia del territorio, es conveniente conjuntar los esfuerzos para focalizarlos tanto en la elaboración de los instrumentos de planeación territoriales, así como en la observación y gestión urbana sobre una coordinación tanto institucional⁶ como ciudadana.

En contraste, las ciudades mexicanas medias y metropolitanas tienen una rápida dinámica y los instrumentos de planeación no se adaptan de forma contundente con las transformaciones actuales, generando una visión global de desorganización. Sin embargo, al entender a las ciudades como entes heterogéneos, observamos que existen zonas con menor atención al ordenamiento, así, los POTE son los que tienen como fin ulterior

⁴ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, "Objetivos de Desarrollo Sostenible", Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, s/f, [3 de marzo de 2022], <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>

⁵ Naciones Unidas, "Nueva Agenda Urbana. Español", The United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development, s/f, [4 de febrero de 2022].

⁶ M. Tapia, "Los retos de la coordinación institucional para el desarrollo regional en México", en *Revista pueblos y fronteras digital*, 1(1), 1 de junio de 2016, pp. 125-146.

disminuir la entropía urbana (o desorden) del conjunto urbano a través de políticas públicas y acciones específicas, dando énfasis en espacios determinados.

La planificación de México tomó auge con la puesta en vigor de la Ley General de Asentamientos Humanos en el año de 1976, consecuencia de las reformas constitucionales a los artículos 27, 76 y 115. Desde este momento hasta la actualidad el marco jurídico se ha adaptado y se han realizado esfuerzos por transformarlo a la realidad actual, muchas veces sin éxito. En noviembre del 2016 se expidió la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano que, en conjunto con la Ley de Planeación, actualiza el marco normativo del Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD), con apoyo de las equivalentes leyes locales y reglamentos.

La aplicación de las políticas de ordenamiento territorial es compleja y múltiples problemas dificultan alcanzar los objetivos mencionados, como lo es la reciente atención a esta necesidad en nuestro país y el proceso de ocupación territorial actual, que propicia el crecimiento económico acelerado pese al desequilibrio ambiental, social y territorial por los cambios de usos de suelo.⁷

El ejercicio práctico del SNPD, así como la evaluación de sus instrumentos y la administración del ordenamiento o desarrollo territorial, han entregado resultados por debajo de lo esperado, por lo que es necesario preguntarse si es eficiente este sistema y, sobre todo, si el SNPD logrará llevar a cabo los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los planteamientos de la Nueva Agenda Urbana en las ciudades mexicanas.

El ordenamiento territorial y urbano a nivel local urbano en Latinoamérica es una política que se ha llevado a cabo con pocos recursos económicos y humanos especializados, además se ha relegado en muchas ocasiones a un mero requisito legal y administrativo para los gobiernos locales, obteniendo una planificación y administración del territorio poco eficiente.⁸ Los recursos financieros destinados para este fin están por debajo del 8% de la inversión económica por año en los municipios con más representatividad, tales como

⁷ M. T. Sánchez, G. Bocco y J. M. Casado, "La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica. Reflexiones sobre sus avances y retos a futuro" en M. T. Sánchez Salazar, G. Bocco Verdinelli y J. M. Casado Izquierdo, *La política de ordenamiento territorial en México* México, D.F., UNAM, 2013, pp. 19-44.

⁸ D. García García, "Ordenamiento territorial y descentralización: competencias, recursos y perspectivas", en revista *Papel Político*, 13(2), julio-diciembre 2008, pp. 473-489. La base del argumento es para el caso de Colombia, sobre el artículo de García, sin embargo, se retoman las similitudes para confirmar esta aseveración para México.

zonas metropolitanas o capitales⁹; el resto de los municipios se apoyan con los gobiernos estatales o realizan una planeación limitada. De esta forma, se han constatado las limitaciones de la planeación desde su conceptualización hasta su seguimiento, tanto por las restricciones técnicas-económicas como por esperar reordenar los nuevos patrones morfológicos en estándares tradicionales o determinar en la planeación los movimientos y dinámicas económicas del suelo.

El ordenamiento territorial poco a poco ha tomado fuerza legal en nuestro país a través de una nueva institucionalidad, entendiéndose desde dos concepciones de la planeación: la que tiene por objeto regular las transformaciones y la que incide sobre los procesos de desarrollo económico y social sobre el territorio; siendo que uno de los principales problemas jurídicos es el de las atribuciones y capacidades municipales.¹⁰

Sobre lo anterior, se indica que los instrumentos reconocidos por su acción normativa son los POTE; cuya elaboración debe tener el rigor científico para su formulación, medición y evaluación, especialmente los municipales o locales. Estos instrumentos tienen en su inicio la etapa científico-técnica del análisis territorial para establecer las fases de caracterización y diagnóstico, seguido de la etapa técnico-política en que se realiza una prospectiva y la formulación del programa.¹¹

Font resume con claridad la crisis del planeamiento sobre las urbes en la actualidad, que articula los supuestos presentados:

Todo indica que estamos en una nueva etapa del proceso de urbanización en el que han aparecido nuevas lógicas en la localización de los usos y las actividades urbanas. Se están produciendo nuevas dinámicas en los procesos de crecimiento y en el sentido e intensidad de los flujos relacionales, así como en los comportamientos y estilos de vida de los usuarios del territorio. Estamos ante un conjunto de transformaciones que ponen de manifiesto la emergencia de una nueva forma de ciudad que pierde sus caracteres físicos, funcionales y sociales tradicionales y que se resiste a su codificación y ordenación.

⁹ Porcentaje calculado a partir de los recursos presupuestados y ejercidos de origen federal, estatal y municipales de las zonas metropolitanas y capital del Estado de Guanajuato del 2006 al 2015. A. Arredondo Pérez, *El capital social en los municipios exteriores de las zonas metropolitanas en el estado de Guanajuato. El caso de Silao de 2000 al 2015*. Zapopan, Jalisco, Universidad de Guadalajara, 2017.

¹⁰ A. Azuela, "El ordenamiento territorial en la legislación mexicana" En M. Sánchez Salazar, G. Bocco Verdinelli, & C. I. J., *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica* México, UNAM, IGg, CIGA, SEMARNAT, INECC, 2013, pp. 47-77.

¹¹ M. T. Sánchez Salazar y J. L. Palacio Prieto, "La experiencia mexicana en la elaboración de los Programas Estatales de Ordenamiento Territorial", en *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 2004, pp. 75-97.

[...] En definitiva, nuevas condiciones estructurales afectan hoy al crecimiento urbano, a los comportamientos sociales y a las capacidades del sector público, que no son ajenas en absoluto a la crisis del planeamiento urbanístico, y que desde la ideología neoliberal se utilizan para proclamar la desregulación y reclamar al mercado como verdadero mecanismo ordenador. Sin embargo, la experiencia nos demuestra también la incapacidad estructural del mercado para fomentar un crecimiento sostenible y dar respuestas a la existencia de usos débiles en el territorio (vivienda social, sanidad, educación, cultura, ocio, transporte público, etcétera), y al aumento de la desigualdad y la marginación social.

Además, la presencia en la ocupación territorial de asentamientos de carácter disperso por todo el territorio o polarizados sobre las principales infraestructuras viarias y nodos de intercambio, característicos de la estructura espacial discontinua de la ciudad actual, es la expresión de la existencia de procesos transversales en el crecimiento urbano. Estos procesos tienen poco o nada que ver con la tradicional lógica endógena en el crecimiento y la ordenación municipal, y nos sitúan ante la paradoja de un territorio profusamente ordenado desde la suma de los planes municipales, pero que resulta anárquico o desordenado desde las perspectivas de un consumo racional del suelo, de una estructura funcional eficiente, de un paisaje adecuado y de una justicia social territorial.¹²

En general, la planificación urbana contrasta la racionalidad instrumental y la dialéctica del imaginario social,¹³ estas dos perspectivas inicialmente parecen puntos de vista sin una convergencia particular, sin embargo, se propone volver a integrar en la planificación estratégica al sujeto habitante a través de su experiencia de cómo vive el lugar. Es importante vincular ambas perspectivas para humanizar la disciplina de ordenamiento territorial y sus productos, pues se ha desligado este objetivo en la generalidad institucional, económica, política y legal.

Las periferias de las ciudades son las más susceptibles para la especulación, crecimiento desordenado y falta de vigilancia, sobre todo si consideramos el desvanecimiento de sus límites, propiciando que estas zonas tengan una anarquía respecto al resto del entramado urbano.¹⁴ García indica que las percepciones de dinámicas sociales (en ese caso de violencia e inseguridad) afectan las visiones y usos del espacio urbano por parte de los ciudadanos, especialmente en las periferias, pues se concibe el espacio diferente en las zonas centrales a los bordes urbanos, y esto es un punto importante a considerarse en los procesos de planificación ya que pueden potenciar o reducir estos hechos urbano-sociales.¹⁵

¹² A. Font, "Planeamiento urbanístico. De la controversia a la renovación" en A. Font Arellano, *Territorios urbanos. Memoria de una búsqueda apasionada*, Barcelona, España, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), 2015, pp. 93-94.

¹³ E. Batista, "Planificación urbana posible, imaginario, existencia y cultura", en *Tempo Social, revista de sociologia da USP*, 33(1), abril 2021, pp. 91-120.

¹⁴ S. J. Bazant, "Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana", en *Espacio Abierto*, 19(3), julio-septiembre 2010, pp. 475-503.

¹⁵ N. García Cervantes, *The everyday effects of urban planning: exploring perceptions of violence, insecurity and urban space in two mexican cities*. Manchester: University of Manchester, 2017.

Con base en lo anterior, se infiere que los POTE en México pueden ser fácilmente rebasados por la realidad, pues al existir una rápida urbanización con otros modelos urbanos se percibe como desorganizada, y los nuevos patrones de crecimiento no corresponden con las medidas tomadas en los instrumentos para mitigar su aparentemente caótico desarrollo. Los patrones de crecimiento urbano que se han generado en las ciudades mexicanas son causa de múltiples factores críticos y están propiciando megaciudades, también fomentados por el incentivo económico metropolitano. Al considerarse como ciudades caóticas y desordenadas, requieren nuevos sistemas de planeación y gestión a corto plazo, para lo que de forma inicial se podría conocer como una urbe con entropía.

Se resume lo expuesto anteriormente en que los lotes baldíos en suelo urbanizado son las zonas con mayor susceptibilidad para la especulación, especialmente en las periferias urbanas en que el costo del suelo es menor y se puede aprovechar la plusvalía. Por el crecimiento desordenado y falta de vigilancia, sobre todo si consideramos el desvanecimiento de los límites de las ciudades, se propicia que estas zonas crezcan de forma anárquica, dificultando la vigilancia según lo preestablecido por los POTE (que son instrumentos técnicos que consideran poco las condiciones económicas y políticas) y, por lo tanto, se encarecen los servicios por el costo de introducción de nueva infraestructura. Este desorden territorial es lo que se entenderá como una alta entropía urbana, ver Figura 1.

Figura 1. Interrelaciones de las variables para la conceptualización de la entropía urbana



Fuente: Elaboración propia, 2019.

En resumen, existe una dificultad de correspondencia según lo preestablecido por los POTE y la realidad vigente, siendo que existen estructuras institucionales y mecanismos básicos para vincularlos, lo que deviene en una percepción de desorden, es lo que se entenderá como la entropía urbana. Siendo de esta manera, existe un espacio de oportunidad para mejorar los instrumentos de planeación local. Por lo tanto, se deben explorar mecanismos mixtos que nos ayuden a medir el caos para comprender el fenómeno, para poder estar en capacidad de hacer propuestas.

Preguntas de investigación

Pregunta general:

¿Cuál es la relación entre los modelos de planeación territorial con la desorganización urbana actual y cómo esta interacción puede incidir en los instrumentos de ordenamiento territorial para minimizar los efectos de desorden en las ciudades medias e intermedias mexicanas?

Preguntas particulares:

1. ¿Cómo se puede inducir un análisis cualitativo-cuantitativo para la medición de la desorganización urbana (entropía) en el marco político, normativo y técnico actual de los modelos de planeación territorial local en México?
2. ¿Cuál es la entropía para la zona urbana de Guanajuato? ¿Cuál es nivel de esfuerzo para el ordenamiento territorial de Guanajuato?
3. ¿Cuál es la relación de la entropía urbana y el ordenamiento territorial sobre un estudio de un modelo matemático en la ciudad de Guanajuato, vinculado a los instrumentos de planeación de ordenamiento territorial?

Objetivos

Objetivo general:

- Determinar la relación entre el modelo normativo de planeación para el ordenamiento con la actual desorganización urbana, elaborando una revisión teórica, crítica y propuesta metodológica de análisis sobre dichos instrumentos para minimizar los efectos de caos en las ciudades medias mexicanas.

Objetivos particulares:

- Analizar el marco político, normativo y técnico actual de los modelos de planeación territorial local en México para examinar las posibilidades de inducir un análisis cualitativo-cuantitativo en la medición de la desorganización urbana (entropía).
- Definir el índice de entropía y el índice de esfuerzo de ordenamiento territorial en el caso de Guanajuato como ciudad media e intermedia mexicana.
- Explicar el modelo matemático para la desorganización urbana (entropía) para la ciudad de Guanajuato, vinculado a los instrumentos de planeación de ordenamiento territorial.

Capítulo 1. Marco teórico

El capítulo se divide en cinco apartados principales en los que se desarrolla inicialmente el marco de la Teoría General de Sistemas, metateoría de la que derivan la Teoría del Caos y conceptos base de la investigación; posteriormente se particulariza en comprender a las ciudades a través de esta perspectiva general, integrando la base de las estructuras disipativas de los sistemas complejos, la entropía urbana y la neguentropía; un tercer punto la construcción de los paradigmas del ordenamiento territorial a partir del Movimiento Moderno con el funcionalismo, hasta las posturas del Posmodernismo; el cuarto punto es referente a la planeación urbana en que se señalan las perspectivas de su elaboración, los modelos planeación y el uso de los modelos matemáticos; finalmente, se expresa el posicionamiento clave de la investigación que interrelaciona la visión de la disciplina geográfica respecto al uso de instrumentos cuantitativos para la planeación.

1.1 La Teoría General de Sistemas (TGS) en el estudio

Los conceptos generales de la investigación tienen base en los estudios de los sistemas y del caos. Si bien son comprendidos los asentamientos humanos como un sistema abierto, específicamente como una estructura disipativa, se pueden adoptar las leyes y conceptos de esta materia en la realidad territorial. Estos conceptos se inscriben en el marco de la Teoría de Sistemas, de los cuales se derivan a los territoriales-urbanos; en las últimas décadas se han entendido a las ciudades y su relación con otros como un sistema urbano, e incluso como una red.¹

1.1.1 La TGS como metateoría

La TGS es una forma sistémica y científica para comprender y aproximarnos a la realidad, con una visión holística, integradora e interdisciplinaria, donde lo que importa son las relaciones de las partes. Esta visión no es directamente aplicada a alguna disciplina específica, ya que su conocimiento se ha aplicado a la química, biología, física, matemáticas, y con más fuerza en las ciencias sociales a partir de la última década del siglo XX. Los objetivos de la Teoría General de Sistemas son “a) impulsar el desarrollo de una terminología general que permita describir las características, funciones y comportamientos

¹ R. Fistola, “Urban entropy vs sustainability: a new town planning perspective”, en *The Sustainable City*, 2012, Roma, Università Politecnica delle Marche, pp. 195-204.

sistémicos; b) desarrollar un conjunto de leyes aplicables a todos estos comportamientos y, por último, c) promover una formalización (matemática) de estas leyes”.²

Para este trabajo, la TGS se toma como una metateoría, es decir, un marco teórico amplio y abstracto, tanto lógico como filosófico, en que encasilla también la disciplina de la geografía urbana, por tener reglas de valor general aplicables a cualquier sistema y escala. Aunque la principal aplicación de la TGS está orientada a las ciencias naturales ha encontrado cabida en disciplinas sociales, por la aproximación de las características entre organismos y sociedades. La pertinencia de observar con enfoque sistémico a la planificación urbana es precisamente por su naturaleza caótica y compleja que puede apoyar en descomponer los niveles de información por subsistemas que son estudiados con mayor cuidado y detenimiento.

Según Johansen, existen dos enfoques para el desarrollo de la TGS, los cuales deben tomarse más como complementarios que como opuestos. El primer enfoque es “observar el universo empírico y escoger ciertos fenómenos generales que se encuentran en las diferentes disciplinas y tratar de construir un modelo teórico que sea relevante para estos fenómenos. Este método, en vez de estudiar sistema tras sistema, considera un conjunto de todos los sistemas concebibles (en los que se manifiesta el fenómeno general en cuestión) y busca reducirlo a un conjunto de un tamaño más razonable.”³ El segundo enfoque es “ordenar los campos empíricos en una jerarquía de acuerdo con la complejidad de la organización de sus individuos, para tratar de desarrollar un nivel de abstracción apropiado a cada uno de ellos. Este es un enfoque más sistemático que el anterior y conduce a lo que se ha denominado ‘un sistema de sistemas’.”⁴

Con otro enfoque, en el siglo XX, se tomaron dos modelos teóricos del universo: el primero es la teoría determinista (el universo está regido por leyes en la naturaleza, sin lugar al azar) y el segundo la teoría del caos (no existen leyes eternas, ya que los sistemas evolucionan por zonas de incertidumbre)⁵. La postura determinista se basa en la forma de pensamiento llamada Mecánica Racional, en la cual el principio de causalidad es fundamental, de tal forma postula que “el determinismo gobierna el Universo y la evolución observada es, en

² M. Arnold y F. Osorio, “Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas”, en *Cinta Moebio* (3), 1998, [02 de junio de 2019], www.moebio.uchile.cl/03/frprinci.html

³ O. Johansen, *Introducción a la Teoría General de Sistemas*, México, Grupo Noriega Editores, 1993, p. 25.

⁴ *Ibid.*, p. 27.

⁵ P. Cazau, “La teoría del caos”, en página web *Antroposmoderno*, 10 de septiembre de 2002, [31 de mayo de 2019], https://www.antroposmoderno.com/antro-articulo.php?id_articulo=152

cierta forma, reversible si se dispone de los medios técnicos para conseguirlo"⁶; la postura de la teoría del caos plantea que la realidad dependen de un enorme conjunto de circunstancias, en algunos casos desconocidas o inciertas, por lo que no se puede comportar estrictamente de forma mecanicista. En esta última se han desarrollado conceptos, entre otros como lo son las estructuras disipativas, la entropía y la neguentropía, interesantes para este estudio por la dinámica que se presenta en las urbes ya que son sistemas complejos con múltiples interacciones caóticas, dados principalmente por la sociedad que habita el asentamiento.

Los estudios y fenómenos del caos han tomado fuerza en las últimas décadas por su naturaleza y las tendencias actuales del pensamiento, señalado en un estadio posmodernista, es decir, en el que se cuestionan las bases dogmáticas del conocimiento tal como se ha aceptado, incluso deconstruyendo el entendimiento de la realidad. Así, el estudio del caos implica el re entendimiento de las leyes de la naturaleza, incluyendo el indeterminismo y la asimetría del tiempo⁷, elementos fundamentales para los conceptos de la Teoría del Caos.

En general, es valioso el apoyo de la TGS en los estudios de la geografía y urbanos, sus conceptos se han abordado desde 1970 en la disciplina, no solo en lo estructural y funcional, sino por su naturaleza fractal⁸. El enfoque sistémico permite exponer la complejidad de los territorios y de los fenómenos, así, en últimas décadas la postura ha tomado más fuerza para integrar cada vez más variables de estudio y continuar comprendiendo la realidad integral, apoyados por herramientas computacionales de información geográfica y de procesamiento estadístico.

1.1.2 Las Teorías del Caos

La TGS estudia diversos tipos de sistemas: estables, los inestables y caóticos. Para profundizar en estos últimos sistemas, entenderemos a la llamada Teoría del Caos como la rama de ciencias que trata ciertos tipos de sistemas complejos y sistemas dinámicos no lineales muy sensibles a las variaciones en las condiciones iniciales. Como se dijo, la Teoría del Caos se aleja de una visión mecanicista que ha predominado en nuestro pensamiento, pues los fenómenos no se pueden entender solo por sus relaciones causales, sino que se

⁶ A. Sarabia, *La Teoría General de Sistemas*, Ed. Isdefe, 1995, P.33

⁷ I. Prigogine, *El fin de las certidumbres*, Ed. Andrés Bello, 1997, pp. 9-10

⁸ La geometría fractal es parte de la Teoría del Caos, que son estructuras de sistemas abiertos que guardan relación de auto semejanza en todas las escalas. Se pueden encontrar ejemplos claros en la naturaleza, siendo un ejemplo el sistema solar con el atómico.

requieren de modelos que permitan explicar el comportamiento dinámico del sistema, especialmente cuando son complejos⁹.

El caos anteriormente se comprendía como el desorden, la confusión y la incertidumbre, sin embargo, los estudios en este campo nos han dado luz para abordar de forma matemática y mecánica los nuevos patrones que la naturaleza y la sociedad siguen; para otros, se considera desde la perspectiva de la “no información” o como el estado final de simplificación de sus elementos. En este punto es conveniente aclarar que los conceptos de complejidad y caos no son sinónimos, el primero se debe entender como “algo difícil de resolver, que implica un reto afrontarlo” mientras que el caos es “algo imposible de entender por la dinámica de variables que participan en la situación”¹⁰. En el caos se presenta un principio de incertidumbre, en la cual no es posible conocer una realidad con infinitas variables y dinámicas cambiantes constantemente, como lo son la toma de decisiones sociales y políticas en el ámbito urbano. Así, para entender un fenómeno con estas características, se toman las principales variables y se acepta que no es posible reproducir integralmente sus resultados y menos prever un resultado futuro con un escenario.

Primero se debe comprender el concepto de complejidad, Campbell¹¹ menciona algunas características, como que se encuentra en sistemas naturales y los diseñados por la humanidad; no importa la escala del sistema, pueden ser grandes o pequeños, al igual que su forma, es indiferente para que el sistema sea complejo; son dinámicos, no se encuentran en equilibrio y tienen procesos irreversibles; y que en los sistemas que son complejos, las partes están conectadas entre ellas y se afectan una a otra de manera sinérgica. Se destacan cuatro puntos del mismo autor, que dicen que: como una regla, entre más grande es el número de partes del sistema, existe mayor probabilidad de ocurrencia de la complejidad; los sistemas complejos son abiertos, en el sentido de que intercambian materia, energía e información con su medio ambiente; que puede ocurrir en sistemas disipadores o conservadores de energía; y que muchos sistemas complejos no son bien comprendidos, corriendo el riesgo de simplificarlo de más en los análisis y estudios.

Ahora bien, sobre el caos, Prigogine¹² expone que es una disciplina científica que estudia la comprensión de la complejidad, fuera de la visión determinista del mundo, ya que es

⁹ A. Cornejo Álvarez, *Complejidad y caos: Guía para la administración del siglo XXI*, 2004, p. 82-83

¹⁰ *Ibidem.*, p. 81

¹¹ Citado en Cornejo Álvarez, *op.cit.*, p. 33-34

¹² Ilya Prigogine fue un físico, químico, sistémico y catedrático ruso que en 1967 abonó a la construcción de la Teoría del Caos, sobre el innovador concepto de estructura disipativa, y que, años después lo llevó a obtener el Premio Nobel de Química en 1977 por sus investigaciones en el tema.

imprevisible por naturaleza, y que, para poder prever su comportamiento, sería necesaria una cantidad infinita de información ¹³. El caos tiene propiedades que los Prigogine señala como parte de los sistemas abiertos, así, el caos se puede considerar como irreductible, irreversible, imprevisible e inestable¹⁴. Estas características se atañen a los sistemas que se consideran caóticos y naturales, por ende, el caos es parte de la naturaleza y de la sociedad, tal cual son las ciudades.

Los sistemas dinámicos son caóticos cuando presentan la propiedad de la irreductibilidad, por la gran cantidad de información de sus variables, por lo que no puede simplificarse sin perder elementos que puedan modificar su comportamiento; a decir de Prigogine, se toma esta como la definición misma del caos¹⁵. Sobre la irreversibilidad, se hace referencia a los sistemas naturales en los que se observa el caos, en los cuales se hace evidente una flecha del tiempo que avanza y no retrocede, es decir, se contrapone con la postura determinista y mecanicista de comportamiento de los sistemas, en los que, existiendo los recursos necesarios, se podría revertir un proceso. El ser imprevisible se liga a la irreductibilidad, pues la cantidad indeterminada de variables implica aún mayor cantidad de interacciones entre sus elementos y por lo tanto no tendrá un comportamiento predefinido, con esto no se significa que no se puede realizar una prospectiva confiable, sino que es menor probable conocer su futuro de forma definitiva. La inestabilidad es el punto de partida para una nueva formulación de la dinámica, ya que un sistema en caos llega a un punto de bifurcación en que puede morir o complejizarse más, incorporando nuevas probabilidades e inestabilidades.

A modo de resumen por las propiedades en sus sistemas, se afirma que del universo como ente caótico o como cualquier otro sistema dinámico inestable, emergen el orden y desorden a la vez¹⁶. Así, la Teoría del Caos abona a repensar la realidad a través de su filosofía a la vez que explora un nuevo orden de leyes que puedan regir lo macroscópico y lo subatómico, tal cual debemos hacerlo para nuestros objetos de estudio, las ciudades que generan caos y orden al mismo tiempo. Prigogine condensa estas ideas y las lleva a un nivel máximo de comprensión de todo lo existente en la naturaleza:

El caos tiene dos funciones esenciales: la unificación de las descripciones microscópicas y macroscópicas de la naturaleza; y la formulación de una teoría cuántica directamente basada

¹³ P. Cazau, *op. cit.*

¹⁴ I. Prigogine, *Las Leyes del Caos*, Ciudad de México, Booket, 2017. pp.14-16, 71-74

¹⁵ *Ibidem.*, p. 71

¹⁶ *Ibidem.*, p. 108

en la noción de probabilidad, que evita el dualismo de la teoría cuántica ortodoxa; pero en un sentido más amplio esto nos lleva a cambiar lo que se conoce por “leyes de la naturaleza”.¹⁷

Sobre lo expuesto, la complejidad y el caos en los sistemas abiertos son inevitables especialmente cuando tienen la característica de disipar su energía o interactuar con su entorno, pues no podemos conocer toda la información o variables que intervienen en su comportamiento, tanto por las limitantes de conocimiento como las propias como estudiosos científicos o humanos. Se afirma pues, que las estructuras de los sistemas estudiados pueden ser caóticas y complejas o complejas, pero no necesariamente caóticas.

1.1.3 Tipos de sistemas y sus características

Inicialmente es necesario entender lo que es un sistema, de forma básica y genérica, es un conjunto organizado de elementos (partes) interactuantes e interdependientes¹⁸, que se relacionan formando un todo complejo, por lo que, si se eliminan partes, perderá su significancia unitaria. Sobre ello, se vislumbra la irreductibilidad del conjunto, que para ser estudiado a detalle y sobre nuestros alcances, se formulan subsistemas, que son divisiones temáticas o espaciales, según los intereses del investigador; es de aclarar que, aunque exista oposición entre los enfoques analíticos y sistémicos en los estudios de los conjuntos, Flórez y Thomas¹⁹ señalan que deben verse en ellos una complementariedad.

El principal interés de la investigación sobre los sistemas y subsistemas no son solo sus elementos físicos, sino las dinámicas que se generan entre ellos, agrupando estas interacciones como entradas, procesos y salidas. Los procesos que se llevan en ellos se refieren al flujo de energía o información para “alimentarse” y poder subsistir o evolucionar, tal es el caso de lo que pasa en las células, que requieren azúcares que son transformados en energía por las mitocondrias y expulsan esta energía para ser gastada por el organismo vivo. Existen muchos otros principios y procesos funcionales, como los siguientes conceptos: flujos, compuertas o llaves, discontinuidades, retroalimentación, entropía - neguentropía, homeóstasis y umbrales²⁰, de los cuales para propósitos de este reporte no se ahonda en su comprensión, pero se contextualizan de forma simple, a excepción del tema central de entropía – neguentropía, que deriva en los estudios espaciales.

¹⁷ *Ibidem.*, p. 109

¹⁸ O. Johansen, *op.cit.* p. 56

¹⁹ A. Flórez y J. Thomas, “La Teoría General de Sistemas”, en *Cuadernos de Geografía* (1-2), Vol. IV, 1993, [14 de noviembre de 2022], <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/70711/64920>, p.119

²⁰ *Ibidem.*, p.127

Aunque existen múltiples criterios de división para clasificar los sistemas, en Arnold y Osorio²¹, así como en Flórez y Thomas²², se han agrupado de la siguiente forma:

- a) Según su entidad los sistemas pueden ser agrupados en reales, ideales y modelos.
- b) Con relación a su origen los sistemas pueden ser naturales o artificiales.
- c) Según la materialidad del objeto de estudio, pudiendo ser físicos y abstractos.
- d) Según su comportamiento, como deterministas y probabilistas.
- e) Según su gobierno: gobernados por agentes externos, y los autogobernados.
- f) Por su grado de complejidad, yendo de simples a complejos.
- g) Con relación al ambiente o grado de aislamiento los sistemas pueden ser cerrados o abiertos, según el tipo de intercambio que establecen con sus ambientes.

Aunque en las ciudades se aplican muchas de estas clasificaciones, para intereses del marco teórico de este trabajo, en general se ha tomado la clasificación de los sistemas cerrados y los sistemas abiertos. Desde el punto de vista de la TGS, el primero “es aquel que no hace nada en ninguna parte y carece de finalidad [...] al no intercambiar flujos con su entorno, es un sistema inactivo, aunque en su interior puedan ocurrir una serie de sucesos”²³, es decir, que desde el punto de vista del observador externo es un elemento estático que su evolución resulta en un estado máximo de uniformidad. La definición de un sistema abierto es de “un sistema que intercambia flujos de energía, materia o información con su entorno. Su evolución no está pues predeterminada y el crecimiento de su entropía puede ser interrumpido, de forma que su variedad no sólo puede no decrecer, sino que incluso puede aumentar”²⁴. A diferencia del primero, este no es abstracto, pues si se lleva a una reflexión, el único sistema cerrado sería el del gran universo. Los sistemas abiertos son los que se encuentran en la naturaleza y son propias de los seres vivos pues el intercambio de insumos con su exterior determina su equilibrio, continuidad y viabilidad²⁵, tales como átomos, células, organismos animales y vegetales, ciudades, planetas, sistemas solares y galaxias; todos ellos tienen una dimensión espacial, sin embargo, al descomponerse en subsistemas, se pueden estudiar desde múltiples perspectivas tanto físicas como de interacciones, ejemplo de este último es por la energía, la información, el transporte, la economía, etc.

²¹ M. Arnold, *op. cit.* p. 4

²² A. Flórez, *op.cit.*, p. 125-126

²³ Sarabia, A., *op. cit.*, p.46

²⁴ *Ibid.*, p. 168

²⁵ M. Arnold, *op. cit.*, p. 4

De manera particular, un sistema abierto tiene las características específicas en el que:

Existe un intercambio de energía y de información entre el subsistema (sistema) y su medio o entorno; el intercambio es de tal naturaleza que logra mantener alguna forma de equilibrio continuo (o estado permanente); [y en el que] las relaciones con el entorno son tales que admiten cambios y adaptaciones, tales como el crecimiento en el caso de los organismos biológicos.²⁶

La TGS utiliza diversos conceptos básicos en los sistemas, entre ellos los siguientes: ambiente, atributo, circularidad, complejidad, conglomerado, elemento, energía, entropía, equifinalidad, equilibrio, estructura, frontera, homeostasis, información, organización, modelo, negentropía, relación, subsistema, variabilidad, entre otros. Estos conceptos se han utilizado principalmente en ciencias exactas o naturales y se han extendido a otras ciencias, especialmente a la que nos compete, parte de las sociales. Por esta razón, se pueden diferenciar dos dimensiones generales para abordar y estudiar los sistemas abiertos y complejos, la de las ciencias exactas y la de las sociales.

La dimensión de las ciencias exactas se refiere a aquellas en las que se aplican inicialmente estos conceptos y se utilizan desde la termodinámica, que es la parte de la física que se encarga del estudio de la relación entre el calor y el trabajo. De la termodinámica se generan tres leyes para su estudio, siendo la segunda ley²⁷ la más relevante para nuestro caso, puesto que es un principio que nos explica la línea de tiempo en la transferencia de calor e introduce la idea general de la entropía²⁸. En la dimensión de las ciencias sociales se abordan los sistemas abiertos desde la perspectiva de los temas territoriales y urbanos, de ella emanan explicaciones para los sistemas de ciudades, las políticas urbanas y la disciplina del ordenamiento territorial.

Sobre los componentes de los sistemas, se presentan los principales conceptos que se utilizan en el trabajo, siendo estos: las estructuras disipativas, dinámicas de entropía, neguentropía y modelos. Del primer concepto se ahonda en el siguiente apartado, pero a manera introductoria, se cita a Prigogine, quien menciona sobre los sistemas abiertos complejos su dinámica de intercambio de energía, insumos o información que “uno de los aspectos más espectaculares de este nuevo comportamiento es la formación de estructuras

²⁶ O. Johansen, *op.cit.*, p. 67-68

²⁷ E. Obert y R. Young, *Elementos de Termodinámica y Transmisión de Calor*, Compañía Editorial Continental, 1965, p. 135

²⁸ El segundo principio de la Termodinámica es sobre la degradación de la energía: “La energía disponible de un sistema aislado disminuye en todos los procesos reales (y es conservada en los procesos reversibles)” [*Ibidem*], introduciendo el concepto de entropía, la cual aumenta en todos los procesos reales. Al tomar como objeto de estudio a los sistemas abiertos disipativos, se entiende como un sistema en el cual tenderá a aumentar constantemente su entropía.

de no equilibrio que sólo existen mientras el sistema disipa energía y permanece en interacción con el mundo exterior”²⁹. Estas estructuras son la base de la analogía con las ciudades, que contienen elementos vinculantes en su interior con el exterior y que no pueden funcionar si están aisladas.

Los conceptos fundamentales que son necesario abordar son la entropía y la neguentropía. El primero es la máxima probabilidad de los sistemas a su progresiva desorganización y, finalmente, su homogeneización con el ambiente³⁰. Se suele identificar con una medida del desorden a nivel molecular para las ciencias naturales, especialmente la física o química. Se puede entender el concepto desde dos puntos de vista, la entropía configuracional y una térmica³¹, a explicar a continuación. Sobre la primera, es la información del sistema, por lo tanto, cuando aumenta la entropía hay pérdida de información, por la propiedad de imprevisibilidad de un entorno caótico; pues resulta ser la “imposibilidad de conocer de modo preciso el estado mecánico de un sistema de partículas”³². Sobre el punto de vista térmico, es la pérdida o degradación de energía en el ambiente, resultando en una pérdida eficiente del trabajo. La pérdida de energía de las partículas o elementos del sistema derivan en la desorganización inicial y lo transforman en otro. La derivación de la Entropía Urbana o Espacial se desarrolla en el siguiente capítulo, sobre la instrumentación en un modelo matemático.

En algunos sistemas se presentan fuerzas que contrarrestan los efectos desorganizadores, esta es la neguentropía, esta es temporal y de evolución constante, sin presencia de rupturas bruscas, hasta llegar a un punto de equilibrio (homeostasis) en el que el sistema trabaja de manera más compleja; cuando se impone la medida de la entropía contra la neguentropía, el sistema cede y se extingue (dando nacimiento a otro sistema)³³. Los sistemas que conservan estos estados de organización son altamente improbables, pues se requiere gran cantidad de energía o información para mantenerse ordenados, dando también niveles más altos de organización-complejidad. Es pues, que para que la neguentropía tenga altos niveles, se requiere gran cantidad de energía que toma del ambiente para mantenerse y sobrevivir en máximo tiempo posible; es de aclarar que los procesos por los que pasa el sistema no son reversibles e invariablemente el sistema termina cediendo a la entropía. El ejemplo más claro e improbable que se encuentra en la

²⁹ I. Prigogine, 2017, *op.cit.*, p. 27

³⁰ M. Arnold, *op.cit.*, pp. 6-7

³¹ A. Candell, J. Satoca y J.B. Soler, “Interpretación errónea del concepto de entropía (Revisión del concepto de orden)”, en *Enseñanza de las Ciencias*, 1984, p. 200

³² *Ibidem*.

³³ A. Flórez, *op. cit.*, pp. 128-129

naturaleza es el de los organismos vivos, pues a través del tiempo, han evolucionado para poder encontrarse en el plano físico. En una escala mayor y objeto de estudio, los asentamientos humanos son también resultado de este orden que producen las partículas que lo conforman, que son sus habitantes.

1.1.4 Sistemas complejos y estructuras disipativas

Los conceptos generales de este trabajo son parte de los sistemas complejos territoriales-urbanos; en las últimas décadas se han entendido a las ciudades y su relación con otros como un sistema urbano,³⁴ e incluso como una red de apoyo para cumplir funciones principalmente económicas.³⁵ Por ello, se retoma en este punto el concepto de una estructura disipativa, concepto que fue publicado en *Non Equilibrium Thermodynamics Variational Techniques and Stability* en 1966³⁶ por Prigogine y las define como:

elementos o sistemas que necesitan disipar e intercambiar materia o energía con el medio para sobrevivir, porque es de esa manera como se desarrollan. Prigogine identificó la entropía, que hasta entonces tenía una connotación de equilibrio en el área de la termodinámica, como un estado caótico que puede estar en equilibrio o no.³⁷

Es de aclarar que las ciudades, como estructuras disipativas, se pueden transformar en otras de gran complejidad y evolucionar de forma auto organizada, al igual que los sistemas biológicos vivos. Así, de vez en cuando en el sistema se disrumpe la estructura previa, ocasión en la cual aparece un *punto de bifurcación*, es decir, el camino que no puede ser pronosticado y que, en términos generales, termina en transformación o colapso del sistema.³⁸ Este punto adquiere un carácter probabilista para la predicción del comportamiento del sistema urbano. El punto de bifurcación puede ser decisiones sociales, políticas, económicas o técnicas.

En retrospectiva, los asentamientos humanos crecen, se complejizan en su territorio y tienden a un grado de desorden más rápido que las acciones que se esperan para corregir o prever su orden, según lo esperado por la política de ordenamiento territorial con los instrumentos de planeación. Así, se pueden estudiar a las ciudades como estructuras de “no

³⁴ R. Fistola, *op. cit.*

³⁵ C. Garrocho Rangel, *Estructura funcional de la red de ciudades de México*, Estado de México, El Colegio Mexiquense A.C., 2012, pp. 99-100.

³⁶ I. Prigogine, *Nonequilibrium Thermodynamics, Variational Techniques and Stability*, The University of Chicago Press, 1966

³⁷ M. Lacasta, “Estructuras disipativas”, en página web *Axonométrica* 14 de Octubre de 2013, [31 de mayo de 2019], <https://axonometrica.wordpress.com/2013/10/14/estructuras-disipativas/>

³⁸ T. Rodríguez, “Definición de Estructuras Disipativas”, en página web *Scribd*, 12 de Julio de 2014, [22 de febrero de 2019], <https://es.scribd.com/doc/233604854/Definicion-de-Estructuras-Disipativas>

equilibrio”³⁹ como parte de las leyes que estudian el caos en los sistemas. En la línea de investigación de Prigogine, se han publicado en décadas anteriores investigaciones y trabajos sobre estructuras disipativas y autoorganización en ciencias físicas y sociales;⁴⁰ en una de las compilaciones, Allen⁴¹ nos menciona que estas estructuras en entornos macroscópicos pueden obedecer a leyes tanto deterministas como estocásticas (de probabilidad constante), y su descripción asimila tanto lo cualitativo como lo cuantitativo, por lo que la autoorganización de las ciudades, pueden responder a un patrón de elementos físicos, sociales, económicos e históricos, pero sobre patrones estables para poder proyectar un comportamiento. Sin embargo, teniendo en cuenta la dimensión colectiva de las acciones individuales, al tomar decisiones interdependientes, puede llevar esta organización en una dirección completamente inesperada, implicando cambios cualitativos en el sistema, idea profundizada por Allen en *Ciudades y Regiones como Sistemas de Modelos Autoorganizados de Complejidad*.⁴²

Portugali inicia en el campo del análisis de las ciudades y confirma la complejidad urbana introduciendo la idea de la autoorganización de los sistemas de ciudades.⁴³ Posteriormente hace un análisis de los conceptos de las estructuras disipativas en el campo espacial, analizando las dinámicas urbanas y relacionándolas en lo que llama “teorías de la complejidad de las ciudades” (CTC, por sus siglas en inglés de *Complexity Theories of the City*) a través de su configuración por diferentes procesos, tanto cuantitativos como cualitativos.⁴⁴ En este libro se hacen consideraciones críticas de la complejidad urbana y la planeación, pues el autor critica los modelos de CTC porque no son capaces de manejar problemas cualitativos cruciales, que son importantes para comprender el crecimiento y el desarrollo de las ciudades urbanas. Tiempo después, Portugali, Meyer, Stolk, y Tan abonan a estas ideas y sostienen que las ciudades modifican sus patrones de crecimiento, que son cambiantes con el tiempo y, por lo tanto, cualquier intento de controlar su morfología debe ser dinámico sin limitar los cambios que ocurren en determinado momento.⁴⁵

³⁹ I. Prigogine, 2017, *op.cit.*

⁴⁰ W.C. Schieve y P.M. Allen, *Self-Organization and Dissipative Structures, Applications in the Physical and Social Sciences*, Austin, University of Texas Press, 1982.

⁴¹ P.M. Allen, “Self-Organization in the Urban System”, en *Íbidem*.

⁴² *Ídem.*, *Cities and Regions as Self-Organizing Systems Models of Complexity*, Cranfield, Taylor & Francis Group, 2005.

⁴³ J. Portugali, *Self-Organization and the City*, Tel Aviv, Springer, 2000.

⁴⁴ *Ídem.*, *Complexity, Cognition and the City*, Tel Aviv, Springer, 2011.

⁴⁵ *Ídem.*, *et.al.*, *Complexity Theories of Cities Have Come of Age. An overview with implications to urban planning and design*, Tel Aviv, Springer, 2012.

1.2 Las ciudades como sistemas

Las ciudades son organismos, en las que existe un número inimaginable de dinámicas no solo entre sus habitantes, sino también con el territorio, cambiando y surgiendo a lo largo del tiempo, al tener cada vez más componentes, tiende a hacerse más compleja y necesita más recursos para sostenerse y controlarla. Una ciudad es una analogía de una estructura disipativa, una estructura que convive de forma activa con su entorno, en la que la propia estructura interna es distinta del campo y ruralidad que la rodea; al marcar una diferencia entre la propia ciudad y lo colindante (lo rural), si se suprimiera esta relación, la urbe moriría⁴⁶

Es de aclarar que “no es el tamaño de la organización una característica definitiva para considerarla compleja”⁴⁷, refiriendo también al tamaño de los asentamientos humanos en el Sistema Urbano Nacional, el cual está diferenciado por las principales urbes metropolitanas que señalan su interconexión y funcionalidad. A una escala menor, en un ámbito nacional, las ciudades y zonas metropolitanas siguen siendo los núcleos centrales de interés, pero la escala permite observar otros asentamientos que no figuran en lo internacional y que la política de cada país señala como estructurantes y como parte de su sistema en red, que muchas veces son meras estructuras que tienen una relación jerárquica por funcionalidad o competitividad.

Es en este punto es que se entiende a los sistemas urbanos como sistemas en red, donde no solo las ciudades globales o metropolitanas juegan un papel esencial, sino que lo hacen el gran conjunto de ciudades medias, de gran relevancia para el entorno europeo y estadounidense; para ello, las redes de infraestructura vial o de accesibilidad son las que crean las sinergias económicas que sostiene el mercado actual y lo focaliza en estos cúmulos urbanos. Sobre el conjunto de ciudades, la región urbana es condicionada por los principios de centralidad de las ciudades y de difusión de los procesos de urbanización, para lo que el concepto de límite es fundamental y el problema de la delimitación está en el centro de su dificultad práctica. Los límites se refieren a la relación de un centro o un sistema de centros donde se produce una concentración de actividad urbana, centralidad que tiene que ver con dominio y accesibilidad.⁴⁸

⁴⁶ I. Prigogine, 2017, *op.cit.*, pp. 27-28

⁴⁷ A. Cornejo, *op.cit.*, p. 28

⁴⁸ A. Vergara y J.L. De las Rivas, *La Inteligencia del Territorio. Supercities*, España, Fundación Metrópoli, 2016, pp. 197-199.

El conjunto urbano que se ha descrito se ha entendido como una red, y esta red de ciudades se define como un conjunto de urbes que compiten entre sí en un “un entorno cooperativo, organizado funcionalmente de manera tanto jerárquica como no jerárquica a partir de vínculos (interrelaciones) de naturaleza diversa que se establecen mediante las infraestructuras de transportes y comunicaciones, lo que les genera beneficios colectivos (economías, ventajas económicas o políticas) a todos los integrantes de la red”.⁴⁹ Siendo así, las ciudades globales son las que más importancia tienen en la jerarquía y los procesos sociales y económicos de mayor relevancia se llevan a cabo en estos territorios.

Si bien las ciudades y las redes urbanas se comportan como sistemas (o subsistemas) abiertos disipativos a diferentes escalas, tienen una estructura física definida que construye y transforma día a día, producto de las infinitas relaciones y decisiones dinámicas que se gestan en su interior o en su entorno. Parte de interés de este estudio es conocer las variables y zonas en que se da la mayor cantidad de esfuerzos de organización, o de neguentropía urbana, que se dará a partir de la disciplina – política – instrumento del ordenamiento territorial. Aunque los sistemas urbanos que inciden como parte del ambiente de un asentamiento, el objeto de investigación son los centros urbanos de tamaño medio y comportamiento de intermedio entre lo rural y las metrópolis; sobre estas ciudades se hace referencia en los siguientes puntos.

1.2.1 Entropía urbana

El concepto de entropía fue propuesto en 1867 por el físico Rudolph Clausius; posteriormente en 1948, Claude Shannon le dio una interpretación estadística con la teoría de la información. Finalmente, evolucionó al campo de los estudios urbanos en 1970 con Alan Wilson en su libro *Entropy in Urban and Regional Modeling*.⁵⁰

En 1972, Henry Theil le dio un sentido más amplio a la definición de entropía de Shannon, como una medición de los dividendos y la dispersión espacial en su concepto:

El concepto de entropía en los análisis geográficos fue afinado y enriquecido por [Batty], con la definición de entropía espacial. Este concepto incorpora la variable espacial en el análisis geográfico, habilitando la optimización de la partición del área de estudio en zonas pertinentes para el análisis geográfico. Este autor define la entropía espacial como la ecuación:⁵¹

⁴⁹ C. Garrocho Rangel, *op.cit.*, p. 55.

⁵⁰ P. Cabral, *et.al.*, “Entropy in Urban Systems”, en *Entropy* (15), 2013, [29 de marzo de 2018], <http://www.mdpi.com/1099-4300/15/12/5223>, pp.5223-5236.

⁵¹ M. Batty, “Spatial entropy”, en *Geographical Analysis* 6 (1), enero de 1974, [13 de septiembre de 2018], <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1974.tb01014.x>, 1974, pp.191-31.

$$H = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} - \sum_1 p_i \ln \left(\frac{p_i}{\Delta x_i} \right)$$

Donde Δx_i es el tamaño de intervalo espacial de la zona i en el área de estudio y p_i las probabilidades del evento.⁵² [traducción propia]

Al estudiar a las ciudades como estructuras disipativas o estructuras de “no equilibrio”, como parte de las leyes que estudian el caos en los sistemas, esta tesis nos puede llevar a entender el nivel de desorden a través de la entropía; dicho concepto se retomó para la disciplina de la geografía hace más de cuarenta años y se ha especializado para realizar análisis territoriales en diversas disciplinas, como la del costo energético y el transporte por medios cuantitativos.⁵³

A partir de los años setenta del siglo XX en que se conceptualizó la entropía en el campo urbano, los actuales estudios relacionados han versado en la aplicación de los conocimientos en los campos del costo energético del transporte urbano, como lo exponen Bascuñán, Bordonos y Reyes en Santiago de Chile, o la medición de la dispersión urbana, según Li Ji Hong, *et.al.*⁵⁴ En el país se han utilizado estos aportes para el programa de ProAire en la Ciudad de México, mientras que Miguel, Maldonado, Torres y Cruz estudiaron la entropía como indicador de las desigualdades regionales en México.⁵⁵

En México se han realizado acercamientos prácticos a los estudios de la entropía visto desde la geografía. Aunque hay conocimiento de las aplicaciones de la entropía, no está documentado en la academia y existen solo breves referencias a la parte urbana. En la investigación antes citada, se analizan las regiones a través del concepto de entropía espacial, del periodo de 1950 al 2003, encontrando que puede servir como un indicador del nivel de las desigualdades regionales, la equidad, la eficiencia y la sustentabilidad alcanzados por las regiones en México; para hacer la medición, emplearon conceptos de entropía absoluta y relativa de los indicadores de desarrollo, la equidad, la eficiencia y la sostenibilidad de las regiones del país. En su propuesta utilizan la relación matemática de la entropía regional con las variables de desarrollo logrado, el bienestar, la sustentabilidad y la

⁵² P. Cabral, *et.al.*, *op. cit.*, p. 5226.

⁵³ F. Brascuñan Walker, D. Bordonos Gana y J. Reyes Fernández, “Efectos de la entropía urbana en el costo energético del transporte”, en *Urbano*, 14(23), mayo de 2011, pp. 20-27.

⁵⁴ L.J. Hong, *et.al.*, “A gravity-spatial entropy model for the measurement of urban sprawl”, en *Earth Sciences*, 59(1), 23 de noviembre de 2015, pp. 207-213.

⁵⁵ A. E. Miguel Velasco, P. Maldonado Cruz, J.C. Torres Vadéz y M. Cruz Atayde, “La entropía como indicador de las desigualdades regionales en México”, en *Economía, sociedad y territorio*, 8(27), mayo-agosto 2008, [12 de diciembre de 2018], http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212008000200006&lng=es&tlng=es, pp. 693-719.

entropía regional del proceso (absoluta y relativa). Entre sus hallazgos más importante está la medición de las regiones para establecer parámetros y dar propuestas de la calidad del desarrollo.⁵⁶ En el análisis que plantean para el programa ProAire⁵⁷ 2011-2020 de la Ciudad de México, se definieron cuatro índices de entropía: población, empleo, densidad de población y densidad de empleo; para ello se utilizó la fórmula de entropía de Shannon. Es una propuesta práctica y aplicable para el sector del medio ambiente que toma la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México.⁵⁸

1.2.2 Autoorganización en sistemas urbanos

Los sistemas complejos tienen un componente organizativo interno para su funcionamiento. En Cornejo (2004) se reflexiona sobre los manuales de procedimientos que tienen las organizaciones, con el fin de tener un correcto funcionamiento y sirven para regular el comportamiento de sus dinámicas, así que pregunta si “¿alguna vez has visto el manual de operación de una gran ciudad? [...] ¿no verdad? Entonces los sistemas no requieren de reglas formales para funcionar... por lo tanto se cuidan solos”⁵⁹. La tendencia de orden del sistema es dada por la neguentropía, misma que es equiparable a la *autoorganización* de Haken y Portugali,⁶⁰ como parte de los sistemas de información, en que los componentes generan patrones, estructuras o funciones, ellos se centran en la relación entre la organización y la información que da lugar a procesos cognitivos.

Actualmente el ordenamiento urbano territorial, entendido como una política, se ha alimentado de la disciplina de la geografía para establecer parámetros de equilibrio social, económico y de accesibilidad dentro de los territorios.⁶¹ Sus instrumentos principales son los POTE y, de acuerdo con los autores Cabrales⁶² y Troitiño⁶³, son herramientas, que sin ser

⁵⁶ *Ibid.*

⁵⁷ El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (*ProAire*) es un instrumento de gestión de la calidad del aire que establece medidas y acciones a corto, mediano y largo plazo, para prevenir y revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire en una región determinada o entidad federativa.

⁵⁸ Gobierno de la Ciudad de México, *Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020. Anexo 1. Índices de entropía urbana*, Secretaría del Medio Ambiente, s/f, [12 de diciembre de 2018], http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire-2011-2020-anexos/anexos/anexo01_indices_entropia_urbana.pdf

⁵⁹ A. Cornejo, *op. cit.* p. 19

⁶⁰ H. Haken y J. Portugali, “Information and Selforganization: A Unifying Information and Selforganization: A Unifying” en *Entropy*, volumen 6, número 18, 2016, pp. 2-57.

⁶¹ L. F. Cabrales, “Políticas de ordenamiento territorial en México y su evolución durante la alternancia política”, en J. Farinós, *Patrimonio y planificación territorial como instrumentos para el Desarrollo*, Valencia, Universidad de Valencia, 2015.

⁶² *Ídem.*, “Geografía y Ordenamiento Territorial”, en D. Hiernaux, & A. Lindón, *Tratado de Geografía Humana*, Barcelona, Anthopos / Universidad Autónoma Metropolitana, 2006.

las más eficaces en su aplicación por su complejidad, son con las cuales podemos organizar nuestro territorio con una visión de mediano a largo plazo. Azuela complementa estas ideas con el marco jurídico-normativo del desarrollo territorial, que es el sostén del que se apoya para su existencia y posterior aplicación.⁶⁴ Estas herramientas tienen gran cantidad de componentes técnicos que diseñan y ejecutan los especialistas del territorio, así como deben ser ejecutados por personas con perfiles similares, sin embargo, en muchos casos, estos no cumplen el requisito de la profesionalización. Lo técnico está íntimamente ligado a decisiones sociopolíticas, respaldado con la variable económica para poder ejecutar el orden que se ha planificado.

Verduzco nos da la referencia de la organización territorial desde el institucionalismo, siendo el Estado quien debe coordinarlo por poseer estas facultades y por tener la naturaleza que tiene para igualar las oportunidades de los ciudadanos; sin embargo, la capacidad de las mismas instituciones está rebasada y es preciso involucrar a la sociedad.⁶⁵

En esto se encuentran dos variables que se involucran en el ordenamiento territorial: el gobierno que gestiona y decide a través de políticas y la sociedad, que es el gran conglomerado ciudadano en que se manifiestan la mayoría de las relaciones y acciones que propician el orden-desorden del asentamiento. Esta dimensión sociopolítica es la más inestable en su comportamiento, por su naturaleza humana en la que, a través de información, es influenciable y varía al tomar las decisiones respecto a su territorio.

Es interesante que existe la predisposición de autoorganización en el territorio por parte de la lógica de la sociedad, misma que de forma ideal, recogen los POTE. La neguentropía urbana es la pieza cultural e histórica que organiza la sociedad no solo con sus dinámicas reglas de convivencia, sino también de como ordena el territorio de sus ciudades. Para comprender de manera cabal el orden que actualmente se realiza en nuestras ciudades, es necesario hacer un breve repaso histórico de las formas de crecimiento urbano, especialmente del funcionalismo, que es la corriente que busca el utilitarismo que debe sostener el orden de los asentamientos y la sociedad, teniendo como herramienta la planeación territorial.

⁶³ M. A. Troitiño, "Ordenación y gestión de territorio: Un necesario y urgente cambio de rumbo en las políticas territoriales y urbanas", en O. Urquidez, *Metrópolis en Movimiento*, Guadalajara, El Colegio de Jalisco, 2013, pp. 17-41.

⁶⁴ A. Azuela, "La hechura jurídica de la urbanización. Notas para la historia reciente del derecho urbanístico", en G. G. Schteingart (coordinador) *Los grandes problemas de México. II Desarrollo urbano regional* (págs. 585-616). México, El Colegio de México, 2010, pp. 586-616.

⁶⁵ B. Verduzco, "Aspectos normativos e institucionales del Ordenamiento Ecológico y Territorial", en M. T. Sánchez Salazar, G. Bocco, & J. M. Casado Izquierdo, *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*, México, UNAM, SEMARNAT, INECC, 2013, pp. 79-105.

1.3 La construcción de nuevos paradigmas de orden-desorden urbano

A lo largo de la historia, las ciudades han presentado diferentes formas de urbanización que responden a la intuición o la lógica histórica, cultural y de las características del territorio, que, en entornos similares, se han convertido en arquetipos o puntos de referencia para imitar el crecimiento o la forma de los asentamientos humanos. Sin hacer una revisión histórica exhaustiva, se enmarcan las tendencias del ordenamiento urbano a partir de la posguerra, parteaguas para comprender el cómo han crecido y se han planeado las ciudades en México.

En una breve reseña histórica para comprender el quehacer del ordenamiento territorial y de los estudios urbanos, se hace revisión desde el Movimiento Moderno, el cual busca desaparecer los elementos con valor simbólico o compositivo, incluyendo valores formales alejados de lo natural y buscando lo abstracto, dando lugar a factores funcionales y geométricos, apoyándose sobre las tendencias y hallazgos científicos de inicio del siglo XX. En el modernismo, el estudio de la geografía se centra en la ciudad y la vivienda, específicamente en la metrópolis moderna,⁶⁶ por lo que a partir de los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna (CIAM) se discutieron temas sobre la disciplina; uno de los momentos culmines fue la presentación de la Carta de Atenas de 1943, que marcó el principio del urbanismo funcional, haciendo análisis sobre la reconstrucción europea o la creación de nuevas ciudades metropolitanas en pleno siglo XX en Europa y Estados Unidos surgieron alternativas al crecimiento suburbano de las áreas metropolitanas, tales como la Ciudad Jardín de Alemania, las *New Towns* de Londres y las *Villes Nouvelles* de Francia.

En una visión general se resume esta tendencia como consecuencia de la industrialización, en la búsqueda de un orden geométrico por parámetros funcionales, el uso del automóvil, la arquitectura monumental, junto con el crecimiento demográfico, lo que resultó en una expansión urbana sin precedentes, dejando ahogados a los barrios históricos que se rodearon de nuevos modelos de urbanización, con calles más amplias y rectas, con estrictas zonificaciones de usos de suelo que implican una mayor movilidad en estos ensanches⁶⁷.

⁶⁶ J. R. Alonso, *Introducción a la Historia de la Arquitectura. De los orígenes al siglo XXI*, Ed. Reverté, Col. Estudios Universitarios de Arquitectura, 2005, p. 242

⁶⁷ D. García Ramos, *Iniciación al Urbanismo*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1961, pp. 91-99

En los años sesenta del siglo anterior se configuró lo que se conoce como el Movimiento Contemporáneo, como respuesta crítica al Modernismo, considerando que el lenguaje se había empobrecido y el énfasis funcional simplificaba la visión holística de las disciplinas artísticas, arquitectura y el urbanismo. En este periodo se plantea la definición del Posmodernismo y su contraste más o menos radical con la modernidad tardía o tardomoderno.⁶⁸ Décadas más tarde, especialmente en el último cuarto del siglo XX, permearon a nivel internacional políticas y prácticas globalizadoras y neoliberales, resultando en un capitalismo excesivo, tema en el cual se contextualiza más adelante. Sin embargo, cabe destacar que este marco geopolítico económico marcó la pauta para apreciar erróneamente a una ciudad reducida a valores de cambio en el mercado, buscando la competitividad metropolitana y regional.

En general, el territorio urbano se complejizaba con el aumento demográfico después de la posguerra, así como los movimientos sociales y la preocupación ambiental que se suscitó en el mundo en las décadas de los sesentas y setentas del siglo pasado, a principio del siglo XXI se consolidaron en prácticas y perspectivas en el urbanismo que buscan territorios sostenibles y gobernanzas incluyentes,⁶⁹ reconfigurando la visión que deberían tener las ciudades en un sistema urbano regional de competitividad con la dimensión de nuevos territorios digitales sobre rápidas conexiones virtuales. Así, las *Smart Cities* nacen como el resultado de la especialización territorial, sociedades tecnológicas que se adaptan a un mercado que busca el consumo constante de experiencias y de información.

Las ciudades crecen en el tiempo sobre diferentes modelos adoptados por los gobiernos; sin embargo, el acelerado crecimiento y expansión urbana, o *urban sprawl*, ha marcado a las periferias como espacios sin identidad, generalmente formados por industrias o viviendas de mala calidad y que, en muchos casos, se han mejorado en las últimas décadas. Las periferias son un conjunto de piezas que no parecen estar enganchadas y que no corresponden con ningún otro espacio de la ciudad existente, pues son de intereses particulares y, al ser el ordenamiento territorial una práctica de intereses generales, quedan de lado.⁷⁰ Son en las periferias urbanas donde más se arraigan los patrones del neoliberalismo, despojando al territorio de recursos y a sus habitantes abandonados. Este es también un modelo de urbanización que se refleja en la morfología y la dinámica territorial.

⁶⁸ J. R. Alonso, *op.cit.*, p. 281

⁶⁹ A. Vergara, *op. cit.*, pp. 280-284.

⁷⁰ A. Teixidor y L. Felipe, "Modelo y formas contemporáneas del crecimiento urbano. Crisis de paradigma y encrucijadas del urbanismo", en X. S. Local, *Modelos de crecimiento urbano*, Madrid, Ediciones Trea, S.L., 2010, p. 399.

1.3.1 Del funcionalismo urbano al posmodernismo

En García Ramos⁷¹ se presenta el libro *Urbanismo* de Le Corbusier, personaje central para el Modernismo, quien narra cómo el uso de las figuras geométricas y ángulos rectos hacen lo que se ha entendido como orden, dando sensaciones de seguridad y de complacencia de los humanos, lejos de los aspectos de la naturaleza, aun cuando se conservan con ella leyes comunes. El orden aplicado a la casa, la calle y ciudad, se abre paso en terrenos naturales, este paradigma de orden es el que años posteriores siguieron ciudades en la posguerra, a través del plan Marshall para la reconstrucción de ciudades europeas y que posteriormente se hereda con conceptos vinculados a un marco normativo para elaborar los instrumentos de planeación urbana.

El pensamiento positivista, herencia de los progresos tecnológicos de principio de siglo, marcó un momento histórico en las ciencias, en la arquitectura y el urbanismo, llegando a permear con los cálculos a las reglas de la construcción o reconstrucción de las ciudades del siglo XX, con un pensamiento mecanicista en que la ciencia buscaba prever el comportamiento geográfico, político, económico, social, etc. en el territorio. Le Corbusier presenta cuatro postulados para dar solución a las necesidades de New York en 1922:

- 1) Descongestionar el centro de la ciudad, para hacer frente a las exigencias.
- 2) Aumentar la densidad el centro para realizar el contacto exigido por los negocios.
- 3) Modificar la concepción actual de la calle en función de los medios modernos de transporte, automóviles, subterráneos, aviones.
- 4) Aumentar las áreas verdes, único medio de asegurar la higiene y el descanso útil al trabajo exigido por el nuevo ritmo de los negocios.⁷²

Estas afirmaciones acogen las bases de un urbanismo funcional que han de tomar otras metrópolis que hacen que se necesite un plan de escala urbano y regional para llegar a los objetivos que se plantaban. En el territorio significó la utilización de espacios mínimos, tanto para la arquitectura con la construcción de rascacielos y grandes bloques habitacionales, como para la ciudad con grades áreas ajardinadas en los suburbios, tendiendo a una estandarización y una división de espacios por sus actividades.

La transición hacia el Movimiento Contemporáneo se gestó a través de críticas tanto a la forma como a la simplificación de lo propuesto por el Modernismo ortodoxo, sumando el ritmo creciente y acelerado de la economía de la década de 1960 y la explosión

⁷¹ D. García Ramos, *op.cit.*, pp. 91-99

⁷² *Ibidem.*, p. 94

demográfica de la posguerra. En este periodo surgen alternativas tecnológicas en la arquitectura y líneas utópicas ante la realidad que se vivía, tomando conceptos matemáticos “para explicar el fracaso de la ciudad moderna, que encuentra en la utopía matemática y su instrumento lógico el fundamento del diseño que condiciona la repetitividad y la cualidad de la forma”⁷³ El apoyo de las matemáticas y otras ciencias en el urbanismo dieron paso a nuevas propuestas de análisis, evaluación y de proyección de la arquitectura y de los fenómenos urbanos, momento en que toman fuerza los estudios sistémicos y la geografía cuantitativa, dando lugar a un nuevo periodo de movimiento racionalista en las ciencias y las artes, tomando además de forma integral sus antecedentes históricos en sus disciplinas.

La globalización y el marco económico neoliberal de los años 8 y 90 del siglo pasado, entre los movimientos sociales y académicos, se abren dudas sobre las condiciones de entender los procesos artísticos y científicos, dando paso a una conjunción ecléctica de varias teorías para entender la realidad sin un hilo vinculatorio claro, esto es parte del posmodernismo, que no es una etapa histórica, sino una condición humana que busca emanciparse de los grandes relatos totalitarios racionales que encaminan a una visión homogeneizadora que elimina toda diversidad y pluralidad.⁷⁴ La ambigüedad disciplinar, nuevas tecnologías, el uso del territorio como moneda, así como la apertura a nuevas perspectivas particulares en el urbanismo (sustentabilidad, de género, por participación social, etc.), marcan una planificación inercial de orden sobre los preceptos del Movimiento Moderno adhiriendo conceptos sociales que van emergiendo, ciñendo la actividad a un marco jurídico que simplifica la realidad de las ciudades y que busca resolver o gestionar más que prever.

A principio de este siglo bajo las tendencias del pensamiento, la geografía derivó en planteamientos de desarrollo local como punto intermedio para el ordenamiento territorial, que busca la visión de los ciudadanos en sus urbes, esperando una mejora en su economía, orden y cohesión social, sobre todo antes las dinámicas globales⁷⁵. Sus planteamientos generales y metodológicos aún se siguen transformando, pero en la práctica son más exitosos estos casos en entornos rurales y con grupos sociales reducidos, donde existe mayor capital social. Sobre ello, se abre la pregunta sobre como afirmar las diferencias locales frente a la globalización, en especial en las metrópolis, megalópolis y grandes ciudades globales, en que se centra la atención académica por la complejidad y

⁷³ J. R. Alonso, *op.cit.*, p. 283

⁷⁴ A. Vásquez Rocca, “La Posmodernidad. Nuevo régimen de verdad, violencia metafísica y fin de los metarrelatos”, en *Nómaditas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences* [en línea]. 2011, 29(1), [25 de Noviembre de 2022], ISSN: 1578-6730, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18118941015>

⁷⁵ K. M. Lozano, A H. Ruiz Velazco, *Territorios decodificados desde el enfoque del desarrollo local*, Universidad de Guadalajara, 2021, p. 14

dinamismo en que se desarrollan. La respuesta en tendencia es buscar espacios controlables a través de la gobernanza y, confortables por la descomposición polinuclear o división espacial en centros barriales⁷⁶ dentro de la ciudad (o por centros históricos e incluso municipios en el caso de las conurbaciones o megalópolis); en otros casos, la población ha optado por migrar a ciudades medias e intermedias, ubicadas en un contexto cercano a las grandes ciudades en una red y sistema de ciudades.

En las siguientes décadas del siglo XXI, la deconstrucción de los modelos universales de conocimiento y la apertura de nuevas disciplinas para el estudio de las ciudades, han abierto nuevas posibilidades metodológicas en el urbanismo, especialmente en el caso de la planeación, ya que se sigue conceptualizando con base a la zonificación industrial de hace un siglo. En adición, el uso de herramientas tecnológicas se ha vuelto imperante, tanto para analizar el gran conjunto complejo como para dar información objetiva en la toma de decisiones técnicas y sociales, en un marco político económico donde se mueven decisiones que inciden en el territorio a diferentes escalas (macro y micro). Así, las dinámicas urbanas seguirán siendo caóticas desde el punto de vista sistémico en el que no podemos prever su futuro exacto, por lo que es necesario ser críticos en el actuar de la planeación y gestión territorial, sin perder de vista la perspectiva integral y el objetivo social de equilibrar los sistemas para los propios habitantes, dando la mayor accesibilidad al Derecho a la Ciudad⁷⁷ en todas sus dimensiones.

1.3.2 La geografía cuantitativa en los estudios urbanos de la actualidad

En el presente punto se dialoga sobre el uso de herramientas cuantitativas en la geografía y en específico en el ordenamiento territorial, con el objetivo de dar el marco a la utilización de un modelo matemático para el estudio urbano, no solo como un indicador, sino como parte de la construcción en una geografía aplicada desde la visión sistémica. Inicialmente, se deberá entender a la geografía como:

[...] la ciencia que estudia la distribución espacial de todos los fenómenos naturales (físicos) o humanos en la superficie del globo terrestre. Analiza la interdependencia entre las áreas

⁷⁶ Similar a la función que Christaller y Lösch propusieron en la Teoría del Lugar Central, en tendencia de “la ciudad de 15 minutos” de Carlos Moreno.

⁷⁷ El Derecho a la Ciudad es el “derecho de todos los habitantes a habitar, utilizar, ocupar, producir, transformar, gobernar y disfrutar ciudades, pueblos y asentamientos urbanos justos, inclusivos, seguros, sostenibles y democráticos, definidos como bienes comunes para una vida digna”. ONU Hábitat, “Componentes del Derecho a la Ciudad”, en página web *ONU HABITAT*, [25 de noviembre de 2022], 2020, <https://onuhabitat.org.mx/index.php/componentes-del-derecho-a-la-ciudad>

geográficas, los procesos naturales, las actividades sociales y culturales. Se interesa en las interacciones espaciales entre los grupos humanos y el ambiente que los rodea.⁷⁸

De forma general, la geografía se divide en dos grandes ramas: la física y la humana. La primera estudia los aspectos físicos del territorio y la segunda estudia las relaciones sociales entre los grupos humanos en un marco espacial. Desde sus inicios, en la geografía se han utilizado herramientas cuantitativas para conocer el entorno, tal es el caso utilizado por Eratóstenes para medir el tamaño de la esfera terrestre mediante el método trigonométrico, hasta el punto que esta disciplina se consideró una ciencia humana a finales del siglo XIX, usando métodos medibles para establecer las leyes que rigen las pautas de distribución espacial.⁷⁹ En el siglo XXI se han repensado estos métodos hasta concluir que el uso de una Geografía Cuantitativa implica la condición que la medición se convierta en una forma de pensar la realidad, no solo la aplicación de técnicas cuantitativas.⁸⁰

Aunque no está en discusión el uso práctico de herramientas cuantitativas en la geografía, sí hay cabida en debates sobre la pertinencia de abordar a los fenómenos territoriales desde esta perspectiva. Esta discusión se ha avivado a partir del Movimiento Contemporáneo, en el cual la ciencia se abre camino sobre las bases anti mecánicas y estocásticas, dando cabida a integrar hechos históricos y culturales como explicación de la sociedad y su entorno habitable. En este punto la Geografía Crítica hace una crítica a la visión racional del territorio y marca oposición al neopositivismo, el cual busca la comprobación según la validez del método científico acotándolo a lo que es verificable.

De forma paralela, las estructuras de pensamiento lógico-matemático hacen posible la revolución de la física moderna y la comprensión de la realidad.⁸¹ De esta corriente se abre el uso de Sistemas de Información Geográfica, la creación de procesadores computacionales con potencia para realizar cálculos sumamente complejos hasta esas fechas y que revolucionaron el cómo se puede abordar al territorio sobre fenómenos complejos. En la geografía cuantitativa se ha buscado comprender los fenómenos humanos, incluso ha pretendido explicarlos desde las matemáticas, misma perspectiva que se

⁷⁸ M. J. Paoletti, "¿Qué es la geografía?" en Rivero, *Introducción a las Ciencias Sociales*, 1993, [21 de noviembre de 2020], [https://academic.uprm.edu/sruiz/geogr3155/id18.htm#:~:text=\(Paoletti%201993%2C%20en%20Rivero%20y,Ciencias%20Sociales%20pags%2079%2D99.&text=La%20geograf%C3%ADa%20es%20la%20ciencia,la%20superficie%20del%20globo%20terrestre,pp.79](https://academic.uprm.edu/sruiz/geogr3155/id18.htm#:~:text=(Paoletti%201993%2C%20en%20Rivero%20y,Ciencias%20Sociales%20pags%2079%2D99.&text=La%20geograf%C3%ADa%20es%20la%20ciencia,la%20superficie%20del%20globo%20terrestre,pp.79).

⁷⁹ G. Buzai, G. Cacace, L. Humacata y S. Lanzalotti, *Teoría y Métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 1: Por una Geografía de lo real*. Buenos Aires, MCA Libros, 2015, pp. 163-164.

⁸⁰ *Ídem.*, L. Humacata, S. Lanzalotti, E. Montes Galbán y N. Principi, *Teoría y métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 2: Por una Geografía empírica*, Buenos Aires, Instituto de Investigaciones Geográficas, Universidad Nacional de Luján, 2019, p. 12.

⁸¹ J. R. Alonso, *op.cit.*, p. 235

considera infructuosa para este estudio, por la complejidad de variables que hacen un sistema social caótico. Esta noción externa se le conoce como positivismo lógico, al buscar establecer una noción de verdad a través de elementos racionales, sin embargo, se pierde la visión historicista del hecho o fenómeno a estudiar.

Reiterando esta etapa de pensamiento posmoderno, es válido tomar los postulados que vinculan el trabajo de la geografía cuantitativa con la de la geografía crítica, como el trabajo de Geymonat⁸² se identifica como un historicismo respetuoso de las ciencias naturales (comprobables) y, por lo tanto, de la perspectiva que se presenta en la presente investigación. Se reconoce que actualmente las políticas públicas, así como las inversiones privadas en la ciudad y el territorio, han dado prioridad a objetivos comerciales y de intereses competitivos, tomando principalmente los recursos racionales para su construcción, por lo que es necesario recalcar la intención de vincular la teoría social con el enfoque cualitativo, con el objetivo de recrear la compleja realidad urbana.

Una propuesta realizada por Lewis y Wigen en 1997 es el concepto de *metageografía*, que es el conjunto de estructuras espaciales y continentes, por el cual se puede ordenar el conocimiento sobre el mundo que nos rodea, incluyendo estudios de historia, sociología, antropología, economía, ciencias políticas, etcétera. El concepto es retomado por Alessandri⁸³, considerando que la geografía se encuentra en un estado en crisis al considerar que:

- a) La geografía crítica se agotó al focalizar su preocupación en la comprensión de la base material de la sociedad, presa de la objetividad del espacio [...].
- b) Preocupada por las contradicciones sociales derivadas de este proceso, en muchos casos permitió la reducción del hombre a su condición de fuerza de trabajo [...].
- c) La existencia de una renta fundiaria urbana [...] permitió la comprensión del espacio producido como mercadería [...].
- d) Se perdió mucho tiempo y se gastó mucha tinta con el debate en torno al hecho de que Marx habría privilegiado en su análisis el tiempo y no el espacio.
- e) El movimiento crítico también no fue suficiente para detener la profundización de la especialización [...].
- f) La preocupación por la crisis ecológica generó una “geografía ambiental” donde la noción de espacio, entendido como “medio ambiente”, camina en dirección del vaciamiento de los contenidos espaciales en la reproducción social [...].
- g) El movimiento del pensamiento geográfico, en dirección al vaciado del contenido social del espacio, [...] se revela [de los siguientes modos:] El primero se refiere al movimiento del pensamiento geográfico que transforma el “espacio” en “medio ambiente” [...] El segundo modo es la transformación del espacio en “medio técnico científico informacional” con la priorización de la técnica [...].

⁸² L. Gaymonat, *El pensamiento científico*, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1961.

⁸³ M. Reyes, “The Myth of Continents. A critique of Metageography”, en *Aportes. Revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 1(2), julio-diciembre 2011, <http://www.portesasiapacifico.com.mx/revistas/epocaii/numero2/7.pdf>, pp.101-108.

[En general,] la Geografía, hoy, camina a grandes pasos hacia la especialización y en esa dirección se fragmenta, la autonomización de los planos de la realidad pierde su carácter explicativo del mundo moderno en su totalidad para sujetarse a 'localismos y subjetivismos'".⁸⁴

Lo anterior debe marcar un punto de preocupación y acción para la geografía, pues tiende a dirigirse hacia las necesidades reales del mercado (entendidas como las económicas y de poder), reduciéndose a la geografía aplicada, por ello, la autora propone la metageografía como un camino teórico-metodológico de superación de la crisis en que se encuentra la disciplina, sobre un momento para afrontar la crisis teórica y práctica sobre la base filosófica que la sostiene como ciencia social. Es un camino que busca los fundamentos de:

- a) La geografía como ciencia social sobre la producción del hombre, pretende superar la reducción de la problemática espacial a la gestión del espacio.
- b) La automatización de la investigación exprés.
- c) La subyugación del saber técnico que instrumentaliza la visión del Estado (y el mercado).
- d) El vacío del interés social en el espacio sobre el discurso ambiental, tomando la dimensión social e histórica de la producción del espacio.⁸⁵

Es preciso aclarar que uno de los objetivos de esta investigación, en referencia directa al tercer punto expuesto, es sobre el cual se espera abonar en el quehacer de la investigación para exponer los resultados de la dinámica capitalista del territorio, precisamente tomando herramientas que ha generado la división de la disciplina y vinculándolas con la visión sistémica del territorio. Se trata de integrar las visiones que han dividido a la geografía bajo una visión crítica, al tiempo de integrar "lo racional (conocimiento, conceptos) y lo irracional aparente (lo vivido) en una totalidad que tiene un movimiento interno dirigido a lo social",⁸⁶ pudiendo conciliar lo práctico-teórico, el conocimiento y la realidad, postura que apoya lo presentado en este documento.

A manera de conclusión particular, la geografía cuantitativa y la geografía humana se deben complementar tomando su cauce en la planeación territorial y estudio de los fenómenos urbanos particulares empíricos visto a las ciudades desde la TGS como un sistema disipativo complejo (incluyendo su dimensión cultural: social, política e histórica), por lo que resulta pertinente realizar mediciones para poder evaluar el caos y orden urbano en áreas determinadas.

⁸⁴ A.F. Alessandri, "Crisis y superación en el ámbito de la Geografía crítica: construyendo la metageografía", *Revista de Geografía Norte Grande*(51), 2012, pp. 8-11.

⁸⁵ *Ibidem.*, p. 16-17.

⁸⁶ *Ibidem.*, p. 17.

1.4 La planeación urbana

Si bien se consideran sinónimos en lo práctico, los conceptos de planeación y la planificación tienen diferentes acepciones, mismas que están estrechamente vinculadas, el primero es la acción de planear, es decir, trazar un plan⁸⁷; mientras, la planificación es un “plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado”⁸⁸; en general, es un conjunto de acciones que partiendo del análisis de la realidad y sobre objetivos claros a conseguir, para realizar un plan complejo con criterios técnicos, políticos y sociales, mediante un procedimiento organizado⁸⁹. La planeación territorial es pues, la disciplina que trata de identificar acciones a través de una secuencia sistemática de toma de decisiones sobre un instrumento prescriptivo, no simplemente descriptivo, para generar los efectos que se espera para proyectar un futuro deseado en una unidad espacial (urbana, rural, periurbana, etcétera), identificando y diseñando los medios efectivos para lograrlo sobre políticas, lineamientos, estrategias y proyectos específicos. En resumen, la planeación no es un acto, sino un proceso continuo que no tiene una conclusión definitiva.

La planificación, con sus diferentes instrumentos, como planes, programas, reglamentos, sistemas de control y evaluación, nos permite identificar desde las problemáticas hasta las potencialidades locales en cada territorio. A final del siglo XX y principios del XXI, sobre los movimientos científicos sociales antes mencionados del paso al Movimiento Moderno-Contemporáneo a un estadio de Posmodernidad, la planeación ha sufrido cinco grandes momentos de transformación: racional, pragmática, sociopolítica, socioambiental y relacional;⁹⁰ esta evolución técnico-metodológica obedece a la modificación y evolución conceptual de elementos sociales, políticos y ambientales en el proceso de planeación. Si sumamos que esta disciplina como actividad consciente de las urbes⁹¹ es relativamente actual y con al menos un siglo de tradición, no ha tenido el éxito que debería, pues a pesar

⁸⁷ Real Academia Española, “planeación”, en *Diccionario de la Lengua Española*, 2021, [26 de noviembre de 2022], <https://dle.rae.es/planear#CUUDUg0E>

⁸⁸ *Ídem*, “planificación”, <https://dle.rae.es/planificaci%C3%B3n>

⁸⁹ L. López, *Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*, Universidad de León (España), 2015, p. 475

⁹⁰ G. Capron, S. González, “La planeación participativa: la experiencia de la creación de un Plan de manejo de las banquetas en el polígono Roma-Condesa”, en R. Eibenschutz y B. R. Ramírez, *Repensar la Metrópolis II. Políticas e instrumentos para la Gestión Metropolitana*, Vol. I, Ciudad de México, Universidad Autónoma Metropolitana, 2015, pp. 404-420.

⁹¹ Se refiere a la etapa de planificación urbana como se conoce y desarrolla en el siglo XXI a partir del Funcionalismo, no a las estrategias de planificación militar o utilitaria prevista en asentamientos romanos, medievales o de ensanches y crecimientos de los siglos XVIII y XIX.

de los esfuerzos y recursos invertidos, “la brecha entre la ciudad planeada por los urbanistas y la ciudad construida que vemos cada día, aumenta más y más”.⁹²

Es cierto que la planificación no es la panacea de todos los problemas; sin embargo, sus instrumentos son las herramientas de las que podemos echar mano para organizar nuestro territorio y ver más allá del horizonte de cada administración local; por lo que se deberá de promover a una flexibilidad técnica e incorporar medidas para administrar los recursos que se tienen en el territorio. Entre los principales problemas operativos que se han estudiado se encuentra la creciente distancia entre la realidad territorial y las pretensiones ordenadoras de los programas urbanísticos de eficacia ordenadora, funcional y equidad medioambiental.⁹³ Así mismo, los intereses económicos del territorio de los particulares o del mercado han prevalecido sobre los instrumentos que esperan regular el proceso inmobiliario. Aunque existen instrumentos locales de planeación, se han registrado irregularidades en las ciudades, por variables de estar fuera de norma por tenencia, por uso de suelo o por asentarse en zonas no urbanizables de riesgo. Es decir, los instrumentos no pueden regular sobre vigilancia el crecimiento de los centros urbanos en su totalidad y, al no tener estandarizados los medios de evaluación y seguimiento, es difícil conocer los resultados del funcionamiento del plan o programa.

Afirma Sánchez Martínez que la planificación urbana de la ciudad ha fracasado, cuando se propone limitar u ordenar el crecimiento, sobre todo cuando se trata de conservar el entorno histórico natural.⁹⁴ En este sentido, Font habla acerca de los planes estratégicos o de actuación con enfoque más socioeconómico, ya que son “más atractivos por ser menos vinculantes para políticos y administradores públicos, quizás agobiados por el compromiso y las responsabilidades que supone el «plan-ley» del modelo urbanístico [...]”,⁹⁵ por ende, se entiende que las responsabilidades de actuación son las que limitan el cumplimiento de los instrumentos antes mencionados.

⁹² S. Boccolini, “El evento urbano. La ciudad como un sistema complejo lejos del equilibrio”, en *Revista Quid* 16 (6), 2016, p. 221

⁹³ A. Font, “Planeamiento urbanístico. De la controversia a la renovación”, en A. Font Arellano, *Territorios urbanos. Memoria de una búsqueda apasionada*, Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), 2015, p. 93.

⁹⁴ M. Sánchez Martínez, “Diálogo entre lo natural y la construcción en la ciudad de Guanajuato”, en M. Á. García Gómez, *Coloquios I y II de Investigación sobre Arquitectura*, Guanajuato, Universidad de Guanajuato, 2011, pp. 11-21.

⁹⁵ Font, *op. cit.*, p. 94.

