



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
MAESTRÍA EN ESTUDIOS DE POBLACIÓN

Tesis:

**Distribución territorial de la población y disponibilidad de agua en
Pachuca de Soto, Hidalgo, para el año 2020**

Para obtener el grado de maestro

PRESENTA:

Lic. Rodrigo Meza Cabrera

Directora:

Dra. Laura Myriam Franco Sánchez

Codirector

Dr. Sergio Cuauhtémoc Gaxiola Linares

Pachuca de Soto, Hgo, México., noviembre 2023



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades

School of Social Sciences and Humanities

Maestría en Estudios de Población

UAEH/ICSHU/MEP/096/2023

Asunto: Autorización de impresión

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
PRESENTE

El Comité Tutorial del nombre del producto que indique el documento curricular del programa educativo de posgrado titulado “**Distribución territorial de la población y disponibilidad de agua en Pachuca de Soto, Hidalgo para el año 2020**”, realizado por el sustentante **Rodrigo Meza Cabrera** con número de cuenta **139799** perteneciente al programa de la Maestría en Estudios de Población, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que la sustentante deberá cumplir con los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

ATENTAMENTE

“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”

Pachuca de Soto, Hidalgo, 21 de noviembre de 2023

El comité Tutorial


Dra. Laura Myriam Franco Sánchez
Directora De Tesis


Dr. Sergio Cuauhtémoc Gaxiola Robles Linares
Codirector De Tesis


Dr. Germán Vázquez Sandrin
Profesor Investigador


Dra. Karina Pizarro Hernández
Profesora Investigadora

Carretera Pachuca-Actopan Km. 4 s/n,
Colonia San Cayetano, Pachuca de Soto,
Hidalgo, México; C.P. 42084
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 ext 4201, 4205
icshu@uaeh.edu.mx



AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por brindarme la oportunidad de cursar la maestría y enriquecer mi formación profesional.

De igual manera, deseo agradecer a CONACyT por el apoyo financiero otorgado a lo largo de este proyecto de investigación, sin su generosidad y respaldo, este trabajo no habría sido posible.

Agradezco también a mi novia, por todo su amor e inspiración, gracias Alisson, de igual manera, a mi familia, mi más sincero agradecimiento por su inquebrantable apoyo, comprensión y aliento en cada paso de este camino ha sido fundamental para mi desarrollo personal y académico.

A mis amigos, quienes han sido una fuente inagotable de ánimo y apoyo durante este proceso, especialmente a Saharay Pintor, en general les agradezco por estar siempre presentes, por las palabras de aliento y por compartir conmigo momentos de alegría que han aliviado la carga de la investigación.

Además, agradezco a mi comité de tesis cuya orientación experta y consejos han sido fundamentales en la realización de este trabajo, particularmente a la Dra. Myriam Franco. Finalmente, a todos aquellos que de una manera u otra contribuyeron a la culminación de esta tesis, mi más sincero reconocimiento y gratitud.

Resumen

Los recursos hídricos en la actualidad son muy importantes en todas las sociedades de ahí nace la importancia de realizar esta investigación, la población en las áreas urbanas se ha incrementado y seguirá haciéndolo en los próximos años, por lo que hay una mayor demanda de recursos de los que se espera tener disponibles, y esta situación empeora con el paso del tiempo.

El acceso al agua es una de las principales preocupaciones de los gobiernos, empresas y comunidades. Por lo que las ciudades presentan conjuntamente con la disponibilidad del agua, un reto importante que tiene que ver con la infraestructura y distribución de la población.

Esta investigación se centra en dar a conocer cómo se dispone y distribuye el agua en la ciudad de Pachuca, además, aborda uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030, de la Organización de las Naciones Unidas aunado a un enfoque poblacional que permitirá conocer el aspecto demográfico del problema, los resultados se complementan con ayuda de las herramientas digitales en materia cartográfica (Sistemas de información geográfica) para conocer las características y distribución de la población, así como el acceso al servicio público del agua.

Índice

| | |
|--|----|
| Introducción | 6 |
| Planteamiento del problema | 6 |
| Hipótesis | 7 |
| Preguntas de investigación | 7 |
| Objetivos | 7 |
| Justificación | 8 |
| Capítulo 1 | 9 |
| Un recorrido sobre los estudios del agua, en el contexto del poblamiento y distribución territorial | 9 |
| Introducción | 10 |
| 1.1. Poblamiento y distribución territorial de la población | 10 |
| 1.2 Estudios sobre disponibilidad del agua en el mundo | 16 |
| 1.3 Estudios sobre los recursos hídricos en América Latina | 19 |
| 1.4 Estudios sobre el agua en México | 23 |
| 1.4.1 Estudios de carácter institucional | 24 |
| 1.4.2 Otros estudios | 28 |
| 1.5 Marco jurídico del derecho de la población a los recursos hídricos | 32 |
| 1.5.1 Marco internacional | 32 |
| 1.5.2 Convenios, tratados y protocolos | 34 |
| A) Marco legal en México | 37 |
| B) Leyes y normas que regulan el acceso al agua en el Estado de Hidalgo | 38 |
| C) Organismos reguladores del recurso hídrico | 39 |
| Capítulo 2 | 44 |
| Teorías y fundamentos en torno a la población y los recursos naturales | 44 |
| Introducción | 44 |
| 1. Teorías demográficas | 45 |
| A) La Teoría Malthusiana | 45 |
| B) Teorías referentes a la población y los recursos | 48 |
| 2.1 El uso del agua, relación entre población y medio ambiente | 50 |
| A) El agua en América Latina | 51 |
| B) El agua, el medio ambiente y la población en México | 52 |

| | |
|---|-----|
| 2.3 El impacto del crecimiento poblacional | 54 |
| 2.4 Población y recursos hídricos | 58 |
| 2.5 Sustentabilidad y los recursos hídricos | 60 |
| 2.6 El Neoliberalismo y el agua | 63 |
| Capítulo 3 | 70 |
| Enfoque metodológico | 70 |
| Introducción | 70 |
| 3.1 Antecedentes de fuentes de información | 71 |
| 3.2 Fuentes de información | 72 |
| a) Censo de Población y Vivienda | 74 |
| b) Incorporación de las mediciones al acceso al agua | 75 |
| 3.3 Caracterización de la población de estudio | 76 |
| Unidad de análisis | 77 |
| 3.4 Métodos cuantitativos | 78 |
| Capítulo 4 | 92 |
| Disponibilidad del agua en la población de Pachuca | 92 |
| Introducción | 92 |
| 4.1 Antecedentes | 93 |
| 4.2. Distribución del agua en Pachuca | 101 |
| Disponibilidad de agua en el acuífero que alimenta a Pachuca Hidalgo | 116 |
| Conclusiones generales | 119 |
| Referencias bibliográficas | 120 |

Introducción

Planteamiento del problema

La exposición del problema consiste en que, con el aumento de la población en las áreas urbanas, a menudo hay una mayor demanda de recursos de los que se esperaba tener disponibles, y esta situación empeora con el paso del tiempo. Por lo tanto, el acceso al agua es una de las principales preocupaciones de los gobiernos, empresas y comunidades. Estos recursos son esenciales para garantizar una buena calidad de vida para la población, una economía rentable y el equilibrio de los ecosistemas. Por lo tanto, es crucial utilizarlos y administrarlos con moderación. Estos recursos son clave para garantizar la calidad de vida de las poblaciones actuales y futuras, la rentabilidad de actividades económicas y el equilibrio sobre los ecosistemas, por tanto, resulta de suma importancia la medida en su uso y gestión (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016).

El planeta tiene diversas regiones, las que se encuentran con un déficit del recurso hídrico, se les atribuye el concepto de estrés hídrico. Estudios del Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute, WRI), colocan a México en el lugar número 24 de 164 de las naciones con más alta escala en este indicador (2020), esta situación se da cuando la disponibilidad es superada por la demanda, a nivel mundial una tercera parte la población se encuentra actualmente en esta situación (González, 2017).

Las ciudades presentan conjuntamente con la disponibilidad del agua, un reto importante que tiene que ver con la infraestructura y distribución de la población, en México el problema parece replicarse desde el entorno nacional hasta el local, por su parte, los organismos administrativos del recurso calculan que se desperdicia alrededor del 40 por ciento del agua, atribuyendo esto en gran medida a la falta de mantenimiento en las redes de distribución, de ellas, una de las más importantes es Cutzamala, que se encarga de proveer a 9.2 millones de habitantes en la Ciudad de México (INEGI, 2020) y que forma parte de la misma región hidrológica administrativa en la que se encuentra Pachuca.

Hipótesis

La distribución territorial de la población de Pachuca de Soto, Hidalgo, incidirá en la disponibilidad y la distribución del recurso hídrico dentro de sus AGEBS urbanos y colonias.

Preguntas de investigación

- Pregunta general

¿Cómo la dinámica del poblamiento y distribución territorial influye en el acceso al agua potable en el municipio de Pachuca?

- Preguntas particulares

1. ¿Cómo ha sido la dinámica de poblamiento y distribución territorial en Pachuca?
2. ¿Cómo la distribución territorial de la población ha impactado en el acceso al agua en las poblaciones?
3. ¿A qué se atribuye el déficit hídrico en Pachuca?
4. ¿Cómo ha sido afectada la población urbana ante la escasez del agua?
5. ¿Qué características sociodemográficas comparte la población que ha sido afectada por el abasto del agua?

Objetivos

Objetivo General

Analizar la dinámica de la distribución territorial de la población y su impacto en el acceso al recurso hídrico en el municipio de Pachuca en el año 2020.

Objetivos específicos

- Identificar los principales elementos teóricos del poblamiento, distribución territorial de la población, desarrollo sustentable y su relación con la disponibilidad del agua.
- Conocer la dinámica demográfica de Pachuca en el año 2020 y su relación con la distribución del agua en su población.
- Investigar y analizar los elementos por los cuales existe un déficit del recurso hídrico en la población de Pachuca. (acuífero Cuautitlán-Pachuca)

- Identificar las características sociodemográficas de la población más afectada por el incremento de la demanda de agua potable en la zona de estudio.

Justificación

El presente proyecto pretende abordar uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030, de la Organización de las Naciones Unidas aunado a un enfoque poblacional que permitirá conocer el aspecto demográfico del problema, los resultados se complementarán con ayuda de las herramientas digitales en materia cartográfica para conocer las características y distribución de la población, así como el acceso al servicio público de agua.

Por otra parte, este proyecto pretende servir como referente para conocer a detalle donde atacar al problema mediante programas y políticas sociales que permitan alcanzar la igualdad en el acceso al derecho universal del agua. De igual manera, permitirá conocer las características de la población donde el problema es más recurrente.

Capítulo 1

**Un recorrido sobre los estudios del agua, en el contexto del
poblamiento y distribución territorial**

Introducción

En este capítulo se dan a conocer los elementos de poblamiento y distribución territorial de la población; así como los trabajos elaborados en torno al agua que se han gestado en el mundo, en México y en el estado de Hidalgo, con la intención de tener una claridad sobre las metodologías aplicadas y enfoques utilizados en cada uno de ellos, lo anterior, permite construir y apropiarse de una metodología propia que permita explicar el fenómeno de la distribución del agua en el municipio de Pachuca.

1.1.Poblamiento y distribución territorial de la población

El mundo de hoy gira en torno a la generación de grandes ciudades donde las poblaciones se distribuyen dentro de ellas, llevando consigo a conurbaciones y absorción de poblados que antes no pertenecían a la mancha urbana, todo ello requiere del abastecimiento de servicios básicos, tales como agua, alcantarillado. De los recursos elementales para la vida y calidad de la misma, el agua es uno de los más importantes, indispensable en casi todos los procesos del hombre dado que juega un papel fundamental en el desarrollo humano y la salud, asimismo, es la piedra angular de diversas actividades económicas y sociales; por ejemplo, el sector agrícola a nivel mundial ocupa el 70 por ciento de la extracción de agua (FAO, 2020), esto es relevante debido a que la seguridad alimentaria e hídrica están estrechamente relacionadas, en otros términos, implica actividades económicas.

De acuerdo a Rodríguez, J. (2002), los determinantes de la distribución espacial de la población son analizados desde los siguientes componentes:

I) Atractivos económicos, sociales, culturales y políticos de los ámbitos geográficos;

II) Procesos de desestructuración social o crisis socioeconómicas, localizados geográficamente;

III) Habitabilidad de los ecosistemas;

IV) Conectividad de las localidades;

V) Historia de las regiones y de las ciudades;

VI) Políticas públicas que afectan directa o indirectamente los patrones de localización de la población en el territorio y,

VII) Marco socioeconómico y cultural en que operan los actores.

Estos componentes tienen una relación directa sobre la migración, la fecundidad y mortalidad, así también, influyen en el crecimiento vegetativo diferencial entre ámbitos geográficos.

Por lo tanto, la manera en que la población se distribuye en el territorio se distingue por una significativa concentración en las áreas interiores y una veloz expansión hacia las regiones que antes eran consideradas vacías, además de la presencia de dinámicas urbanas, rurales, tradicionales, pobres y densamente pobladas. Mismas que confluyen una rápida urbanización, con un crecimiento importante de las poblaciones urbanas que vislumbran una alta configuración de metrópolis y grandes aglomerados urbanos. Lo anterior, permite una ampliación de la traza urbana, la expansión metropolitana; en la cual coexiste la remodelación de ciudades, despoblamiento de zonas centrales para dar paso a zonas nuevas en donde se da una ocupación de la periferia, la cual a menudo se encuentra estratificada en población pobre y de altos ingresos que en modos específicos originan la segregación espacial- residencial (Rodríguez, 2002).

Es importante señalar que la distribución es punto clave en la estructura poblacional, donde hacen coyuntura los aspectos sociales, económicos y políticos, esto da la morfología urbana a los asentamientos y refleja la organización económica, la social, su estructura política y los objetivos de los grupos dominantes (Capel, 2002).

En el año de 1974 se elaboró la Ley General de Población en México, la cual representó un avance considerable, sobre todo en cuestiones migratorias y los programas de planificación familiar, sin embargo, algunos de sus planteamientos han quedado trancos dado que una nueva ley necesita una visión moderna que relacione a la población con su dinámica y principales características; económicas, ambientales, sociales y culturales, asimismo es indispensable estudiar la dependencia entre población y territorio (Peña, 2007).

Cabe señalar que, durante los años noventa en México se tuvo lugar una evidente reestructuración territorial, debido a la globalización de múltiples dimensiones: comercial, financiera, cultural, tecnológica y socioeconómica. Con ello surgió una nueva geografía de inserción a la economía mundial. Además de que, la tecnología y nuevas formas de comunicación permitieron construir una geografía más equilibrada especialmente para ciertos territorios; sin embargo, donde se agudizan las desigualdades sociales es en los espacios no articulados, sobre todo, donde no predomina la ciencia, la tecnología y la rentabilidad económica respecto a otras dimensiones de la sociedad, contribuyendo a marginar una gran parte del territorio, haciendo que la exclusión territorial sea una característica del proceso de globalización (Peña, 2007).

Se ha observado un patrón de distribución de la población en el territorio nacional que se concentra principalmente en áreas urbanas y se dispersa en las zonas rurales. Produciéndose cambios importantes en este patrón, lo que sugiere una nueva fase de distribución territorial en la que las mayores metrópolis del país están creciendo a un ritmo más lento. El modelo de desarrollo económico globalizado ha favorecido el crecimiento de ciertas ciudades y regiones, lo que ha contribuido a la desconcentración de población en las grandes metrópolis. Esto ha dado lugar a un fenómeno conocido como peri-urbanización, que se refiere a la expansión urbana periférica y a nuevas realidades urbano-rurales en el país

El estudio de la población mediante la estadística permite tener un pronóstico de crecimiento, ritmo de expansión y distribución espacial para pronosticar territorialmente las demandas sociales, sin embargo, todo esto raramente es controlado dando pie a círculos viciosos en el ordenamiento y la forma en que esos habitantes acceden a los servicios básicos, en este sentido, la migración a desempeñado un papel importante en la Zona Metropolitana de

Pachuca (ZMP) considerada una de las zonas urbanas más importantes por su densidad demográfica. Uno de los principales factores que más propician el aumento de la población es la actividad económica, de igual manera, fomenta el desarrollo de las ciudades (Franco & Granados, 2017), el principal incentivo para los asentamientos es el mercado laboral y los movimientos migratorios, en suma, están implicados en la metropolización y la intención de la población de prosperar y la naturaleza de la vivienda (Zelinsky, 1971).

Dentro de las Zonas Metropolitanas, el poblamiento y la urbanización del espacio suelen caracterizarse por ser asentamientos informales y dispersos, en algunos de los casos dados por proyectos gubernamentales de vivienda. Las metrópolis se expanden hacia la periferia ocupando zonas rurales y causando un crecimiento heterogéneo, por otra parte, la incorporación de la población rural hacia un entorno urbanizado permite transformar la vida de esas personas desde la parte económica y del desarrollo.

Los municipios que no cuentan con espacio adecuado para urbanizarse desbordan su crecimiento hacia las localidades aledañas, para el caso del área de estudio de este proyecto, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma fueron los municipios a los que se expandió la urbanización por la estrecha cercanía que guardaban, dejando a los otros municipios sin cambios significativos en ámbitos relacionados al crecimiento de la población (García, Franco y Granados).

El aumento de las poblaciones rurales y urbanas dentro del periodo de 1990-2010 ha sido parte del proceso de metropolización de la capital del estado, esta dinámica presenta cambios en las estructuras poblacionales (Tovar, 2011), en algunos municipios el porcentaje de cambio fue de hasta un 84 por ciento.

Con la expansión de la mancha urbana y el progreso económico de los residentes en ella, viene el cambio de uso de suelo de los establecimientos aunado a una mala planeación del crecimiento y el ordenamiento territorial, algunas de las consecuencias directas sobre los ecosistemas es la presión en los recursos naturales. Uno de los problemas más alarmantes en este sentido, es el funcionamiento de las cuencas hidrológicas, severamente afectadas al impedir la infiltración de agua y obstruir sus niveles de recarga anuales en zonas pobladas,

por otra parte, la presión sobre los recursos aumenta en función de la demanda poblacional la cual extrae una mayor cantidad del recurso para cubrir las necesidades de los pobladores del lugar.

El proceso de urbanización implica un acelerado crecimiento poblacional en coyuntura al desarrollo de su sociedad, esta dinámica compleja se muestra a través de dos importantes fenómenos, el primero está relacionado a la creciente aglomeración poblacional la cual se hace presente en las localidades existentes y en el surgimiento de nuevas, por otra parte, el segundo refiere a la evolución de la idiosincrasia poblacional, por ejemplo, tradicional-rural a moderna-urbana, cabe mencionar que el primero mencionado es objeto de estudio de la demografía (Unikel, 1968).