Los POTE son los instrumentos que coadyuvan a normar la política pública a nivel local, siendo el estructurante urbano entre la organización gubernamental y la sociedad. Font nos señala que los problemas de planeamiento se encuadran en diferentes órdenes:⁹⁶

- a) Epistemológico. Por la relación con el grado de adecuación del estado actual del conocimiento científico técnico a los problemas urbanos y territoriales.
- b) De legitimación social. Entendido como acción pública y de fragmentación.
- c) Económico. Como una de las políticas del Estado para la redistribución de la renta.

Como se indicó en Fernández,⁹⁷ la planeación (al ser parte de la política de ordenamiento territorial), tiene el objetivo de regular y prever los problemas; sin embargo, para el caso mexicano y en muchas ciudades latinoamericanas, se limita a ser un instrumento normativo que gestiona los problemas urgentes y no observa el futuro para marcar una línea de desarrollo estable. El urbanismo acaba reducido al mero control normativo en una práctica sin esfuerzo de creatividad para ver el futuro, pues “el urbanismo innovador busca soluciones creativas a los problemas de carácter social, económico, físico y ambiental que afectan a la colectividad”.⁹⁸ Así se observa que el desarrollo de la ciudad difiere con lo establecido en los ideales de la política, por ello, se propone el estudio de la entropía en las ciudades para contrastar con los instrumentos de planeación con que se rigen las ciudades.

1.4.1 La hechura de la planeación urbana

Como se reseñó históricamente en páginas anteriores, los movimientos científicos sociales del Movimiento Moderno permearon en el pensamiento general de la sociedad, sin quedar excluida la disciplina de la geografía, ordenamiento territorial y en particular de la planeación urbana. A partir de la década de 1920 hasta final de los años 50, en los Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna se indicaron las bases de un urbanismo científico, separando la función de planear y de diseñar la ciudad; con las necesidades de este tiempo, se sectorizan las actividades y usos, dando pie a la zonificación (*zoning*) como parte de los instrumentos; las funciones urbanas se dividieron en lo residencial con el hábitat y vivienda, lo laboral con los centros de trabajo y, lo terciario con el ocio o esparcimiento. A partir de este orden, se aplican tres métodos operativos: la legislación, que es elaborar el plan; la zonificación sectorial; y los estudios de comunicaciones, circulaciones y de tráfico, que

⁹⁶ *Ídem.*, pp. 93-105.

⁹⁷ R. Fernández, *op. cit.*, pp. 26-27

⁹⁸ A. Vergara, *op. cit.*, p. 47

posteriormente se incluyen en los planes como estudios complementarios. Años después, en el ocaso del Modernismo, en 1956 se critica la sectorización de actividades y usos, proponiendo nuevas relaciones funcionales, similares a la visión sistémica, de redes y de agrupaciones por claustros.⁹⁹

Esta herencia ha marcado la pauta para la acción que se desarrolla a través del Estado como obligación pública. La actividad institucional de planeación ha tomado posturas y perspectivas para dar forma a la norma que guiará el actuar de elaboración como de ejecución del POTE, ya que, para conceptualizarlo, se deben considerar varios elementos, que son ideas sobre las que se basa la metodología que se ha de emplear, siendo: la prospectiva, la visión sistémica, el tipo de fin, la estrategia, integración de participación ciudadana y, la sostenibilidad / sustentabilidad.

- Herramienta prospectiva como parte implícita en la planeación, se concibe como un insumo básico para la planeación, con los objetivos de construir escenarios o imágenes que consideren la visión del futuro, e impulsar la planeación abierta y creativa fundamentada en una visión compartida del futuro. Su orientación busca primero elaborar la imagen que se seguirá, para posteriormente evaluar las limitaciones y oportunidades del presente que para llegar a la meta de futuro. Se contrasta por no considerar la gestión reactiva y emergente de problemas del pasado.
- Visión sistémica. Construida a partir de la TGS, es un esquema metodológico que sirve como guía para la solución de problemas. Está integrado por objetos o unidades agrupadas de tal manera que constituya un todo lógico y funcional, que es mayor que la suma de esas unidades. La visión de sistemas en la planeación urbana determina acciones a través de cada uno de los subsistemas que lo compone, en términos de un objetivo general. Propicia una retroalimentación constante y se apoya de herramientas cuantitativas.
- Sobre el tipo de fines, puede ser estratégica, táctica y operacional. La estratégica se refiere a la selección de medios, metas y objetivos relacionados a largo plazo; la táctica es aquella que sirve para conseguir las metas planteadas, pudiendo considerarse como parte del mediano plazo; y la operacional, son los medios para realizar acciones específicas, en muchos casos se pueden considerar de corto plazo o incluso anuales para ejercicios institucionales.

⁹⁹ J. R. Alonso, *op.cit.*, pp. 243-244, 248

- Perspectiva estratégica. Viene de un concepto que incorpora el enfoque teórico y operativo referido a la voluntad institucional para modificar las dinámicas territoriales preexistentes, es dirigir las decisiones y recursos para el cumplimiento de metas claras y puntuales. Dos conceptos importantes relacionados son la jerarquía y la secuencia temporal, aplicados a propuestas, para seleccionar un plan de acción, para determinar el proyecto más viable relacionado a la visión general, así como la evaluación constante a través de indicadores. Una visión estratégica se vincula a una actuación dirigida a largo plazo sobre un proyecto macro.
- Integración de la participación ciudadana. Arnstein¹⁰⁰ diseñó la “Escalera de participación ciudadana”, donde se pueden observar diferentes niveles de involucramiento sobre decisiones públicas, en específico para la planeación participativa. Los niveles se desarrollan y presentan desde la *no participación*: con la manipulación y la terapia; la *incorporación selectiva*: información, consulta, apaciguamiento; hasta el nivel más alto, que es el *control ciudadano*: asociación, delegación de poder y, control ciudadano. Esta perspectiva es interesante por las nuevas exigencias sociales, manifestando en la normativa aún un nivel de consulta.
- Elementos sobre el desarrollo sostenible. Nace a partir de los postulados ambientales del Informe Brundtland de 1987, hasta las propuestas de ciudad compacta y mixta que se expresaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible, Hábitat III, en Ecuador el 2016 donde fue adoptada la Nueva Agenda Urbana. Se refiere no solo a la sostenibilidad ambiental, sino también a aspectos sociales y económicos; se añade que en este equilibrio es necesario considerar los elementos técnicos y políticos. Actualmente las metas locales se basan sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que es el enfoque que debe alinearse la planeación urbana institucional.

Las tendencias actuales en el planeamiento urbano plantean una ruptura con las líneas hegemónicas, reconociendo que los centros urbanos son complejos e interdependientes a su contexto, sobre intervenciones constantes y flexibles; esto es con un proceso constante de monitoreo y aprendizaje sobre las herramientas con las que se han de intervenir ¹⁰¹, así como la inclusión de nuevas visiones sociales para dar poder de control de la planeación a la ciudadanía, con la necesidad de políticas de (re)densificación, cercanía de servicios y costos, así como la disminución del suelo y vivienda, que es incosteable para nuevas generaciones. Se debe aceptar a la ciudad como un ente caótico, su impredecible e incierto

¹⁰⁰ S.R. Arnstein, “A Ladder Of Citizen Participation”, en *Journal of the American Institute of Planners* (35), <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>, 1969, pp. 216–224

¹⁰¹ S. Boccolini, *op.cit.*, p. 226-227

comportamiento sociopolítico que transforma el territorio, así como, para poder entender su orden natural particular, no solo por patrones cuantificables, sino con su historia y cultura que forma parte de esa complejidad. Dando cuenta de la baja tasa de éxito de los instrumentos de planificación territorial, ya o es posible planificar con un enfoque de futuro de largo plazo, pues las condiciones sociales y políticas son tan cambiantes, que, para hacer el diseño de un instrumento apegado a la realidad, se debe considerar una visión de corto a mediano plazo y tomar la prospectiva como el deseo utópico o el horizonte que se ha de seguir, sin ser tajante en lo que se podrá esperar.

Sobre cualquier método, modelo, postura y perspectiva de planeación, los instrumentos deben tener una estructura lógica para una comprensión tanto técnica como para el resto de la ciudadanía. Sobre la estructura general de los instrumentos de planeación urbana, se retoma lo propuesto por Peñín¹⁰², complementando las cuatro fases propuestas, siendo: 1) Fase preparatoria, esta no se expresa en el documento, es en la que define el método de abordar el territorio, programa de trabajo, incluyendo las bases legales y normativas que lo sustentan; 2) Fase de análisis y diagnóstico, abordado por subsistemas natural, transformado, social, económico y administrativo, está dividido en la caracterización y el diagnóstico, la primera es la información desarrollada por indicadores y el segundo la identificación de variables que indican la problematización del territorio; 3) Fase de propuesta, de generación de alternativas, diseño del modelo territorial que se ha de seguir en el futuro y selección de la propuestas estratégicas; y 4) Fase de gestión, la que incluye su aprobación, implementación, seguimiento y evaluación. En práctica, la fase 2 y 3 son las que formalmente dan cuerpo al instrumento de planeación, mismos sobre los que incide el análisis de la entropía urbana y de los esfuerzos para el ordenamiento territorial.

1.4.2 Modelos de planeación urbana

Hablar de modelos para la planeación urbana es traer a cuenta la estructura y desarrollo que las ciudades han tenido. Son los hechos socio históricos los que han configurado la estructura morfológica y dinámica de las urbes, como hace en revisión Zárate¹⁰³ para ciudades norteamericanas y europeas desde la ciudad postindustrial, tiempo en que se potenciaron a las metrópolis como centros atractores económicos y demográficos, dando paso a los suburbios rururbanos en que se prioriza una individualización con su movilidad en auto; a partir de 1970, en las ciudades centrales se produce una desurbanización, dando

¹⁰² A. Peñín, *Urbanismo y práctica. Planes y proyectos*, ed. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, 2005, s/p.

¹⁰³ M.A. Zárate, *El espacio interior de la ciudad*, Col. Espacios y Sociedades, Ed. Síntesis, 1991, pp. 23-29

paso a inseguridad, deterioro ambiental y congestión en espacios públicos, provocando en consecuencia una movilidad de habitantes a ciudades medias cercanas a estos grandes centros de población con buena comunicación. Esto implicó una descentralización según el modelo de cambio urbano de Hall¹⁰⁴, resultando en el abandono de los centros tradicionales, mismos que a través de inversiones privadas se buscó su revitalización.

Con el objetivo de estudiar las ciudades o hacer planeación, nos valemos de modelos, mismos que están vinculados a los métodos de abordar los fenómenos o particularidades del territorio. Un modelo es “una simplificación y en este sentido, también siempre una falsificación.”¹⁰⁵ Es pues, una representación simplificada y abstracta de una situación real a través de las observaciones en la naturaleza, por lo que los modelos de planeación son visiones particulares y simplificadas que nos ayudan a comprender un fenómeno, territorio o dinámica sobre variables que se consideran las más relevantes, pues como se estudió sobre los sistemas complejos urbanos, la propiedad de irreductibilidad nos obliga a eliminar esa información que puede afectar el comportamiento, pero no a un nivel de alto impacto.

Para abordar los sistemas complejos y caóticos urbanos, son necesarias herramientas que simplifiquen las múltiples variables, debiendo sacrificar elementos para manejar la información, pues “resulta necesario establecer marcos de referencia para crear modelos coherentes de interpretación de la realidad”¹⁰⁶, si no se hace se corre el riesgo de tratar de entender la integralidad del sistema y perderse entre los elementos que lo conforman, o en caso contrario, tomar pocas variables y omitir aspectos fundamentales.

Inicialmente se aclara que la planeación se clasifica en cuanto a un área de acción, yendo desde lo global, nacional, regional, metropolitana, municipal, urbana o de centros de población, intraurbana o parcial y sectorial¹⁰⁷. En todas estas escalas se observa al territorio como unidades de análisis delimitados, para efectos de la planeación de los asentamientos humanos, en muchos casos se ciñen a límites político administrativos, pero para el caso de las unidades regionales, metropolitanas, urbanas o intraurbanas, las áreas de estudio se rigen por conveniencia, pudiendo considerar límites físicos (por rasgos del sistema construido o naturales) o por actividades, en el caso de las metrópolis funcionales. Vinuesa

¹⁰⁴ *Ibidem.*, p. 25

¹⁰⁵ Turing citado en A. Ruiz y P. Padilla, “Los modelos matemáticos en las ciencias sociales”, en *Pensar. Epistemología y Ciencias Sociales*(7), 2012, [17 de febrero de 2022], <http://revistapensar.org/index.php/pensar/issue/view/7/showToc>, pp. 115-126.

¹⁰⁶ A. Cornejo, *op. cit.* p. 53

¹⁰⁷ Nota: Los planes sectoriales son aquellos que señalan un eje de acción y normalmente están vinculados a una delimitación espacial para control y manejo de información

y Vidal¹⁰⁸ toman como unidades básicas territoriales a la región y a la ciudad, por tener distintas concepciones de abordarse y entenderse; señalan además que el hecho urbano no termina con la masa edificada, es decir, con las construcciones de la ciudad, sino considerar que el efecto urbano debe ser más extenso por los efectos económicos y sociales que extiende su influencia, tomando la TGS como parte de este postulado.

Sobre las consideraciones históricas y espaciales, con apoyo de Sandoval¹⁰⁹ se recogen las clasificaciones de modelos que pueden estudiar a los asentamientos desde una perspectiva especial vinculada a los objetivos de este trabajo, siendo: los modelos normativos o institucionales; los basados en sistemas; de planeación democrática; de planeación estratégica; y de desarrollo territorial.

- Modelos normativos o institucionales. Es aquel que tiene un énfasis en la ordenación en tiempo del desarrollo de proyectos o acciones para lograr objetivos globales de la estrategia de gobierno. Sus lineamientos de elaboración y aprobación se expresan en normas oficiales, leyes y reglamentos. En la práctica, son instrumentos técnicos con un diagnóstico amplio, donde se observa una visión institucional para la gestión, pudiendo aplicarse desde nivel regional hasta local. El método de abordarlo deja un espacio reducido a los aportes ciudadanos, abriéndolo solo a información y consulta. Entre sus principales limitaciones es que se elabora sobre lo estipulado legalmente, sin dar opción a adaptaciones metodológicas, mismo problema en que la dinámica de la realidad rebasa esta normativa que se va modificando posteriormente a la identificación de los fenómenos o de las necesidades actuales. Se asocia a la llamada planificación tradicional.
- Modelo basado en sistemas. Toma a la Teoría General de Sistemas como elemento implícito en abordar el territorio, ya que en la planeación normativa no se consideraban los efectos de la región en el área de estudio, pudiendo tener retroalimentaciones constantes. Toma a la prospectiva como idea soporte para el desarrollo del instrumento y se aproxima a través del análisis e interpretación de subsistemas. Se aceptan el uso de herramientas cualitativas, tales como modelos matemáticos y computacionales, y profundiza el trabajo de construcción de visiones colectivas de desarrollo o la construcción social de las ideas fuerza. Descentraliza las visiones políticas y se adapta a nuevas dinámicas.

¹⁰⁸ J. Vinuesa y M. J. Vidal, *Los procesos de urbanización*, Col. Espacios y sociedades, Ed. Síntesis, 1991, pp. 161-162

¹⁰⁹ C. Sandoval, *Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina*, Serie Desarrollo Territorial, Ed. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014, pp. 30-58

- Modelos de planeación democrática. Se considera como la planificación participativa, la cual tiene una aproximación más cercana a los actores involucrados, quienes tienen un papel activo en todo el proceso. El contexto latinoamericano ha servido para aplicar este modelo en casos que el gobierno no pueda incidir directamente, necesitando el respaldo social para lograr los objetivos territoriales. En específico se han encontrado casos de interés en Colombia, denominado Urbanismo Social.
- Modelo de planeación estratégica. Para este modelo se puede abstraer su uso y práctica desde lo militar hasta lo administrativo, aplicado en el territorio. España ha utilizado este tipo de metodología con mayor éxito en el caso de Barcelona, considerando acciones puntuales con relevancia regional. Las etapas generales son: Caracterización de los modelos de desarrollo y un diagnóstico a través de una matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), o incluso un análisis completo sobre la Metodología de Marco Lógico; construcción de una misión y una visión estratégica en conjunto, dando paso a la participación y comunicación constante de actores clave; definición de objetivos realistas que se han de alcanzar a futuro; formulación de estrategias; y un plan de actividades.
- Modelos de desarrollo territorial. Podemos englobar algunos métodos, como el de Desarrollo Rural Integrado, de Desarrollo Integrado, parciales o sectoriales. Aborda en su propuesta los macroproblemas que trascienden a más de un sector, pero analizados en una base territorial coherente, desde un punto de vista integral y multidisciplinario. En específico, el Desarrollo Rural Integrado surge por la necesidad de romper con las intervenciones ultra sectoriales hacia el mundo rural. En los casos de este grupo se da una amplia participación social activa sobre políticas y decisiones normativas e institucionales, utilizando matrices de correlaciones entre las propias estrategias con el fin de evaluar las mejores opciones para los siguientes pasos.

En México se ha consolidado un modelo de planeación racional normativo que tiene herencia de la estructura funcionalista, que actualmente se sigue operando y que, pese a sus múltiples beneficios, no refleja la realidad integral por su rigidez normativa-técnica y carácter prohibitivo de la zonificación, lo que ha proporcionado un estilo ineficaz ajeno a la innovación.¹¹⁰ Las nuevas tendencias de planeación se reflejan a través del posmodernismo, reconociendo la complejidad del mundo contemporáneo:

¹¹⁰ J.J. Gutiérrez Chaparro, "La Obsolescencia del Modelo de Atención Territorial: contribuciones desde la Teoría de Planeación", en M. T. Sánchez, *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*, Ciudad de México, UNAM, 2013, pp. 501-519.

El nuevo estilo de PLU [Planeación Urbana] deja de ser normativo y se convierte en un proceso dinámico, cambiante, participativo, decisorio y flexible, basado en la capacidad y la voluntad de la sociedad para orientar su propio destino [...], dirigida a la solución de problemas a partir del reconocimiento de la diversidad funcionando en tiempo real, orientada al presente, llevando implícita la concertación, la negociación y el compromiso.

[...]

[La Planeación Comunicativa] es un esfuerzo para que la PL [Planeación] avance en un contexto por demás dinámico, caracterizado por un orden social que está cambiando rápidamente [...] vinculado a las nociones de democracia y progreso.¹¹¹

En este momento se debe prever un desarrollo corresponsable con la ciudadanía, pues el crecimiento y dinámica urbana no obedece directamente a reglas preestablecidas como se ha visto en las decisiones sociopolíticas. Los modelos cuantitativos de los modelos basados en sistemas, apoyan en la explicación de nuevos fenómenos observados en las ciudades, que tan solo por contar con herramientas e información sistematizada, ayudan a analizar cómo entendemos la organización y la complejidad de la sociedad en el territorio. Aún teniendo el uso de modelos cuantitativos, no debemos regirnos en su totalidad por modelos principalmente racionales, pero son apoyos de herramientas para la toma de decisiones que guiarán una visión y acción común con información objetiva y no estática, el hiper dinamismo de las ciudades nos provoca a tener un proceso continuo de planeación y de retroalimentación.

1.4.3 Modelos matemáticos en la planeación urbana

Para poder hacer uso de la herramienta del modelado matemático se debe entender qué es y cuál es su uso en esta investigación; en matemáticas, un modelo es una representación a través de símbolos que sirve para explicar o pronosticar el comportamiento de un fenómeno.¹¹² Es de aclarar que los modelos no esperan predecir con exactitud un comportamiento, sino conocer a través de las variables más representativas su comportamiento a través de patrones. El objetivo básico de la modelización matemática es:

[...] la traducción de los problemas que aparecen en un determinado ámbito científico o tecnológico al lenguaje matemático, de tal forma que el análisis teórico y numérico que se hace de los mismos proporciona información para entender mejor los mecanismos que rigen el fenómeno en cuestión. Se trata pues de una herramienta de investigación que puede ser considerada como un complemento a la teoría y experimentación en la investigación científica.¹¹³

¹¹¹ *Ibidem.*, pp. 513-516.

¹¹² J. Gorgas García, N. Cardiel López y J. Zamorano Calvo, *Estadística básica para estudiantes de ciencias*, Madrid, Facultad de Ciencias Físicas-Universidad Complutense de Madrid, 2011, pp. 3-5.

¹¹³ M. Fresnadillo-Martínez, *et al.*, "Modelización matemática de la propagación de enfermedades infecciosas: de dónde venimos y hacia dónde vamos" en *Revista Española de Quimioterapia*, 26(2), 2013, [14 de mayo de 2021], p. 82.

Así, las características de los modelos matemáticos son¹¹⁴ :

- Ser una representación abstracta de algunos aspectos relevantes que corresponden al sistema que se estudia y que se consideran suficientes para entender los procesos relevantes de interés
- Que, al ser construcciones conceptuales, se pueden modificar constantemente para cuestionar nuevas hipótesis o perfeccionar su correspondencia con ellas.
- No tienen funciones predictivas porque su premisa no es la causalidad directa, sino que cumplen con funciones de diagnóstico y pronóstico basándose en el supuesto de la necesidad lógica.
- Los modelos son un elemento más en el andamiaje teórico, ni a priori ni a posteriori respecto de la teoría, parten de lo empírico y vuelven ahí para confrontar su validez.

La pertinencia del uso de modelos matemáticos en ciencias sociales, especialmente para la geografía y el urbanismo, es una reflexión que se debe hacer desde la perspectiva metodológica, pues para las ciencias aplicadas, han sido una herramienta que permite estandarizar la comunicación y sirven para establecer parámetros de evaluación, sin embargo, en las ciencias sociales (al menos en México) iniciaron de forma conjunta y tuvieron una separación en las últimas décadas del siglo XX. Según Ruiz y Padilla¹¹⁵ , hay dos tipos de modelos que se emplean tradicionalmente en las ciencias sociales: los modelos mecánicos y los modelos estadísticos. Algunos de los problemas que se prestan de forma natural para ser estudiados desde una perspectiva de modelación son las elecciones y encuestas, colapso de civilizaciones, estabilidad social, dinámica de cohabitación, medios de comunicación y, sustentabilidad y uso adecuado de recursos.

En las últimas décadas se han estudiado los modelos matemáticos teóricos y computacionales de decisiones basados en agentes para obtener escenarios para ser evaluados de una forma cualitativa, ya que son una herramienta que puede servir como comunicación entre investigadores de diversas disciplinas y un apoyo práctico para los investigadores sociales. En el tema, se han estudiado y utilizado modelos matemáticos basados en agentes, entendidos los agentes como tomadores de decisiones que modifican el comportamiento del entorno a través de reglas predefinidas sobre Sistemas de Información Geográfica. A diferencia de los modelos matemáticos, los computacionales (o basados en agentes) son una alternativa distinta de estos dos tipos de modelos, con

¹¹⁴ A. Ruiz y P. Padilla, *op.cit.*, pp. 115-126.

¹¹⁵ *Ibidem*.

beneficios tanto en el aspecto sintáctico (en cuanto al proceso de investigación); como semántico (en la relación del objeto con el enunciado).¹¹⁶

Atendiendo a un modelo computacional, Ruiz y Padilla, nos indican que “es una construcción lógica y lingüística; y no un isomorfismo del segmento de la realidad que representa. No debe esperarse una correspondencia estructural punto a punto entre enunciados y realidades”¹¹⁷, es decir, es una versión simplificada de variables principales. Sus características distintivas son que:

- Contribuye a la formalidad de las investigaciones por el empleo de datos cualitativos, no por su uso, sino por la organización que se requiere.
- En las ciencias sociales pueden experimentar en “universos virtuales” en los que se puedan poner a prueba hipótesis que en campo no se podría.
- En algunos casos, al tener validez cuantitativa, pueden servir como herramientas de pronóstico.¹¹⁸

Existen ejemplos notables para tomar en cuenta en la utilización de modelados matemáticos y computacionales, tal es el caso del estudio de la dinámica urbana hecho por Allen y Forrester en el que se emplearon modelos de sistemas dinámicos para estudiar el crecimiento y comportamiento espaciotemporal de las ciudades en Bélgica; el modelo se usó para pronosticar cuantitativamente la evolución temporal de la población, obteniendo resultados confiables. De esta manera, es posible implementar el modelo computacionalmente y realizar simulaciones para determinar un escenario que se podría llamar típico y que caracterice a la dinámica espaciotemporal. En México, Sandoval y Castañón-Puga utilizaron métodos similares de modelado urbano para Ensenada, Baja California, en el cual se diseñaron diferentes escenarios para la toma de decisiones en políticas públicas de planeación y ordenamiento territorial.¹¹⁹

Los modelos matemáticos utilizados para las ciencias sociales son herramientas y no siempre serán predictivos con alta confiabilidad, pues como se comenta a continuación, la dinámica social puede modificar el comportamiento que se ha predicho y, por lo tanto, se deberá reajustar el modelo para retroalimentarlo y poder dar resultados más cercanos a la

¹¹⁶ *Ibidem.* 121.

¹¹⁷ *Ibidem.*, p. 120.

¹¹⁸ *Ibidem.*, p. 123.

¹¹⁹ J. Sandoval y M. Castañón-Puga, “From Simulation to Implementation: Practical Advice for Policy Makers Who Want to Use Computer Modeling as an Analysis and Communication Tool”, en *Applied Decision-Making*, 2019, [19 de mayo de 2021], https://doi.org/10.1007/978-3-030-17985-4_6, pp. 115-155.

realidad cambiante. Así, se puede decir que estos modelos siempre serán perfectibles y se deberán adaptar a las condiciones que se observen en lo empírico, son pues, herramientas útiles para la toma de decisiones, más no se deben observar como elementos definitivos.

Dos ejemplos representativos de modelos urbanos matemáticos que presentó Toro Fernández¹²⁰ a final del siglo XX son el Modelo de Dinámica Urbana, de Forrester, en que considera a la ciudad como sistema en que interactúan tres elementos básicos: la industria, la población y la vivienda, en que la interrelación de estos subsistemas dependerá el grado de crecimiento, estancamiento o equilibrio de una urbe determinada. El Modelo de Decazeville surge como necesidad de modificar el modelo inicial de Forrester, pues el primero se basaba en ciudades norteamericanas y el segundo ajusta a procesos de ciudades medias francesas. El mismo autor afirma que la utilización de modelos matemáticos sobre la Dinámica de Sistemas en planificación urbana es útil para determinar fines y objetivos de la policía urbana, construir modelos de predicción sobre sus propias necesidades y poder diseñar planes alternativos para la resolución de problemas¹²¹. La utilidad reside en poder guiar las decisiones de actuación con rigurosidad de un análisis sistémico de fondo.

Del uso de modelos tanto matemáticos como computacionales, se puede concluir que sirven para aminorar la ruptura entre distintos campos del saber y entre teoría y objeto (o fenómeno empírico). Se añade que en la presente investigación se trabajó de forma superficial con el lenguaje de *NetLogo* sobre el modelo de *City Sandbox*, desarrollado por Sandoval, donde se permite colocar distintos tipos de suelo y las compatibilidades entre ellos en un entorno abstracto, además de elegir el porcentaje proyectado de construcciones con cada tipo de uso, pretendiendo que se siga este desarrollo en un futuro.¹²²

1.5 La planeación de ciudades medias e intermedias con herramientas matemáticas

Las ciudades se construyen constantemente desde el interior, tomando forma con las actividades, historia y cultura de sus habitantes, pero también desde afuera en diferentes escalas territoriales a través de las políticas e ideologías que inciden en los actores

¹²⁰ B. Toro Fernández, "La Teoría General de Sistemas, modelos urbanos y planificación", en *Norba Geografía*, Universidad de Extremadura, No. 08-09, 1989, [12 de noviembre de 2022], <https://dehesa.unex.es:8443/handle/10662/13697>, pp. 534-535.

¹²¹ *Ibidem.*, p. 535-537

¹²² J. Sandoval, "City Sandbox: un modelo computacional para jugar con usos de suelo, compatibilidades y redes viales", en, *Linkedin*, 15 de enero de 2020, [24 de marzo de 2021], https://www.linkedin.com/pulse/city-sandbox-un-modelo-computacional-para-jugar-con-usos-sandoval?trk=public_profile_article_view

sociales, tomadores de decisiones, y que afectan al territorio urbano. Dando por sentadas las particularidades de cada sociedad respecto a su entorno geográfico, físico y humano, las generalidades que afectan mundialmente están vigentes en el marco globalizador y del capitalismo neoliberal, que por más que se ha tratado de reducir sus efectos, siguen vigentes.

En México el desarrollo regional y urbano desde 1960 a la actualidad ha tenido muchos cambios, especialmente en la configuración del Sistema Urbano Nacional, bajo los modelos económicos que son los que han penetrado en la ideología de hacer ciudad, lo que implica la sumisión a los intereses de las grandes corporaciones transnacionales ajeno a las propias necesidades de crecimiento y desarrollo local, fortaleciendo a los Estados con mayores ventajas competitivas y, para las regiones marginadas, este vínculo se diluye y la brecha entre ambas se agranda de manera peligrosa en materia de bienestar y estabilidad social. Para la parte local, la apertura económica supondría una mayor capacidad de gestión y acción; sin embargo, en este marco, lo local es el territorio más afectado al supeditarse a las políticas nacionales e inversiones externas, y en una perspectiva del municipalismo, “se desea una independencia de lo federal a razón de una mayor capacidad de gestión de las entidades locales, tales como son los Ayuntamientos Municipales.”¹²³

Con el antecedente de las políticas nacionales y modelos económicos buscamos entender la adaptación del territorio local en su estructura urbana por las presiones federales, estatales e internacionales que se enlazan en un sistema de ciudades que, en algunos casos, hacen gravitar los asentamientos humanos de tamaño medio alrededor de las dinámicas de las ciudades metropolitanas más cercanas. Así, los municipios al tener su relativa autonomía según lo declarado en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), deben regular su territorio sobre decisiones que poco o nada pueden negociar para mejorar su calidad; la herramienta de la planeación con su estructura legal, de coordinación y vigilancia es la forma en que la administración pública debe lidiar con la búsqueda del bien común.

En suma, según postulantes de la escuela francesa de sociología en el siglo XX, como Chombat de Lauwe, lo urbano no es un simple producto de determinismos específicos, como los económicos, técnicos o geográficos, sino que constituye la representación global de la sociedad, siendo pues, un factor explicativo de las conductas urbanas y de la sociedad

¹²³ J. I. Rionda Ramírez, *Desarrollo regional y urbano en la reestructuración económica de México 1980-2006*, Guanajuato, Universidad de Guanajuato, 2008, p. 109.

en que está comprendida la ciudad.¹²⁴ En nuestro estudio se contemplan los factores físicos urbanos de la entropía como consecuencia de los factores de la comunidad, como las acciones sociales, económicas, políticas y técnicas. Al ser la política pública la principal actividad institucional del gobierno para incidir en el territorio se considera la del ordenamiento territorial como la central y más influyente en las ciudades.

A modo de una visión general sobre la postura de esta investigación para el estudio de las ciudades medias e intermedias, no se busca trabajar desde una perspectiva mecanicista o tecnócrata de la sistematización o reducción del fenómeno social, sino que se le ha sumado una visión humanista al poder explorar la construcción de la realidad urbana en conciencia de un desarrollo a escala humana, que como lo indica Max-Neef, se concentra y sustenta en la “satisfacción de las necesidades humanas fundamentales, en la generación de niveles crecientes de autodependencia y en la articulación orgánica de los seres humanos con la naturaleza y la tecnología, de los procesos globales con los comportamientos locales, de lo personal con lo social, de la planificación con la autonomía y de la sociedad civil con el Estado”.¹²⁵

De la misma forma, para los instrumentos de planeación actuales, se ha expresado que derivan de una tradición funcionalista y que la zonificación se basa en modelos que esperan un orden determinado sobre esquemas de desarrollo planteados desde una visión normativa y general, incluso con una visión de progreso globalizado o de competitividad. En contraste, en los campos empíricos de la teoría del caos, más la visión de la sociología urbana, se observan que los fenómenos complejos pueden ser abordados por las nuevas subjetividades de cómo se comporta la sociedad en diferentes condiciones, momentos y geografías.

El divorcio binario entre las posturas del estudio de las ciudades por su perspectiva teórica o empírica, así como de los enfoques de creación de los POTE, han marcado una división que es simplemente imaginaria. Batista reflexiona sobre dos perspectivas: la racionalidad instrumental y la dialéctica del imaginario social.¹²⁶ Inicialmente, estas dos perspectivas enfocadas a la planeación urbana parecen puntos de vista sin una convergencia particular; sin embargo, se propone volver a integrar en la planificación estratégica al sujeto habitante

¹²⁴ J.L. Lezama, *Teoría Social. Espacio y Ciudad*, 3ª edición, México, D.F., El Colegio de México, 2014, p. 234.

¹²⁵ M. Max-Neef, *Desarrollo a Escala Humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*, Montevideo, Nordan Comunidad, 1998, p. 30.

¹²⁶ E. Batista, “Planificación urbana posible, imaginario, existencia y cultura”, en *Tempo Social, revista de sociologia da USP*, 33(1), 2021, pp. 91-120.

a través de su experiencia de cómo vive el lugar, es decir, incluir en los instrumentos la visión sociocultural específica, tal como se ha propuesto con la percepción del Índice de Ordenamiento Territorial. La importancia de vincular estos puntos de vista yace en la necesidad de humanizar la disciplina y sus productos, pues se ha desligado este objetivo en la generalidad institucional, económica, política y legal. En adición, se señala que no existen precedentes concretos en México para hacer análisis cuantitativos previos a la planificación para conocer la relación entre los esfuerzos ejercidos entre la política pública del ordenamiento y la magnitud de la entropía en las áreas urbanas.

En la investigación se explora a la ciudad con una herramienta de modelado matemático sobre el ordenamiento del territorio que propone los valores de correlación cuantitativa para obtener los valores del esfuerzo del ordenamiento territorial, así como la de entropía urbana. Dicho así, la Teoría General de Sistemas (TGS) nos ayuda a englobar desde lo más amplio los fenómenos urbanos, sobre un sistema complejo que puede reducir su grado de complejidad a partir de modelos. Las ventajas de enmarcar los estudios de la geografía urbana son:

Brinda excelentes posibilidades para comprender la realidad y también para avanzar en el estudio de las teorías y metodologías que permiten su abordaje. Cuenta con grandes posibilidades para avanzar en el trabajo empírico desde la ciencia y en la construcción conceptual a través de su aplicabilidad epistemológica. (...) De esta manera el pensamiento geográfico puede ser comprendido en el marco de la TSC con la finalidad última de comprender la realidad, una tarea muy noble y sólo a partir de ella podrán obtenerse diferentes soluciones. De eso se trata: de hacer de la Geografía una ciencia aplicada a través de una postura materialista sistémica, de importante valorización contextual, científica y social.¹²⁷

Aunque estas afirmaciones nos indican que podemos profundizar mucho más en la realidad abordándola por subsistemas, la postura del trabajo es vincular las herramientas cualitativas para comprender el territorio, aportando información estratégica al diagnóstico de los instrumentos para poder incidir en el modelo territorial, con la visión social e integrando el conocimiento local basando el modelo cuantitativo de desarrollo urbano en el marco operativo y de investigación. Es un posicionamiento que explora con una herramienta que propone los valores de correlación cuantitativa para obtener los valores del esfuerzo del ordenamiento territorial, así como la de entropía urbana.

¹²⁷ G. Buzai, *et.al.*, *op. cit.*, p.24.

Capítulo 2. Estrategia de investigación

En este capítulo se describe el marco metodológico y operativo que se llevó a cabo en la investigación, descrito en cuatro momentos, el primero es la elección del caso de estudio y sus unidades de observación; el segundo son las fases en las que se realizó la investigación; el tercero son los instrumentos de recolección de datos para el trabajo cualitativo de campo y finalmente, una reflexión acerca del aporte al conocimiento y los límites que se han encontrado con la metodología y el trabajo. El propósito de la estrategia metodológica es sentar las bases del trabajo para aplicar el método y modelos matemáticos en el asentamiento del caso de estudio, así como tener la posibilidad de replicarlo en otro sitio.

Sobre la elección del caso de estudio, se justifica el por qué la ciudad de Guanajuato es el sitio propicio para la aplicación del método, así como su análisis por las Unidades de Gestión Territorial (UGT). En las fases de investigación se señalan tres etapas en que se realizó el proceso: análisis y discusión teórica, trabajo de campo y procesamiento de resultados y conclusiones. En especial para la fase de trabajo de campo, se detallan los instrumentos con que se recolectó información cualitativa, detallando tres instrumentos que se usaron principalmente, siendo dos cuestionarios y las entrevistas semiestructuradas. Al final de este capítulo se abre un punto de reflexión sobre el método descrito, de forma autocrítica de observar los límites, alcances y una aplicación en casos similares para replicar y comparar, buscando en un futuro hacer un trabajo comparativo sobre esta misma metodología.

2.1 Elección del caso de estudio y unidades de observación

Para la investigación se toma el caso de estudio de una ciudad media e intermedia, que es aquella que tiene mayor propensión a crecer por el equilibrio entre los asentamientos humanos y la red de ciudades, siendo que tiene mayor potencialidad de aumento poblacional por su suelo urbanizable servido y cercanía con metrópolis. La vinculación regional en red con otras ciudades también es un elemento a considerar en la planeación, pues la relación con la población y sus interacciones económico-sociales complejiza la dinámica interna, así como los elementos a considerar en el ordenamiento territorial.

El caso de análisis se eligió de la región centro o centro occidente de México, enmarcado en la región señalado en la propuesta del Diamante de México.¹ Las ciudades susceptibles de ser tomadas como ejemplo son aquellas que guarden relación con la red urbana de este polígono, especialmente en el centro de este, que es el bajío guanajuatense; decantando la propuesta por la que tiene información actualizada de sus programas de ordenamiento ecológico territorial y una estructura municipal administrativa consolidada en materia de planeación.

La propuesta de análisis operacional es un asentamiento humano dentro de las categorías del Sistema Urbano Nacional de México y reúne las características de una ciudad media e intermedia, ya que son aquellas que muestran mayor tendencia al crecimiento desordenado. Por lo anterior, se elige a la ciudad de Guanajuato, México, que a partir del 2018 fue enlistada como ciudad metropolitana pero que, por sus características formales y funcionales, es media. En los siguientes capítulos se muestra el estudio de esta urbe como parte del modelo metodológico propuesto, primero caracterizándola y enmarcándola con las políticas, normativas e instrumentos del orden federal, estatal y local.

Guanajuato es parte de la región del Bajío y está ligada la carretera federal 45 a la Zona Metropolitana de León y a la de Irapuato-Salamanca; está también vinculada histórica y culturalmente en la subregión denominada del Bicentenario, con Dolores Hidalgo y San Miguel de Allende. Al interior, el municipio tiene nueve localidades urbanas mayores de 2 500 habitantes, que conforman tres centros de población, las áreas de estudio de la investigación. Al ser capital de estado, es sede de poderes políticos y conjuntos académicos; su potencial turístico y constante crecimiento demográfico y dinámica territorial propia entreteje reglas de organización natural que, sin la información o comprensión adecuada, se entiende como caos. La ubicación por escala en el contexto territorial inmediato, el estado de Guanajuato en el territorio mexicano, el municipio de Guanajuato en el estado y las zonas urbanas en el municipio, como se muestra a continuación en la figura 1.

¹ Fundación Metrópoli, *Guanajuato Innovación y Territorio*. Guanajuato, México: Gobierno del Estado de Guanajuato, 2012.

Figura 1. Ubicación del estado de Guanajuato, municipio de Guanajuato y zonas urbanas de Guanajuato en su entorno territorial contextual.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

El área de estudio se conforma con las zonas urbanas, según el Marco Geoestadístico Municipal 2020 del INEGI y análisis cartográfico de los instrumentos de planeación para delimitar los perfiles urbanos, agrupados en tres polígonos. Las áreas se dividen en Unidades de Gestión Territorial (UGT), retomadas del proyecto de Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) del 2019-2020, estas áreas son las unidades de observación de la investigación.

Unidades de observación

Las unidades de gestión tienen el propósito de apoyar para la regulación del espacio relativamente homogéneo, de acuerdo con uno o más criterios, al interior de una porción territorial mayor bien definida. Permiten construir una visión espacial que facilita desarrollar criterios para establecer los usos, anticipar los conflictos y facilitar el proceso de toma de decisiones.² Este proceso de delimitación está preestablecido de forma institucional desde el 2001 en la guía de SEDESOL y el Instituto de Geografía de la UNAM.

Dichas unidades (ambientales y territoriales urbanas) son necesarias para planear y administrar el territorio según la escala urbana que se maneja, como se vio en el ejemplo de Guanajuato en ambos periodos en las que se incluyen los usos y destinos, así como proyectos específicos para el proceso integral de planeación. No deben confundirse con las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) de INEGI, pues una AGEB:

² A. García de Fuentes, A. Mungía Gil, J. Euán Ávila y M. Liceaga, "Criterios para la delimitación de unidades de gestión ambiental en el ordenamiento ecológico del territorio costero del estado de Yucatán", en *Ordenamiento Ecológico y Territorial en Zonas Costeras*, s/f, pp. 425-447.

[...] es un área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno y cuyo uso del suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etcétera, y sólo son asignadas al interior de las zonas urbanas que son aquellas con población mayor o igual a 2,500 habitantes y en las cabeceras municipales.³

A diferencia de estas, las unidades de gestión también marcan políticas, lineamientos y proyectos. Es de recalcar que en Guanajuato se elaboraron con referencias históricas y culturales de delimitación de barrios como se observó en este documento. El actual uso de herramientas cartográficas a través de Sistemas de Información Geográficas (SIG) han ayudado a conocer a través de estas áreas diversos contrastes de información tan diversas como densidad de población, marginación, tipo de política, superficies, número de viviendas y sus características, entre otros. Uno de los usos se da a través de la investigación, el cual toma como base unidades territoriales para la evaluación de la entropía urbana.

Los elementos de la delimitación urbana como base de la planeación territorial de Guanajuato se hacen por Unidades de Gestión, que son zonificaciones propuestas por primera vez en el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población (POT-CP) en el año 2012; en él se describen los tipos de unidades: las ambientales y las territoriales o urbanas. Las Unidades de Gestión Territorial (UGT) están divididas en 21 zonas que comprenden las áreas urbanas y semiurbanas del Centro de Población.⁴

La delimitación de las Unidades de Gestión Territorial del POT-CP 2012, mismas que fueron retomadas en el proyecto del PMDUOET del 2020, tiene antecedentes en la delimitación de los cuarteles de la ciudad de Guanajuato por Marmolejo. En el año de 1884 se publicó el libro *Efemérides Guanajuatenses* o datos para formar la historia de la ciudad de Guanajuato: obra escrita con presencia de los más auténticos e interesantes documentos, por el Presbítero Lucio Marmolejo (1834-1885).⁵ En su primer tomo, el libro describe la ciudad de Guanajuato, posteriormente en el casco de la ciudad da una detallada explicación de la conformación de los treinta y tres cuarteles en los que se dividía la población de Guanajuato. También explica que la división más antigua de Guanajuato es la formada el 1°

³ Obtenido de Historia de la CEPAL: <https://www.cepal.org/es/historia-de-la-cepal> CONEVAL, “Medición de la Pobreza. Rezago social a nivel zonas urbanas (AGEB urbanas)”, en CONEVAL, s/f, [7 de abril de 2021], https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Rezago_social_AGEB_2010.aspx#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20definici%C3%B3n%20de%20INEGI,industrial%2C%20de%20servicios%2C%20comercial%2C

⁴ A. Arredondo Pérez y L. Garcés Licea, “Elementos de la delimitación urbana como base de la planeación territorial en el municipio de Guanajuato”, en *Memorias 5to Congreso de la Semana de Ingenierías*. Guanajuato, Universidad de Guanajuato, 2020.

⁵ Eclesiástico, orador cívico y religioso, recogió día tras día las noticias más sobresalientes relativas a Guanajuato, las cuales editó en cuatro volúmenes publicados entre 1883-84. (UNAM, s.f.)

de abril de 1843, aprobada por el Ayuntamiento en ese mismo año, pero la describe como imperfecta con su división de 10 cuarteles y 95 manzanas en el casco de la ciudad y 13 cuarteles y 61 manzanas en los suburbios; años después, en 1879, se formó la división que se presenta en el documento, Marmolejo la describe como mejor y de conforme a lo que exigía el notable crecimiento de la ciudad por todos sus rumbos.

Este documento nos muestra información de los barrios más antiguos de la ciudad: Cata, Mellado, Rayas, Valencia y Marfil, así como de la cañada; esto sirvió para que, ya en épocas actuales, se realizara una delimitación que contemplara dieciocho zonas del área urbana las cuales son la primera zonificación urbana derivadas del Reglamento de Construcción 1993 de la ciudad de Guanajuato.

Figura 2. Distribución de cuarteles, manzanas y casas en la ciudad de Guanajuato en el año 1884.

	CUARTELES	MANZANAS	CASAS
Total	33	283	7,891
Casco de la Ciudad	22	220	5,932
Cata	1	3	146
Mellado	2	14	391
Rayas	1	7	236
Valenciana	2	14	404
Marfil	5	25	782

Fuente: L. Marmolejo.⁶

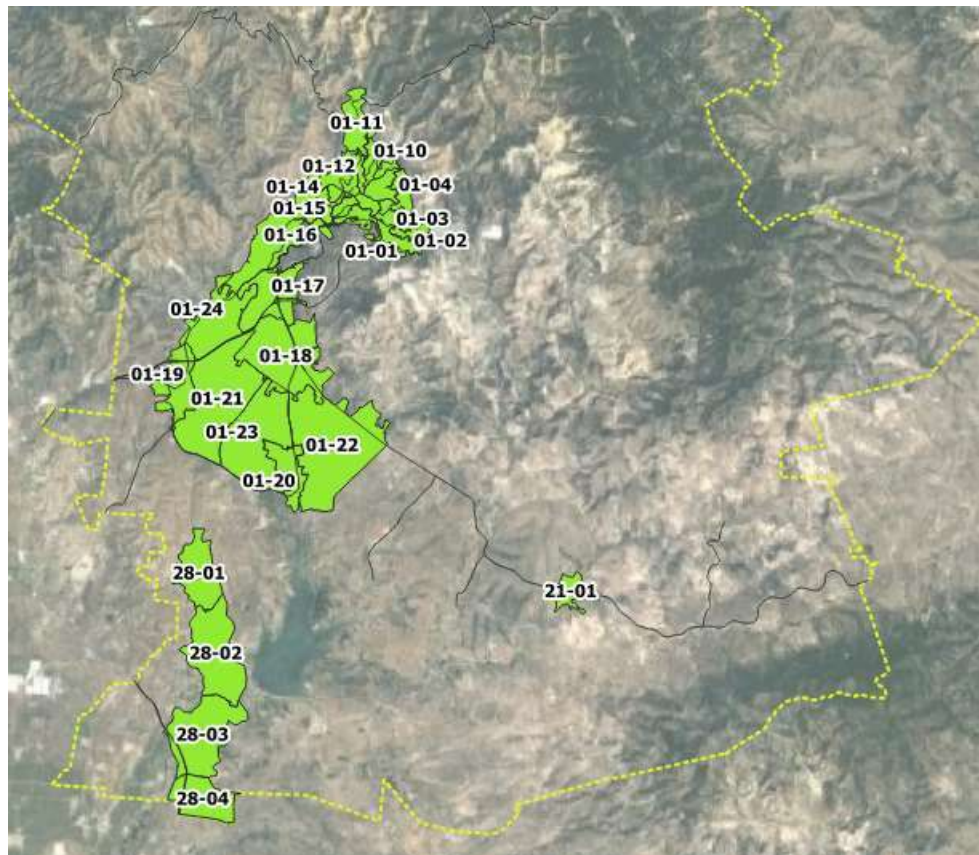
En la elaboración del POT-CP 2012 se retoman y adecuan conforme a las delimitaciones de las AGEBS⁷ y resultan 21 zonas distribuidas en la zona urbana y semiurbana de Guanajuato; cada una de las 21 zonas fueron personificadas en fichas dónde se describieron sus principales características. Para el proyecto de ordenamiento territorial del 2020 (Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial PMDUOET), las UGT aumentaron de 21 zonas a 29, esto debido a que se están considerando la nueva categoría de localidades urbanas, con población mayor a 2 500 habitantes y aquellas que se contemplan lleguen a ese valor en poco tiempo. Cabe resaltar que los polígonos de las zonas ya existentes también sufrieron modificaciones debido a situaciones en las que la cartografía de los límites de las UGT atravesaba manzanas, lo que

⁶ L. Marmolejo, *Efemérides Guanajuatenses o datos para formar la historia de la ciudad de Guanajuato: obra escrita con presencia de los mas auténticos e interesantes documentos*. Guanajuato: Colegio de Artes y Oficios, 1883.

⁷ Áreas geográficas ocupadas por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación del terreno, pueden ser urbanas o rurales. (CONEVAL, s.f.)

se hizo fue respetar el límite de estas demarcaciones ya que se considera una optimización en el proceso de gestión y administración, esto gracias a que INEGI genera la información de los Censos de Población y Vivienda a este nivel de detalle (ver figura 3).⁸

Figura 3. Ubicación de las Unidades de Gestión Territorial (UGT) de las zonas urbanas en el municipio de Guanajuato.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Las UGT no corresponden directamente a la división de localidades; sin embargo, en la siguiente tabla se señala el nombre de la unidad por contener la colonia o elemento más representativo de esa zona o bien, su localidad según INEGI en su Marco Geoestadístico 2022.

Tabla 1. Nombre y ubicación de las Unidades de Gestión Territorial.

Clave UGT	Nombre UGT	Localidad INEGI
01-01	Presa de la Olla - Embajadoras	Guanajuato
01-02	Cerro de los Leones	Guanajuato

⁸ A. Arredondo Pérez y L. Garcés Licea, *op. cit.*

01-03	Pastita	Guanajuato
01-04	Alameda	Guanajuato
01-05	Pozuelos	Guanajuato
01-06	Centro Urbano	Guanajuato
01-07	Cerro del Cuarto	Guanajuato
01-08	Municipio Libre - Cerro del Gallo	Guanajuato
01-09	Jales de Cata	Guanajuato
01-10	Cata - Mellado - San Luisito	Guanajuato
01-11	Valenciana	Guanajuato
01-12	San Javier	Guanajuato
01-13	Venada - Gavilanes	Guanajuato
01-14	Pueblito de Rocha	Guanajuato
01-15	Noria Alta	Guanajuato
01-16	Marfil	Marfil
01-17	Burócrata - Servidor Agrario	Marfil
01-18	Arroyo Verde - Yerbabuena	Yerbabuena
01-19	Santa Teresa	Santa Teresa
01-20	Puentecillas	Puentecillas
01-21	Cervera - Villas - Perules	San José de Cervera
01-22	Arboledas- Carbonera	La Carbonera
01-23	Manantial - Maluco	El Maluco
01-24	Nochebuena - San José	Nochebuena
21-01	Sauceda	La Sauceda
28-01	Cañada de Bustos	Cañada de Bustos
28-01	Capulín de Bustos	Capulín de Bustos
28-03	San José de Llanos	San José de Llanos
28-04	Parque industrial	Hacienda de Guadalupe

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Los principales puntos que restringen el uso de las unidades de gestión, tanto ambiental como territorial urbana son: a) se necesita una clave única (incluir criterios específicos); b) son abstractos; c) no son reconocibles sus límites a escala humana; d) necesitan actualizarse constantemente; e) pueden propiciar una visión fragmentada del territorio y; e) existen múltiples métodos para definir sus límites. En palabras de Beneitez, Montero y Martínez “si en la planificación territorial se quieren integrar estrategias de desarrollo sostenible es necesario alterar el paradigma tradicional de planificación, e incorporar actuaciones que asocien el desarrollo económico con el uso racional de los recursos

naturales, sin perder de vista la distribución social de los resultados”;⁹ para ello, es oportuno el uso de dichas unidades.

2.2 Fases de investigación

La naturaleza compleja de los estudios urbanos encamina el presente trabajo a un enfoque mixto, con alta orientación cuantitativa. Para ello, tiene la postura postpositivista, es decir, se establece en la búsqueda del conocimiento a través de métodos casi experimentales y la posibilidad de incluir contenido cualitativo en el análisis.¹⁰ El enfoque mixto reside en la necesidad de vislumbrar las dimensiones operativas de la investigación, que se divide en tres etapas del método de análisis propuesto: el análisis documental, el análisis cartográfico y matemático (cuantitativa), y la etapa de entrevistas (cualitativa).

La realización de la investigación se diseña en tres fases:

1. Análisis y discusión teórica.
2. Trabajo de campo.
 - a. Análisis de contenido.
 - b. Análisis cartográfico.
 - c. Modelo matemático.
 - d. Estudio cualitativo.
3. Procesamiento de resultados y conclusiones.
 - a. Síntesis de resultados.
 - b. Elaboración de conclusiones.

A continuación, se describen cada una de las fases de la investigación, con los enfoques y las perspectivas operativas:

1. Análisis y discusión teórica.

El análisis síntesis documental previa a la etapa a la operación se refiere al estudio del estado del arte y de las influencias teóricas a través de publicaciones académicas, artículos

⁹ J. Beneitez López, J. Montero Serrano y P. Martínez de Anguita, “Metodología para la definición de unidades territoriales de gestión como instrumento operativo para la toma de decisiones territoriales”, en *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*, Granada, Universidad de Granada, 2006, p. 1381.

¹⁰ C. Ramos Galarza, “Los paradigmas de la investigación científica”, en *Revista Unifé. Avances en Psicología* (23), enero-julio de 2015, pp. 9-17.

y tesis relacionadas en la materia, sintetizando y confrontando las posturas básicas para abonar a la discusión teórica que suman a las aportaciones que se vinculan a la parte operativa de la investigación.

En esta fase se exponen las aportaciones teóricas que han de alcanzar, siendo la contraposición de los modelos de planeación normativa con enfoque estructuralista contra la complejidad de las estructuras disipativas urbanas actuales, que son las ciudades medias y metropolitanas, por ser las de mayor presión de crecimiento superficial sobre las relaciones sociales que se tejen en su entorno.

2. *Trabajo de campo.*

a) Análisis de contenido. El procedimiento se inició con la revisión documental del caso de estudio, caracterizando y definiendo el Sistema Urbano Nacional, en sus categorías de zona metropolitana, conurbaciones, centros urbanos y ciudades medias e intermedias.¹¹

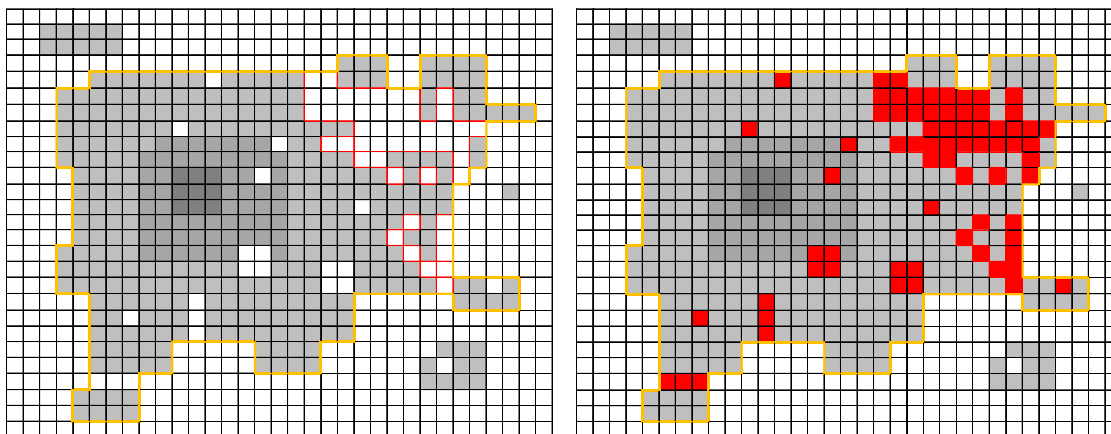
Revisión documental de planes y programas de ordenamiento ecológico territorial. En este apartado se analizaron los documentos de planeación de forma histórica de la ciudad de Guanajuato en los periodos de 1994, 2012 y 2020. Los dos primeros, por ser instrumentos vigentes, y el tercero por ser el proyecto de actualización urbana más reciente.

b) Análisis cartográfico. Por medio de un Sistema de Información Cartográfica se realizó una diferenciación espacial con el objetivo de identificar y caracterizar los instrumentos de planeación sobre los tipos: suelo urbanizable, suelo no urbanizable, suelo urbanizado y suelo urbanizado en suelo no urbanizable.

Inicialmente se debe de delimitar la zona urbana, haciendo un contorno alrededor que contenga la zona de estudio del caso, para hacer la comparación entre diferentes periodos, se delimitarán por las Unidades de Gestión Territorial (UGT), más adelante explicadas; una vez identificada la totalidad de la superficie urbana, se categorizaron los usos de suelo por sus tipos anteriormente citados.

¹¹ Secretaría de Gobernación, Secretaría General del Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, *Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012*, 2012, [7 de abril de 2021], https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catalogo_Sistema_Urbano_Nacional_2012pdf, pp. 49-59 y Consejo Nacional de Población (Conapo), Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), *Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012*, Secretaría de Gobernación, México, 2012.

Figura 4 a y b. Abstracción de la zona urbana: a) Imagen de malla y su delimitación urbana con unidades de superficie. b) Identificación de los tipos por usos o destinos de suelo.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Con base en los lineamientos jurídicos locales, en este caso del Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato, se utilizarán los usos y destinos de suelo, que según el artículo 76 (ver tabla 2), podrán asignarse los siguientes en los programas municipales,¹² los cuales se agrupan por los tipos de suelo y que servirán para hacer las comparativas por UGT y conocer su crecimiento o decrecimiento.

Tabla 2. Agrupación de usos o destinos de suelo en POTE por tipo para análisis cartográfico.

Categoría	Uso o destino del suelo	Tipo
Usos del suelo programados en POTE	Agrícola;	Suelo no urbanizable
	Pecuario;	
	Forestal;	
	Habitacional;	Suelo urbanizable
	De servicios;	
	Comercial;	
	Turístico o recreativo;	
	Industrial; y Mixto.	
Destinos del suelo programados en POTE	Parque urbano, jardín público o área verde;	Suelo no urbanizable
	Conservación ecológica;	
	Recarga de mantos acuíferos;	
	Equipamiento urbano;	Suelo urbanizable
	Infraestructura pública; y	
	Mixto.	

¹² No se toman en cuenta los usos de suelo Agroindustrial y Actividades Extractivas, según lo indicado en el artículo 76 mencionado, por ser usos que no se encuentran en las zonas urbanas, objetos de estudio de esta investigación.

Uso construido	Habitacional;	Suelo urbanizado
	De servicios;	
	Comercial;	
	Industrial; y Mixto.	
Destino construido	Equipamiento urbano;	Suelo urbanizado en suelo no urbanizable
	Infraestructura pública; y	
	Mixto.	
Usos y destinos de suelo no urbanizable intervenidos	Agrícola;	Suelo urbanizado en suelo no urbanizable
	Forestal;	
	Parque urbano, jardín público o área verde;	
	Conservación ecológica;	
	Recarga de mantos acuíferos.	

Fuente: Elaboración propia con información del Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato.

El análisis cartográfico y los resultados cuantitativos se vincularán con el modelo matemático, formulando un problema de combinatorias de cada unidad superficial con el número de posibilidades que puede asumir, definidas por el tipo de suelo. Esta combinatoria se espera pueda generar un índice de entropía y se podrá visualizar en la ortofoto.

c) Modelo matemático. Elaboración del modelo matemático para el índice de entropía y el índice de ordenamiento territorial. Se diseñaron los modelos matemáticos para el cálculo de la entropía urbana a partir de la ecuación de Batty, que se tendrá que apoyar por medio del análisis de un Sistema de Información Geográfica (SIG) y cálculos sobre el modo. Esta etapa se acompañó con especialistas¹³ en matemáticas probabilísticas para el desarrollo y comprobación del modelo y fórmulas matemáticas de los índices.

d) Estudio cualitativo. Se basa en la recolección de información de campo a través de puntos de vista de actores ciudadanos o especialistas con conocimiento del ordenamiento territorial, obtenidos a través la técnica de encuesta con cuestionarios mixtos y entrevistas semiestructuradas, sobre el análisis en cuatro dimensiones del territorio: política, economía, técnica y social. El objetivo es enlazar la información cuantitativa en un modelo matemático del índice de esfuerzo del ordenamiento territorial con la información sensible de los expertos.

¹³ Este apartado se construyó con base en el apoyo del Mtro. Saúl Rogelio Mendoza Jacobo, estudiante del Programa de Doctorado en Probabilidad y Estadística; el Mtro. Gilberto Flores Vargas, Maestro en Ciencias con especialidad en Probabilidad y Estadística; y del Dr. Francisco Rendón, Lic. En Matemáticas y Dr. en Ciencias (astrofísica) por el CIMAT, Universidad de Guanajuato, actualmente profesor investigador en la Universidad del Papaloapan, Oaxaca, en el departamento de Matemáticas Aplicadas.

3. *Procesamiento de resultados y conclusiones.*

La última fase se dividió en dos etapas:

a) Síntesis de resultados. La información se sintetiza en resultados obtenidos por los instrumentos de recolección de datos y ordenado por las categorías de estudio para una ilación y vinculación con el marco teórico conceptual.

b) Elaboración de conclusiones. Una vez sintetizados los resultados, se procede a la comprobación de la hipótesis, así como el espacio de reflexión de los diversos elementos abordados en la investigación, tales como limitantes, oportunidades, descubrimientos y líneas de trabajo futuras.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La colecta de la información se realizó entre septiembre del 2020 a abril de 2021, periodo en el cual se desarrolló el trabajo de campo con dos tipos de instrumentos: cuestionarios y encuestas. Estos instrumentos coadyuvaron en extraer información cualitativa sobre cuatro categorías respecto al ordenamiento territorial y su planeación en Guanajuato, a saber:

- A. Percepción de formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial.
- B. Percepción de especialización técnica para el ordenamiento territorial.
- C. Percepción de suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial.
- D. Percepción de la acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial.

Se dividió la aplicación en dos cuestionarios, el primero denominado “Cuestionario base de percepción del ordenamiento territorial” (Cuestionario 1. Ver Apéndice 3), y el segundo, “Formato de percepción de atención y vigilancia por UGT” (Cuestionario 2. Apéndice 4). El objetivo de ambos fue dar una valoración por parte de los especialistas sobre los temas que compondrían el índice de ordenamiento territorial, señalados en los cuatro incisos mencionados en el párrafo anterior, la diferencia es que el primer cuestionario se refiere a la percepción de los subtemas específicos sobre los que compone cada componente en el momento de su aplicación, mientras que el segundo busca valorar los temas por UGT en los tres periodos de análisis.

Finalmente, los cuestionarios se aplicaron bajo un diseño de encuestas que se dividió en dos momentos. El primero, de aplicación para el primer cuestionario, del 25 de octubre al 25 de noviembre de 2020; y el segundo, del 1 de noviembre al 17 de diciembre de 2020. Se realizó un muestreo a través del total de los técnicos especializados, teniendo un margen de confiabilidad del 95%. Para el caso del formato de evaluación de las UGT por periodo y temática, se aplicó a los especialistas y técnicos tanto de la administración municipal como consultores externos y académicos. En este instrumento se obliga la aclaración que existe la posibilidad de sesgos cognitivos por memoria y confirmación individual, por lo que se promediaron los resultados y se contrastó con la información cuantitativa de los usos y destinos de suelo del análisis cartográfico.

La información resultante se analizó cualitativamente y se integró en el documento sobre los temas de discusión específicos del capítulo IV. Además, se pueden consultar de forma integral los resultados del cuestionario 1 en el Apéndice 3, mientras que los del cuestionario 2 se observan en la tabla “Resultados del esfuerzo del ordenamiento territorial” presentado por tema, año y promedio general.

La recolección de información de campo cualitativa, referido a las entrevistas semiestructuradas se aplicó a actores clave para conocer su punto de vista sobre diferentes temas y perspectivas de la planeación en el ordenamiento territorial. Las entrevistas tuvieron un anuncio para contar con su consentimiento informado por escrito, y al igual que en los cuestionarios, se anunció que la información generada forma parte de la investigación cuyos fines son exclusivamente académicos y se respetará el anonimato de los participantes.

Cuestionarios

Los cuestionarios que se diseñaron para la investigación tienen el objetivo de conocer la percepción de los especialistas y ciudadanos en torno a los tópicos políticos, técnicos, económicos y de acción ciudadana en el tema de la política de planeación, gestión y administración del ordenamiento territorial urbano en el municipio de Guanajuato. A continuación, se describen los cuestionarios utilizados en la investigación y su proceso de aplicación.

1. Cuestionario base de percepción del ordenamiento territorial.

El cuestionario tiene por objetivo conocer la percepción de los especialistas en torno a las categorías de temas políticos, técnicos, económicos y de acción ciudadana¹⁴ en el campo de la política de planeación, gestión y administración del ordenamiento territorial urbano en el municipio de Guanajuato. Se aplicó el cuestionario a los especialistas principalmente de los colegios de arquitectos, ingenieros y peritos registrados para la unidad administrativa en materia de ordenamiento sustentable del territorio, por ser los principales conocedores y aplicadores de las normas en el campo de estudio a través de herramientas por internet en *Google forms*.

Se presentaron 16 preguntas, cuatro por las categorías antes señaladas, por categorías de opción múltiple con cinco reactivos para ligar sus respuestas con una evaluación de la escala Likert para demostrar que tan de acuerdo están con la aseveraciones y preguntas formuladas, desde “totalmente en desacuerdo” (1), “algo en desacuerdo” (2), “ni de acuerdo ni en desacuerdo” (3), “algo de acuerdo” (4) y “totalmente de acuerdo” (5). Igualmente, se pidió explicar sus razones de forma breve (ver Apéndice 3). Su aplicación tuvo un máximo de tiempo de llenado de 10 minutos.

El perfil de los encuestados refiere al menos a 50% de servidores públicos en los campos relacionados, 36.4% al sector privado, 9.1% al académico y el restante a otros; el 56.1% tiene posgrados de especialidad en el tema y 43.9% de formación universitaria; se compone de 53% de hombres y 43% de mujeres, prácticamente equilibrado; y rangos de edades variables.

2. Calificación de valor para índice de ordenamiento territorial.

El cuestionario 2 se aplicó en formato físico, tanto a especialistas como a entrevistados, cuyo objetivo fue dar valor a las UGT por categoría (política, economía, técnicos y sociales) en los tres años de estudio (1994, 2012 y 2020) para integrar la información del Índice de Ordenamiento Territorial en este se calificó de 0 a 10, en que 0 es el menor valor de atención y 10 el máximo. El cuestionario se acompañó de un mapa de las zonas urbanas de Guanajuato, a modo de guía visual para el encuestado (Apéndice 4).

¹⁴ A. F. Alessandri, *op. cit.* Sobre la metageografía, indica que la práctica socioespacial da sobre las políticas urbanas que entran en conflicto con la economía produciendo una fragmentación de lugares. Se incluye además el valor técnico especializado de elaboración de instrumentos regulatorios en el territorio.

La información derivada de este ayudó a generar el Índice de Ordenamiento Territorial, pudiendo vincular la percepción y conocimiento de las y los especialistas, con los resultados de la información del análisis cartográfico en los mismos tres años. Este insumo contrasta el avance general temporal del ordenamiento territorial por zonas y por categoría temática.

Entrevistas

Las entrevistas semiestructuradas se realizaron a actores clave en las áreas técnica, política y social para conocer su punto de vista y experiencia en la evolución de la planeación y ordenamiento territorial local, así como la transformación de la estructura urbana y social. Los temas centrales fueron la política pública del ordenamiento territorial, planeación territorial, ciudad compleja, planeación territorial local, deficiencias y propuestas.

Se realizaron 9 entrevistas semiestructuradas, variando sobre la guía de preguntas según el perfil del experto o experta. Para el reporte de esta tesis, se han codificado las respuestas con el objetivo de respetar la confidencialidad de los participantes. Los resultados se procesaron sobre el análisis de discurso dentro de los apartados de la investigación. En la siguiente tabla se muestra el enfoque de la entrevista aplicada y los datos de aplicación.

Tabla 3. Entrevistas a actores claves para el ordenamiento territorial.

Clave	Enfoque de entrevista	Fecha y hora de aplicación	Formato
E.A.1.	Visión ciudadana de las políticas institucionales.	17 de noviembre de 2020	Entrevista presencial
E.A.2.	Visión técnica y administrativa de la planeación urbana local.	19 de noviembre de 2020	Entrevista presencial
E.A.3.	Visión institucional y técnica de la planeación urbana local.	19 de noviembre de 2020	Entrevista virtual
E.A.4.	Visión ciudadana y académica de las políticas y planeación urbana.	20 de noviembre de 2020	Entrevista virtual
E.A.5.	Visión política y estratégica de la planeación y el ordenamiento territorial regional y local.	24 de noviembre de 2020	Entrevista presencial
E.A.6.	Visión técnica y administrativa de la planeación y la ejecución del desarrollo urbano.	25 de noviembre de 2020	Entrevista presencial
E.A.7.	Visión técnica y ciudadana de la planeación urbana.	11 de mayo de 2021	Entrevista presencial
E.A.8.	Visión ciudadana de políticas locales de participación en la planeación.	11 de mayo de 2021	Entrevista virtual
E.A.9.	Visión ciudadana de políticas y acción del ordenamiento territorial.	18 de mayo de 2021	Entrevista presencial

Fuente: Elaboración propia, 2021.

2.4. El modelo matemático de la entropía urbana

Recordando el concepto de entropía urbana del apartado 1.2.1., se realizó una deducción matemática de la entropía espacial para la investigación a partir de la fórmula de Shannon para la estrategia de implementación en el caso de estudio. Sea $g(x,y)$ una función de densidad poblacional que define la cantidad promedio de personas habitando cierta área superficial $dx dy$, y sea P la población total, entonces la función $f(x,y) = g(x,y)/P$ es la *densidad poblacional por unidad de área* cuya unidad, para fines de este estudio, es 1/ha, y que cumple que

$$\int_A f(x,y) dx dy = 1 \quad (1.1)$$

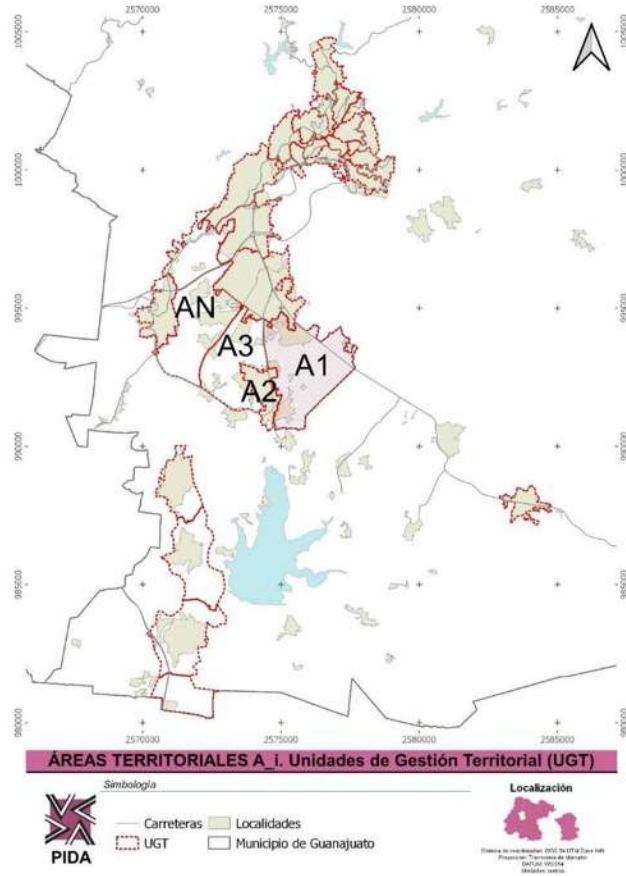
donde A es el área total (la ciudad). En Probabilidad a una función que cumple lo anterior se le llama densidad de probabilidad y codifica las probabilidades de las *llamadas variables aleatorias continuas*.

Considérese una partición del área total A en N pedazos A_i , $i=1, 2, \dots, N$, que no se traslapan entre sí y que al unirlos todos se obtiene el área A , es decir,

$$\bigcup_{i=1}^N A_i = A \quad (1.2)$$

Cada pedazo A_i tiene un área superficial ΔA_i , las cuales no necesariamente son iguales. Un mapa con divisiones territoriales, como se muestra en la siguiente figura es un buen ejemplo de partición de un área con estas características.

Figura 5. Figura de áreas territoriales A_i (Unidades de Gestión Territorial -UGT-) que componen el conjunto urbano de Guanajuato, Gto.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Nota: Para el caso de estudio, cada UGT corresponde a una unidad A , que es desde A_1 a A_{29} .

Dada la partición de A que se describió anteriormente, el Teorema del Valor Promedio de la teoría del cálculo infinitesimal multivariable, garantiza la existencia de un punto (x_{A_i}, y_{A_i}) en el interior de cada A_i tal que

$$\int_{A_i} f(x, y) dx dy = f(x_{A_i}, y_{A_i}) \Delta A_i \quad (1.3)$$

Esto es, existe un punto representativo (x_{A_i}, y_{A_i}) en cada A_i , para el cual la densidad poblacional del área se puede obtener como el producto de la densidad poblacional por unidad de área evaluada en dicho punto, $f(x_{A_i}, y_{A_i})$, y el área ΔA_i .

Como lo anterior es válido para cada $i = 1, 2, \dots, N$, se define el valor

$$P_i = f(x_{A_i}, y_{A_i}) \Delta A_i \quad (1.4)$$

y como $f(x_{A_i}, y_{A_i}) \geq 0$ y $\Delta A_i > 0$, se infiere que $P_i \geq 0$.

Ahora, si se suman todas las P_i se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N P_i &= \sum_{i=1}^N f(x_{A_i}, y_{A_i}) \Delta A_i \\ &= \sum_{i=1}^N \int_{A_i} f(x, y) dx dy \end{aligned}$$

por la ecuación (1.3)

$$= \int_{\bigcup_{i=1}^N A_i} f(x, y) dx dy$$

por la propiedad de distribución de la integral
sobre la suma

$$= \int_A f(x, y) dx dy$$

por la ecuación (1.2)

$$= 1$$

por la ecuación (1.1)

En Probabilidad, a las P_i que cumplen lo anterior se les llama *función de masa de probabilidad* y codifican las probabilidades de las llamadas *variables aleatorias discretas*.

Por otro lado, para la densidad de probabilidad $f(x, y)$ se define la entropía diferencial¹⁵ de la siguiente manera:

$$H = - \int_A f(x, y) \ln [f(x, y)] dx dy \quad (1.5)$$

¹⁵ T. Cover y J. Thomas, *Elements of Information Theory*, Nueva Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 1991.

Como un esfuerzo de encontrar una expresión similar a la ecuación (1.5) para el caso discreto, utilizando los valores P_i , Michael Batty define la entropía espacial como¹⁶

$$E = - \sum_{i=1}^N P_i \ln \left(\frac{P_i}{\Delta A_i} \right) \quad (1.6)$$

Lo anterior resulta ser válido ya que, si se hace tender N a un número muy grande, es decir, que N tienda a infinito ($N \rightarrow \infty$), significa que se incrementa el número de A_i y por lo tanto su área tiende a cero $\Delta A_i \rightarrow 0$, y de este modo

El resultado anterior quiere decir que la entropía diferencial, H , (caso continuo) tiene su homólogo para el caso discreto: la entropía espacial de Batty, E . Pero nótese que E no solo depende de las probabilidades P_i , sino que también depende del área superficial ΔA_i .

Al expandir el lado derecho de la ecuación (1.6), aplicando las propiedades del logaritmo natural, se observa lo siguiente:

$$\begin{aligned} E &= - \sum_{i=1}^N P_i \ln \left(\frac{P_i}{\Delta A_i} \right) \\ &= - \sum_{i=1}^N P_i [\ln(P_i) - \ln(\Delta A_i)] \\ &= - \sum_{i=1}^N P_i \ln(P_i) + \sum_{i=1}^N P_i \ln(\Delta A_i) \\ &= S + Z \end{aligned}$$

donde

$$S = - \sum_{i=1}^N P_i \ln(P_i) \quad (1.7)$$

¹⁶ M. Batty, *op. cit.*, p. 17.

S es la entropía clásica de Shannon,¹⁷ y

$$Z = \sum_{i=1}^N P_i \ln(\Delta A_i) \quad (1.8)$$

Es decir, la entropía espacial de Batty, E , es la suma de la entropía clásica de Shannon, S , y un término espacial, Z , que incluye información espacial (de donde deriva su nombre).

En adelante, **la entropía espacial será una medida de desorden en un espacio geográfico respecto a alguna característica codificada en P_i** , por ejemplo, población, medida de urbanización, medida de gestión política, entre otras. En la sección de entropía espacial se discuten las fórmulas que se utilizarán para la entropía espacial y una variante de la misma, con los datos de las unidades de gestión territorial, pero puede verse el apéndice para más detalles teóricos de esta cantidad. Se entenderá que el esfuerzo del ordenamiento territorial estará compuesto de las variables políticas, técnicas, económicas y sociales que le darán valor al indicador.

2.5. Principales aportes al conocimiento y límites de la investigación

El estudio de las ciudades ha sido anteriormente tratado desde el punto de vista de la teoría de sistemas. Sin embargo, la intención del trabajo es dar un paso en la comprensión y reflexión de los factores globales que inciden en el territorio local y cómo es que afecta al ordenamiento territorial, sumándole los conceptos de la teoría del caos y vincularlo con casos empíricos de la transformación urbana, siendo estos conceptos principales la entropía y el ordenamiento territorial.

Una vez abordados los temas del marco teórico y la metodología con que se realizó la investigación, se abre un espacio crítico en que se reconocen las virtudes y limitaciones de la propuesta y los resultados, mismos que se amplían en la sección de conclusiones. En este caso se indican las principales aportaciones a la investigación en el campo teórico y sobre la metodología, especialmente por conjugar visiones cuantitativas y cualitativas de evaluar el territorio sobre el fenómeno del caos enmarcado por los estudios de la

¹⁷ Citado en P. Cabral, *et. al.*, *op.cit.*, p. 5225.

complejidad. Si bien la perspectiva de analizar el territorio desde el matematismo es poco popular entre los geógrafos, es interesante retomar conceptos preconcebidos para las ciencias exactas y sus métodos de estudio sobre los fenómenos sociales, mismos que se toman como un aporte de la investigación como a la planeación, tendencia que acrecienta su uso con los sistemas de información geográfica e inteligencias artificiales para el modelado virtual territorial en prospectiva.

La principal aportación de la investigación radica en establecer una relación entre la teoría y la dinámica empírica de las ciudades medias, sobre la cual abonar a la crítica teórica de los instrumentos de planeación del marco normativo de México. La crítica reside en la aventajada diferencia con la complejidad actual que existe en las zonas urbanas contra los modelos de planeación con enfoque estructuralista. Esta relación no ha logrado tener una correspondencia equilibrada, en la mayoría de los ejemplos, entre la realidad que se enmarca en el posestructuralismo, pues incluye factores sociales que particularizan cada caso urbano.

La crítica a los modelos de planeación local territorial en México se debe a la perspectiva histórica de concebir a la normativa de ordenamiento urbano con una tendencia estructuralista desde los inicios que se plasmaron en la Ley General de Asentamientos Humanos de 1976, y se han retomado hasta la actualidad. Estos instrumentos han considerado factores económicos y políticos como tangenciales a las políticas y los instrumentos de ordenamiento territorial sin darles mayor importancia, generando una imagen fija del territorio como un modelo utópico deseado y no como una estructura física social que se transforma constantemente y es dinámica. Este grado de complejidad socio territorial se diluye en la conformación de las propuestas que se generalizan en plazos medianos y largos.

En México se han realizado investigaciones geográficas y urbanas aportando conocimiento a la disciplina del ordenamiento territorial, siendo una de las contribuciones de esta investigación la estructura metodológica de análisis preliminar a la elaboración de las primeras etapas de los instrumentos de planificación con bajo trabajo cuantitativo. Por otro lado, tampoco en nuestro país se han registrado precedentes para hacer análisis cuantitativos previos a la planificación para conocer los esfuerzos ejercidos entre la política pública del ordenamiento y la magnitud de la entropía en las áreas urbanas según la visión a futuro, por ello, es importante resaltar la relevancia de esta investigación.

El trabajo ha mostrado las áreas con mayores posibilidades de caos urbano en el caso de estudio (zona urbana del municipio de Guanajuato), vinculado con las capacidades sociopolíticas y de recursos empleados en la política de ordenamiento territorial. Esta metodología involucra análisis geográficos con herramientas de SIG, un modelo matemático probabilístico de entropía urbana y datos cualitativos abstraídos para conocer el esfuerzo de ordenamiento territorial, y de esta forma dar resultados para ver el vínculo entre todas estas variables.

Como se sabe, es difícil desligar la planeación territorial institucional a un marco normativo-jurídico establecido, por lo que se propone integrar el uso de herramientas como los índices mencionados de entropía y de esfuerzo del ordenamiento territorial. Sin embargo, se entra en un primer límite de la investigación, la cual es incidir en los instrumentos jurídicos de planeación para su modificación y aplicación obligatoria. Se debe considerar que, si se tuviera dicha oportunidad, al ser conceptos no tradicionales en la planeación con herramientas de lenguajes matemáticos, inicialmente tendría resistencia en su aplicación.

Aunque el uso del modelo propuesto es una herramienta que tiene grandes ventajas y que puede ser utilizado para diferentes objetivos tanto prácticos como académicos, los límites de los modelos matemático en general tienden a simplificar la realidad de los fenómenos que estudian, es decir, reducen las variables que se espera pueda explicar tal hecho urbano, por lo que nunca se podrá tener una visión completa del comportamiento de las ciudades. Esto también es una gran ventaja para poder comprender sistémicamente el fenómeno del caos y desorganización urbana, ya que al disminuir las variables se puede analizar de una manera más manejable. En cualquier caso, el estudio, al estar expuesto a otras variables que no se consideran en el modelo (por ejemplo, comportamientos sociales, amenazas o incidencias externas tanto antrópicas como naturales), se debe revisar constantemente para volver a operar el modelo y corregir el camino y dar una mejor visión de lo que se pretende explicar.

Finalmente, en cuanto a los problemas que se tuvieron en la investigación, fue la limitante de llevar a cabo de forma contundente el cronograma por la contingencia sanitaria del SARS-CoV-2 (COVID 19), que por más de doce meses limitó el contacto social, personal y grupal, lo que obligó a replantear las técnicas de recolección de información, como las encuestas y entrevistas. Los recursos tecnológicos e internet facilitaron el contacto, sin embargo, no permitieron un intercambio efectivo de impresiones entre los entrevistados y el investigador, así como la reducción en la interacción para la resolución de dudas o acción en el caso de la aplicación de la encuesta. Otro reto que se generó fue la integración con

miembros de otras disciplinas, en este caso, de ciencias exactas y matemáticas, para poder establecer un trabajo alineado con los objetivos de la investigación. Como se ha dicho, se logró conjuntar al equipo con el cual se tuvo un apoyo efectivo, haciendo retroalimentaciones de comprensiones básicas de las disciplinas involucradas hasta llegar al producto presentado.

Capítulo 3. Marco de referencia

En el capítulo que se presenta, se construye el marco de referencia sobre conceptos institucionales (Sistema Urbano Nacional y categorías de ciudades) y elementos operativos (políticas públicas, ordenamiento territorial, ciudades medias, planeamiento, etcétera) para el correcto entendimiento del territorio, en un marco global al local (de internacional, latinoamericano y nacional), para el caso de estudio, Guanajuato, México.

3.1 Políticas de desarrollo

La política urbana y de ordenamiento territorial se refiere a los asentamientos humanos de todo tipo, incluyendo a las metrópolis, las localidades rurales y a las ciudades intermedias, que son parte del presente estudio. La política implica las acciones públicas y el interés del gobierno en el tema, por ello se debe considerar que las políticas públicas “son cursos de acción social significativos y simbólicos que relacionan procesos de legitimación de experiencia ciudadana”,¹ cuya responsabilidad de implementar es de los gobiernos:

El principal producto que produce un gobierno son políticas públicas, y en el análisis de las políticas el primer paso adicional a definir el enfoque técnico es: quiénes son los principales interesados en política pública se llaman *stakeholders*. Entonces para el tema específicamente del territorio hay una sumatoria de principales interesados: los que vivimos en una colonia, un empresario, un desarrollador inmobiliario, una organización de la sociedad civil que se encarga de cuidar ríos, otra organización que trató de promover el tema del cuidado del medio ambiente o una asociación de busca urbanizar un predio, o un ciudadano que quiera disfrutar el centro de su ciudad.²

3.1.1. Tendencias internacionales de políticas públicas de ordenamiento y planeamiento

Uno de los estudiosos del desarrollo es Hans Rosling, quien a través de su fundación y plataforma *Gapminder* muestra los principales indicadores por país para proporcionar conocimiento estadístico objetivo y saber cómo es el comportamiento social global. A través de datos globales puede concluir que el mundo está mejorando a través de las políticas que

¹ A. Arce, “Imaginando el objeto del desarrollo social. Un campo de acción entre la vida social y el proceso político”, en A. Arce, G. Blanco, & M. Hurtado, *Políticas Públicas como Objeto Social. Imaginando el bien público en el desarrollo rural latinoamericano*, Guatemala, FLACSO, Universidad Austral de Chile, Wageningen University, 2008, p. 51.

² Entrevista E.A.5., (24 de noviembre de 2020). El ordenamiento territorial en Guanajuato desde la perspectiva política. (A. Arredondo-Pérez, entrevistador).

han seguido los países a partir de 1950 a la actualidad, el mundo está tomando decisiones basadas en las necesidades humanas universales.³ Se ha llegado a la conclusión que la mayoría de los Estados-Nación en vías de desarrollo siguen las políticas y lineamientos de los considerados más avanzados, tal es el caso de Suecia, Luxemburgo o, en últimos años, Qatar.

En cuanto al desarrollo territorial global, la expansión urbana descontrolada y la fragmentación de la ciudad por usos de suelo especializados (sin una mixtura de usos adecuada) se ha convertido en un problema tanto social como económico que afecta principalmente a las ciudades medias, grandes y metropolitanas, donde radica más de la mitad de la población mundial y, en el 2050 el porcentaje aumentará a dos tercios de la humanidad.⁴

A nivel mundial, los cambios urbanos tuvieron un crecimiento exponencial en la mayoría de las regiones a partir de los años sesenta, entendida como la “nueva metropolización” (posterior a la revolución industrial). En general, estas modificaciones ocurridas en las ciudades impactaron definitivamente en los procesos de dispersión que nada tienen que ver con los núcleos urbanos o escalas tradicionales; otras ciudades aumentaron su superficie y se conurbaron con otras, propiciando las metrópolis.⁵

En las últimas tres décadas, la configuración de los territorios urbanos a nivel mundial ha cambiado. En la ciudad actual, refiriéndose a los territorios urbanos emergentes periféricos, ha sido denominada como:

“genérica”, “extensiva”, “dispersa”, “difusa”, “discontinua”, “fragmentada”, “en mosaico”, etc. Esta ciudad, “sin lugares ni límites”, “banal” y “sin modelo”, quiere descubrirse a través de algunas conceptualizaciones recientes como la “Exurbia” (Fishman, 1987); “Ciudad informacional” (Castells, 1989); “Ciudad difusa” (Indovina, 1990); “Ciudad en red” (Dematteis, 1990); “Edge-cities” (Garreau, 1991); “Global City” (Sassen, 1991); “Exópolis” (Soja, 1992); “City of bits” (Mitchell, 1995); “Metápolis” (Ascher, 1995); “Hiperciudad” (Corboz, 1995); “Territorio esponja” (Secchi, 1999); “Ciutat de Ciutats” (Nel.lo, 2001).⁶

³ H. Rosling, *Gapminder*, [2 de septiembre de 2021], <https://www.gapminder.org/about/about-gapminder/>

⁴ Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo, *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, 2015, [2 de septiembre de 2021], <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>

⁵ J.A Montejano, “Nuevos procesos de metropolización del territorio”, en *Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura [en línea]* (3), julio-diciembre 2013, [30 de marzo de 2019], <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=419545120002>

⁶ A. Font, “La explosión de la ciudad. Transformaciones Territoriales en las regiones urbanas de la Europa Meridional”, en A. Font Arrellano, *Territorios urbanos. Memoria de una búsqueda apasionada* Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, 2016, p. 39.

La intensa urbanización ha generado una red de ciudades con representación internacional, o ciudades globales, como las denominó Sassen⁷ o ciudades mundiales, según Friedmann y Wolff.⁸ Igualmente se habla de megaciudades o megalópolis⁹ para referirse al proceso de urbanización desmesurada que ha traído la globalización, estas megaciudades están conformadas por varias zonas metropolitanas conurbadas. A escala más local en donde las ciudades medias en la década de los sesenta del siglo XX constituyeron los asentamientos humanos de mayor dinamismo poblacional y acelerado crecimiento urbano.¹⁰

Estos hechos globalizados han marcado lineamientos internacionales que los Estados-Nación firmantes deben seguir para alinearlos con las políticas públicas de cada país y establecer instrumentos en todos los órdenes de gobierno hasta la parte local. Las políticas públicas territoriales locales tienen una base internacional de visiones institucionales sobre tratados y proyectos de diversas naturalezas, algunos, como los acuerdos, son de carácter simple, sin obligatoriedad. Los compromisos pueden implicar una serie de obligaciones, así como la gestión de acciones y presupuesto, pero también comprometen al Estado con una base jurídica. Estos acuerdos influyen sobre las políticas nacionales, las leyes y los programas, que, en materia relacionada con el ámbito natural, el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, buscan la mejora de la calidad de los ecosistemas, la calidad de vida de la población y la mejora de las condiciones de los asentamientos humanos.

En este aspecto, se considera la Nueva Agenda Urbana que fue aprobada Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible en 2016 (Hábitat III) celebrada en Quito, Ecuador, que está enfocada a la igualdad de derechos, acceso a beneficios y oportunidades para la población en las ciudades, estableciendo normas de planeación, construcción, nuevos paradigmas de desarrollo y mejora de las zonas urbanas.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, orientada a la planeación del desarrollo, en la cual se establecen los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), es un compromiso

⁷ S. Sassen, *The Global City. New York, London, Tokyo*, Princeton University Press, 1991. La definición de ciudades globales expuesto por Sassen a partir de 1991 y que se refiere a las diversas ciudades con representación intercontinental y su conexión que ejercen influencia global, cumpliendo diferentes características por el efecto de la globalización y a la rápida urbanización; las ciudades mundiales es un concepto similar presentado por Friedmann.

⁸ J. Friedmann y G. Wolff, "World city formation: an agenda for research and action", en *International Journal of Urban and Regional Research*, 1982, pp. 309-344.

⁹ El término megalópolis fue introducido por el geógrafo francés Jean Gottmann en 1961, en su libro, *Megalopolis, The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*

¹⁰ C. Pasciaroni, "Ciudades medias: aproximación metodológica, funcionalidades y estructura productiva", en *Ciencias Económicas*, 2012, pp. 399-415.

que adoptó México, los objetivos son una estrategia integral para mejorar la calidad de vida, las condiciones del hábitat y la protección del planeta y sus recursos naturales. Entre los ODS relacionados directamente con la planeación del territorio se encuentran:

- Objetivo 6. Agua limpia y saneamiento: garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- Objetivo 7. Energía asequible y no contaminante: garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- Objetivo 9. Industria, innovación e infraestructura: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles: lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Objetivo 13. Acción por el clima: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 15. Vida en ecosistemas terrestres: proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

La iniciativa de Ciudades Prósperas de ONU-Hábitat responde al concepto de prosperidad urbana considerando las posibilidades de aplicación según a las necesidades, situaciones y nivel de complejidad de las ciudades de acuerdo a las cuales esta iniciativa puede servir como insumo para la generación de políticas y estrategias.

Es importante cuestionar los datos, la cartografía y la teoría que actualmente fundamenta nuestro territorio. ONU no ha diagnosticado el total de los municipios de México; sin embargo, elabora metodologías para el desarrollo local, las cuales luego se traducen en Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que deben firmar los países participantes, y con ello la nación queda sujeta a los objetivos establecidos por los “arquitectos del mundo” (ONU, BID, FMI, CEPAL). Estos son impuestos a las instituciones nacionales (CENAPRED, SEDATU, SEDESOL) y a su vez son impuestos al estado (IPLANEG, SMAOT, SDSE) y al municipio, sin que muchos de los actores de este mecanismo piramidal hayan conocido el territorio y comprendido la realidad empírica. Aunque no es incorrecto seguir estrictamente los lineamientos establecidos por la maquinaria del Estado, puesto que tienen un principio metodológico firme y cuentan con mecanismos genéricos de evaluación que pueden lograr

de cierto modo un desarrollo local, es fundamental entender la realidad empírica visitando el territorio y ver más allá de lo que nuestros sentidos nos arrojan, hay que conocer los procesos a los que está sujeto el territorio (de ahí la importancia del materialismo histórico), hay que cuestionarnos todo de una manera crítica para poder llegar a comprender la realidad del territorio.¹¹

En cuanto a la observación académica, se señala que a principio de los años ochenta del siglo XX, la economía generó un importante crecimiento hacia ámbitos internacionales, más allá de las fronteras, trayendo un aumento considerable en la concentración de poder económico en algunas ciudades. Lo que distingue a las ciudades globales no es su tamaño demográfico o su estatus de capital nacional sino su poder económico. Se estudian y clasifican las ciudades globales en variables agrupadas en cinco grupos: actividad de negocios, ponderación, capital humano, intercambio de información, experiencia cultural y, compromiso político.¹²

3.1.2. Políticas de desarrollo latinoamericano

Los lineamientos para Latinoamérica no son diferentes a los generales internacionales, a excepción de los estudios de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que fue creada en 1948 para contribuir al desarrollo económico y reforzar las relaciones económicas de los treinta y tres países de la región. En la CEPAL se han realizado estudios del desarrollo con enfoque en las políticas públicas, económicas, sociales, regionales, territoriales y estudios de caso, desarrollando y consolidando un método analítico propio histórico estructural, reconociendo la heterogeneidad estructural de las economías latinoamericanas.¹³

Osvaldo De Rivero, autor latinoamericano que en su texto *El Mito del Desarrollo y la Crisis de Civilización* nos señala que las naciones latinoamericanas buscan constantemente y de forma infructuosa un desarrollo similar al de los países denominados del “primer mundo”.

¹¹ E. Batista, *Curso urbanización, patrimonialización y medio ambiente*, Jalisco, Universidad de Guadalajara, febrero de 2020.

¹² V. Y. Ordaz, A. Arredondo y M. Puy, “Los retos de la planeación en la era global: desarrollo local como alternativa viable”, en *2a Bienal: Territorios en Movimiento*. León, Universidad de Guanajuato, 2018.

¹³ Comisión Económica para América Latina y el Caribe, “Historia de la CEPAL”, en *CEPAL*, [10 de septiembre de 2021], <https://www.cepal.org/es/historia-de-la-cepal>

La mayoría de los Estados que se independizaron en el siglo XIX, fueron perdiendo su poco poder nacional, y los que lo hicieron en el siglo XX, nacieron casi sin viabilidad nacional. [...] Ninguno de los grandes países de América Latina [...] han llegado a ingresar, en el siglo XX, al club de las grandes potencias.¹⁴

Esta dedicación casi exclusiva a los países del mundo subdesarrollado, unida a la sumisión de sus gobiernos, ha transformado al FMI [Fondo Monetario Internacional] y al Banco Mundial en un poderoso e iluminado alto clero supranacional dedicado a predicar, con gran fervor y convicción, un credo económico único para salvar a todos los países subdesarrollados del infierno de la pobreza y convertirlos en economías capitalistas emergentes.¹⁵

Las consecuencias concretas del FMI y del Banco Mundial en los países subdesarrollados han despertado, a través del mundo, serias críticas de notables economistas, empresarios y sectores religiosos. [...] Según los informes sobre Desarrollo Humano del PNUD, después de años de ajustes y reformas ordenadas por el FMI y el Banco Mundial, la diferencia de los ingresos entre personas ricas y pobres es cada vez más abismal tanto en países ricos como en países pobres.¹⁶

La imparable urbanización del mundo subdesarrollado produce escasez de agua y una enorme demanda de energía (petróleo) que además de ser contaminante resulta cara para estos países. Esta urbanización usa la tierra agrícola reservada para la producción de alimentos, al mismo tiempo que el cambio climático destruye cosechas con lluvias torrenciales o sequías persistentes. Esta combinación de expansión urbana y cambio climático está produciendo un desequilibrio físico-social que atenta contra la seguridad alimentaria, energética e hídrica, y consecuentemente contra cualquier expectativa posible de desarrollo.¹⁷

Esto nos lleva a repensar nuestro propio concepto de desarrollo, buscando las experiencias locales sobre las internacionales, como las de los antes citados “arquitectos del mundo”, pues a decir del autor, territorialmente seguimos el “modelo California”, el cual ha creado una nítida tendencia mundial hacia un desequilibrio físico-social entre alimentos, agua, energía y crecimiento de la población urbana en los países subdesarrollados, donde consumimos los recursos con más rapidez con la que podemos renovarlos para poder tener la calidad de vida de lujos a la que aspiramos. Concluye en su obra que el mito del desarrollo radica en que los Estados-Nación subdesarrollados van a ser algún día Estados desarrollados, lo cual es inviable ambientalmente por tratar de sostener el modelo territorial que conocemos.

¹⁴ O. De Rivero, *El mito del desarrollo y la crisis de civilización*, 4a ed., Lima, Fondo de Cultura Económica, 2014, pp. 32-33.

¹⁵ *Ibid.*, p. 51.

¹⁶ *Ibid.*, p. 53.

¹⁷ *Ibid.*, pp. 148-149.

3.1.3. Nacional

Derivado del Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno de México para el periodo 2019-2024, la actual política urbana se expresa en el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024, que tiene como objetivos prioritarios:

- 1.- Impulsar un modelo de desarrollo territorial justo, equilibrado y sostenible, para el bienestar de la población y su entorno.
- 2.- Promover un desarrollo integral en los Sistemas Urbano Rurales y en las Zonas Metropolitanas.
- 3.- Transitar a un modelo de desarrollo urbano orientado a ciudades sostenibles, ordenadas, equitativas, justas y económicamente viables, que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos.
- 4.- Potencializar las capacidades organizativas, productivas y de desarrollo sostenible; del sector agrario, de las poblaciones rurales y, de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas en el territorio, con pertinencia cultural.
- 5.- Promover el hábitat integral de la población en la política de vivienda adecuada.
- 6.- Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio y sus habitantes.¹⁸

El interés de esta investigación recae en el objetivo 2, ya que el Sistema Urbano Nacional (SUN) respecto a la parte urbana y rural, está siendo cada vez más polarizado y ha favorecido la expansión urbana desordenada, la dispersión y el crecimiento de las urbes sobre zonas no aptas para el desarrollo urbano. El mismo instrumento reconoce que los instrumentos de planeación y gobernanza metropolitana son limitados o se encuentran desactualizados, lo que contribuye a la falta de una visión e intervención integral en el territorio.¹⁹ Sabiendo que las metrópolis hoy en día crecen a un ritmo menor y que las zonas rurales tienden a despoblarse, las áreas urbanas intermedias entre estos son las que en un mediano plazo acelerarán su extensión urbana.

En las últimas décadas se ha caracterizado el sistema territorial urbano del país, vislumbrando caminos y estrategias para que las ciudades se puedan desarrollar de manera ordenada y sustentable, principalmente en el grado institucional, específicamente en la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT) del 2021, con horizonte al 2040, instrumento que plantea lineamientos para el desarrollo estratégico en temas de mitigación y adaptación al cambio climático, reducción de riesgos, ocupación racional del territorio, conservación de servicios ecosistémicos y gestión de recursos. En la Estrategia destaca el Eje Nacional 1: Estructuración Territorial, el cual tiene como objetivo la identificación,

¹⁸ Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*. Ciudad de México, Gobierno del México, 2021, p. 21.

¹⁹ *Ibid.*, p. 26.

localización y articulación de los usos del suelo en el Sistema Nacional Territorial, mismo que indica la regionalización y vincula con el Sistema Urbano Nacional.

En la ENOT se interrelacionan aspectos naturales que hoy en día cobran importancia en la agenda pública por la conveniencia de los efectos del cambio climático y la suficiencia alimentaria; los tres subsistemas tienen como objetivos al 2040 dar seguimiento y cumplimiento al Sistema Urbano Rural de México bajo tres ejes: 1) estructuración nacional, 2) desarrollo territorial, y 3) gobernanza territorial. Los objetivos prioritarios para los ejes son, respectivamente: 1) fortalecer la complementariedad y sinergia entre los asentamientos humanos, atendiendo a la estructura y funcionamiento del sistema; 2) procurar la igualdad socioespacial con mejoras en el bienestar con un enfoque en derechos fundamentales y respeto a grupos vulnerables, especialmente a los pueblos indígenas y afromexicanos; 3) conformar espacios de diálogo, coordinación y concertación entre actores para lograr una mayor articulación entre órdenes de gobierno y sus dependencias buscando la estrecha vinculación con las personas, comunidades y pueblos indígenas y afromexicanos.²⁰ Estos objetivos y metas del informe son los que marcan las políticas y modelos de conformación, gestión y planeación urbana-rural del país.

Aunque existen otros instrumentos que marcan políticas en el territorio, las principales ya fueron enunciadas y, las secundarias versan en temas específicos, tal como el Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2020-2024), el Programa Nacional de Vivienda 2019 – 2024, el Política Nacional del Suelo (2020), el Programa Nacional Hídrico (2020-2024) y el Programa Especial de Cambio Climático (2021-2024), entre otros, que manifiestan estrategias o reglas de operación en el campo territorial según su propia especialidad o buscan transversalidad desde otra perspectiva.

Un instrumento más es el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, en el que se establecen lineamientos ecológico-ambientales mediante de la regionalización por medio de unidades ambientales biofísicas; sin embargo, fue elaborado en 2016 y pertenece a la administración federal 2012-2018.

3.1.4. Políticas territoriales en el estado de Guanajuato

Las políticas dentro de la entidad se dictan inicialmente a través del Plan Estatal de Desarrollo, el cual tiene un horizonte al 2040 y se publicó en el Periódico Oficial del

²⁰ *Ibid.*, p. 54-55.

Gobierno del Estado de Guanajuato el 2 de marzo de 2018, número 45, tercera parte. Dentro de él se encuentra la dimensión Medio Ambiente y Territorio, con la línea estratégica 3.1 Medio Ambiente, su objetivo central es tener un balance hídrico y equilibrio ambiental. La línea estratégica 3.2 Territorio, tiene el propósito de favorecer el desarrollo de asentamientos humanos compactos, inclusivos, seguros, sostenibles e intercomunicados, con una infraestructura que favorezca su resiliencia, la optimización en el uso de los recursos naturales y el aprovechamiento de energías renovables.

De este Plan se desprende el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato el 2 de abril del 2019, número 66, segunda parte. Su objetivo es establecer las políticas de ordenamiento ecológico y las políticas territoriales urbanas en las 45 Unidades de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT) del total de la superficie estatal. Dentro de cada UGAT se consideran diferentes políticas territoriales, que conviven sin contraponerse; sobre esta base, se apoyan los instrumentos locales de planeación.

Otro instrumento, aunque sin validez oficial, es el Programa Regional de la Subregión 4: Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Guanajuato y San Miguel de Allende (PROT), el cual integra las distintas visiones sectoriales sobre el territorio para atender las problemáticas ambientales que se presentan en los municipios de la subregión, a través de la implementación de ordenamientos territoriales que protejan los ecosistemas y la biodiversidad, con una visión integral, transversal y corresponsable.

Igualmente existen otros instrumentos que regulan el territorio, sin ser su tema central y que manifiestan políticas tanto para la planeación como para la gestión del territorio. Los documentos vigentes al 2022 son el Programa Estatal Hidráulico de Guanajuato, el Programa Estatal de Cambio Climático y el Atlas Estatal de Riesgos.

Por otro lado, en el Estado de Guanajuato existen antecedentes que marcan los esfuerzos regionales del territorio urbano, pues desde los años ochenta se delimitaron regiones en el Gobierno del Estado de Guanajuato. Según el artículo 14 del Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato al 2016, se han definido cuatro regiones y diez subregiones. La formación de zonas urbanas en esta entidad federativa corresponde con el desarrollo económico, social y tecnológico desde la última década del siglo XX y la primera del siglo XXI, conforma una estructura territorial compleja que comprende distintos componentes: la concentración demográfica, la especialización económico-funcional y la expansión física sobre ámbitos que involucran dos o más unidades político-administrativas,

ya sean estas municipales o estatales. Así, existe una política, desde el punto de vista de la legislación, con la Ley de Planeación del Estado y el Código Territorial, además de los instrumentos de planeación que se están elaborando.²¹

Lo anteriormente expuesto nos indica que sí existe una política urbana y de ordenamiento territorial solamente en la medida de su gestión pero que “Guanajuato no tiene una política integrada de largo plazo que sea obligatoria para las autoridades tanto estatales como municipales, y que tenga una visión de largo plazo como con instrumentos, con programas, con proyectos más allá de algunas necesidades momentáneas locales esporádicos.”²² Así, la versión institucional apoya a las acciones en pro de una política, sin la certeza de una correcta aplicación y gestión.

3.1.5. Las políticas en el orden municipal

Las políticas municipales se basan en el Plan Municipal de Desarrollo, figura que se elaboró para Guanajuato con el horizonte 2040, el cual fue aprobado el 10 de febrero del 2019 y publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato el 9 de abril del 2019, número 71, segunda parte. De los tres ejes, Territorio, Población y Gobierno, el fenómeno de investigación se puede basar sobre el Eje 1, Territorio.

A modo de resumen, la única política pública en cuanto al ordenamiento territorial es la de los instrumentos de planeación; la mayoría de los entrevistados consideran que no existe pues es difícil plantearla en el territorio, por lo que no es eficiente.²³ En el apartado de caracterización del territorio del municipio de Guanajuato, se observa a profundidad como se ha instrumentado la política de planeación y de ordenamiento territorial a lo largo de las décadas en una revisión desde 1980 a 2020.

3.2. Marco de lo global a lo local

Mucho se han mencionado en la teoría del desarrollo los debates para poder territorializar los conceptos que lo componen, por lo que para este apartado discutiremos con ayuda de

²¹ Martínez García citado en A. Arredondo Pérez, *op. cit.*, p. 52.

²² Iracheta Cenecorta citado en A. Arredondo Pérez, *op. cit.*, p. 51.

²³ Entrevista E.A.4., (19 de noviembre de 2020). El ordenamiento territorial en Guanajuato desde la perspectiva política. (A. Arredondo-Pérez, entrevistador) y Entrevista E.A.1., (17 de noviembre de 2020). El ordenamiento territorial en Guanajuato. (A. Arredondo-Pérez, entrevistador).

Boisier, Arocena, Ramírez y Swyngedouw qué es lo local y la relación que guarda con las otras escalas territoriales. Boisier, citando a Di Pietro, ayuda a definir qué es lo local, propone que “es un concepto relativo a un espacio más amplio. No puede analizarse lo local sin hacer referencia al espacio más abarcador en el cual se inserta. Actualmente se juega con la contraposición ‘local/global’ mostrando las paradojas y relaciones entre ambos términos”.²⁴

Siguiendo con el discurso de encontrar estas relaciones, vemos que la diferencia entre lo local y lo regional reside en una doble cuestión escalar; por un lado, se trata de una escala territorial y, por otro, de una escala funcional. En cualquier caso, se debe comprender lo local como un dilema holístico, no dispuesto a ser desglosado, pues no se entenderían sus partes por separado y, en este sentido, la escala es el elemento que nos ayuda a vislumbrar el nivel local al que nos referiremos en esta investigación.

No se puede analizar un proceso de desarrollo local sin referirle a la sociedad global en la que está inscrito; en el análisis de lo local “se reconocen que el análisis de lo local no es todo el análisis de la realidad, es decir, lo local no es ‘más realidad’ que lo global”.²⁵ Con estas premisas, estudiaremos los conceptos iniciales de la globalización en contraposición a la localidad. Vale la pena preguntarse si existe el espacio global y, el saber cuánto afecta la globalización en torno al espacio local. Ramírez y Swyngedouw nos dan referencias para la reflexión de estos temas con los conceptos de *glocalización*, mercado global, políticas y saltos de escala y actores estratégicos.

La globalización adopta un carácter de proceso homogeneizador e integrador de territorios y sociedades hacia la tendencia dominante del momento actual, proceso unidireccional y totalizador. Esta tendencia viene acompañada del acaparador mercado económico en que estamos insertos, el neoliberalismo.²⁶ Es necesario hacer la aclaración que ambos fenómenos, la globalización y el neoliberalismo son entes independientes, pero con la disposición de la actualidad a expandirse en todo el planeta, el neoliberalismo ha ganado un lugar como doctrina económica dominante, sin ser México la excepción; es decir, la

²⁴ S. Boisier, “Desarrollo (local) ¿De qué estamos hablando?”, en O. Madoery y A. Vázquez Barquero, *Transformaciones globales, Instituciones y Políticas de desarrollo local*, Santiago de Chile, Editorial Homo Sapiens, 2001, p. 7.

²⁵ J. Arocena, “¿Cómo definir desarrollo local?”, en U. Católica (Ed.), *El desarrollo local: un desafío contemporáneo*, Montevideo, Taurus, 2002, pp. 21-22.

²⁶ B. R. Ramírez Velázquez, “Globalización y territorio: La neutralización del problema”, en UAM (Ed.), *Modernidad, Posmodernidad, Globalización y Territorio. Un Recorrido por los Campos de las Teorías*, México, Miguel Ángel Porrúa, 2003.

globalización es un proceso predominantemente económico, por ser su sentido más tangible; sin embargo, tiene consecuencias (y orígenes) en lo local.

En este punto sale a la luz el concepto de *glocalización*, difundido por Swyngedouw a finales del siglo XX. El mito que existe sobre la globalización no hace más que marginar y silenciar un conflicto constante para la reconfiguración de las escalas espaciales. Estas escalas son los niveles o capas en las que se puede considerar el espacio, desde lo local hasta lo global, pasando por lo urbano, municipal, estatal, regional, nacional e internacional. Se debe considerar que el espacio local es aquel que da “base” a lo globalizado, pues al igual que los actores, se encuentra en un territorio local y los otros se pueden considerar entes abstractos pero existentes que dan vida a la globalización.²⁷

Un enfoque claro de ello lo da López y Aguilar, cuando se habla la relación del dualismo global-local, aclarando que éste es un movimiento intraescalar más complejo que involucra toda una política de varias escalas; explican además que quienes interactúan en las diferentes escalas son las empresas, los trabajadores y los gobiernos locales, es decir, los actores principales que se mueven y dan “saltos de escalas”, como lo referencia Smith. Citando a estos autores, “el espacio local es una división, un nivel o subnivel del espacio geográfico, al cual también se le puede denominar escala espacial local”.²⁸

Hay que reflexionar que el ámbito de competencia del Estado es el territorial, es en la escala local donde se enlaza el poder, el territorio y la sociedad. En este punto encontramos tres categorías que influirán en la investigación, el territorio y la sociedad como sujetos y el poder como variable directa que modifica a la parte local.

Swyngedouw señala que el punto central de la teoría de la regulación está en las dinámicas de las relaciones sociales o espaciales, en el entendido de que la sociedad capitalista está llena de conflictos, el problema teórico y práctico de la economía política reside exactamente en explicar porque un modo de organización social de profundas heterogeneidades tiene coherencia y es intensamente dinámico.²⁹ Pensando en ello, las formas de dominación y opresión (tanto política como económicamente) son dinámicas, por lo que el manejo de las escalas será central en este proceso.

²⁷ E. Swyngedouw, “Ni lo global ni lo local: La ‘glocalización y las políticas de escala’”, en M. Valdivia López, J. D. Delgadillo Macías y UNAM (Ed.), *La Geografía y la Economía en sus Vínculos Actuales: una antología comentada del debate contemporáneo*, México, CRIM, 2013, pp. 503-526.

²⁸ F. López y A. Aguilar, “La política de escalas y el espacio local en el análisis geográfico”, en M. Valdivia López, J. D. Delgadillo Macías y UNAM (Ed.), *La Geografía y la Economía en sus Vínculos Actuales: una antología comentada del debate contemporáneo*, México, CRIM, 2013, p.528.

²⁹ E. Swyngedouw, *op.cit.*, p. 510.

Todos estos conceptos nos ayudan a comprender y a reconfigurar el pensamiento de la escala local, es decir, no es simplemente el territorio que se analiza, sino que implica varios niveles de poder de los actores que actúan directamente en lo local, afectándolo positiva o negativamente por los diferentes niveles de actuación política, económica y social en un periodo temporal.

3.2.1. El urbanismo neoliberal y la planificación globalizada

El crecimiento demográfico posterior a la Segunda Guerra Mundial, así como la subsecuente urbanización y abandono de zonas rurales en el mundo, exigió nuevas infraestructuras y mejores conexiones con el resto del mundo. Las ciudades latinoamericanas en los años setenta del siglo pasado fueron las más modernas del mundo por la rapidez y asombroso de su transformación.³⁰ Posteriormente, el marco político y económico de Latinoamérica ha cambiado a partir de la década de 1980, adoptando el neoliberalismo por la reestructuración mundial de las recesiones económicas y de los conflictos mundiales de la primera mitad del siglo XX, esto conllevó una modificación sobre las políticas nacionales que rompieron tajantemente con el pasado.³¹

La ciudad actual aparece como el punto culminante de una evolución desde la sociedad industrial hasta la racionalización de la vida social, por lo que es vista como “la obra más acabada de la racionalidad capitalista [...]. Todo lo que es propio de la sociedad industrial adquiere una dimensión magnificada en la ciudad y todo lo que la ciudad expresa en su momento culminante, no es sino la realización plena del modo de ser capitalista”.³²

Las consecuencias de este trato a la ciudad moderna es la mercantilización de los productos, el papel del dinero, la división del trabajo y el progreso tecnológico entre el individuo y la sociedad,³³ provocando fragmentación social y urbana y despersonalizando a los ciudadanos bajo la visión objetiva de su información en la *big data*. Estos efectos no solo permean a las grandes metrópolis, sino también al resto del territorio que no se encuentra preparado en políticas públicas o madurez económica. Así pues, las ciudades del Sistema Urbano Nacional, especialmente las intermedias, se han intentado adaptar a la lógica de

³⁰ P. Brand, *op. cit.*, pp. 7-8.

³¹ R. Pino y F. Moreno, “La política y la planificación urbana del Estado neoliberal”, en B. Ramírez Velázquez y E. Pradilla Cobos, *Teorías sobre la ciudad en América Latina*, Ciudad de México, Universidad Autónoma Metropolitana, 2014, p. 609.

³² J. L. Lezama, *op. cit.*, p. 163.

³³ R. Pino y F. Moreno, *op. cit.*, pp. 614-615.

competitividad global mediante la reestructuración de economías locales, muchas veces sin éxito pues no está definida su visión y están sin rumbo definido. Brand sintetiza las características de las ciudades latinoamericanas en la globalización neoliberal como fantástica, catastrófica, maravillosa y desastrosa al mismo tiempo.³⁴

En cuanto a la planeación urbana, al inicio de las actuales transformaciones urbanas que se han comentado, el ejercicio era liderado por el Estado, legitimado en la racionalidad instrumental y movilizad por el conocimiento experto en ideas del movimiento moderno del urbanismo. En el siglo XXI, la planeación urbana forma parte de un proyecto internacional liderado por el sector privado sobre una especialización territorial.³⁵ La democratización y el impacto de las políticas neoliberales propiciaron el remplazo de la planeación indicativa por la estratégica, dando lugar a cambios contradictorios con planeaciones participativas comunitarias y, por otro lado, la imposición de intereses de la iniciativa privada.³⁶ Por otro lado, la planeación también ha sido presa de la dinámica económica neoliberal evolucionando con los cambios de papel del Estado en la promoción del desarrollo y con las políticas de los gobiernos, aplicando acríticamente teorías importadas al propio territorio.

Al experimentar las consecuencias de las políticas y del mercado neoliberal, las administraciones públicas del territorio local son quienes deben manejarlas y gestionarlas en un esfuerzo que se conoce como “administración de crisis”.³⁷ Sobre esto, Fernández (2005) expone que, en una dinámica capitalista, las ciudades no se organizan de acuerdo al modelo-plan, sino por los esfuerzos de una gestión que reordena, pues estamos en un estadio postplanificadorio “en referencia genérica al atributo moderno de modelar prospectiva, y, racionalmente, un futuro deseable”.³⁸ Es decir que ya no se planifica, sino que se gestiona, actuando tácticamente, buscando la corrección de solo algunos indicadores locales.

Sobre lo anterior, conviene pensar en la postura de materialismo histórico de la planeación latinoamericana y, por ende, la nacional, que es tradición heredada sobre los países hegemónicos y coloniales con una normativa que no necesariamente corresponde a nuestra

³⁴ P. Brand, *op. cit.*, p. 9.

³⁵ *Ibid.*, p. 19.

³⁶ R. Pino y F. Moreno, *op. cit.*, p. 607.

³⁷ P. Brand, *op. cit.*, p. 18.

³⁸ R. Fernández, “Ciudades americanas, ausencia de modernidad y apogeo de la postplanificación”, en *Ciudades* (9), 1 de febrero de 2018, [4 de marzo de 2020], <https://doi.org/10.24197/ciudades.09.2005.21-48>, p. 26.

cultura, debiendo buscar lo que es nuestro propio concepto de desarrollo, pues siguiendo los modelos impuestos, no llegaremos al ideal vigente de progreso.³⁹

Hoy en día se percibe una necesidad de “desglobalización” o voltear hacia lo local debido a las feroces consecuencias sociales,⁴⁰ cuyo objetivo es promover el desarrollo local; conciliar las zonas urbanas con las rurales por la dependencia de las primeras por un apremiante vínculo de satisfacción alimentaria; aminorar el efecto del impacto humano en el entorno natural para disminuir la contaminación y cambio climático; disminuir la polarización de riquezas y beneficios sociales a nivel regional, nacional e internacional, entre otros. Sin embargo, aun cuando se determine una disminución de los efectos de la globalización por los países hegemónicos (especialmente de Estados Unidos por la influencia que tiene en Latinoamérica y en especial por la vecindad con México), la inercia seguirá sintiéndose por al menos otras décadas, previendo entonces que los próximos acuerdos urbanos de desarrollo estarán más cercanos a una integración regional, no global.

Con base en lo anterior, podemos apoyar la contextualización del caso de estudio, que se aborda en el Capítulo IV, pues tanto en lo individual como en el conjunto del Sistema Urbano Nacional, se enmarca bajo estas premisas económicas y políticas globales, mismas que reconfiguran el subsistema social para la toma de decisiones y la percepción de la propia ciudad. No se debe negar que en la segunda década del siglo XXI estamos condicionados mayormente por las necesidades de producción y de consumismo, características que permean a en las urbes y en el tinte que se ha tratado en la geografía, pues se sigue teniendo resistencia académica sobre los postulados críticos de esta disciplina. Siendo así, se debe buscar el equilibrio entre los subsistemas urbanos, sociales y económicos para hacer ciudades funcionales y con desarrollo humano.

3.3. Marco jurídico y normativo del territorio y su planeación

El marco legal del desarrollo de la planeación en México tiene base en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de la cual se desprenden leyes que marcan las reglas de actuación generales que deben adaptarse en las Constituciones locales estatales y en las leyes homólogas para cada una de las entidades federativas; en el caso municipal, se regulan a través de reglamentos que deben ser congruentes con las leyes locales.

³⁹ O. De Rivero, (2014). *El mito del desarrollo y la crisis de civilización* 4a edición, Lima, Fondo de Cultura Económica, 2014, pp. 169-172.

⁴⁰ N. García, *Ciudadanos reemplazados por algoritmos*, Berlín, Bielefeld University Press, 2019, pp. 10-11.

Las modificaciones actuales a estos instrumentos jurídicos se han impulsado por las tendencias de las políticas internacionales y por la necesidad de redireccionar las acciones de los Estados hacia nuevos objetivos, tal como la disminución de los efectos del cambio climático o la disminución de la pobreza. Para ello se elaboran tratados en que los países firmantes se comprometen a llevar a cabo acciones para aportar a los fines globales y generar las políticas territoriales que se norman a través de las leyes.

3.3.1. Panorama legal nacional

La base del marco legal es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que, en el artículo 26 plantea que el Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. En el artículo 27 refiere a la propiedad de las tierras y aguas dentro del territorio nacional; en el artículo 115 se especifican las facultades de los municipios para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, ya que están investidos con personalidad jurídica a través de sus ayuntamientos.

De forma específica para los fines de este trabajo, se particulariza en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano la cual se expidió en 2016. Esta ley es un instrumento de política que coadyuva al cumplimiento de los planes y programas federales, estatales y municipales fijando las normas básicas e instrumentos de gestión para el ordenamiento territorial y de los asentamientos humanos, así como los criterios para la efectiva congruencia en el ámbito de las competencias de los órdenes de gobierno para la planeación de la fundación, crecimiento, mejoramiento, consolidación y conservación de los centros de población y asentamientos humanos con acciones específicas contenidas en los planes y programas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial. Así mismo establece los mecanismos para la participación ciudadana incluyente y transparente en los procesos de planeación y gestión del territorio.

En el artículo 2 de la Ley de Planeación se establecen las directrices de la planeación “como un medio para lograr un eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país, que tiende a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política

de los Estados Unidos Mexicanos”,⁴¹ así como la participación de los tres órdenes de gobierno en el ámbito de la jurisdicción correspondiente. Define la planeación nacional de desarrollo como la ordenación racional y sistemática de acciones que tienen como propósito la transformación de la realidad del país con herramientas como el ordenamiento territorial.

En conjunto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Vivienda y la Ley General de Cambio Climático, principalmente, forman el entramado legal sobre el cual la administración pública actúa en el territorio nacional.

3.3.2. Panorama legal del estado de Guanajuato

A nivel estatal, la Constitución Política para el Estado de Guanajuato, en su artículo 117, reitera las capacidades municipales para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal de manera conjunta y coordinada con la Federación, el Gobierno del Estado y los Ayuntamientos respectivos, de forma equiparable al artículo 115 federal. En el sentido territorial, la Ley Orgánica Municipal para el Estado de Guanajuato, tiene por objeto regular la organización y funcionamiento de los municipios, sus órganos de gobierno, dependencias y en específico, el actuar en el desarrollo urbano y su planeación a nivel institucional.

En cuanto a las leyes estatales, la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato establece las bases para la integración y funcionamiento del Sistema Estatal de Planeación, y garantiza la participación social en la elaboración, seguimiento y evaluación de los planes y programas a que se refiere el mismo ordenamiento. En su artículo 4 se señala que la planeación se instrumentará a través de los planes y programas establecidos en esta ley, los cuales fijarán los objetivos, estrategias, metas, acciones e indicadores para el desarrollo del estado. Destaca también el artículo 24, que describe la estructura de los instrumentos del sistema de planeación, como se ve a continuación:

I. Plan Estatal de Desarrollo:

A. Programa estatal de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico territorial:

- a) Programas regionales para cada región a que se refiere el reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato.
- b) Programas metropolitanos.
- c) Programas parciales.

B. Programa de Gobierno del Estado:

- 1. Programas sectoriales;

⁴¹ Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley de Planeación*, última reforma 16 de febrero de 2018, [23 de marzo de 2021], https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59_160218.pdf

- 2. Programas especiales;
- 3. Programas regionales;
- 4. Programas institucionales; y
- 5. Programas operativos anuales;
- C. Derogado.
- D. Planes municipales de desarrollo:
 - 1. Programa municipal de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico territorial:
 - 1.1. Programas parciales.
 - 2. Programas de gobierno municipal:
 - a) Programas derivados del programa de gobierno municipal.⁴²

Esta organización ayuda al Sistema a dar una jerarquía clara para la prioridad de elaboración de los instrumentos de planeación. Hay que prestar atención al inciso D, sobre la estructura municipal, ya que es la guía de lo general a lo particular con el objetivo de particularizar las políticas internacionales, tales como en la actualidad son los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato, publicado en el Periódico Oficial Núm. 154, segunda parte, el 25 de septiembre de 2012, es la principal fuente para la planeación y regulación territorial en los municipios, sus principales objetivos son establecer las normas, principios y bases para el ordenamiento y administración sustentable del territorio del estado de Guanajuato. En el Código Territorial se establecen las bases del contenido de los instrumentos de planeación territorial municipal, llamados Programas Municipales de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET), los mecanismos generales y la posible designación de usos y destinos de suelo en los municipios.

En conjunto con el Código, el Instituto de Planeación, Estadística y Geográfica del Estado de Guanajuato (IPLANEG) expidió los Lineamientos Técnicos que deberán atender los Municipios en la presentación de los proyectos de Programas Municipales de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial, para su dictamen y validación, publicados en el Periódico Oficial número 15, segunda parte, el 21 de enero de 2020. Estos Lineamientos Técnicos apoyan en la elaboración detallada de los PMDUOET, en su contenido, la presentación y participación social.

Otras leyes estatales en la materia, secundarias para contextualizar este estudio, son la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, la Ley de

⁴² H. Congreso del Estado de Guanajuato, Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato, última reforma 7 de marzo de 2013, [23 de marzo de 2021], https://finanzas.guanajuato.gob.mx/c_legislacion/doc/leyes_estatales/Ley_Planeacion_Guanajuato.pdf

Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus municipios y, el Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato, principalmente.

3.3.3. Panorama legal en el ámbito municipal

Como se observó, las leyes y Código del Estado de Guanajuato son la base tanto para el ordenamiento territorial estatal como municipal. En el marco legal, el conjunto reglamentario municipal, en general, no está actualizado, pues los principales reglamentos referentes a la planeación, desarrollo urbano y ordenamiento territorial fueron aprobados previos a la puesta en vigencia de los instrumentos jurídicos estatales. Para el fin de este estudio se citan los siguientes:

El Reglamento de Planeación para el Desarrollo Integral del Municipio de Guanajuato, Gto., en vigencia desde 2001, establece las bases y principios para el funcionamiento integral del Sistema Municipal de Planeación, en congruencia con la legislación en la materia de los órdenes estatal y federal, así como para promover y garantizar la participación social a través del Consejo de Planeación para el Desarrollo Municipal (COPLADEM). Cabe recalcar que no está alineado con la estructura de artículo 24 de la Ley de Planeación del Estado de Guanajuato.

El Reglamento de Zonificación, Uso y Destino del Suelo del Municipio de Guanajuato, Gto, del 2006, tiene por objeto reglamentar la ocupación del suelo normando y regulando sus usos y destinos en predios dentro del municipio. El reglamento fue elaborado en concordancia para un proyecto de instrumento de planeación del año referido, mismo que quedó en calidad de proyecto, pero el reglamento fue aprobado y, debido al año de su elaboración, tampoco corresponde a lo establecido en el Código Territorial.

Ahora bien, según el Código Territorial, cada municipio debe contar con un compendio de leyes o un Código Territorial Reglamentario que abarque las materias de interés, tales como la planeación, gestión, construcción, edificación, medio ambiente, gestión del agua, etcétera. Para el Municipio de Guanajuato, este Código Reglamentario no se ha realizado.

3.4. Sistema Urbano Nacional de México

La urbanización en las ciudades globales y megalópolis ha traído consigo un aumento considerable en la concentración de poder económico, además del demográfico. Las

tendencias de la economía generan una red global de nodos estratégicos que generan flujos económicos y de información que se mueven de forma vertiginosa. Como se puede inferir, tanto a nivel mundial como en México ha aumentado la población y la concentración en zonas urbanas, siendo una tendencia que se busca fomentar, sin una política de ordenamiento territorial eficaz, según lo afirma Iracheta.⁴³ Pese a su poder y representatividad global, las ciudades tienen grandes problemas ambientales y sociales.

Entre los principales problemas que se pueden encontrar en las urbes crecientes que se pueden enunciar son:

- Las ciudades globales suelen ser desestructurantes, no generan desarrollo integral al interior de estas.
- Generan mayor marginalidad socio-territorial.
- Las actividades, al enfocarse meramente en ámbitos económicos, logran una importante desconexión de su región a pesar de que en su origen existía la economía regional.
- Se profundiza la desigualdad socioeconómica.
- La economía adquiere nuevas dinámicas, por un lado, mientras que otros sectores apenas sobreviven.
- En este sentido el territorio está sujeto a una profunda transformación, Reboratti dice: "Cuando el territorio se mide por la existencia de una red de clientes, se reemplaza la sociedad humana como constructor de territorios".⁴⁴
- De este modo estamos frente a una nueva reorganización geográfica y territorial que responde a otras lógicas de mercado, al capital, a los flujos de comunicación y las relaciones políticas.
- Estas transformaciones también tienen repercusiones en la sociedad, en acciones como consumir, gestionar, pensar y producir.⁴⁵

Con estas consideraciones y apoyado con las reflexiones de Pradilla sobre el reconocimiento de ciudades globales y su jerarquía en América Latina, incluida la Ciudad de México (o Zona Metropolitana del Valle de México),⁴⁶ se sostiene que en nuestra realidad no se pueden considerar ciudades globales por las relaciones económicas de dependencia (pese a su población) y el funcionamiento local sobre el global. La irracionalidad demográfica, social, ecológica y territorial de las zonas metropolitanas, es la consecuencia de una racionalidad económica y política, a este proceso algunos lo han llamado "urbanización descapitalizada" (hinchazón o crecimiento, y no desarrollo).⁴⁷ Haciendo una prospectiva urbana del país, se reforzarán las ciudades medias, surgirán nuevos centros

⁴³ Iracheta, A. X. (26 de Abril de 2016). Entrevista a investigador del Colegio Mexiquense. (A. Arredondo Pérez, entrevistador).

⁴⁴ Reboratti citado en V. Y. Ordaz, A. Arredondo y M. Puy, *op. cit.*

⁴⁵ V. Y. Ordaz, A. Arredondo y M. Puy, *op. cit.*, p. 6.

⁴⁶ E. Pradilla, "¿Existen ciudades globales en América Latina?", en *Ciudades*, 2008, pp. 2-8.

⁴⁷ A. X. Iracheta, "El nuevo concepto de la planeación metropolitana de la ciudad de México", en C. Garrocho, & J. Sobrino, *Sistemas Metropolitanos, Nuevos Enfoques y Prospectiva*, Distrito Federal, Colegio Mexiquense, A.C., 1995, pp. 337-360.

urbano-industriales o urbano-turísticos o bien, crecerán más aceleradamente los existentes dentro de un esquema fuertemente centralizado a nivel nacional.

Ante este panorama, se espera se pongan en marcha las políticas de ordenamiento territorial; sin embargo, su aplicación es compleja y múltiples problemas dificultan alcanzar el equilibrio y la sostenibilidad, como lo es la reciente atención a esta necesidad en nuestro país y el proceso de ocupación territorial actual, que propicia el crecimiento económico acelerado pese al desequilibrio ambiental, social y territorial por los cambios de usos de suelo.⁴⁸

3.3.1 El Sistema Urbano Nacional del siglo XXI

A partir del inicio del siglo XXI se han realizado informes institucionales de la dinámica de los asentamientos humanos en México, iniciando con las zonas metropolitanas y, en una última edición, con el Sistema Urbano Nacional. En el año 2004 se publicó el primer informe de la Delimitación de Zonas Metropolitanas de México para el periodo del 2000, desarrollado por la Secretaría de Desarrollo Social, el Consejo Nacional de Población y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, posteriormente en los años 2007, 2012 y 2018 para los años de 2005, 2010 y 2015, respectivamente. El otro documento es el Catálogo del Sistema Urbano Nacional, con ediciones en 2012 y 2018 para los años 2010 y 2015 respectivamente.

El SUN institucionalizado es el inventario del conjunto de ciudades de 15 mil habitantes o más, clasificadas en zonas metropolitanas, conurbaciones y centros urbanos, definidos por el marco geoestadístico y censal del INEGI. En las ciudades que están consideradas en el SUN, habitaban en el 2010 al menos tres cuartas partes de la población del país, generando la necesidad de establecer políticas y estrategias urbanas. El SUN se compone de dos subsistemas: el principal que se integra por las ciudades de 50 mil y más habitantes y el complementario, que corresponde al conjunto de ciudades entre 15 mil y menos de 50 mil habitantes.⁴⁹

⁴⁸ M. T. Sánchez, G. Bocco, J. M. Casado, "La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica. Reflexiones sobre sus avances y retos a futuro", en M. T. Sánchez Salazar, G. Bocco Verdinelli, & J. M. Casado Izquierdo, *La política de ordenamiento territorial en México*, México, D.F., UNAM, 2013, pp. 19-44.

⁴⁹ Secretaría de Gobernación, Secretaría General del Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, *Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012*, 2012, [18 de agosto de 2021], https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catalogo_Sistema_Urbano_Nacional_2012.pdf

La clasificación del SUN en México en su edición 2018 indica que las zonas metropolitanas tienen criterios vinculados al informe de la Delimitación de Zonas Metropolitanas de México, la cual marca los criterios de vinculación funcional y económica entre municipios, así como su centralidad por ser capital de estado; las conurbaciones, aunque también forman parte de los criterios de las zonas metropolitanas, para el SUN son la unión de aquellas localidades geoestadísticas de un mismo o diferente municipio, sin tener una relación funcional. Finalmente, los centros urbanos son aquellos que tienen 15 mil habitantes o más, pero que no cumplen con los criterios de conurbación o de vinculación funcional o de centralidad como parte de las zonas metropolitanas. Aunque se han estudiado primero los fenómenos metropolitanos, a partir del 2010 se debe considerar como un cúmulo de asentamientos humanos urbanos que interactúan entre ellos para conformar una red estrechamente relacionada en el territorio mexicano, e internacional, en el caso de las fronteras norte y sur.

En retrospectiva, en México se ha producido un efecto de urbanización acelerada a partir de los años cincuenta, especialmente en las ciudades medias que, según Cervera y Rangel,⁵⁰ con datos de INEGI, son aquellas de 100 mil habitantes a menos de 1 millón de habitantes. Este rango de ciudades aumentó en el lapso de 1990 a 2010 de 55 a 84 y su población casi se duplicó al pasar de 17.6 a 30.3 millones de habitantes.⁵¹ De igual manera y con fuentes oficiales, el Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio del 2000 al 2006, hizo mención que hubo 10 zonas metropolitanas y una megalópolis;⁵² mientras que, en el 2010 aumentaron a 59 y, en el año 2015 acrecentó a 74.⁵³ Se presenta a continuación la cuantificación de los asentamientos según los criterios institucionales de SEDATU, CONAPO e INEGI principalmente.

⁵⁰ M. Cervera Flores y J. W. Rangel González, *Distribución de la población por tamaño de localidad y su relación con el medio ambiente*, Ciudad de México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, Instituto de Geografía, UNAM, 2015, p. 16.

⁵¹ A. G. Aguilar, *Trayectorias de urbanización e implicaciones ambientales en México*, Ciudad de México, Instituto de Geografía, UNAM, 2015, p. 5.

⁵² A. X. Iracheta, "El fenómeno metropolitano en México", en *Economía y sociedad*, XIV (25), enero-junio de 2010, p. 154.

⁵³ Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, *Sistema Urbano Nacional 2018*, Ciudad de México, Secretaría de Gobernación; Secretaría de Consejo Nacional de Población, 2018.

Tabla 1. Evolución del SUN y sus clasificaciones de 1960 al 2015.

	1960 (a)	1980 (b)	1990 (c)	2000 (d)	2005 (e)	2010 (f)	2015 (g)
Zonas Metropolitanas	12	26	27	55	56	59	74
Demarcaciones y municipios metropolitanos	64	131	155	309	345	367	417
Conurbaciones Nota 1	-	-	-	44	45	78 (h)	132 (i)
Centros urbanos	-	-	-	-	-	247 (h)	195 (i)

Fuente: Con base en la tabla Indicadores del proceso de metropolización 1960-2015 (SEDATU, SEGOB y CONAPO, 2018) y Sistema Urbano Nacional 2012 y 2018.

a. Unikel, et al. (1978), El desarrollo urbano de México, México, El Colegio de México.

b. Negrete y Salazar (1986), "Zonas metropolitanas en México", Estudios Demográficos y Urbanos, vol. I, núm. 1.

c. Sobrino (1993), Gobierno y administración metropolitana y regional, México, INAP.

d. SEDESOL, CONAPO e INEGI (2004), Delimitación de las zonas metropolitanas de México, México. Para 2005,

e. SEDESOL, CONAPO e INEGI (2007), Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005, México.

f. SEDESOL, CONAPO e INEGI (2012), Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010, México.

g. SEDATU, CONAPO e INEGI (2018), Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015, México.

h. SEDESOL, SEGOB y CONAPO (2012). Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012. México.

i. SEDATU, SEGOB y CONAPO (2018). Sistema Urbano Nacional 2018. México.

Nota 1. Las conurbaciones en los años 2000 y 2005 se tomaron como parte del total de las Zonas Metropolitanas, siendo un criterio definido institucionalmente para clasificarlas. Datos de (d) y (e).

En la tabla anterior se aprecia un acelerado y constante proceso de crecimiento urbano, acentuándose la población en zonas metropolitanas y ciudades, las cuales tienen mayores servicios, comercios, oportunidades de empleo mejor remuneradas y facilidad de vínculos sociales. En cuanto a la población, en el año 2020, habitaron en zonas urbanas⁵⁴ de México el 80.731% de personas del país.⁵⁵ La naciente política metropolitana que se emprendió a inicio del siglo XXI, la cual fomentó la formalización de estas a través de estímulos económicos para la realización de obras de infraestructura y de equipamiento regional con el Fondo Metropolitano federal, ha sentado sus bases en la reciente Ley General de Asentamiento Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, en esta se

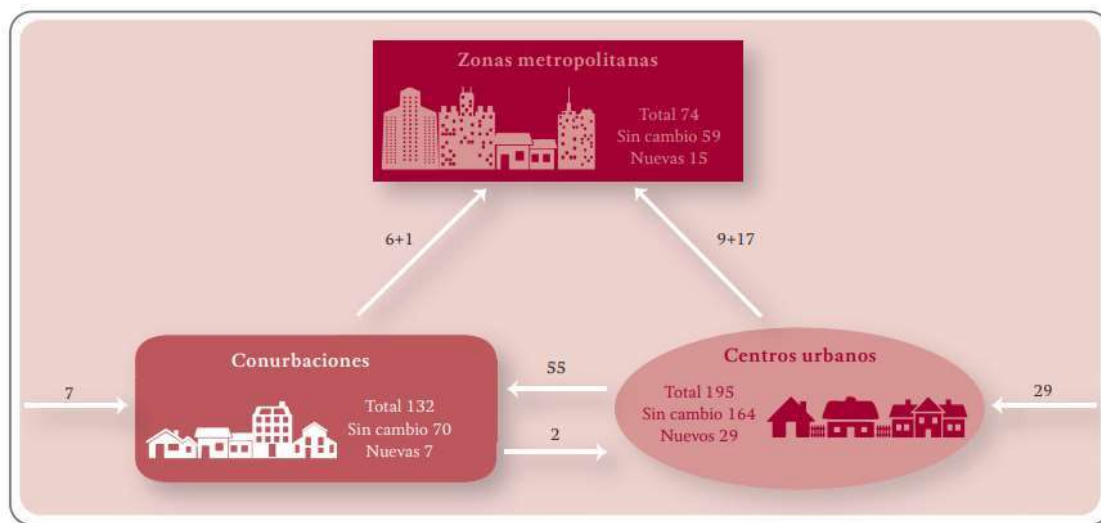
⁵⁴ Según datos del indicador del Banco Mundial, la población urbana se refiere a la gente viviendo en áreas urbanas definidas por datos estadísticos nacionales (en este caso en localidades mayores de 2,500 habitantes). El indicador fue calculado usando los datos de población estimados por el Banco Mundial y radios urbanos de las Perspectivas de Urbanización Mundiales de las Naciones Unidas.

⁵⁵ Banco Mundial, "Población urbana (% del total)", en *Banco Mundial*, s/f, [8 de septiembre de 2021], <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=MX>,

reconocen los principales hechos urbanos que acontecen en el país en las últimas décadas y obligan su planificación y gestión.

Por lo anterior, es inminente la urbanización que se ha dado en México y será inercial la transformación del territorio en los próximos años. Así, el SUN se conformará de cada vez más ciudades que, como se ve en la tabla Evolución del SUN y sus clasificaciones de 1960 al 2015, del año 2010 al 2015 se reclasificaron algunos asentamientos y se incluyeron otros más en las tres categorías. Sobre ello, la mayor transformación de este lustro es del grupo de centros urbanos que pasaron 55 a la categoría de conurbaciones, como se observa en la siguiente figura.

Figura 1. Incorporaciones y reclasificaciones en el SUN, 2010-2018.



Fuente: Secretaría de Gobernación, Secretaría General del Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2018, pág. 34.

3.5. Las ciudades medias e intermedias en el Sistema Urbano Nacional

Aunque el Sistema Urbano Nacional identifica a las zonas metropolitanas, conurbaciones y centros urbanos como los elementos principales de su clasificación y estudio, es necesario prestar atención a las ciudades medias e intermedias, que deben diferenciarse por su tamaño y funcionalidad. Las ciudades medias son aquellas que por características de escala son asentamientos urbanos mayores a las localidades rurales. Por otro lado, la característica de ser intermedias reside en que juegan un papel estructurante entre las grandes metrópolis y las áreas rurales. En cualquier caso, ambas características pueden designarse a un mismo asentamiento, aunque podrían ser independientes entre ellas, están estrechamente relacionadas.

Las ciudades medias e intermedias de México y América Latina son aquellas que tienen mayor potencial para crecimiento urbano, son el eslabón de la población entre zonas rurales y pequeñas poblaciones, y redes mayores de metrópolis y ciudades de primer orden por la disponibilidad de suelo, la cercanía a infraestructura económica regional y, en algunas ciudades, especialización de económica.⁵⁶

El conjunto de ciudades de más de 100 mil habitantes (por rango que maneja la federación) en regiones urbanas tiende a ser metropolitana. En el 2017 se inscribe en un artículo de ONU-Hábitat que menciona que “la metropolización es probablemente el fenómeno socio-espacial de mayor relevancia en la actualidad y para el futuro”.⁵⁷ En esta publicación se jerarquizan las ciudades por población, en donde se pueden destacar las ciudades medias, intermedias y grandes por concentrar la mayor población del país.

Pero, como se ha indicado, las ciudades grandes (mayores de 1 millón de habitantes) tienen una dinámica urbana intensa, que da paso potencial a las mayores de 100 mil habitantes como aquellas que alberguen a la población migrante y, en un momento, pasen a ser ciudades grandes. La dinámica proyectada es inversa, en que la proporción de los habitantes de la Megaciudad del Valle de México disminuya con relación al total del país.

Tabla 2. Proyección del Sistema Urbano Nacional (SUN), 2010-2030 (CONAPO).

Jerarquía de ciudad		2010			2030		
		Núm.	Población	%	Núm.	Población	%
Megaciudad	10 millones o más	1	20,116,842	24.76	1	23,247,131	20.33
Grandes Ciudades	1 millón a 5 millones	10	21,252,198	26.16	17	34,967,804	30.58
Ciudades Intermedias	500 mil a 1 millón	22	16,462,922	20.27	18	13,582,338	11.88
Ciudades Medias	100 mil a 500 mil	62	13,963,129	17.19	76	16,706,850	14.61
Pequeñas Ciudades	50 mil a 100 mil	40	2,810,145	3.46	102	6,650,557	5.82
Centros Urbanos	15 mil a 50 mil	249	6,626,045	8.16	747	19,202,867	16.79
Total		384	81,231,281	100%	961	114,357,547	100%

Fuente: SUN y CONAPO citado en ONU-HABITAT, 2017.

⁵⁶ B. H. Roberts, B. M. Iglesias y J. M. Llop, *Ciudades Intermedias: El Nexo Vital entre Ciudades Locales y Globales (Borrador)*, CGLU-UCLG, 2018.

⁵⁷ ONU-Habitat, “Tendencias del desarrollo urbano en México”, en *ONU HABITAT. Por un mejor futuro urbano*, 20 de junio de 2017, [18 de marzo de 2019], <https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>

Cabe reflexionar que el SUN es una guía de clasificación de los tipos de asentamientos con diversos criterios, como población, dinámica económica, funcional o estructura urbana, pero se debe recordar que estos son genéricos y que no representan la realidad específica para cada tipo de ciudad. Así como lo presenta Pérez Torres en su obra *Las Zonas Metropolitanas de México. Estructuración urbana, gobierno y gobernanza*, hay diversos criterios entre diferentes países para indicar la calidad de metrópolis, por lo que, al ser un caso similar para el SUN, la institucionalidad limita las cualidades de los demás tipos de asentamientos, como es el caso de las ciudades medias e intermedias.⁵⁸

La escala de las ciudades medias e intermedias tienen un impacto directo en la jerarquía, forma y función de la red urbana; se distinguen por estar asociadas a las grandes economías de aglomeración y constituyen el grupo más representativo en cada subregión, es decir que ellas están configurando:

Un nuevo modelo de desarrollo urbano basado más en las redes funcionales que en las definiciones jerárquicas fundamentadas en el tamaño o sistemas de gobierno. Las ciudades intermedias forman parte de un subsistema de ciudades que varía significativamente según el tamaño, la función, la localización geográfica y sus roles dentro de las redes [...] los diferentes tipos de ciudades intermedias existentes [son y se agrupan en]: núcleos de ciudades intermedias sub-nacionales, clústeres y corredores, con diferentes sub-tipologías en los dos últimos grupos.⁵⁹

Es así como las tendencias de la urbanización mexicanas, especialmente las de este tipo de ciudades, además de ser muy dinámicas y crecientes en el SUN, enfrentan riesgos derivados de una limitada institucionalidad para la gobernanza y de la persistencia de un modelo socioeconómico muy desigual e inequitativo que seguirá concentrando población de muy bajo ingreso en las ciudades.

3.6. La planificación como política pública sobre los conflictos en las zonas urbanas

La competencia económica en las regiones tuvo efectos en el crecimiento urbano en las últimas décadas del siglo XX, siendo lo mismo en América Latina cuando las principales capitales tuvieron una urbanización sin precedentes y este crecimiento no fue de la mano de una planificación adecuada, generando modelos poco sostenibles y en algunos casos,

⁵⁸ D. E. Pérez Torres, *Las zonas metropolitanas de México. Estructuración urbana, gobierno y gobernanza*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 2013.

⁵⁹ B. H. Roberts, B. M. Iglesias y J. M. Llop, *op. cit.*, p. 10.

caóticos.⁶⁰ La planificación integral es una de las principales herramientas para buscar el desarrollo y aminorar los conflictos urbanos y ambientales que se han mencionado anteriormente.

Cabe recordar que la planificación de México tomó auge con la puesta en vigor de la Ley General de Asentamientos Humanos en el año de 1976, consecuencia de las reformas constitucionales a los artículos 27, 76 y 115. A partir de entonces, el Sistema de Planeación Democrática de México (SNPD) tiene diseñado una estructura jerárquica, con un plan rector (Plan Nacional de Desarrollo), del que deben derivar las acciones específicas sectoriales, especiales, regionales y estratégicas. A este plan y a estos programas se deben alinear los planes locales (estatales y municipales), que varían según los estatutos de cada entidad federativa y las leyes locales.

El ejercicio práctico del SNPD, así como la evaluación de sus instrumentos y la administración del ordenamiento o desarrollo territorial ha entregado resultados cuantificablemente aceptables, pero cualitativamente por debajo a lo esperado, por lo que es necesario preguntarse si es eficiente este sistema y, sobre todo, si logrará llevar a cabo los Objetivos de Desarrollo Sustentable y los planteamientos de la Nueva Agenda Urbana en las ciudades mexicanas.

La planeación es pues, una política pública que está diseñada desde el ámbito internacional y se instrumenta en los niveles federal, estatal y municipal de México bajo un marco normativo bien establecido, pero muchas veces incompleto. En esta revisión del apartado contextual se pudo conocer cómo es la estrecha relación entre los postulados generales, en forma de políticas públicas, en pro de una mejor calidad en los asentamientos humanos y la estructura normativa jurídica para adaptarse en cada una de las diferentes urbes del Sistema Urbano Nacional, haciendo énfasis en las ciudades medias e intermedias.

Aunque las figuras legales, normativas y de políticas aparecen en diversos informes oficiales, se ha observado que distan en la complejidad de las dinámicas reales de las mismas ciudades, pues no cubren todos los aspectos que caracterizan e identifican particularmente la identidad de cada asentamiento, especialmente con los cambios que han tenido en las últimas décadas

⁶⁰ J. Kogan, "América Latina: rápida urbanización, lento desarrollo", en *El País. Internacional*, 4 de febrero de 2016, [8 de marzo de 2021], https://elpais.com/internacional/2016/02/04/america/1454604184_890966.html

3.7. Las ciudades mexicanas del siglo XXI

Las ciudades son núcleos de asentamientos humanos con múltiples actividades que se llevan a cabo diariamente en ella, son entes que se organizan según sus propias particularidades, historia y cultura sobre una estructura física natural y antropizada. Como se ha hecho referencia, el sistema urbano y las ciudades tienen su desarrollo particular por su historia, geografía y cultura, pudiendo revisar sus inicios y evolución desde la ciudad clásica hasta las ciudades americanas en textos de García Ramos⁶¹ o Cano Forrat⁶² en sus textos de introducción al urbanismo. Sin embargo, en este apartado se busca una visión del siglo XXI para las ciudades y cuál es su concepción en el urbanismo moderno.

Retrocediendo un poco, las ciudades modernas tienen sus bases conceptuales en los planes urbanísticos de crecimiento ordenado, tales como el Plan Hausmann en París y el ensanche de Cerdá en Barcelona, siendo que se preveía un crecimiento ordenado y a largo plazo. Sobre esto, la planeación fue la mejor arma para establecer un desarrollo con visión. El plan urbanístico tiene fundamentalmente dos funciones, la primera es establecer las infraestructuras y el sistema de comunicaciones de la ciudad y, la segunda, organizar los usos del suelo. Este instrumento “si no puede aportar las bases para anticipar el futuro, debería permanecer como herramienta útil para afrontar la incertidumbre, para adaptarse al cambio, o como algunos dicen, para facilitar la resiliencia de lo urbano”.⁶³

La ciudad contemporánea es compleja y se caracteriza por la fragmentación, es un espacio de redes e interconexiones, que incorpora realidades diversas en permanente transformación, por ello es necesario superar la tendencia hacia la homogeneización y hacia la denominada ciudad genérica, echando mano de la planificación para inventar el futuro. Aunque esta es la idea estandarizada de la ciudad, el contraste de la realidad con lo preestablecido o teorizado es otra. Si bien cada una tiene su propia identidad con potencialidades y fallas, el marco económico global ha dado paso a la búsqueda de los mismos patrones de desarrollo de las ciudades sobre la plataforma del Estado-Nación, siguiendo las tendencias de las políticas de otras que se consideran más adelantadas, tal como se observó con la herramienta Gapminder de geografía humana global de Rosling.⁶⁴

⁶¹ D. García Ramos, *Iniciación al urbanismo*, México D.F., Universidad Autónoma de México, 1961.

⁶² J. Cano Forrat, *Introducción a la historia del urbanismo*, México D.F., Limusa, Universidad Politécnica de Valencia, 2008.

⁶³ A. Vergara y J.L. De las Rivas, *op. cit.*, p. 45.

⁶⁴ H. Rosling, “Gapminder”, en página web *About Gapminder*, septiembre de 2021, [23 de octubre de 2020], <https://www.gapminder.org/about/about-gapminder/>

La ciudad latinoamericana del siglo XXI se ha caracterizado en obras como de Ramírez y Pradilla, que muestran la investigación urbana de las ciudades, teorías urbanas aplicadas a este territorio, múltiples reflexiones de las metrópolis y temas significativos como la movilidad, vivienda y la ecología.⁶⁵ Otra obra significativa es la compilación de Brand,⁶⁶ quien con el apoyo de diversos autores, reflexionan en torno a las transformaciones globales, el desarrollo económico y ambiental, la vivienda y el hábitat, y el gobierno y la planificación urbana. En ambas se hace un diagnóstico de los subsistemas sociopolíticos, económicos y espaciales que dan estructura a las urbes, así como críticas al estado en que se encuentra el pensamiento sobre ellas y, en algunos casos, vislumbran el futuro de cómo se debe actuar en los siguientes años. Tal es el caso de Pradilla que expresa que el Estado fracasa en la tarea de la planeación urbana posterior al neoliberalismo, donde las políticas urbanas sobre la participación social son la base para transitar.⁶⁷

En México, el aumento poblacional en la red de ciudades ha dado como consecuencia una expansión urbana voraz por el consumo de suelo, provocando múltiples problemas como altos contrastes en marginación, inseguridad, fragmentación y pobreza para sus habitantes. Aunque los municipios tengan la facultad de establecer su planeación y administrar el territorio, se ha comprobado en la práctica que la acelerada transformación de la realidad ha sobrepasado a los instrumentos legales de ordenamiento territorial, así como el personal encargado para su vigilancia. Carlos nos da su visión de la problemática de estas ciudades:

El mundo urbano, principalmente el de las grandes metrópolis de los países periféricos, revela escenarios de devastación, ruinas, caos, y, con eso, la exigencia de soluciones que vienen imponiendo la urgencia en detrimento de un proyecto de sociedad capaz de superar las condiciones de la reproducción actual, poniendo en jaque los contenidos de la vida, así como nuestra posibilidad de comprensión de ese movimiento. Esos planes no siempre escapan de la trampa de la racionalidad del capitalismo en dirección a su reproducción continuada, exigiendo una crítica al Estado y su acción planificadora.⁶⁸

Así pues, el sistema urbano con sus ejemplos más representativos poco tiene que ver con las ciudades de menor tamaño, incluso con aquellas que conforman la mayoría de los

⁶⁵ B. Ramírez Velázquez y E. Pradilla Cobos, *Teorías sobre la ciudad en América Latina*, México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana, 2014.

⁶⁶ P. Brand, (2009). "La globalización neoliberal y la planeación urbana: perspectivas para América Latina", en P. Brand, *La Ciudad Latinoamericana en el Siglo XXI. Globalización, neoliberalismo, planeación*, Medellín, Universidad Nacional de Colombia, 2009.

⁶⁷ E. Pradilla Cobos, (2009). Las políticas de planeación urbana en el neoliberalismo. En P. Brand, *La Ciudad Latinoamericana en el Siglo XXI. Globalización, neoliberalismo, planeación*, Medellín, Universidad Nacional de Colombia, 2009, pp. 287-308.

⁶⁸ A. F Carlos, "Crisis y superación en el ámbito de la Geografía crítica: construyendo la metageografía", *Revista de Geografía Norte Grande* (51), 2012, p. 8.

asentamientos urbanos que están en el límite de la ruralidad, como ciudades cabeceras municipales lejos de las regiones metropolitanas del centro del país.

Capítulo 4. Caracterización del caso de estudio: la zona urbana de Guanajuato

En el Sistema Urbano Nacional (SUN) se identifican los asentamientos humanos con mayor relevancia demográfica o funcionalidad para el conjunto nacional y regional, pudiendo ver la red de ciudades en sus diferentes escalas la vinculación entre ellos y con el resto del territorio. Para el caso de estudio, que es el municipio de Guanajuato, es necesario caracterizar y diagnosticar tanto la dinámica territorial urbana, como el proceso de planeación.

Para este trabajo de investigación resulta relevante la caracterización de la zona urbana, enlazándola con el SUN o Sistema de Ciudades en su respectiva escala, con el objetivo de conocer su dinámica territorial y, siendo parte de un sistema, saber cómo los demás elementos lo afectan. La caracterización versa en la interrelación con la región, especialmente en el Bajío guanajuatense, con predominancia metropolitana. Igualmente es hacia el interior del municipio, en los diferentes centros urbanos y centro de población, que se reconocen en la federación como Zona Metropolitana de Guanajuato.

Al ser la planeación la base de la propuesta metodológica se ha revisado la evolución de las propuestas de usos y destinos de suelo en los instrumentos de planeación urbana en Guanajuato de los años 1994, 2012 y 2020, con el objetivo de conocer la imagen objetivo de crecimiento urbano que se proyectó según los plazos de cada programa, siendo al menos de veinticinco años cada uno. En esta revisión de las zonas urbanas de Guanajuato, se pudieron obtener datos cartográficos importantes para establecer la entropía del caso de estudio, por ejemplo, lotes baldíos, áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables, así como los usos y destinos de suelo para cada ejercicio de planeación antes referenciado.

4.1 El entorno regional dentro de marco nacional

Guanajuato es una entidad federativa al centro del país que se encuentra en la Región Centro Occidente de México (RCO):

[...] está compuesta por dos ámbitos geográficos: el Occidente, que tiende a organizarse en torno a Guadalajara y el Centro-Norte, que comprende un conjunto de ciudades medias en proceso de rápida industrialización ubicadas en el centro de gravedad del espacio industrial del país, además que tan solo dos estados, Guanajuato y Jalisco, generaron más de 50% de la riqueza de la región a fin del siglo XX. Menciona que la región debe tener una iniciativa fundamentada en tres premisas básicas: 1) la acción para detonar un proceso que produzca

transformaciones en la realidad regional; 2) un concepto innovador de planeación; y 3) la iniciativa de trabajo gubernamental generado de abajo hacia arriba.”¹

El peso competitivo que tiene esta región está vinculado directamente por la conectividad de las dos principales zonas metropolitanas del Valle de México y Guadalajara, las cuales transportan y transforman mercancía del interior del país hacia los puertos del estado del Pacífico. La investigación retoma la propuesta regional denominada “Diamante de México”,² que es el Bajío de México (conformada por los conjuntos urbanos del Valle de México, Querétaro, Celaya, Salamanca, Irapuato, León, Guadalajara, Morelia y Aguascalientes) a través de la Red de Ciudades como una región competitiva a nivel internacional.

En el estado de Guanajuato, el Diamante de México se concentra en la carretera federal 45, o Corredor Industrial del Bajío, esta región metropolitana tiene una aptitud específica y potencial para competir en mercados regionales, nacionales e internacionales. Es pues que el Gobierno del Estado de Guanajuato está impulsando acciones en torno al desarrollo de autopartes en primer lugar; alimentario, agroindustrial y agropecuario, en segundo lugar; y de servicios, en tercero, según la inversión extranjera y nacional.³ El estudio citado del Bajío guanajuatense se retoma en el texto de Vergara y De las Rivas⁴ e inducen a este corredor con la potencialidad de considerarse como un conjunto que debe contemplar las distintas escalas del territorio y los aspectos económicos, sociales y ambientales para una sostenibilidad, según la concepción de eco-comunidades (ver figura 10).

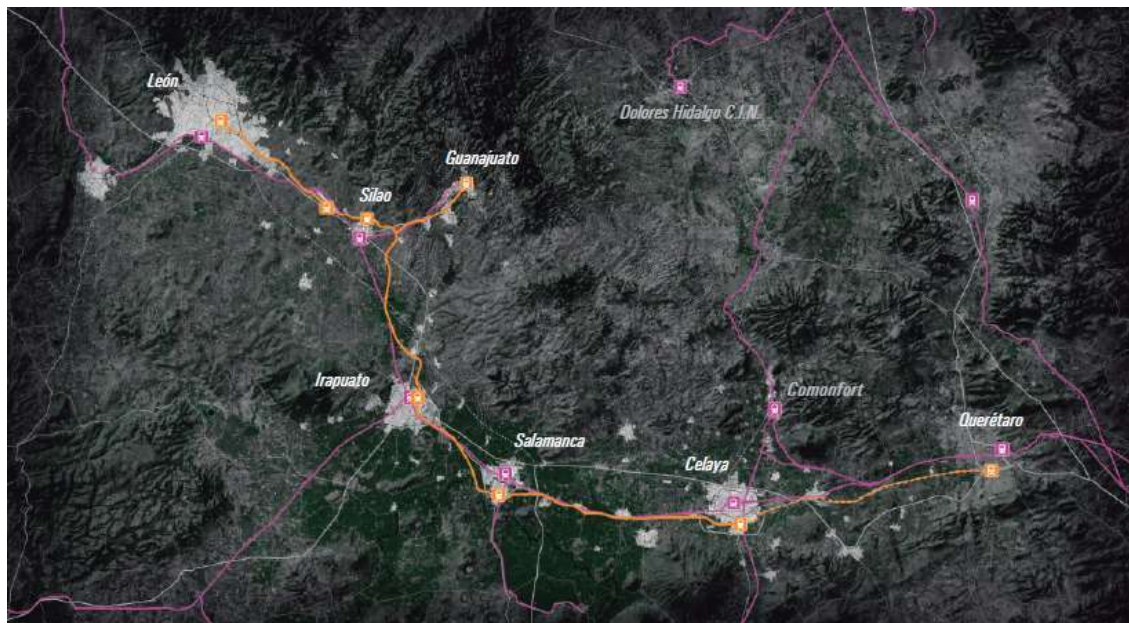
¹ G. Woo Gómez, citado en A. Arredondo Pérez, *op. cit.*

² Fundación Metrópoli, *Guanajuato Innovación y Territorio*. Guanajuato, Gobierno del Estado de Guanajuato, 2012.

³ Gobierno del Estado de Guanajuato, *Inversión extranjera en el Estado de Guanajuato*, Secretaría de Economía, Guanajuato, 2015.

⁴ A. Vergara y J.L. De las Rivas, *op. cit.*

Figura 1. Eje León-Querétaro.



Fuente: A. Vergara y J.L. De las Rivas, *op. cit.*, p. 244.

Las ciudades de alto grado de impacto en el Bajío guanajuatense están situadas sobre el corredor industrial, en zonas metropolitanas en el estado de Guanajuato, lo que implica realizar una rápida caracterización de los asentamientos humanos desde el Plan Estatal de Ordenamiento Territorial de Guanajuato (2006) hasta el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (2019).

4.2 El municipio de Guanajuato en el Sistema Urbano del Estado de Guanajuato

Como antecedente, en el Plan Estatal de Ordenamiento Territorial de Guanajuato (PEOT) de 2006, ya se hace mención de las Zonas Metropolitanas, según el SUN del Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2000-2006. Se toma a la ZM León como de rango 3 en el SUN, lo que genera que el resto de las ciudades del sistema en la entidad sean dependientes de León. En el rango 4 se encuentran Irapuato-Salamanca y Celaya; y Moroleón-Uriangato en el rango 6.

La propuesta de este Plan según el sistema de ciudades con rangos del 1 al 7, nos indica que León está en el rango 1, como ciudad regional; Celaya, Irapuato y Salamanca en rango 2, de ciudades grandes; Moroleón-Uriangato, San Francisco del Rincón-Purísima de Bustos y Silao, entre otros, está en rango 3, ciudades Medias. Las siguientes categorías están desagregadas con asentamientos que no figuran en este estudio de investigación. En la

siguiente figura se muestran los rangos de tamaño de las ciudades dentro del PEOT 2006, según los cinco rangos del sistema de ciudades; destacándose las zonas metropolitanas. Este modelo jerárquico es similar al sistema de ciudades de 1980 que se enuncia en el mismo PEOT 2006.

Figura 2. Sistema de ciudades.

Rango 1	Rango 2	Rango 3	Rango 4	Rango 5
LEON	Irapuato - Salamanca	Valle de Santiago		Jaral del Progreso
		Moroleón-Uriangato	Yuriria	Cerano
		Pénjamo		Santa Ana
			Abasolo	Huanímaro
			Cuerámara	
	Celaya			Pueblo Nuevo
		Acámbaro	Jerécuaro	Coroneo
				Tarandacuao
		Cortazar		Parácuaro
				Cañada de Caracheo
		San Miguel de Allende	Dolores Hidalgo	Victoria de Cortazar
			San José Iturbide	San Diego de la Unión
		San Luis de la Paz		Los Rodríguez
				Dorctor Mora
		Salvatierra		Victoria
				Santiago Maravatio
				Tarimoro
			Apaseo el Grande	Apaseo el Alto
			Comonfort	Empalme Escobedo
			Juventino Rosas	
	Guanajuato			Villagrán
				Rincón de Tamayo
		San Francisco del Rincón - Purísima de Bustos		Ciudad Manuel Doblado
		Silao	Romita	
			San Felipe	Ocampo
				Santa Ana del Conde
				Plan de Ayala

Fuente: Gobierno del Estado de Guanajuato, 2006.

Continuando con los antecedentes, en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial del 2014,⁵ ya no se hace mención del sistema de ciudades, sino de la red de ciudades del estado. Esta red es una interpretación a la propuesta de la Teoría del Lugar Central, que Carlos Garrocho expone y retoma para poder comprender el modelo de interacción espacial en México.⁶

Una red de ciudades se define como un conjunto de ciudades (nodos) que compiten entre sí en “un entorno cooperativo, organizado funcionalmente de manera tanto jerárquica como no jerárquica a partir de vínculos (interrelaciones) de naturaleza diversa que se establecen

⁵ Gobierno del Estado de Guanajuato, “Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial”, en *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato*, 190, Cuarta Parte, 2014, pp. 69-318.

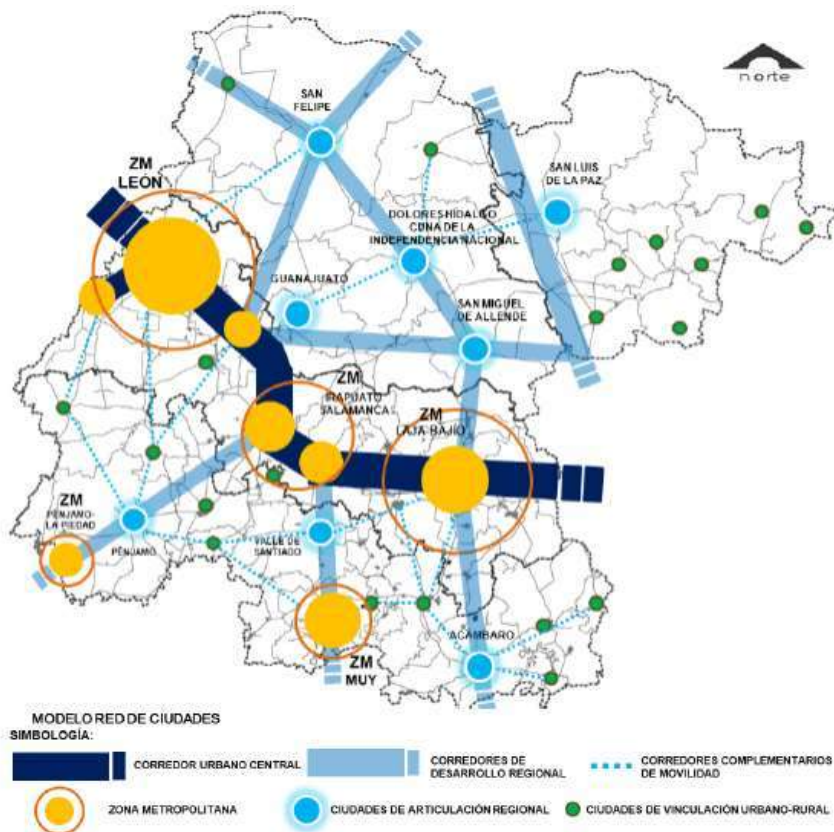
⁶ C. Garrocho Rangel, *op. cit.*

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

mediante las infraestructuras de transportes y comunicaciones, lo que les genera beneficios colectivos (economías, ventajas económicas o políticas) a todos los integrantes de la red.”⁷

En Guanajuato la red de ciudades se enlaza a través del eje del Corredor Industrial, que tiene como mayor punto de crecimiento la Zona Metropolitana de León; son complementarias las ZM de Irapuato Salamanca y la Laja Bajío. En la figura siguiente se observa la propuesta realizada en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial,⁸ indicando con líneas los corredores, dependiendo de su intensidad vinculatoria es el grosor de la línea, y las zonas urbanas con círculos, representada su población con mayor tamaño de la figura.