La demografía tiene como objetivo el análisis y la comprensión de los fenómenos relacionados con el aumento o la disminución de la población, mediante el estudio de sus raíces y factores determinantes., sus causas y dinámicas, así mismo, esta se transforma en uno de los medios más importantes para la planeación, de manera que, la estructura urbana se genera en razón de los asentamientos para prospectar el crecimiento poblacional. De acuerdo al diccionario multilingüe de las Naciones Unidas citado en (Universidad de Granada, 2020), se identifica a la demografía como “aquella que estudia la población humana, analiza su dimensión, estructura, evolución y caracteres generales considerados fundamentalmente como un punto de vista cuantitativo”. De acuerdo a (El análisis demográfico, pág. 15) es considerada como” la descripción estadística de las poblaciones humanas en lo que respecta a su estado y a los hechos demográficos”.

En otras palabras, la demografía es una disciplina que se ocupa del estudio científico de la población humana, su composición, distribución, crecimiento y características socioeconómicas. En términos de planificación, la demografía juega un papel fundamental al proporcionar información sobre la estructura y dinámica de la población, lo que permite a los planificadores urbanos tomar decisiones informadas sobre el desarrollo y la gestión de las ciudades.

Según Massey y Denton (1988), esta disciplina proporciona una comprensión profunda de la segregación residencial, uno de los aspectos clave de la estructura urbana, estos autores

argumentan que la segregación residencial puede ser medida y analizada a través de cinco dimensiones: uniformidad, exposición, concentración, centralización y agrupamiento. Utilizando datos de áreas metropolitanas de Estados Unidos, Massey y Denton (1988) desarrollaron índices de segregación que se correlacionan e interrelacionan conceptualmente con estas dimensiones (Massey & Denton, 1988).

En términos de impacto en la estructura urbana, Kabisch y Haase (2009) señalan que el crecimiento y la distribución de la población urbana tienen un efecto significativo en la configuración y evolución de las ciudades. Estos autores encontraron evidencia de una coexistencia de suburbanización intensificada y reurbanización en Europa, impulsada principalmente por hogares más jóvenes. Además, señalan que el comienzo del siglo XXI marca la primera vez en la historia en que más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas, y se espera que esta proporción aumente aún más en el futuro (Kabisch & Haase, 2009).

En cuanto a la planificación urbana, Kabisch y Haase (2009) argumentan que los modelos teóricos tradicionales de urbanización cíclica no reflejan la dinámica actual del desarrollo urbano en lugares como Europa ya que estos modelos no capturan la diversidad de trayectorias de crecimiento o declive de la población urbana en diferentes ciudades, por lo tanto, es necesario tener en cuenta las tendencias demográficas específicas de cada área urbana al planificar el desarrollo urbano.

Por tanto, al referirse a la población como se ha estado señalando, invariablemente se hace referencia a sus necesidades y una de ellas es el agua que es uno de los servicios principales y determinantes en la calidad de vida de esta población (García, Godínez et al., 2015), es muy común encontrar problemas con la distribución del recurso para una localidad o que esta se haga en función a su lejanía del centro urbano, muchas de las comunidades de la periferia no se desarrollan bajo el lecho de la planeación, la gran mayoría de ellas en sus albores no contaban con infraestructura planeada y en otras ocasiones la poca factibilidad para la construcción de la misma les provee de una baja calidad de su red de distribución de agua.

En su generalidad, los asentamientos humanos han sido receptores y expulsores de población a lo largo de su historia, uno de los motores que genera este comportamiento en la movilidad

demográfica, son los factores económicos, mismos que a su vez incentivan el desarrollo de la región haciéndolo un destino atractivo para la migración.

El crecimiento a causa de los procesos migratorios en las ciudades está entre otros factores, influenciado por población rural periférica que emigra hacia estas, originando una expansión dentro de la ciudad misma, trayendo como consecuencia la demanda de vivienda y servicios (Ducci, 2003). Otros factores que ha impulsado el rápido crecimiento de Pachuca son los fenómenos que se derivan de su cercanía con la Zona Metropolitana del Valle de México, la influencia que ejerce esta megalópolis en las ciudades más pequeñas ha tenido un papel fundamental en la expansión del desarrollo y la dispersión hacia las ciudades satélite que se encuentran en la región central del país.

1.2 Estudios sobre disponibilidad del agua en el mundo

En este apartado se vislumbran estudios referentes al agua en diferentes investigaciones a nivel mundial, mismas que permitirán reconocer las metodologías planteadas en su realización partiendo desde un contexto global hasta las instituciones nacionales, es importante señalar que gran parte del conocimiento generado por las instituciones es la manifestación colectiva de muchos estados alrededor del mundo preocupados por no poder cubrir la cuota demandada dentro de su territorio por parte de la población, de tal manera que, se ha conformado una red de conocimiento y retroalimentación en materia de recursos hídricos, sostenibilidad y cambio climático.

Uno de los más relevantes fue el Segundo informe de la Organización de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el mundo, el cual parte de señalar la disponibilidad en el planeta para contrastar el problema, con alrededor del 97.5 por ciento de agua salada y el 2.5 por ciento de agua dulce, de esta última el 68.5 por ciento corresponde a agua inaccesible congelada en los polos, el 30.1 por ciento yace en el subsuelo y únicamente el 0.4 por ciento proviene de fuentes superficiales (ríos, lagos, presas, etc.).

El agua dulce o apta para consumo humano dentro del planeta, tiene una distribución irregular es decir las naciones alrededor del mundo no se encuentran en las mismas condiciones para su acceso, en el continente asiático para el año 2021 albergó el 60 por ciento de la población

mundial y sólo contaba con el 30 por ciento de recursos hídricos del planeta, por otra parte, América del Sur tenía el 6.5 por ciento de población mundial y un 26 por ciento de los recursos hídricos del mundo (Peña, 2007).

Al igual que la disponibilidad del agua varía en las diferentes regiones del mundo la concentración de población también, inherentemente grandes concentraciones de poblaciones dan pie a un cambio climático de las zonas a través de sus impactos en la demanda de recursos naturales, la generación de emisiones de gases de efecto invernadero y la expansión urbana, que afecta a la utilización de la tierra y la planificación del uso del suelo.

El cambio climático ha provocado una interrupción del ciclo del agua en todas las regiones del mundo exacerbando los problemas existentes en la provisión de este recurso a medida que la población mundial se ha duplicado en el último siglo y el consumo se ha multiplicado por seis. Actualmente, el promedio de consumo de agua diario por persona es de 30 litros en el continente africano, 70 en Palestina, 200 en Europa, 260 en Israel y 700 en Estados Unidos. Según las estimaciones, para el año 2025, alrededor de 5.500 millones de personas en todo el mundo enfrentarán escasez de agua (Peña, 2007).

Una de las instituciones a nivel mundial con más experiencia en el rubro de los recursos hídricos es el Instituto Internacional del Agua de Estocolmo (SIWI) fundado en 1991, este genera conocimiento y es una guía referente para una asertiva gestión del agua, el enfoque de Resiliencia del Agua de la Ciudad (SIWI, 2019), fue diseñado con el objeto de asistir a la población a conseguir sus recursos hídricos de manera segura, proteger a sus habitantes y la infraestructura frente a fenómenos relacionados con el agua.

Durante el año 2020, aproximadamente 2.200 millones de personas en todo el mundo no disponían de servicios de agua potable que se gestionaran de forma segura, además, 4.200 millones de personas carecían de saneamiento seguro y otros 3.000 millones no tenían acceso a instalaciones básicas para lavarse las manos. La desigualdad en el acceso al agua y al saneamiento, junto con el aumento de la población, han convertido el agua en un tema central para lograr el progreso económico y la eliminación de las desigualdades sociales y el desarrollo sostenible (Banco Mundial, 2020).

Dentro de los estudios realizados en torno el análisis del agua se ubica el de Cirelli (2012), donde la autora establece que es un recurso esencial, identifica los usos e Indicadores de calidad a través de un muestreo y mediciones químicas, para ello realiza un análisis comparativo de muestras de agua de ríos de varios continentes, en este trabajo muestra que los contaminantes son de diversa índole y estructuras. Los métodos para su utilización están debidamente estandarizados y las metodologías existentes permiten su determinación a nivel de trazas.

Por su parte en la tesis de Ojeda (2019), denominada “Distribución espacial de la población y consumo doméstico de agua a escala de detalle en el sistema de abastecimiento de Aljarafesa”, investigación realizada en España, observa un traslado cartográfico de la población, con una integración geoestadística espacial, con la finalidad de buscar desagregación territorial, a través de la construcción de mapas con información geoestadística.

El análisis permitió observar disparidades en los patrones de consumo de agua entre diferentes áreas geográficas, lo que permite un análisis más detallado y específico. La cartografía se ha utilizado en esta investigación como herramienta para comprender cómo se distribuye el consumo de agua en el territorio y se han resumido los indicadores estadísticos de los patrones de consumo de agua para su análisis.

Otro trabajo revisado en torno al agua es el hecho por Viñas (1995) “El medio ambiente urbano: las deficiencias higiénicas en la transición demográfica de las ciudades españolas”, en este documento se hace énfasis en los aspectos demográficos, es por ello que refiere la inadecuada disposición de las excretas de la población las cuales han sido un foco de infección a lo largo de la historia de Burgos, mismo que puntualiza a los recuentos y censos históricos de la población de estudio, coincidiendo con los padecimientos de las poblaciones que aún no atendían debidamente las cuestiones de saneamiento. El avance en materia de saneamiento ha traído consecuencias favorables a la población de Burgos en Castilla, España. El estudio ordena una cronología de las enfermedades a través de los años y como la ciudad en cuestión experimenta una transición demográfica muy marcada a partir de la organización de la población para solventar un problema que atañía incisivamente su calidad de vida.