Figura 3. Modelo de Red de Ciudades para el Estado de Guanajuato al 2035.



Fuente: Gobierno del Estado de Guanajuato, 2014.

Como se espera, las zonas metropolitanas son los conglomerados estructurantes de esta región, por lo que se toman como base jerárquica y están reconocidas en el SUN.

⁷ *Idem.*, p. 55.

⁸ Gobierno del Estado de Guanajuato, 2014, *op. cit.*

El vigente Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial⁹ nos muestra una reestructura de la región mencionada, diferenciando las zonas metropolitanas con reconocimiento federal desde el año 2018 y las que reconoce el Estado de Guanajuato, según la tabla siguiente:

Tabla 1. Zonas metropolitanas federales y estatales en el Estado de Guanajuato.

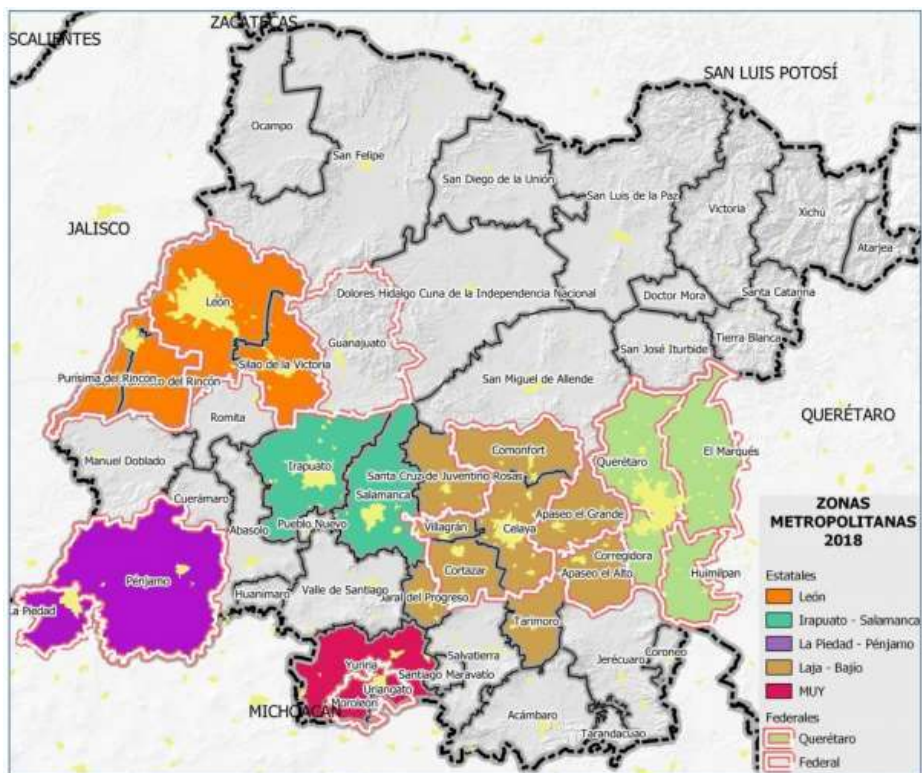
Zona metropolitana federal	Municipio	Zona Metropolitana estatal	Municipio
León	León	León	León
	Silao de la Victoria		Silao de la Victoria
San Francisco del Rincón	San Francisco del Rincón		San Francisco del Rincón
	Purísima del Rincón		Purísima del Rincón
Celaya	Celaya	Laja-Bajío	Celaya
	Comonfort		Comonfort
	Cortazar		Cortazar
	Villagrán		Apaseo El Alto
Moroleón-Uriangato	Moroleón		Apaseo El Grande
	Uriangato		Jaral del Progreso
La Piedad-Pénjamo	La Piedad, Mich.		Santa Cruz de Juventino Rosas
	Pénjamo, Gto.		Tarimoro
Guanajuato	Guanajuato		Villagrán
Querétaro	Apaseo El Alto, Gto.	Moroleón-Uriangato-Yuriria	Moroleón
	Corregidora, Qro.		Uriangato
	Huimilpan, Qro.		Yuriria
	El Marqués, Qro.	La Piedad-Pénjamo	La Piedad, Mich.
	Querétaro, Qro.		Pénjamo, Gto.

Fuente: Adaptación propia con información de PEDUOET 2040,
Gobierno del Estado de Guanajuato, 2019, p. 439.

En coherencia a la agrupación municipal según las Zonas Metropolitanas según el orden federal y el estatal, en el Programa Estatal se muestran según la siguiente figura:

⁹ Gobierno del Estado de Guanajuato, "Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial", *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato*, 66, Segunda Parte, 2019.

Figura 2. Zonas Metropolitanas del Estado de Guanajuato según el SUN 2018.



Fuente: Gobierno del Estado de Guanajuato, 2019.

La región metropolitana guanajuatense es parte importante en la competitividad nacional especialmente por la vinculación centro-occidente del país. Esta región se ha consolidado en los últimos veinte años, demostrado por la concentración de los servicios y la economía industrial sobre el eje de la carretera federal 45. Los asentamientos que inicialmente se vislumbraban como exclusivamente metropolitanos, es decir León y Celaya, han conformado un subsistema metropolitano entre ellos con al menos cuatro grupos funcionales: I. Zona Metropolitana de León, II. Irapuato-Salamanca, III. Zona Metropolitana Laja Bajío y, VI. Municipios vinculados al núcleo de Querétaro.

El caso del municipio de Guanajuato en el conjunto metropolitano no ha logrado una vinculación física o directamente funcional con sus vecinos Silao o Irapuato. Sin embargo, al ser capital de estado, se le ha reconocido como tal. Esta particularidad en el SUN se puede profundizar con el concepto institucional federal, al referirse como una zona metropolitana al:

[...] conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 100 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan los límites del municipio, incorporando dentro de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración

socioeconómica. También se incluyen aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbana de las zonas metropolitanas en cuestión.

Adicionalmente, se contempla en la definición de zonas metropolitanas a los municipios con una ciudad de más de 500 mil habitantes; los que cuentan con ciudades de 200 mil o más habitantes ubicados en la franja fronteriza norte, sur y en la zona costera; y aquellos donde se asienten capitales estatales, estos últimos cuando no están incluidos en una zona metropolitana.¹⁰

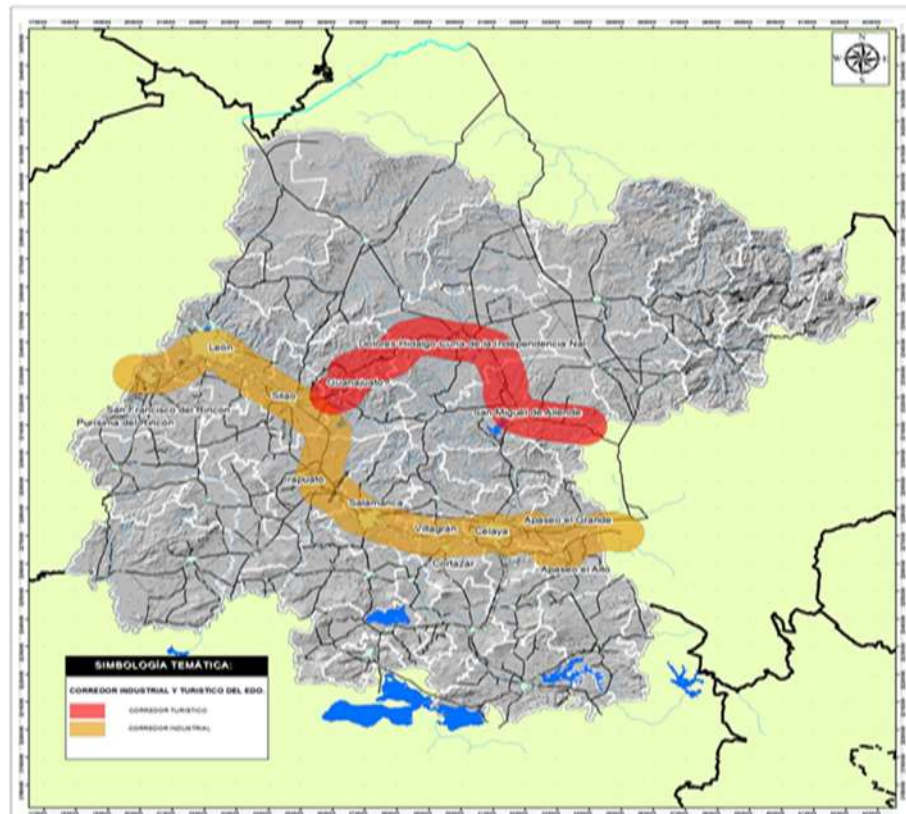
Así, en la edición 2018 del SUN y en la Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México de 2015, se clasifica el municipio Guanajuato como ciudad metropolitana por ser capital estatal y por tener una población mayor de 100 mil habitantes, contando en la Encuesta Intercensal 2015 un total de 184 mil 239 habitantes en el municipio. Aun así, su comportamiento funcional es de ciudad intermedia, como se verá más adelante.

Guanajuato, como capital del estado homónimo ha sido estudiado principalmente desde los puntos de vista patrimonial y turístico; además existe información limitada en torno a los elementos de planeación y se ha estudiado de forma parcial el crecimiento urbano del conjunto municipal. En detalle, el municipio de Guanajuato se ubica dentro de la Subregión 4-Bicentenario, la cual se conforma por los municipios de Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, Guanajuato y San Miguel de Allende; esta subregión ocupa el 16.8% del total de la superficie estatal, y concentra al 8.7% de la población del estado. En esta subregión, el número de habitantes creció 11.8% entre el periodo 2005-2010, de acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda,¹¹ lo cual indica que fueron de 578 mil habitantes a 647 mil. De los municipios que lo conforman, el de Guanajuato es el más poblado.

¹⁰ Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. Ciudad de México, Secretaría de Gobernación, 2018.

¹¹ Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Censo de Población y Vivienda*, 2010.

Figura 5. Corredor industrial y turístico del Municipio de Guanajuato de 2010.



Fuente: Gobierno del Estado de Guanajuato, 2019.

El municipio y la Zona Metropolitana de Guanajuato (ZMGTO) están inicialmente reconocidos con siete localidades urbanas intramunicipales a saber: Guanajuato, Marfil, Puentecillas, San José de los Llanos, Santa Teresa, La Sauceda y Yerbabuena, como se profundiza más adelante.

Empero, el conjunto urbano en su vinculación física se integra por nueve localidades principales y dieciocho localidades secundarias, todas ellas pertenecientes al municipio de Guanajuato. Esta zona aporta un gran valor al estado de Guanajuato dada su vocación minera y turística principalmente. En las últimas décadas del siglo XX esta zona ha reportado un aumento en su crecimiento tanto demográfico como urbano, dicho fenómeno ha traído consigo una serie de cambios que han influido en la dinámica económica, social y urbana, por lo que resulta un elemento esencial como la elección del caso de estudio.

El estudio de las zonas metropolitanas y su relación con el objeto de estudio

En México, la mayoría de las publicaciones académicas en torno a las metrópolis se refieren a la Zona Metropolitana del Valle de México, siendo las compilaciones más importantes en el campo *Repensar la Metrópoli I y II*. En ella abonan a las nuevas formas de abordar este fenómeno autores como Hiernaux, Delgado, Iracheta, Ramírez, entre otros, con temas de gobernanza, análisis integrados, desarrollo sustentable, entre otros. Como se hizo mención, estos ejercicios están enfocados principalmente a la megalópolis del centro del país por ser el modelo de ciudad más complejo en México, dejando en segundo plano a las otras zonas metropolitanas. Otro texto con un enfoque de re entender a las zonas metropolitanas del país se plasma en *Las zonas metropolitanas de México. Estructuración urbana, gobierno y gobernanza*, en él se leen las clasificaciones de las zonas metropolitanas y su teoría y la práctica en las urbes según los organismos institucionales, así como el vínculo de la sociedad y el gobierno para recuperarlas.¹²

En este mismo tenor, está actualmente en discusión las periferias metropolitanas o la transición urbano rural del territorio. En la compilación *Las grandes aglomeraciones y su periferia regional. Experiencias en Latinoamérica y España* se sostiene que no se han estudiado con profundidad los espacios periféricos y cómo ha cambiado a partir de la gran dinámica territorial a la que se ha sometido, comprometiendo la calidad de vida de los habitantes;¹³ el mismo autor nos expone las reflexiones de IV Seminario Internacional de *Procesos Metropolitanos en Grandes Ciudades* del año 2009,¹⁴ con una premisa similar al del anterior libro mencionado, además de abordar la problemática ambiental que es impactada por la acelerada urbanización de las metrópolis. Incluso se ha hablado de las características sociales en *Marginación urbana. El caso del oriente mexiquense*, que aporta a la discusión metropolitana en cuanto a los efectos de rezago manifestados en forma local por una problemática de naturaleza del sistema.¹⁵

Si bien se han realizado otro tipo de investigaciones en torno al desarrollo de las periferias urbanas, estas se enfocan principalmente en la mancha urbana de la Ciudad de México y en su difusa estructura suburbana. Se reconoce que los autores que abordan este fenómeno están inmersos en la megalópolis y en las principales universidades y colegios de

¹² D. E. Pérez Torres, *op. cit.*

¹³ A. G. Aguilar, *Las grandes aglomeraciones y su periferia regional. Experiencias en Latinoamérica y España*, México, Miguel Ángel Porrúa, 2006.

¹⁴ *Idem.*, *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades*, México, Miguel Ángel Porrúa.

¹⁵ A. Pérez Zambrano, *Marginación urbana. El caso del oriente mexiquense*, México, Miguel Ángel Porrúa, 2014.

ese entorno, como la Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de México, Colegio Mexiquense y Universidad Autónoma Metropolitana, entre otros.

Los esfuerzos en estudios de este tipo en el resto de la República Mexicana son aislados y existen pocos antecedentes, generando mayor conocimiento de la metrópolis y su periferia en las zonas metropolitanas de Guadalajara y de Monterrey, por su competitividad en su actividad económica. Tal es el caso de *Transformación hacia una estructura urbana difusa por cambios en los sectores industrial y laboral en la Zona Metropolitana de Guadalajara*, que analiza las actividades industriales en la ZM de Guadalajara y cómo han transformado el desarrollo urbano, generando una ciudad difusa.¹⁶

En el territorio guanajuatense se han hecho publicaciones, siendo la mayoría por parte de Gobierno del Estado, como *Guanajuato, Innovación y Territorio*, donde se esboza el antes citado “Diamante de México”, que es el Bajío guanajuatense y su red de ciudades.¹⁷ Del Bajío, la ZM León es una de las más importantes del centro del país y del territorio guanajuatense, por ello, se ha investigado esta y el corredor industrial a profundidad. De hecho, publicaciones como *Formas Territoriales. Visiones y perspectivas desde la teoría*, compilan artículos en que se toman el ejemplo de la ciudad de León y el territorio periférico con datos demográficos y de infraestructura para dar una explicación urbanística a estos cambios.¹⁸

El estudio del municipio de Guanajuato con un conjunto metropolitano es relativamente nuevo, y como se ha dicho, no ha tenido estudios profundos al modelo de crecimiento urbano en su periferia y como sus instrumentos de planeación territorial han moldeado la forma urbana. Este objeto de estudio será el ejemplo para el caso de la propuesta de investigación, aplicando las herramientas para la toma de decisiones para futuras políticas públicas.

Siendo así, se demuestra la pertinencia de esta investigación, en la cual se busca, además, hacer una crítica informada del modelo de urbanización actual, con el paradigma en que los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial podrán equilibrar los subsistemas locales, dando una sostenibilidad como sugieren los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

¹⁶ R. Montañó Salazar, A. Vieyra Medrano y J. Rodríguez Rodríguez, “Transformación hacia una estructura urbana difusa por cambios en los sectores industrial y laboral en la Zona Metropolitana de Guadalajara”, en *Interticios Sociales*, marzo-agosto de 2013, pp. 1-30.

¹⁷ Fundación Metrópoli, *op. cit.*

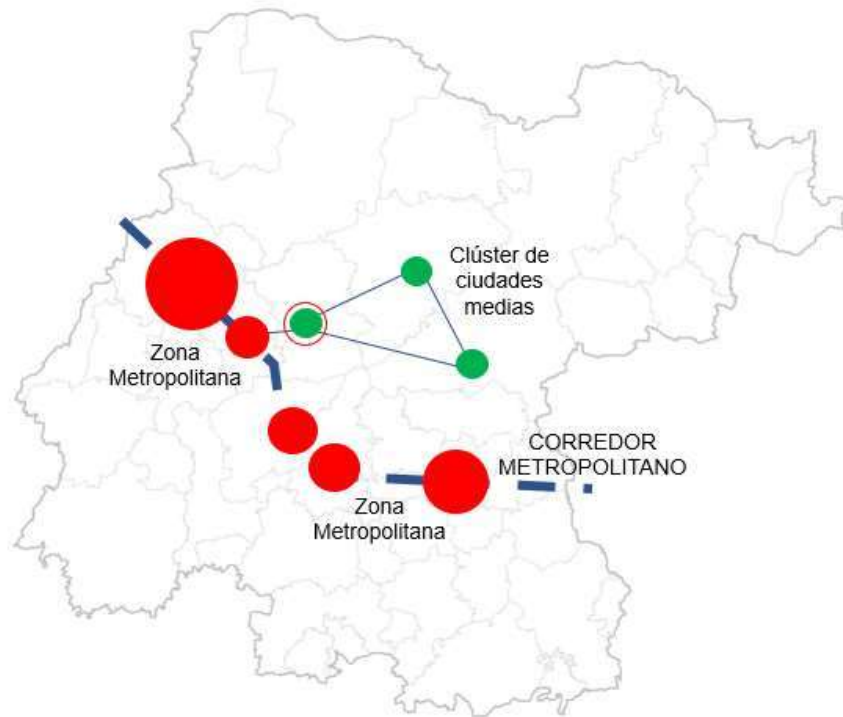
¹⁸ B. R. Ramírez Velázquez, *Formas territoriales. Visiones y perspectivas desde la teoría*, México, Miguel Ángel Porrúa, 2008.

Esto espera apoyar a desmentir el mito del desarrollo en el que las ciudades y las metrópolis de los países subdesarrollados (o en vías de desarrollo) estarán desarrolladas en un futuro como los ejemplares urbanos norteamericanos y europeos que conocemos. Así, si no se cambia su voracidad por los recursos ambientales, resultará insostenible e inviable una evolución, trayendo un desequilibrio físico-social.¹⁹

4.3 Guanajuato: Ciudad intermedia y Zona Metropolitana

El municipio de Guanajuato, con una población de 194,500 habitantes en su totalidad (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020). se encuentra en un clúster de ciudades intermedias (por tamaño) vinculado a un corredor metropolitano, estando vinculado con la ZM de León-Silao, que es el mayor conjunto urbano de la región del Bajío. Se vincula a nivel subregional con San Miguel de Allende y Dolores Hidalgo C.I.N., como se muestra en la siguiente figura que indica las tipologías de la región expuesta en el informe de Roberts, Iglesias y Llop:

Figura 6. Corredor industrial y clúster turístico del Municipio de Guanajuato de 2010.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

¹⁹ O. de Rivero, *op. cit.*

Las ciudades intermedias están ubicadas más allá de la zona periférica de las regiones metropolitanas, pero cuentan con una amplia gama de servicios, centros industriales de producción y procesamiento de alimentos; en su mayoría oscilan entre los 150 mil y 250 mil habitantes. Una de las ventajas de estas es que su potencial de sostenibilidad es mayor que el de las metrópolis y además sirven directamente a los territorios rurales, pues como se indicó, la disponibilidad del suelo disponible (urbanizable y no urbanizable) y las potencialidades de aprovechamiento agrícola, así como las capacidades sociales de cercanía, propician mayor calidad de vida que en las ciudades metropolitanas.

4.3.1 La Zona Metropolitana de Guanajuato

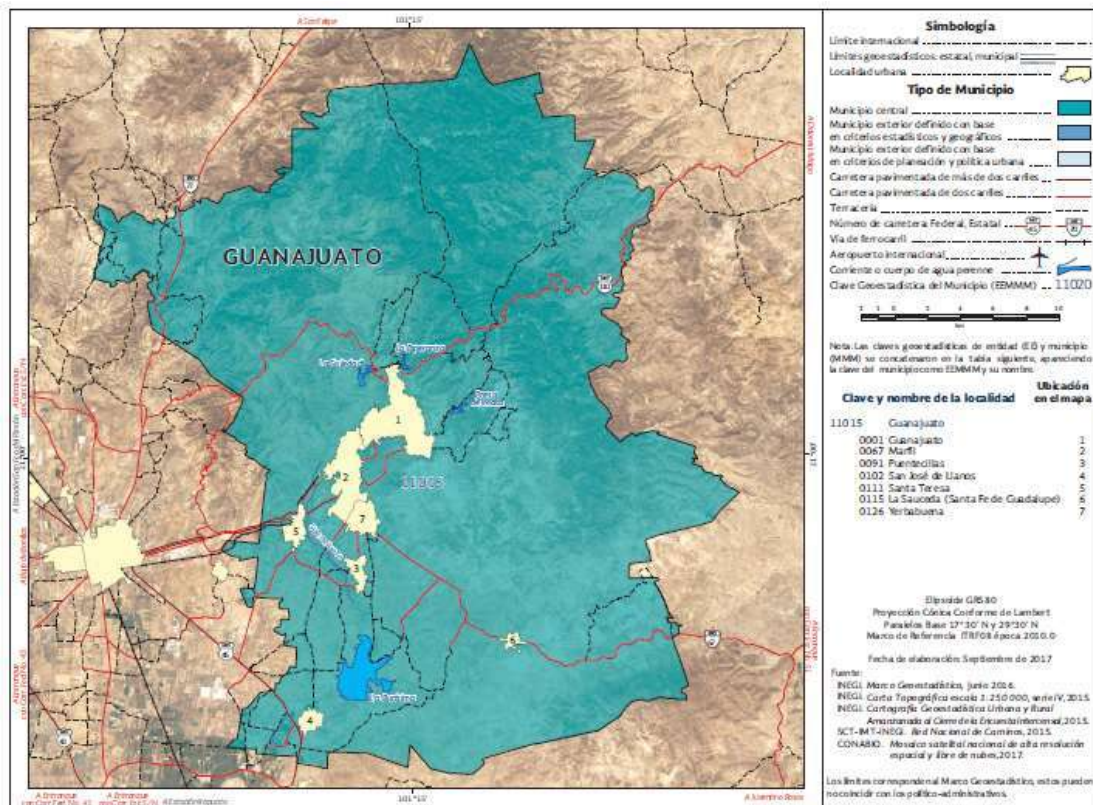
En el Sistema Urbano Nacional, así como en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Guanajuato, se considera a la capital del estado como una zona metropolitana. Sin embargo, la ciudad de Guanajuato no tiene las características de una de ellas por la relación funcional y/o económica con otro centro de población intermunicipal o por conurbaciones físicas. Estas particularidades de las ciudades han macado criterios tradicionales para considerar una zona metropolitana, aunque en el SUN se incluye por tener la influencia política en la región, es decir, alberga a los poderes estatales.

El SUN indica que la Zona Metropolitana de Guanajuato se integra de siete localidades urbanas, siendo Guanajuato (0001), Marfil (0067), Puente de las Cuevas (0091), San José de Llanos (0102), Santa Teresa (0111), La Saucedita (Santa Fe de Guadalupe) (0115) y Yerbabuena (0126).²⁰ Al 2020, la localidad de Cañada de Bustos (0031) ya contaba con población urbana, teniendo en el registro del Censo del 2010 un total 3 275 habitantes; la localidad de Capulín de Bustos (0034) al 2010 tuvo un registro de 2 021 habitantes; sin embargo, con la proyección de población al 2020,²¹ aumentó a 2 655 habitantes, por ello, se toman como urbanas y se incluyen en el conjunto de los centros de población (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

²⁰ Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, *Sistema Urbano Nacional 2018*, Ciudad de México, Secretaría de Gobernación; Secretaría de Consejo Nacional de Población, 2018.

²¹ Con proyección de población exponencial con tasa de crecimiento del 2000 al 2010 de 3.14, siendo la menor entre la tasa del 2005 al 2010 de 4.01. En ambos casos, resulta ser una localidad mayor de 2 500 habitantes al 2020. Las proyecciones de CONAPO también resultan mayores de 2,500 habitantes.

Figura 7. Ficha de la Zona Metropolitana de Guanajuato.



Fuente: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2018.

El conjunto urbano, a consideración de varios instrumentos de planeación del municipio de Guanajuato,²² engloba además dieciocho localidades secundarias y fraccionamientos surgidos y/o consolidados en la década del 2010 al 2020, que son Carbonera, Cerro del Oro, Colonia Arroyo Blanco, Huachimole de Cuevas, El Maluco, Fraccionamiento Arboledas, Fraccionamiento Colonial Guanajuato, Fraccionamiento Pedregal de Cervera, Fraccionamiento Villas de Guanajuato, La Presita, Lomas de Cervera, Los Nicolases, Nochebuena, Paso de Perules, San Isidro, San José de Cervera, San José de la Luz y, Santa Catarina de Cuevas (El Tinaco).

Para la delimitación espacial, se consideraron los lineamientos del SUN y a su vez se tomaron en cuenta varios rasgos naturales como el análisis de microcuencas dentro del municipio, el respeto por las áreas naturales protegidas y la situación hidrológica dentro del municipio. Así mismo, se consideraron aspectos urbanos como delimitaciones de los

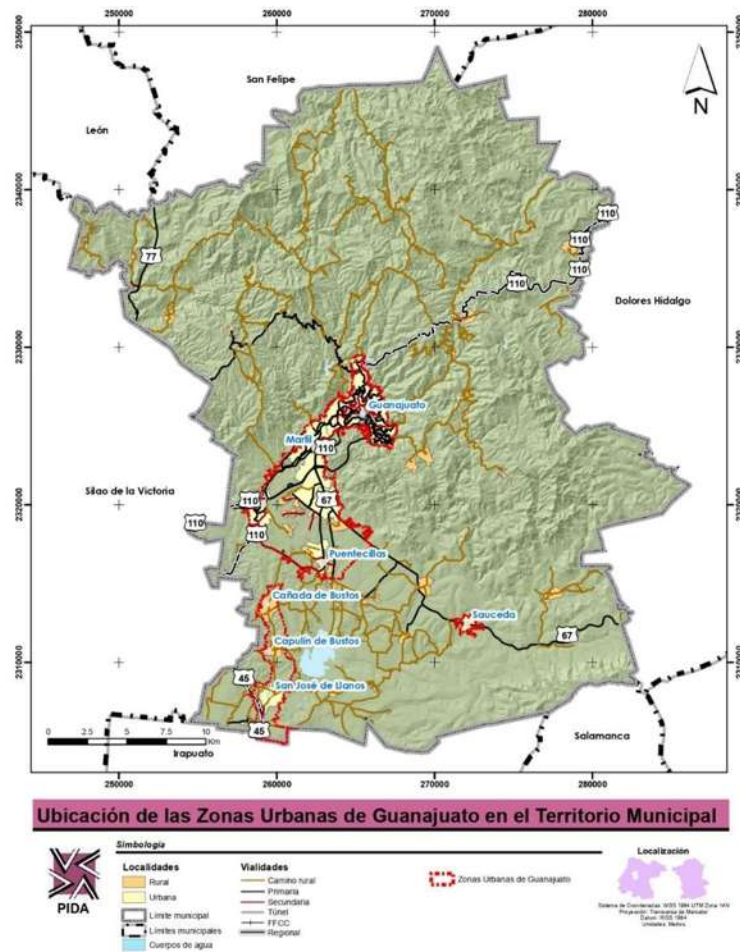
²² Proyecto del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial y el proyecto del Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico de la Zona Metropolitana de Guanajuato.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

instrumentos de planeación,²³ las cualidades de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) urbanas y rurales y, el Marco Geoestadístico Municipal.²⁴

En las siguientes figuras se aprecian la delimitación de la zona urbana en el entorno municipal de Guanajuato, concentrándose en el centro y sur oeste, delimitado en la zona norte y este por las elevaciones de la Sierra de Santa Rosa, teniendo un crecimiento urbano en las planicies del sur de la localidad de Guanajuato hacia la Presa de La Purísima, sobre las vialidades regionales con destino a Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional y Silao de la Victoria.

Figura 8. Ubicación de zonas urbanas y área de estudio en el municipio de Guanajuato.



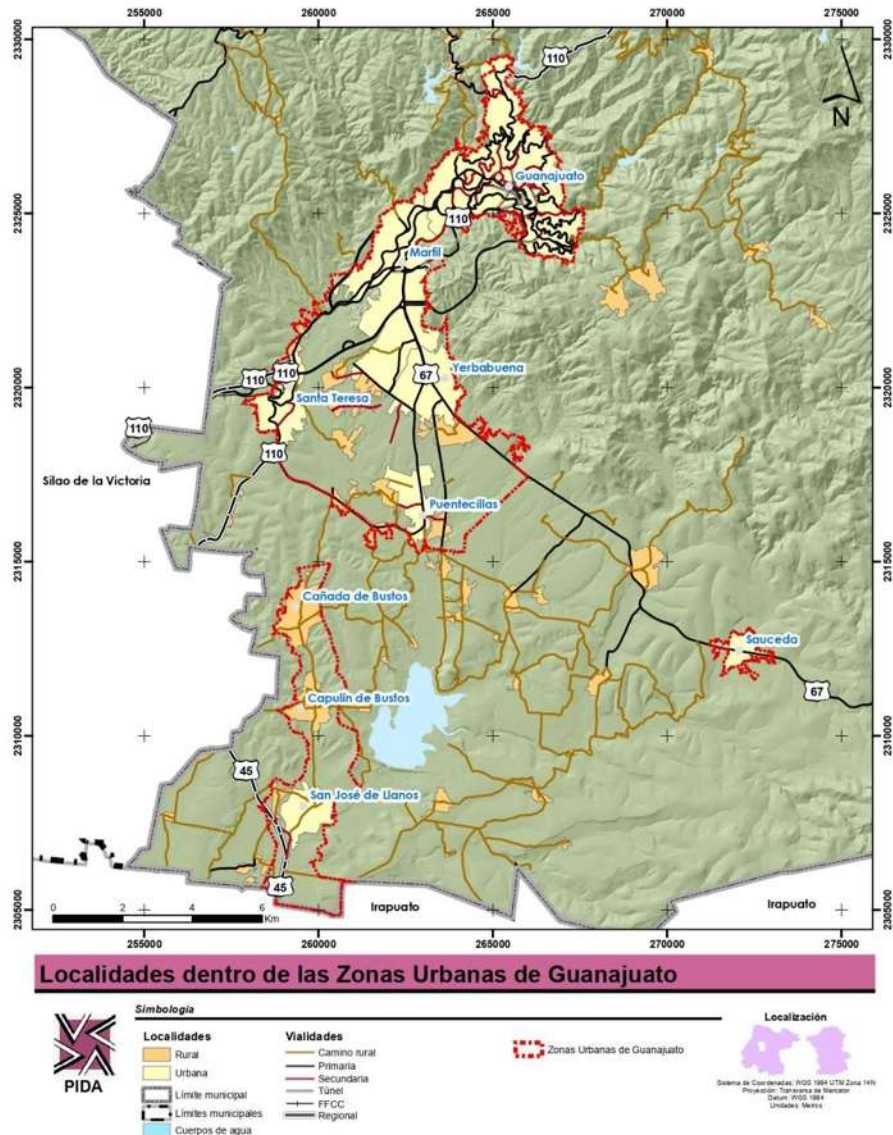
Fuente: Elaboración propia, 2020.

²³ Unidades de Gestión Ambiental y Territorial, y Unidades de Gestión Territorial de los proyectos citados en la nota anterior

²⁴ Instituto Municipal de Planeación de Guanajuato, Gto., *Proyecto del Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de Guanajuato*. Guanajuato, México, 2019.

En la siguiente figura se muestran los polígonos del área de estudio, que integran las localidades urbanas y rurales que conforman el aglomerado metropolitano. Se aprecian los tres polígonos con una superficie total de 75.89 km²; los polígonos menores de La Sauceda, San José de Llanos, Capulín de Bustos y Cañada de Bustos funcionan como policentros hacia la localidad de Guanajuato y su conurbación con Marfil y Yerbabuena.

Figura 9. Localidades y área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con información de Implan Guanajuato, 2020.

En conclusión, la zona urbana del municipio de Guanajuato tiene características formales, tipológicas y urbanas de una ciudad media vinculada a un corredor metropolitano, lo que le da una ventaja de crecimiento y uso de suelo disponible para crecimiento. Al ser capital estatal que alberga los poderes políticos con población mayor a 100 mil habitantes, se considera zona metropolitana, con facilidad de inversión de fondos federales para tal fin, por ende, es el objeto de estudio con mayor viabilidad para aplicar los supuestos del modelo de análisis y las herramientas que se proponen en la investigación.

4.4 Instrumentos de planeación territorial de Guanajuato

Se realizó una revisión documental de archivo de 65 planes y programas de Guanajuato de diferentes tipos (sectorial, económicos, de gobierno, de desarrollo, ecológico, urbano, etcétera), en la cual se tiene antecedente desde los años ochenta del siglo XX hasta el ejercicio de ordenamiento territorial del año 2020.

Los planes y programas de Guanajuato de ordenamiento ecológico territorial se diferencian en tres escalas: la municipal, la de centro de población y la parcial. De estos se contabilizaron 26, siendo estudios o vigentes en algún momento. En la siguiente tabla se enlistan estos instrumentos, su año de elaboración y la escala.

Tabla 2. Planes y programas de ordenamiento ecológico territorial del municipio de Guanajuato.

	Año	Nombre del Plan	Municipal	Centro de Población	Parcial
1	1980	Plan Director de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Guanajuato		X	
2	1991	Plan de Desarrollo Urbano [de Centro de Población] Guanajuato, Gto.		X	
3	1993	Plan Parcial de la Zona Sur de Guanajuato, Gto. – Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Nuevo Guanajuato			X
4	1994	Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Guanajuato		X	
5	1994	Plan Parcial de Desarrollo Urbano Zona de Monumentos de la Ciudad de Guanajuato.			X
6	1994	Plan Parcial de Desarrollo Urbano Cerro de los Leones			X
7	1994	Esquema de Desarrollo Urbano de Santa Teresa y San José de la Luz, Municipio de Guanajuato			X
8	1994-1997	Plan Parcial de Mejoramiento y Consolidación de Marfil, Gto.			X

9	1997	Plan Municipal de Desarrollo Urbano Guanajuato, Gto.	X		
10	1998	Plan Maestro Parcial La Purísima			X
11	1998	Plan Parcial De La Zona De Crecimiento Yerbabuena-Colonia Burócrata Zona Suroeste			X
12	1999	Plan Parcial de Ordenamiento Territorial de la Zona de Valenciana, Gto.			X
13	2002	Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Guanajuato		X	
14	2003	Plan Municipal de Ordenamiento Territorial	X		
15	2003	Plan Parcial y Proyecto de Diseño Urbano de la Zona de Desarrollo Suroeste de la Ciudad de Guanajuato			X
16	2003	Varios Estudios Básicos para el reordenamiento Territorial de la Colonia Burócrata en la Ciudad de Guanajuato			X
17	2006	Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de la ciudad de Guanajuato, Gto.		X	
18	2007	Actualización y Ampliación del Plan Parcial del Centro Histórico de la Ciudad de Guanajuato y su Reglamento			X
19	2008	Plan de Ordenamiento Territorial de Guanajuato. Gto.	X		
20	2011	Diagnostico Pronostico del Plan de Ordenamiento Ecológico Local	X		
21	2012	Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población		X	
22	2012	Plan Municipal de Ordenamiento Territorial	X		
23	2012	Programa Parcial Centro Histórico			X
24	2017	Programa Municipal de Gestión de Riesgos y Ordenamiento Territorial	X		
25	2020	Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial	X		
26	2020	Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de Guanajuato		X	

Fuente: Elaboración propia con información de archivos de Guadalupe Horta Rangel, Implan Guanajuato y personal, 2020.

Cabe destacar que los documentos de planeación territorial y ecológico son parte del Sistema Municipal de Planeación, como lo cita la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato. El artículo 24 de esta ley se modificó el 21 de septiembre del 2018, para señalar los instrumentos del sistema de planeación, como se muestra a continuación en el inciso D para los municipios:

D) Planes municipales de desarrollo:

1. Programa municipal de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico territorial:
 - 1.1. Programas parciales.
2. Programas de gobierno municipal:
 - a) Programas derivados del programa de gobierno municipal. (Artículo 24)

Se aclara que los programas metropolitanos, regionales y subregionales dentro del estado de Guanajuato se desprenden de la elaboración del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial.

Al ser la Guanajuato el único municipio que se reconoce como Zona Metropolitana en su conjunto, se considera para este efecto un programa de centro de población, ya que contiene las localidades mayores a 2 500 habitantes y, por lo tanto, según criterios del INEGI, son urbanas.

Otro de los factores a considerar en este análisis de contenido de los instrumentos de planeación es la validez jurídica que se indica en el Código Territorial del Estado y los Municipios de Guanajuato y su antecedente, la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Guanajuato. En el Código mencionado, se indica el procedimiento para la formulación y aprobación de los programas municipales en el artículo 58, y de los parciales en los artículos 58 bis y 58 bis 1:

[...] IX. El proyecto dictaminado de congruencia por el Instituto de Planeación será presentado al Ayuntamiento para su aprobación;

X. Aprobado el programa, el Presidente Municipal:

- a) Gestionará la publicación en términos del último párrafo del artículo 42 del Código y de los lineamientos técnicos que deberán atender los municipios para la presentación de los proyectos de programas, para su dictamen de congruencia y publicación en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato;
- b) Tramitará y obtendrá su inscripción en el Registro Público de la Propiedad; y
- c) Enviará a la Secretaría y al Instituto de Planeación una copia de la versión integral del programa municipal (Código Territorial del Estado y los Municipios de Guanajuato)

Al ser similar el proceso en las citadas leyes en la materia, se puede indicar que han existido los siguientes instrumentos vigentes:

Tabla 3. Planes y programas de ordenamiento ecológico territorial que han sido vigentes en el municipio de Guanajuato.

Año²⁵	Nombre²⁶	Observaciones²⁷
1991	Plan de Desarrollo Urbano [de Centro de Población] Guanajuato, Gto.	Publicado en el Periódico Oficial el 28 de diciembre de 1990 número 104 Tercera Parte. Decreto Gubernativo Número 53, mediante el cual se aprueba el Plan Director de Desarrollo Urbano de la ciudad de Guanajuato, Gto. Inscrito en el Registro Público de la Propiedad, el Registro 1, con fecha de 11 de febrero de 1991, Expediente No. 101.3/812, relativo al Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Guanajuato, Gto... Abrogado por el Plan Director de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Guanajuato
1994	Plan Director de Desarrollo Urbano Guanajuato, Gto	El Honorable Ayuntamiento con fecha con fecha 27 de julio de 1994, aprobó la actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Guanajuato, Gto. Publicado en el Periódico Oficial el 9 de julio de 1996 número 55 Tercera Parte. Decreto Gubernativo Número 37, en el cual se aprobó el Plan Director de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Guanajuato, Gto., así como su versión abreviada. En el Registro Público de la Propiedad, el Registro 3, con fecha 15 de noviembre de 1996 se inscribe la Actualización del Plan Director de Desarrollo Urbano de la Cd. De Guanajuato, Gto. Abrogado por el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto.
1994	Plan Parcial de Desarrollo Urbano Zona de Monumentos de la Ciudad de Guanajuato.	El Honorable Ayuntamiento con fecha 7 de diciembre de 1994, aprobó el Plan Parcial del Centro Histórico de la Ciudad de Guanajuato, Gto. Publicado en el Periódico Oficial el 5 de julio de 1996 número 54 Segunda Parte. Decreto Gubernativo Número 36, en el cual se aprobó el Plan Parcial del Centro Histórico de la Ciudad de Guanajuato, Gto., así como su versión abreviada. En el Registro Público de la Propiedad, el Registro 7, con fecha 23 de julio de 2004 se inscribe mediante oficio no. DPV/417/2004 en el cual se remite para su registro la Zona Delimitada como Centro Histórico en el Plan Parcial De Desarrollo Urbano, Zona De Monumentos De La Ciudad De Guanajuato. Abrogado por el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto.
1997	Plan Municipal de Desarrollo Urbano Guanajuato, Gto.	El Honorable Ayuntamiento con fecha 21 de abril de 1998 fue presentado y aprobado y, el 4 de mayo de 1998 se ratificó con la recomendación de hacer las revisiones y adecuaciones necesarias. Con tales condiciones fue aprobado el Plan de Desarrollo Municipal de Guanajuato, Gto. Publicado en el Periódico Oficial el 8 de febrero del 2000, número 11 Tercera Parte. Plan de Desarrollo Municipal de Guanajuato, Gto. Se indica que: "En 1997 se elaboró el Plan Municipal de Desarrollo Urbano con la finalidad de constituirse en un plan de gobierno a partir de la consideración de que el desarrollo urbano y la organización territoriales consecuencia del desarrollo económico y social (...). Por lo tanto, respondía, en principio a lo que podría se (sic) el Plan

²⁵ Se refiere al año de elaboración, que dista en algunos casos del año de aprobación, publicación y/o inscripción

²⁶ Los nombres de los instrumentos se retoman de los documentos originales en sus versiones integrales y cartografía.

²⁷ Los nombres de los instrumentos, ya sean aprobados en el Ayuntamiento, publicados en el Periódico Oficial del Gobierno del Estados de Guanajuato e inscritos en el Registro Público de la Propiedad se retoman tal como están inscritos, variando su nombre entre ellos o con el documento original

		de Desarrollo Municipal para iniciar los trabajos de la nueva administración” (pág. 1612) En el Registro Público de la Propiedad, el Registro 5, con fecha 18 de marzo de 1999 se procede a inscribir el documento “Síntesis del Plan Municipal de Desarrollo Urbano Versión 1997”
1998	Plan Parcial de la Zona de Crecimiento Yerbabuena-Colonia Burócrata Zona Suroeste	Publicado en el Periódico Oficial el 23 de octubre de 1998, número 85, Segunda Parte. Versión abreviada del Plan Parcial de la Zona de Crecimiento, “Yerbabuena-Colonia Burócrata”, Zona Suroeste del Municipio de Guanajuato, Gto. En el Registro Público de la Propiedad, el Registro 4, con fecha 5 de marzo de 1999 se procede a inscribir el Plan Parcial de la Zona de Crecimiento Yerbabuena Colonia Burócrata Zona Suroeste. Abrogado por el Plan Parcial y Proyecto de Diseño Urbano de la Zona de Desarrollo Suroeste de la Ciudad de Guanajuato
2003	Plan Parcial y Proyecto de Diseño Urbano de la Zona de Desarrollo Suroeste de la Ciudad de Guanajuato	El Honorable Ayuntamiento con fecha 31 de enero de 2005 aprobó el acuerdo mediante el cual se autoriza el Plan Parcial y Proyecto de Diseño Urbano de la Zona de Desarrollo Suroeste de la Ciudad de Guanajuato. Publicado en el Periódico Oficial el 26 de mayo de 2006 número 84 Segunda Parte. Acuerdo municipal, mediante el cual se aprueba el Plan Parcial y Proyecto de Diseño Urbano de la Zona de Desarrollo Suroeste de la Ciudad de Guanajuato. En el Registro Público de la Propiedad con fecha 20 de junio de 2006 se inscribe el Plan Parcial y Proyecto de Diseño Urbano de la Zona de Desarrollo Suroeste de la Ciudad de Guanajuato. Abrogado por el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto.
2006	Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de la ciudad de Guanajuato, Gto.	El Honorable Ayuntamiento con fecha 15 de septiembre de 2006, en sesión ordinaria número 66. Publicado en el Periódico Oficial el 17 de noviembre de 2006, número 184, Segunda Parte. Acuerdo municipal, mediante el cual se emite el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. En el Registro Público de la Propiedad con fecha 1 de marzo de 2007 se hace la constancia de asiento registral, con folio real número U15*10, a pedimiento de un particular, se da el registro del día 16 de febrero de 2007 el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. El Honorable Ayuntamiento con fecha 9 de mayo de 2007, en sesión ordinaria número 15 punto 9, se aprueba el dictamen en que se cancelan las modificaciones del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Guanajuato 2006. En el Registro Público de la Propiedad con la solicitud número 103366, el 13 de marzo del 2007 se cancela la inscripción de fecha 16 de febrero de 2007 relativa al Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato.
2012	Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. (POT-CP)	El Honorable Ayuntamiento con fecha 30 de agosto de 2012, en sesión ordinaria número 75 se aprueba el proyecto del Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. Publicado en el Periódico Oficial el 21 de septiembre de 2012 número 152 Segunda Parte, el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. En el Registro Público de la Propiedad con fecha 2 de octubre de 2012 se hace la constancia de asiento registral, bajo la solicitud 193795 (P99) del Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto.

Fuente: Elaboración propia con información de archivo personal, Implan Guanajuato, Registro Público de la Propiedad y del Comercio, 2020.

A partir de la Ley General de Asentamientos Humanos en 1976, se promulgó la Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Guanajuato con fecha del 1º de mayo de 1977; veinte años más tarde, fue sustituida por su homóloga el 7 de octubre de 1997. Esta ley posteriormente fue abrogada²⁸ y aprobado el Código Territorial para el Estado y los municipios de Guanajuato el 25 de septiembre del 2012, y puesto en vigor el 1º de enero del 2013. Años después a nivel federal, se aprobó la Ley General de Asentamientos Humanos, Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial en el año 2016 y con ella, reformas al Código Territorial antes citado anualmente desde el 2016 al 2019.

En síntesis, los instrumentos de planeación que han contemplado en su momento el total de las zonas urbanas han sido²⁹ el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Guanajuato, Gto. (1991), Plan Director de Desarrollo Urbano Guanajuato, Gto (1994), Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de la ciudad de Guanajuato, Gto. (2006) y, Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. (2012). Se aclara que el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato del 2006 estuvo vigente del 1º de marzo del 2006 al 9 de mayo de 2006 (69 días) y tuvo implicaciones jurídicas de impacto en zonas de conservación para urbanización habitacional en este lapso. Para efectos del análisis de contenido de crecimiento urbano, se tomarán los instrumentos de 1994, 2012 y el proyecto del 2020, este último por ser el instrumento más actualizado.

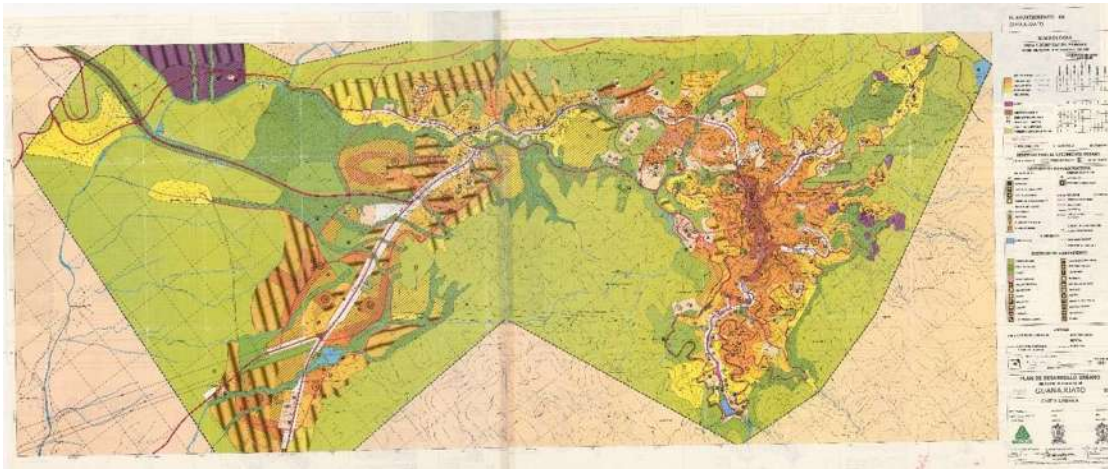
A continuación, se presentan las cartas síntesis de los instrumentos de planeación territorial, con el objetivo de conocer los límites urbanos que se habían considerado en el momento de la elaboración de los planes y programas.

²⁸ El Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato aboga además de la Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Guanajuato, a la Ley de Fraccionamientos para el Estado de Guanajuato y sus Municipios, la Ley de Vivienda para el Estado de Guanajuato, la Ley de Aguas para el Estado de Guanajuato; y la Ley sobre protección y conservación de la Ciudad de San Miguel de Allende, declarándola, al efecto, Población Típica.

²⁹ Al momento de este reporte 04 de junio de 2020

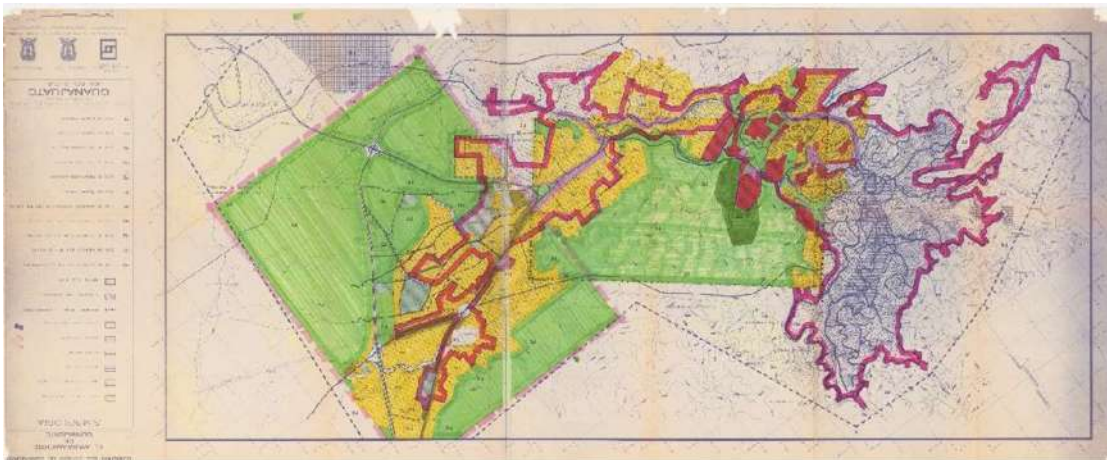
El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Figura 10. Carta síntesis de usos y destinos de suelo del Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Guanajuato, Gto., 1991.



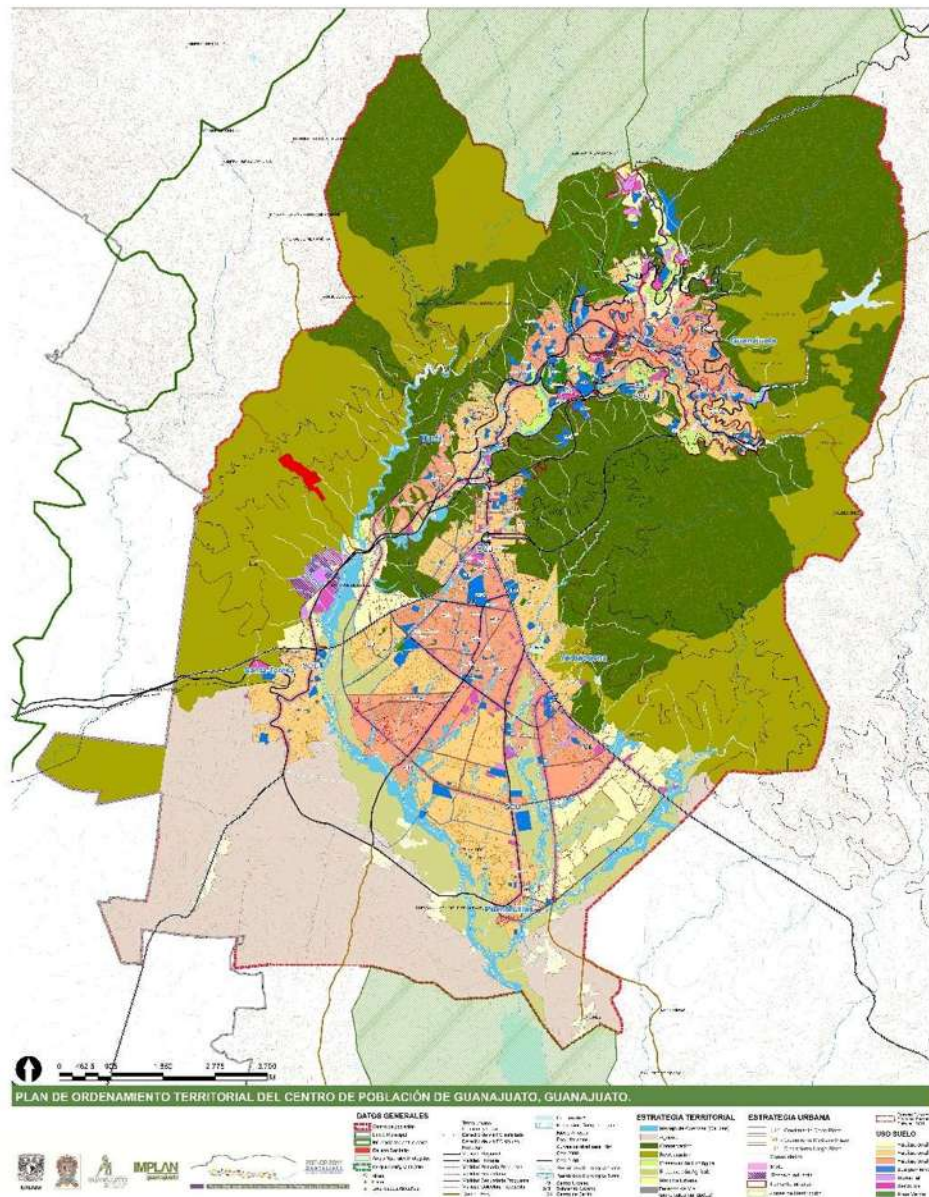
Fuente: Archivo personal, 2020.

Figura 11. Carta síntesis de usos y destinos de suelo del Plan Director de Desarrollo Urbano de Guanajuato, Gto., 1994.



Fuente: Archivo Implan Guanajuato, 2020.

Figura 12. Carta síntesis de usos y destinos de suelo del Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto., 2012.

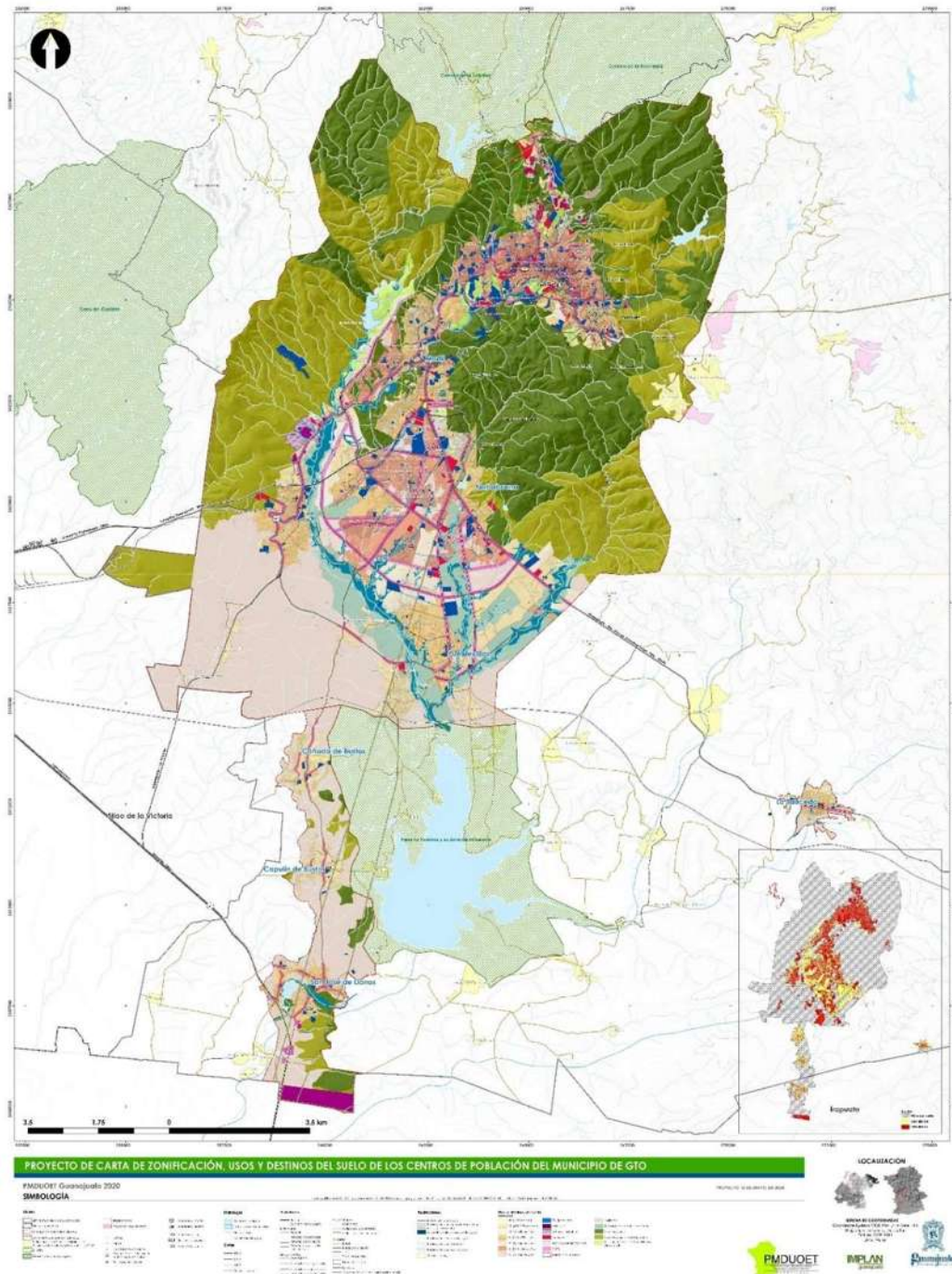


Fuente: Archivo Implan Guanajuato, 2020.

Para el estudio actualizado, se utilizarán los insumos del proyecto del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) del 2020. En este proyecto se integraron las localidades urbanas de La Sauceda y San José de Llanos, por tener más de 2 mil 500 habitantes al 2010; además de las localidades de Cañada de Bustos, Capulín de Bustos y Los Nicolases, que al 2020 se catalogaron como urbanas. En este ejercicio se hicieron los levantamientos de usos de suelo actualizados y se ratificaron

los de las zonas ya consideradas en los instrumentos anteriores. Sobre esta última delimitación urbana se hará el análisis por Unidades de Gestión Territorial para el estudio de la entropía urbana. En la siguiente figura se observa el resumen de los usos de suelo del proyecto del PMDUOET.

Figura 13. Carta síntesis del proyecto del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato del 2020.



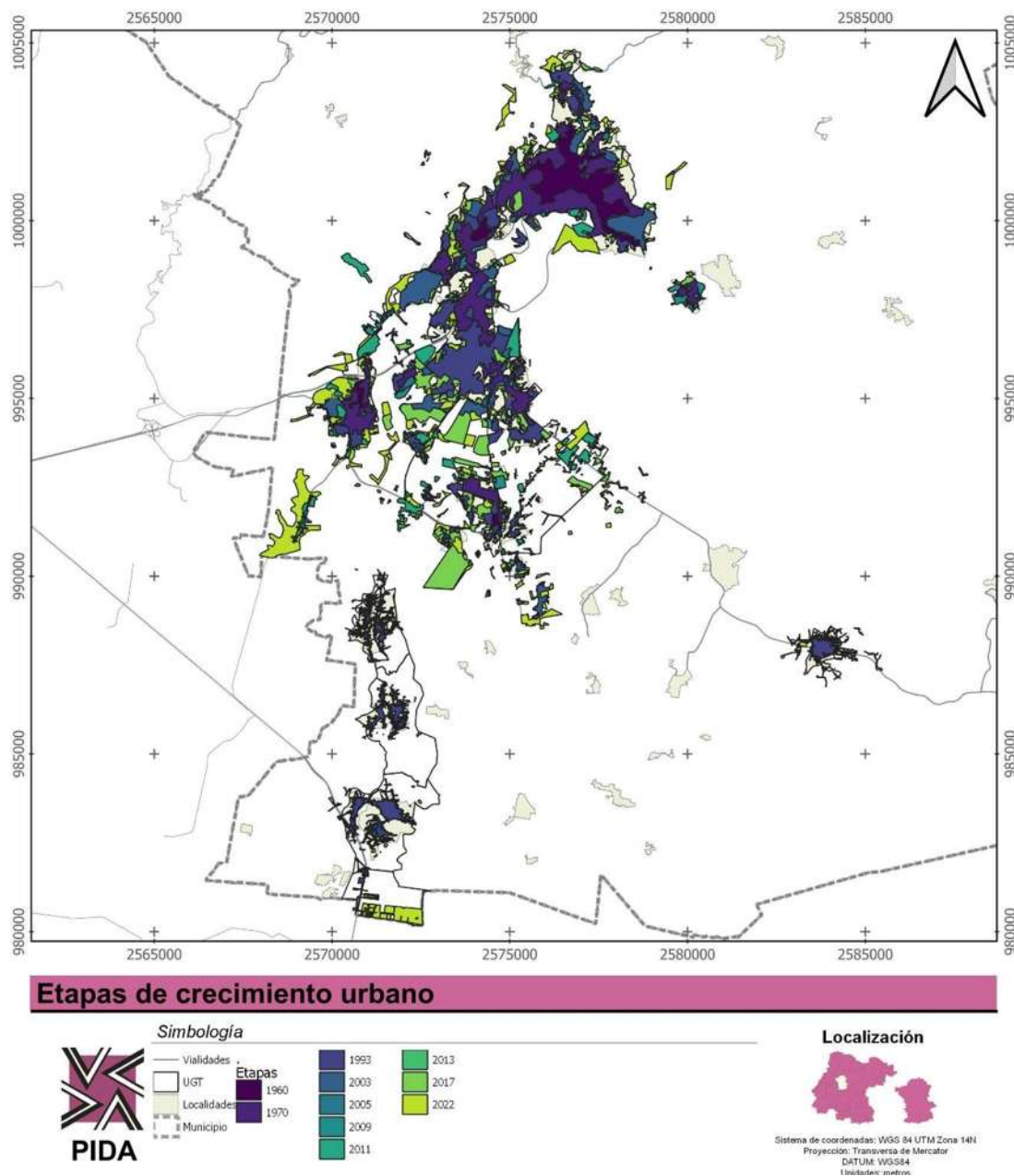
Fuente: Instituto Municipal de Planeación de Guanajuato, Gto., 2019 y 2020.

4.5 La dinámica urbana de Guanajuato

El crecimiento urbano se ha registrado por zonas desde 1960 hasta la actualidad. Como se ha observado en los instrumentos de planeación, desde 1980 se ha buscado consolidar la cabecera municipal y crecer hacia Marfil; en 1991 se planeó la consolidación de Marfil y el crecimiento sobre la carretera Guanajuato-Juventino Rosas; en 1994 se buscaba un escenario similar; sin embargo, ampliaba la zona urbanizable al sur de la cabecera municipal. En el año 2012, a dieciocho años del último plan vigente, se muestra el crecimiento exponencial que se tuvo en la zona sur sobre una estructura propuesta de arcos y plazos de desarrollo urbano, para entonces la cabecera municipal y la localidad de Marfil ya estaban consolidadas, previendo espacio de crecimiento al 2030 según las proyecciones de población.

El análisis cartográfico de las capas de crecimiento urbano nos muestra que, a diferencia de los planes de 1991 y 1994, la ciudad ha crecido a la zona sur, entre Yerbabuena y Santa Teresa, donde han existido lotes ejidales con potencialidad de urbanización, ocupándose para posteriormente legalizarse. Las zonas con mayor crecimiento en el último registro han sido los fraccionamientos que se han constituido y construido posterior al 2010. El registro gráfico de crecimiento urbano se muestra en la siguiente figura.

Figura 14. Crecimiento urbano de Guanajuato entre 1960 a 2022.



Fuente: Elaboración propia con información del Implan Guanajuato, 2022.

Como se ha mostrado e indicado en los instrumentos de planeación y las etapas de crecimiento, al 2020 existen vacíos urbanizables y no urbanizables que tienen la facilidad de ser ocupados. Por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) con las capas de las zonas urbanas utilizadas en el área de estudio, con el objetivo de calcular las unidades

susceptibles de posible entropía. En general, el área de estudio tiene una superficie de 75.89 kilómetros cuadrados, que la conforma suelo urbanizado, urbanizable y no urbanizable, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 4. Superficies del área de estudio por tipo de uso de suelo al 2020.

Zonas	Superficie (km²)	Porcentaje
Zonas urbanas de Guanajuato	75.898022	-
Urbanizado	20.014124	26.37%
Urbanizable	18.105945	23.86%
No urbanizable	37.777953	49.77%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En los mapas elaborados para este apartado se aprecian el suelo urbanizado, que nos dará paso al suelo sin construcción, que es de 55.88 kilómetros cuadrados. Este suelo sin construcciones dará un suelo libre de 50.29 kilómetros cuadrados, que representa el 90% del total, es decir, se estima un 10% de vialidades.

Los vacíos se pueden clasificar en suelos urbanizables y no urbanizables, según se ven en la figura 24. De estas, se muestran los usos y destinos de suelo del instrumento vigente de planeación, con las diferentes actividades y que, si se observa dentro de la tabla siguiente y en la figura 25, en que la potencialidad de suelo urbanizable es al sur, al interior de los arcos viales que no están consolidados y, por lo tanto, paulatinamente se estarán urbanizando.

Tabla 5. Usos de suelo en zonas baldías.

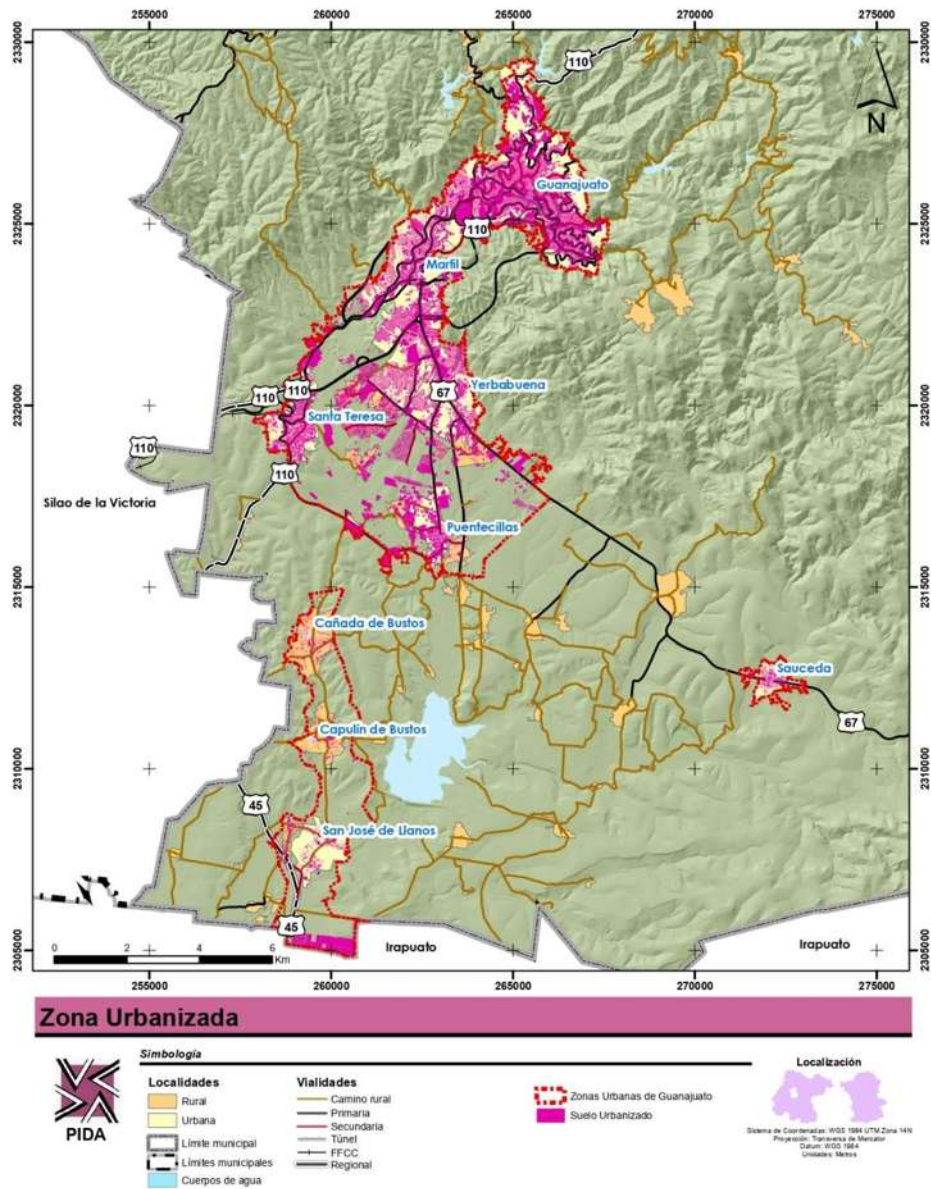
Polígono	Sup_Km2	Polígono	Sup_Km2
Actividades extractivas	0.032745688	Habitacional H2	7.09386452
Agrícola	9.247221923	Habitacional H3	5.285527034
Área verde	0.152750363	Industrial	0.115104092
Equipamiento	0.122853167	Servicios	0.130743841
Habitacional H0	0.04951669	Conservación y restauración	22.38814404
Habitacional H1	5.677036844		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura siguiente se observa el suelo urbanizado, por la ocupación de las construcciones, es decir, se visualiza el espacio que cubre la edificación, que puede ser de cualquier tipo, desde habitacional, comercial, servicios, industria, etcétera. La zona consolidada es la cabecera municipal, limitando su crecimiento por la topografía de los cerros que lo circundan, especialmente hacia el norte. Hacia el área intermedia del asentamiento, en Marfil, se aprecia menos densidad de construcción, misma que se dispersa hacia el sur, entre las localidades de Yerbabuena, Santa Teresa y Puente de las Vigas.

El suelo urbanizado por construcciones puede clasificarse de forma general en regular e irregular. Del primero, son construcciones en usos de acuerdo con la planeación y que tienen permisos en el marco normativo municipal; del segundo, son irregulares por falta de permisos o estar en usos o destinos que no corresponden, tal como conservación, zonas de recarga de mantos acuíferos o agrícola.

Figura 15. Zonas urbanizadas dentro del área de estudio.



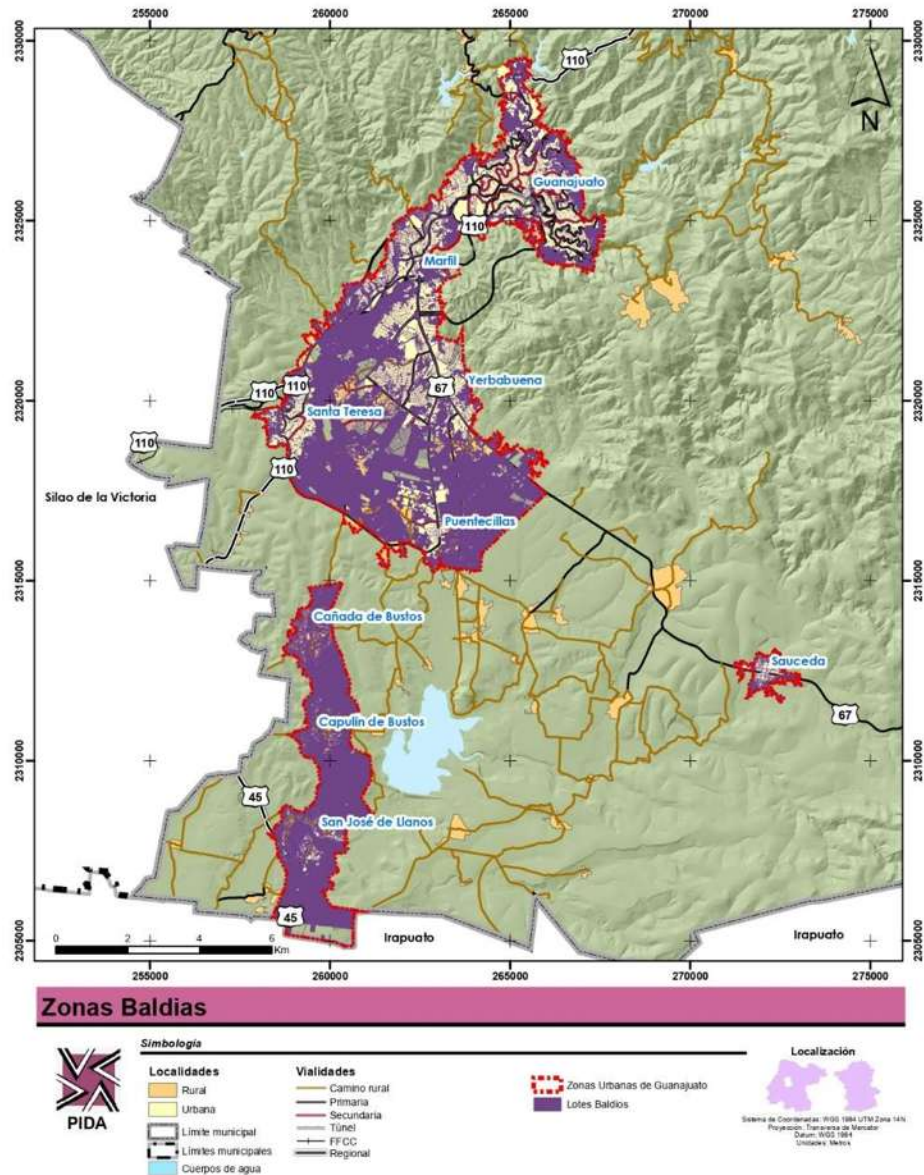
Fuente: Elaboración propia con información del Implan Guanajuato, 2020.

De forma complementaria a las construcciones, se encuentran los vacíos urbanos o zonas baldías dentro de los polígonos de estudio. En la siguiente figura se muestran como los espacios vacantes predominan en las periferias de la localidad de Guanajuato y de Marfil, estos espacios se acrecientan en lo que se considera Zona Sur, espacio que intercala construcciones por fraccionamientos o localidades, estas son los predios con mayor potencial de urbanizarse, pues tienen conexiones directas con servicios e infraestructura. En el corredor de las localidades de San José de Llanos a Cañada de Bustos se muestran

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

áreas prácticamente sin construcciones, pues la densidad de construcción es de las más bajas en los centros de población.

Figura 16. Zonas baldías dentro del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con información del Implan Guanajuato, 2020.

Las zonas baldías son importantes en el estudio de la entropía urbana, pues son estos espacios los que variarán en designación del suelo y, por lo tanto, darán la dinámica social de orden-desorden si no se siguen las políticas públicas de planeación. Es de aclarar también que el suelo vacante no es necesariamente urbanizable, como se ve en la tabla de

los usos y destinos de suelo, por lo que no se debe considerar que se puede consolidar en las periferias áreas susceptibles de crecimiento.

Se entenderán los vacíos urbanos “como espacios construidos o utilizables -terrenos, edificaciones, grandes conjuntos o zonas- que se localizan en el interior de áreas urbanizadas y que se encuentran desocupadas, o bien, cuyo uso sea evidentemente inferior a su potencial de aprovechamiento urbano.”³⁰ Así, tiene una carga de valor económico para la ciudad y para los propietarios, pues la utilidad del estudio de los vacíos urbanos es por la potencialidad de su uso, propiciando la especulación de estas zonas. Según Fausto y Rábago, un análisis de profundidad de los espacios vacantes, se debe hacer en tres niveles: a) social, por la apropiación de la sociedad e implicaciones simbólicas; b) espacial, por su tipología, relaciones en el contexto territorial y las dinámicas urbanas; y c) político, donde se considera la imagen de la ciudad, en términos jurídicos por la intervención del Estado su función social o privado.³¹ Esta última tiene una implicación de poder público-privada, en especial por el valor potencial de utilización, factor con el cual la planeación urbana y regional designa los usos y destinos del suelo en el territorio, sin importar el tipo de tenencia, como lo indica el artículo 27 constitucional “pudiendo imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público.”³²

En cuanto a la planeación urbana, se sigue una zonificación primaria en que se clasifican las zonas urbanizadas, urbanizables y las no urbanizables. Las zonas urbanizables son aquellas que se han designado como tal por estudios de capacidad y compatibilidad del suelo con su entorno, dotación de servicios, factibilidad de agua, estar exentos de riesgos ambientales, etcétera. Los suelos no urbanizables son los que, por sus características o potencialidad, no pueden o deben albergar áreas de asentamientos humanos, siendo aquellos que garantizan la subsistencia de los habitantes o brinden servicios ecosistémicos básicos, por ejemplo, las áreas forestales, agrícolas o de recarga de mantos acuíferos.

En la figura 16 se observa que el suelo disponible y dispuesto a ser urbanizado se encuentra en gran medida en la Zona Sur; dentro de los polígonos también se encuentran superficies de agricultura de temporal entre Santa Teresa, Cuevas y Puente de las Vigas, al igual que los márgenes de los ríos que alimentan a la presa de La Purísima, estos son suelos que

³⁰ A. Fausto y J. Rábago, “¿Vacíos urbanos o vacíos de poder metropolitano”, en *Ciudades* (21), 2001, <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n21/aafau.html>, p. 34.

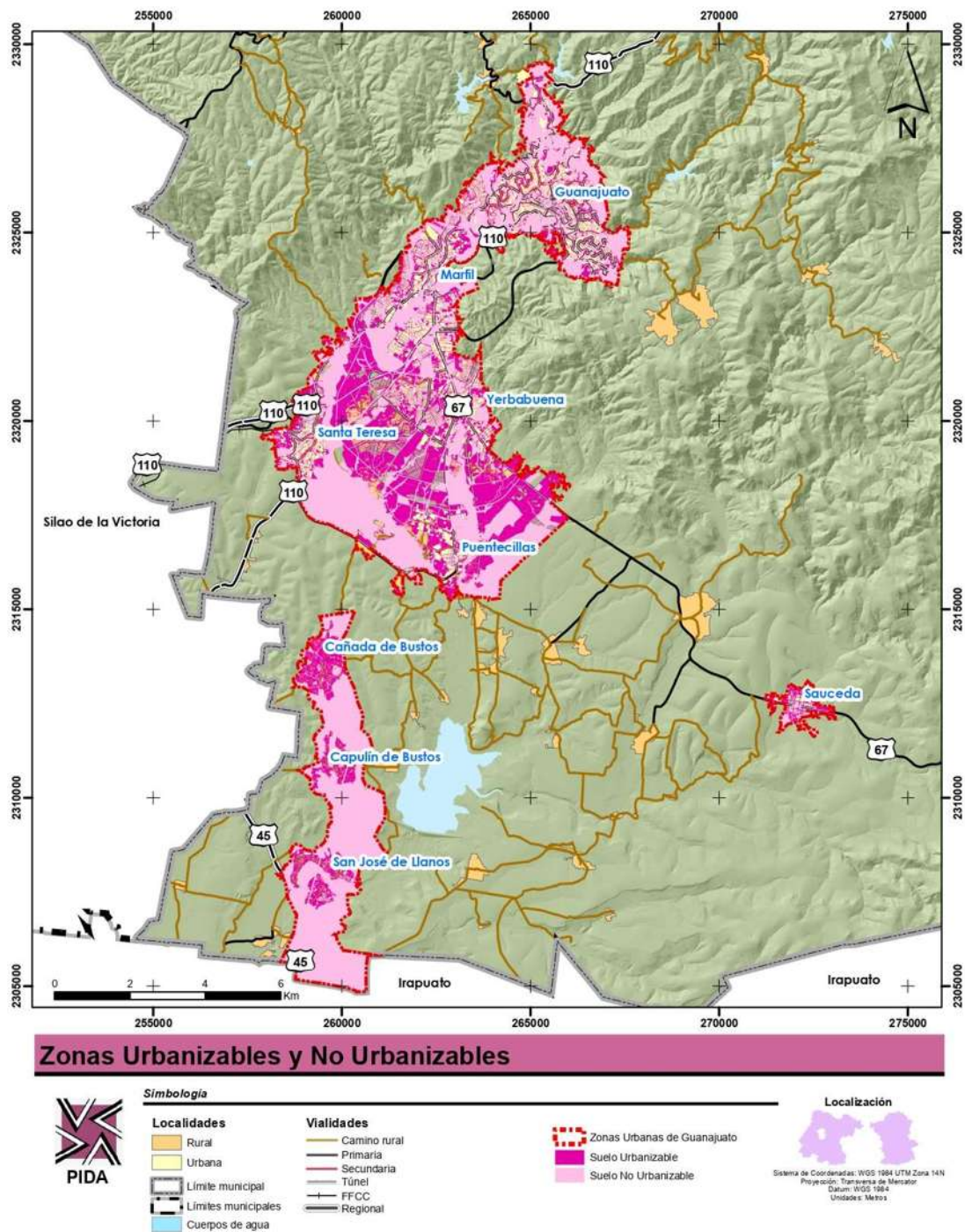
³¹ *Idem*.

³² Gobierno Federal, “Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”, *Diario Oficial de la Federación*. México, 5 de febrero de 1917.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

deberían ser no urbanizables, pero en la realidad por presión inmobiliaria y crecimiento fuera de norma, se han instalado construcciones y asentamientos en el suelo de agricultura y de recarga de mantos acuíferos.