Si bien estos documentos son interesantes desde el abordaje del estudio del agua, no hacen hincapié en atender a los estudios de población, específicamente estudiar las cuestiones sociodemográficas que inciden en las poblaciones, sin embargo, la morbilidad es un tema demográfico por lo cual merece la pena contemplarse.

Otro enfoque a analizar son aquellos trabajos que se han realizado en torno al concepto de Resiliencia Hídrica, el cual está referido a la capacidad de una población a prepararse, recuperarse y fortalecerse frente a las adversidades inherentes al agua, abarcando desde el ámbito de los desastres naturales, como sequías, huracanes, escasez por la alta demanda de la población y la calidad para el consumo. Según ONU-Habitat, (2011), organismo que adopta el término, la rápida urbanización y la concentración de la población en zonas urbanas pueden agravar la vulnerabilidad a las inundaciones y la falta de acceso al agua potable.

La firma global de consultoría e ingeniería ARUP, en colaboración con varias instituciones de renombre a nivel mundial, entre las cuales se destaca la fundación Rockefeller como pionera, ha estado respaldando financieramente a gobiernos locales de ciudades interesadas en participar en el proyecto denominado “Enfoque de Resiliencia del Agua en la Ciudad” (City Water Resilience Approach, CWRA). El objetivo principal del CWRA abarca diversos aspectos, incluyendo el intercambio de conocimientos, la promoción de la preservación del agua, la reducción de desigualdades en el acceso al servicio y la protección de los ecosistemas hídricos. Este sistema se basa en una metodología fundamental que puede ser ajustada y aplicada en diversos contextos, reconociendo que las características de las ciudades están influenciadas por una serie de factores variables, como el clima, la cultura local, las políticas gubernamentales y el grado de desarrollo tecnológico, entre otros.

1.3 Estudios sobre los recursos hídricos en América Latina

Algunas ciudades dentro de las naciones que conforman la parte latina del continente americano han procurado mantenerse a la vanguardia en gestión del recurso hídrico procurando darle un uso sostenible. En Panamá han encauzado sus esfuerzos al elaborar políticas públicas que consideran la Agenda 2030 y los compromisos internacionales, dimensionando el problema en los siguientes sectores: integración social, sector privado,

gobierno, investigadores y el apoyo de instituciones internacionales. El proceso de elaboración de un plan de acción es fundamental en la identificación de los riesgos actuales y futuros, la evaluación de la demanda de agua frente a los cambios climáticos y el cambio climático, la valoración de la viabilidad de invertir en infraestructura, y la implementación de proyectos a nivel municipal (CATHALC, 2019).

También en América Latina han utilizado metodologías breves, por ejemplo, de tres fases: diagnóstico, desarrollo e implementación de políticas en la ciudad, centrados en la utilización mesurada y eficiente de los recursos, la protección del medio ambiente, la adopción de infraestructuras verdes, la promoción de la sostenibilidad energética y la implementación de una política integral de gestión de residuos Buenos Aires Resiliente, (2018).

Otro de los estudios revisados es el realizado por Durán (2015), en su texto “Agua y pobreza en Santiago de Chile. Morfología de la inequidad en la distribución del consumo domiciliario de agua potable”, en el cual revisa cómo es la distribución en algunas partes del territorio chileno y como está relacionado el consumo con los estratos sociales, como empresas que prestadoras de servicios, este trabajo exploratorio concluye que el consumo es visto como un indicador de asimetrías sociales, puesto que se relaciona con el ingreso familiar.

Contreras y Acevedo (2014), en su texto “El acceso al agua para consumo humano en Colombia”, identifican las principales inequidades en el ejercicio al derecho a agua, relacionado a la calidad de esta para el consumo humano, estableciendo diferencias entre municipios y patrones de discriminación, realizan un análisis de la distribución espacial de niveles de calidad del agua, mediante una caracterización socioespacial de los municipios involucrados. Se concluye que alrededor del 69 por ciento de la población colombiana no cuentan con suministro de agua sin riesgo para el consumo humano, los municipios más pobres padecen discriminación en el derecho al agua.

En el documento denominado “Desarrollo sostenible en Colombia” de Díaz, Chingate y Muñoz (2009), se habla de la importancia del agua en los ecosistemas, los ciclos naturales del planeta, el desarrollo sostenible, así como el derecho al recurso hídrico en Colombia. Lo anterior mediante un análisis descriptivo del sector de agua potable y saneamiento en el país colombiano.

El Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, De Presidentes (1992), concluye que, en cada país de América Latina los problemas que requiere más atención es la discriminación en el acceso al recurso hídrico, la inequidad más acentuada es en el contexto urbano y rural. Este documento tiene la característica que en él está presente la cuestión del medio ambiente; es decir la sustentabilidad, pero dejando de lado el enfoque poblacional. El plan se enfoca en la mejora de la calidad del agua en ríos, lagos, acuíferos y sistemas de abastecimiento de agua potable. Esto implica la reducción de la contaminación y la promoción de prácticas de gestión sostenible del agua.

Por su parte Sabogal (2009), en su investigación sobre la distribución del recurso hídrico en el Perú, desde una perspectiva de cuenca, pudo conocer cómo se presenta la distribución del agua de cuencas enfocado a la geología, así como su interrelación con elementos del ecosistema, siendo este un análisis explicativo que da a conocer el manejo de la cuenca la cual representa una herramienta importante de poder para las poblaciones.

En el documento de Villena (2018), “Calidad de agua y desarrollo sostenible”, se trata sobre los riesgos que implica el agua contaminada para la población de Lima, Perú. Aborda temas de crecimiento económico, también menciona la composición del terreno de la región y la importancia de las actividades mineras, los cuales generan contaminación importante por los metales pesados que se trabajan.

En el texto de “Agua y Saneamiento y salud” de Castañaga (2018), establece las consecuencias a la salud de la población respecto de la seguridad hídrica dentro de Perú, con revisión estadística sobre la disponibilidad del recurso, se trata de un estudio de carácter descriptivo sobre la calidad del agua y la epidemiología, se concluye que existe una creciente demanda del agua la cual agrava la contaminación química y biológica.

Por su parte, en su documento “Posibles soluciones a la problemática de falta de acceso a servicios de agua y saneamiento en zonas vulnerables de Lima Metropolitana” Meléndez y Ojeda (2020), describen como es el acceso al servicio del agua en esta Zona, retomando el aspecto de la seguridad hídrica, las políticas y la defensoría del pueblo, en este documento se detecta la ausencia del acceso a los servicios básicos, lo cual conlleva a contraer

enfermedades. Es en este texto se vislumbra la problemática del agua en torno a la población de Lima.

Gutiérrez (2003), en su trabajo denominado “Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica”, trata la realización de una categorización de las localidades según población y su evolución entre los años 1900 a 1960. Se consideran los porcentajes y las consecuencias sobre la demanda de los recursos hídricos y alimenticios, para ello realiza una revisión histórica de los crecimientos poblacionales e identifica la ineficiencia en la gestión del recurso, que se incrementa por el aumento poblacional.

El análisis descriptivo realizado por Burstein (2015) en su trabajo "Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública" se enfoca en la importancia de la salud y la seguridad hídrica en Perú. El estudio destaca la necesidad de garantizar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua para proteger el bienestar humano, mantener los medios de vida y promover el desarrollo socioeconómico. Todo esto con el objetivo de salvaguardar la capacidad de la población para protegerse contra enfermedades y desastres relacionados con el agua.

En el texto "Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua," Amezcuita, Pérez y Torres (2014) llevan a cabo una evaluación de los riesgos dentro del contexto del Plan de Seguridad hídrica. Su estudio implica la identificación de elementos de riesgo y proporciona una descripción detallada de las condiciones de cuatro fuentes de agua. Este análisis permitió la identificación de vulnerabilidades en el sistema de suministro de agua para la población de la villa de Cali, en Colombia. Además, se propone una retroalimentación al sistema de monitoreo mediante la integración de herramientas operativas diseñadas para prevenir daños en la infraestructura de distribución y mantener la calidad del agua. En el artículo de Huamán (2019) titulado "Propuesta de control de distribución para mejorar el abastecimiento de agua potable en la localidad de Paita", se propone una solución de control de distribución para mejorar el suministro de agua en Paita. El autor examina las posibles mejoras en la infraestructura y aborda el problema del hundimiento del terreno donde se encuentra la red de distribución.

En el documento “Estudio y mejora de la distribución del agua en Sabana Yegua, República Dominicana”, de Miralles (2016), se habla del contexto de República Dominicana en cuanto al nivel de vida, el acceso al agua potable y los escasos recursos naturales. En este estudio exploratorio se realiza un estudio de rentabilidad para la incorporación de mejoras al sistema de distribución de agua en poblaciones rurales (Sabana Yegua). Este estudio habla sobre cómo el sistema propuesto equilibra algunas desigualdades sociales permitiendo el acceso garantizado al agua, mejorando con ello la calidad de vida.

En el estudio "Consumo de servicios de energía y agua" realizado por Amarante en 2011, se llevó a cabo un análisis económico con el propósito de orientar la creación de una "canasta de servicios energéticos y agua subsidiados" destinada a las poblaciones con menores ingresos. Este análisis se basó en la investigación de perfiles de consumo a través de modelos econométricos. Los resultados del estudio se centraron principalmente en el consumo de energía, en comparación con poblaciones más desarrolladas como Montevideo, Uruguay. Además, el estudio resalta las diferencias en el acceso a agua de calidad, que es más evidente en las zonas rurales, donde también se observa una notable desigualdad en este aspecto.