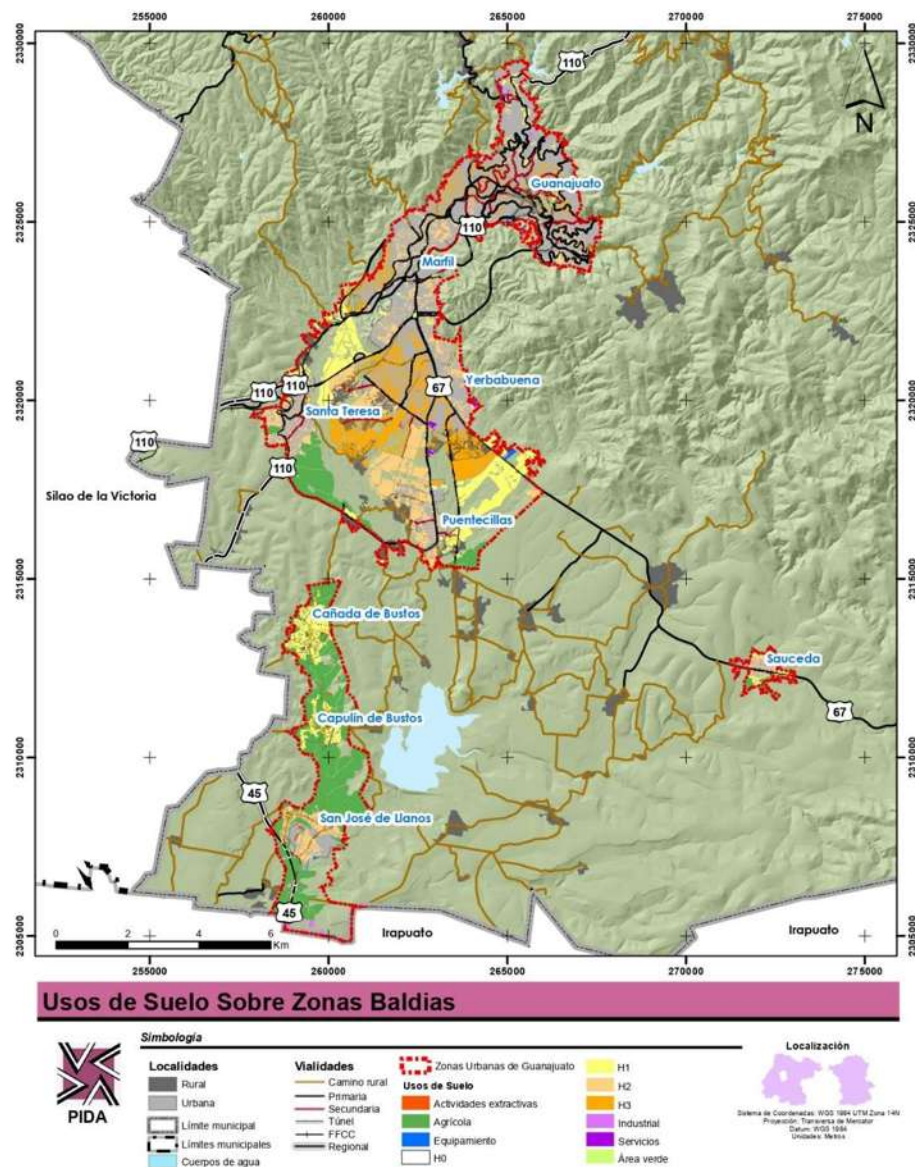
Figura 3. Zonas urbanizables y no urbanizables dentro del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con información del Implan Guanajuato, 2020.

De acuerdo con la zonificación secundaria, se establecen las categorías de usos y destinos del suelo. En el caso analizado, se retomaron los usos y destinos del proyecto del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial del 2020, en específico en las zonas que aún no tienen construcción. Este análisis sirve de forma indicativa lo que debería seguir la planeación, pero en muchos casos no se respetan la distribución de los permisos. En cualquier caso, los permisos de suelo y el tipo de construcciones de crecimiento son en general para zonas habitacionales, el cual está contemplado en las áreas de desarrollo interno.

Figura 18. Usos de suelo sobre zonas baldías dentro del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia con información del Implan Guanajuato, 2020.

La utilidad de seguir con los usos y destinos de suelo en la planeación puede coadyuvar a disminuir las condiciones de desorden urbano, por considerar que el instrumento prevé los plazos de crecimiento, infraestructuras y equipamientos necesarios según el orden que se haya planificado. En contraste, el crecimiento urbano natural en el marco de la dinámica del mercado inmobiliario no corresponde necesariamente con el modelo de planeación, como es el caso, el crecimiento programado es al interior de la zona sur para su consolidación, pero se está dando un crecimiento paralelo al sureste, sobre la carretera Guanajuato-Juventino Rosas entre La Carbonera y La Trinidad.

Por otro lado, es necesario contrastar los intereses de la planeación territorial urbana con los intereses privados sobre la dimensión económica. Los intereses de la planeación son, o deberían ser, por naturaleza sociales, públicos, para el bien común, regidos por políticas públicas a través de los instrumentos de planeación y reglamentos; los intereses privados están vinculados al mercado inmobiliario por los costos del suelo y su ubicación para los fines que convengan a la parte pública o privada. Sobre el tema de la renta del uso del suelo, Rizo señala que:

El Estado busca regular los procesos de desarrollo y renovación urbana mediante un marco normativo con el cual pretende establecer un patrón de desarrollo seleccionado de manera racional y consciente sobre el territorio mediante la distribución de usos del suelo e intensidades de ocupación del espacio (Fainstein, 2013; Kunz Bolaños & Eibenschutz Hartman, 2001), sin embargo son los procesos económicos los que estructuran las ciudades. Es decir, que la forma en la que los distintos agentes³³ compiten en el mercado de suelo explica la estructura social de la ciudad y al mismo tiempo los perfiles resultantes de los precios del suelo (Morales Schechinger, 2007, pág. 4).³⁴

El valor del suelo en un lote se crea por las ventajas competitivas de su localización, condiciones de accesibilidad y acceso a bienes públicos como vialidades, áreas verdes, transporte público, etcétera. Se vincula también a la normativa de usos de suelo en los que se definen densidades, tasas de ocupación, edificación y otras normas de zonificación; así

³³ Nota de la cita: Carlos Morales Schechinger (2007) caracteriza a los agentes que intervienen en el mercado de suelo desde la perspectiva de la oferta como: propietario usuario, propietario inversionista y propietario patrimonialista. Por el otro lado, están los demandantes finales, quienes compiten por el suelo en función de las actividades que se pueden realizar en él (Morales Schechinger, 2007, pág. 01-2). Por su parte Samuel Jaramillo González (2010) describe tres agentes con características particulares, a saber: Terrateniente original, capitalista constructor y usuario final. A su vez describe la presencia de otros agentes como: especulador en tierras, especulador en inmuebles y arrendador (Jaramillo, 2010, pág. 355-356). Cada uno de los agentes que compete en el mercado de suelo tienen características, intereses y recursos particulares, lo que genera una complejidad de relaciones.

³⁴ G.A Rizo Rangel, *Acceso al suelo urbano en el proceso de renovación del centro del área metropolitana de Guadalajara*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 2022.

como su estatus de tenencia del suelo por su regularidad jurídica de propiedad. Estos elementos generan un precio en los lotes que, sopesando las variables, resultan un sobre costo, entendido como el valor de renta del suelo. Es interesante recordar que el valor económico de referencia pierde relevancia si se considera que el objetivo del desarrollo urbano es la calidad de vida, por lo que ningún propietario tiene el derecho a una zonificación que le permita desarrollar el uso óptimo del suelo de su posesión por las condiciones de inversiones o facilidades públicas.³⁵

Los costos de suelo son variables, regidos por los valores comerciales y no por los valores catastrales. La variable que puede regular el Estado es el valor del impuesto predial, mismo que se encuentra condicionado sobre límites en las leyes de ingresos para los municipios. En este caso es analizado para el municipio de Guanajuato, para el ejercicio fiscal del año 2022, según esta normativa, para los inmuebles urbanos y suburbanos; en el supuesto de que haya construcciones en los lotes, los valores se modifican por el tipo de edificación, calidad y estado de conservación.

Tabla 6. Valores unitarios de terreno expresados en pesos por metro cuadrado para Guanajuato, Gto., al 2022.

Zona	Valor mínimo	Valor máximo
Zona centro histórico superior	\$ 12,968.80	\$ 18,527.01
Zona centro histórico alta	\$ 6,397.08	\$ 9,139.28
Zona centro histórico media	\$ 2,417.88	\$ 3,454.26
Zona comercial superior	\$ 6,330.56	\$ 9,043.65
Zona comercial media	\$ 4,405.40	\$ 6,293.13
Zona comercial regular	\$ 2,194.39	\$ 3,134.09
Zona comercial baja	\$ 1,494.80	\$ 2,135.13
Zona habitacional residencial superior	\$ 2,814.97	\$ 4,021.83
Zona habitacional residencial media	\$ 1,948.02	\$ 2,782.74
Zona habitacional residencial baja	\$ 1,623.70	\$ 2,319.13
Zona habitacional centro media	\$ 1,354.47	\$ 1,935.55
Zona habitacional centro económica	\$ 866.94	\$ 1,239.08
Zona habitacional alta	\$ 1,753.60	\$ 2,503.12
Zona habitacional media	\$ 1,316.01	\$ 1,879.42
Zona habitacional económica	\$ 766.89	\$ 1,047.82
Zona habitacional de interés social de primera	\$ 1,243.24	\$ 1,775.47
Zona habitacional de interés social media	\$ 1,012.47	\$ 1,446.98

³⁵ *Ibidem.*

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Zona habitacional de interés social baja	\$ 850.31	\$ 1,215.18
Zona marginada irregular	\$ 469.85	\$ 671.52
Valor mínimo	\$ 233.89	

Fuente: H. Congreso del Estado de Guanajuato, 2021, pp. 127-128.

Tratándose de inmuebles rústicos, los valores base para terrenos se encuentra en la tabla 5, los cuales se verán afectados de acuerdo con el coeficiente que resulte al aplicar los siguientes elementos agrológicos para la valuación; en caso de pie de casa o solar en estas zonas para inmuebles menores de una hectárea no dedicados a la agricultura.

Tabla 7. Valores base para terrenos rurales en pesos por hectárea para Guanajuato al 2022.

Tipo de terreno	Valor
1. Predios de riego	\$319,842.52
2. Predios de temporal	\$63,440.59
3. Agostadero	\$27,246.40
4. Cerril o Monte	\$3,472.13

Fuente: H. Congreso del Estado de Guanajuato, 2021, pp. 132-133.

Tabla 8. Valores expresados en pesos por metro cuadrado para inmuebles menores de una hectárea no dedicados a la agricultura para Guanajuato al 2022.

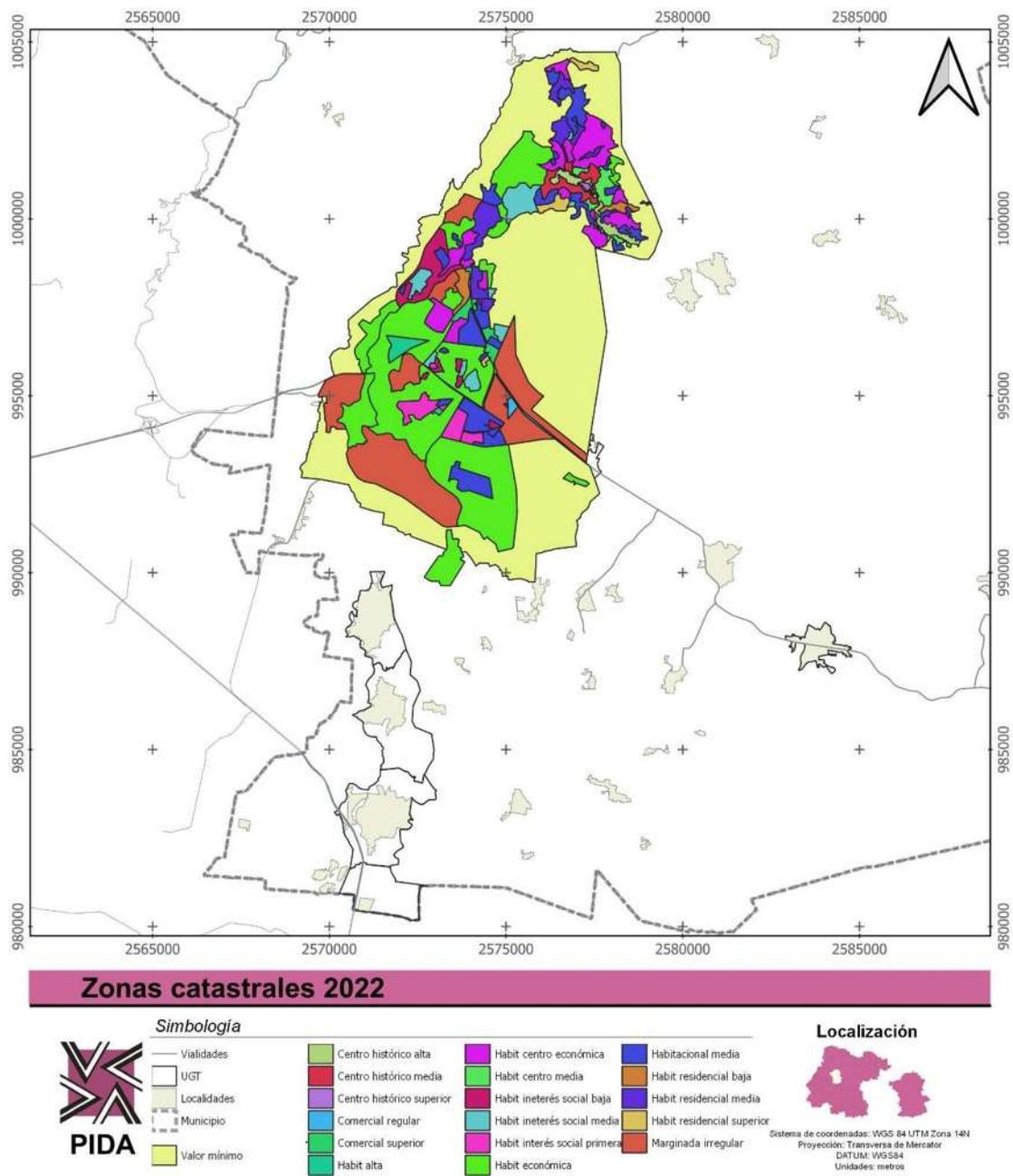
Tipo de inmueble	Valor
1. Inmuebles cercanos a rancherías sin ningún servicio	\$45.04
2. Inmuebles cercanos a rancherías, sin servicios y en prolongación de calle cercana	\$104.56
3. Inmuebles en rancherías, con calles sin servicios	\$209.64
4. Inmuebles en rancherías, sobre calles trazadas con algún tipo de servicio	\$301.79
5. Inmuebles en rancherías, sobre calle con todos los servicios	\$448.9

Fuente: H. Congreso del Estado de Guanajuato, 2021, pp. 135.

La renta del suelo crea una diferenciación en la estructura urbana, en la cual la distribución espacial se puede hacer a través de modelos concéntricos, sectoriales, polinucleares, entre otros. Debido a que Guanajuato tiene una estructura irregular y con crecimiento disperso, en la Dirección de Catastro e Impuesto Predial del Municipio de Guanajuato se han agrupado por polígonos de usos del suelo, principalmente por zonas habitacionales y comerciales. Cabe resaltar que esta agrupación no corresponde a la zonificación de planeación o áreas funcionales de servicios, sino que se han definido por valores de comunicación vial,

centralidad, concentración de construcciones, densidad, tipología arquitectónica, entre otros (ver figura 19)

Figura 4. Zonas catastrales para la zona urbana de Guanajuato en el año 2022.

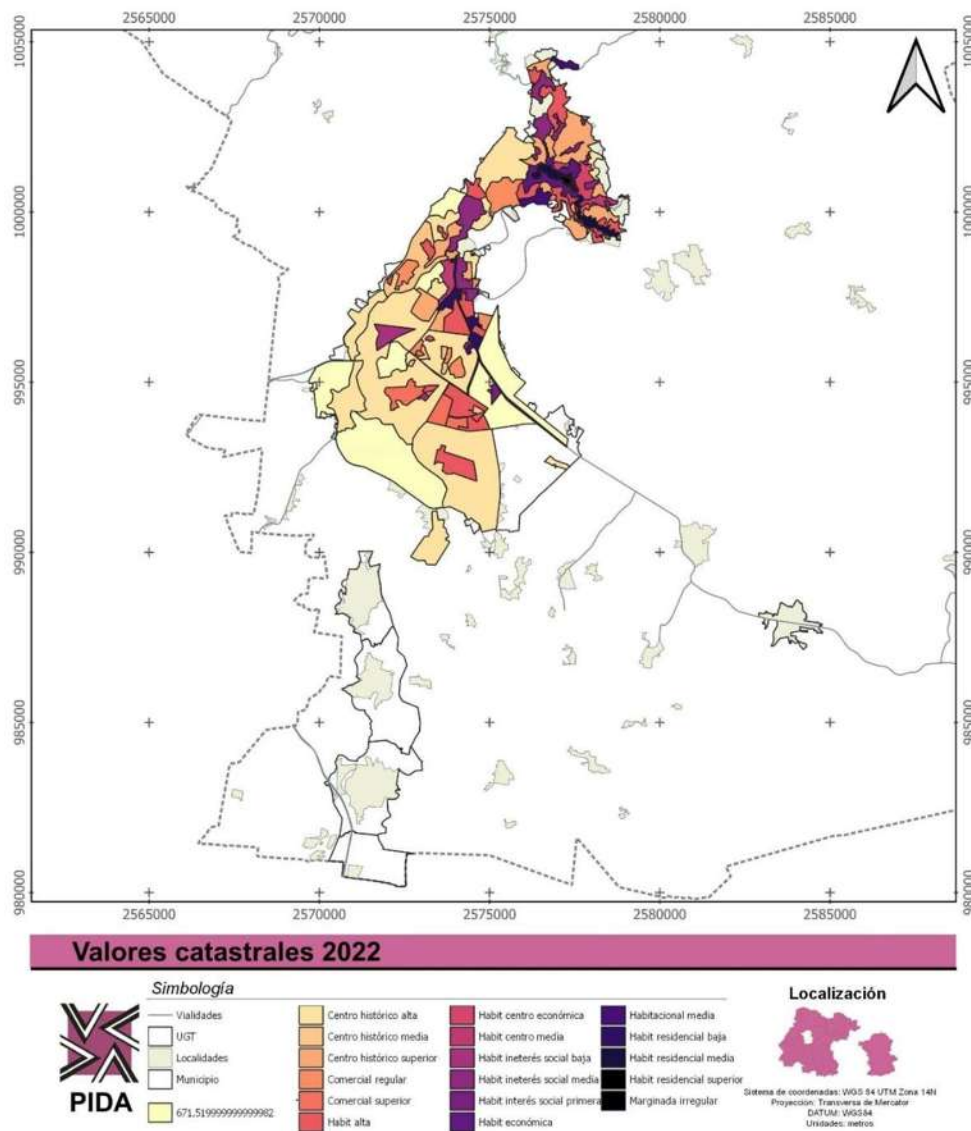


Fuente: Gobierno Municipal de Guanajuato, Gto., Dirección de Catastro e Impuesto Predial, 2022.

Sobre esta fuente de información, en la siguiente figura se observa que el modelo de organización de los valores catastrales es polinuclear en dos puntos: centro histórico y en el

área de crecimiento y concentración de equipamiento y comercio de la Zona Sur. La zona de la localidad de Guanajuato en La Cañada es concéntrica por al menos tres áreas, es decir, en la zona nuclear se encuentra el área con los valores económicos más altos por metro cuadrado. Por otro lado, otra zona altamente valorada es la linealidad de la Av. Euquerio Guerrero, principalmente del tramo de la glorieta Santa Fe hasta el cruce con la carretera Yerbabuena-Puentecillas. En general, la mayor parte de la zona urbana tiene valores económicos medios y bajos, por lo que en el año 2022 se tomó la política pública de equiparar los valores catastrales con los comerciales, escalando año con año.

Figura 20. Rangos de valores máximos catastrales para el año 2022.



Fuente: Gobierno Municipal de Guanajuato, Gto., Dirección de Catastro e Impuesto Predial, 2022.

4.6 El diagnóstico de la dinámica urbana y la planeación en Guanajuato

Guanajuato se encuentra en la región central de México, en la red que conforma los asentamientos del Valle de México, Guadalajara, Morelia, San Luis Potosí, Aguascalientes y León. El municipio está inmerso en una región metropolitana compuesta por las zonas de León, Celaya, e Irapuato-Salamanca sobre el eje vehicular de la carretera 45, mismo que vincula a estos asentamientos humanos; aldeaño a Silao e Irapuato, se desprende un ramal que conecta al municipio y zona metropolitana de Guanajuato, por ser capital del estado. Tiene relación vinculante, cultural e histórica con los municipios con San Miguel de Allende y Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional, pertenecientes también a la subregión estatal. Su ubicación e historia en el Bajío guanajuatense es parte de la región estratégica que alberga una red de ciudades importantes para la competitividad internacional.

A partir del 2010, el decreto de zonas metropolitanas se fomentó por parte del gobierno federal y estatal, mismo que por criterios diversos, al 2018 se han reconocido 74 metrópolis, que son parte importante para la Red y SUN, entre ellos el municipio de Guanajuato. Esta estrategia del SUN da expectativas diferentes en cuanto a las políticas que se deben llevar a cabo en el territorio del caso de estudio, en contraste a la dinámica natural de orden-desorden. En cualquier caso, al interior de la administración local, se ha impulsado con políticas de competitividad en el área del turismo cultural, incentivando el aumento de población flotante.

Guanajuato es una ciudad media por su tamaño, e intermedia, pues vincula la región metropolitana con ciudades menores al norte del estado. Es capital y por lo tanto una zona metropolitana, ha tenido un crecimiento urbano y demográfico constante desde final del siglo XX hasta esta segunda década del XXI. El desarrollo ha obedecido al potencial turístico y de servicios terciarios que tiene la ciudad, especialmente en La Cañada; al ser una zona densamente poblada, el crecimiento de la ciudad ha tendido hacia el sur, por causa directa de las políticas de construcción y desarrollo de vivienda y la regularización de parcelas ejidales. Lo anterior, entre otras causas, ha ocasionado la edificación en zonas no aptas o en áreas discontinuas al entramado urbano programado.

En cuanto al análisis de la planificación urbana de Guanajuato, en revisión documental de los instrumentos a partir de 1980 se reconocieron 26 en materia territorial en el municipio, en centros urbanos o parciales, lo que significa un gran potencial humano de conocimiento técnico para elaborarlos. En vigencia, al 2022 existe solo un instrumento de planeación

territorial que es operativo, sin llegar a ser de alcance municipal, este es el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato del 2012. Saber que ha habido otros instrumentos que han sido vigentes antes del 2012 y que ha habido nuevos proyectos, pero que no han sido aprobados, habla de las posturas políticas y sociales para la aceptación de nuevos paradigmas y modelos de ordenamiento territorial, lo cual se analiza sobre el modelo propuesto en esta investigación.

La estructura urbana que se ha proyectado en las cuatro décadas anteriores se ha consolidado, en general, y ha respondido a las tendencias naturales del territorio, buscando estrategias de ordenar y no de proyectar un crecimiento ordenado. Es interesante puesto que el objetivo central de la planeación es prever problemáticas urbanas y disminuirlas o evitarlas. Sin embargo, los instrumentos se han generado como propuestas de reorganización urbana y de gestión; este es el camino natural de la planeación en América Latina, pues no se han podido resolver las situaciones territoriales y mucho menos encontrar una identidad sobre el concepto de desarrollo que se querrá adoptar.

Uno de los resultados principales de los instrumentos de planeación son las estrategias de usos y destinos del suelo, mismo que se analizó sobre el POT-CP 2012, para las áreas baldías. Estos vacíos urbanos son importantes para reconocer el comportamiento que se dará en un futuro próximo, así como la dinámica de caos que puede acontecer en el territorio, coaccionado por políticas y la autoorganización social sobre la ciudad. Es también el punto de partida de hacia dónde se debería gestionar el suelo y que esperar para los próximos años, observando primordialmente el uso habitacional al interior del conjunto para consolidar y densificar, y otros usos comerciales y de servicios sobre las vialidades principales, especialmente en la Zona Sur. Se contrastan grandes áreas que deben ser no urbanizables, como la agrícola, al suroeste de la ciudad y las zonas de recarga de mantos acuíferos, en los márgenes de los ríos y arroyos, en especial el río Guanajuato.

La zonificación urbana abona a la lógica de mercado, pues la dimensión económica del territorio juega un papel importante para conocer donde se realizan las mayores inversiones dentro de la ciudad, que es donde están las áreas de más alto valor catastral, en el núcleo de la Zona de Monumentos Históricos y en el corredor comercial y de servicios de la Av. Euquerio Guerrero. Ambas zonas atraen inversiones externas, la primera con enfoque turístico y la segunda con enfoque productivo. La visión lucrativa de la ciudad contrasta con la naturaleza social de ella, que es proveer protección y calidad de vida a sus habitantes; de ahí nacen los conflictos de los tomadores de decisiones técnicas y sociopolíticas, radicando

principalmente en la puesta en equilibrio de los intereses privados, el mercado inmobiliario y los intereses sociales o públicos.

A través de la zonificación se asignan los derechos de desarrollo en los diferentes espacios de la ciudad, con ello se habilita a los propietarios para explotar sus predios en función de lo cual unos tendrán mayor valor que otros, beneficiando inequitativamente a costa de los derechos de los demás habitantes, pudiendo no ser solo en lo monetario, sino en los activos ambientales o culturales, tal es el caso de la protección del cerro de La Bufa y sus alrededores, punto medular de todos ejercicios de planeación a partir del 2006. La estrecha relación de los guanajuatenses con este conjunto topográfico ha derivado en acciones para su protección, propuestas de uso y un ejercicio de participación formal a modo de plebiscito; aún hoy no se ha podido concretar una política o lineamiento estratégico definitivo.

Un punto que resaltar es la liberación del suelo ejidal en el mercado a final de 1990, ya que puso a competir el suelo urbano con el social - agrícola, lo que provocó un crecimiento de vivienda bajo políticas federales de principio del siglo XX, que no satisface las necesidades de la población y al mismo tiempo ha favorecido la dispersión de la ciudad de Guanajuato, expandiéndose por áreas no conectadas según la temporalidad de regulación de las parcelas ejidales.

Formalmente, la delimitación de la zona urbana actual se hizo a través del agrupamiento de tres conjuntos. El polígono urbano del centro urbano principal está compuesto por localidades mayores de 2 mil 500 habitantes, siendo Guanajuato, Marfil, Yerbabuena, Puente de las Vigas, Santa Teresa y Fraccionamiento Villas de Guanajuato, así como otras localidades menores que están vinculadas física o funcionalmente al conjunto. Otro grupo urbano importante es el corredor compuesto desde San José de Llanos hasta Cañada de Bustos, incluyendo las localidades de Los Nicolases y Capulín de Bustos. Conviene aclarar que las dos primeras localidades tienen población en rango urbano, pero el conjunto tiene una dinámica primordialmente rural. Finalmente, el núcleo de La Saucedita tiene una relación menos estrecha por la distancia a Yerbabuena, la localidad urbana más cercana, con 11 km. Estos polígonos son la base territorial del estudio, que una vez caracterizado y reconocido, se ha aplicado la metodología del modelo matemático.

Capítulo 5. Resultados de la entropía urbana y el ordenamiento territorial

5.1 La complejidad de entropía urbana y el ordenamiento territorial

La complejidad de un territorio se puede confundir con el desorden o el caos, siendo conceptos similares, pero no sinónimos. El caos inscribe un orden complejo, con variables que afectan de manera minúscula a un sistema y pueden causar resultados distintos si no se consideran en lo integral; tal cual lo son los sistemas socio territoriales, ya que la decisión de un actor afecta al orden de la estructura planeada, modificando a la visión prospectiva de una ciudad. En este caso, la investigación se organizó bajo dos premisas básicas para la planeación: el orden y el desorden, ya que, en una visión simplista y tradicional, la planeación territorial concibe a la ciudad como una estructura tendiente a la estabilidad que espera las instrucciones para ser ordenada; sin embargo, la fuerza interna que modifica principalmente al territorio es dinámica e imprevisible, identificada como la misma sociedad.

El desorden en el territorio se relaciona directamente con el concepto de entropía urbana, que como se ahondó en el capítulo I referente al marco teórico, es una medida de desorden en un espacio geográfico respecto a alguna característica de su población. De forma antagonista, el orden se señala en los sistemas como la neguentropía o, yendo más allá sobre nuestro caso, como una medida de autoorganización que en nuestro sistema está estrechamente vinculada al actuar social, con sus propias reglas, tanto impuestas como creadas por la misma comunidad. Ambas tendencias y su relación están propuestas para medirse mediante un modelo matemático que arroja las mediciones en los periodos de estudio y que sus resultados estimulan al debate por la perspectiva de la visión cuantitativa en la geografía.

Siendo así, sobre la aplicación de los modelos matemáticos y cartográficos en el territorio del caso de estudio de la zona urbana de Guanajuato, se presentan a continuación los resultados de los dos temas centrales de la investigación: la entropía urbana y el ordenamiento territorial. El apartado se divide en los resultados particulares de ambos índices, así como el procedimiento para llegar a ellos. Uno de los elementos más importantes a reflexionar es también el vínculo entre los resultados, pues se abre el

espacio para cuestionarnos cómo se interrelacionan, suponiendo que existiría en la relación una alta entropía y bajo ordenamiento territorial o, en viceversa, una baja entropía sobre un alto esfuerzo del ordenamiento territorial.

El índice de entropía urbana fue elaborado en cooperación con especialistas¹ en matemáticas probabilísticas, mismo que se elaboró con insumos obtenidos bajo los instrumentos de recolección de información por cuestionarios, codificados en una matriz y sintetizados de manera cartográfica y estadística. El apartado del índice de esfuerzo de ordenamiento territorial, por su calidad cualitativa, fue desarrollado con especialistas técnicos y políticos a través de cuestionarios y entrevistas con información base cartográfica de los instrumentos de planeación de Guanajuato de 1991, 1994, 2006, 2012 y 2020, y sobre el archivo histórico personal y municipal del Instituto Municipal de Planeación de Guanajuato, Gto., bajo las Unidad de Gestión Territorial (UGT). Los testimonios y conocimiento de los especialistas han aportado las peculiaridades para el caso de estudio de la zona urbana de Guanajuato.

5.2 Índice de Entropía Urbana

Recordemos que la entropía es una medida que sirve para cuantificar el trastorno de un sistema a través del caos, misma dinámica que se encuentra en la naturaleza en los sistemas biológicos, químicos y astrofísicos, por mencionar algunos ejemplos y que vivimos en todo momento como individuos y como sociedad en la organización (o desorganización) de nuestros espacios urbanos. La entropía en los sistemas abiertos, así como los demás componentes de su dinámica, como la neguentropía, nos dan resultados imprevistos si una variable es modificada en lo mínimo, por ello, la complejidad y caos se hacen presentes en los resultados cuando se calcula para hacer prospectivas.

Aun así, si todo sistema complejo tiende a ser totalmente entrópico, también se reconoce que los sistemas en que nos desenvolvemos y que somos, tienen un orden y estructura prodigiosamente dinámicos, mismos que evolucionan para hacerse cada vez más

¹ Especialistas provenientes del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) de Guanajuato: Mtro. Saúl Rogelio Mendoza Jacobo, estudiante del Programa de Doctorado en Probabilidad y Estadística, y el Mtro. Gilberto Flores Vargas, Maestro en Ciencias con especialidad en Probabilidad y Estadística. Los datos se revisaron y corroboraron por el Dr. Francisco Rendón Acosta, sinodal de la investigación y profesor investigador de la Universidad del Papaloapan, Oaxaca, en el campus Loma Bonita en el departamento de Matemáticas Aplicadas.

complejos. Las hojas de las plantas se disponen sobre el mismo tallo o rama para aprovechar equitativamente de manera más eficiente los recursos; nuestros propios cuerpos tienen un orden sobre células y órganos interrelacionados tan finamente funcionales que hemos podido desarrollar consciencia de nuestra propia existencia o incluso generar ideas abstractas; los ecosistemas forestales albergan especies animales y vegetales que interrelacionan con el entorno climático, hídrico, geológico, etcétera, para hacer una simbiosis para la supervivencia y el equilibrio; y claro, nuestras ciudades tienen un orden natural que lo definen sus habitantes, decisiones políticas, actores, recursos naturales y económicos, entre otras muchas otras variantes.

Es de interés para esta investigación poder conocer las variables que intervienen en el caso de la entropía sobre los entornos urbanos, así como el resultado de las interacciones entre ellos. El concepto de entropía espacial y espacial, así como el procedimiento de su modelo matemático se ha desarrollado en el apartado teórico del capítulo 1, en el apartado 1.3. Visión Sistémica del Territorio, por lo que este apartado refiere a la aplicación y resultados del índice.

Si bien, y por definición, no se puede prever un resultado único para el Índice de Entropía, se presenta a continuación la aplicación del modelo matemático para el caso de las Unidades de Gestión Territorial (UGT) de la zona urbana de Guanajuato, en los tres momentos de análisis definidos por los instrumentos de planeación, 1994, 2012 y 2020.

5.2.1 Aplicación del modelo matemático

Sobre un análisis previo a la aplicación del modelo, se calculó la superficie del suelo urbanizado, urbanizable, no urbanizable y urbanizado en áreas no urbanizables por cada uno de los periodos analizados por UGT sobre trabajo cartográfico en un Sistema de Información Geográfica. Posteriormente se calcularon las proyecciones de población por los mismos periodos en UGT en un modelo de crecimiento de población subyacente. Esta información nos ayudó a que se pudiera sistematizar la información y aplicarse, mismos resultados que se muestran en el siguiente punto. A continuación, se describen los procesos de cálculo de suelo y de población.

Suelo urbanizado

Dado que el suelo urbano es normalmente resultado de ordenaciones urbanísticas precedentes, corresponde a los nuevos instrumentos decidir en qué casos asume en su integridad la situación urbanística existente y en qué otros plantean la introducción de rectificaciones a través de sus propias determinaciones. Esta clase del suelo tiene dos objetivos fundamentales: el equilibrio entre tejido urbano, dotaciones e infraestructuras, y una precisión en las determinaciones que permita la ejecutividad inmediata de las mismas. La principal política en este tipo de suelo es el mejoramiento de los núcleos urbanos. Las determinaciones para este tipo de suelo son:

- a) Delimitación de su perímetro.
- b) Asignación de usos y tipologías pormenorizadas y niveles de intensidad correspondientes a las diferentes zonas.
- c) Delimitación de espacios libres y dotaciones.
- d) Trazado y características de la red viaria y servicios infraestructurales.²

En general, este grupo de suelo significa considerar lo que ya está construido. Los usos o destinos para esta categoría son: habitacionales, infraestructura, equipamiento, servicios, comercio, mixtos e industriales, entre otros.

Suelo urbanizable

Establece ordenaciones pormenorizadas con un alcance análogo al mencionado en relación con el suelo urbano. Deberá contemplar los siguientes aspectos:

- a) Desarrollo de los sistemas de la estructura general de la ordenación.
- b) Asignación de intensidades y usos globales a las distintas zonas que se establezcan.
- c) Trazado de las redes infraestructurales fundamentales
- d) División del territorio en sectores para el desarrollo de planes parciales.³

² L. Moya, C. Candela, J.M. Ezquiaga, R. López, L. Suárez y J. Trapero, *La práctica del planeamiento urbanístico*. Madrid: Síntesis, S.A, 1999, pp. 112-117.

³ *Idem.*, pp. 117-118.

Esta categoría de zonificación primaria indicará los usos y destinos propuestos para la programación establecida en los instrumentos de planeación en mediano y largo plazo, así como de planes parciales.

Suelo no urbanizable

Establece las medidas precisas para la conservación de las condiciones naturales. Este tipo de suelo concreta las siguientes determinaciones: la delimitación de áreas de especial protección; la definición y condiciones de formación de los núcleos de población (actividad principalmente restrictiva); y las características de los edificios y construcciones que pueden levantarse en esta clase de suelo. El suelo no urbanizable tendrá tantas subcategorías como valores ambientales deban ser objeto de medidas de conservación, mejora o protección.⁴

Se clasificará por zonas y destinos con la misma finalidad, pudiendo ser de conservación ecológica (forestal o con acciones a restauración), agrícola, recarga de mantos acuíferos, Áreas Naturales Protegidas (ANP), sitios arqueológicos y zonas de valor escénico, entre otros.

Obtención de datos de las categorías del suelo

La información cartográfica se analizó a través de tres categorías, antes dichas: a) suelo urbano, b) suelo urbanizable y c) suelo no urbanizable. Para ello, se vectorizó los polígonos de las cartas síntesis de los instrumentos analizados: Plan de Desarrollo Urbano de Guanajuato (1994), Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato (2012) y el proyecto del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (2019-2020).

Los polígonos vectorizados tuvieron información de las categorías del suelo urbanizable y suelo no urbanizable. Los polígonos de los usos habitacionales, industriales, comerciales, de servicio, equipamiento e infraestructura proyectados se clasificaron como suelo urbanizable; mientras que los usos o destinos agrícolas, conservación ecológica (fomento

⁴ *Idem.*, pp. 119-120.

ecológico), restauración y/o zona de recarga de mantos acuíferos fueron clasificados como suelo no urbanizable.

El suelo urbanizado tuvo la base de la traza urbana actual (manzanas y construcciones) que fue sobrepuesta a la capa de etapas de crecimiento. La traza se reclasificó con los polígonos correspondiente a las etapas, siendo de los periodos de 1960, 1970, 1993, 2003, 2005, 2009, 2011, 2017 y 2020. Esta traza se sustrajo de la capa de suelo urbanizable y se clasificó como suelo urbanizado en las etapas correspondientes según el instrumento: para el Plan de Desarrollo Urbano de 1994 se tomaron las trazas de los periodos de 1960, 1970 y 1993; para el Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de 2012 se le sumó al suelo urbanizado previo la traza de los periodos 2003, 2005, 2009 y 2011; finalmente para el proyecto del Programa Municipal del 2019-2020 se le sumó la traza de los periodos 2017 y 2020.

En los tres periodos de análisis (1994, 2012 y 2019-2020) se encontraron construcciones sobre suelo no urbanizado, el cual se clasificó como Urbanizado en Suelo No Urbanizable.

En los tres periodos se seccionaron todos los usos en 29 Unidades de Gestión Territorial (UGT), retomadas del proyecto del Programa Municipal. Las UGT son áreas abstractas para administrar y planificar el territorio urbano, definidas por límites barriales, demográficos y por las AGEB de INEGI.

Siendo así, las áreas del suelo urbanizable, no urbanizable y urbanizado (construido y por infraestructura vial) debe ser el total de la superficie de cada UGT (100%), adicionando el porcentaje extra de las construcciones en categoría Urbanizado en Suelo No Urbanizable para cada periodo y por cada UGT.

Preprocesamiento de los datos

Para cada una de las 29 UGTs de Guanajuato, las cuales conforman la zona urbana del municipio, se cuenta con datos de superficie, población y datos de urbanización y gestión para 1994, 2012 y 2019, en específico:

1. Nombre y su localización, manipulables en formato .shp (que incluye una representación poligonal del mapa de Guanajuato).
2. Datos de población del 2010, 2017 para las 29 UGTs y, para 1990 solo población de trece UGTs (las faltantes en este instrumento son 21-01, 28-01, 28-02, 28-03 y 28-04, ya que en este periodo se consideraban localidades rurales). Con estos datos se hace la proyección poblacional para obtener las poblaciones de 2012, 2019 y 1994 (se detalla en la siguiente sección el modelo de crecimiento).
3. Superficie en hectáreas.
4. Datos de hectáreas urbanizadas,⁵ urbanizables⁶ y no urbanizables,⁷ por cada UGT en los tres periodos, clasificación tal que la suma de estas cuatro cantidades nos da la superficie total de la UGT. Con la aclaración de que en 1994 y 2012, cinco UGTs no se consideraban dentro de la zona urbana y, por tanto, no se tienen datos de este tipo hasta el periodo de 2019.

En la siguiente tabla se sintetizan los datos de las áreas medidas en hectáreas:

Tabla 1. Superficie de suelo urbanizado, urbanizable, no urbanizable y urbanizado en no urbanizable por UGT en los instrumentos de 1994, 2012 y 2019-2020 (ha)

UGT	Área	1994			
		Urbanizado	Urbanizable	No Urbanizable	Urbanizado en no urbanizable
01_01	81.469938	56.8657837	22.3307285	2.27342542	0.055622
01_02	63.351061	12.6794773	30.3697473	20.3018361	0.947538
01_03	57.695927	52.4389403	5.2568272	0.00015933	0.513255
01_04	89.507827	33.8229453	2.05228118	53.6326	0.18474
01_05	88.461944	49.6214535	27.2508287	11.5896621	8.24294
01_06	34.988477	32.4092774	0	2.5792	0.780629
01_07	79.498917	68.6916179	3.80393999	7.00335961	0.172785
01_08	37.921587	36.3712336	0	1.55035295	2.265672
01_09	35.795433	11.7713542	3.14034246	20.883736	0.027872
01_10	79.861199	20.65074	15.769039	43.44142	0.45633
01_11	167.61347	56.0681037	12.3816632	99.163704	4.76091
01_12	62.990524	43.1717127	9.45801132	10.3608	0.904225

⁵ Hectáreas de suelo clasificado como desarrollado en sentido urbano.

⁶ Variable de gestión territorial que indica número de hectáreas proyectadas a urbanizar en un periodo

⁷ No urbanizable, territorio que no se puede urbanizar en el periodo actual, y urbanizado infra que incluye área de la UGT que no pertenece a ninguna de las categorías anteriores.

01_13	112.84823	99.8382285	5.26456104	7.74544	0.292974
01_14	141.32226	83.8963514	15.6426517	41.783252	1.929948
01_15	40.490415	31.9679252	0.14138641	8.381103	5.11173
01_16	377.64832	196.281909	73.8949574	107.471449	1.9248
01_17	299.42738	156.983498	99.4140266	43.029854	0.746971
01_18	547.13502	272.237277	122.984065	151.913674	1.318185
01_19	238.39429	78.3770979	0	160.017191	10.4835311
01_20	162.161	54.2597759	0	107.90122	0.091566
01_21	677.4167	0	0	677.416702	24.830731
01_22	862.69365	28.631862	42.5840772	791.47771	0.299449
01_23	571.59694	13.224133	2.89382277	555.478988	0.22045
01_24	375.2188	39.1778038	10.7379818	325.303013	0.00715
21_01	105.35337	0	0	0	0
28_01	290.89502	0	0	0	0
28_02	442.14327	0	0	0	0
28_03	462.54774	0	0	0	0
28_04	244.28825	0	0	0	0
UGT	Área	2012			
01_01	81.469938	66.6338305	9.85371479	4.98239232	0.268647
01_02	63.351061	31.9364612	0.75529245	30.659307	3.715947
01_03	57.695927	55.2041528	0	2.491774	0.513255
01_04	89.507827	36.228611	3.60813548	49.67108	0.211399
01_05	88.461944	39.5193716	1.78945255	47.15312	8.449545
01_06	34.988477	32.4092774	0	2.5792	0.780629
01_07	79.498917	68.5748876	0.18741687	10.736613	0.222013
01_08	37.921587	35.2177396	0	2.703847	2.265672
01_09	35.795433	15.3966298	0.69531485	19.703488	0.083097
01_10	79.861199	37.3254512	7.38492876	35.150819	1.724851
01_11	167.61347	39.8707332	7.91141967	119.831318	4.93625
01_12	62.990524	45.4612656	1.04394736	16.485311	8.961987
01_13	112.84823	95.7159919	3.88624363	13.245994	0.319279
01_14	141.32226	95.666727	6.56912207	39.086406	2.665817
01_15	40.490415	31.2163046	1.57414004	7.69997	5.11173
01_16	377.64832	214.938795	33.1322693	129.577251	6.25103
01_17	299.42738	186.974174	38.7095	73.743705	1.964001
01_18	547.13502	342.378215	93.0888383	111.667964	18.729418
01_19	238.39429	167.779765	59.1463165	11.4682076	0.128712
01_20	162.161	86.8032007	70.9757257	4.382072	1.214706
01_21	677.4167	128.973712	196.981706	351.461284	1.939431
01_22	862.69365	145.16865	271.641159	445.883841	0.960985
01_23	571.59694	72.8574039	266.106282	232.633257	1.325494

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas
y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

01_24	375.2188	96.3744247	76.4544999	202.389874	6.971433
21_01	105.35337	0	0	0	0
28_01	290.89502	0	0	0	0
28_02	442.14327	0	0	0	0
28_03	462.54774	0	0	0	0
28_04	244.28825	0	0	0	0
UGT	Área	2020			
01_01	81.469938	120.846292	6.5142482	4.985101	0.512714
01_02	63.351061	60.1250293	0.09673249	30.6428173	5.118387
01_03	57.695927	98.8629198	0	2.491774	0.513255
01_04	89.507827	64.6863904	2.25472608	49.67108	1.697396
01_05	88.461944	75.4248124	1.11344781	47.15312	8.67142
01_06	34.988477	58.0731984	0	2.5792	0.780629
01_07	79.498917	118.642127	0.05642891	10.736613	0.244807
01_08	37.921587	64.9497786	0	2.703847	2.265672
01_09	35.795433	27.7566687	0.22840199	19.703488	0.769322
01_10	79.861199	82.4115171	2.00849393	35.150819	6.869448
01_11	167.61347	91.8703937	1.84695603	119.831318	17.0698035
01_12	62.990524	92.4382761	0.2860749	16.485311	16.4751214
01_13	112.84823	171.541983	2.35999036	13.2384536	1.378359
01_14	141.32226	192.673246	2.06641982	39.086406	18.25546
01_15	40.490415	61.1818961	0.15965252	7.69997	5.135775
01_16	377.64832	383.626244	19.2589114	129.577251	10.68793
01_17	299.42738	352.993371	22.4887685	73.743705	10.043791
01_18	547.13502	643.588317	70.8529786	111.667964	22.813722
01_19	238.39429	288.403183	49.5845987	11.475447	0.792483
01_20	162.161	199.19642	45.8759542	4.382072	2.249357
01_21	677.4167	323.190345	137.157399	351.461284	23.509491
01_22	862.69365	269.181452	248.374777	445.883841	24.309807
01_23	571.59694	263.984473	190.162058	232.633257	11.449704
01_24	375.2188	142.965065	72.1523767	202.389874	10.169248
21_01	105.35337	60.2394295	42.7483649	30.1103832	0.55170749
28_01	290.89502	50.3958231	88.0816163	172.722065	0.099115
28_02	442.14327	36.4662348	59.1616058	361.461794	1.59553973
28_03	462.54774	84.7545469	92.3335038	322.70732	2.74782981
28_04	244.28825	126.356267	20.6534429	159.309258	0

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Modelo de crecimiento de población subyacente

Dado que no se tiene registro de población para todos los años sobre las UGT, fue necesario interpolar con base en los datos preexistentes. Para lo anterior se supone que el crecimiento de la población es del tipo exponencial siguiendo el modelo $P(t) = (1 + \frac{T}{100})^t$, donde T es la tasa expresada en porcentaje. Existe un registro de las tasas de crecimiento de cada UGT en cada período de tiempo (datos brindados por el investigador para hacer las proyecciones). Así, si queremos conocer la población en el punto t_2 y solo tenemos la población $P(t_1)$, tenemos que:

$$P(t_2) = (1 + \frac{T}{100})^{t_2} = (1 + \frac{T}{100})^{t_1} (1 + \frac{T}{100})^{t_2 - t_1} = P(t_1) (1 + \frac{T}{100})^{t_2 - t_1}$$

Donde T es la tasa de crecimiento fija (la cual varía con cada UGT) y $P(t)$ representa la población de la UGT al instante t . Después de hacer estos cálculos con las tasas respectivas de cada UGT, tenemos las poblaciones proyectadas en 1994, 2012 y 2019. Debido a que también hay datos faltantes en 1990, para algunos valores de 1994 la proyección se hace a más años, utilizando datos del 2010. A continuación, se presentan los resultados de las proyecciones de población para los años de estudio (1994, 2012 y 2019).

Tabla 2. Proyecciones de población por UGT en los instrumentos de planeación de 1994, 2012 y 2019-2020.

UGTS	Población 1994	Población 2012	Población 2019-2020
UGT 01-01	2,745	4,835	5022
UGT 01-02	2,083	3,670	3812
UGT 01-03	4,483	7,898	8203
UGT 01-04	2,285	4,026	4181
UGT 01-05	1,017	1,791	1861
UGT 01-06	2,465	4,344	4511
UGT 01-07	6,427	11,324	11761
UGT 01-08	2,335	4,113	4272

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

UGT 01-09	937	1,650	1714
UGT 01-10	2,161	3,808	3955
UGT 01-11	792	1,396	1716
UGT 01-12	2,515	4,431	5446
UGT 01-13	9,058	15,958	19615
UGT 01-14	5,858	10,321	12686
UGT 01-15	894	1,575	1936
UGT 01-16	9,366	16,502	20283
UGT 01-17	4,745	3,673	4515
UGT 01-18	1,619	23,938	66733
UGT 01-19	2,665	7,458	8756
UGT 01-20	1,660	2,978	7455
UGT 01-21	1,683	4,520	5612
UGT 01-22	850	2,692	3343
UGT 01-23	1,392	1,848	2294
UGT 01-24	105	428	531
UGT 21-01	1,998	3,700	4594
UGT 28-01	2,169	3,484	4326
UGT 28-02	1,446	2,150	2669
UGT 28-03	3,429	3,970	4929
UGT 28-04	54	95	118

Fuente: Elaboración propia, 2020.

5.2.2 Síntesis de resultados

Análisis y exploración de datos

Se destacan las variables de superficie urbanizada, superficie urbanizable, población, y área de la UGT como variables principales. Además, se toma $a_i = Area_i * Población_i$ para cada UGT y después:

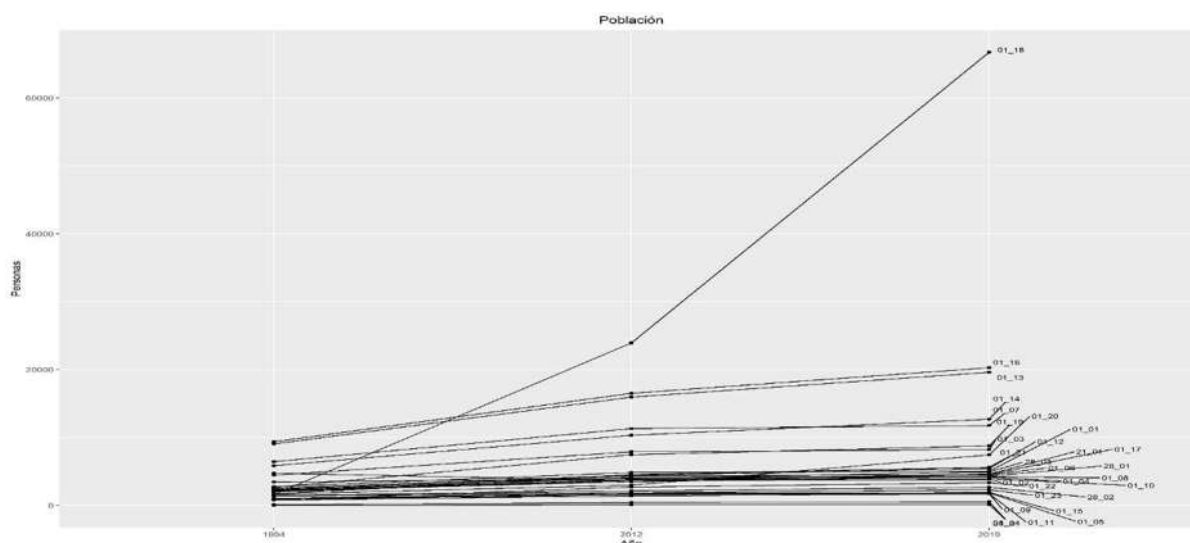
$$p_i = \frac{a_i}{\sum a_j} = \frac{Area_i * Población_i}{\sum Area_j * Población_j},$$

Donde $Area_i$ es el área de la UGT i , y $Población_i$ la población de esta. Esta definición se motiva en el trabajo de Batty.⁸

Por consiguiente, la entropía espacial será entendida como una medida de desorden respectiva a la población en cada período; esto nos define una variable secundaria en la que, en cada período, cada UGT tiene asociado un valor numérico $p_i \log \left(\frac{p_i}{\Delta_i} \right)$ (los sumandos de la entropía espacial).

Una vez definidas las variables del conjunto de datos, agrupamos UGTs que comparten características comunes respecto a una variable de interés, usando agrupamiento jerárquico⁹ para la creación de conglomerados. Por ejemplo, para agrupar a las UGTs que son parecidas respecto al “crecimiento de población de 1994 a 2019”, partimos de las gráficas de crecimiento.

Figura 1. Crecimiento de población de 1994 al 2019 por UGT.

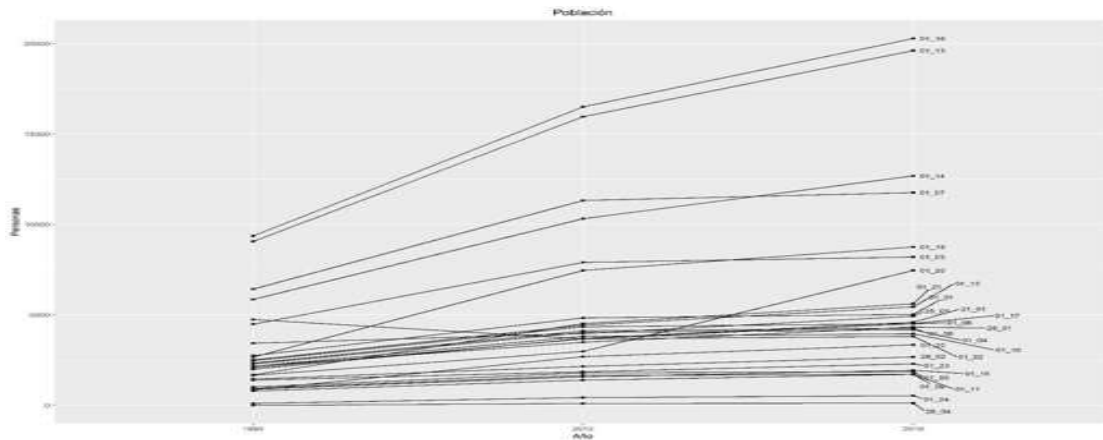


Fuente: Elaboración propia, 2020.

⁸ M. Batty, *op. cit.*

⁹ G. James, D. Witten, T Hastie y R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. New York, Springer, 2013.

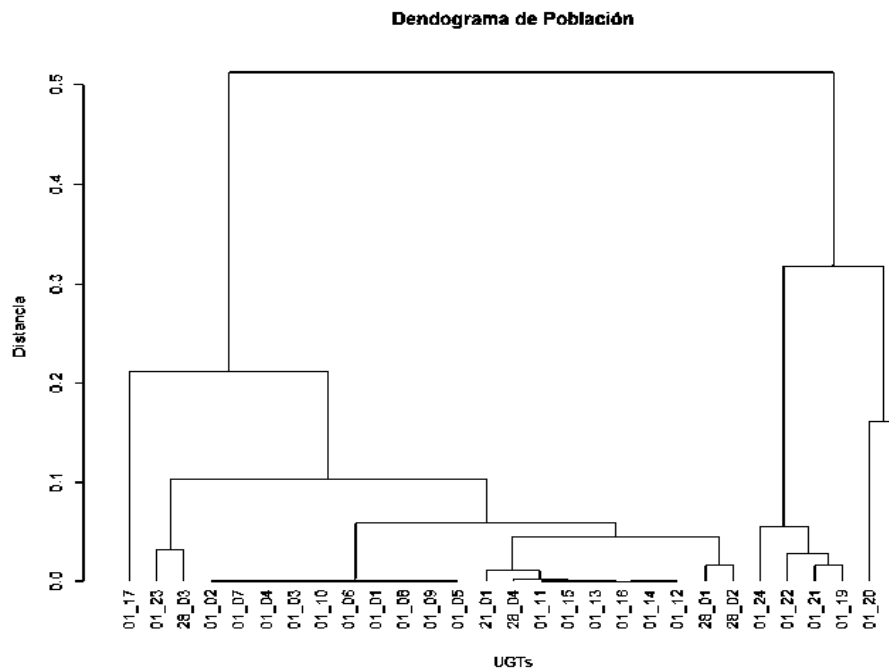
Figura 2. Crecimiento de población de 1994 al 2019 por UGT, sin la UGT 01-18.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para comprender los grupos de crecimiento demográfico, se presenta en la figura 32 un dendograma que nos permite ver cuántos grupos considerar. Si partimos de la parte superior del diagrama, no se distingue ningún grupo, pero con un nivel de detalle mayor (correspondiente en forma descendente sobre el dendograma) se distinguen dos grupos. La resolución puede aumentar hasta llegar a que cada curva pertenece a un grupo diferente. Para no tener grupos con uno o dos elementos, se elige el nivel de resolución que distingue a dos grupos.

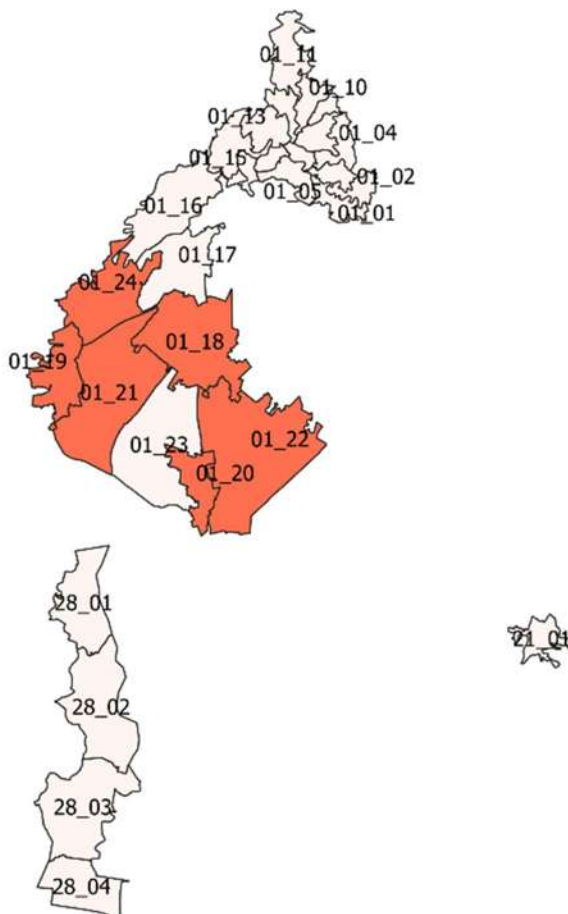
Figura 3. Dendograma de agrupación de UGTs por población.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

A continuación, el mapa de Guanajuato con los dos grupos distinguidos por tipo de crecimiento.

Figura 4. UGTs con dos grupos generales de clasificación por población.



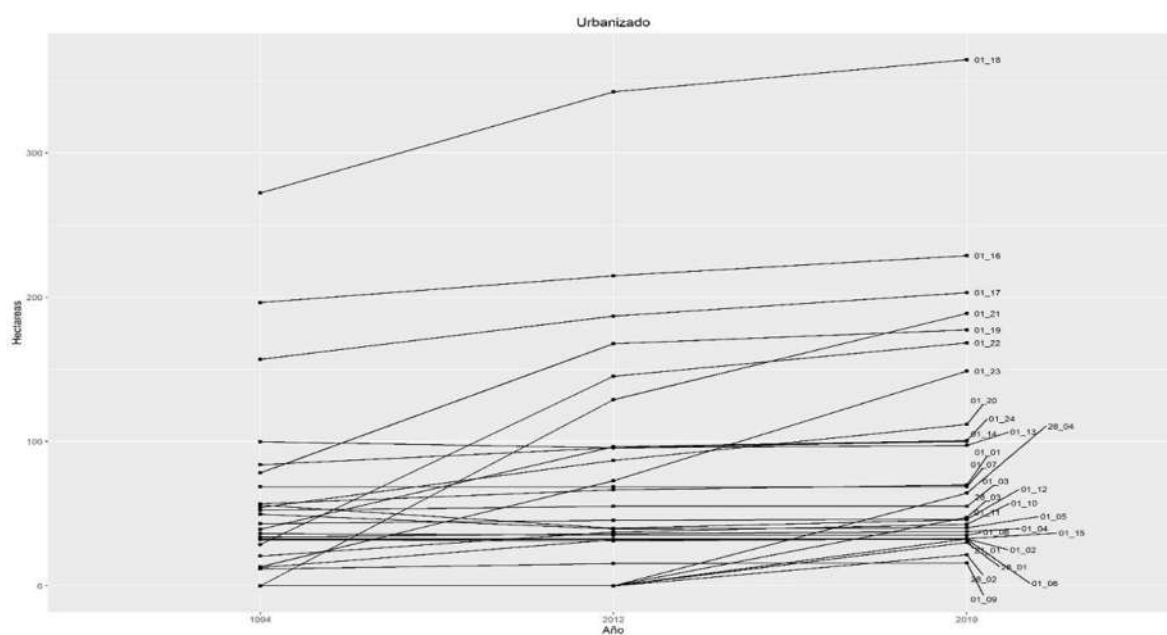
Color	UGTs
Anaranjado	"Cervera - Villas - Perules" "Noche Buena - San José", "Santa Teresa" "Puentecillas", "Arboledas - Carbonera", "Arroyo Verde - Yerbabuena"
Rosa	"Jales de Cata" "Alameda" "Cata - Mellado - San Luisito" "Centro Urbano" "Pastita" "Cerro de los Leones" "Presa de la Olla - Embajadoras" "Venada – Gavilanes" "Pueblito de Rocha" "Municipio Libre - Cerro del Gallo" "Manantial – Maluco" "Noria Alta" "Cerro del Cuarto" "Valenciana" "Burócrata - Servidor Agrario" "Pozuelos" "San José de Llanos" "Cañada de Bustos" "Capulín de Bustos" "Parque industrial" "Sauceda" "San Javier" "Marfil"

Fuente: Elaboración propia, 2020.

De este análisis se concluye que las unidades clasificadas tienen un crecimiento poblacional similar (lo cual no significa que tengan dimensiones de poblaciones parecidas solamente, si no también que sus curvas de crecimiento son similares).

Se realizó un análisis similar para las curvas de crecimiento de área urbanizada en el período 1994-2019, para ello se generó la siguiente figura que indica el crecimiento del suelo urbano:

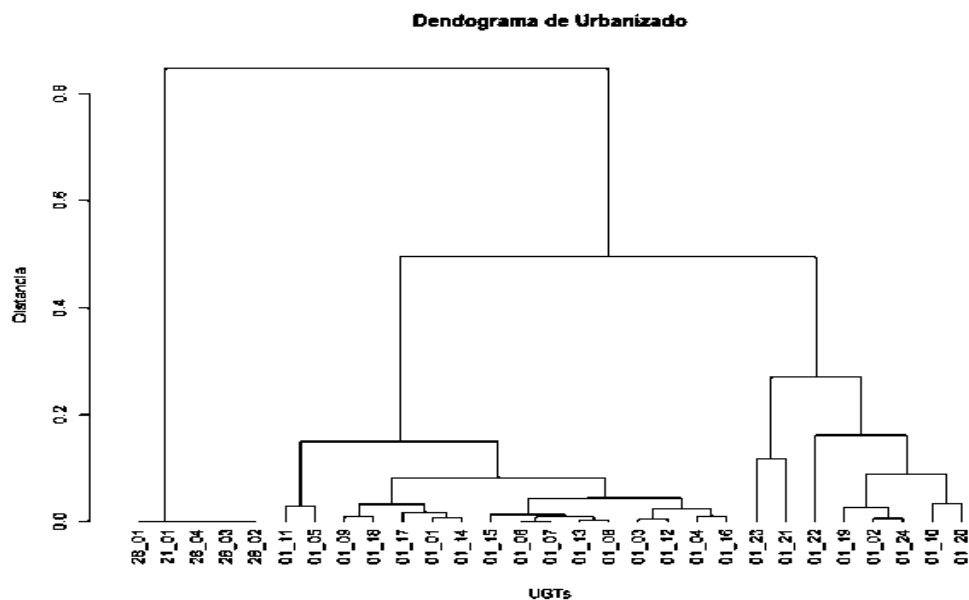
Figura 5. Crecimiento de suelo urbano de 1994 al 2019 por UGT.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

La representación en el formato de dendrograma muestra tres grupos definidos, como se muestra a continuación:

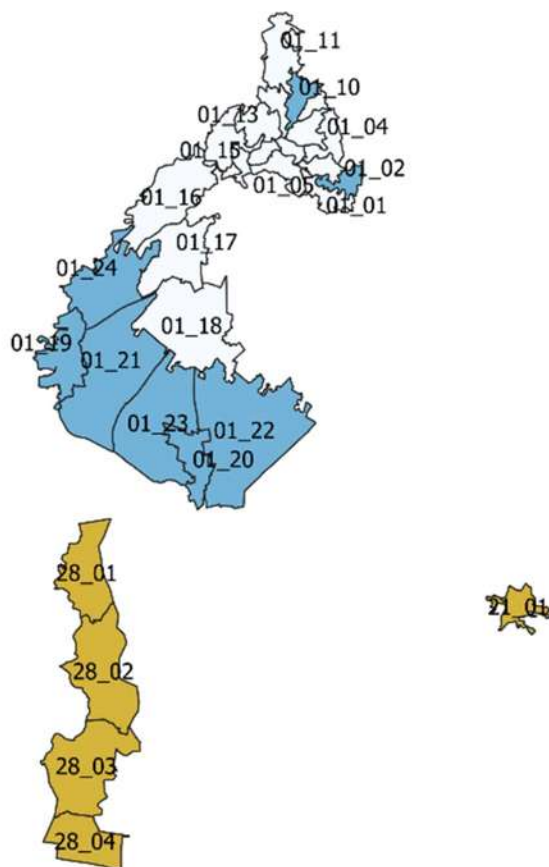
Figura 6. Dendograma por suelo urbanizado.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

La representación cartográfica por los principales grupos de crecimiento del suelo urbanizado se hizo en tres categorías: la primera ha mantenido un crecimiento estable; la segunda ha crecido principalmente en las periferias de la zona sur y en las UGT de la cañada de la localidad de Guanajuato que tuvieron mayor disponibilidad del suelo y menor población en el periodo de 1994, el último grupo que es de los que se incorporaron como zonas urbanas en el periodo del 2019-2020, como se observa a continuación:

Figura 7. UGTs con tres grupos generales de clasificación por suelo urbanizado.

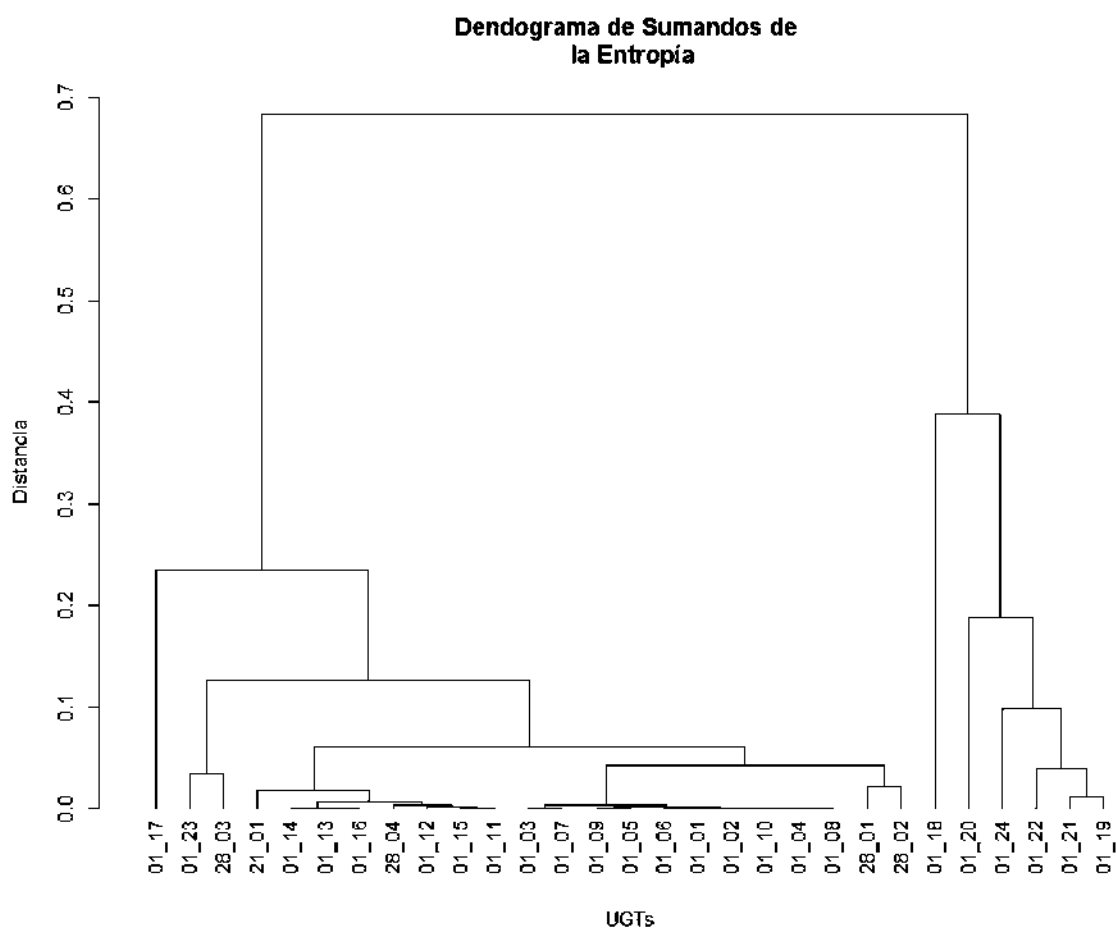


Color	UGTs	Tipo
Azul	"Cata - Mellado - San Luisito" "Cerro de los Leones" "Manantial - Maluco" "Cervera - Villas - Perules" "Noche Buena - San José" "Santa Teresa" "Puentecillas" "Arboledas - Carbonera"	Crecimiento principal en las periferias
Blanco	"Jales de Cata" "Alameda" "Centro Urbano" "Pastita" "Presa de la Olla - Embajadoras" "Venada - Gavilanes" "Pueblito de Rocha" "Municipio Libre - Cerro del Gallo" "Noria Alta" "Cerro del Cuarto" "Valenciana" "Burócrata - Servidor Agrario" "Pozuelos" "San Javier" "Arroyo Verde - Yerbabuena" "Marfil"	Crecimiento Estable
Café	"San José de Llanos" "Cañada de Bustos" "Capulín de Bustos" "Parque industrial" "Sauceda"	Nuevas zonas urbanas

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Una característica que resaltar de las agrupaciones anteriores es la codependencia espacial de las características en cuestión, lo cual es bastante natural (si una UGT tiene aumento de suelo urbanizado y crecimiento poblacional, esta influye en sus vecinos). Al repetir el análisis con la variable “crecimiento de la entropía espacial” obtenemos la siguiente clasificación por dendograma:

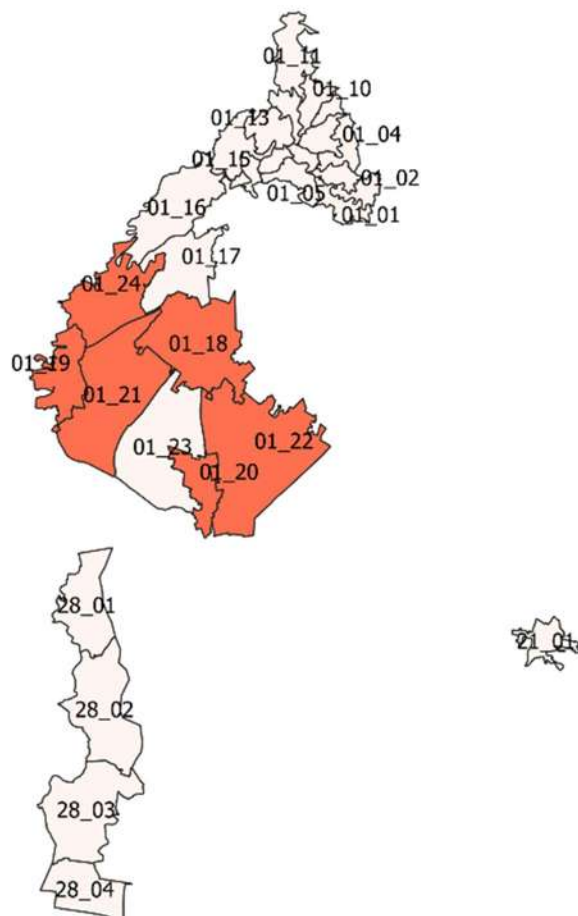
Figura 8. Dendograma de sumandos de la entropía por población y suelo urbanizado.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

El dendograma anterior muestra dos grandes grupos sobre la variable de la entropía espacial, lo cual es representado de forma gráfica sobre las UGT en clasificación por sumandos de la entropía, misma que indica que existe mayor posibilidad de entropía en las zonas periféricas y con vacíos urbanos, más no en las que tienen aún características rururbanas, como lo son las de las UGT del grupo 28 y la 21-01.

Figura 9. Mapa de categorías de sumandos de la entropía por población y suelo urbanizado.



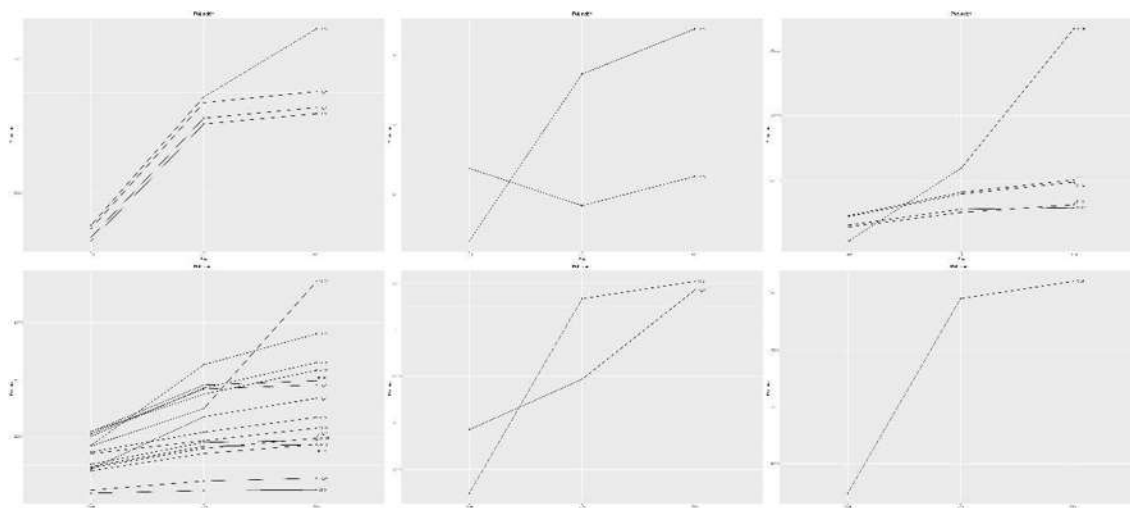
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Cabe resaltar que el mapa separado por crecimiento de la entropía coincide en grupos con el de crecimiento poblacional, esto porque las áreas de las UGTs son fijas y, por tanto, el crecimiento de la entropía espacial depende solo del crecimiento poblacional. Si cambiáramos el papel de la población en la entropía por el de área urbanizada, los grupos del crecimiento de la nueva entropía coincidiría con los del crecimiento de urbanizado (por la misma observación).

Otro algoritmo de agrupación de interés para distinguir entre curvas es el llamado Mapa Autoorganizativo (SOM por sus siglas en inglés de *Self Organizing Map*), el cual parte de una rejilla de un tamaño fijo y va agrupando a las curvas más parecidas en cada celda de la malla. La ventaja de este método es que se garantiza que elementos de rejillas vecinas

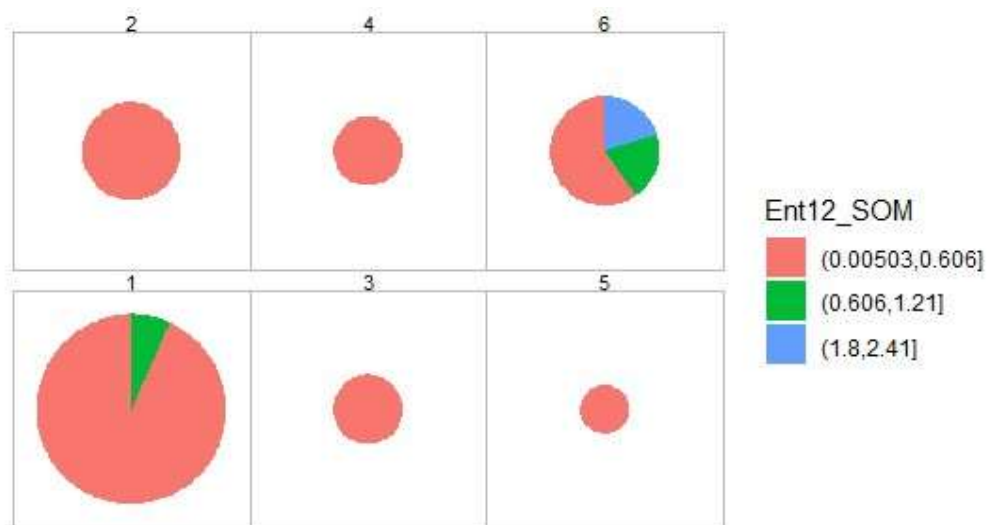
son parecidos, útil para características de dependencia espacial. Por ejemplo, para el crecimiento de población, se crea una rejilla de 6 celdas (2 filas, 3 columnas), y aplicando el algoritmo SOM se obtiene:

Figura 10. Self Organizing Map (SOM) de los elementos demográficos.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

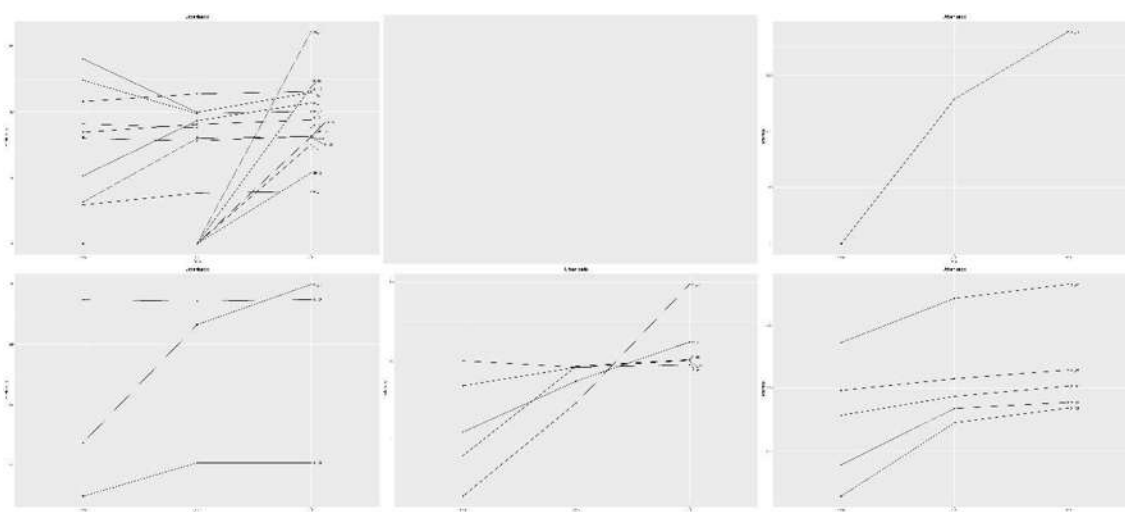
Figura 11. SOM por gráfica de pastel de los elementos demográficos.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

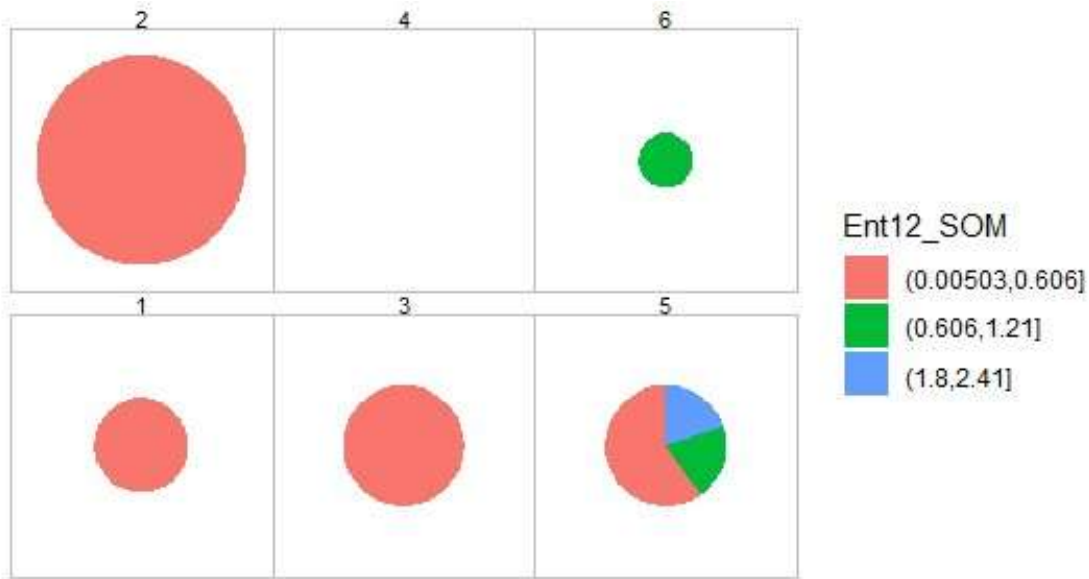
Las figuras previas indican cuales curvas son parecidas (creando 6 grupos), pero también que los elementos de la celda 2 son más parecidos a los de la celda 4 y 3, que a los de la celda 6, que son las curvas que aportan más a la entropía en el conjunto. Una ventaja más de esta separación es que nos permite ver qué grupos contribuyen más a otra característica de interés, así, la entropía del 2012 tiene ventajas para la visualización porque es más heterogénea que la entropía en otros años. Repitiendo el análisis con la variable de crecimiento de área urbanizada, se obtiene:

Figura 12. SOM por gráfica lineal de los elementos de suelo urbanizado.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura 13. SOM por gráfica de pastel de los elementos de suelo urbanizado.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

De las figuras 41 y 42 se concluye que las gráficas del tipo de la celda 5 y celda 6, contribuyen más al desorden poblacional y, por ende, a la entropía. Los elementos discutidos en esta sección tienen como objetivo ver relación entre variables, y cómo estas “parten” el mapa, para generar lo que podría significar “desorden” de forma intuitiva.

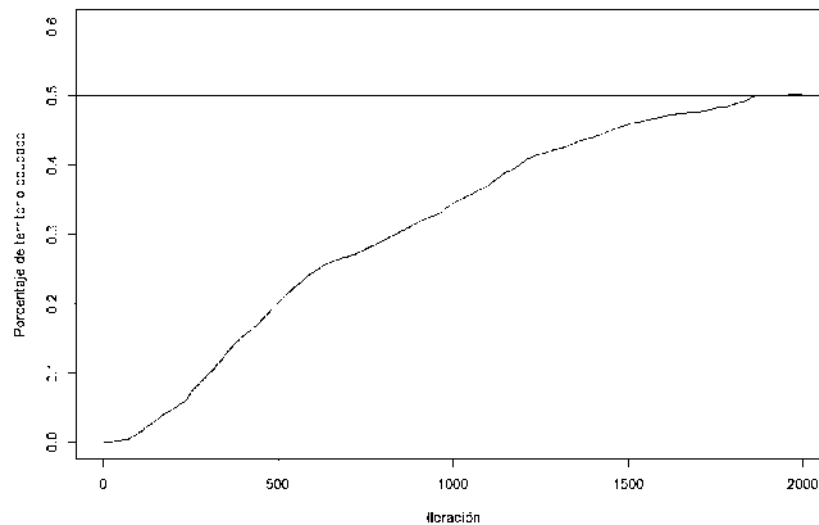
Curva de urbanización bajo los modelos considerados

Se define la curva de urbanización como la línea obtenida al graficar la iteración de crecimiento y la proporción de suelo utilizada por el crecimiento urbano en esa misma iteración. Para su cálculo, se consideró el siguiente esquema de simulación:

1. Se comienza con un umbral de 4 y superficie total de 16800 unidades cuadradas.
2. Por cada iteración se calcula la proporción de suelo urbanizado, p_u .
Dependiendo de este se modifica el umbral de la siguiente manera:
 - a. 5 si $p_u \in (0.5, 0.75]$
 - b. 6 si $p_u \in (0.75, 0.8]$
 - c. 7 si $p_u \in (0.8, 1]$

Empíricamente se ha observado que el umbral fijo en 4 permite un ritmo de crecimiento acelerado, por otra parte, un umbral mayor a 6 lo ralentiza. Ahora bien, los puntos de corte de estos intervalos se fijan de tal manera que, cuando el 50%, 75% u 80% del área total esté urbanizada, el umbral cambie. De esta manera se trata de emular la escasez de recursos cuando se urbaniza de más en una zona cerrada. En un primer ejercicio se consideraron 100 simulaciones de 2000 iteraciones cada una, dando como resultado las siguientes figuras.