Si bien estos documentos revisados permiten conocer diferentes aristas al estudiar el recurso hídrico que van desde cuestiones de salud, sustentabilidad, saneamiento, calidad del agua potable y cuestiones económicas, son pocos los que abordan la esfera poblacional, no obstante, permite vislumbrar la importancia del vital líquido que tiene en la sociedad y está aumentando en función que lo hace la concentración demográfica. Asimismo, nos permite bosquejar un panorama más amplio en cuanto a los indicadores abordados según la agenda internacional de acuerdos en común en coyuntura con las de cada país en particular y el contexto del recurso en cada uno de ellos.

1.4 Estudios sobre el agua en México

Introducción

En México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) desempeña un papel fundamental como organismo regulador y generador de estudios relacionados con los recursos hídricos, esta institución trabaja en estrecha colaboración con universidades y gobiernos locales en

todo el país, descentralizando programas de infraestructura y gestión relacionados con el agua. CONAGUA es responsable de la administración y regulación de los recursos hídricos en el territorio nacional, además de proponer las Normas Oficiales Mexicanas en esta área, sus atribuciones y competencias abarcan una amplia gama de actividades, que van desde la supervisión del Sistema Meteorológico Nacional hasta la promoción de la cultura del agua.

Es importante destacar que México posee una gran diversidad de climas y, por lo tanto, los recursos hídricos varían considerablemente en cada región, esto implica que el enfoque para abordar los desafíos relacionados con el agua requiere una metodología particular y adaptada al contexto geográfico específico.

1.4.1 Estudios de carácter institucional

En 2016, CONAGUA enfocó sus esfuerzos en mejorar y monitorear el sistema Cutzamala con el fin de asegurar la seguridad hídrica de los usuarios del servicio público. El acceso sostenible al agua es crucial para el bienestar y el desarrollo socioeconómico de la población, y tiene un impacto directo en los ecosistemas que proveen este recurso a las ciudades. Por lo tanto, la sostenibilidad en el uso del agua es un tema ineludible.

La sostenibilidad de las cuencas hidrográficas está relacionada con la adaptación a las variables del clima, el uso del suelo y la demografía. En muchos casos, los recursos hídricos se encuentran en una situación de estrés debido a la agricultura, la variabilidad y el cambio climático, lo que lleva a cambios en la disponibilidad del agua a nivel espacial y temporal, con un aumento en la intensidad del ciclo hidrológico. Todo esto ha sido señalado por la Alianza Latinoamericana de Fondos del Agua en el año 2021.

A partir de los resultados Cutzamala en su Diagnóstico Integral (2015), el personal de CONAGUA y del Banco Mundial, contribuyeron con el proyecto Resiliencia y Seguridad para el Valle México, teniendo como objetivo mejorar la confiabilidad del Sistema y la gestión de las aguas subterráneas, “trabajar en la seguridad hídrica beneficiaría a 21.5 millones de residentes del Valle de México mediante la reducción la sobreexplotación de las aguas subterráneas y la desaceleración del hundimiento de la tierra” (Marco de Planificación para Pueblos Indígenas del Proyecto, 2018: p. 7).

La estrategia de CONAGUA no solamente trata de impactar a nivel ambiental, sino también dar un mensaje a las partes involucradas sobre el cuidado de los recursos hídricos, dentro de sus objetivos se encuentran también proporcionar trabajos e ingresos a las familias de bajos recursos, concientizar control sobre el consumo del agua, cuidar y preservar el medio ambiente. La temporalidad establecida para este proyecto es de 5 años en los cuales se debe generar el cambio social y concientización sobre el uso y cuidado del agua.

Otro estudio generado a partir de la necesidad de tener un aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos es la Estrategia de Resiliencia de Ciudad de México - CDMX (2016) elaborada con la cooperación de la iniciativa 100 RC¹, el cual contempló un análisis general de su territorio, sus dinámicas de crecimiento, los problemas y sus riesgos. Dentro de su estrategia de acción, se han definido cinco ejes estratégicos. El primero de ellos se enfoca en el "Fomento a la Coordinación Regional" y busca superar las fronteras político-administrativas regionales. Un aspecto clave en este eje es la consideración de la importancia del agua, ya que este recurso trasciende las fronteras políticas de un solo territorio, proviniendo de múltiples fuentes.

El segundo eje de este proyecto lleva por nombre "Impulsar la Resiliencia Hídrica". En este punto, se plantea un cambio de paradigma en la gestión de los recursos hídricos, reconociendo la relevancia de un plan de suministro de agua sostenible. Las acciones a corto plazo se centran en la mejora del sistema de distribución, la solución de ineficiencias existentes, la reducción de la presión sobre los acuíferos y la mitigación de problemas agravados por amenazas derivadas del cambio climático, como las sequías.

Para lograr el segundo eje de acción, la Estrategia de Resiliencia de la Ciudad de México (CDMX) propone un enfoque en cuatro áreas clave. Estas áreas incluyen la reducción de la pobreza y la desigualdad en el acceso al agua, la promoción de la gestión sostenible del acuífero y la contribución a la planificación de la seguridad hídrica. Además, se busca fomentar una cultura cívica de sostenibilidad en el uso del recurso hídrico. Por último, se

¹ 100 RC es la red de 100 ciudades resilientes impulsada por la fundación Rockefeller y constituye una plataforma de potenciamiento de las ciudades, promoviendo el desarrollo urbano sustentable con un fuerte enfoque en el aspecto humano.

pretende integrar infraestructura verde y azul, así como un diseño urbano sensible a la situación hídrica.

El objetivo de esta estrategia es mejorar la capacidad de la ciudad para enfrentar eventos climáticos extremos y garantizar un acceso sostenible al agua para toda la población. Para lograrlo, se han propuesto medidas concretas, como la expansión de la red de distribución de agua potable en áreas de difícil acceso, la adecuación de las tarifas para reflejar el consumo real y cubrir los costos de mantenimiento, y una campaña de concienciación sobre el uso responsable del agua. Asimismo, se contempla la iniciativa de captación de agua de lluvia, que previamente se había implementado en algunas comunidades del Estado de México a través de organizaciones no gubernamentales. Para abordar los problemas a largo plazo, se considera la creación de una entidad dedicada a la conservación de los ecosistemas y sus funciones relacionadas con el agua.

Otro de los ejes de acción de este proyecto está enfocado a la esfera de gobierno y la creación de políticas encaminadas a sostenibilidad y adecuada gestión del agua. Con respecto a la infraestructura hidráulica, se ha identificado una vulnerabilidad que podría causar un daño severo en el suministro del recurso en gran parte de la ciudad al ser considerada una zona sísmica de recurrencia, cabe mencionar que la infraestructura ha presentado un daño gradual debido al hundimiento del suelo a la vez es causado por la sobreexplotación de las aguas subterráneas.

El proyecto plantea como última fase la recuperación de cuerpos de agua y cuencas para prevenir inundaciones y adaptarse a los efectos del cambio climático. Además, se busca mejorar la calidad ambiental de las cuencas para aumentar su capacidad y evitar la escasez de agua. Una de las acciones específicas en esta etapa es la implementación de alternativas para captar, retener y regular la infiltración de agua para recargar los acuíferos, y se espera que la población participe activamente en estas medidas.

El estado de Colima por su parte también se ayudó de 100 RC (Ciudades resilientes) para desarrollar su propio programa de gestión sostenible en materia de recursos hídricos, dando lugar a la Oficina de Resiliencia del Municipio de Colima (2019) y el Programa Parcial de Mejoramiento Urbano (PPMU), aprobado y puesto en ejecución por el cabildo municipal,

planteando un plan de acción ante fenómenos hidrológicos y como fuente de crecimiento social, económico y ecológico a corto y mediano plazo, contempla el mantenimiento para reducir la presión que existe hacia las áreas naturales que se encuentran actualmente segregadas de las dinámicas sociales y económicas de dicha zona, que propone partir del diagnóstico establecer parámetros para aumentar su capacidad de adaptabilidad ante la creciente demanda del agua. La agenda al respecto está conformada por cuatro vertientes: riesgos antropogénicos o naturales, integración urbanística, economía-sociedad y la sostenibilidad ambiental.

Este proyecto aunado al apoyo de la CONAGUA, plantea utilizar una metodología para atender necesidades de biodiversidad y ecológicas, realizado mediante el establecimiento de líneas de seguimiento y monitoreo para el cuidado de ríos y arroyos, esta acción es propuesta a partir de resultados y análisis de los posibles desastres naturales en esta entidad.

En diciembre del 2014, Ciudad Juárez también fue elegida para integrarse a la iniciativa 100 RC, contribuyendo a desarrollar una la metodología para la gestión sostenible del agua, apoyada de los estudios locales realizados en sitios potenciales para el desarrollo de proyectos con sistemas de Infraestructura Verde, asimismo, se considera la capacitación de actores primordiales y partes interesadas para su incorporación.

Gran parte de los proyectos en México y el resto del mundo, que se basan en reunir un equipo de peritos en el tema, actores de todos los estratos de la población, instituciones privadas y la esfera de gobierno, concientizar a la población es una parte fundamental para construir la resiliencia, regular las instituciones es la parte que al estado le corresponde, invertir en materia de infraestructura amigable con el medio ambiente es parte de la solución, por otra parte, el diálogo entre expertos, población y las partes interesadas sigue siendo una constante para la solución del problema.

En nuestro país, existen proyectos similares a los del resto del mundo, donde la preocupación por la gestión sostenible de los recursos hídricos es una tendencia común. Sin embargo, se habla poco sobre los indicadores de presión que la población ejerce sobre los recursos hídricos, excepto en el caso del proyecto enfocado en la red Cutzamala. Se puede concluir

que, para desarrollar un plan de acción, es necesario llevar a cabo una investigación y un análisis de la situación que permita la toma de decisiones y la implementación de acciones.