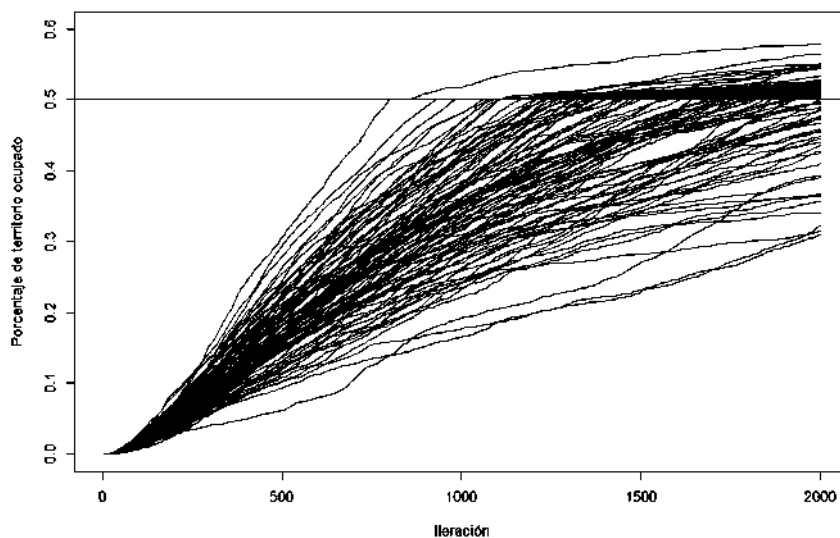
Figura 14. Curva obtenida al simular crecimiento con el modelo *Structure from Randomness*.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 13 se presenta el resultado de una simulación elegida al azar; en este caso se trata de una simulación en la cual se alcanzó el 50% de superficie urbanizada antes de las 2 mil iteraciones; en la gráfica se nota un cambio perceptible en el ritmo del crecimiento al modificar el umbral en una unidad.

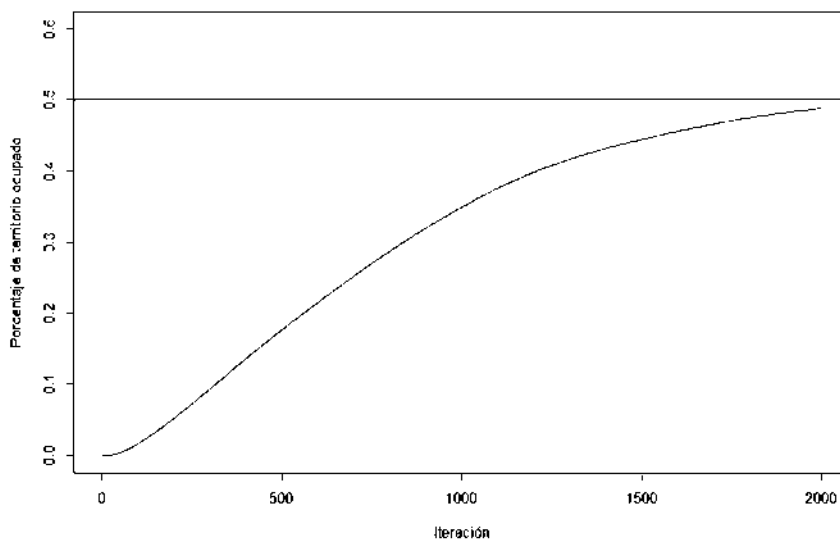
Figura 15. Curvas de crecimiento con cien simulaciones del modelo *Structure from Randomness*.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 15 se observan los resultados de las cien simulaciones, en las que la mayoría de las curvas presentan el fenómeno de haber alcanzado a cubrir el 50% de la superficie por unidades urbanizadas. Se refleja el cambio de ritmo de crecimiento derivado de cambiar el umbral a 5. Una característica que emerge es cómo en el cambio de umbral el cambio de crecimiento provoca que este sea lento, posterior a algunas iteraciones vuelve a ser mayor, aunque no a niveles como los observados en las primeras iteraciones.

Figura 5. Curva media de las simulaciones del modelo *Structure from Randomness*.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la figura 15 se observa la curva media de las curvas de la figura 14; es de notar que esta curva presenta un cambio en el ritmo de crecimiento en un punto antes de que se alcance el 50% de superficie urbanizada. Lo anterior da pie a considerar que, si bien la variabilidad de las curvas puede llegar a ser bastante, la característica como la influencia del umbral en el ritmo de crecimiento, siguen siendo perceptibles. Se observa que con el cambio en el umbral se puede emular lo que sucede en varias ciudades: una aceleración en las primeras etapas de crecimiento para posteriormente pasar a un periodo más lento. Este fenómeno es visible en el proceso de urbanización de las ciudades, entendido como el proceso de concentración de población y actividades, como de forma de vida urbana; para que pase, es necesario que la población urbana crezca a una velocidad mayor que la población total.

El fenómeno del proceso de urbanización se caracteriza tanto por cambios importantes en la forma de vida de grandes sectores de la población que adquieren un estilo de vida urbano, pasando de un estadio rural a uno urbano, siendo este proceso irreversible. Para medir este fenómeno, se puede tomar como herramienta el grado de urbanización (población urbana sobre la población total de una unidad territorial). En Ducci (2012) se indica que el proceso de urbanización se manifiesta cuando hay aumento de la población urbana respecto al total, existe extensión física de las ciudades, se da una migración rural-urbana y genera un cambio de forma de vida en sus habitantes.

Una forma gráfica de mostrar cómo ocurre el proceso de urbanización en determinado territorio la da la curva de urbanización, en la cual se indica el porcentaje de población urbana en la abscisa, mientras que el tiempo se indica en la ordenada [...]



[...] En el proceso de urbanización se observa una serie de diferencias entre los países industrializados y los países en desarrollo. Los países industrializados empezaron a urbanizarse antes y al estar más urbanizados, se urbanizan más lentamente. A su vez, los

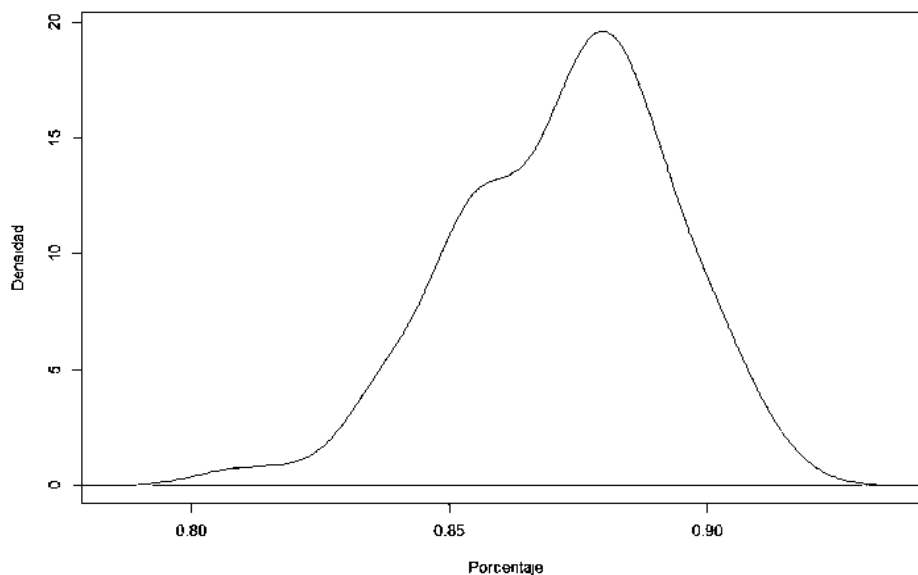
países en desarrollo tienen una urbanización más rápida en la actualidad, y se encuentran en la etapa de aceleración de la curva.¹⁰

Si bien el umbral puede no ser un parámetro con el que se pueda cuantificar de manera directa la complejidad, es cierto que sí puede tener cierta influencia, por lo tanto, podemos inferir que el índice de esfuerzo de ordenamiento territorial incide en el valor del umbral.

Extensión del modelo vía City Sandbox

Sandoval (2020) desarrolló el modelo de *City Sandbox* sobre NetLogo,¹¹ donde se permite colocar distintos tipos de suelo y las compatibilidades entre ellos, además de elegir el porcentaje proyectado de construcciones con cada tipo de uso. En este caso, el ejercicio de simulación tiene por objetivo visualizar la manera en la que el porcentaje de construcciones observadas de un tipo varía con respecto al porcentaje observado. En caso de considerar el tipo de uso habitacional e industrial, colocando con la relación porcentual del 70% - 30% respectivamente, con un umbral de 4, la densidad del porcentaje destinado al uso habitacional es la siguiente.

Figura 17. Densidad de los porcentajes de suelo destinado a uso habitacional.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta de NetLogo, 2020.

¹⁰ M. E. Ducci, *Conceptos básicos de urbanismo*, México, Trillas, 2012, pp. 26-30.

¹¹ Es un lenguaje de programación simple y adaptado al modelado/simulación de fenómenos en los que aparecen muchos individuos interactuando (como, por ejemplo, en los fenómenos habituales que se dan en la naturaleza, las sociedades, o muchas áreas de las ciencias)

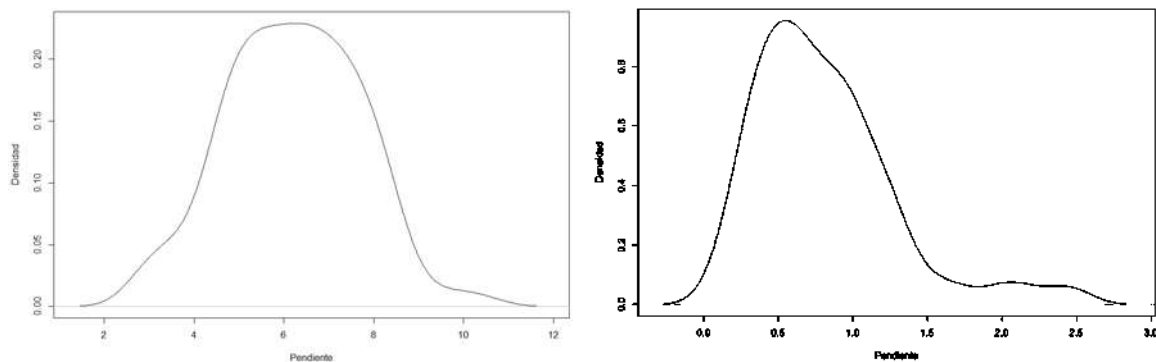
Se observa que una proporción considerable de simulaciones dieron como resultado porcentajes mayores al 70% para el uso habitacional, lo anterior indica que al comparar el uso de suelo proyectado con el observado es necesario tener en cuenta el modelo de crecimiento subyacente y el tipo de compatibilidades establecidas.

Para la interpretación de las figuras siguientes definimos la **pendiente**¹² de una curva como una medida de la inclinación de esta, si una curva es muy pronunciada, decimos que tiene pendiente grande y si es casi horizontal decimos que tiene pendiente pequeña. En el modelo de crecimiento antes presentado, existe la variable de **umbral** que se refiere

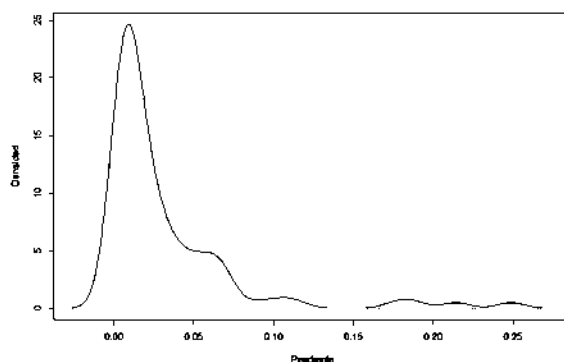
$$p_k = \frac{1}{|\Omega_k|} \left(\sum_{j \in \Omega_k} p_j \right) + \epsilon$$

a un valor que la suma debe de sobrepasar para pintar una celda. Si el valor del umbral es bajo, rápidamente se sobrepasa el valor; y si es grande, puede tardar mucho en que exista una celda encendida. Para estudiar la relación de la curva de urbanización con el umbral se ajustó un modelo de regresión, con los resultados de las figuras 17 a, b y c, donde se observa una relación proporcional entre las pendientes y el umbral fijado en 3, 4 y 5 respectivamente, en las que, entre mayor umbral, la pendiente de la curva es más pronunciada.

Figura 18 a, b y c. Distribución de las pendientes de las curvas obtenidas fijando el umbral en valor 3, 4 y 5.



¹² La pendiente de una recta es un importante concepto geométrico, el cual podemos interpretar como una medida de la inclinación de una recta cuando la ubicamos en un par de ejes coordenados (x – y). R. Hernández, “Significado del Concepto de Pendiente”, en *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 2014, <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m8.html>



Fuente: Elaboración propia, 2020.

5.3 Índice del Ordenamiento Territorial

Con el objetivo de contrastar los elementos cualitativos de desorden o de entropía, se diseñaron tres instrumentos para obtener información del ordenamiento territorial, con el objetivo de conocer la percepción de los especialistas en torno al ordenamiento territorial urbano en el municipio de Guanajuato por cuatro temas:

- A. Formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial.
- B. Especialización técnica para el ordenamiento territorial.
- C. Suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial.
- D. Acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial.

Estos temas se proponen como elementos para contrarrestar el desorden territorial o entropía, tomados los puntos A, B y C como las formas básicas de organización exógena, así como el D como organización propia del sistema o neguentropía¹³ por la acción ciudadana.

¹³ También llamada negantropía, entropía negativa o sintropía. De acuerdo con la teoría de sistemas, es una fuerza para alejar el caos y, aparece como una tendencia que permite a un sistema adaptar su estructura para plasmarse en los niveles que tienen sus subsistemas, intentando estabilizarse en el caos y, por lo tanto, garantizar su subsistencia bajo un nuevo equilibrio. En sentido más amplio y adaptado a nuestro estudio, es la fuerza que regula y disminuye el caos, generando una nueva tendencia de orden estructural o de autoorganización en el territorio urbano, en este caso, las decisiones internas de los propios ciudadanos para contar con un asentamiento ordenado.

5.3.1 La percepción del ordenamiento territorial en Guanajuato

A través de entrevistas, cuestionarios y formatos de percepción por Unidad de Gestión Territorial (UGT) (ver Apéndice 2 y 3), se obtuvo información de los temas centrales del ordenamiento territorial para los momentos de 1994, 2012 y el periodo 2019-2020, años en que se realizaron los análisis por los instrumentos de planeación; se aplicaron los instrumentos a técnicos y especialistas con experiencia en el campo.

Los resultados del esfuerzo del ordenamiento territorial presentados por UGT, diferenciando el promedio por tema, por año y el resultado general total, en los periodos antes dichos, se muestran en la tabla 3, en donde el valor mínimo es 1 y el máximo es 10, con los cuales los expertos calificaron y se promediaron los resultados finales:

Tabla 3. Resultados del esfuerzo del ordenamiento territorial presentado por tema, año y promedio general

UGT		Promedio por tema				Promedio por año			Promedio general
Clave	Nombre de UGT	Política	Técnicos	Economía	Ciudadanía	1994	2012	2020	Promedio
01-01	Presa de la Olla - Embajadoras	5.90	5.10	5.50	7.30	4.50	6.33	6.75	6.42
01-02	Cerro de los Leones	5.40	5.10	6.30	5.90	4.75	6.00	6.13	5.77
01-03	Pastita	7.10	5.50	7.30	6.20	5.42	6.50	7.38	6.85
01-04	Alameda	5.00	5.10	5.90	5.60	4.58	5.58	5.88	5.46
01-05	Pozuelos	5.70	5.40	6.50	6.70	5.00	6.25	6.75	6.35
01-06	Centro	7.70	5.80	7.40	7.30	6.00	7.25	7.69	7.33
01-07	Cerro del Cuarto	5.90	5.20	6.00	5.90	4.50	6.08	6.44	6.00
01-08	Municipio Libre - Cerro del Gallo	6.60	5.60	6.70	6.20	5.08	6.58	6.94	6.52
01-09	Jales de Cata	5.80	4.80	5.40	5.80	4.50	5.75	5.94	5.58
01-10	Cata - Mellado	5.90	4.70	5.80	5.60	4.33	5.92	6.06	5.63
01-11	Valenciana	6.30	5.80	6.70	5.60	5.00	6.25	6.81	6.33
01-12	San Javier	6.00	5.10	6.30	6.40	5.00	6.25	6.44	6.04
01-13	Venada - Gavilanes	5.20	5.10	5.90	7.30	5.08	6.08	6.31	6.06
01-14	Pueblito de Rocha	5.20	5.10	6.10	6.20	4.67	5.92	6.19	5.88
01-15	Noria Alta	6.20	4.90	7.00	6.90	5.42	6.58	6.63	6.38
01-16	Marfil	6.10	4.90	7.40	6.50	5.25	6.42	6.81	6.60
01-17	Burócrata	6.00	4.90	7.40	5.90	5.42	6.08	6.50	6.25
01-18	Yerbabuena	5.90	4.80	7.00	6.10	5.17	5.92	6.56	6.38
01-19	Santa Teresa	4.90	4.30	5.70	5.50	4.00	5.25	5.81	5.42
01-20	Puentecillas	5.10	4.70	5.90	5.30	4.25	5.50	5.81	5.50
01-21	Cervera	4.70	4.60	5.90	5.00	4.08	5.17	5.69	5.42
01-22	Carbonera	4.70	4.40	6.00	5.20	4.50	4.92	5.63	5.40
01-23	Manantial	4.40	4.30	5.50	4.80	4.25	4.67	5.19	4.96
01-24	Noche Buena - San José	4.60	4.60	6.00	4.50	4.42	5.00	5.25	4.98

21-01	Sauceda	5.30	4.70	6.10	5.60	4.17	5.58	6.25	5.81
28-01	Cañada de Bustos	4.10	3.70	4.40	4.90	3.25	4.67	4.75	4.27
28-02	Capulín de Bustos	4.00	3.00	4.10	4.70	3.00	4.25	4.44	4.00
28-03	San José de Llanos	4.10	3.50	4.20	5.20	3.17	4.50	4.88	4.46
28-04	Parque Industrial	4.40	4.30	4.80	3.90	3.08	4.42	5.25	4.63

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Los resultados en general muestran una percepción de más ordenamiento a través del tiempo, aumentando en general de 1994 a 2020 con una tasa de 1.34 y una diferencia absoluta de 1.56 puntos entre ambos periodos. Sobre los temas, el esfuerzo técnico fue el menos puntuado con 4.79 puntos en promedio, mientras que el más alto es el de la suficiencia económica con 6.04. Las categorías de elaboración y aplicación de políticas públicas, y el de la acción ciudadana están ligadas y comparten valores similares, con 5.45 y 5.79 respectivamente.

Se entenderá este índice como el conjunto de los esfuerzos compartidos para lograr un ordenamiento territorial integral, desde la planeación hasta la administración y evaluación del desarrollo territorial por la formulación y aplicación de la política pública, conocimiento de los especialistas técnicos que inciden en ella, suficiencia y buena administración de los recursos económicos y la acción y participación ciudadana en el tema.

Con esta información, se elaboró cartografía para contrastar y analizar los datos antes expuestos, tomando cuatro rangos por intervalos generales; se hacen igualmente explicaciones a través de inferencias de los temas de ordenamiento territorial en los periodos de estudio, mismos que se desarrollan a continuación.

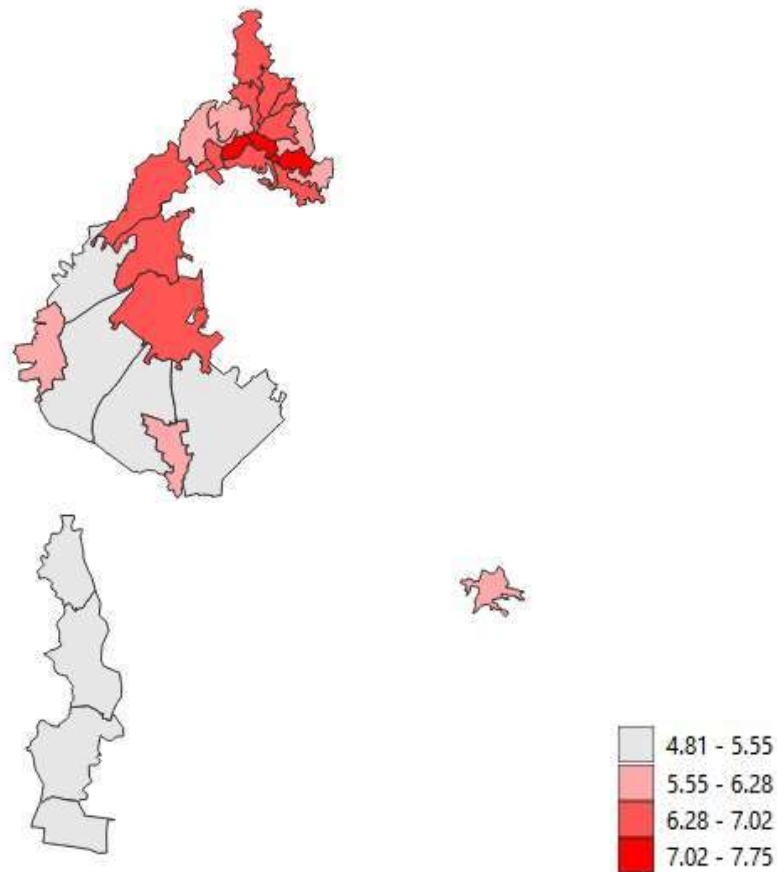
5.3.2 Síntesis de resultados

Formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial

En la categoría de la formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial se observa que en todos los periodos sobresalen con mayor valor tres UGT, especialmente en lo que se considera como Zona de Monumentos Históricos (Centro Histórico), seguido de las UGT con mayor crecimiento poblacional y dinámica urbana. Un tercer grupo muestra a las localidades urbanas no vinculadas a La Cañada,

finalmente el último grupo se considera como las UGT que contienen localidades con tendencias a ser rurales (ver Figura 19).

Figura 6. Mapa temático de por formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial.



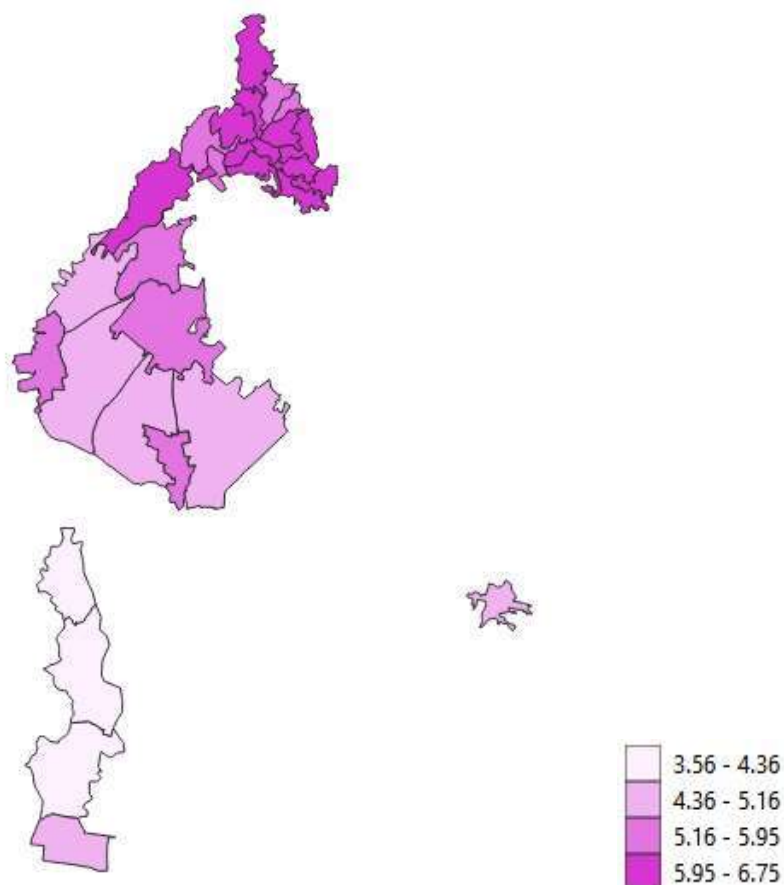
Fuente: Elaboración propia, 2020.

La visión de los especialistas señalan en su percepción que las políticas de ordenamiento territorial existentes en Guanajuato no son eficientes, con 37.9% de las respuestas; también el 39.4% de las respuestas afirman que están en disconformidad en que existen esfuerzos por los tomadores de decisiones por tener un ordenamiento territorial vigente y aplicado, entendiéndose como la voluntad política en la planeación y la gestión; también se respondió que no se toman decisiones informadas y objetivas (40.9%) y donde los funcionarios públicos no tienen conocimiento real de las necesidades de los ciudadanos (45.5%). El total de las respuestas por esta temática tiende a estar en desacuerdo mayormente de una correcta política pública aplicada.

Especialización técnica para el ordenamiento territorial

El análisis de la especialización técnica para el ordenamiento territorial se refiere a la atención y vigilancia que se le da a las UGT. En el primer grupo se estructura por 12 UGT, atendiendo en primera instancia a La Cañada, Marfil y Valenciana; el segundo grupo visualiza 8 UGT, principalmente las zonas de mayor crecimiento y consolidación, resaltando Yerbabuena, Santa Teresa y Puenteillas; el tercer grupo está compuesto por 6 UGT, con características rurales, en las cuales destaca La Sauceda y la periferia de la zona sur; en la última categoría se muestran tres UGT de las zonas incorporadas y que son rurales. (Ver figura 19)

Figura 20. Mapa temático por especialización técnica para el ordenamiento territorial.



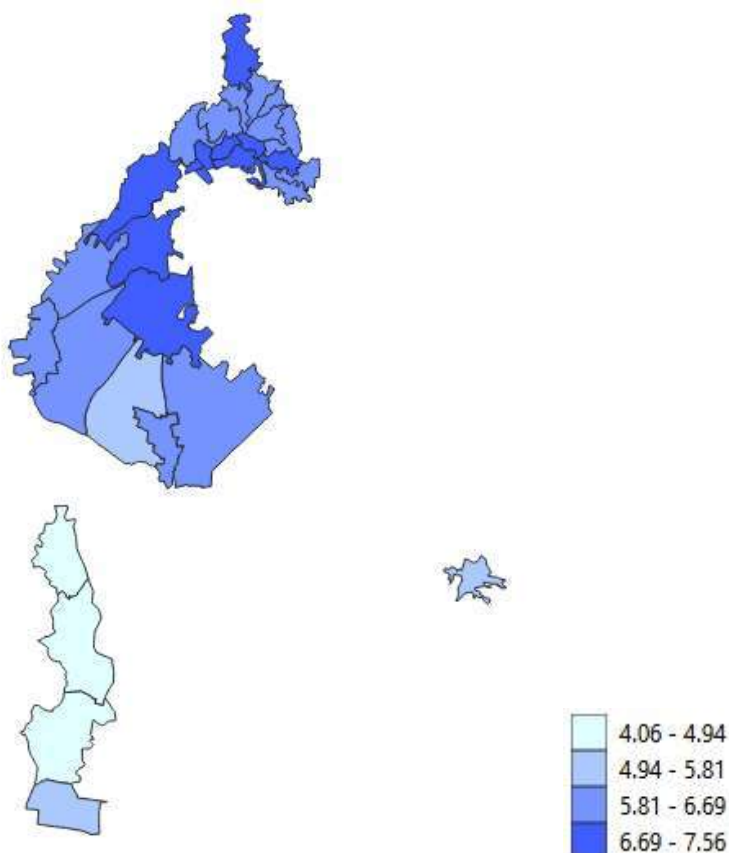
Fuente: Elaboración propia, 2020.

La perspectiva social nos indica que 43.9% de los encuestados afirman estar principalmente de acuerdo en que existen suficientes recursos humanos (perfiles técnicos especializados) para formular, generar y aplicar políticas territoriales en la administración local; por otro lado, no se tiene definida una postura específica en cuanto al seguimiento de los instrumentos de planeación o si se aplican correctamente, con un poco más de la tercera parte de las respuestas en la categoría “medianamente de acuerdo”; se dijo también que los mecanismos de vinculación no son suficientes para la participación en el ordenamiento territorial con 45.4% de las contestaciones.

Suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial

El tercer tema, referente a la suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial, se refiere a las zonas con mayor aplicación de recursos económicos o mayor inversión tanto pública como privada. En sumatoria por los tres periodos, se observa que la inversión principal se da en 10 UGT, destacando en la Zona de Monumentos Históricos, Valenciana, Marfil, Colonia Burócrata y Yerbabuena; en segundo término, es el resto del centro de población consolidado, con 14 UGT; un tercer grupo, de 2 UGT es para La Saucedá y el Parque Industrial; finalmente se indican 3 UGT en las localidades rurales, que indican las zonas con menor inversión económica.

Figura 7. Mapa temático por suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

El 44.0% de los encuestados tienden a estar de acuerdo en que existen estudios previos a la inversión económica en materia de ordenamiento territorial en Guanajuato enfocados en necesidades reales; en la mayoría se afirma estar también de acuerdo en que sí se invierten recursos económicos suficientes para tener un ordenamiento territorial eficiente (56%); también, el 45.5% afirmó estar de acuerdo en que los recursos económicos que se destinan a la planeación, gestión y la administración del territorio no están equilibrados entre ellos.

Acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial

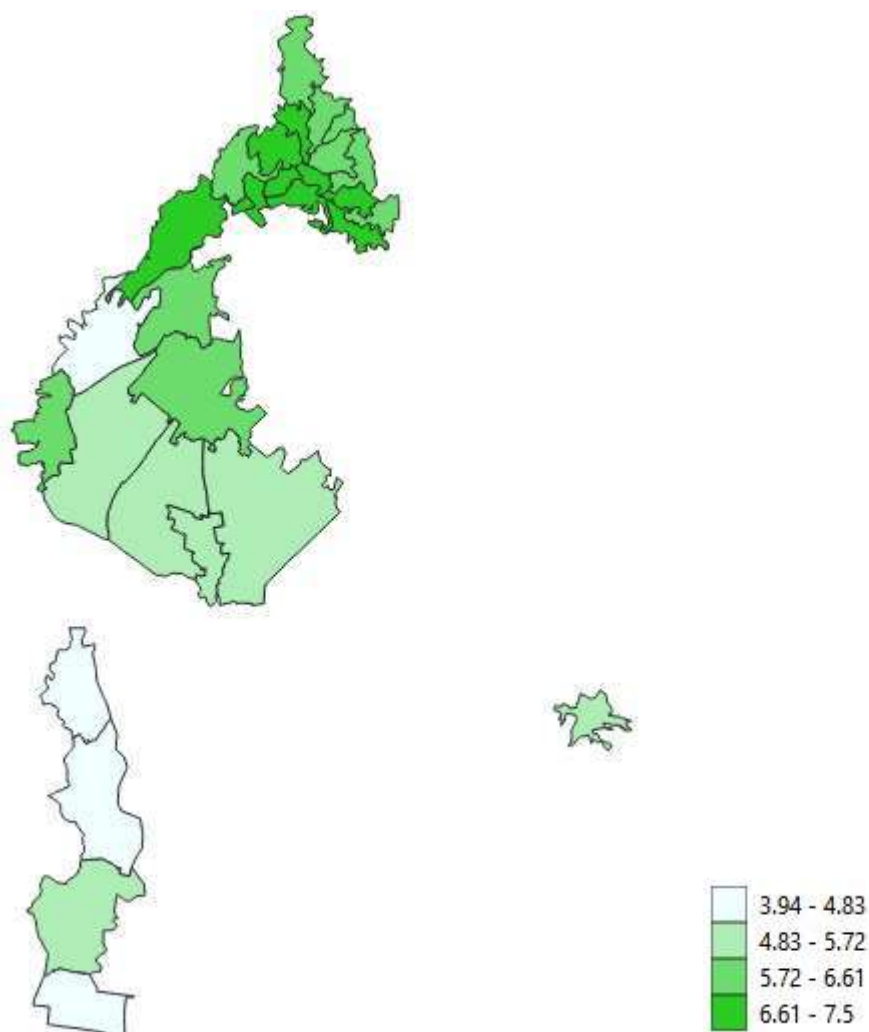
Un cuarto mapa temático de acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial. Esta acción ciudadana la consideraremos como una forma

para la autoorganización de la ciudad.¹⁴ Los testimonios de los especialistas observan que la atención de la mayoría de los actores ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil se centran en 10 UGT, principalmente en la Zona de Monumentos Históricos, laderas de los cerros de La Bufa y Marfil; el segundo grupo se dio en el resto de La Cañada, Colonia Burócrata, Yerbabuena y Santa Teresa; el tercer grupo abarca el resto del centro de población y las UGTs con las localidades de La Saucedá y San José de Llanos-Los Nicolases; el último grupo fue de 4 UGT con la menor población.

En cuanto a las reflexiones de la ciudadanía, el 48.5% de los encuestados estuvieron en desacuerdo en que los ciudadanos le dan importancia y respeto al seguimiento de las políticas y acciones de ordenamiento territorial; el 48.5% discrepan en que el gobierno vincula a la ciudadanía para que conozca y se involucre en temas de planeación y administración del ordenamiento territorial; también el 53.1% afirmó estar en desacuerdo en que son plurales los grupos participantes en Guanajuato en el tema de políticas de ordenamiento territorial y planeación.

¹⁴ J. Portugali, 2000, *op. cit.*

Figura 22. Mapa temático por la acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial.

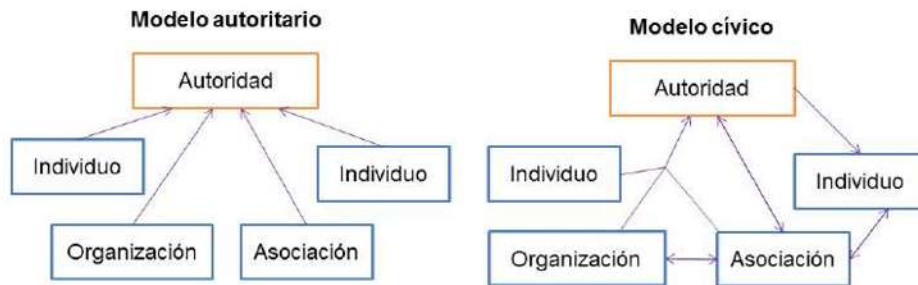


Fuente: Elaboración propia, 2020.

En reflexión de la relación entre los actores y sus acciones, podremos ver sus particularidades y el tipo de patrón de relaciones, diferenciando entre un modelo autoritario o cívico, importante para la disciplina de la planeación del territorio. El primero indica que los asuntos públicos son responsabilidad solo del gobierno y el debate público es inexistente o simulado, entre las características de este modelo es que los gobernados no toman responsabilidad en el proceso de toma de decisiones; el segundo, modelo cívico, los ciudadanos están involucrados en las problemáticas públicas y el gobierno requiere intervenir menos, pudiendo lograr que las políticas públicas sean más efectivas,

los ciudadanos velan por su interés particular siendo conscientes de los intereses de los otros y hay mayor participación en organizaciones voluntarias.¹⁵

Figura 23. Modelos autoritario y cívico ante la sociedad para la acción pública.



Fuente: Elaboración propia con base en M. Tapia Álvarez, et al., 2010.

En nuestro caso, las zonas con mayor interés social son las UGT del centro histórico y de Marfil, por su relevancia y visibilidad, donde se encuentra la mayor atención y grupos activos de la sociedad que busca preservar una imagen y conservar el patrimonio construido y natural. Se infiere que donde existe mayor cantidad de población activa, tienden a un modelo cívico y a integrarse en Organismos de la Sociedad Civil, tales como colegios, asociaciones civiles o comités vecinales.

Sin embargo, en el Índice de Ciudades Prósperas (ICP),¹⁶ en la Dimensión Gobernanza y Legislación Urbana que tiene un puntaje de 32.07 de 100 (una de las más bajas para Guanajuato), existe una variable de Participación Electoral, el cual mide la proporción de personas mayores de edad que ejercen su voto, es decir, que se involucran en tomas de decisiones de gobierno, este tiene un valor de 31.07, muy por debajo de la media nacional, de 50 puntos. Esta visión del ICP nos indica un bajo interés de la población en temas de gobierno, mismo que señala un modelo autoritario que, bajo las tendencias de gobernanza actual, se debe reforzar.

¹⁵ M. Tapia Álvarez, B. Campillo Carrete y S. Cruickshank Soria, *Manual de incidencias en políticas públicas*. México, D.F.: Alternativas y capacidades A.C, 2010.

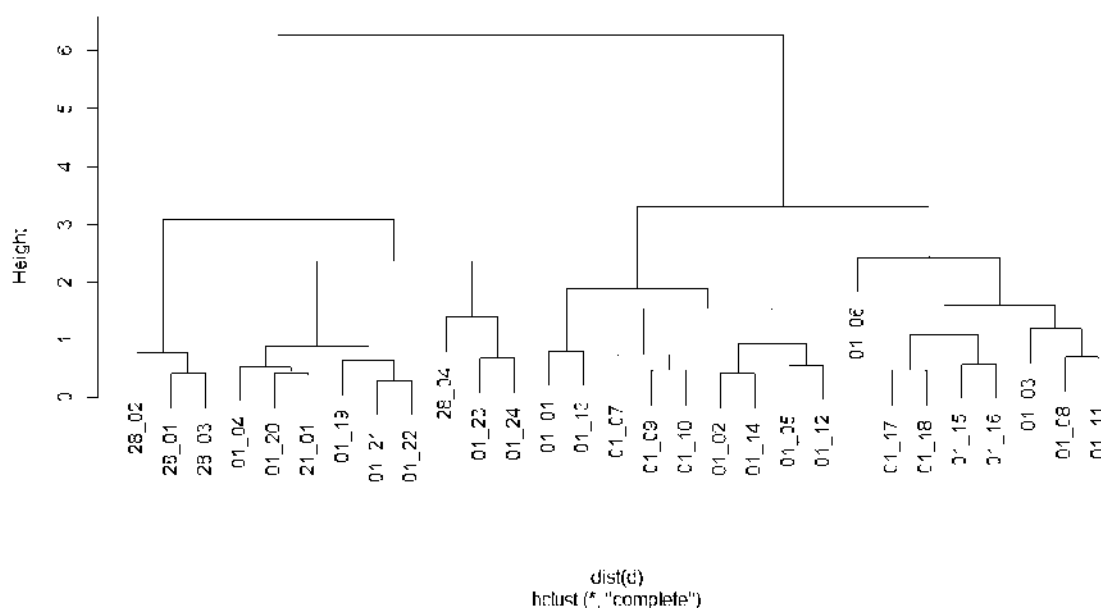
¹⁶ A. X. Iracheta, 2018, *op. cit.*

Agrupamiento jerárquico tomando los promedios por tema

Para realizar la exploración de los datos y la plausibilidad de su relación con la entropía espacial se llevaron a cabo dos procesos: el de agrupamiento de los temas por UGT y el del análisis de los componentes principales. Los datos primarios que se tomaron en cuenta fueron de la tabla 3, que muestra a nivel UGT los promedios generales de las puntuaciones dadas por los expertos a cada uno de los aspectos relacionados con el ordenamiento territorial sobre los temas antes dichos.

Se aplicó la técnica de agrupamiento jerárquico¹⁷ para explorar la hipótesis de agrupamiento por parte de las UGTs basado en los temas que se contemplan para el desarrollo del índice de esfuerzo de ordenamiento territorial. Como resultado de lo anterior se observó la posibilidad de que existan 4 grupos,¹⁸ como se aprecia en el dendograma de la figura 23.

Figura 24. Dendograma de agrupamiento de los temas para las UGT.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

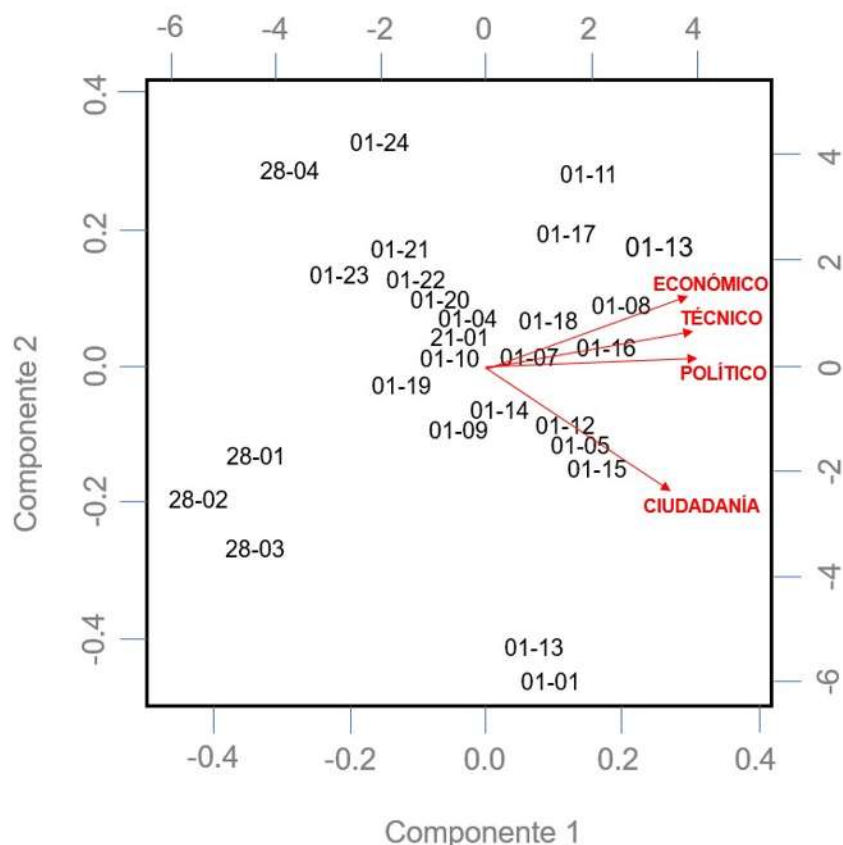
¹⁷ J. H. Friedman, *The elements of statistical learning*, Vol. 1, New York, Springer series in statistics, 2001.

¹⁸ Nota: estos resultados pueden variar debido a que se han tomado los promedios generales (considerando todos los años y todas las respuestas de los expertos); al hacerlo tomando los promedios por año puede haber variaciones.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Posteriormente, se realizó un análisis de componentes principales¹⁹ con el objetivo de visualizar la distribución de los datos y la influencia que tienen los temas considerados. El objetivo de este análisis es vincular los componentes asociados a cada UGT, expresado en dos dimensiones para ver cómo se agrupan estas unidades dependiendo del comportamiento de los datos temáticos.

Figura 25. Diagrama de componentes principales por temática del ordenamiento territorial.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

La lectura de la figura es sobre los ejes temáticos y la agrupación general de las UGT alrededor del plano cartesiano, en las que se acercan o alejan según las características valoradas. La ubicación de los temas se define según la relación geométrica entre sus valores. De esta manera se observa que el tema de economía diferencia a las UGTs 28-01, 28-02, 28-03; de igual manera, el tema de ciudadanía diferencia principalmente a las

¹⁹ Friedman, *op. cit.*

UGTs 01-01 y 01-13; las UGT que están en el centro son aquellas que están con mayor equilibrio entre las cuatro dimensiones temáticas.

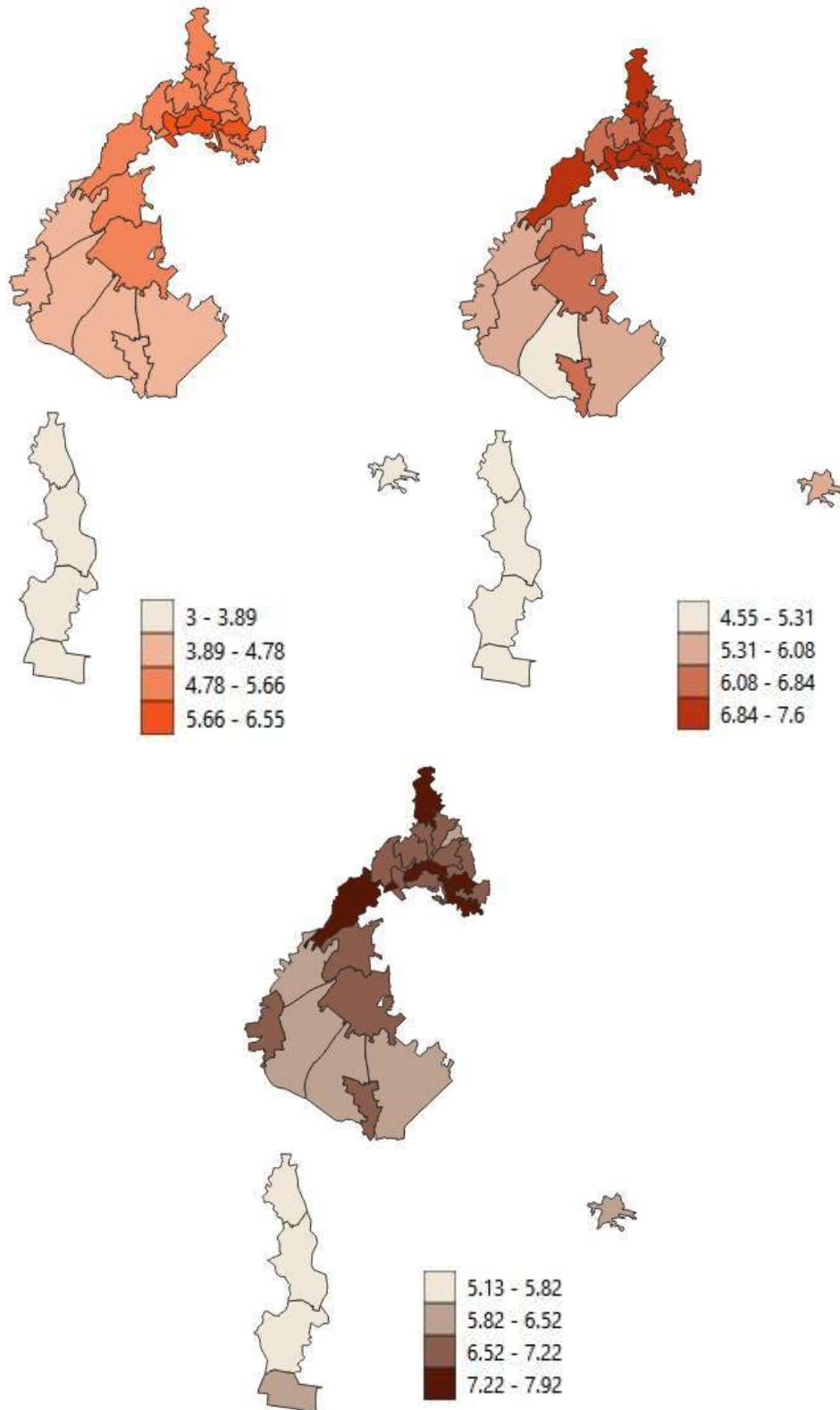
De los ejercicios anteriores se concluye que la relación entre ordenamiento territorial y entropía es indirecta, al menos con la formulación que toma como denominador el área total, y que existe una diferenciación por temas de ordenamiento territorial entre las UGTs mismas que deben de reforzarse para que puedan guardar un equilibrio.

Evaluación del ordenamiento por periodos históricos

Por otro lado, se muestran las clasificaciones históricas comparativas del 1994, 2012 y 2019-2020 en la figura 25, las cuales indican una movilidad de concentración en el primer periodo en La Cañada hacia la zona de crecimiento, sin considerar las localidades exteriores.

En el periodo del 2012 aumentó el esfuerzo hacia fuera de La Cañada y en las principales localidades no conurbadas, pero sí urbanas, en el último periodo se mantiene similar, a excepción a la disminución en UGT de La Cañada. Es de observar que en los tres periodos aumentaron el valor de los intervalos (En 1994 fue de 3 a 6.55; en 2012 de 4.55 a 7.6; 2019-2020 de 5.13 a 7.92), pero se dio una disminución de estos rangos (en 1994 el rango fue de 3.55; en 2012 fue de 3.05; en 2019-2020 fue de 2.79), es decir, se concentraron los esfuerzos del ordenamiento territorial y se valoraron en más UGT.

**Figura 26. Clasificación por periodos de estudio de 1994, 2012, 2020
para el ordenamiento territorial.**

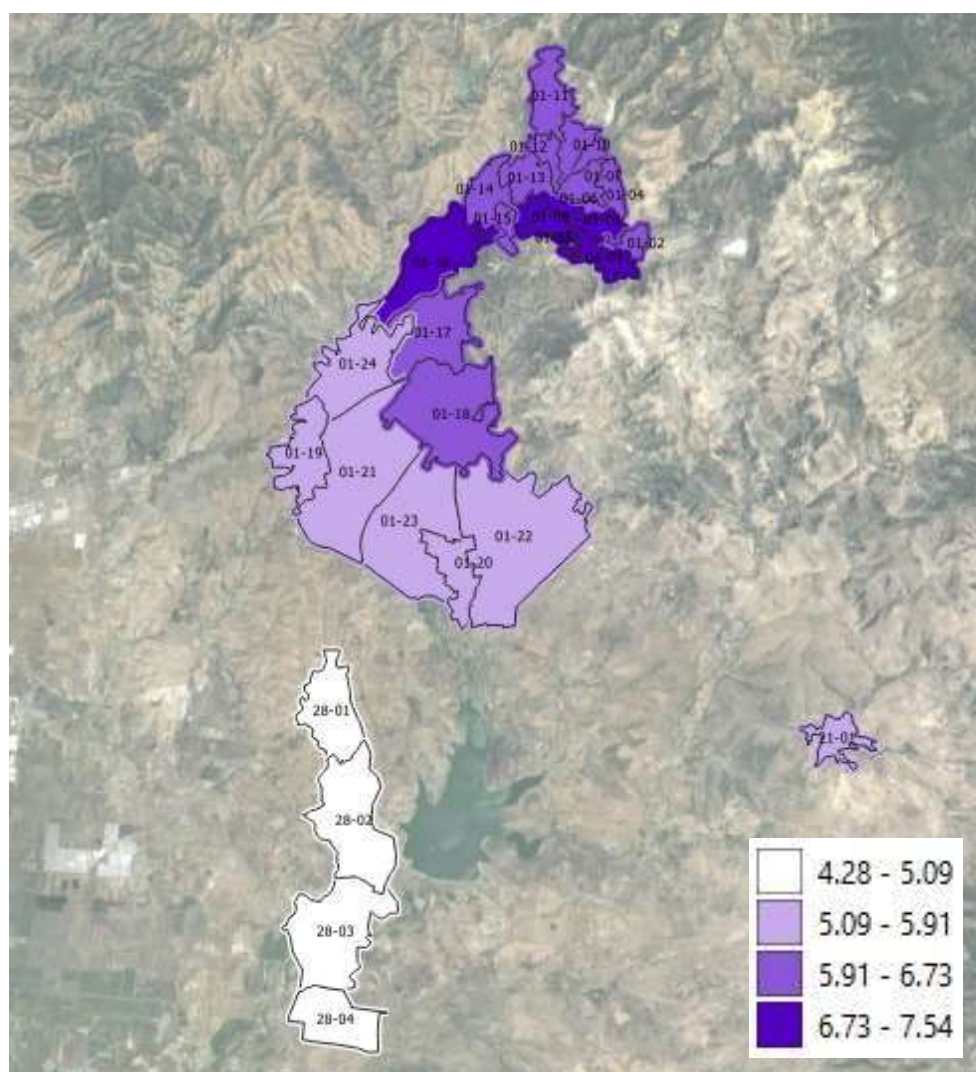


Fuente: Elaboración propia, 2020.

Índice General de Ordenamiento Territorial

Como resumen de este apartado, se muestra el concentrado de los valores de ordenamiento territorial, que es el del promedio total por los cuatro temas y en los tres periodos. Siendo así, se muestran cuatro intervalos de valores entre 4.28 a 7.54, con una diferencia de valor entre 0.81 por cuartil. El primer rango se centra en las UGT de la Zona de Monumentos Históricos y Marfil, en segundo rango es la zona de crecimiento consolidado, el tercero las periferias urbanas y La Saucedá, en el último rango y más bajo, se encuentra las UGT 28-01 a 28-04, esto explicado como la zona de menor accesibilidad considerada urbana.

Figura 27. Índice general de ordenamiento territorial por promedio total.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

La figura revela que existen pocos o nulos esfuerzos de ordenamiento territorial en las zonas rurales menos conectadas por infraestructura vial. Continuando, las áreas del siguiente cuartil son las periféricas al espacio central, donde se encuentra mayor posibilidad de entropía urbana, por lo que se deben de observar y aplicar políticas públicas de control; el tercer cuartil contiene a las UGT aledañas a la Zona de Monumentos Históricos y de Marfil, las que son la parte nuclear y tienen mayor valor según la división de cuartiles, para un mayor orden urbano.

5.4 Resultados integrales y la correlación entre los índices

La investigación se basa en comprender a las ciudades como entes u organismos disipativos abiertos, es decir, un sistema interrelacionado con su interior y su exterior de forma dinámica bajo entradas y salidas de información (o estímulos, como migraciones, economías, etcétera) bajo procesamiento internos (dinámicas sociales, trabajo o conexión de redes físicas, por citar algunos ejemplos) en un ambiente, en una amplia red de ciudades, que se comportan como un gran sistema complejo entre otras ciudades y un subsistema al interior de la misma.

Para comprender esta postura, la Teoría General de Sistemas, que fue propuesta desde una perspectiva de la informática y rápidamente incorporada a las ciencias naturales y exactas. En los años posteriores a la segunda mitad del siglo XX se retomaron estas posturas en las ciencias sociales y geográficas. Así, las estructuras disipativas se entienden como organismos que al ser “alimentados” pueden colapsar o evolucionar en sistemas aún más complejos, como lo son las ciudades. Los procesos más importantes de la energía del sistema son la entropía, el equilibrio y la neguentropía, como se ha dicho, se pueden comprender como el desorden, el equilibrio y la autoorganización, respectivamente.

Por otro lado, en el SUN de México, las zonas metropolitanas son aquellas que más atención tienen por ser las de mayor tamaño superficial, económico y funcional del país, mientras que las ciudades medias por su tamaño e intermedias por vincular a las regiones metropolitanas con las zonas rurales o de ciudades pequeñas, se han mantenido en un plano de control, siendo que son las que al tener suelo disponible y ubicación cercana a

las metrópolis, están predispuestas a un crecimiento exponencial, por ello, se toman como ejemplo de estudio para la investigación, con el caso de la ciudad Guanajuato.

El municipio de Guanajuato es capital de la entidad federativa homónima de México, una ciudad histórica que nació a partir de la industria minera con mayor auge entre el siglo XVII al XIX, por las características físicas del territorio, la urbe histórica creció sin una planeación específica en una topografía de cañada. Entre los siglos XX y XXI, las áreas urbanas crecieron en varios núcleos periféricos y un centro de población principal, lo que generó que la ciudad se dispersara a la zona sur, área con mayor facilidad de urbanización, cuyo relieve topográfico tiende a la planicie.

Los ejercicios de planeación territorial y urbana contemporáneos en Guanajuato se remontan desde la década de los años ochenta del siglo pasado, que responde a la obligatoriedad de la Ley General de Asentamientos Humanos de nivel federal que estuvo vigente a partir de 1976. Así, se han realizado múltiples proyectos de instrumentos de planeación, teniendo un total de 65 de diferentes temáticas y 25 de índole urbano y territorial, para efectos del análisis de contenido de crecimiento urbano, por su vigencia y relevancia técnica, se tomaron los instrumentos de 1994, 2012 y 2020:

- Plan Director de Desarrollo Urbano Guanajuato, Gto. (1994).
- Plan de Ordenamiento Territorial del Centro de Población de Guanajuato, Gto. (2012).
- Proyecto del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Guanajuato, Gto. (2019-2020).

Como se mencionó en la metodología general de la investigación, es un trabajo con enfoque mixto, al retomar información cuantitativa de los sistemas de información geográfica de los instrumentos de planeación e instrumentos de recolección de datos, como cualitativa al tomar la percepción de los múltiples entrevistados para las diferentes fases del trabajo y la encuesta de percepción de los temas por parte de los especialistas.

La parte operativa se construyó sobre los objetivos particulares, en los que se obtuvieron datos de los planes y programas de ordenamiento territorial, obteniendo sobre veintinueve Unidades de Gestión Territorial (UGT) las superficies de suelo urbanizado, urbanizable,

no urbanizable y urbanizado en suelo no urbanizable, así como las proyecciones de población en ese año. El cálculo se hizo sobre las UGT del proyecto del PMDUOET 2020, lo que implica que los primeros ejercicios de planeación aún no consideraban áreas urbanas por estar en categorías rurales y, por lo tanto, entre 1994 y 2012 no tendrá el 100% de la superficie por UGAT (78.35% y 78.55% respectivamente), caso contrario del 2020, que toma el total planeado, pero se suma la superficie construida en suelo no urbanizable (103.03% en total). La síntesis de datos se encuentra en la tabla 17:

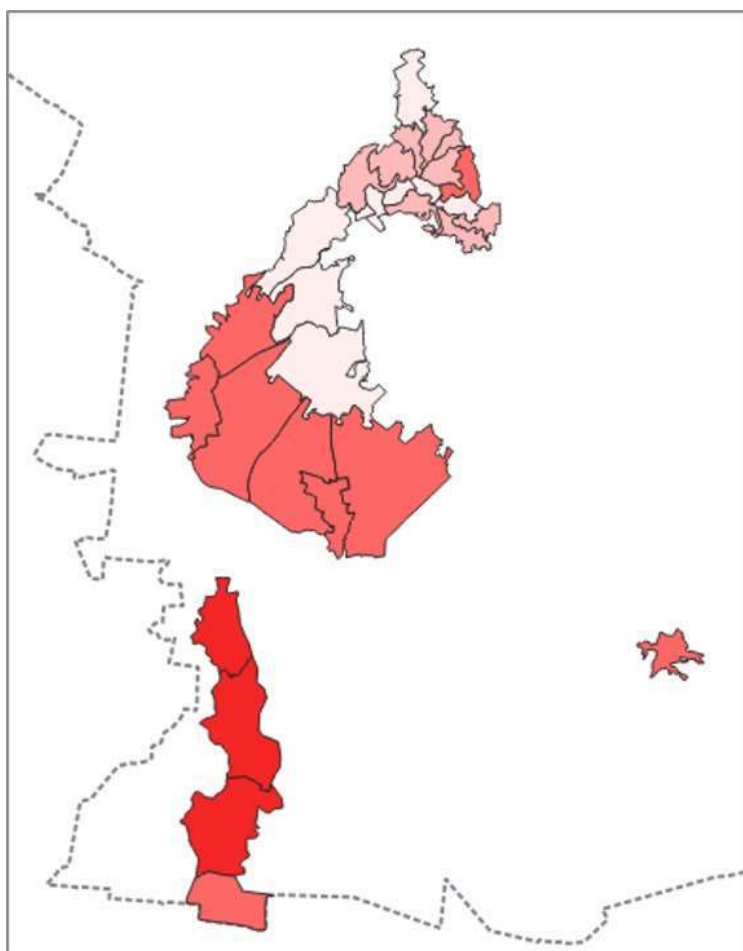
Tabla 4. Síntesis de superficies urbanizadas, urbanizables, no urbanizables y urbanizadas en no urbanizables en los ejercicios de 1994, 2012 y 2020.

	1994		2012		2020	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Urbanizado	152943.85	22.39%	216862.58	31.75%	264117.42	38.67%
Urbanizable	50537.09	7.40%	115149.54	16.86%	117787.79	17.24%
No Urbanizable	325069.99	47.59%	196538.81	28.77%	301168.48	44.09%
Urbanizado en no urbanizable	6657.00	0.97%	7971.53	1.17%	20677.73	3.03%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Sobre el modelo matemático de urbanización, las UGT se agruparon en cuatro categorías por sus características en el cálculo de la entropía urbana de mayor a menor valor de capacidad de caos. Estas zonas son similares a las del esfuerzo del ordenamiento territorial por sus variables, agrupadas en cuatro intervalos de valores entre 4.28 a 7.54, con una diferencia de valor entre 0.81 por cuartil; grupo 1. Zonas de mayor intención de ordenamiento, grupo 2. Zonas de crecimiento urbano, grupo 3. Zonas periféricas de los centros de población y grupo 4. Zonas con menor intención de ordenamiento. El primer rango se centra en las UGT de la Zona de Monumentos Históricos y Marfil; en segundo rango es la zona de crecimiento consolidado; en tercero, las periferias urbanas y La Saucedá; en el último rango y más bajo, se encuentra las UGT 28-01 a 28-04, esto explicado como la zona de menor accesibilidad considerada urbana, como se observa en las figuras siguientes.

Figura 28. UGAT de la zona urbana de Guanajuato con resultados de entropía urbana.

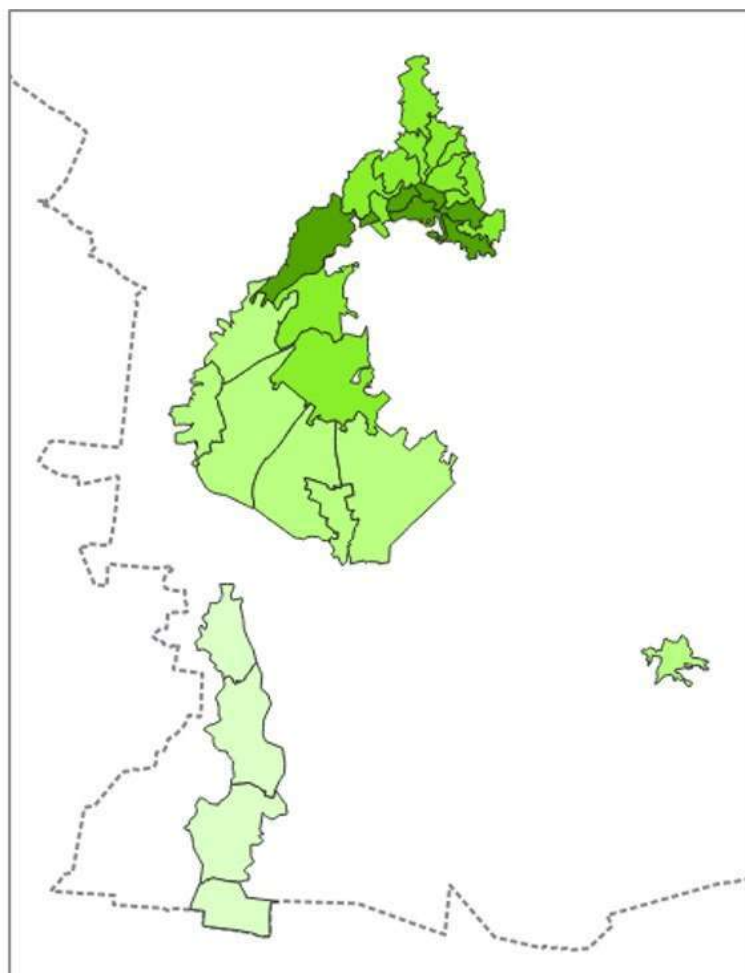


	Menor entropía sobre zonas consolidadas
	Entropía media baja sobre zonas a consolidarse
	Entropía media alta sobre zonas periféricas
	Mayor entropía sobre nuevas áreas urbanas

Fuente: Elaboración propia, 2021.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Figura 29. UGAT de la zona urbana de Guanajuato con resultados de esfuerzo de ordenamiento territorial.



	Zonas de mayor intención de ordenamiento
	Zonas de crecimiento urbano
	Zonas periféricas de los centros de población
	Zonas con menor intención de ordenamiento

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Acerca de las figuras 57 y 58, se puede deducir que, si bien no corresponden los valores globales de la entropía con los del esfuerzo del ordenamiento territorial, son similares

representados en el territorio. Se muestran entonces los cuatro grandes grupos que se han mencionado con anterioridad y concuerdan con la dinámica de consolidación urbana. En ambas figuras destacan las zonas periféricas que son las de mayor extensión territorial, son las que menos se regulan por la lejanía al núcleo urbano y por lo tanto tienen mayores problemas sociales, legales y ambientales, por citar la marginación, irregularidad en la certeza de tenencia de la tierra por la propiedad, contaminación por falta de servicios y asentamientos sobre zonas agrícolas. Esto nos conduce a fijar la atención de nuestros esfuerzos sobre lo que se debería de ordenar antes de que cause mayor impacto sobre la ciudad.

Continuando con el modelado matemático, se consideró en el esquema de simulación que el umbral de urbanización es de 4 a 7 y sobre esto, del total de iteraciones bajo el rango del umbral ya dicho, se obtuvo una curva media de simulaciones similar a la curva de urbanización en Ducci,²⁰ entendida como la obtenida al graficar la iteración de crecimiento y la proporción de suelo utilizada por el crecimiento urbano en esa iteración, teniendo una etapa inicial de crecimiento suave, una etapa de crecimiento urbano exponencial acelerado y una etapa final con una meseta de estabilidad o mínimo crecimiento.

El fenómeno del proceso de urbanización se caracteriza tanto por cambios importantes en la forma de vida de grandes sectores de la población que adquieren un estilo de vida urbano, pasando de un estadio rural a uno urbano, siendo este proceso irreversible. Para medir este fenómeno, se puede tomar como herramienta el grado de urbanización (población urbana sobre la población total de una unidad territorial). Ducci²¹ indica que el proceso de urbanización se manifiesta cuando hay aumento de la población urbana respecto al total, existe extensión física de las ciudades, se da una migración rural-urbana y genera un cambio de forma de vida en sus habitantes, confirmándose con lo expuesto en Sobrino respecto al grado de urbanización en México de 1900 al 2010.²²

En el desglose de los temas, los entrevistados coincidieron que en Guanajuato existe una política de ordenamiento territorial deficiente y vinculada a los instrumentos jurídicos, pero

²⁰ M. E. Ducci, *Conceptos básicos de urbanismo*, México, Trillas, 2012.

²¹ *Idem*.

²² J. Sobrino, "La urbanización en el México contemporáneo", en *Reunión de expertos sobre Población, territorio y desarrollo sostenible*, Santiago, CEPAL / CELADE, https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/jaime_sobrino.pdf, pp. 1-21.

no se han llevado a cabo de forma consistente a lo largo de los años, centrando su atención especialmente en lo que se considera como Zona de Monumentos Históricos (Centro histórico), seguido de las UGT con mayor crecimiento poblacional y dinámica urbana (Marfil, Yerbabuena, Puente de las Uvas y Santa Teresa, principalmente). Un tercer grupo muestran a las localidades urbanas no vinculadas a La Cañada o de crecimiento.

Finalmente, el último grupo se considera como las UGT que contienen localidades con tendencias a ser rurales (San José de Llanos, Capulín de Bustos y Cañada de Bustos). Se destaca que el 39% de los encuestados afirmaron estar totalmente de acuerdo y algo de acuerdo en que hay un esfuerzo notorio por los tomadores de decisiones por tener un ordenamiento territorial vigente y aplicado; además que el aproximadamente el 40% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo en que los políticos y técnicos toman decisiones informadas, tendiendo a una percepción positiva, resultando las correlaciones más altas entre los temas (0.802), pues “no es una política integral (...) la política carece de una visión, de objetivos y valores para un proyecto en común”;²³ “los principales problemas [en la política de ordenamiento territorial] se da por presiones económicas y posiciones partidistas”;²⁴ además que se afirmó en lo general, que para todas las acciones de este tema, siempre falta apoyo político para consolidarlas.

Otra correlación alta, con 0.796 en promedio para los tres ejercicios, fue entre la política del ordenamiento territorial (decisiones y gestión) y la suficiencia económica; sobre ello, 56% de los encuestados dijo estar en desacuerdo y algo en desacuerdo en que se invierte suficientemente en temas de ordenamiento territorial, confirmando que el 45.5% ve negativo el equilibrio entre de la parte económica con las acciones del ordenamiento, pensando en todo caso, que no existe suficiente disposición financiera a la parte operativa de vigilancia, a decir de un especialista, “no hay recurso que alcance, ha mejorado, pues se le dio impulso y confianza [a este rubro]”.²⁵ Espacialmente se observa que los recursos económicos se focalizan en la zona del centro histórico, Marfil, Yerbabuena y Valenciana, es decir, las áreas turísticas y las que tienen mayor crecimiento urbano. En el caso

²³ Entrevista E.A.5. El ordenamiento territorial en Guanajuato desde la perspectiva política. A. Arredondo-Pérez, entrevistador, 24 de noviembre de 2020.

²⁴ Entrevista E.A.8. El ordenamiento territorial de Guanajuato desde la perspectiva ciudadana. A. Arredondo-Pérez, entrevistador, 11 de mayo de 2021.

²⁵ Entrevista E.A.1. El ordenamiento territorial en Guanajuato. A. Arredondo-Pérez, entrevistador, 17 de noviembre de 2020.

contrario, se observan tres UGT en las localidades rurales, que indican las zonas con menor inversión económica.

Por otro lado, 43.9% de los entrevistados respecto a la capacidad técnica de planeación y de acción señalaron que sí existen suficientes recursos humanos especializados; pero, a la vez, los entrevistados en su mayoría señalaron que no hay suficiente personal para la vigilancia en la ciudad. Las correlaciones entre los técnicos y los demás temas (políticos, economía y ciudadanía) fueron los más altos (0.802, 0.713 y 0.694 respectivamente), indicando que es el eslabón con mayor acción entre los demás aspectos. Especialmente se observa un fenómeno similar al que se presenta en el tema de economía, pues permiten diferenciar las UGTs entre sí, lo cual sugiere que históricamente, la diferencia en el esfuerzo de ordenamiento territorial se ha centrado mayormente en estos dos aspectos.

El tema de la acción ciudadana, por parte de la autoorganización,²⁶ respecto a las disposiciones institucionales y cooperación es el más cercano a la política (correlación de 0.727), pues es el sector social que engloba las características menos tangibles del territorio, pero se reflejan sus decisiones en la ciudad. En la parte de la TGS, la organización ciudadana es la contraparte de la entropía, es decir, es la fuerza que estructura el sistema y provoca a su metamorfosis y su evolución, este papel es para el proceso de la neguentropía. Los testimonios de los especialistas observan que la atención de la mayoría de los actores ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil se centran en 10 UGT, principalmente en la Zona de Monumentos Históricos, laderas de los cerros de La Bufo y Marfil; el segundo grupo se dio en el resto de La Cañada, Colonia Burócrata, Yerbabuena y Santa Teresa; el tercer grupo abarca el resto del centro de población y las UGTs con las localidades de La Saucedá y San José de Llanos-Los Nicolases; el último grupo fue de las UGT con la menor población.

A decir de este punto, es en general el que puede sostener una política pública bien estructurada de ordenamiento territorial o dejarla de lado, algunas reflexiones importantes de los entrevistados son:

- La relación de los políticos con la ciudadanía es importante, pero se relacionan aún los representantes políticos con asociaciones con intereses afines.

²⁶ J. Portugali, *op. cit.*

- Existen dos posturas de la visión ciudadana, desde la perspectiva política “los ciudadanos no respetan las disposiciones de ordenamiento del territorio por el desconocimiento que tienen de sus instrumentos y restricciones, por lo que se van ‘por la libre’”²⁷ y, por otro lado, “hay de todo, [...] porque se desconoce [pero] hay gran mayoría de los que quieren actuar a favor”.²⁸
- Existen 14 formas de participación en Guanajuato, pero están institucionalizadas, como es el caso de los Consejos Municipales en materia. Es necesario que sea esta participación bien diseñada y con reglas claras desde el marco jurídico y reglamentario.²⁹ La mayoría de estas formas de participación se reducen a la consulta.
- La participación sirve cuando la ciudadanía tiene la capacidad y voluntad de incidencia [en la política pública], es decir, para negociar con grupos de interés.³⁰

Dentro del trabajo, los entrevistados reflexionaron lo siguiente en torno a la construcción social del espacio sobre los conceptos de imaginario, existencia y cultura de Batista:³¹

- El imaginario varía entre grupos, se dijo que no existe una idea consensada para una identidad general, pues los diversos grupos o actores influyentes tiene en su agenda sus propios intereses, anhelos o imaginarios, e incluso relaciones de poder.
- Es muy necesario tomar en cuenta a los ciudadanos para la planificación, es la base para quien trabaja en la administración pública y las instituciones, pero se ha olvidado.
- Las diferentes escalas de planificación afectan al imaginario e identidad: regional, urbano y barrial. En esta escala de barrio, es donde más fácil se conjugan los intereses vecinales y se puede integrar la planeación efectiva.
- Al ser la planeación urbana una actividad pública e institucional, se deben encontrar los espacios legales para poder trabajar en la participación.

²⁷ E. A. 5, *op. cit.*

²⁸ Entrevista E.A.9. El ordenamiento territorial de Guanajuato desde la perspectiva ciudadana. A. Arredondo-Pérez, entrevistador, 18 de mayo de 2021.

²⁹ E. A. 8, *op. cit.*

³⁰ *Idem.*

³¹ E. Batista, *op. cit.*

- Existen diferentes grados de participación, muchos de ellos están normados en las leyes, pero se limita al grado de consulta, que es el nivel más sencillo que busca validar una acción técnica-política.

5.4.1 Correlación entre el Índice de Entropía Urbana y el Índice de Ordenamiento Territorial

Los resultados de la entropía urbana, midiendo la desorganización urbana del caso de Guanajuato, y de las variables del esfuerzo del ordenamiento territorial (política pública, especialidad técnica, suficiencia económica y acción ciudadana), se han calculado por ejercicio de análisis (1994, 2012 y 2020) para obtener la correlación entre ellas, la cual se observa en la tabla 1 (del 0 al 1, en el cual entre más cercano es el número a 1, tiene más relación vinculatoria,³² valores divididos en cuatro rangos: 0.00 a 0.25 = nulo, 0.26-0.50 = bajo, 0.51 a 0.75 = medio, 0.76 a 1.00 = alto). Se observa que la correlación de los ejes temáticos que definen el Índice de Esfuerzo del Ordenamiento Territorial tiene correlación positiva con la entropía, pero es baja, en comparación al elemento de ciudadanía, que guarda una correspondencia más alta con los demás elementos.

Los valores de los coeficientes de correlación se obtuvieron con el código ProMETeUs (*Correlation Coefficient Measurement between Spatial Entropy and Urban and Territorial Planning Variables*), mismo que se desarrolló en el lenguaje de programación Fortran 90 (ver Apéndice 5). Este código fue realizado y sistematizado como parte de la estancia de investigación doctoral del PIDA en la Universidad del Papaloapan, Oaxaca, en agosto del 2021. Resaltan en el ejercicio de 1994 la alta correlación de 0.957 entre Política y Economía, sobre lo que se infiere que estos elementos actúan de forma conjunta, caso contrario con la relación de 0.174 entre la Política y la Entropía, lo que vislumbra la percepción de las acciones desligadas de los tomadores de decisiones en los aspectos del territorio. En el año 2012 se destaca la misma correlación alta entre Economía y Política, pero con un valor de 0.865, y del lado contrario, entre Entropía y responsables técnicos con 0.179, en lo que se supondría que los técnicos no pueden actuar de forma efectiva en el desarrollo activo del territorio; en el mismo periodo, la correlación más alta destaca entre la Política Pública y los Técnicos con un valor de 0.872. Finalmente, en el ejercicio del 2020, el valor más alto de correspondencia entre variables es entre Técnicos

³² Para hacer más notoria la correspondencia, se incluyen asteriscos siendo: * correlación media, ** correlación alta.

y la Política de Ordenamiento Territorial (0.828), lo que puede significar un avance considerable en el manejo al ordenamiento territorial. El valor con menor correlación la tienen la categoría de Técnicos con la Entropía (0.072).

En todos los periodos, las correlaciones más bajas se encuentran en la relación de la entropía con las demás categorías, pudiendo interpretarse como la desunión de las acciones de ordenamiento territorial con la dinámica urbana sobre la entropía urbana. Las relaciones más altas son entre los esfuerzos técnicos con la política y la economía, así como la ciudadanía con los técnicos y la política, siendo que los primeros inciden con mayor relevancia en los segundos, dando especial relevancia en la categoría de los esfuerzos técnicos. En la siguiente tabla se aprecian los valores de correlaciones del código ProMETeUs.

Tabla 5. Correspondencia entre la entropía y las variables del esfuerzo del ordenamiento territorial para Guanajuato en los ejercicios 1994, 2012 y 2020.

Año	Elemento	Técnicos	Política	Economía	Ciudadanía
1994	Entropía	0.17629009	0.17484336	0.24723454	0.28106276
	Técnicos	1	0.93791348**	0.93958173**	0.86789722**
	Política		1	0.95762017**	0.88589338**
	Economía			1	0.87120312**
	Ciudadanía				1
2012	Entropía	0.17982157	0.16863742	0.35238169	0.16588955
	Técnicos	1	0.87220389**	0.85815824**	0.86996384**
	Política		1	0.86547748**	0.76106569**
	Economía			1	0.71453248*
	Ciudadanía				1
2020	Entropía	0.07239235	0.18420579	0.2962833	0.1847495
	Técnicos	1	0.82810775**	0.81729128**	0.71176577*
	Política		1	0.72486478*	0.80976246**
	Economía			1	0.57192728*
	Ciudadanía				1

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se ajustó un modelo de regresión entre los valores³³ y que, fijando 0.05 como valor de referencia para considerar el resultado de una prueba estadística como significativa, muestra que los resultados no son relevantes en el sentido estadístico. Sin embargo, al ajustar un modelo de regresión, sugiere una relación entre los ejes temáticos que definen el esfuerzo de ordenamiento territorial y la entropía urbana. Los resultados se observan en el cuadro siguiente:

Tabla 6. Resumen de coeficientes de regresión entre los valores para Guanajuato en los ejercicios 1994, 2012 y 2020.

	Coeficientes		
	Estimado 1994	Estimado 2012	Estimado 2020
(Intercepto³⁴)	0.02035	0.37348	-1.04642
Ciudadanía	0.12465	0.04962	0.17215
Economía	0.18773	0.35204	0.28899
Política	-0.23453	0.01538	-0.02797
Técnicos	-0.03417	-0.47554	-0.28795

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se observan algunos aspectos a destacar respecto a los coeficientes obtenidos con relación a la entropía, uno de ellos es que el eje de Especialidad Técnica (Técnicos) es negativo para todos los periodos y, por lo tanto, disminuye cuando el índice de entropía aumenta. Por su parte, los aspectos de ciudadanía y economía resultan tener un coeficiente positivo y, por lo tanto, si un índice aumenta, el otro lo hace también. El coeficiente relacionado con el eje temático de política cambia de signo en los distintos periodos y por lo tanto no puede considerarse constante, por lo que es complicado vincular el rol de este eje con respecto a la entropía.

³³ Cabe mencionar que debe tomarse como análisis exploratorio y para corroborarlo se requiere experimentos diseñados especialmente, los cuales se proponen para las futuras líneas de trabajo.

³⁴ Punto de intersección de la recta en el eje y para la entropía.

Conclusiones

Se finaliza este documento con una serie de reflexiones e inquietudes que surgieron desde el planteamiento de la investigación, las cuales se construyeron durante el análisis y se consolidan en el presente apartado, que está compuesto por tres puntos. En el primero se plantea el debate y crítica teórica sobre la práctica empírica de la construcción urbana. Como segundo punto, las reflexiones sobre el planeamiento y el ordenamiento territorial; y en el tercero, las líneas de investigación para ampliar el conocimiento de este trabajo.

Inicialmente, se pretende responder a la pregunta de investigación: ¿cuál es la relación entre los modelos de planeación territorial con la desorganización urbana actual y cómo esta interacción puede incidir en los instrumentos de ordenamiento territorial para minimizar los efectos de desorden en las ciudades medias e intermedias mexicanas? Sobre ello, los modelos preestablecidos en la planeación territorial urbana se basan en el marco jurídico mexicano que configuran el Sistema de Planeación Democrática federal, estatal y municipal, que evoluciona para dar respuesta a los problemas presentados a través del tiempo, es decir, están desfasados según las dinámicas actuales. En algunos casos, resultan en instrumentos genéricos o superficiales del territorio los cuales simplifican la gran complejidad de las dinámicas sociales, políticas, técnicas y económicas. Así, la interacción del modelo normativo y tradicional de la planeación con la realidad vigente de las ciudades es muchas veces rebasada y, al no focalizar esfuerzos en las zonas con mayor desorden, diluyen los posteriores esfuerzos de gestión y vigilancia, para procurar dar equilibrio en los subsistemas urbanos para la población.

Acerca de las afirmaciones anteriores y desarrolladas en este trabajo, se realizó la aplicación de un modelo matemático que mide el grado de desorden en las ciudades, o el Índice de Entropía Urbana, contrastando los resultados con los esfuerzos para mantener un orden, o el Índice de Ordenamiento Territorial. Reiterando que son las ciudades medias e intermedias aquellas que tienen mayor probabilidad de ser urbanizadas por movimientos demográficos o dinámicas económicas, y en donde se puede propiciar una desorganización en ciertas zonas, según las políticas que se han delineado desde el orden internacional. La aplicación y medición del fenómeno se realizó en la ciudad de

Guanajuato, México, ciudad media, intermedia y con denominación metropolitana emplazada en la región del Bajío, actual zona de gran desarrollo económico e inmobiliario.

Ahora bien, retomando el planteamiento hipotético se hace mención que los instrumentos de planeación para el ordenamiento territorial sí se basan en un modelo normativo rígido y que tiene tradición desde lo planteado en el Movimiento Moderno, con enfoques funcionalistas, mismo que ha evolucionado lentamente en su marco jurídico y técnico, acoplado de forma reactiva conceptos y realidades rebasadas, es decir, responde ante la presión social para reconocer nuevas tendencias o perspectivas que ya están en la dinámica urbana. En estos instrumentos se tienden a simplificar las relaciones territoriales y sociales, en algunos casos se sectoriza por tema específico, no viendo la realidad integral; esto implica que no se reconoce el caos y la complejidad sobre cómo se debe tratar a la ciudad, incluyendo su contexto más amplio que incide en el comportamiento local. Los POTE al tener un marco normativo predefinido y con tendencias a simplificar su diagnóstico, no se estudia el grado de desorden urbano actual, ni se refleja en las estrategias de prospectiva. En este ejercicio, se ha demostrado que la aplicación de los Índices de Entropía Urbana y en correlación con el Índice de Esfuerzo de Ordenamiento Territorial, arroja información valiosa para identificar las zonas con mayor tendencia al desorden por crecimiento urbano, siendo las periféricas no externas, sino las que tienen vacíos con infraestructura urbanizable. De manera adicional, se encontraron respuestas a cómo la sociedad actúa como un aglutinante de autoorganización, que se puede nombrar como Neguentropía Urbana, es decir, los esfuerzos sociales y políticos que inciden en lo técnico y económico para modificar el territorio, claro, esto a través de trabajo cualitativo para una mejor información y cultura de gobernanza.

El uso de Unidades de Gestión para el análisis matemático y cartográfico ayuda a descomponer en piezas manejables el total urbano, tal cual se hizo con el modelo matemático, en el que se redujeron las variables que afectan la realidad para poder asimilar la información total tanto del desorden (o incluso ausencia de información del comportamiento urbano orgánico natural), como del ordenamiento territorial, como política y disciplina. La aplicación para la ciudad de Guanajuato, México, al ser una ciudad de tamaño y funcionalidad media e intermedia, y con políticas metropolitanas, tiende a una desorganización por su crecimiento urbano y demográfico en diferentes unidades territoriales, ha aportado información local del fenómeno estudiado, pero es necesario

replicar este trabajo y construir una base comparativa para demostrar en construcción teórica su aplicabilidad.