1.4.2 Otros estudios

En México, el agua ha sido objeto de estudio desde diversas perspectivas, incluyendo aspectos sociales, demográficos, de salud, entre otros. Todos los autores coinciden en la importancia que tiene este recurso para la vida humana y el desarrollo económico. Por lo tanto, es esencial analizar la distribución y el crecimiento de la población, ya que muchos lugares en el país sufren de escasez de agua. Autores como Córdova y del Coco (2010) han estudiado la calidad del agua desde la perspectiva de la higiene, el tratamiento, la detección de materia orgánica, metales pesados y otras partículas que podrían ser una amenaza. Sus investigaciones cuestionan la regulación del sistema encargado de gestionar el agua y su potabilización.

Autores como Padrón (2015) y Miranda, Ocampo, Escobedo y Hernández (2015) han abordado la temática del agua desde una perspectiva social y demográfica. Padrón (2015) analiza el crecimiento urbano y la disponibilidad de recursos hídricos, considerando la importancia de las desigualdades sociales y la necesidad de solucionar conflictos para garantizar el bienestar social. Por su parte, Miranda *et al.*, (2015) exploran la falta de participación social en la administración y planificación de la gestión del recurso hídrico en un municipio específico, señalando la incapacidad operativa del organismo operador y la corrupción en el sistema. Ambos estudios destacan la importancia de considerar a la población como un factor fundamental en los análisis del agua. Además, autores como Córdova y del Coco (2010) han abordado la calidad del agua y las amenazas que esta presenta, así como la necesidad de mejorar la regulación del sistema que gestiona el agua potable.

Por su parte, el artículo de Cabrera y Velitchko (2012), “Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente” realizan un estudio que por una parte explica el problema del agua en un país en vías de desarrollo y las asimetrías que produce la mala distribución en la población. Inicialmente dentro de los usuarios existen opiniones divididas

que atribuyen al organismo operador una mala administración puesto que hay suficiente agua, pero un abastecimiento pausado, sin embargo, llegan a la conclusión de que la intermitencia en el suministro de agua resulta positiva a pesar de lo contradictorio que pudiera parecer. Este artículo también integra un análisis que permite conocer los procesos distributivos del recurso hídrico en la población.

Izazola (2001), la autora reflexiona sobre las áreas de oportunidad respecto al manejo de la demanda hídrica poblacional, asimismo aborda temas relacionados con la salud y el medio ambiente tales como calidad del aire y el saneamiento ligado intrínsecamente al tema del agua, en su artículo “agua y sustentabilidad en la Ciudad de México”, hace una revisión sobre el sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad, de igual manera una importante crítica a su regulación y los riesgos que acarrearán a la ciudadanía la calidad de estos.

En otro sentido el trabajo de “El agua en México y el mundo” de Toledo (2002), se ubica en el eje de los estudios del desarrollo sustentable, y en este documento analiza los paradigmas sobre los recursos naturales y el efecto del cambio climático desde la perspectiva particular del recurso hídrico, pone en contraste el contexto poblacional en el entorno urbano y como han sido afectados los asentamientos, así como el tipo de agenda que maneja el estado en cuestiones sociales y las coyunturas con el entorno internacional respecto a la gestión sensata de los ecosistemas naturales.

En esa misma temática Gutiérrez (2008), en su texto “De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable: historia de la constitución del enfoque multidisciplinario”, abunda en el proceso histórico del nacimiento de la teoría sustentable hasta las nociones contemporáneas articuladas con múltiples disciplinas. Hace referencia a una teoría de desarrollo económico que plantea la coexistencia de la oferta limitada con la mano de obra, el ensayo contiene matices de varias doctrinas, podemos rescatar dentro de los más relevantes para esta investigación a “la teoría de planeación económica” que integra; la producción, la relación salarial, el consumo interno, las relaciones comerciales con el exterior, las recomendaciones emitidas por el programa de las Naciones Unidas, la recuperación de la cuestión climática en el 2001, y la declaración de Cocoyoc, donde su declaración fue robustecida hacia el año de 1975.

En la misma línea de pensamiento sobre temas de sustentabilidad, Balvanera y Zermeño (2017), discuten en su artículo titulado "Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas Socioecológicos en México", la importancia del concepto de Sistema Socioecológico. Según ellos, este concepto surge en un nuevo paradigma que reconoce la interdependencia entre los componentes sociales y ecológicos de un sistema complejo, en contraposición al enfoque anterior que diferenciaba al ser humano del mundo que lo rodea. El desarrollo de estos sistemas requiere una retroalimentación continua y no lineal, y para lograrlo es fundamental fortalecer la colaboración interdisciplinaria y trascender las barreras científicas con la participación de diversos actores sociales. Además, se destaca la necesidad de fomentar la capacidad de generar procesos sociales innovadores y flexibles, lo que resulta clave para la adaptabilidad del sistema.

Por otro lado, se ubica el documento de "La gestión del agua en México" de Cárdenas y Rolland (2010), un texto crítico donde se exponen cómo ha sido la forma en que el gobierno ha afrontado el problema del recurso hídrico en el contexto mexicano y como ha sido la evolución del paradigma en la gestión de los recursos hídricos, atribuyendo en gran medida a las ideologías que conservan los mandatarios en su momento, sin embargo visto de otra manera, evidencian la incompetencia y el desinterés de los mismos mandatarios, puesto que una vez que sus organismos descentralizados colapsaron tienen un pretexto perfecto para vender al mejor postor la administración de los servicios básicos.

Al analizar ciertos textos publicados en Impluvium, la revista digital de divulgación científica de la red de agua de la UNAM, se encuentra el artículo titulado "Calidad del agua en los ríos de México" escrito por Hernández en 2014. Se destaca la preocupación por el estado actual de cinco de los siete ríos más relevantes de México, los cuales han experimentado una significativa alteración. Esta situación resalta la importancia de preservar la salud de los ríos, ya que contribuyen al ciclo del agua y al suministro de agua potable para consumo humano. La autora señala que, en 2007, estos ríos eran una de las principales fuentes de abastecimiento para las unidades de producción. Además, resalta la falta de comprensión en México acerca de la alteración eco-hidrológica de los ríos y sus afluentes, causada en gran medida por la actividad humana.

En otro artículo titulado "Perspectivas de la energía hidráulica en México," escrito por González, Domínguez y Arriaga en 2014, se realiza un análisis de las poblaciones en países menos desarrollados, que presentan un menor consumo per cápita y son más susceptibles a la escasez de agua. El artículo también subraya las diferencias entre las sociedades más expuestas a los efectos de la escasez de agua y resalta la importancia de reducir las brechas de desigualdad a través de políticas que garanticen el acceso a agua para los sectores más marginados. En este documento, se manifiesta una preocupación compartida por la escasez del recurso hídrico y la desigualdad en su distribución.

Del mismo modo, Bustos, Rincón y Flores (2011) llevaron a cabo un breve estudio que se basó en una muestra de población relativamente pequeña, compuesta por 54 individuos. Su objetivo en el estudio titulado "Exploración de las creencias sobre la escasez de agua en la población de la Ciudad de México" fue identificar las creencias de esta población en relación con el sistema de distribución de agua. Los hallazgos revelaron que la población atribuye el problema de la escasez de agua, en primer lugar, al desperdicio y, en segundo lugar, a la mala administración. Cabe mencionar que algunos resultados no se justifican adecuadamente, y es importante señalar que la población no recibió información previa sobre el tema.

Asimismo, se atribuyeron las deficiencias en el sistema a la falta de acción de los niveles de gobierno que no están directamente involucrados en la resolución de este problema. Por otro lado, los resultados sugieren que la población asume que existe una conciencia cultural en cuanto al cuidado del recurso, aunque los datos prácticos indican una realidad diferente.

Es evidente que la optimización de los recursos cobra mayor relevancia a medida que la población aumenta ya que su obtención cada vez se dificulta más al igual que los costos, argumenta Aguilar (2021), en el manual técnico con enfoque a ingenieros civiles, donde hace una revisión del contexto histórico del agua, desde cómo se realiza el proceso de extracción pasando por las redes de distribución, e implicaciones para su instalación. Por otra parte, menciona los fundamentos básicos que pueden orientar al ingeniero para el abordaje en materia de recursos hídricos. Menciona aspectos relevantes sobre la calidad del agua y la importancia que ha cobrado por el refrendo de recomendaciones de organizaciones como la OMS.

1.5 Marco jurídico del derecho de la población a los recursos hídricos

Introducción

Este segmento delinearé los aspectos legales esenciales que respaldan el derecho humano al acceso a los recursos hídricos a nivel global, nacional y estatal. Para lograr esto, se llevará a cabo un análisis de diversas leyes, normativas, tratados, acuerdos y convenios. Esto proporcionará una visión más clara de cómo se ha desarrollado la jurisprudencia en relación con el acceso a los recursos hídricos, y al mismo tiempo, permitirá observar cómo se está reduciendo la brecha de desigualdad entre distintas poblaciones a medida que se implementan estas regulaciones y se les da seguimiento.

Es importante prestar una atención especial a la disponibilidad y distribución del agua, teniendo en cuenta la creciente preocupación global de las naciones por lograr una gestión sostenible en diversos contextos en todo el mundo. Este enfoque busca asegurar que las futuras generaciones también puedan beneficiarse de este recurso vital.

1.5.1 Marco internacional

El objetivo 6 de Desarrollo Sostenible, "Agua limpia y saneamiento" (2015), es significativo ya que busca garantizar el acceso al agua y saneamiento para toda la población, reconociendo que son derechos humanos fundamentales. A pesar de esto, muchas personas siguen enfrentando dificultades para acceder a los servicios más elementales. Según el ODS, más del 40 por ciento de la población mundial sufre de escasez de agua, y esta situación podría agravarse en el futuro. Para enfrentar este problema, la ODS sugiere que las organizaciones civiles deben presionar a los gobiernos para que rindan cuentas, invertir en investigación y desarrollo de los recursos hídricos, y promover la inclusión de todas las personas.

El Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1976) emitió la Observación General Número 15, enfocada en el agua, y en los artículos 11 y 12 se establece que el derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable y accesible para uso personal y doméstico. La fundamentación del derecho al agua se construyó a partir de los artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos

Económicos, Sociales y Culturales del 19 de diciembre de 1966, los cuales se refieren al derecho a la salud y a una calidad de vida adecuada, indispensables para asegurar las condiciones mínimas para la existencia humana. Por tanto, el Comité en su Observación General número 15, lo definió como:

“El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible, para el uso personal y doméstico”

A continuación, se definen las condiciones que deben cumplirse en el acceso al agua del ser humano:

- Accesibilidad física

Es considerado un aspecto esencial la accesibilidad del recurso por parte de la población para ello se dimensiona en dos aspectos, físico y económico. El primero se refiere al alcance del usuario, tanto en la vivienda como en los espacios dónde se desarrolle el individuo, por ejemplo, instituciones educativas o centros de trabajo, es relevante destacar que se considera la posibilidad de la población de conectarse a la red de distribución existente o bien tener un acceso físico aledaño a una fuente de agua.

El grado de concentración demográfica, el tipo de población, el nivel de desarrollo económico, y la proyección del crecimiento son relevantes para determinar el cumplimiento de este derecho.

- Accesibilidad económica

La accesibilidad económica se refiere al costo que representa el recurso, el cual debe tener un precio accesible para no afectar el derecho reconocido por el Pacto Internacional. El agua y los servicios de distribución deben estar disponibles y ser accesibles para los estratos más desprotegidos de la población, sin discriminación, incluso en lugares donde los proveedores no puedan recuperar los costos, pero esto no significa que el servicio deba ser gratuito. En resumen, el Estado debe tomar medidas para garantizar el acceso tanto físico como económico al recurso.

El agua es una necesidad imprescindible para la vida, para la especie humana es esencial para vivir con dignidad una vida humana, por otra parte, también disponer de ella de forma saludable, aceptable, así como el acceso para el uso personal y el de la vivienda misma. Dentro de las recomendaciones que considera la Organización Mundial de la Salud (OMS) son las siguientes:

- Calidad

El agua destinada para el consumo humano debe cumplir con ciertas especificaciones para evitar cualquier riesgo para la salud. Estas especificaciones incluyen la ausencia de microorganismos, sustancias químicas o radiactivas, así como tener un color, olor y sabor aceptables para su uso en el hogar o personal.

- Cantidad

La cantidad de agua disponible para consumo humano debe ser adecuada para satisfacer las necesidades personales y domésticas, tales como consumo, saneamiento, limpieza de ropa, preparación de alimentos, higiene personal y limpieza del hogar. La cantidad recomendada para cubrir estas necesidades básicas es de entre 50 y 100 litros de agua por persona al día, según la Organización Mundial de la Salud.

- Uso personal y doméstico

Se debe entender por uso personal y doméstico el agua suficiente para atender los requerimientos que preserven la salud y la vida del hombre y su núcleo familiar, por citar algunos, la alimentación, higiene y saneamiento. Otro aspecto dentro de este apartado son los usos y aprovechamiento que se le da al recurso para actividades propias del ser humano, como las referidas a la producción de alimento, actividades económicas y las de producción de energía.

1.5.2 Convenios, tratados y protocolos

Varios instrumentos jurídicos internacionales han reconocido el derecho al agua a nivel mundial, tales como la Convención sobre la Eliminación de toda forma de Discriminación

contra las Mujeres, la Convención sobre los Derechos del Niño, Convenios de Derecho Internacional Humanitario y varias declaraciones, como la Declaración del Mar del Plata de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, la Declaración de Dublín sobre el Agua y Desarrollo Sostenible, y la Declaración Ministerial del Foro Mundial del Agua de Kyoto. No obstante, el desarrollo legal en este tema surge principalmente de la interpretación realizada por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas en su Observación General número 15 titulada "el derecho al agua", emitida durante la 29ª sesión en Ginebra.

En la siguiente tabla a continuación, se esbozan algunos elementos que permiten identificar lo anteriormente señalado:

Cuadro 1.1 Instrumentos jurídicos referentes al recurso hídrico, 1979-2003

| Instrumentos jurídicos | Año | Ideas principales |
|---|------|--|
| Convención sobre la Eliminación de toda forma de Discriminación contra las Mujeres | 1979 | Las naciones que forman parte, aseguraron a las mujeres el derecho a gozar de condiciones de vida adecuadas, para ello el abastecimiento del agua es fundamental, particularmente en las esferas poblacionales, el abastecimiento de agua. |
| Convención sobre los Derechos del Niño | 1989 | Se exige a los Estados Partes que luchen contra las enfermedades y la malnutrición mediante “el suministro de alimentos nutritivos adecuados y agua potable salubre. |
| Convención sobre la protección y la utilización de los recursos de agua transfronterizos y de los lagos internacionales | 1992 | Obligaciones de los países implicados para cuidar la calidad del agua transfronteriza y el ecosistema. |

| | | |
|---|------|---|
| El Principio Cuatro de la Declaración de Dublín | 1992 | El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocerle como un bien económico. |
| Declaración de Mar del Plata de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua | 1977 | Todas las personas, sin importar su estado de desarrollo y su condición económica y social, tienen el derecho a acceder a agua potable en cantidad y calidad equivalente para cubrir necesidades básicas. |
| Declaración de Dublín sobre Agua y Desarrollo Sostenible de | 1992 | Es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. |
| Declaración Ministerial del Foro Mundial del Agua de Kyoto | 2003 | Retoma las metas del milenio, inversión en infraestructura hidráulica, aprovechamiento eficiente con tecnologías. |
| Carta Europea de los Recursos del Agua | 2001 | El agua no es inagotable, debe existir la planificación por parte de las autoridades, el agua es un bien común, el agua no tiene fronteras, requiere cooperación internacional. |
| Carta de las Aguas del Río Senegal | 2002 | Refrenda el derecho humano al agua, particularmente del río y de la población que se beneficia de él, encaminado a garantizar la seguridad alimentaria y la armonía entre los usuarios. |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al Cuadro 1, se puede identificar que los acuerdos celebrados entre las naciones implicadas coinciden en que el agua es un derecho ineludible para la subsistencia de las personas, minimizar las desigualdades en su acceso protege la salud y la calidad de vida de los usuarios, invertir en tecnología para un aprovechamiento sostenible es indispensable ya

que el paso del tiempo su disponibilidad se reduce, concientizar a la población sobre su cuidado contribuirá a una gestión responsable, por último, la participación colectiva entre comunidades que comparten el uso mediante acuerdos evitará conflictos futuros por su uso y aprovechamiento.

A) Marco legal en México

Para efectos jurídicos, en México, se reconoce el acceso puntual al recurso hídrico, en los artículos 4°, 27° y 115° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en primer lugar, el artículo cuarto, párrafo 6, enuncia el derecho humano al agua:

“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines”

En segunda instancia, el artículo vigésimo séptimo menciona las atribuciones del estado sobre los cuerpos de agua, las condiciones para su aprovechamiento y la regulación de las mismas. Por último, el artículo 115°, en su fracción III, inciso “a”, faculta a los municipios para ofrecer de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Otro hecho a destacar es que, el 10 de junio de 2011, se llevó a cabo una reforma del artículo primero de la Constitución, la cual establece que la población debe disfrutar de los derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los tratados internacionales de los que México es parte.

En cuanto a la gestión de los recursos hídricos en México, los principales marcos legales son la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, regulaciones jurídicas que complementan el artículo 27 de la Constitución

La Ley de Aguas Nacionales, que entró en vigor el primero de diciembre de 1992, reemplazó a la Ley Federal de Aguas de 1972 y es la principal legislación que regula el uso y aprovechamiento del agua y sus recursos en México, de acuerdo con el artículo 27

constitucional. La nueva ley incorpora conceptos innovadores que representan una mejora en la gestión, supervisión, control, coordinación y financiamiento de los recursos hídricos.

Esta ley menciona algunos pormenores que en algunas ocasiones pasan a segundo término en la práctica, por ejemplo, señala la priorización del “Uso Público Urbano” por encima de cualquier otro, es decir, las necesidades básicas de las personas están antes que cualquier otro tipo de uso o aprovechamiento, entre ellas, menciona que puede ser motivo para disponer a través del decreto, la reserva total o parcial de las aguas para satisfacer la demanda de los asentamientos humanos, ignorando si la fuente está en números rojos o déficit hídrico cuando la demanda de la población lo requiera.

Es relevante considerar que la Ley de Aguas Nacionales establece una tarifa con el objetivo de recuperar los costos relacionados con la operación, conservación y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas, así como los costos derivados de proporcionar el recurso a la población. Asimismo, establece las responsabilidades y facultades de los organismos operadores y/o municipios para administrar el recurso, proporcionar información a la población sobre la calidad y disponibilidad del agua, y en caso de escasez, informar sobre los costos y el valor económico del recurso, así como los procedimientos a seguir en caso de daño causado por la operación de procesos como el saneamiento.