A lo largo de la investigación se ha podido establecer que las bases teóricas de la planeación se aplican de forma desligada a los ejercicios empíricos, por ello, los datos básicos de la entropía, aún al tener una correlación baja pero positiva con las variables del esfuerzo del ordenamiento territorial, sirven como una base para generar acciones de diseño de políticas públicas o de gestión activa para el correcto desarrollo de la ciudad, buscando ordenar (o reordenar los espacios intervenidos sin previsión), sobre una acción ciudadana vinculada a las decisiones de los representantes políticos locales. Igualmente, se concluye que el método de análisis ha servido para evaluar de forma congruente las variables y definir sobre cuales se pueden trabajar de forma principal, así como las Unidades de Gestión Territorial que requieren atención prioritaria.

Con base en lo anterior, se recomienda el uso de la metodología para otros asentamientos humanos de diferente tamaño en las inmediaciones de la misma red de ciudades del Bajío, con el objetivo de obtener más datos del comportamiento entre las variables y, así modelar con mayor precisión y corroborar la hipótesis con un muestreo diverso, haciendo un estudio comparativo de la entropía urbana.

Una vez hecho el estudio, y confirmado que existen diferentes grados de entropía urbana, en algunas UGT más que en otras, queda la reflexión de que sí se pueden focalizar los esfuerzos sobre los instrumentos de planeación, pero queda aún la disyuntiva si políticamente y socialmente puede ser aceptada una nueva herramienta cualitativa para el estudio urbano, que es tradicionalmente social, entonces en ese supuesto, las políticas públicas deberían de homologarse con criterios medibles, que en muchas urbes no es posible realizarlo por la capacidad técnica o desconocimiento del método.

Acerca del objetivo general, el cual es determinar la relación entre el modelo normativo de planeación para el ordenamiento con la actual desorganización urbana, elaborando una revisión teórica, crítica y propuesta metodológica de análisis sobre dichos instrumentos para minimizar los efectos de caos en las ciudades medias mexicanas, se afirma que se cumplió de forma global, pues se pudo hacer el estudio y evolución de los instrumentos de planeación que ha dictado la ley para Guanajuato, desde 1980 hasta 2020,

específicamente para los ejercicios que han sido vigentes de 1994, 2012 y el último ejercicio completo de 2020, constatando que estos han servido como reguladores de los usos y destinos del suelo de forma emergente, no como herramientas para propiciar un ordenamiento en las áreas urbanizables o un reordenamiento en el medio físico construido. Se hizo el análisis de la entropía urbana y de los esfuerzos del ordenamiento territorial sobre un modelo matemático, resultando en la ubicación de las zonas semi periféricas internas al límite urbano las que tienen mayor incidencia en posibilidad de un desorden, son en estas superficies en las que se deben aplicar nuevas políticas públicas que estén encaminadas a disminuir los efectos negativos de la entropía.

En este tenor, se cumplieron cabalmente las acciones específicas del trabajo, pues a partir del marco metodológico y operativo se pudo obtener información veraz sobre los instrumentos de recolección de información, así como los testimonios que han permitido la construcción de la congruencia de los instrumentos de planeación con la realidad actual del caso de estudio.

La metodología, al ser interdisciplinaria y con un mayor enfoque cuantitativo, abona a observar a las ciudades con variables objetivas, sin dejar de lado la capacidad crítica de la dimensión social que permea e integra el conjunto urbano. La metodología con el modelo matemático aporta a una búsqueda objetiva de información para la toma de decisiones sobre el estudio de la geografía, que, si no es algo nuevo, aporta a los estudios y a la práctica empírica. Se reconoce que en los resultados se encontraron limitantes en la vinculación del índice de entropía con los esfuerzos del ordenamiento territorial, siendo de forma exploratoria pues, aunque las bases cuantitativas se lograron definir y los elementos cualitativos fueron expuestos y corroborados por diferentes especialistas técnicos, políticos, académicos y miembros activos de la sociedad, es necesario establecer un nuevo marco de trabajo con líneas de acción en otros asentamientos humanos de diferentes escalas del Sistema Urbano Nacional para dar solidez a las afirmaciones aquí presentadas.

Acerca de la relación teórica y empírica para estudiar a las ciudades

La geografía crítica o radical ha puesto en juicio a la ciudad moderna al caracterizarla como un territorio deshumanizado y que personifica el capitalismo por adoptar e

interiorizar las políticas neoliberales y globalizadoras por una racionalización instrumental, “el mundo moderno solo puede funcionar mediante la racionalización de todos los ámbitos de la vida social, porque sus valores están comprometidos con una lógica de la productividad, del beneficio y de la capitalización de los productos del esfuerzo humano.”³⁵ Las ciudades medias mexicanas no son la excepción a estas afirmaciones; sin embargo, se ha encontrado un punto de convergencia en el estudio empírico urbano, con una herramienta que otorga bases cualitativas para la toma de decisiones, que recaen en actores políticos, sociales y de poder en la ciudad.

Aunque Smith³⁶ afirma que la ideología del neoliberalismo ha perdido su poder (pero sigue siendo dominante y vigente) por varios factores, como las crisis asiáticas, emergencia de la oposición política en Latinoamérica, los movimientos antiglobalización del siglo XXI, la guerra de Irak y Estados Unidos, y la crisis económica del 2008; no se han podido frenar los efectos que han producido en las ciudades a través de políticas y prácticas que buscan la competitividad global, lo que supone aún una crisis urbana sistémica que permea desde las metrópolis hasta las comunidades rurales de la mayor parte del mundo. El desafío que cuestiona el autor es que se debe organizar la oposición al caos venidero sin un pánico que entorpezca el desarrollo social, esto significa comprender de forma crítica la reconstrucción de nuevos pilares, claro, es necesario reconectar con la filosofía del urbanismo doméstico y las capacidades locales, aceptando que el rol de las ciudades medias no debe convertirse en el futuro de las actuales ciudades megalopolitanas o metapolitanas, que exceden la escala territorial de lo urbano.³⁷ Castillo reflexiona sobre el pensamiento crítico de Rancière acerca de la filosofía y la ciencia:

Podemos suponer que el pensamiento crítico bajo la etiqueta del marxismo cientificista funciona mediante una lógica consensual, esto es, aspira al funcionamiento óptimo de la sociedad a través de la concientización de los individuos. En cambio, el pensamiento crítico desde una resignificación *ranceriana*³⁸ opera mediante una lógica del desacuerdo o

³⁵ Lezama, *op. cit.*, p. 194.

³⁶ N. Smith, “¿Ciudades después del neoliberalismo?”, en M. Davis, O. Metropolitano, R. Rolnik, A. Ross, & N. Smith, *Después del neoliberalismo: ciudades y caos sistémico*, Barcelona, Museu d'Art Contemporani de Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, 2009, pp. 9-30.

³⁷ I. López, C. Giusso, M. Juárez, D. Rotger, E. Velazco, “De las metrópolis a las metápolis. El paisaje como instrumento de análisis. Caso: Región del Gran La Plata”, en *La Plata: VII Congreso de Medio Ambiente*, 2012.

³⁸ Referente al pensamiento y posturas de Jaques Rancière, francés filósofo y profesor de política que estudia la lucha de clases y la igualdad influenciada por el marxismo en el siglo XXI.

disenso. En ese sentido, esta propuesta no pretende restablecer ningún lazo perdido de la comunidad, ya que eso supondría estar de acuerdo con la estructura actual del orden existente, es decir, con el reparto de lo sensible y la distinción entre los intelectuales y los embrutecidos.³⁹

Es de resaltar sobre la investigación que, aunque las teorías propongan la explicación de la realidad, todas ellas se encuentran en constante construcción y por ello debemos propiciar un pensamiento no conformista de lo que observamos, pues la dinámica empírica urbana va a dar pauta a nuevos paradigmas de comprensión de la realidad. De igual manera, ningún método anclado a la teoría va a dar cuenta de la realidad en su totalidad. Justo por ello, se ha buscado una alternativa de investigación práctica sobre la teoría, que sumadas nos acercan a la realidad de orden-desorden que queremos explicar para una ciudad media e intermedia mexicana. Es importante exponer también que el método matemático sumado a la teoría social de la metageografía⁴⁰ contribuyó para acercar a la realidad empírica urbana y acusar los problemas y la explicación social.

En cuanto entender a las urbes de estudio de forma abstracta, se concluye que estas son el resultado de su complejo proceso histórico, social, económico y se va construyendo a sí misma. La dinámica que tiene cualquier grupo social asentado se verá reflejado físicamente en las partes constituyentes de la ciudad que habitan, incluyendo sus actividades socio culturales, normas y costumbres son las que crean a la ciudad. Con base en lo anterior, se deduce que los diferentes grupos sociales hacen que cada asentamiento tenga cualidades especiales que lo distinguen de otros pueblos, villas o ciudades; sin embargo, no puede iniciar la formación urbana sin algún tipo de experiencia previa, pues se toman elementos y se retroalimentan de otros sitios ajenos al propio, por lo que las características morfológicas son similares a otras localidades regionales, pero nunca serán exactamente las mismas, ya que las rigen otras situaciones temporales y espaciales.⁴¹

Todas las perspectivas mencionadas en la construcción de la investigación, así como en los antecedentes teóricos y marco de referencia, hacen cada vez más complicado dar coherencia a una visión única de ciudad, pues existen dos puntos tensores contrapuestos: un núcleo que apunta a la globalización, competitividad económica o tecnológica, y la

³⁹ K. Castillo, "Pensamiento crítico en el siglo XXI: J. Rancière", en *Pro-Posições*, 31, 2020, [25 de septiembre de 2021] doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1980-6248-2019-006>,

⁴⁰ A. F. Alessandri, *op. cit.*

⁴¹ A. Rossi, *op. cit.*

visión ambientalista de mantenimiento de los recursos naturales, el desarrollo local y las potencialidades individuales de cada ciudad. No obstante, sin una visión lineal del desarrollo, las ciudades deben buscar apostar a las capacidades propias de cada territorio, pudiendo descomponer sus elementos y dimensiones en unidades manejables sin perder de vista la integralidad.

Acerca de la planeación territorial y urbana, en lo empírico se simplifica la comprensión de la realidad y se traduce en instrumentos políticos de simple gestión reactiva, este contraste con las dinámicas actuales nos expresa que la política normativa es sencilla a comparación de lo observado que califica como caótica en la mayoría de los casos. El caos en las ciudades se asocia al desorden y desorganización, pero el caos es un comportamiento no lineal,⁴² mismo que dificulta hacer prospectiva exacta en los sistemas abiertos. En las ciudades es la lógica intuitiva en que la misma sociedad va organizando de forma natural día a día su entorno, esta organización caótica es incomprensible desde una perspectiva única, por lo que se debe estudiar de forma integral y holística, considerando las particularidades físicas, sociales, políticas y económicas que dan forma a los asentamientos humanos.

La complejidad del caos se examina, muchas veces simplificando sus variables e indicadores, en los planes y programas que buscan el desarrollo de las ciudades, resultando en diagnósticos y propuestas simples, que cuando se gestiona sobre el territorio, diluye la esencia del orden social. En este punto, se exhorta a las académicos y técnicos de lo urbano para que se pueda vincular la visión de los propios vecinos, para que el conocimiento de su autoorganización (en rol de la neguentropía) sea expuesto en las políticas públicas, evitando fracasar los instrumentos, tanto por la apropiación social como por la visión general del territorio.

Por otro lado, y retomando los argumentos de las tendencias neoliberales de tratar a las ciudades como recursos, nos debemos apoyar en la geografía crítica para que los planes y programas no sucumban ante los intereses particulares, pero obligatoriamente dando pie a la lógica de mercado para su valoración, con la visión de un equilibrio para el desarrollo de la población, que son aquellos que dan la base para ordenar y respetar las

⁴² E. Lorenz, *The Essence of Chaos*, Washington, UCL Press, Taylor & Francis e-Library, 2005.

normas de convivencia en la ciudad. Aunque es un trabajo extenuante para los técnicos el armonizar las visiones sociales y políticas en un marco económico, se debe explorar lo utópico como lo deseado que nos mantenga en movimiento, no como lo inalcanzable y una propuesta unilateral, replanteando en conjunto los ideales que busquemos:

Si nuestra intención es construir utopías genuinas, en lugar de conformarnos con basar nuestro comportamiento en falsas utopías como Coketown, la Casa Solariega, el Estado nacional y todos los demás mitos parciales e inadecuados a los que hasta ahora hemos jurado lealtad, debemos volver a examinar los *idola* que habrán de ayudarnos en la reconstrucción de nuestro entorno.⁴³

Acerca de los usos específicos de las unidades de gestión para la planeación

Si bien se han abordado los beneficios de las unidades de gestión para los instrumentos de ordenamiento territorial pen la toma de decisiones, ya que son útiles para planear, actuar, gestionar y evaluar a escala local (barrio, colonia y manzana), pudiendo hacer análisis abstractos de ellas; también se deben reconocer sus limitantes. Los principales puntos que restringen el uso de las unidades de gestión, tanto ambiental como territorial urbana son que: a) se necesita una clave única (incluir criterios específicos); b) son abstractos; c) no son reconocibles sus límites a escala humana; d) necesitan actualizarse constantemente; e) pueden propiciar una visión fragmentada del territorio y; e) existen múltiples métodos para definir sus límites.

En palabras de Beneitez, Serrano y Martínez “si en la planificación territorial se quieren integrar estrategias de desarrollo sostenible es necesario alterar el paradigma tradicional de planificación, e incorporar actuaciones que asocien el desarrollo económico con el uso racional de los recursos naturales, sin perder de vista la distribución social de los resultados”;⁴⁴ para ello, es oportuno el uso de las Unidades de Gestión.

De forma particular, una discrepancia en las Unidades de Gestión el caso de Guanajuato es que las UGA tienen sus principales rasgos de delimitación a través de los elementos geomorfológicos, mientras que las UGT se definieron en este caso por los elementos culturales, normativos y demográficos. Estas reflexiones buscan hacer un pensamiento

⁴³ L. Mumford, *Historia de las utopías*. Logroño, Pepitas de Calabaza Ed., 2015, p. 251.

⁴⁴ J. Beneitez López, J. Montero Serrano y P. Martínez de Anguita, *op. cit.*, p. 1381.

crítico en cuanto al uso de las UG sólo para el proceso de planificación (desde la elaboración del plan, gestión y su seguimiento). Sin embargo, para la percepción general de los habitantes, estos no representan límites en el territorio y no tienen significado cultural más allá de los límites barriales, pues la ciudad es el constructo social que se transforma día a día.

La resiliencia del territorio sobre la entropía

La resiliencia es un concepto que se ha manejado en diferentes disciplinas, incluyendo en la geografía y urbanismo; de acuerdo a Habitat III,⁴⁵ se refiere a la capacidad de las poblaciones, autoridades locales y al conjunto de actores para anticipar y prevenir los riesgos, adaptarse o recuperarse de cambios bruscos o padecimientos crónicos (violencia, desigualdad, inseguridad e incluso caos) identificando oportunidades para adaptar las modalidades de actividad preservando a la vez identidad y ciertas características a nivel local. Cuando ocurren cambios fuertes y repentinos, la resiliencia de un territorio se mide de acuerdo con su capacidad para evolucionar hacia un nuevo estado de equilibrio dinámico construido colectivamente, restableciendo sus funcionalidades técnicas, conservando y reconstituyendo su ecosistema y renovando los equilibrios sociales.⁴⁶

Así, en el caso de este trabajo, en el que observamos la aparente desorganización urbana en diferentes unidades territoriales, y que, al comprender a las ciudades como las estructuras disipativas complejas, tiene componentes sociales de autoorganización que permiten estructurar y evitar el colapso en su territorio, tal sea por el arraigo, identidad, historia, cultura, conveniencia, etcétera, pero la sociedad juega el papel contrario de la entropía o caos: que es la neguentropía. Este concepto es la energía reguladora y que mantiene las estructuras sobre las que influyen las políticas públicas y prácticas económicas exógenas, y que la comunidad habitante con los recursos propios adapta para poder vivir y transformar el entorno en zonas cada vez más confortables.

⁴⁵ Se refiere a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre vivienda y desarrollo urbano sostenible, llevada a cabo en Ecuador en el año 2016.

⁴⁶ Naciones Unidas, *Temas Hábitat: 15- Resiliencia urbana*. Nueva York, Hábitat III, 2015, [23 de octubre de 2021], <http://uploads.habitat3.org/hb3/Issue-Paper-15-Urban-Resilience.pdf>

En retrospectiva, los asentamientos humanos crecen, se complejizan en su territorio y tienden a un grado de desorden más rápido que las acciones que se esperan para corregir o prever su orden, según lo esperado por la política de planeación. Esta brecha para guardar el equilibrio y llegar a los objetivos esperados se irá ampliando conforme el avance del tiempo de forma inercial, por ello, se debe apostar a un urbanismo en que se dé fuerza de decisión a la ciudadanía para mejorar el sistema de autoorganización propio, y al mismo tiempo, en el trabajo técnico institucional aprender sobre este constructo social a profundidad. Algunas prácticas de neguentropía social que las crisis urbanas y territoriales nos han mostrado son:

- La organización emergente y participación ciudadana en redes sociales digitales para atender temas urgentes, tales como el abasto de agua, defensa del territorio, apoyos urgentes, entre otras. Existen muchos ejemplos, pero los más representativos a nivel internacional fue la cooperación ante los terremotos del año 2017 en la Ciudad de México. Otro ejemplo interesante es la defensa del agua por las comunidades Yaquis en el estado de Sonora, México en los años anteriores, especialmente en el año 2018 con la construcción del Acueducto Independencia. Un caso similar fue el levantamiento social en defensa de los sitios sagrados Wirikuta del pueblo Wixárika en San Luis Potosí, México, que fue amenazado por la industria minera entre los años 2014 y 2015. En casos locales, destaca la defensa del cerro de La Bufa en Guanajuato en el año 2010 por la urbanización en las faldas de la emblemática zona histórico cultural y natural.
- La recuperación de las actividades en la recesión económica a consecuencia de la pandemia del COVID-19, mismas que se siguen gestando, pues las herramientas tecnológicas han facilitado un intercambio de comunicación entre vecinos para fomentar redes de comercio local con productores y artesanos, apoyos de salud a los enfermos y a sus familiares, etcétera.

Estos ejemplos nos dan una clara idea de la empatía que se tiene ante grandes problemas que pueden afectar la estructura de identidad o de supervivencia de los más cercanos. Con esta reflexión, se concluye que las crisis incentivan el actuar de forma coordinada en las ciudades, pero que es tarea de la política pública el prevenirlas o mitigar sus consecuencias a través de la planeación y gestión del territorio.

Reflexiones sobre el planeamiento y ordenamiento territorial

Reflexionando sobre la disciplina del planeamiento del ordenamiento territorial, se debe considerar inicialmente lo siguiente:

- El planeamiento se apoya sobre un marco jurídico, por lo que la ley debe adaptarse a los cambios socio territoriales y ser clara para su actuación.
- La experiencia local de los instrumentos de planeación tiene muchas veces un modelo estandarizado por seguir los lineamientos jurídicos sin reflexionar en el espacio concreto, y a nivel regional toma la base de competitividad económica para su formulación.
- La planeación a nivel local y urbano es prospectiva, pero su gestión es reactiva, por lo que se deben incluir un modelo de gestión y acción a corto plazo, se puede considerar entonces que es un ejercicio de reordenamiento del entramado urbano.
- La política de ordenamiento territorial en ciudades media y grandes está en construcción, es decir, no hay un consenso general de visión e identidad para generar mayor apropiación del cuidado al territorio.
- Las zonas con mayor entropía no son exclusivamente las periferias, sino las áreas intermedias entre ellas y las zonas consolidadas, pues hay mayor presión social, económica y política.
- Las evaluaciones entre instrumentos no son equivalentes (si se dan), pues la reconstrucción legal modifica las terminologías de los planes/programas, tal es el caso de los tres instrumentos analizados, que se basan en tres leyes de planeación o desarrollo urbano del estado de Guanajuato.
- Los enfoques teóricos y empíricos de la construcción de las ciudades no siempre se corresponden, por lo que se deben tejer nuevas perspectivas académicas desde la experiencia actual, como se ha recalado en esta investigación, existen herramientas para poder evaluar los instrumentos contra el crecimiento actual, como lo es la propuesta de la entropía urbana y el esfuerzo del ordenamiento territorial.
- En cuanto al papel que jugará la planeación en los próximos años, será la negociación como un proceso fundamental en el modelo de ciudad global y neoliberal para poder llegar a acuerdos exógenos y endógenos, mismos que

deben ser liderados por las administraciones locales con la mayor transparencia posible para garantizar una participación amplia.

La aplicación del método de análisis de la entropía urbana y del esfuerzo de ordenamiento territorial tiene cabida en los instrumentos de planeación urbana, específicamente en la etapa de diagnóstico previo a la modelización de la prospectiva, es decir, encuentra un espacio práctico para el diseño de políticas de corto y mediano plazo. Incluso en la fase preparativa de los instrumentos se puede realizar este análisis y sobre los resultados incidir en una metodología acorde a un POTE parcial. Sin embargo, al registrar que el desarrollo urbano es un proceso de cambio incierto y constante, se debe apoyar con tareas de monitoreo y evaluación, especialmente en aquellas UGT con mayor índice de entropía urbana, que son las que se consolidarían en corto plazo y en las que resultarían con mayor carga económica rectificar su estructura y dinámicas.

Con esta revisión sobre la planeación y el ordenamiento territorial, vale la pena cuestionar si los instrumentos de planificación son eficientes. Una primera respuesta es que sus resultados son pobres sobre lo esperado, además de su rigidez normativa; o incluso ir más allá al preguntarnos si vale la pena seguir planeando los territorios. No se deben dejar de hacer los procesos de planificación y planeamiento, pues sirven para marcar una dirección a donde debe llevarse las decisiones secundarias y de corto plazo. Sin embargo, se debe planear con dos condicionantes: la primera es que debemos eliminar el dogma de planear por la inercia de hacerlo y que el instrumento que resulte resolverá los problemas urbanos y ambientales. Una segunda condicionante es que los actores involucrados también deben comprender el territorio físico-social con las dimensiones políticas y económicas como factores determinantes de la conformación de la ciudad, sin olvidar el marco global en el que estamos insertos (y actuar en consecuencia de este conocimiento). En caso de omitir esta reestructura ideológica, no se podrá avanzar más allá de la tendencia inercial que vivimos en este momento.

Uno de los retos de la planeación en la actualidad para México no es de índole técnica o de transversalidad de conocimientos locales, pues en la realidad podemos constatar que existen profesionales capacitados para ello, pero se debe agregar que los planeadores deben compaginar en los instrumentos las visiones económicas y políticas para la toma de decisiones, obviamente con una base de sensibilidad social sólida. Esto nos obliga a

dudar y cuestionar constantemente la hechura “correcta y eficiente” del planeamiento, el cual es un momento de transición a nuevas posturas que se encuentran en construcción. Estas variables son las que deben enfocarse en el desarrollo de las políticas de ordenamiento territorial, mismas que deben tener al habitante como principal actor, no como aquel inversor urbano. Boccolini hace una síntesis de estas nuevas dinámicas dentro del ejercicio de la planeación:

Conceptos como el bien común ya no se dan por sentados, sino que se trabaja legitimando y dotando de transparencia a los procesos que determinan los criterios de intervención, a la vez que se fomentan la gobernanza de los actores implicados. Se prioriza establecer objetivos y criterios compartidos con una implementación flexible antes que planes y proyectos impuestos sobre el territorio. La inclusión significa ahora también integrar la multiplicidad de intereses, capacidades y objetivos de los actores involucrados en el desarrollo urbano. El planeamiento es colaborativo, y abierto a cambios y ajustes de acuerdo al desarrollo urbano a lo largo del tiempo. Los análisis e intervenciones dependen cada vez más de su contexto local, reflejando la diversidad de tradiciones y culturas en diferentes criterios de intervención, metodologías y desarrollo de instrumentos. Por otro lado, el foco en las transformaciones físicas para lograr transformaciones económicas y sociales es ahora mirado con escepticismo.⁴⁷ (Boccolini, 227)

Entre las principales recomendaciones que se puede hacer para entender la planeación territorial urbana en México sobre las reflexiones y resultados de la investigación, se expresan:

- El territorio urbano es complejo e inserto en un supra sistema de ciudades, esto no implica el complicar los instrumentos de planeación, sino reconocer que existen elementos centrales y otros periféricos para una mejor comprensión.
- Para avanzar en el planeamiento urbano a nivel local, debemos reinterpretar nuestra propia versión del desarrollo, no seguir modelos preestablecidos.
- Guanajuato tiene una significativa red de ciudades y, por lo tanto, es un territorio-laboratorio, por ello, es posible ligar la teoría con la práctica (construcción empírica) en diferentes modelos, tamaños y niveles de ciudades.
- Los especialistas, académicos, políticos y ciudadanos deben ser críticos en las propuestas de planeación y acción de la ciudad, se requiere una participación

⁴⁷ S. Boccolini, “El evento urbano. La ciudad como un sistema complejo lejos del equilibrio”, en *Revista Quid* 16 (6), 2016, p. 227

para trabajar en conjunto, especialmente la triada políticos, ciudadanos y técnicos.

- La planeación local tiene una base general, como lo indica la ley, pero debe considerar urgentemente la acción social para hacer propuestas concretas y focalizadas, sin dejar la tarea únicamente al gobierno, como un modelo autoritario.
- El [re]ordenamiento territorial local es para el bienestar de sus habitantes, no debe obedecer exclusivamente funciones económicas (turismo, industria, intereses particulares de familias) sino que se deben de dar pasos de corto plazo con negociaciones basadas en el bien social y aprovechamiento económico, para ello, se deben de clarificar las posturas e intereses de los actores involucrados.

En efecto, nos encontramos en un estadio posmoderno en que existe incertidumbre en como avanzar y comprender las dicotomías de la realidad empírica y como empatarla con la teoría, resolver la conjugación de las influencias globales en el territorio local o, como resolver el divorcio entre el desarrollo económico urbano y la conservación del territorio y sus elementos naturales. Como se analizó en capítulos anteriores, se considera pues que en ocasiones los POTE no interrelacionan la visión política-económica como parte de los datos duros que sustentan los cambios de uso de suelo y la expansión urbana, entonces dichos instrumentos corren el riesgo de ser documentos de intenciones y elementos de criterios amplios o ambiguos para los tomadores de decisiones.

Las propuestas generales para este trabajo son:

- Usar herramientas metodológicas mixtas en la elaboración y evaluación de los POTE, debiendo de ser cualitativas y cuantitativas que se complementen.
 - La herramienta cuantitativa propuesta es el índice de entropía urbana para conocer inicialmente el estado que guarda el orden o desorden urbano bajo el modelo matemático adaptado para este fin.
 - Para el trabajo cualitativo, se deben hacer análisis sociales de relaciones de poder, agrupación de consensos de visión cultural y de identidad para integrar esta información a los instrumentos de planeación.

- A decir de un especialista: “Hay que visibilizar las cosas para la toma de conciencia colectiva”,⁴⁸ sobre ello refiere que es básico tener una difusión y transparencia de las acciones públicas en el ordenamiento territorial para que se pueda trabajar en conjunto.
- Hacer al menos dos estudios con la misma metodología expuesta en la investigación, uno en una ciudad metropolitana y otro en una ciudad de tamaño pequeño, para comparar resultados.
- Para poder mejorar el sistema de planeación y sus instrumentos, Batista⁴⁹ propone:
 - Tener un procedimiento metodológico humanista a través de su participación.
 - Integrar nociones de existencia y cultura en la planeación.
 - Contemplar un indicador sintético de análisis geográfico y sociológico como la calidad de vida urbana medida por la existencia y la emoción.
- Buscar los espacios entre el entramado jurídico para mejorar la actividad de planeamiento, gestión y acción del ordenamiento territorial, solo sobre ello se podrá evolucionar a un esquema teórico sólido y el espacio con más trasfondo es la acción ciudadana: “A participar se aprende participando”.⁵⁰

Como reflexión final, se considera que el planeamiento territorial es un acto intelectual que se moldea poco a poco a medida que reconfiguramos el espacio y acercamos estas ideas en un entorno real a los modelos impuestos, por lo que no es estático, es también una acción política, como se marca en la gobernanza que poco a poco va ganando lugar como un modelo cívico que toma fuerza con los enfoques participativos.

Líneas de trabajo futuras

Se ha estudiado la complejidad con base en la propuesta de la entropía espacial definida por Batty; sin embargo, en los resultados se introduce una alternativa aún en proceso de exploración que consiste en tomar como referencia de complejidad los parámetros de modelos estocásticos para el crecimiento de urbes, especialmente por la acción

⁴⁸ Entrevista E. A. 9, *op. cit.*

⁴⁹ E. Batista, 2021, *op. cit.*

⁵⁰ Entrevista E. A. 8, *op. cit.*

ciudadana, que actúa según por grupos internos, interrelacionados en redes de poder, que tienen intereses particulares, anhelos individuales y necesidades que debe ser resueltas según los recursos que tengan.

La investigación tiene dos grandes líneas de trabajo posteriores:

- Modelos computacionales. Extensión del modelo vía City Sandbox.
- La ciudad compleja. Modelos matemáticos y sistemas sociales.

Modelos computacionales. Extensión del modelo vía City Sandbox

Como se dijo, una de las variantes de los modelos matemáticos con información geográfica son los modelos computacionales de sistemas basados en agentes: “un agente es una entidad computacional con inteligencia artificial, capaz de tener interfaces que le permitan interaccionar con su medio ambiente y con otros agentes.”⁵¹

Según Badham, las características de estos modelos son que el modelo sustituye a otra cosa; y que el modelo es un sustituto imperfecto.⁵² Las imperfecciones adoptan dos formas: algunas partes del sistema no se incluyen en el modelo y otras se incluyen, pero de forma simplificada, simulada. Un modelo es una representación formal de las características y relaciones relevantes de un sistema objetivo; los modelos tienen tres elementos: representación formal, características y relaciones relevantes, y sistema objetivo.

En geografía, urbanismo y planeación territorial una simulación es simplemente un modelo de un proceso, por ejemplo, un proceso de urbanización con el objetivo de tomar una serie de acciones, decisiones, consecuencias y otros cambios que se producen a lo largo del tiempo,⁵³ se pueden utilizar para generar modelos de crecimiento urbano a través de reglas de planificación y porcentajes de usos de suelos.

⁵¹ A. Aguilar y M. Posada, *Introducción al modelado basado en agentes. Una aproximación desde NetLogo*, San Luis Potosí, El Colegio de San Luis, 2017.

⁵² J. Badham, *Agent-Based Modelling for the Self Learner. Tutorials Edition*, Mountain View, Mountain View, 2019.

⁵³ *Idem*.

Para el crecimiento de las urbes se ha explorado un modelo particular de crecimiento de ciudades propuesto por Viscek-Szalay,⁵⁴ originalmente planteado para la creación de cúmulos de galaxias. Más adelante este modelo se presentó por Batty en el libro *Cities and Complexity*. Su principal característica es que discretiza el espacio por medio de una cuadrícula, cada cuadro tendrá un valor denominado “potencial”. La manera en que se actualiza dicho potencial es como sigue: por cada iteración del modelo, el potencial de la celda k , p_k , se calcula como:

$$p_k = \frac{1}{|\Omega_k|} \left(\sum_{j \in \Omega_k} p_j \right) + \epsilon$$

Donde ϵ es una variable aleatoria Rademacher (un valor aleatorio 1 o -1) y Ω_k una vecindad de la celda k más la celda k . La conveniencia de tomar una cuadrícula es que se puede tomar la llamada vecindad de Von Neuman. Ahora bien, es de notar que en principio este modelo es generalizable a considerar vecindades más arbitrarias. Si p_k sobrepasa un cierto umbral⁵⁵ U se considera esta zona como urbanizada o como si se hubiese formado un cúmulo. El modelo comentado anteriormente considera un umbral fijo para todas las iteraciones; a continuación, se presenta el ejemplo de las primeras tres iteraciones del método:

Figura 1. Ejemplo del modelo espacial de Viscek-Szalay en las primeras tres iteraciones.

-1	1	-1
1	-1	1
1	1	-1

1/3	-2/4	1/3
0	4/5	-2/4
1	0	1/3

-1/18	29/120	-2/9
0.53	-1/25	0.24
1	0.53	-1/18

Fuente: Elaboración propia, 2020.

⁵⁴ G. James, D. Witten, T. Hastie y R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*, New York, Springer, 2013.

⁵⁵ Por umbral nos referiremos a un número dado que se fija como referencia para definir si una vez sobrepasado este se urbaniza la zona en cuestión. Así, se puede tener una interpretación del umbral como la disposición a construir o urbanizar.

Si el umbral es 2, en las primeras tres iteraciones ninguna de las celdas estaría iluminada, una vez que alguna pase el valor del umbral, la celda se “enciende” y esta no se apaga, aunque el valor del potencial de la celda disminuya. En consecuencia, en las ciudades reales es de esperarse que aquello que se relacione con el umbral varíe con respecto al tiempo y por ende este también; es por lo que una extensión simple del modelo consiste en hacer que el umbral sea dependiente del tiempo y la situación global del sistema. Es decir, si llamamos $S(t)$ al sistema al tiempo t , es de esperarse que se tenga una relación del tipo $U(t)=f(S(t))$. La extensión anterior motiva a estudiar el umbral del modelo como un parámetro de interés. Una vía tomada para definir la complejidad es la de explorar un modelo existente para el crecimiento de las ciudades, posterior a esta tarea se vincula con la definición de entropía espacial.

Una vez presentado el modelo, es de interés observar cómo inciden los parámetros en las características perceptibles de las urbes. La curva de urbanización que se describió con anterioridad da pie a considerar que, si bien la variabilidad de las curvas puede llegar a ser bastante, la característica como la influencia del umbral en el ritmo de crecimiento, siguen siendo perceptibles. Se ha mostrado que el umbral en los modelos influye en características observables en el crecimiento de ciudades. Así mismo, se ha visto que las restricciones de compatibilidad influyen en otros aspectos observables. Como se menciona en Batty, la entropía espacial cualitativamente no captura todos los aspectos deseables de complejidad.⁵⁶ Entonces, incorporar a la entropía espacial otros elementos para la cuantificación de la entropía es una necesidad. Más aún, es deseable que estos elementos puedan ser inferidos de datos observables.

Las relaciones entre variables descubierta en el análisis exploratorio motivan a considerar diferenciaciones en la variable secundaria de entropía espacial para área urbanizada. Como la definición de orden estará relacionada con decisiones de gestión gubernamental, la variable de área urbanizable también es de interés para el análisis. En suma, el parámetro de interés es el tiempo en que se observa un cambio en el ritmo de crecimiento de una ciudad. Como se ha mostrado, está relacionado con el umbral para la definición de complejidad y, por lo tanto, debe considerarse un trabajo derivado para profundizar en el tema.

⁵⁶ M. Batty, 1974, *op. cit.*

La ciudad compleja. Modelos matemáticos y sistemas sociales

A decir de Narváez y Gallo,⁵⁷ la complejidad es un nuevo paradigma para abordar los problemas de un considerable número de variables interrelacionadas de forma no lineal, abriéndose camino para interpretar las ciudades mediante la complejidad organizada a través de la “nueva ciencia de las ciudades”, de Batty⁵⁸ que busca complementar la disciplina urbana con fundamentos científicos, esperando revelar las leyes subyacentes que gobiernan el funcionamiento de las ciudades.

Sumado a ello, viene al caso la teoría de sistemas de Niklas Luhmann, sociólogo alemán con postura teórica funcional-estructural del siglo XX, pues se ha dado un debate en el cual se confrontan las posturas sistémicas contra las que afirman que se pretende reducir la complejidad social.⁵⁹ Se ha retomado su propuesta con varios autores en el siglo XXI, pues sobre sus ideas indican que no se trata de demostrar a toda costa la viabilidad metodológica de la teoría luhmanniana, sino sobre todo de contar con herramientas analíticas que permitan mejorar la comprensión y la explicación de los fenómenos sociales, especialmente en América Latina, incluso en estudios empíricos concretos en historia, sociología, movimientos sociales y estudios teológicos,⁶⁰ lo cual abona a la postura de esta investigación y se espera ahondar en ella.

De la misma forma, autores como Portugali,⁶¹ con apoyo de posturas de Allen⁶² proponen el estudio de la ciudad como un ente con reglas que se autoorganizan desde su dinámica interna vinculando elementos sociales; así, emerge el concepto de “Caórdica” de Hook,⁶³ que une dos palabras: caos (desequilibrio) y orden (lo ya establecido), en el que se busca provocar actuación desde el caos ordenado para un nuevo orden organizacional dentro de

⁵⁷ A. B. Narváez Tijerina y D. M. Gallo Enamorado, “Ciudad y complejidad”, en revista NODO, Vol. 9, No. 18, enero-junio, Bogotá.

⁵⁸ M. Batty, 2013, *op. cit.*

⁵⁹ E. Arriaga, “La Teoría de Niklas Luhmann”, en *Convergencia* (32), mayo-agosto de 2003, [2 de junio de 2021], https://www.infoamerica.org/documentos_pdf/luhmann_01.pdf, pp. 277-312.

⁶⁰ C. Espinosa, “Reseña: La teoría de los sistemas de Niklas Luhmann a prueba. Horizontes de su aplicación en la investigación social en América Latina, Marco Estrada Saavedra y René Millán”, *Sociológica* (78), 2013, [2 de junio de 2021], <http://www.scielo.org.mx/pdf/soc/v28n78/v28n78a9.pdf>, pp. 263-268.

⁶¹ J. Portugali, *op. cit.*

⁶² P. M. Allen, *Cities and Regions as Self-Organizing Systems Models of Complexity*, Cranfield, UK, Taylor & Francis Group, 2005.

⁶³ D. Hook, *El Nacimiento de la Era Caórdica*, Barcelona, Ediciones Granica, S.A, 2001.

un sistema como una entidad viva, en el que existe un caos destructivo por la inercia hasta un sobrecontrol que paraliza un sistema. En el punto medio, entre el orden y el caos hay una zona que permite tomar decisiones proactivas, en el que la innovación es básica para mejorar. En esta línea se buscará abonar al paradigma de la ciudad compleja desde posicionamientos de la teoría de sistemas en entornos sociales, geográficos y urbanos como un instrumento o herramienta analítica, pues en general se aprecia una desunión de visiones para conciliar herramientas cuantitativas para trabajos sociales.

Bajo lo anterior, se observa un campo fértil en investigaciones aplicadas sobre casos pragmáticos y que lo empírico alimente a la teoría que en muchos momentos se estanca en discursos ciclados. Para el interés particular, casos de estudios urbanos prácticos que recojan las preocupaciones y visiones específicas de los habitantes sobre temáticas globales que inciden en lo local.

Si bien no se espera invisibilizar las particularidades de cada entorno espacial o geográfico en que los mismos habitantes tejen su identidad, cultura e historia, es un instrumento para comprender la conformación de las urbes y los territorios desde sus variables principales y así, establecer grupos de estudio para el actuar prospectivo sobre los instrumentos de planeación.

Bibliografía

- Aguilar, A. G. (2006). *Las grandes aglomeraciones y su periferia regional. Experiencias en Latinoamérica y España*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Aguilar, A. G. (2011). *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Aguilar, A. G. (2015). *Trayectorias de urbanización e implicaciones ambientales en México*. Ciudad de México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Aguilar, A., & Posada, M. (2017). *Introducción al modelado basado en agentes. Una aproximación desde NetLogo*. San Luis Potosí: El Colegio de San Luis.
- Alessandri, A.F. (2012). "Crisis y superación en el ámbito de la Geografía crítica: construyendo la metageografía". En *Revista de Geografía Norte Grande* (51).
- Allen, P. M. (1982). "Self-Organization in the Urban System". En W. Schieve, & P. Allen, *Self-organization and Dissipative Structures: Applications in the Physical and Social Sciences*. Austin: University of Texas Press.
- Allen, P. M. (2005). *Cities and Regions as Self-Organizing Systems Models of Complexity*. Cranfield, UK: Taylor & Francis Group.
- Alonso, J. R. (2005). *Introducción a la Historia de la Arquitectura. De los orígenes al siglo XXI*. Ed. Reverté. Col. Estudios Universitarios de Arquitectura.
- Arce, A. (2008). "Imaginando el objeto del desarrollo social. Un campo de acción entre la vida social y el proceso político". En A. Arce, G. Blanco, & M. Hurtado, *Políticas Públicas como Objeto Social. Imaginando el bien público en el desarrollo rural latinoamericano*. Guatemala: FLACSO, Universidad Austral de Chile, Wageningen University, p. 296.
- Arnold, M., & Osorio, F. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Cinta Moebio* (3), www.moebio.uchile.cl/03/frprinci.htm, pp. 40-49.
- Arocena, J. (2002). "¿Cómo definir desarrollo local?". En U. Católica (Ed.), *El desarrollo local: un desafío contemporáneo*. Montevideo, Uruguay: Taurus, pp. 15-32.
- S.R. Arnstein, (1969). "A Ladder Of Citizen Participation", en *Journal of the American Institute of Planners* (35), <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>
- Arredondo Pérez, A. (2017). *El capital social en los municipios exteriores de las zonas metropolitanas en el estado de Guanajuato. El caso de Silao de 2000 al 2015*. Zapopan, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Arredondo Pérez, A., & Garcés Licea, L. (septiembre de 2020). "Elementos de la delimitación urbana como base de la planeación territorial en el municipio de Guanajuato". En *Memorias 5to Congreso de la Semana de Ingenierías*. Guanajuato, Guanajuato: Universidad de Guanajuato.

- Arriaga, E. (mayo-agosto de 2003). "La Teoría de Niklas Luhmann". *Convergencia* (32), https://www.infoamerica.org/documentos_pdf/luhmann_01.pdf, pp. 277-312.
- Arzoz, M. (2015). "Caos, el orden urbano". *Arquine*, <https://www.arquine.com/caos-el-orden-urbano/>
- Azueta, A. (2010). "La hechura jurídica de la urbanización. Notas para la historia reciente del derecho urbanístico". En G. G. Schteingart, (Coord). *Los grandes problemas de México. II Desarrollo urbano regional*. México: El Colegio de México, pp. 585-616.
- Azueta, A. (2013). "El ordenamiento territorial en la legislación mexicana". En M. Sánchez Salazar, G. Bocco Verdinelli, & C. I. J., *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*. México: UNAM, IGg, CIGA, SEMARNAT, INECC, pp. 47-77.
- Badham, J. (2019). *Agent-Based Modelling for the Self Learner. Tutorials Edition*. Mountain View: Mountain View.
- Banco Mundial. (2018). "Datos". *Población urbana (% del total)*, <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=MX>
- Banco Mundial. (2021). "Datos". En *Población urbana (% del total)*, <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=MX>
- Barrera Alarcón, I. (2014). *Tesis Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables: Una utopía de la ciudad perfecta*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Máster en Gestión y Valoración Urbana.
- Batista, E. (febrero de 2020). *Curso urbanización, patrimonialización y medio ambiente*. Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.
- Batista, E. (2021). "Planificación urbana posible, imaginario, existencia y cultura". *Tempo Social, revista de sociologia da USP*, 33(1), pp. 91-120.
- Batty, M. (1974). "Spatial entropy". En *Geographical Analysis*, 1-31.
- Batty, M. (2007). *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. The MIT Press.
- Batty, M. (2013). *The new science of cities*. Cambridge: The MIT Press.
- Bazant S., J. (julio-septiembre de 2010). "Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana". *Espacio Abierto*, 19 (3), pp. 475-503.
- Bazant, J. (2008). "Interdependencia urbana y territorial". En B. R. Ramírez Velázquez, *Formas territoriales. Visiones y perspectivas desde la teoría*. México: Miguel Ángel Porrúa, pp. 39-64.
- Beneitez López, J., Montero Serrano, J., & Martínez de Anguita, P. (2006). "Metodología para la definición de unidades territoriales de gestión como instrumento operativo para la toma de decisiones territoriales". *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*. Granada: Universidad de Granada, pp. 1373-1385.

- Boccolini, S. (2016). "El evento urbano. La ciudad como un sistema complejo lejos del equilibrio", en *Revista Quid* 16 (6).
- Boisier, S. (1999). *Desarrollo (local) ¿De qué estamos hablando?* Santiago de Chile.
- Brand, P. (2009). "La globalización neoliberal y la planeación urbana: perspectivas para América Latina". En P. Brand, *La Ciudad Latinoamericana en el Siglo XXI. Globalización, neoliberalismo, planeación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, p. 338.
- Brascuñan Walker, F., Bordones Gana, D., & Reyes Fernández, J. (mayo de 2011). "Efectos de la entropía urbana en el coste energético del transporte". *Urbano*, 14 (23), pp.20-27.
- Brascuñan, F., Bordones, D., & Reyes, J. (mayo de 2011). "Efectos de la entropía urbana en el coste energético del transporte". *Urbano*, 14 (23), pp.20-27.
- Buzai, G., Cacace, G., Humacata, L., & Lanzelotti, S. (2015). *Teoría y Métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 1: Por una Geografía de lo real*. Buenos Aires: MCA Libros.
- Buzai, G., Humacata, L., Lanzalotti, S., Montes Galbán, E., & Principi, N. (2019). *Teoría y métodos de la Geografía Cuantitativa. Libro 2: Por una Geografía empírica*. Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Geográficas. Universidad Nacional de Luján.
- Cabral, P., Augusto, G., Tewolde, M., & Araya, Y. (2013). "Entropy in Urban Systems". *Entropy* (15), 5223-5236. [29 de marzo de 2018] <http://www.mdpi.com/1099-4300/15/12/5223>
- Cabral, L. F. (2006). "Geografía y Ordenamiento Territorial". En D. Hiernaux, & A. Lindón, *Tratado de Geografía Humana*. Barcelona, España: Anthropos / Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 301-627.
- Cabral, L. F. (2015). Políticas de ordenamiento territorial en México y su evolución durante la alternancia política. En J. Farinós, *Patrimonio y planificación territorial como instrumentos para el Desarrollo*. Valencia, España: Universidad de Valencia, pp. 129-145.
- Candell, A., Satoca, J. & Soler, J.B. (1984). "Interpretación errónea del concepto de entropía (Revisión del concepto de orden)", en *Enseñanza de las Ciencias*.
- Cano Forrat, J. (2008). Introducción a la historia del urbanismo. México, Distrito Federal: Limusa, Universidad Politécnica de Valencia.
- Capron, G., & González, S. (2015). "La planeación participativa: la experiencia de la creación de un Plan de manejo de las banquetas en el polígono Roma-Condesa". En R. Eibenschutz H, & B. R. Ramírez, *Repensar la Metrópolis II. Políticas e instrumentos para la Gestión Metropolitana* Vol. I. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 404-420.

- Carlos, A. F. (2012). "Crisis y superación en el ámbito de la Geografía crítica: construyendo la metageografía". En *Revista de Geografía Norte Grande* (51), pp. 5-19.
- Casellas, A. (2010). "La geografía crítica y el discurso de la sostenibilidad. Perspectivas y acciones". En *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 56 (3), <https://core.ac.uk/download/pdf/13298019.pdf>, pp. 573-581.
- Castells, M. (2008). *La cuestión urbana*. Distrito Federal: Siglo XXI editores, S.A.
- Castillo, K. (2020). Pensamiento crítico en el siglo XXI: J. Rancière. *Pro-Posições*, 31, <http://dx.doi.org/10.1590/1980-6248-2019-0062>
- Cazau, P. (septiembre de 10 de 2002). "Antroposmoderno". En *La teoría del caos*: https://www.antroposmoderno.com/antro-articulo.php?id_articulo=152
- Cervera Flores, M., & Rangel González, J. W. (2015). *Distribución de la población por tamaño de localidad y su relación con el medio ambiente*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (septiembre de 2021). "Historia de la CEPAL". en *CEPAL*: <https://www.cepal.org/es/historia-de-la-cepal>
- CONEVAL. (2020). "Medición de la Pobreza. Rezago social a nivel zonas urbanas (AGEB urbanas)". En *CONEVAL*: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Rezago_social_AGEB_2010.aspx#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20definici%C3%B3n%20de%20INEGI,industrial%2C%20de%20servicios%2C%20comercial%2C
- Consejo Nacional de Población (Conapo), Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol). (2012). *Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012*. Secretaría de Gobernación: México.
- Cornejo Álvarez, A. (2004). *Complejidad y caos: Guía para la administración del siglo XXI*.
- Cover, T., & Thomas, J. (1991). *Elements of Information Theory*. John Wiley & Sons, Inc.
- Delgadillo, V. (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*, Universidad de León, España.
- De Rivero, O. (2014). *El mito del desarrollo y la crisis de civilización*. Lima: Fono de Cultura Económica.
- Ducci, M. E. (2012). *Conceptos básicos de urbanismo*. México: Trillas.
- Entrevista E.A.1, (17 de noviembre de 2020). El ordenamiento territorial en Guanajuato. (A. Arredondo-Pérez, Entrevistador).
- Entrevista E.A.4, (19 de noviembre de 2020). El ordenamiento territorial en Guanajuato desde la perspectiva política. (A. Arredondo-Pérez, Entrevistador).
- Entrevista E.A.5, (24 de noviembre de 2020). El ordenamiento territorial en Guanajuato desde la perspectiva política. (A. Arredondo-Pérez, Entrevistador).

- Entrevista E.A.8, (11 de mayo de 2021). El ordenamiento territorial de Guanajuato desde la perspectiva ciudadana. (A. Arredondo-Pérez, Entrevistador).
- Entrevista E.A.9, (18 de mayo de 2021). El ordenamiento territorial de Guanajuato desde la perspectiva ciudadana. (A. Arredondo-Pérez, Entrevistador).
- Espinosa, C. (2013). "Reseña: La teoría de los sistemas de Niklas Luhmann a prueba. Horizontes de su aplicación en la investigación social en América Latina, Marco Estrada Saavedra y René Millán". *Sociológica* (78), <http://www.scielo.org.mx/pdf/soc/v28n78/v28n78a9.pdf>, pp. 263-268.
- Estado de Guanajuato, G. d. (2015). *Inversión extranjera en el Estado de Guanajuato*. Secretaría de Economía, León.
- Fausto, A., & Rábago, J. (2000). "¿Vacíos urbanos o vacíos de poder metropolitano". *Ciudades* (21), <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n21/aafau.html>, pp. 33-39.
- Fernández, R. (2005). Ciudades americanas, ausencia de modernidad y pogo de la postplanificación. *Ciudades* (9), <https://doi.org/10.24197/ciudades.09.2005.21-48>, pp. 21-48.
- Fistola, R. (2012). "Urban entropy vs sustainability: a new town planning perspective". En *The Sustainable City*, pp.195-204.
- Flórez A. & Thomas J. (1993). "La Teoría General de Sistemas". En *Cuadernos de Geografía* (1-2), Vol. IV. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/70711/64920>,
- Font, A. (2015). "Planeamiento urbanístico. De la controversia a la renovación". En A. Font Arellano, *Territorios urbanos. Memoria de una búsqueda apasionada*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), pp. 93-105.
- Font, A. (2016). "La explosión de la ciudad. Transformaciones Territoriales en las regiones urbanas de la Europa Meridional". En A. Font Arellano, *Territorios urbanos. Memoria de una búsqueda apasionada*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya, pp. 37-44.
- Fresnadillo-Martínez, M., & et al. (2013). "Modelización matemática de la propagación de enfermedades infecciosas: de dónde venimos y hacia dónde vamos". *Revista Española de Quimioterapia*, 26 (2), pp. 81-91.
- Friedman, J. H. (2001). *The elements of statistical learning*, Vol. 1. New York: Springer series in statistics.
- Friedmann, J., & Wolff, G. (1982). "World city formation: an agenda for research and action". En *International Journal of Urban and Regional Research*, pp. 309-344.
- Fundación Metrópoli. (2012). *Guanajuato Innovación y Territorio*. Guanajuato, México: Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Galafassi, G. (enero-junio de 2002). "La Teoría Crítica de la Escuela de Frankfurt y la crisis de la idea de la razón en la modernidad". En *Contribuciones desde Coatepec* (002), <https://revistacoatepec.uaemex.mx/article/view/23/20>, pp. 4-21.

- García Cervantes, N. (2017). *Tesis: The everyday effects of urban planning: exploring perceptions of violence, insecurity and urban space in two Mexican cities*. Manchester: University of Manchester. Doctor of Philosophy.
- García de Fuentes, A., Mungía Gil, A., Euán Ávila, J., & Liceaga, M. d. (s.f.). "Criterios para la delimitación de unidades de gestión ambiental en el ordenamiento ecológico del territorio costero del estado de Yucatán". En *Ordenamiento Ecológico y Territorial en Zonas Costeras*, pp. 425-447.
- García García, D. (julio-diciembre de 2008). "Ordenamiento territorial y descentralización: competencias, recursos y perspectivas". *Papel Político*, 13 (2), <https://www.redalyc.org/pdf/777/77716562004.pdf>, pp. 473-489.
- García Ramos, D. (1961). *Iniciación al urbanismo*. México Distrito Federal: Universidad Autónoma de México.
- García, N. (2019). *Ciudadanos reemplazados por algoritmos*. Berlín: Bielefeld University Press.
- Garrocho Rangel, C. (2012). *Estructura funcional de la red de ciudades de México*. Zinacantepec, Estado de México: El Colegio Mexiquense A.C.
- Gaymonat, L. (1961). *El pensamiento científico*, Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Gobierno de la Ciudad de México. (2011). "Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020. Anexo 1. Índices de entropía urbana". En *Secretaría del Medio Ambiente*. http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire-2011-2020-anexos/anexos/anexo01_indices_entropia_urbana.pdf
- Gobierno del Estado de Guanajuato. (2006). *Plan Estatal de Ordenamiento Territorial*. Guanajuato: Gobierno del Estado.
- Gobierno del Estado de Guanajuato. (15 de Agosto de 2006). "Plan Estatal de Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato". En *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato* (130, tercera parte), pp. 2-69.
- Gobierno del Estado de Guanajuato. (28 de Noviembre de 2014). "Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial". En *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato* (190, cuarta Parte), pp. 69-318.
- Gobierno del Estado de Guanajuato. (2 de abril de 2019). "Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial". En *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato* (66 Segunda Parte).
- Gobierno Federal. (5 de Febrero de 1917). "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos". En *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Gobierno Municipal de Guanajuato, Gto., Dirección de Catastro e Impuesto Predial. (16 de junio de 2022). *Zonas Urbanas por Valor Catastral*. Guanajuato, Guanajuato, México.

- Gorgas García J., Cardiel López N. y Zamorano Calvo J. (2011). *Estadística básica para estudiantes de ciencias*. Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera, Universidad Complutense de Madrid.
- Gutiérrez Chaparro, J. J. (2013). "La Obsolescencia del Modelo de Atención Territorial: contribuciones desde la Teoría de Planeación". En M. T. Sánchez, *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*. Ciudad de México: UNAM, pp. 501-519.
- H. Congreso del Estado de Guanajuato. (30 de diciembre de 2021). "Ley de ingresos para el Municipio de Guanajuato, Guanajuato, para el ejercicio fiscal del año 2022", En *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato*(260 séptima parte), http://periodico.guanajuato.gob.mx/downloadfile?dir=anio_2021&file=PO_260_7ma_Parte_20211230.pdf, pp. 104-211.
- Haken, H., & Portugali, J. (2016). "Information and Selforganization: A Unifying Information and Selforganization: A Unifying". En *Entropy*, pp.2-57.
- Harvey, D. (1998). *La condición de la posmodernidad. Investigación sobre los orígenes del cambio cultural*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu Editores.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Hernández, R. (2014). "Significado del Concepto de Pendiente". En *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m8.html>
- Hong, L. J., Xu, Q. R., Le, X., & Dong, X. J. (23 de Noviembre de 2015). "A gravity-spatial entropy model for the measurement of urban sprawl". *Earth Sciences*, 59 (1), pp. 207-213.
- Hook, D. (2001). *El Nacimiento de la Era Caordica*. Barcelona: Ediciones Granica, S.A.
- Instituto Municipal de Planeación de Guanajuato. (agosto de 2020). Proyecto PMDUOET. En *Instituto Municipal de Planeación de Guanajuato*. <http://www.implangto.gob.mx/wp-content/uploads/2019/09/Proyecto-Carta-sintesis-urbana-16-de-mayo-de-2020-ANVERSO.pdf>
- Instituto Municipal de Planeación de Guanajuato, Gto. (2019). *Proyecto del Programa de Desarrollo Urbano y Odenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de Guanajuato*. Guanajuato, México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI); Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU); Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2018). "Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2015". En *INEGI*, https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvin_egi/productos/nueva_estruc/702825006792.pdf
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI); Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2004).

- "Delimitación de las zonas metropolitanas de México". En *INEGI*, https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvin/inegi/productos/historicos/1329/702825010048/702825010048.pdf
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI); Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2007). "Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005". En *INEGI*, https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvin/inegi/productos/historicos/380/702825002124/702825001537.pdf
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI); Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2012). "Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2010". En *INEGI*, http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*.
- Irachena, A. X. (26 de Abril de 2016). Entrevista a investigador del Colegio Mexiquense. (A. Arredondo Pérez, Entrevistador).
- Iracheta, A. X. (1995). "El nuevo concepto de la planeación metropolitana de la ciudad de México". En C. Garrocho, & J. Sobrino, *Sistemas Metropolitanos, Nuevos Enfoques y Prospectiva*. Distrito Federal: Colegio Mexiquense, A.C, pp. 337-360.
- Iracheta, A. X. (enero-junio de 2010). El fenómeno metropolitano en México. *Economía y sociedad*, XIV (25), pp. 153-179.
- Iracheta, A. X. (2018). *Índice de las Ciudades Prósperas: Guanajuato, Guanajuato, México*. Ciudad de México: INFONAVIT, ONU HÁBITAT.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. New York: Springer.
- Johansen, O. (1993). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. México: Limusa. Grupo Noriega Editores.
- Kogan, J. (4 de Febrero de 2016). "América Latina: rápida urbanización, lento desarrollo". En *El País*. *Internacional*. https://elpais.com/internacional/2016/02/04/america/1454604184_890966.html
- Lacasta, M. (14 de Octubre de 2013). "Estructuras disipativas". En *Axonométrica*. <https://axonometrica.wordpress.com/2013/10/14/estructuras-disipativas/>
- Lezama, J. L. (2014). *Teoría Social. Espacio y Ciudad*. México, D.F.: El Colegio de México.
- López, F., & Aguilar, A. (2013). "La política de escalas y el espacio local en el análisis geográfico". En M. y. Valdivia López, & UNAM (Ed.), *La Geografía y la Economía*

en sus Vínculos Actuales: una antología comentada del debate contemporáneo.
México: CRIM, pp. 527-537.

López, I., Giusso, C., Juárez, M., Rotger, D., & Velazco, E. (2012). "De las metrópolis a las metápolis. El paisaje como instrumento de análisis. Caso: Región del Gran La Plata". En *La Plata: VII Congreso de Medio Ambiente*.

López Trigal L. (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*, Universidad de León, España.

Lorenz, E. (2005). *The Essence of Chaos*. Washington: UCL Press. Taylor & Francis e-Library.

Lozano, K. M. & Ruiz Velazco, A. H. (2021). *Territorios decodificados desde el enfoque del desarrollo local*, Universidad de Guadalajara.

Mansilla, H. (junio de 2008). "La necesidad de una teoría crítica de la modernización ante las realidades de la segunda mitad del siglo XX". En *Kairos. Revista de Temas Sociales* (21).

Marmolejo, L. (1883). *Efemérides Guanajuatenses o datos para formar la historia de la ciudad de Guanajuato: obra escrita con presencia de los mas auténticos e interesantes documentos*. Guanajuato: Colegio de Artes y Oficios.

Max-Neef, M. (1998). *Desarrollo a Escala Humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Montevideo: Nordan Comunidad.

Miguel Velasco, A. E., Maldonado Cruz, P., Torres Vadéz, J. C., & Cruz Atayde, M. (2008). "La entropía como indicador de las desigualdades regionales en México". En *Economía, sociedad y territorio*, 8 (27), http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212008000200006&lng=es&tlng=es, pp. 693-719.

Montaño Salazar, R., Vieyra Medrano, A., & Rodríguez Rodríguez, J. (Marzo-Agosto de 2013). "Transformación hacia una estructura urbana difusa por cambios en los sectores industrial y laboral en la Zona Metropolitana de Guadalajara". En *Insterticios Sociales*, pp. 1-30.

Montejano, J. A. (Julio-Diciembre de 2013). "Nuevos procesos de metropolización del territorio". En *Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura [en línea]* (3). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=419545120002>

Moya, L. (., Candela, C., Ezquiaga, J. M., López, R., Suárez, L., & Trapero, J. (1999). *La práctica del planeamiento urbanístico*. Madrid: Síntesis, S.A.

Mumford, L. (2015). *Historia de las utopías*. Logroño: Pepitas de Calabaza Ed.

Naciones Unidas. (2015). "Temas Hábitat: 15- Resiliencia urbana". En *Hábitat III*. <http://uploads.habitat3.org/hb3/Issue-Paper-15-Urban-Resilience.pdf>

Naciones Unidas. (2016). "Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible". En *Naciones Unidas*.

- https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/the%20sustainable%20development%20goals%20report%202016_spanish.pdf
- Naciones Unidas. (2016). *Nueva Agenda Urbana. Español*. Quito: The United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development. www.habitat3.org
- Narváez Tijerina A. B. y D. M Gallo Enamorado. (2015). "Ciudad y complejidad", en revista NODO, Vol. 9, No. 18, enero-junio, Bogotá.
- ONU-Habitat. (20 de junio de 2017). "Tendencias del desarrollo urbano en México". En *ONU HABITAT. Por un mejor futuro urbano*. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>
- ONU-Hábitat. (2020). "Componentes del Derecho a la Ciudad". En *ONU HABITAT. Por un mejor futuro urbano*. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/componentes-del-derecho-a-la-ciudad>
- Obert, E. & Young, R. (1965). *Elementos de Termodinámica y Transmisión de Calor*. Compañía Editorial Continental.
- Ordaz, V. Y., Arredondo, A., & Puy, M. d. (2018). "Los retos de la planeación en la era global: desarrollo local como alternativa viable". En *2a Bienal: Territorios en Movimiento*. León, Guanajuato: Universidad de Guanajuato.
- Ortega Sánchez, J. (2009). "Integral de Riemann". En *CIMAT*. <https://www.cimat.mx/~jortega/MaterialDidactico/Analisis/Cap7v2.pdf>
- Ortigoza, G., Lorandi, A., & Neri, I. (2020). "Simulación Numérica y Modelación Matemática de la propagación del Covid 19 en el estado de Veracruz". En *Revista Mexicana de Medicina Forense* 5 (3), pp. 21-37.
- Pacheco, P. (mayo de 2008). "Reseña de 'Neopositivismo y marxismo' de Ludovico Geymonat y Fabio Minazz". En *Redes* 14 (27), <https://www.redalyc.org/pdf/907/90717063010.pdf>, pp. 229-245.
- Paoletti, M. J. (1993). "¿Qué es la geografía?". En Rivero, *Introducción a las Ciencias Sociales*. [https://academic.uprm.edu/sruiz/geogr3155/id18.htm#:~:text=\(Paoletti%201993%20C%20en%20Rivero%20y,Ciencias%20Sociales%20pags%2079%2D99.&text=La%20geograf%C3%ADa%20es%20la%20ciencia,la%20superficie%20del%20globo%20terrestre,pp.79-99](https://academic.uprm.edu/sruiz/geogr3155/id18.htm#:~:text=(Paoletti%201993%20C%20en%20Rivero%20y,Ciencias%20Sociales%20pags%2079%2D99.&text=La%20geograf%C3%ADa%20es%20la%20ciencia,la%20superficie%20del%20globo%20terrestre,pp.79-99)
- Pasciaroni, C. (2012). "Ciudades medias: aproximación metodológica, funcionalidades y estructura productiva". En *Ciencias Económicas*, pp. 399-415.
- Peñin, A. (2005). *Urbanismo y práctica. Planes y proyectos*. Ed. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia.
- Pérez Torres, D. E. (2013). *Las zonas metropolitanas de México. Estructuración urbana, gobierno y gobernanza*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Pérez Zambrano, A. (2014). *Marginación urbana. El caso del oriente mexicano*. México: Miguel Ángel Porrúa.

- Periódico Correo. Administración. (3 de agosto de 2017). "Se fracturan casas en colonia de Villagrán". En *Periódico Correo*, (versión online). <https://periodicocorreio.com.mx/se-desmoronan-las-casas-rehilete/>
- Pino, R., & Moreno, F. (2014). "La política y la planificación urbana del Estado neoliberal". En B. Ramírez Velázquez, & E. Pradilla Cobos, *Teorías sobre la ciudad en América Latina*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, p. 646.
- Portugali, J. (2000). *Self-Organization and the City*. Tel Aviv, Israel: Springer.
- Portugali, J. (2011). *Complexity, Cognition and the City*. Tel Aviv, Israel: Springer.
- Portugali, J., Meyer, H., Stolk, E., & Tan, E. (2012). *Complexity Theories of Cities Have Come of Age. An overview with implications to urban planning and design*. Tel Aviv, Israel: Springer.
- Pradilla Cobos, E. (2009). "Las políticas de planeación urbana en el neoliberalismo". En P. Brand, *La Ciudad Latinoamericana en el Siglo XXI. Globalización, neoliberalismo, planeación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, pp. 287-308.
- Pradilla, E. (2008). "¿Existen ciudades globales en América Latina?". En *Ciudades*, pp. 2-8.
- Prigogine I. (1966). *Nonequilibrium Thermodynamics, Variational Techniques and Stability*. The University of Chicago Press.
- Prigogine, I., (1997). *El fin de las certidumbres*, Ed. Andrés Bello.
- Prigogine, I. (2017). *Las Leyes del Caos*. Ciudad de México: Booket.
- Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). "Objetivos de Desarrollo Sostenible". En *PNUD*. [//www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html](http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html)
- Ramírez Velázquez, B. R. (2003). "Globalización y territorio: La neutralización del problema". En UAM (Ed.), *Modernidad, Posmodernidad, Globalización y Territorio. Un Recorrido por los Campos de las Teorías*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Ramírez Velázquez, B., & Pradilla Cobos, E. (2014). *Teorías sobre la ciudad en América Latina*. México, Distrito Federal: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Ramos Galarza, C. (Enero – Julio. de 2015). "Los paradigmas de la investigación científica". En *Revista Unifé. Avances en Psicología* (23), pp. 9-17.
- Real Academia Española. (2021). "planeación". en *Diccionario de la Lengua Española*. <https://dle.rae.es/planear#CUDUg0E>
- Real Academia Española. (2021). "planificación". en *Diccionario de la Lengua Española*. <https://dle.rae.es/planificaci%C3%B3n>
- Reyes, M. (Julio / Diciembre de 2001). "The Myth of Continents. A critique of Metageography". En *Aportes. Revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 1 (2). <http://www.portesasiapacifico.com.mx/revistas/epocaii/numero2/7.pdf>, pp. 101-108.

- Rionda Ramírez, J. I. (2008). *Desarrollo regional y urbano en la reestructuración económica de México 1980-2006*. Guanajuato: Universidad de Guanajuato.
- Rivas-Cruces, A., & Langagne Ortega, E. (2012). "Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS): una opción para las futuras ciudades de México". En S. Padilla Galicia, & V. Fuentes Freixanet, *Hábitat sustentable*. México, Distrito Federal: Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 193-200.
- Rizo Rangel, G. A. (2022). *Acceso al suelo urbano en el proceso de renovación del centro del área metropolitana de Guadalajara*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Roberts, B. H., Iglesias, B. M., & Llop, J. M. (2018). *Ciudades Intermedias: El Nexo Vital entre Ciudades Locales y Globales (Borrador)*. CGLU-UCLG.
- Rodriguez, T. (12 de Julio de 2014). "Definición de Estructuras Disipativas". En *Scribd*. <https://es.scribd.com/doc/233604854/Definicion-de-Estructuras-Disipativas>
- Rosling, H. (septiembre de 2021). "About Gapminder". En *Gapminder*. <https://www.gapminder.org/about/about-gapminder/>
- Rossi, A. (1999). *La arquitectura de la ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ruiz, A., & Padilla, P. (2012). "Los modelos matemáticos en las ciencias sociales". En *Pensar. Epistemología y Ciencias Sociales* (7),. <http://revistapensar.org/index.php/pensar/issue/view/7/showToc> www.revistapensar.org pp. 115-126
- Ruiz, V. (26 de mayo de 2019). "Se colapsan viviendas en el fraccionamiento El Rehilete". En *El Sol del Bajío*, (versión online). <https://www.elsoldelbajio.com.mx/local/se-colapsan-viviendas-en-el-fraccionamiento-el-rehilete-3675111.html>
- Sánchez Martínez, M. (2011). "Diálogo entre lo natrual y la construcción en la ciudad de Guanajuato". En M. Á. García Gómez, *Coloquios I y II de Investigación sobre Arquitectura*. Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato, pp. 11-21.
- Sánchez Salazar, M. T., & Palacio Prieto, J. L. (2004). "La experiencia mexicana en la elaboración de los Programas Estatales de Ordenamiento Territorial". En *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, pp. 75-97.
- Sánchez, M. T., Bocco, G., & Casado, J. M. (2013). "La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica. Reflexiones sobre sus avances y retos a futuro". En M. T. Sánchez Salazar, G. Bocco Verdinelli, & J. M. Casado Izquierdo, *La política de ordenamiento territorial en México*. México, D.F.: UNAM, pp. 19-44.
- Sandoval, C. (2014). *Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina*. Serie Desarrollo Territorial. Ed. Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Sandoval, J. (15 de enero de 2020). "City Sandbox: un modelo computacional para jugar con usos de suelo, compatibilidades y redes viales". En *Linkedin*. https://www.linkedin.com/pulse/city-sandbox-un-modelo-computacional-para-jugar-con-usos-sandoval?trk=public_profile_article_view

- Sandoval, J., & Castañon-Puga, M. (2019). "From Simulation to Implementation: Practical Advice for Policy Makers Who Want to Use Computer Modeling as an Analysis and Communication Tool". En *Applied Decision-Making*, pp. 115-155.
- Sarabia, A. (1995). *La Teoría General de Sistemas*, Ed. Isdefe.
- Sassen, S. (1991). *The Global City. New York, London, Tokyo*. Princenton University Press.
- Schieve, W. C., & Allen, P. M. (1982). *Self-Organization and Dissipative Structures, Applications in the Physical and Social Sciences*. Austin, Estados Unidos de Norteamérica: University of Texas Press.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación; Secretaría de Consejo Nacional de Población.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2021). *Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial*. Ciudad de México: Gobierno de México. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632549/ENOT._versio_n_ejecutiv a._26.2.21-Abr_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/632549/ENOT._versio_n_ejecutiv_a._26.2.21-Abr_.pdf)
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2021). *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*. Ciudad de México: Gobierno del México.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, Consejo Nacional de Población; Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015*. Ciudad de México: Secretaría de Gobernación.
- Secretaría de Gobernación, Secretaría General del Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2012). *Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catalogo_Sistema_Urbano_Nacional_2012.pdf
- Secretaría de Gobernación, Secretaría General del Consejo Nacional de Población, Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf
- Smith, N. (2009). "¿Ciudades después del neoliberalismo?". En M. Davis, O. Metropolitano, R. Rolnik, A. Ross, & N. Smith, *Después del neoliberalismo: ciudades y caos sistémico*. Barcelona: Museu d'Art Contemporani de Barcelona, Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 9-30.
- Sobrino, J. (1993). *Gobierno y administración metropolitana y regional*. México: Instituto Nacional de Administración Pública.
- Sobrino, J. (2011). La urbanización en el México contemporáneo. *Reunión de expertos sobre "Población, territorio y desarrollo sostenible"*. Santiago: CEPAL / CELADE.

Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/jaime_sobrino.pdf, pp. 1-21.

- Soto Apolinar E. (s/f). *Diccionario ilustrado de conceptos matemáticos*, Monterrey, México.
- Swyngedouw, E. (2013). "Ni lo global ni lo local: La 'glocalización' y las políticas de escala". En M. Valdivia López, J. Delgadillo Macías, & UNAM (Ed.), *La Geografía y la Economía en sus Vínculos Actuales: una antología comentada del debate contemporáneo*. México, México: CRIM, pp. 503-526.
- Tapia Álvarez, M., Campillo Carrete, B., & Cruickshank Soria, S. M. (2010). *Manual de incidencias en políticas públicas*. México, D.F.: Alternativas y capacidades A.C.
- Tapia, M. (2006). Los retos de la coordinación institucional para el desarrollo regional en México. *Revista pueblos y fronteras digital*, 1 (1). doi:<https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2006.1.263>, pp. 125-146.
- Teixidor, A., & Felipe, L. (2010). "Modelo y formas contemporáneas del crecimiento urbano. Crisis de paradigma y encrucijadas del urbanismo". En X. S. Local, *Modelos de crecimiento urbano*. Madrid: Ediciones Trea, S.L., p. 399.
- Toro Fernández, B. (1989). "La Teoría General de Sistemas, modelos urbanos y planificación", en *Norba Geografía*. Universidad de Extremadura (08-09) <https://dehesa.unex.es:8443/handle/10662/13697>
- Troitiño, M. Á. (2013). "Ordenación y gestión de territorio: Un necesario y urgente cambio de umbo en las políticas territoriales y urbanas". En O. Urquidez, *Metrópolis en Movimiento*. Guadalajara: El Colegio de Jalisco, pp. 17-41.
- Unikel, L., Ruiz Chiapetto, C., & Garza Villareal, G. (1978). *El desarrollo urbano de México. Diagnóstico e implicaciones futuras*. Distrito Federal, México: El Colegio de México.
- Vásquez Rocca, A. (2011). "La Posmodernidad. Nuevo régimen de verdad, violencia metafísica y fin de los metarrelatos", en *Nómadas. Critical Journal of Social and Juridical Sciences* 29(1). ISSN: 1578-6730. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18118941015>
- Verduzco, B. (2013). "Aspectos normativos e institucionales del Ordenamiento Ecológico y Territorial". En M. T. Sánchez Salazar, G. Bocco, & J. M. Casado Izquierdo, *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*. México: UNAM, SEMARNAT, INECC, pp. 79-105.
- Vergara, A., & De las Rivas, J. L. (2016). *La Inteligencia del Territorio. Supercities*. Pamplona, España: Fundación Metrópoli.
- Vinuesa, J. & Vidal, M. J. (1991). *Los procesos de urbanización*. Col. Espacios y sociedades. Ed. Síntesis
- Woo Gómez, G. (2002). *La regionalización. Nuevos horizontes para la gestión pública*. (U. P. Lindavista, Ed.). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas
y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Zárate, M.A. (1991). *El espacio interior de la ciudad*. Col. Espacios y Sociedades, Ed. Síntesis.

Zusman, P. (2002). "Geografías disidentes. Caminos y controversias". *Documents d'Anàlisi Geogràfica*(40), pp. 23-44.

Apéndices y anexos

Apéndice 1. Glosario de términos, conceptos, siglas y acrónimos para la investigación

Siglas y acrónimos

ANP. Área Natural Protegida

CB. Centro de Barrio

CP. Centro de Población

CPI. Índice de Ciudades Prósperas, del inglés *City Prosperity Index*

CU. Centro Urbano

DGMAOT. Dirección General de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Municipio de Guanajuato

GU. Grado de Urbanización

ICOMOS. Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, del inglés *International Council on Monuments and Sites*

IDH. Índice de Desarrollo Humano

Implan. Instituto Municipal de Planeación de Guanajuato

INAH. Instituto Nacional de Antropología e Historia

Inegi. Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Iplaneg. Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato

LGEEPA. Ley General del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente

ODS. Objetivo de desarrollo Sostenible

ONU. Organización de las Naciones Unidas

PED. Plan Estatal de Desarrollo (PED 2040: ~ del Estado de Guanajuato 2040)

PEDUOET. Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PEDUOET 2040: ~del Estado de Guanajuato 2040)

PMD. Plan Municipal de Desarrollo (PMD GTO40: ~de Guanajuato 2040)

PMDUOET. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (Proyecto PMDUOET 2019-2020)

PND. Plan Nacional de Desarrollo

PNUD. Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo

- POT.** Plan de Ordenamiento Territorial (POT-CP: ~ del Centro de Población 2012)
- RAN.** Registro Agrario Nacional
- SCU.** Sub Centro Urbano
- SECTUR.** Secretaría de Turismo
- Sedatu.** Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
- Sedeshu.** Secretaría de Desarrollo Social y Humano del Estado de Guanajuato
- Sedesol.** Secretaría de Desarrollo Social
- SEG.** Secretaría de Educación de Guanajuato
- Semarnat.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- SEP.** Secretaría de Educación Pública
- SICOM.** Secretaría de Infraestructura, Conectividad y Movilidad (del Estado de Guanajuato)
- Simapag.** Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Guanajuato
- Smaot.** Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato
- SNEU.** Sistema Normativo de Equipamiento Urbano
- ST.** Secretaría de Turismo de Guanajuato
- SSC.** Secretaría de Seguridad Ciudadana (del Municipio de Guanajuato)
- SSG.** Secretaría de Salud Guanajuato
- SUN.** Sistema Urbano Nacional
- UBS.** Unidad Básica de Servicio
- UGAT.** Unidad de Gestión Ambiental Territorial
- UGT.** Unidad de Gestión Territorial
- Unesco.** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, del inglés United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- WGS84.** Sistema Geodésico Mundial (sistema de coordenadas), del inglés *World Geodetic System 1984*
- ZM.** Zona Metropolitana (ZMGTO: ~de Guanajuato)
- ZMH.** Zona de Monumentos Históricos

Términos y conceptos

Área Natural Protegida (ANP). Con base en el Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato (CT), se entenderá por un Área Natural Protegida (ANP) a las zonas del territorio del estado en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieran ser protegidas, conservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en el Código, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato (LPPAEG) y los demás ordenamientos aplicables (art. 87 CT).

Existen cinco categorías de ANP, según el artículo 88: Áreas de preservación ecológica, Áreas de uso sustentable, Monumentos naturales de interés estatal, Parques ecológicos y, Reservas de conservación. Cada ANP debe tener su Declaratoria y su Programa de Manejo. La primera debe contener, entre otros elementos la descripción de las actividades que podrán llevarse a cabo en el área, así como las modalidades y restricciones a que quedarán sujetas (art. 94, fracción III); el programa de manejo será elaborado con la participación de las personas e instituciones involucradas (art. 99 CT) y contendrá la zonificación interna del polígono declarado según su categoría.

El municipio de Guanajuato contiene tres ANP en su totalidad: Cuenca de La Esperanza, Cuenca de La Soledad y Presa de La Purísima y su Zona de Influencia. Se comparte además con otros municipios dos ANP: Cuenca Alta del Río Temascalí y Cerro del Cubilete.

Área urbana. Espacio ocupado por construcciones, vías y zonas verdes, como jardines y parques urbanos y otros normalmente intersticiales y de dimensión poco significativa (agrícolas, boscosos e incultos), al cual corresponde una densidad poblacional relativamente elevada, un total de residentes significativo y donde además de la presencia

humana destaca el importante papel que juegan las actividades económicas no agrícolas.⁶⁴

Se entiende para el Programa Municipal el espacio contenido en las UGT, entre Valenciana, Guanajuato, Marfil, Yerbabuena, Puenteillas, Santa Teresa, La Saucedá, San José de Llanos y Cañada de Bustos, y sus zonas intermedias.

Bajío guanajuatense. El Bajío es una región geográfica, histórica, económica y cultural del Centro-Occidente de México, al norte del río Lerma, que comprende los territorios no montañosos de los Estados de Guanajuato, Querétaro, Aguascalientes, zona oriente de Jalisco, zona norte de Michoacán, y San Luis Potosí. El Bajío guanajuatense es la configuración de un sistema territorial de ciudades, que son las principales León, Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao, además de en esta zona se concentra el mayor porcentaje de población, el mayor crecimiento urbano del Estado de Guanajuato y son las zonas con mayor competitividad. El mayor conjunto metropolitano está inmerso en la red de ciudades del Bajío, interconectando a la ZM de León, la ZM Irapuato-Salamanca y la ZM Laja-Bajío a través del eje de la carretera federal 45, conocido como el Corredor Industrial.

Cabecera municipal. Se refiere a la localidad principal del municipio, que ejerce y contiene la administración del ayuntamiento. Para este caso, es la ciudad de Guanajuato que tiene sus límites en la zona de la cañada o por los límites geoestadísticos de Inegi.

Centro de Población (Urbano, Rural y escala de planeación POT). Zona del territorio geográficamente delimitada en los programas municipales, constituida por las áreas urbanizadas, las que se establezcan para su crecimiento y las que se consideren no urbanizables por causas de conservación ecológica o forestal, prevención de riesgos, contingencias o desastres, recarga de mantos acuíferos y mantenimiento de actividades productivas, así como las que por resolución de la autoridad competente se prevean para su fundación (Código Territorial para el Estado y los Municipios de Guanajuato, última reforma 2018).

⁶⁴ L. López Trigal, *Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*, Universidad de León, España, 2015, p. 671.

Se consideran para el proyecto del PMDUOET tres centros de población en áreas urbanas, delimitados por las UGAT (01, 21 y 28). El Centro de Población Urbano, el que se delimita por la conurbación de la cabecera municipal (zona de la cañada y zona sur); y dos Centros de Población Rurales, el primero de La Saucedá y, el segundo, compuesto por San José de Llanos, Los Nicolases, Capulín de Bustos y, Cañada de Bustos.

Centro Histórico (primer cuadro, centro, casco antiguo, ciudad vieja). Son áreas antiguas y centrales de las ciudades que se han conformado y transformado durante varios siglos a través de la acción de su población. En algún momento constituyeron toda la ciudad, pero con la expansión urbana y los procesos de diferenciación y especialización funcional, derivados de los avances de la tecnología y las comunicaciones, han mantenido, ganado o perdido las funciones de centralidad urbana y residenciales con respecto a la ciudad en su conjunto, de la cual son el origen.”⁶⁵ *Ver Zona de Monumentos Históricos.*

Centro urbano (CU). Área polivalente y compleja, cargada de valores y significados, definida por su accesibilidad, por su carácter tridimensional, por la presencia de actividades terciarias de gestión y dirección pública y privada, por el comercio y, también, por funciones culturales y de diversión, que la convierte en espacio de animación, convivencia y encuentro. Entre esta multifuncionalidad de los centros urbanos destaca el hecho de concentrar las actividades simbólicas, las de mayor prestigio, las representativas, la turística si la hubiese y las de ocio y entretenimiento, aunque no podamos generalizar a todos los centros urbanos dado que, por ejemplo, algunos pueden estar especializados en edificios de oficinas exclusivamente y carecer de actividad nocturna y de ocio.⁶⁶ Para el caso del Programa Municipal, se toman dos CU, Guanajuato y Zona sur.

Centro de barrio (CB). En la red policéntrica que se refiere a la tercera y última categoría, después de los subcentros urbanos. Es un espacio abierto al libre acceso de la población en general, su localización está preferentemente vinculada con las zonas habitacionales. Está constituido por áreas verdes, áreas de juegos y recreación infantil,

⁶⁵ V. Delgadillo, *Patrimonio histórico y tugurios. Las políticas habitacionales y de recuperación de los centros históricos de Buenos Aires, Ciudad de México y Quito*, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México, 2011.

⁶⁶ L. López Trigal, *op. cit.*, p. 90.

plazas y andadores, sanitarios, bodegas y mantenimiento, estacionamiento y eventualmente instalaciones de tipo cultural. Para el caso del Programa Municipal, se toman diecisiete centros de barrio, a saber, Villas de Guanajuato, Lomas del Padre, Valenciana, Cerro del Cuarto, Cerro de los Leones, La Presa, Cerro del Gallo, Pueblito de Rocha, Las Teresas, San José de la Luz, Los Alcaldes, Yerbabuena, Carbonera, Manantial, Maluco, Cañada de Bustos y Capulín de Bustos.

Ciudad de Guanajuato. Se entiende por el conjunto de localidades que se encuentran en continuidad territorial (conurbación) conformado por la cabecera municipal, la ciudad de Guanajuato, Marfil que es el área de conexión con la zona sur en donde se encuentran las localidades de Yerbabuena, Puente de las Uñas y Santa Teresa.

Conceptos matemáticos

Coeficiente. Es un número que multiplica a una literal (el literal es un símbolo, generalmente alfabético). Es decir, es el factor numérico de un término.⁶⁷

Correlación. Técnica estadística que ayuda a verificar el vínculo recíproco o correspondiente que existe entre dos o más elementos, es decir, es la proporcionalidad y la relación lineal que existe entre distintas variables.

Cuartil. Medida de posición no central o de localización. Los cuartiles son los tres valores que dividen la distribución en cuatro partes iguales, es decir, en cuatro intervalos dentro de cada cual están incluidos el 25% de los datos de la distribución (INEI, 2006). El primer cuartil $Q1/4$ será la medida tal que el 25% de los datos sean inferiores a su valor y el 75% de los datos sean superiores. El segundo cuartil $Q1/2$ coincide con la mediana, mientras que el tercer cuartil $Q3/4$ marcará el valor tal que las tres cuartas partes de las observaciones sean inferiores a él y una cuarta parte sea superior.⁶⁸

⁶⁷ E. Soto Apolinar, *Diccionario ilustrado de conceptos matemáticos*, Monterrey, México, p. 19.

⁶⁸ J. Gorgas García, N. Cardiel López y J. Zamorano Calvo, *Estadística básica para estudiantes de ciencias*, Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera, Universidad Complutense de Madrid, 2011, p. 29.

Dendrograma. Representación gráfica de un diagrama de árbol de datos por clases, en el que divide los datos por subcategorías según el grado de similitud y características compartidas, hasta llegar al nivel de detalle individual.

Desviación estándar. Conocida también como desviación típica, es una medida de dispersión que se obtiene como la raíz cuadrada de la varianza (la varianza es una medida de dispersión de la información. Se obtiene como el promedio de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto de su media aritmética).⁶⁹

Distribución. Es la forma como los valores de una variable aleatoria aparecen en los datos medidos en una muestra o población; indica que valores tienen mayor probabilidad de aparecer y cuales aparecen con menor frecuencia. Sirve para calcular una probabilidad o una predicción. En general, pueden dividirse en continuas y discretas (Gorgas, 2011).⁷⁰ Una variable es continua en un intervalo cuando puede tomar cualquier valor real dentro de ese intervalo; cuando la variable no puede tomar todos los posibles valores dentro del intervalo, sino que toma valores en forma de saltos, decimos que la variable es discreta.⁷¹ (Soto, 2011)

Según Gorgas,⁷² la *distribución discreta uniforme*, es la más simple de todas las distribuciones discretas de probabilidad, cuando todos los posibles valores de la variable aleatoria sean igualmente probables. Su fórmula es:

$$f(x;n) = \frac{1}{n}, \quad \text{donde } x = x_1, x_2, \dots, x_n$$

La *distribución binomial* en un experimento aleatorio es en la que pueden existir únicamente dos posibles resultados mutuamente excluyentes (ej. éxito o fracaso). Un proceso de Bernoulli es aquel en el que la probabilidad de obtener un “éxito” es siempre constante y que los diferentes ensayos son independientes, en el sentido de que el resultado no afecta a los otros. Se define la variable aleatoria binomial como la función que da el número de éxitos en un proceso de Bernoulli, y la

⁶⁹ Instituto Nacional de Estadística e Informática, Glosario básico de términos estadísticos, Lima, Perú, 2006.

⁷⁰ J. Gorgas García, *et. al., op. cit.*

⁷¹ E. Soto Apolinar, *op. cit.*

⁷² J. Gorgas García, *et. al., op. cit.*

distribución asociada con esta variable aleatoria se denomina distribución binomial.

Su fórmula es:

$$f(x) = P(X = x) = b(x; n, p),$$

Finalmente, la *distribución de Poisson* se da en experimentos aleatorios consistentes en medir el número de resultados, o sucesos de un tipo dado, que se producen en un cierto intervalo continuo (de tiempo, espacio, región, etcétera), así, se sigue un proceso de Poisson. La variable aleatoria de Poisson es entonces el número de resultados que aparecen en un experimento que sigue este proceso; la distribución de Poisson dependerá fundamentalmente del número medio de resultados o sucesos. la distribución de Poisson aparece como límite de la distribución binomial cuando el número de observaciones en ésta última es muy grande y la probabilidad de que en una observación se dé el suceso (se obtenga un éxito, en la nomenclatura de la distribución binomial) es muy pequeña. Su fórmula es:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x} = p^x q^{n-x} = \begin{cases} q & ; \quad x = 0 \\ p & ; \quad x = 1 \end{cases}$$

Integral. En cálculo, una integral es el resultado de la integración de una función. El símbolo de integral es $\int$.

Integral de Riemann. Una partición del intervalo $[a, b]$ es un subconjunto finito $\{x_0, x_1, x_2, \dots, x_n\}$ de $[a, b]$ tal que

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_{n-1} < x_n = b$$

es decir, es un subconjunto finito de $[a, b]$ que contiene los puntos a y b . Escribimos $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}, i = 1, \dots, n$. La familia de las particiones de $[a, b]$ la denotaremos por $P[a, b]$ y llamaremos P a un miembro genérico de esta familia.⁷³

⁷³ J. Ortega Sánchez, "Integral de Riemann". En *CIMAT*,
<https://www.cimat.mx/~jortega/MaterialDidactico/Analisis/Cap7v2.pdf>

Logaritmo. Exponente al cual debe elevarse la base para obtener como resultado un número dado. (Soto, 2011, p. 92)

Producto. Es el resultado de la multiplicación de dos números o expresiones algebraicas.

Cociente. Resultado de la división de dos números.

Exponente. Es el número que indica cuántas veces se multiplicará la base.

Modelo teórico. Representación simplificada y abstracta de una situación real a través de las observaciones en la naturaleza. En matemáticas es una representación a través de símbolos que sirve para explicar o pronosticar el comportamiento de un fenómeno. (Gorgas, 2011; Soto, 2011).⁷⁴ Es de aclarar que, para esta investigación, los modelos no esperan predecir con exactitud un comportamiento, sino conocer a través de las variables más representativas su comportamiento a través de patrones.

Pendiente de la recta. Medida de la inclinación de una recta cuando se ubica en un par de ejes coordenados (x, y) .⁷⁵

Promedio. El promedio de n datos $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, es igual a la suma de todos ellos entre n : $x = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n}$ Nota: el símbolo $\sum$ indica la suma de los valores x_i .⁷⁶ (Soto, 2011, p. 129)

Umbral. Número dado que se fija como referencia para definir si una vez sobrepasado este se urbaniza la zona en cuestión. Así, se puede tener una interpretación del umbral como la disposición a construir o urbanizar.

Destino de suelo. Fin público a que se prevea dedicar determinada zona o inmueble, o fracción del mismo, de conformidad con los programas municipales. (artículo 2. Fr. XVII del Código Territorial)

⁷⁴ J. Gorgas García, *et. al.*, *op. cit.* y E. Soto Apolinar, *op. cit.*

⁷⁵ R. Hernández. "Significado del Concepto de Pendiente". En *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m8.html>, 2014.

⁷⁶ E. Soto Apolinar, *op. cit.*

Los destinos de suelo que prevé el Código Territorial y este Programa Municipal son:

- Parque urbano, jardín público o área verde
- Conservación ecológica
- Recarga de mantos acuíferos
- Equipamiento urbano
- Infraestructura pública
- Mixto

Estrategia. En un proceso regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

~ **territorial.** Concepto aplicado a las políticas públicas que incorpora un enfoque teórico y operativo referido a la voluntad institucional de lograr el cumplimiento de unos objetivos determinados en función de los cuales se organiza en el tiempo la ordenación programada y articulada de las decisiones, con la voluntad decidida de intervenir para modificar las dinámicas territoriales preexistentes. Constituye, por tanto, la manifestación explícita de la dimensión territorializada de las políticas sectoriales que se traducen en el conjunto de decisiones orientadas al desarrollo económico del territorio y a las transformaciones –sociales, económicas, culturales y territoriales- que de ello se derivan.⁷⁷

~ **urbana.** Instrumento voluntario de acción, planificación y gestión con una visión racional, previsor y prospectiva, puesto por un actor o una entidad pública o privada al servicio de una actuación de implicación espacial (estrategia espacial) y en particular de la ordenación, planificación y gestión urbanística, para poner a punto y coordinar medios y recursos encaminados a la ordenación y gestión de la ciudad en sus diferentes tamaños y formatos, en un horizonte de tiempo determinado a medio y largo plazo.⁷⁸

NetLogo. Es un lenguaje de programación simple y adaptado al modelado/simulación de fenómenos en los que aparecen muchos individuos interactuando (como, por ejemplo, en

⁷⁷ L. López Trigal, *op. cit.*, p. 233.

⁷⁸ *Ibidem*, p. 234.

los fenómenos habituales que se dan en la naturaleza, las sociedades, o muchas áreas de las ciencias)

Subcentro urbano (SCU). En la red policéntrica se refiere a la segunda categoría, después de los centros urbanos. Es caracterizado por ser un espacio con relativa importancia comercial y de atracción de actividades, con equipamiento especializado para cubrir radios de influencia; son puntos de influencia en el territorio con fuerza identitaria capaz de ser reconocible por su vecindario. Para el caso del Programa Municipal, se toman siete subcentros urbanos, Marfil, Puenteillas, Pozuelos, La Saucedá, Santa Teresa, San José de Llanos y zona del Euquerio Guerrero – Glorieta Santa Fe.

Unidad de Gestión Ambiental y Territorial (UGAT). Es la unidad mínima territorial municipal donde se aplican lineamientos, estrategias y políticas ambientales y territoriales, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad social, ambiental y económica. Se definen a través de un análisis y una metodología multicriterio con jerarquía superior de las políticas ambientales sobre las territoriales. Se utiliza en los instrumentos de planeación urbana del estado de Guanajuato, tanto en nivel estatal como municipal, las cuales deben estar en correspondencia de políticas de acción, pero con diferencia de escala y precisión.

Unidad de Gestión Territorial (UGT). Es la unidad mínima territorial de las zonas urbanas del municipio de Guanajuato, donde se aplican lineamientos, estrategias y políticas territoriales con enfoque ambiental. En ellas se analizan y plasmas la propuesta de los usos y los destinos de suelo que han de ser regulados. Es una división propuesta para el proyecto de PMDUOET 2020 de Guanajuato y se retoma para los análisis territoriales de los otros instrumentos de planeación territorial de esta investigación.

Uso de suelo. fin particular a que podrá dedicarse determinada zona o inmueble, de conformidad con los programas municipales. (artículo 2. Fr. L del Código Territorial)

Los usos establecidos por el Código Territorial y este Programa Municipal son:

- Agrícola
- Pecuario
- Forestal

- Habitacional
- De servicios
- Comercial
- Turístico o recreativo
- Agroindustrial
- Actividades extractivas
- Industrial
- Mixto

Zona de la cañada (La Cañada). Es el nombre que se le da a la ciudad de Guanajuato y a su zona histórica de acuerdo a la situación topográfica que la define desde su origen.

Zona de Monumentos Históricos. Se considera como el grupo de construcciones, paisajes y de espacios, que constituyan un asentamiento humano cuya cohesión y valor son reconocidos desde el punto de vista arqueológico, arquitectónico, prehistórico, histórico, estético o sociocultural.

La Zona de Monumentos Históricos de Guanajuato se delimita a través del “decreto por el que se declara una zona de Monumentos Históricos en la población de Guanajuato, estado de Guanajuato, dentro de un área de 1.9 km²” [Nota: área rectificada por Sistemas de Información Geográfica, resultando 1.6932 km²], según lo expuesto en el Diario Oficial de la Federación Número 20 Tomo CCCLXXIII, del 28 de julio de 1982. Este polígono se puede identificar vincular al concepto de Centro Histórico de Guanajuato, por el vínculo al Plan de Manejo de la Zona declarada Patrimonio por la UNESCO del Municipio de Guanajuato (1ª y 2ª Etapa), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato número 233 tercera parte, con fecha del 21 de noviembre del 2018.

Zona Metropolitana. Se define como zona metropolitana al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica. También se incluyen a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas de las zonas

metropolitanas en cuestión. Adicionalmente, se define como zonas metropolitanas a todos aquellos municipios que contienen una ciudad de un millón o más habitantes, así como aquellos con ciudades de 250 mil o más habitantes que comparten procesos de conurbación con ciudades de Estados Unidos de América.⁷⁹

~de Guanajuato. Según el Sistema Urbano Nacional (SUN) 2018, el municipio de Guanajuato se incluye como una de las nuevas zonas metropolitanas, por cambios en los criterios de clasificación de las ciudades al ser capital del estado de Guanajuato. La Zona Metropolitana de Guanajuato, identificada con la clave 11.02 en el SUN, es intramunicipal y considera 7 localidades: Guanajuato, Marfil, Puente de las Cuevas, San José de Llanos, Santa Teresa, La Saucedita (Santa Fe de Guadalupe) y Yerbabuena. Además de las 7 localidades urbanas antes citadas, se agregan dos más que, por proyecciones de población superarán los 2,500 habitantes en 2020; las localidades urbanas añadidas son Cañada de Bustos y Capulín de Bustos. A su vez, se incluyen dieciocho localidades rurales secundarias, que, por cercanía, influencia y conexión con las otras, conforma un centro de población urbana y dos rurales. Estas localidades son Carbonera, Cerro del Oro, Colonia Arroyo Blanco, Cuevas, El Maluco, Fraccionamiento Arboledas, Fraccionamiento Colonial Guanajuato, Fraccionamiento Pedregal de Cervera, Fraccionamiento Villas de Guanajuato, La Presita, Lomas de Cervera, Los Nicolases, Nochebuena, Paso de Perules, San Isidro, San José de Cervera, San José de la Luz y Santa Catarina de Cuevas (El Tinaco).

Zona Sur (~de la ciudad de Guanajuato). Es la continuidad urbana entre las localidades de Marfil, Santa Teresa, Yerbabuena, Puente de las Cuevas, localidades rurales (o menores de 2,499 habitantes) y fraccionamientos habitacionales como Villas de Guanajuato (localidad urbana identificada en el Censo Inegi 2020).

Zona Urbana. Porción geográfica altamente poblada, acompañada del comercio y la tecnología, el turismo y muchas veces, desigualdades sociales. Es también el conjunto de edificios agrupados de una población.

⁷⁹ Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI); Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL); Consejo Nacional de Población (CONAPO), "Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2010". En INEGI, http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf, 2012, p. 25.

Para este caso, se considera en este concepto, además de las áreas urbanas, los espacios de transición ambiental como áreas de amortiguamiento o de servicios ambientales.

Zonificación. Determinación de las áreas que integran el territorio de un Municipio, sus usos y destinos predominantes y compatibles, condicionados e incompatibles, así como la delimitación de las reservas y provisiones territoriales y las áreas de conservación, crecimiento, mejoramiento y consolidación de los mismos. (artículo 2. Fr. LIII del Código Territorial)

Práctica común dentro de los procesos de planificación urbanística con la que se delimitan ámbitos del espacio urbano existente o de los espacios previstos para el crecimiento de la ciudad aún por desarrollar, a los que se les otorga una ordenación homogénea y específica (*land use assignment*) en cuanto a sus usos y otras determinaciones de intensidad y tipologías edificatorias. En otras palabras, la zonificación se propone la división del área territorial total del municipio en sectores menores, a fin de establecer una regulación adecuada a las características de cada área, bien como las propiedades existentes en cada una de ellas.⁸⁰

⁸⁰ L. López Trigal, *op. cit.*, p. 642.

Apéndice 2. Entrevista semiestructurada

I. Guía para entrevista estructurada

Instrucciones:

- a) Presentación personal del entrevistador: *Buen día, mi nombre es Alfredo Arredondo Pérez, estudiante del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, adscrito a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Me dirijo a usted con el fin de establecer una entrevista como especialista en el tema.*
- b) Informar a la persona entrevistada el objetivo de la investigación: *El objetivo de esta investigación es proponer un modelo de análisis a los instrumentos de planeación, a través de los conceptos de entropía urbana y esfuerzo del ordenamiento territorial. El objetivo de la entrevista es conocer su punto de vista y experiencia en el tema del ordenamiento territorial y desarrollo urbano en el municipio de Guanajuato, así como su región circundante.*
- c) Código de ética y consentimiento informado:⁸¹ *Entrega de carta de consentimiento informado, lectura y firma.*
- d) Solicitud de permiso para grabar la entrevista: *Se le solicita al entrevistado el permiso para grabar la entrevista bajo los términos del código de ética y consentimiento informado.*
- e) Duración de la entrevista: *Se informa que la duración de la entrevista puede ser de 45 minutos, pudiendo extenderse si el entrevistado lo considera necesario.*
- f) Finalización de entrevista: *Agradezco su tiempo, esperando poder cumplir con los objetivos de la investigación, si existiera la posibilidad, espero poder contar con su apoyo para un nuevo encuentro.*

CONSENTIMIENTO INFORMADO

⁸¹ Las entrevistas que se realizaron dentro de la investigación cuentan con absoluta confidencialidad, la cual se asegura porque no se registraron nombres en ninguna etapa del trabajo, así como ningún dato que permita reconocer a las personas. Cada entrevista será grabada y anonimizada inmediatamente, de forma que cada una corresponda a un número, pero no se identifique al entrevistado/a. Los ficheros de audio serán borrados de forma permanente una vez se hayan hecho las transcripciones y sustituido las referencias personales. En cualquier momento, cuando así lo desee el entrevistado/a, la grabación se puede detener. Las grabaciones no se divulgarán ni se compartirán con terceras personas y serán custodiadas únicamente por el investigador.

De manera voluntaria, y dentro del desarrollo de la investigación “Los modelos del ordenamiento territorial en ciudades medias mexicanas del siglo XXI. La entropía urbana como herramienta de medición para la planificación para el caso de Guanajuato, Gto.”, de Alfredo Arredondo Pérez, el investigador, y _____, el entrevistado/a, se comprometen al cumplimiento del presente CONSENTIMIENTO, el cual se regirá por las siguientes cláusulas:

Primera. El investigador se compromete a lo siguiente:

1. No compartir, de manera escrita ni verbal, el contenido de las entrevistas con terceras personas.
2. Garantiza el total anonimato de los datos para evitar la identificación del entrevistado.
3. Con el fin de dar cumplimiento a lo anterior, se usará un código numérico para identificar los materiales en función de cada entrevistado.
4. Los datos obtenidos serán usados única y exclusivamente para finalidades de investigación y se usaran en el trabajo de investigación o en comunicaciones científicas usando pseudónimos y procedimientos que garantizaran en todo momento la absoluta confidencialidad de los datos.
5. Que será la única que manejará y guardará las grabaciones y transcripciones de las entrevistas.

Segunda. El entrevistado/a declara que se le indicó, antes de su participación:

1. Que no está obligado a participar en la presente investigación.
2. Que puede decidir dejar de participar en cualquier momento.
3. Que se puede abstener de responder las preguntas que considere.
4. Que puede leer la transcripción de la entrevista y puede cambiar nombres de personas, lugares y entes, así como corregir datos erróneos o disimular acontecimientos con objeto de evitar su identificación.

Tercera. El entrevistado declara que:

- Ha decidido voluntaria y libremente participar en la entrevista.
- Entiende que puede retirarse del estudio en cualquier momento y solicitar que sus datos personales sean retirados de la investigación sin necesidad de dar explicaciones.

Alfredo Arredondo Pérez

Fecha:

Firma del entrevistado

Firma del investigador

Entrevista

Lugar de la entrevista: _____

Fecha: _____

Hora de inicio: _____ Hora de fin: _____

II. Características de la persona entrevistada

Nombre

- a) Edad.
- b) Lugar de nacimiento.
- c) Tiempo de residencia del último lugar.
- d) Formación académica.
- e) Años de experiencia en el campo del ordenamiento territorial.
- f) Temas de especialidad (principales trabajos).
- g) Cargo o trabajo actual.
- h) Tipo de ámbito desde el que labora con frecuencia:

Social Gubernamental Académico Privado
Otro

Notas:

GUÍA PARA ACTORES TÉCNICOS				
Categoría	Objetivo	Subcategoría	Temas	Preguntas
Desarrollo territorial urbano, municipal o regional	Conocer la perspectiva del entrevistado en cuanto a los conceptos generales.	Política pública del ordenamiento territorial	Desarrollo local	¿Qué es y/o significa para usted el desarrollo territorial a escala urbana y a escala municipal?
			Relación regional-local	¿Tiene algún impacto el desarrollo regional o global en la escala municipal y urbana-local?
Ordenamiento territorial: Planeación y gestión	Explorar el conocimiento particular del entrevistado tomando una postura específica en el fenómeno de estudio.	Planeación territorial	Política pública del ordenamiento territorial	¿Cuál es la política de ordenamiento territorial en el municipio de Guanajuato?
				¿Los actores políticos les dan importancia a los instrumentos de planeación?
				¿Cuál es el principal problema en el tema de la vigilancia y observación del ordenamiento territorial en Guanajuato en cuanto a los instrumentos de planeación y el "actuar diario"?

			Especialización técnica del ordenamiento territorial	¿Cómo es la relación de los técnicos del ordenamiento territorial entre la ciudadanía y los actores políticos? ¿El personal de vigilancia y de toma de decisiones en cuanto a la administración del territorio es suficiente y tiene el perfil adecuado para cumplir sus funciones en el municipio?
			Recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial	¿Los recursos económicos para la planeación son suficientes para elaborar y dar seguimiento a los instrumentos de ordenamiento territorial?, ¿por qué? ¿Los recursos económicos son empleados de forma suficiente para la gestión del territorio?
			Participación ciudadana en el ordenamiento territorial	¿Qué tipo de participación se da en Guanajuato en el tema de la elaboración de los instrumentos de planeación para el ordenamiento territorial? ¿La ciudadanía respeta las disposiciones de ordenamiento del territorio? Si la respuesta es negativa, ¿qué se puede hacer para mejorar su actuar?
Complejidad y entropía urbana	Conocer la evolución de la ciudad en cuestiones de complejidad y caos	Ciudad compleja	Entorno regional	¿Cómo influye el entorno regional en el caos actual de las zonas urbanas del Bajío?
			Sistemas urbanos complejos	En las últimas tres décadas, ¿qué elementos urbanos se han complejizado en las ciudades (en particular de la ciudad de Guanajuato)? (pudiendo ser tangibles e intangibles)
				En el mismo periodo, ¿qué zonas urbanas han presentado mayor caos, cuál menor y cuál se ha mantenido igual? (se puede basar en las Unidades de Gestión Territorial UGT)
		Planeación territorial	Evolución de los instrumentos de planeación urbana	En los ejercicios de planeación de la ciudad de las últimas tres décadas (1991, 1994, 2006, 2012 y proyecto 2020), ¿los instrumentos han comprendido las transformaciones urbanas y su complejidad, plasmándolas en sus propuestas?
				¿Cómo se han transformado los instrumentos de planeación en este mismo periodo?

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

Temas de refuerzo y cierre		Deficiencias	Desorden urbano	¿Cuál es el principal problema en el tema de instrumentar una política para el ordenamiento territorial en Guanajuato?
	Reforzar los principales tópicos y sumar reflexiones finales	Propuestas	Propuestas para mejorar los instrumentos o la aplicación de los instrumentos de planeación en su territorio	¿Qué propuestas considera necesarias implementar para la mejora de la política y en los instrumentos de ordenamiento territorial en Guanajuato?
	Percepción de introducción de modelado urbano		Inclusión de nuevas herramientas en el ordenamiento territorial	En caso de incorporar una herramienta de evaluación cuantitativa para medir y modelar el caos y complejidad de las ciudades, ¿se podría aceptar fácilmente por los especialistas y la ciudadanía? ¿por qué?

Fuente: Elaboración propia, 2020.

GUÍA PARA ACTORES POLÍTICOS				
Categoría	Objetivo	Subcategoría	Temas	Preguntas
Desarrollo territorial urbano, municipal o regional	Conocer la perspectiva del entrevistado en cuanto a los conceptos generales.	Política pública del ordenamiento territorial	Desarrollo local	1. ¿Qué es y/o significa para usted el desarrollo territorial a escala urbana y a escala municipal?
			Relación regional-local	2. ¿Tiene algún impacto el desarrollo regional o global en la escala municipal y urbana-local?
Ordenamiento territorial: Planeación y gestión	Explorar el conocimiento particular del entrevistado tomando una postura específica en el fenómeno de estudio.	Planeación territorial	Política pública del ordenamiento territorial	3. ¿Cuál es la política de ordenamiento territorial en el municipio de Guanajuato?
				4. ¿Los actores políticos les dan importancia a los instrumentos de planeación?
				5. ¿Cómo es el actuar general de los actores políticos en cuanto a la política de ordenamiento territorial?
				6. ¿Cuál es el principal problema en el tema de la vigilancia y observación del ordenamiento territorial en Guanajuato en cuanto a los instrumentos de planeación y el "actuar diario"?

			Especialización técnica del ordenamiento territorial	7. ¿Cómo es la relación de los actores políticos con los técnicos y la ciudadanía?
			Recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial	8. ¿Cómo se gestionan los recursos económicos en tema de ordenamiento territorial a nivel local?
				9. ¿Los recursos económicos son empleados de forma suficiente para la gestión del territorio?
			Participación ciudadana en el ordenamiento territorial	10. ¿Qué tipo de participación se da en Guanajuato en el tema de la elaboración de los instrumentos de planeación para el ordenamiento territorial?
				11. ¿La ciudadanía respeta las disposiciones de ordenamiento del territorio? Si la respuesta es negativa, ¿qué se puede hacer para mejorar su actuar?
Complejidad y entropía urbana	Conocer la evolución de la ciudad en cuestiones de complejidad y caos	Ciudad compleja	Entorno regional	12. ¿Cómo influye el entorno regional en el caos actual de las zonas urbanas del Bajío?
			Sistemas urbanos complejos	13. En las últimas tres décadas, ¿qué elementos urbanos se han complejizado en la ciudad de Guanajuato? (pudiendo ser tangibles e intangibles)
				14. En el mismo periodo, ¿qué zonas urbanas han presentado mayor caos, cuál menor y cuál se ha mantenido igual? (se puede basar en las Unidades de Gestión Territorial UGT)
		Planeación territorial	Evolución de los instrumentos de planeación urbana	15. En los ejercicios de planeación de la ciudad de las últimas tres décadas (1991, 1994, 2006, 2012 y proyecto 2020), ¿Los instrumentos han comprendido las transformaciones urbanas y su complejidad, plasmándolas en sus propuestas?
				16. ¿Cómo se han transformado los instrumentos de planeación en este mismo periodo?
Temas de refuerzo y cierre	Reforzar los principales tópicos y sumar reflexiones finales	Deficiencias	Desorden urbano	17. ¿Cuál es el principal problema en el tema de instrumentar una política para el ordenamiento territorial en Guanajuato?
		Propuestas	Propuestas	18. ¿Qué propuestas considera

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas
y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

			para mejorar los instrumentos o la aplicación de los instrumentos de planeación en su territorio	necesarias implementar para la mejora de la política y en los instrumentos de ordenamiento territorial en Guanajuato?
	Percepción de introducción de modelado urbano		Inclusión de nuevas herramientas en el ordenamiento territorial	19. En caso de incorporar una herramienta de evaluación cuantitativa para medir y modelar el caos y complejidad de las ciudades, ¿se podría aceptar fácilmente por los especialistas y la ciudadanía?, ¿por qué?

GUÍA PARA ACTORES SOCIALES Y CIUDADANOS				
Categoría	Objetivo	Subcategoría	Temas	Preguntas
Desarrollo territorial urbano, municipal o regional	Conocer la perspectiva del entrevistado en cuanto a los conceptos generales.	Política pública del ordenamiento territorial	Desarrollo local	¿Qué es y/o significa para usted el desarrollo territorial a escala urbana y a escala municipal?
Ordenamiento territorial: Planeación y gestión	Explorar el conocimiento particular del entrevistado tomando una postura específica en el fenómeno de estudio.	Planeación territorial	Política pública del ordenamiento territorial	¿Existe una participación efectiva de la ciudadanía en los instrumentos de ordenamiento territorial?
				¿Los actores políticos dan importancia humana y ciudadana a los instrumentos de planeación?
			Especialización técnica del ordenamiento territorial	¿Cómo es la relación de los ciudadanos con los y políticos en las acciones de ordenamiento territorial?
			Recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial	¿Los recursos económicos para la planeación son suficientes para elaborar y dar seguimiento a los instrumentos de ordenamiento territorial?, ¿por qué?
				¿Los recursos económicos son empleados de forma suficiente para la gestión del territorio?
			Participación ciudadana en el ordenamiento territorial	¿Cómo la sociedad construye y organiza su propio territorio según su experiencia en Guanajuato?

Temas de refuerzo y cierre	Reforzar los principales tópicos y sumar reflexiones finales			¿La ciudadanía respeta las disposiciones de ordenamiento del territorio? Si la respuesta es negativa, ¿qué se puede hacer para mejorar su actuar?
		Deficiencias	Desorden urbano	¿Cuál es el principal problema en el tema de instrumentar una política para el ordenamiento territorial en Guanajuato?
		Propuestas	Propuestas para mejorar los instrumentos o la aplicación de los instrumentos de planeación en su territorio	¿Qué propuestas considera necesarias implementar para la mejora de la política y en los instrumentos de ordenamiento territorial en Guanajuato?
	Percepción de introducción de modelado urbano		Inclusión de nuevas herramientas en el ordenamiento territorial	En caso de incorporar una herramienta de evaluación cuantitativa para medir y modelar el caos y complejidad de las ciudades, ¿se podría aceptar fácilmente por los especialistas y la ciudadanía?, ¿por qué?

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Apéndice 3. Cuestionario base de percepción del ordenamiento territorial

Cuestionario base

Introducción: El siguiente cuestionario forma parte de la investigación doctoral “Los modelos del ordenamiento territorial en ciudades medias mexicanas del siglo XXI. La entropía urbana como herramienta de medición para la planificación para el caso de Guanajuato, Gto.” El objetivo del cuestionario es conocer la percepción de los especialistas en torno a los tópicos políticos, técnicos, económicos y de acción ciudadana en el tema de la política de planeación, gestión y administración del ordenamiento territorial urbano en el municipio de Guanajuato.

Instrucciones: Lea la afirmación y elija la opción de respuesta a la que mejor coincida con su percepción, siendo de 5 niveles, yendo desde “totalmente en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo” con la afirmación. Explique sus razones de forma breve.

El presente cuestionario tiene una duración de llenado de 10 minutos como máximo.

La información generada formará parte de la investigación antes citada cuyos fines son meramente exclusivamente académicos y se respetará el anonimato de los participantes.

Temas:

- E. Percepción de formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial
- F. Percepción de especialización técnica para el ordenamiento territorial
- G. Percepción de suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial
- H. Percepción de la acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial

Cuestionario

Totalmente en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Medianamente de acuerdo	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Marque que tan de acuerdo está con estas afirmaciones y explique sus razones:

Clave	Tema	Afirmación	1	2	3	4	5
A.1	Política	Las políticas de ordenamiento territorial existentes son eficientes de acuerdo a las necesidades del municipio y a su aplicación.					
		¿Por qué?					
A.2	Política	En el municipio hay un esfuerzo notorio por los tomadores de decisiones por tener un ordenamiento territorial vigente y aplicado.					
		¿Por qué?					
A.3	Política	Se toman decisiones informadas y objetivas en el municipio de Guanajuato.					
		¿Por qué?					
A.4.	Política	Los políticos y técnicos tienen un conocimiento real a las necesidades de los ciudadanos.					
		¿Por qué?					
B.1	Especialización	Existen suficientes recursos humanos (perfiles técnicos especializados) para formular, generar y aplicar políticas territoriales.					
		¿Por qué?					
B.2	Especialización	Se da un seguimiento eficiente a los instrumentos de planeación territorial locales.					
		¿Por qué?					
B.3	Especialización	Se aplican correctamente los instrumentos normativos y jurídicos de planeación territorial.					
		¿Por qué?					
B.4.	Especialización	Los mecanismos de vinculación entre gobierno y ciudadanía son suficientes para la participación en el ordenamiento territorial.					
		¿Por qué?					
C.1	Economía	Existen estudios previos a la inversión económica en materia de ordenamiento territorial en Guanajuato para que se enfoquen en necesidades reales.					

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas
y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

		¿Por qué?					
C.2	Economía	Se invierten los recursos económicos suficientes en el municipio para tener un ordenamiento territorial eficiente.					
		¿Por qué?					
C.3	Economía	Los recursos económicos enfocados al ordenamiento territorial que se destinan a la planeación, gestión y la administración del territorio están equilibrados entre ellos.					
		¿Por qué?					
C.4	Economía	Existe una administración clara y transparente de los gastos económicos en torno al ordenamiento territorial.					
		¿Por qué?					
D.1	Ciudadanía	Los ciudadanos le dan importancia por respeto al seguimiento de las políticas y acciones de ordenamiento territorial.					
		¿Por qué?					
D.2	Ciudadanía	Los ciudadanos y/o organismos de la sociedad civil están suficientemente involucrados e informados en el tema del ordenamiento territorial.					
		¿Por qué?					
D.3	Ciudadanía	El gobierno vincula a la ciudadanía para que conozca y se involucre en temas de planeación y administración del ordenamiento territorial.					
		¿Por qué?					
D.4.	Ciudadanía	Los grupos participantes en las políticas de ordenamiento territorial y planeación son plurales.					
		¿Por qué?					

Fuente: Elaboración propia, 2020.

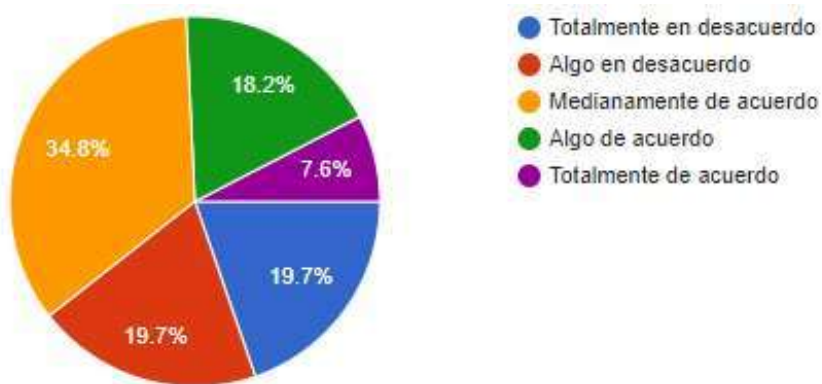
Resultados

Formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial

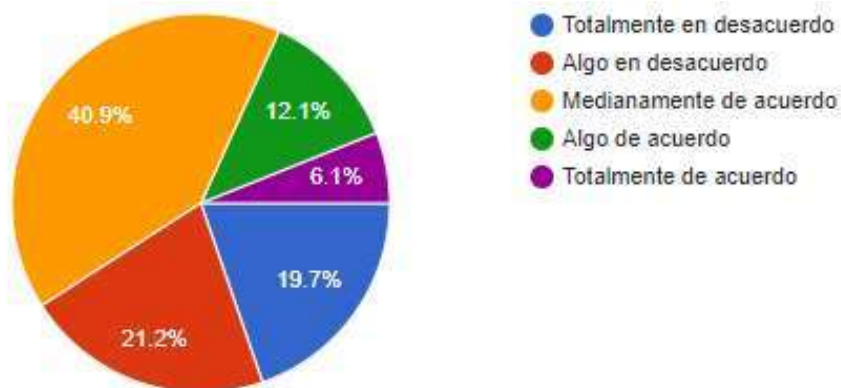
A1. Las políticas de ordenamiento territorial existentes son eficientes de acuerdo con las necesidades del municipio y a su aplicación.



A2. En el municipio hay un esfuerzo notorio por los tomadores de decisiones por tener un ordenamiento territorial vigente y aplicado.



A3. Se toman decisiones informadas y objetivas en el municipio de Guanajuato.

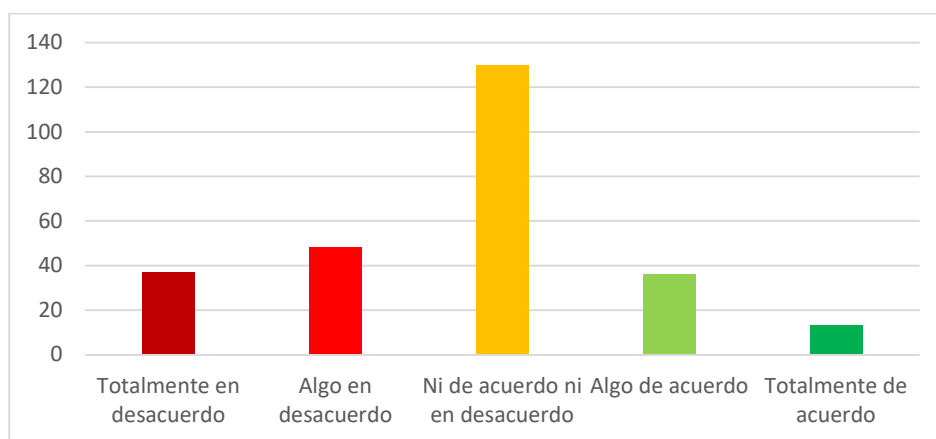


A4. Los políticos y funcionarios públicos tienen un conocimiento real a las necesidades de los ciudadanos.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.



La concentración para las afirmaciones anteriores muestra las siguientes respuestas: “totalmente en desacuerdo” (14.02%), “algo en desacuerdo” (18.18%), “ni de acuerdo ni en desacuerdo” (49.24%), “algo de acuerdo” (13.64%) y “totalmente de acuerdo” (4.92%), como valores similares en un rango de 0 a 1, es decir, 0.14, 0.18, 0.49, 0.13 y 0.04.

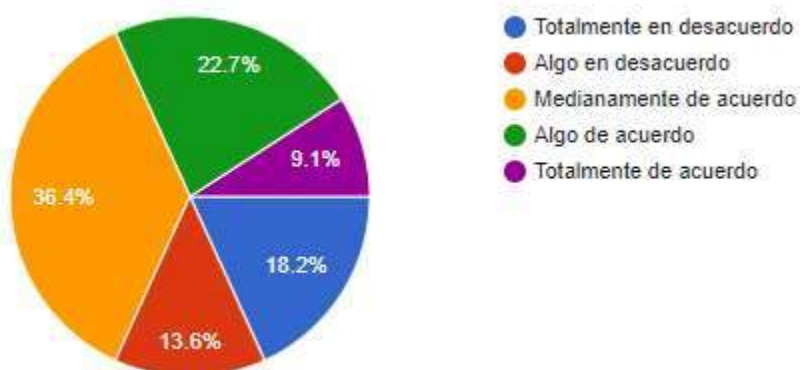


Especialización técnica para el ordenamiento territorial

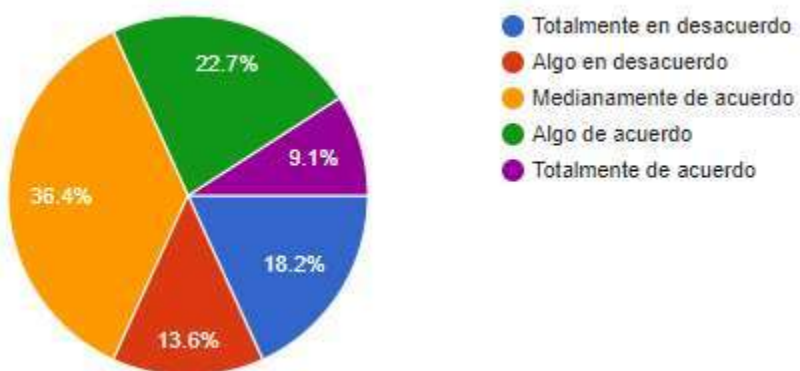
B1. Existen suficientes recursos humanos (perfiles técnicos especializados) para formular, generar y aplicar políticas territoriales en la administración local.



B2. Se da un seguimiento eficiente a los instrumentos de planeación territorial locales.

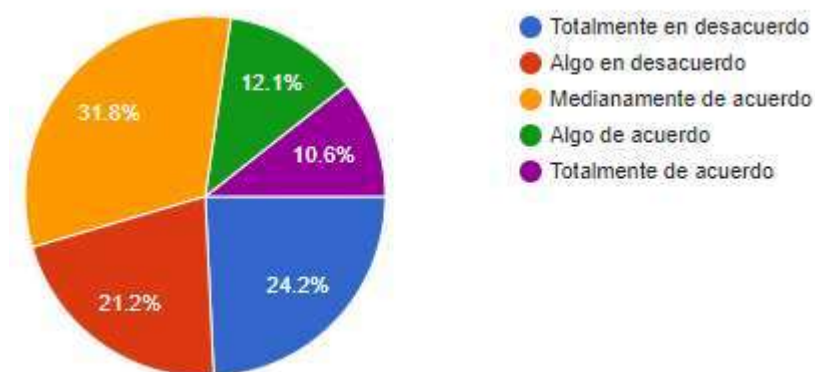


B3. Se aplican correctamente los instrumentos normativos y jurídicos de planeación territorial.

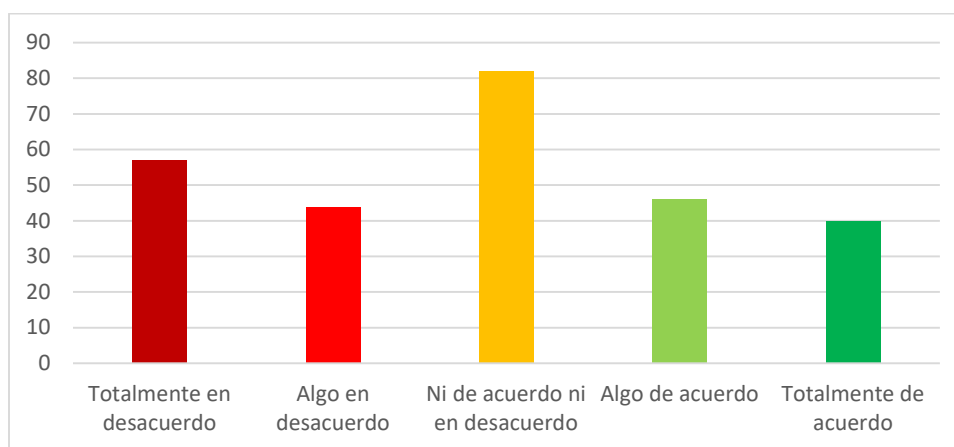


B4. Los mecanismos de vinculación entre gobierno y ciudadanía son suficientes para la participación en el ordenamiento territorial.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.



La concentración para las afirmaciones anteriores muestra las siguientes respuestas: “totalmente en desacuerdo” (21.19%), “algo en desacuerdo” (16.36%), “ni de acuerdo ni en desacuerdo” (30.48%), “algo de acuerdo” (17.10%) y “totalmente de acuerdo” (17.87%), como valores similares en un rango de 0 a 1, es decir, 0.21, 0.16, 0.30, 0.17, 0.14.

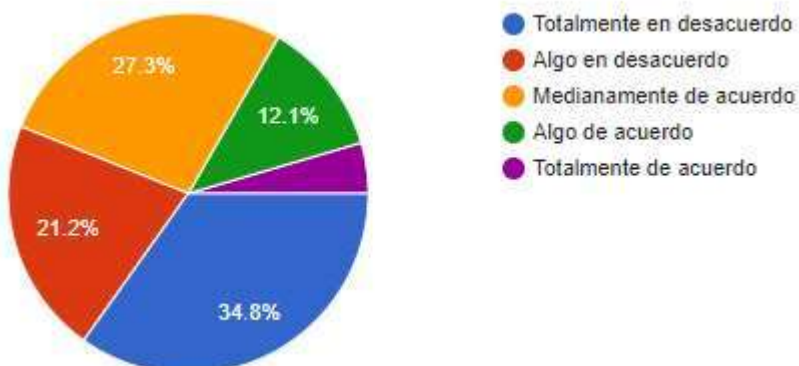


Suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial

C1. Existen estudios previos a la inversión económica en materia de ordenamiento territorial en Guanajuato para que se enfoquen en necesidades reales.



C2. Se invierten los recursos económicos suficientes en el municipio para tener un ordenamiento territorial eficiente.

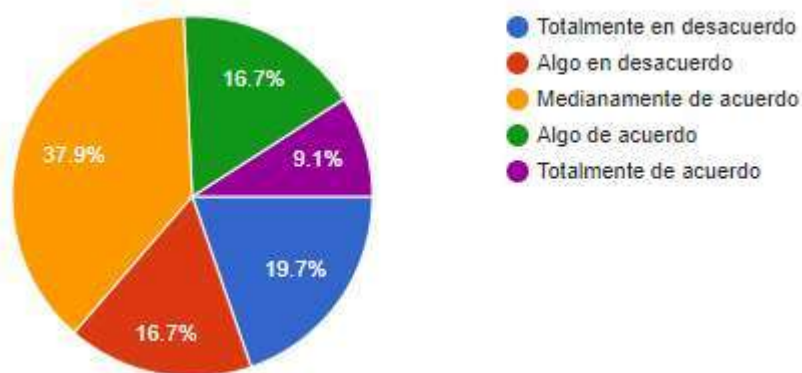


C3. Los recursos económicos enfocados al ordenamiento territorial que se destinan a la planeación, gestión y la administración del territorio están equilibrados entre ellos.

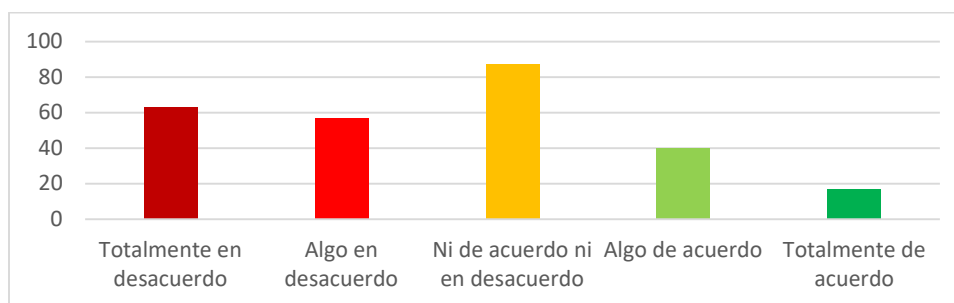


C4. Existe una administración clara y transparente de los gastos económicos en torno al ordenamiento territorial.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.



La concentración para las afirmaciones anteriores muestra las siguientes respuestas: “totalmente en desacuerdo” (23.86%), “algo en desacuerdo” (21.59%), “ni de acuerdo ni en desacuerdo” (32.95%), “algo de acuerdo” (15.15%) y “totalmente de acuerdo” (6.44%), como valores similares en un rango de 0 a 1, es decir, 0.23, 0.21, 0.32, 0.15 y 0.06.

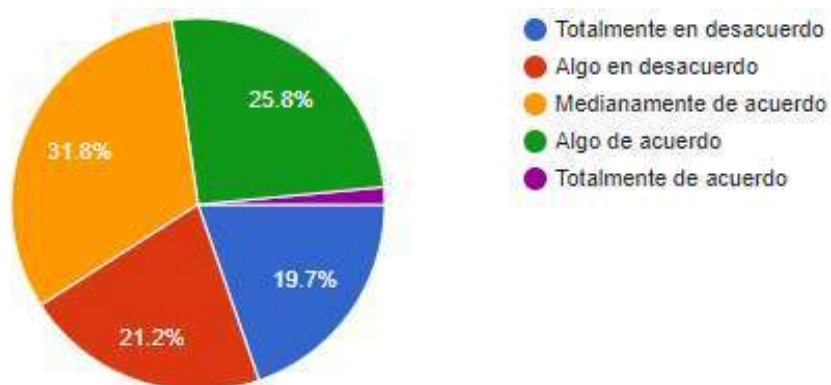


Acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial

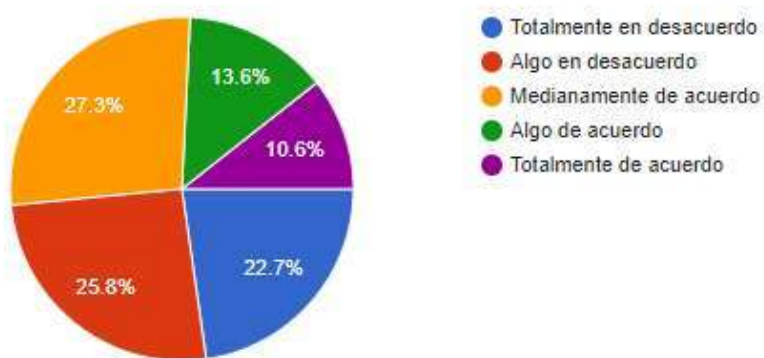
D1. Los ciudadanos le dan importancia por respeto al seguimiento de las políticas y acciones de ordenamiento territorial.



D2. Los ciudadanos y/u organismos de la sociedad civil están suficientemente informados e involucrados en el tema del ordenamiento territorial.



D3. El gobierno vincula a la ciudadanía para que conozca y se involucre en temas de planeación y administración del ordenamiento territorial.

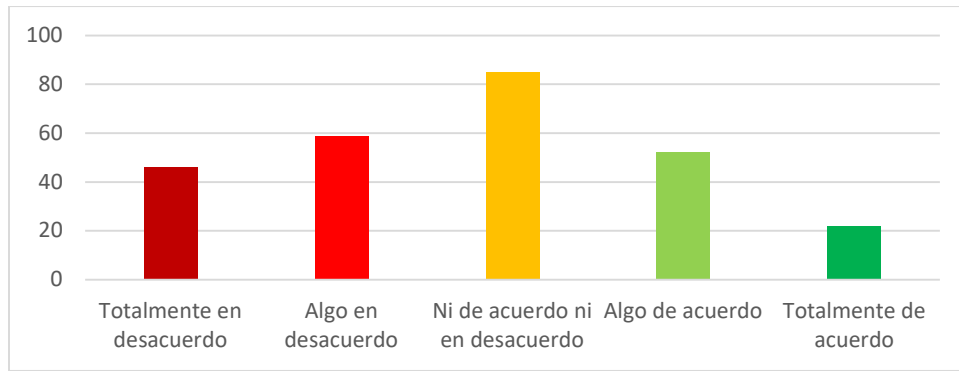


D4. Los grupos participantes en Guanajuato en el tema de políticas de ordenamiento territorial y planeación son plurales.

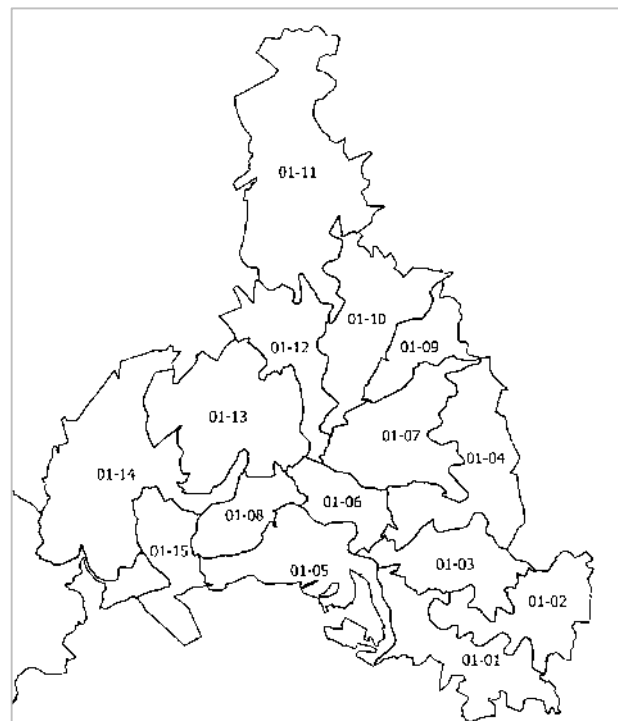
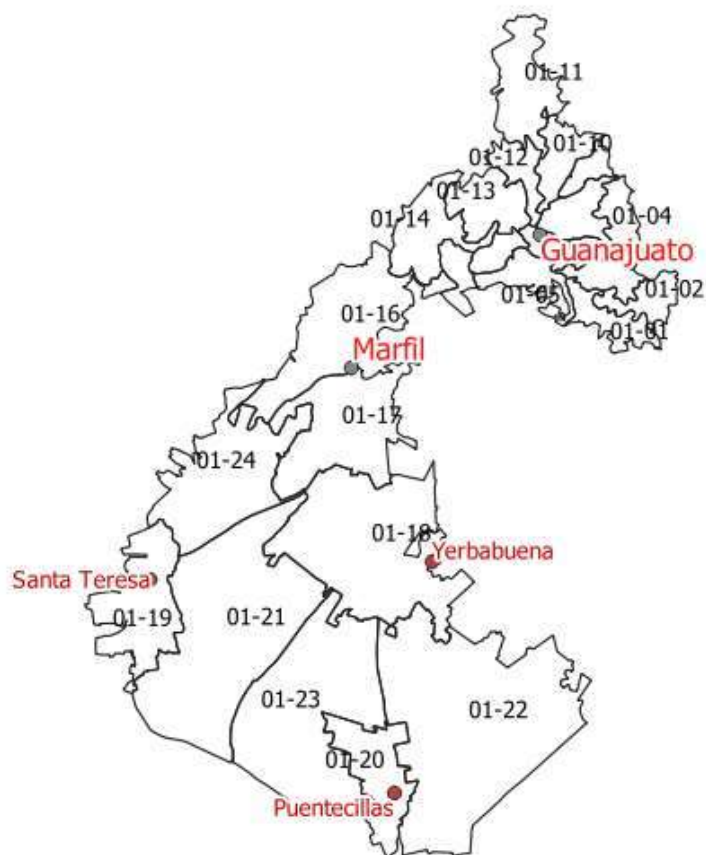


La concentración para las afirmaciones anteriores muestra las siguientes respuestas: “totalmente en desacuerdo” (17.42%), “algo en desacuerdo” (22.35%), “ni de acuerdo ni en desacuerdo” (32.20%), “algo de acuerdo” (19.70%) y “totalmente de acuerdo” (8.33%), como valores similares en un rango de 0 a 1, es decir 0.17, 0.22, 0.32, 0.19 y 0.08.

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas
y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.



Apéndice 4. Formato de percepción de atención y vigilancia por UGT.



FORMATO DE PERCEPCIÓN DE ATENCIÓN Y VIGILANCIA POR UNIDAD DE GESTIÓN TERRITORIAL

El siguiente cuestionario forma parte de la investigación doctoral “Los modelos del ordenamiento territorial en ciudades medias mexicanas del siglo XXI. La entropía urbana como herramienta de medición para la planificación para el caso de Guanajuato, Gto.” del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura.

La información generada formará parte de la investigación antes citada cuyos fines son meramente exclusivamente académicos y se respetará el anonimato de los participantes.

El objetivo del formato es conocer la percepción de la atención y vigilancia en torno a cuatro temas del ordenamiento territorial urbano en el municipio de Guanajuato:

- A. Percepción de formulación, generación y aplicación de la política pública de ordenamiento territorial
- B. Percepción de suficiencia y administración de los recursos económicos otorgados para el ordenamiento territorial
- C. Percepción de especialización técnica para el ordenamiento territorial
- D. Percepción de la acción y participación ciudadana ante las políticas públicas del ordenamiento territorial

Instrucciones: Llenar cada celda por Unidad de Gestión Territorial (UGT) el valor de 1 a 10, siendo 1 el menor hasta 10 el mayor, en cuanto a la atención y vigilancia por UGT respecto a cada uno de los cuatro temas por año.

01. Perfil. Principal experiencia en el campo del ordenamiento territorial y desarrollo urbano *

- ☐ Privado ☐ Público
- ☐ Académico ☐ Otro

02. Perfil. Grado máximo de estudios *

- ☐ Primaria ☐ Secundaria
- ☐ Preparatoria o bachillerato ☐ Universitaria
- ☐ Maestría ☐ Doctorado

03. Perfil. Sexo *

- ☐ Mujer ☐ Hombre
- ☐ Otro ☐ Prefiero no especificar

03. Perfil. Edad *

- ☐ Menos de 20 años ☐ 21-30 años
- ☐ 31-40 años ☐ 41-50 años
- ☐ 51-60 años ☐ 61-70 años
- ☐ Mayor de 71 años

idades:
l caso

1994			
UGT	Política	Economía	T
01-01			
01-02			
01-03			
01-04			
01-05			
01-06			
01-07			
01-08			
01-09			
01-10			
01-11			
01-12			
01-13			
01-14			
01-15			
01-16			
01-17			
01-18			
01-19			
01-20			
01-21			
01-22			
01-23			
01-24			
21-01			
28-01			
28-02			
28-03			
28-04			

2012				
UGT	Política	Economía	Técnicos	Ciudadanía
01-01				
01-02				
01-03				
01-04				
01-05				
01-06				
01-07				
01-08				
01-09				
01-10				
01-11				
01-12				
01-13				
01-14				
01-15				
01-16				
01-17				
01-18				
01-19				
01-20				
01-21				
01-22				
01-23				
01-24				
21-01				
28-01				
28-02				
28-03				
28-04				

2019-2020				
UGT	Política	Economía	Técnicos	Ciudadanía
01-01				
01-02				
01-03				
01-04				
01-05				
01-06				
01-07				
01-08				
01-09				
01-10				
01-11				
01-12				
01-13				
01-14				
01-15				
01-16				
01-17				
01-18				
01-19				
01-20				
01-21				
01-22				
01-23				
01-24				
21-01				
28-01				
28-02				
28-03				
28-04				

Apéndice 5. Código ProMETeUs

Código ProMETeUs (Correlation Coefficient Measurement between Spatial Entropy and Urban and Territorial Planning Variables), desarrollado en lenguaje de programación Fortran 90, por Dr. Francisco Rendón Acosta.

```
module subs
```

```
implicit none
```

```
contains
```

```
subroutine read_data_file1(my_input_file, no_data, no_variables, dataMatAreasAux)
```

```
character(30) :: my_input_file
```

```
integer:: no_data, no_variables, block_size
```

```
character(1000) :: string, string_aux, string_empty, string_new
```

```
integer:: ios,filetty,filelog
```

```
integer:: rownum, error, nchar, nchar_aux
```

```
integer:: alloc_status
```

```
integer:: i,j,p,serror
```

```
integer:: separator, separator_empty
```

```
character(10) :: char_par
```

```
integer:: columnnum
```

```
real(8) :: par1, par2, par3, par4, par5, par6, par7
```

```
real(8) :: par8, par9, par10, par11, par12, par13, par14
```

```
integer :: bz, nblock
```

```
integer :: k, knew, kold
```

```
real(8), dimension(:,:), allocatable :: dataMatAreasAux
```

```
real(8), dimension(:), allocatable :: vec_par
```

```
character(30) :: my_aux_file
```

```
integer :: header
```

```
integer :: nvar, ll
```

```
integer :: nblocks
```

```
open (unit=10, file=trim(my_input_file), status='old', iostat=ios)
```

```
if( ios /= 0 ) then
```



```

write(filetty,'(a,a)') 'error opening file:', my_input_file, ""
write(filelog,'(a,a)') 'error opening file:', my_input_file, ""
stop
endif
rownum=0
j = 0
ll = 0
do
  read(10,'(A180)' , iostat = error) string
  !!!print*, 'string',string
  string = trim(adjustl(string))
  !!!print*, 'string_adjus',string
  nchar = len( trim(adjustl(string)) )
  !!print*, 'nchar=',nchar
  string_aux = string
  string_empty = string
  !print*, 'stringi_aux', string_aux
  separator = scan(string_aux,' ')
  !print*, 'separator=', separator
  nchar_aux = len( trim(adjustl(string_aux)) )
  !print*, 'nchar_aux=',nchar_aux
  do
    if (separator > 0) then
      !print*, 'estoy dentro del if porque separator>0'
      string_aux = trim(adjustl(string_aux(separator:nchar_aux)))
      !print*, 'string=',string
      !print*, 'string_aux=', string_aux
    end if
    j = j +1
    columnnum = j
    separator = scan(string_aux,' ')
    !print*, 'j', j
    nchar_aux = len( trim(adjustl(string_aux)) )
    if (separator == 1) exit
  enddo
  j = 0

  if (error .ne. 0) exit

```

```
if ( ( string(1:1) /= '!' ).and. &
      ( string(1:1) /= '#' ).and. &
      ( nchar > 0 ) &
    ) then
  rownum = rownum + 1
endif
separator_empty= scan(string_empty,' ')
if (separator_empty==1) then
  bz = rownum
endif
ll = ll + 1
enddo
rewind(10)
no_data = rownum
no_variables = columnnum
block_size = no_data - bz

close(10)
print*, 'ndata', no_data, 'nvar', no_variables, block_size, ll
if (columnnum == 1) then
  print*, 'Insuficient data, I can start'
  STOP
endif

!STOP
allocate(dataMatAreasAux(no_data,no_variables-1), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: dataMatAreasAux"
!allocate(dataMatAreas(no_data,no_variables-1), stat= alloc_status )
! if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: dataMatAreas"
allocate(vec_par(no_variables-1), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: dataMatAux"

open (unit=10, file=trim(my_input_file), status='old', iostat=ios)
do i=1,no_data+1
  read(10,'(A180)' , iostat = error) string
  string = adjustl(string)
```

```

nchar = len( trim(adjustl(string)) )
if (error .ne. 0) exit
!print*, 'string(1:1)=', string(1:1)
!print*, 'string=', string
if ( ( string(1:1) /= '!' ).and. &
      ( string(1:1) /= '#' ).and. &
      ( string(1:1) /= ' ' ).and. &
      ( nchar > 0 ) &
    ) then

  separator = scan(string, ' ')
  !print*, 'separator=', separator
  if (separator > 0) then
    nchar = len( trim(adjustl(string)) )
    string_new = trim(adjustl(string(separator:nchar)))
    !print*, 'i=', i, 'string_new:', string_new
    read(string_new, *, iostat = serror) par1, par2, par3, par4, &
      par5, par6, par7, par8, par9, par10, par11, par12, par13
    !print*, 'input_file:', my_input_file
    !print*, 'table_data:', par1, par2, par3
    j=i-1
    vec_par = 0
    vec_par(1)= par1
    vec_par(2)= par2
    vec_par(3)= par3
    vec_par(4)= par4
    vec_par(5)= par5
    vec_par(6)= par6
    vec_par(7)= par7
    vec_par(8)= par8
    vec_par(9)= par9
    vec_par(10)= par10
    vec_par(11)= par11
    vec_par(12)= par12
    vec_par(13)= par13
    !write(40,*) par1, par2, par3
    do p=1, no_variables-1
    !print*, 'table_data:', par1, par2, par3

```

```

        dataMatAreasAux(j,p) = vec_par(p)
        !print*, 'mat', 'j=', j, 'p=', p, dataMatAreasAux(j,p)
    enddo
endif
endif

if ( ( string(1:1) == '!' ).or. &
    ( string(1:1) == '#' ).or. &
    ( string(1:1) == ' ' ) ) &
then
    header = 1 ! Means the input FARGO file has a header
    !dataMatAreasAux(i,no_variables + 1) = header

endif
enddo
close(10)
end subroutine

subroutine read_data_file2(my_input_file, no_data, no_variables,dataMatAux)
character(30) :: my_input_file
integer:: no_data, no_variables, block_size
character(1000) :: string, string_aux, string_empty, string_new
integer:: ios,filetty,filelog
integer:: rownum, error, nchar, nchar_aux
integer:: alloc_status
integer:: i,j,p,serror
integer:: separator, separator_empty
character(10) :: char_par
integer:: columnnum
real(8) :: par1, par2, par3, par4, pqr5, par6, par7
real(8) :: par8, par9, par10, par11, par12, par13, par14
integer :: bz, nblock
integer :: k, knew, kold
real(8), dimension(:,:), allocatable :: dataMatAux
real(8), dimension(:), allocatable :: vec_par
character(30) :: my_aux_file

```

integer :: header

integer :: nvar, ll

integer :: nblocks

```
open (unit=10, file=trim(my_input_file), status='old', iostat=ios)
if( ios /= 0 ) then
  write(filetty,'(a,a)') 'error opening file:', my_input_file, ""
  write(filelog,'(a,a)') 'error opening file:', my_input_file, ""
  stop
endif
rownum=0
j = 0
ll = 0
do
  read(10,'(A180)' , iostat = error) string
  !!print*, 'string',string
  string = trim(adjustl(string))
  !!print*, 'string_adjus',string
  nchar = len( trim(adjustl(string)) )
  !!print*, 'nchar=',nchar
  string_aux = string
  string_empty = string
  !print*, 'stringi_aux', string_aux
  separator = scan(string_aux,' ')
  !print*, 'separator=', separator
  nchar_aux = len( trim(adjustl(string_aux)) )
  !print*, 'nchar_aux=',nchar_aux
  do
    if (separator > 0) then
      !print*, 'estoy dentro del if porque separator>0'
      string_aux = trim(adjustl(string_aux(separator:nchar_aux)))
      !print*, 'string=',string
      !print*, 'string_aux=', string_aux
    end if
    j = j + 1
    columnnum = j
    separator = scan(string_aux,'  ')
```

```
!print*, 'j', j
nchar_aux = len( trim(adjustl(string_aux)) )
if (separator == 1) exit
enddo
j = 0

if (error .ne. 0) exit
if ( ( string(1:1) /= '!' ).and. &
      ( string(1:1) /= '#' ).and. &
      ( nchar > 0 ) &
    ) then
  rownum = rownum + 1
endif
separator_empty= scan(string_empty,' ')
if (separator_empty==1) then
  bz = rownum
endif
ll = ll + 1
enddo
rewind(10)
no_data = rownum
no_variables = columnnum
block_size = no_data - bz

close(10)
print*, 'ndata', no_data, 'nvar', no_variables, block_size, ll
if (columnnum == 1) then
  print*, 'Insuficient data, I can start'
  STOP
endif

!STOP
allocate(dataMatAux(no_data,no_variables-1), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: dataMatAux"
allocate(vec_par(no_variables-1), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: dataMatAux"
```

```

open (unit=10, file=trim(my_input_file), status='old', iostat=ios)
do i=1,no_data+1
  read(10,'(A180)' , iostat = error) string
  string = adjustl(string)
  nchar = len( trim(adjustl(string)) )
  if (error .ne. 0) exit
  !print*, 'string(1:1)=', string(1:1)
  !print*, 'string=', string
  if ( ( string(1:1) /= '!' ).and. &
        ( string(1:1) /= '#' ).and. &
        ( string(1:1) /= ' ' ).and. &
        ( nchar > 0 ) &
      ) then

    separator = scan(string,' ')
    !print*, 'separator=', separator
    if (separator > 0) then
      nchar = len( trim(adjustl(string)) )
      string_new = trim(adjustl(string(separator:nchar)))
      !print*, 'i=', i, 'string_new:', string_new
      read(string_new,*, iostat = serror) par1, par2, par3, par4
      !print*, 'input_file:', my_input_file
      !print*, 'table_data:', par1, par2, par3
      j=i-1
      vec_par = 0
      vec_par(1)= par1
      vec_par(2)= par2
      vec_par(3)= par3
      vec_par(4)= par4
      !write(40,*) par1, par2, par3
      do p=1, no_variables-1
        !print*, 'table_data:', par1, par2, par3
        dataMatAux(j,p) = vec_par(p)
        !print*, 'mat', 'j=', j, 'p=', p, dataMatAux(j,p)
      enddo
    endif
  endif
enddo

```

```
if ( ( string(1:1) == '!' ).or. &
      ( string(1:1) == '#' ).or. &
      ( string(1:1) == ' ' ) ) &
then
  header = 1 ! Means the input FARGO file has a header
  !dataMatAux(i,no_variables + 1) = header

endif
enddo
close(10)
!deallocate (dataMat)

end subroutine

subroutine somme_pob (vec_pop, somme_pop)
real(8), dimension(:), allocatable :: vec_pop
real(8) :: somme_pop
integer :: i, i_max

i_max = size(vec_pop)
somme_pop = 0.0
do i=1, i_max
  somme_pop = somme_pop + vec_pop(i)
enddo
end subroutine

subroutine correlation_index(row,vecX,vecY,r_index)
integer:: i,j,k
integer:: row
integer:: alloc_status
real(8), dimension (:), allocatable :: vecX
real(8), dimension (:), allocatable :: vecY
real(8):: X_bar, Y_bar
real(8):: dist_XY, dist_X2, dist_Y2
real(8):: r_index

allocate(vecX(row), stat= alloc_status )
```



```
alloc_status = 0
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vecX"

allocate(vecY(row), stat= alloc_status )
alloc_status = 0
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vecY"

!print*, 'size vecX=', size(vecX)
!print*, 'size vecY=', size(vecY)
!print*, 'je suis ici'
X_bar=0.0
do i=1, row
    X_bar = X_bar + vecX(i)
enddo
X_bar = X_bar/row

Y_bar=0.0
do i=1, row
    Y_bar = Y_bar + vecY(i)
enddo
Y_bar = Y_bar/row

!print*, 'X_bar=', X_bar
!print*, 'Y_bar=', Y_bar
dist_XY=0.0
do i=1, row
    dist_XY = dist_XY + ((vecX(i) - X_bar)*(vecY(i) - Y_bar))
enddo

!print*, 'distXY=', dist_XY
dist_X2 = 0.0
do i=1, row
    dist_X2 = dist_X2 + ((vecX(i) - X_bar)**2.0)
enddo

dist_Y2 = 0.0
do i=1, row
    dist_Y2 = dist_Y2 + ((vecY(i) - Y_bar)**2.0)
```

```
enddo

!print*, 'distX2*distY2=', dist_X2*dist_Y2
r_index = dist_XY/sqrt(dist_X2 * dist_Y2)

end subroutine correlation_index

end module subs

program solver
use subs
implicit none

character(30) :: my_input_file
integer:: no_data, no_variables, block_size
integer:: alloc_status
integer:: i, i_max, j, j_max
integer:: row, column
real(8), dimension(:, :), allocatable :: dataMatAreas
real(8), dimension(:, :), allocatable :: dataMatPopulation
real(8), dimension(:, :), allocatable :: dataMatcorrelation
real(8), dimension(:), allocatable :: vec_pop94, vec_pop12, vec_pop19
real(8), dimension(:), allocatable :: rho_pop94, rho_pop12, rho_pop19
real(8), dimension(:), allocatable :: den_pop94, den_pop12, den_pop19
real(8), dimension(:), allocatable :: vec_areas
real(8), dimension(:), allocatable :: prob94, prob12, prob19
real(8), dimension(:), allocatable :: entropy94, entropy12, entropy19
real(8), dimension(:), allocatable :: vec_X
real(8), dimension(:), allocatable :: vec_Y
real(8) :: somme_pop94, somme_pop12, somme_pop19
real(8) :: entropia94, entropia12, entropia19
real(8) :: EShannon94, EShannon12, EShannon19
real(8) :: EZ94, EZ12, EZ19
real(8), dimension(:), allocatable :: entropia_aux94, entropia_aux12, entropia_aux19
real(8) :: r_index1, r_index2, r_index3
real(8) :: r_index4, r_index5, r_index6
```

```
my_input_file = 'AREASUGT25062021.txt'
call read_data_file1(my_input_file, no_data, no_variables, dataMatAreas)
!print*, 'DATOS DE TABLA AREASUGT25062021.txt'
!print*, 'tamaño de matriz', size(dataMatAreas)
!i_max= no_data
!j_max= no_variables-1

!do i =1, i_max
!  do j=1, j_max
!    print*, 'i=', i, 'j=', j, dataMatAreas(i,j)
!  enddo
!enddo

my_input_file = 'PROYPOB250621.txt'
call read_data_file2(my_input_file, no_data, no_variables, dataMatPopulation)
!print*, 'DATOS DE TABLA PROYPOB250621.txt'
!print*, 'tamaño de matriz', size(dataMatPopulation)
!i_max= no_data
!j_max= no_variables-1

!do i =1, i_max
!  do j=1, j_max
!    print*, 'i=', i, 'j=', j, dataMatPopulation(i,j)
!  enddo
!enddo
!print*, 'no_data=', no_data

allocate(vec_pop94(no_data), stat= alloc_status )
  if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vec_pop94"
allocate(vec_pop12(no_data), stat= alloc_status )
  if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vec_pop12"
allocate(vec_pop19(no_data), stat= alloc_status )
  if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vec_pop19"
allocate(rho_pop94(no_data), stat= alloc_status )
  if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: rho_pop94"
allocate(rho_pop12(no_data), stat= alloc_status )
  if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: rho_pop12"
allocate(rho_pop19(no_data), stat= alloc_status )
```

```
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: rho_pop19"
allocate(vec_areas(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vec_areas"
allocate(den_pop94(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: den_pop94"
allocate(den_pop12(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: den_pop12"
allocate(den_pop19(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: den_pop19"
allocate(prob94(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: prob94"
allocate(prob12(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: prob12"
allocate(prob19(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: prob19"
allocate(entropy94(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: entropy94"
allocate(entropy12(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: entropy12"
allocate(entropy19(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: entropy19"
allocate(entropia_aux94(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: entropia_aux94"
allocate(entropia_aux12(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: entropia_aux12"
allocate(entropia_aux19(no_data), stat= alloc_status )
if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: entropia_aux19"
!suma de areas (UGTs)
do i=1, no_data
    vec_areas(i) = dataMatPopulation(i,1)
enddo
!suma de población de 1994
do i=1, no_data
    vec_pop94(i) = dataMatPopulation(i,2)
enddo
call somme_pob (vec_pop94, somme_pop94)
print*, 'somme_pop94=', somme_pop94
rho_pop94 = vec_pop94/vec_areas
```

!suma de población de 2012

do i=1, no_data

 vec_pop12(i) = dataMatPopulation(i,3)

enddo

call somme_pob (vec_pop12, somme_pop12)

print*, 'somme_pop12=', somme_pop12

rho_pop12 = vec_pop12/vec_areas

!suma de población de 2019

do i=1, no_data

 vec_pop19(i) = dataMatPopulation(i,4)

 print*, 'I=', i, 'vec_pop19=', vec_pop19(i)

enddo

call somme_pob (vec_pop19, somme_pop19)

print*, 'somme_pop19=', somme_pop19

rho_pop19 = vec_pop19/vec_areas

den_pop94 = rho_pop94/somme_pop94

den_pop12 = rho_pop12/somme_pop12

den_pop19 = rho_pop19/somme_pop19

prob94 = den_pop94*vec_areas

prob12 = den_pop12*vec_areas

prob19 = den_pop19*vec_areas

entropia94 = 0.0

entropia12 = 0.0

entropia19 = 0.0

do i=1, no_data

 entropia_aux94(i)= prob94(i)*log10(abs(prob94(i)/vec_areas(i)))

 if(prob94(i)==0.0) then

 entropia_aux94(i) = 0.0

 endif

entropia94 = entropia94 + entropia_aux94(i)

entropia_aux12(i)= prob12(i)*log10(abs(prob12(i)/vec_areas(i)))

if(prob12(i)==0.0) then

El ordenamiento territorial en las ciudades intermedias mexicanas
y la entropía urbana como herramienta de análisis en el caso de Guanajuato, México.

```
    entropia_aux12(i) = 0.0
endif
entropia12 = entropia12 + entropia_aux12(i)
entropia_aux19(i)= prob19(i)*log10(abs(prob19(i)/vec_areas(i)))
if(prob19(i)==0.0) then
    entropia_aux19(i) = 0.0
endif
entropia19 = entropia19 + entropia_aux19(i)
print*, 'i=', i, 'E94=',-entropia_aux94(i), 'E12=', -entropia_aux12(i), 'E19=',-entropia_aux19(i)
enddo
entropia94 = -entropia94
entropia12 = -entropia12
entropia19 = -entropia19
print*, 'entropía 94=', entropia94
print*, 'entropía 12=', entropia12
print*, 'entropía 19=', entropia19

entropia_aux94 = -1.0*entropia_aux94
entropia_aux12 = -1.0*entropia_aux12
entropia_aux19 = -1.0*entropia_aux19
!CORRELACIONES

my_input_file = 'Tabla_DATA.txt'
!my_input_file = 'IOT.txt'
!my_input_file = 'helados.txt'
call read_data_file1(my_input_file, no_data, no_variables, dataMatcorrelation)
!print*, 'no_data=', no_data, 'no_variables=', no_variables
row = no_data -1
column = no_variables - 1
!print*, 'row=', no_data, 'column=', no_variables
!print*, 'size_mat=', size(dataMatcorrelation)
!do i=1, row-1
!  do j=1,column
!    print*, dataMatcorrelation(i,j)
!  enddo
!  print*, " "
!enddo
```

```
allocate(vec_X(row), stat= alloc_status )
    if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vec_X"
allocate(vec_Y(row), stat= alloc_status )
    if ( alloc_status /= 0 ) stop "Memory allocation error for: vec_Y"
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-ENTROPÍA 1994

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,1)
    vec_Y(i) = entropia_aux94(i)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Pol-Entropía_r_index 1994=', r_index1
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-ECONOMIA 1994

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,1)
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,2)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Pol-Econ_r_index 1994=', r_index1
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-TÉCNICOS 1994

```
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,3)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index2)
print*, 'cor_Pol-Tec_r_index 1994=', r_index2
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-CIUDADANÍA 1994

```
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,4)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index3)
print*, 'cor_Pol-Ciudadn_r_index 1994=', r_index3
```

!CORRELACIÓN ECONOMÍA-ENTROPÍA 1994

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,2)
    vec_Y(i) = entropia_aux94(i)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Econ-Entropía_r_index 1994=', r_index1
```

!CORRELACIÓN ECONOMIA-TÉCNICOS 1994

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,2)
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,3)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index4)
print*, 'cor_Econ-Tec_r_index 1994=', r_index4
```

!CORRELACIÓN ECONOMIA-CIUDADANÍA 1994

```
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,4)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index5)
print*, 'cor_Econ-Ciudad_r_index 1994=', r_index5
```

!CORRELACIÓN TÉCNICOS-CIUDADANÍA 1994

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,3)
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,4)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index6)
print*, 'cor_Téc-Ciudad_r_index 1994=', r_index6
```

!CORRELACIÓN TÉCNICO-ENTROPÍA 1994

```
do i=1, row
```



```
vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,3)
vec_Y(i) = entropia_aux94(i)
!print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Téc-Entropía_r_index 1994=', r_index1
```

```
!CORRELACIÓN CIUDADANÍA-ENTROPÍA 1994
do i=1, row
vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,4)
vec_Y(i) = entropia_aux94(i)
!print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Ciud-Entropía_r_index 1994=', r_index1
print*, "
```

```
!CORRELACIÓN POLÍTICA-ENTROPÍA 2012
do i=1, row
vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,5)
vec_Y(i) = entropia_aux12(i)
!print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Pol-Entropía_r_index 2012=', r_index1
```

```
!CORRELACIÓN POLÍTICA-ECONOMIA 2012
do i=1, row
vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,5)
vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,6)
!print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Pol-Econ_r_index 2012=', r_index1
```

```
!CORRELACIÓN POLÍTICA-TÉCNICOS 2012
do i=1, row
vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,7)
```

```
!print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index2)
print*, 'cor_Pol-Tec_r_index 2012=', r_index2

!CORRELACIÓN POLÍTICA-CIUDADANÍA 2012
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,8)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index3)
print*, 'cor_Pol-Ciudadn_r_index 2012=', r_index3

!CORRELACIÓN ECONOMÍA-ENTROPÍA 2012
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,6)
    vec_Y(i) = entropia_aux12(i)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Econ-Entropía_r_index 2012=', r_index1

!CORRELACIÓN ECONOMIA-TÉCNICOS 2012
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,6)
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,7)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index4)
print*, 'cor_Econ-Tec_r_index 2012=', r_index4

!CORRELACIÓN ECONOMIA-CIUDADANÍA 2012
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,8)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index5)
print*, 'cor_Econ-Ciudad_r_index 2012=', r_index5
```

!CORRELACIÓN TÉCNICOS-CIUDADANÍA 2012

```
do i=1, row
  vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,7)
  vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,8)
  !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index6)
print*, 'cor_Tec-Ciudad_r_index 2012=', r_index6
```

!CORRELACIÓN TÉCNICOS-ENTROPÍA 2012

```
do i=1, row
  vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,7)
  vec_Y(i) = entropia_aux12(i)
  !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Téc-Entropía_r_index 2012=', r_index1
```

!CORRELACIÓN CIUDADANÍA-ENTROPÍA 2012

```
do i=1, row
  vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,8)
  vec_Y(i) = entropia_aux12(i)
  !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Ciudad-Entropía_r_index 2012=', r_index1
print*, "
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-ENTROPÍA 2020

```
do i=1, row
  vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,9)
  vec_Y(i) = entropia_aux19(i)
  !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Ciudad-Entropía_r_index 2020=', r_index1
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-ECONOMIA 2020

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,9)
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,10)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Pol-Econ_r_index 2020=', r_index1
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-TÉCNICOS 2020

```
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,11)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index2)
print*, 'cor_Pol-Tec_r_index 2020=', r_index2
```

!CORRELACIÓN POLÍTICA-CIUDADANÍA 2020

```
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,12)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index3)
print*, 'cor_Pol-Ciudadn_r_index 2020=', r_index3
```

!CORRELACIÓN ECONOMÍA-ENTROPÍA 2020

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,10)
    vec_Y(i) = entropia_aux19(i)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Econ-Entropía_r_index 2020=', r_index1
```

!CORRELACIÓN ECONOMIA-TÉCNICOS 2020

```
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,10)
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,11)
```

```
!print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index4)
print*, 'cor_Econ-Tec_r_index 2020=', r_index4

!CORRELACIÓN ECONOMIA-CIUDADANÍA 2020
do i=1, row
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,12)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index5)
print*, 'cor_Econ-Ciudad_r_index 2020=', r_index5

!CORRELACIÓN TÉCNICOS-ENTROPÍA 2020
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,11)
    vec_Y(i) = entropia_aux19(i)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
print*, 'cor_Téc-Entropía_r_index 2020=', r_index1

!CORRELACIÓN TÉCNICOS-CIUDADANÍA 2020
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,11)
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,12)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index6)
print*, 'cor_Tec-Ciudad_r_index 2020=', r_index6

!CORRELACIÓN CIUDADANÍA-ENTROPÍA 2020
do i=1, row
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,12)
    vec_Y(i) = entropia_aux19(i)
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
enddo
call correlation_index(row,vec_X,vec_Y,r_index1)
```

```
print*, 'cor_Ciudad-Entropía_r_index 2020=', r_index1
```

```
!CORRELACIÓN CIUDADANÍA-CIUDADANÍA 2020
```

```
do i=1, row
```

```
    vec_Y(i) = dataMatcorrelation(i,12)
```

```
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
```

```
enddo
```

```
call correlation_index(row,vec_Y,vec_Y,r_index6)
```

```
!print*, 'cor_Ciudad-Ciudad_r_index 2020=', r_index6
```

```
!CORRELACIÓN TÉCNICOS-TÉCNICOS 2020
```

```
do i=1, row
```

```
    vec_X(i) = dataMatcorrelation(i,11)
```

```
    !print*, 'X=', vec_X(i), 'Y=', vec_Y(i)
```

```
enddo
```

```
call correlation_index(row,vec_X,vec_X,r_index6)
```

```
!print*, 'cor_Tec-Tec_r_index 2020=', r_index6
```

```
end program
```