B) Leyes y normas que regulan el acceso al agua en el Estado de Hidalgo

La Ley Estatal de Agua y Alcantarillado para el Estado de Hidalgo establece la colaboración de autoridades estatales y municipales en la explotación, uso y prestación de los servicios públicos de agua, así como la coordinación entre los tres niveles de gobierno para el desarrollo equilibrado y la descentralización de los servicios de agua en el estado. La ley describe las responsabilidades y poderes de los proveedores de servicios para garantizar la continuidad, regularidad, calidad y cobertura del suministro de agua a los usuarios, y proteger el medio ambiente. Además, proporciona apoyo para suministrar agua a las comunidades y asentamientos humanos.

C) Organismos reguladores del recurso hídrico

a) Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

En México, el agua tiene múltiples usos, siendo uno de los más importantes su acceso por parte de la población urbana y rural en todo el territorio, pero también es asignada a las actividades económicas del país. Para regular y distribuir este recurso, la CONAGUA es la encargada de la gestión del agua, lo que implica la asignación del recurso para consumo personal y para las actividades económicas, así como la planificación, construcción y operación de obras hidráulicas y el cobro de derechos de agua. CONAGUA es la autoridad en materia de cantidad y calidad del agua, y ejerce las atribuciones que corresponden a la autoridad en materia hídrica en el territorio nacional.

Esta comisión ha establecido pautas para la administración del agua a nivel nacional, y ha generado instrumentos que facilitan su administración y colaboración entre entidades y regiones para satisfacer la demanda de la población y las instituciones que necesitan agua para operar. Entre sus objetivos, se incluyen la promoción de una gestión integrada y sustentable del agua en cuencas y acuíferos, el mejoramiento del desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico, la consolidación de la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua, la promoción de la cultura de su buen uso, la prevención de riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y la atención a sus efectos, la evaluación de los efectos del cambio climático en el ciclo hidrológico y la creación de una cultura contributiva y de cumplimiento a la Ley de Aguas Nacionales en materia administrativa. La sede de CONAGUA se encuentra en la Ciudad de México.

b) La Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado (CEAA)

La entidad encargada de supervisar esta ley es responsable de colaborar con los municipios para fomentar la formación de Organismos Operadores Municipales, especialmente en aquellas áreas donde la población principal supere los 2,500 habitantes. Además, esta entidad establece regulaciones para garantizar la realización de estudios y estadísticas periódicas que buscan mejorar la calidad del agua destinada al consumo humano.

Para asegurar su autonomía financiera para el otorgamiento del servicio público contempla la incorporación de tarifas, asegurando la autosuficiencia de los prestadores del servicio y considera a las poblaciones de bajos ingresos y capacidad de pago, de igual manera su planeación se orienta al desarrollo urbano e industrial.

c) Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales (CAASIM)

En cuanto a los municipios que conforman la Zona Metropolitana de Pachuca, la gestión y administración del servicio de agua está a cargo de la CAASIM, un organismo operador que se esfuerza por ofrecer un servicio eficiente y de calidad con responsabilidad social. Para lograrlo, lleva a cabo acciones para aprovechar de manera sostenible los recursos naturales y crear sistemas modernos que satisfagan la demanda de agua de los habitantes de los municipios mencionados, garantizando así el derecho humano al agua potable y al saneamiento. En este sentido, es importante destacar que el Consejo de Derechos Humanos aprobó una resolución en 2011 que establece la obligación de los Estados de garantizar recursos suficientes para el suministro sostenible de agua y saneamiento.

Conclusiones

En el primer capítulo se dan a conocer elementos de población y distribución territorial en los cuales se tomó en cuenta el desarrollo sustentable y la relación con la disponibilidad de agua en la población. El agua es un recurso humano de los más importantes para la vida humana y salud de los mismos, agregando que también se utiliza para actividades económicas. La distribución espacial por su parte, tiene distintos componentes como migración, fecundidad, mortalidad y el crecimiento vegetativo diferencial, esto ha ayudado a aumentar la expansión de espacios vacíos los cuales

permitieron una ampliación de zonas urbanas que han llevado a la creación de metrópolis y grandes aglomerados urbanos las cuales son explicadas por un factor estadístico.

La urbanización ha sido considerada como un elemento de alta importancia en la estructura poblacional siendo así que junto con la estadística han ayudado a obtener un pronóstico sobre la distribución espacial y el crecimiento poblacional, arrojando un resultado sobre las más altas demandas sociales, de las cuales recaen mayormente en la zona metropolitana Pachuca.

El aumento poblacional de Pachuca ha estado ligado a cambios y variaciones de flujos migratorios pues en la ciudad existe mayor crecimiento del mercado laboral, para esto se ha necesitado que sea más grande por lo que al paso el tiempo se ocuparon espacios rurales para ampliar la metrópolis, haciendo que estos presenten mejor desarrollo y estabilidad económica.

El crecimiento demográfico manifestó un gran cambio en la capital del estado provocando el mal funcionamiento de las cuencas hidrológicas, dentro de las causas, el impedimento de la filtración correcta del agua, ya que la demanda del recurso está en función de la población, haciendo que cada vez se reduzca la disponibilidad del recurso.

A nivel mundial, el suministro de agua dulce para uso humano es limitado en comparación con el volumen de agua salada, sin embargo, el aumento de la población ha incrementado la demanda de agua potable. El manejo adecuado de los recursos hídricos es crucial para el desarrollo económico sostenible, y en América Latina se están adoptando enfoques integrados y amplios de manejo de cuencas hidrográficas. El marco legal de las regulaciones internacionales ha evolucionado y ahora se incluyen conceptos como la descentralización del manejo de los recursos hídricos, la participación de gobiernos, usuarios y comunidades, y la consideración del agua como un activo económico. Los proyectos hídricos específicos deben permitir la expresión de preocupaciones, propuestas de alternativas y soluciones para una mejor gestión de los recursos hídricos. En varios países de América Latina, los gobiernos han reconocido la importancia del suministro de agua potable y saneamiento para mejorar la calidad de vida, y se han elaborado programas de educación integral para preservar el medio ambiente y reducir el consumo de agua. En la región, varios proyectos de suministro de agua y saneamiento han logrado conservar el agua mediante la racionalización de tarifas y la

reducción del consumo inexplicado. Las autoridades del sector de abastecimiento de agua y saneamiento, los gobiernos locales y las empresas de agua están adoptando soluciones basadas en la naturaleza para la gestión de cuencas hidrográficas, la protección de fuentes de abastecimiento de agua urbana y la reducción de fuentes de contaminación.

También en el capítulo se discutió la crítica situación de los recursos hídricos en México, causada por la sobreexplotación, contaminación y uso inadecuado de las fuentes de agua. Para abordar esta problemática, se ha establecido una asociación entre el gobierno, las universidades y otras partes interesadas, que tiene como objetivo administrar, regular, controlar y proteger el agua en el país (CONAGUA). La disponibilidad y calidad del agua son factores determinantes para el desarrollo y bienestar de la población, y su gestión debe considerar consideraciones ambientales en la planeación, gestión y ejecución de las actividades productivas y de servicios. Se identifican los retos en torno al agua en México, como el crecimiento exponencial de la demanda derivado del aumento poblacional y del desarrollo económico, y la desigual distribución del agua en el tiempo y el espacio. La gestión actual del agua en México es fragmentada y sectorial debido a la falta de consideración de las interrelaciones existentes entre los sistemas naturales, sociales y productivos con el ciclo hidrológico. Se mencionan las leyes que regulan el uso, aprovechamiento o explotación de las aguas nacionales y bienes públicos inherentes, pero su régimen jurídico es poco efectivo debido a la complejidad y dispersión de la normatividad, ya que el agua se relaciona con diversos temas en todos los ámbitos.

A través de la revisión de diversos autores es ineludible apelar que, no podemos hacer un uso infinito sobre recursos que no lo son, por tanto, cualquier tipo de desarrollo y paradigma asociada a esta concepción, ciertamente sale del sentido común, sobre todo cuando los esfuerzos por están orientados de la misma manera, sin embargo, es plausible la idea de que la tecnología y la ciencia han avanzado significativamente de la preocupación por la sobrepoblación. Por otra parte, aún no existe una garantía de una distribución equitativa del recurso ni en el plano global ni en el local, al menos cuando hablamos de la gran mayoría de cualquier municipio de México, contrariamente a lo que el progreso podría denotar, el consumo de agua es cada vez mayor sobre todo en los países más avanzados, con casi 400 % con respecto que hace poco más de 200 años, por su parte el agua por individuo

Capítulo 2

Teorías y fundamentos en torno a la población y los recursos naturales

Introducción

La discusión de los especialistas en cuanto a la población y su impacto en el medio ambiente se enfoca principalmente en la relación entre el crecimiento demográfico y la disminución de los recursos naturales, especialmente el agua, que es crucial para mantener la calidad de vida y para la realización de actividades económicas. A nivel global, la pobreza y el aumento de la población son factores importantes que contribuyen a la explotación insostenible de los recursos naturales renovables (Surawski, 1990). Por lo tanto, la investigación en el crecimiento demográfico es fundamental para comprender cómo se relacionan la población

y los recursos naturales. Los marcos teóricos que se utilizan para estudiar esta relación se basan en teorías económicas sobre el desarrollo, y dependen de ellas en cierta medida.

La población y la forma en la que se ha desarrollado han sido tema de interés para la sociedad humana, su volumen, distribución y composición a través del territorio y del tiempo han generado teorías en busca de explicaciones del comportamiento de la sociedad humana, en este punto es importante señalar que cada discusión al respecto del tema existe en un contexto particular y específico tanto en tiempo y geográficamente.

1. Teorías demográficas

A) La Teoría Malthusiana

En 1798 el inglés Thomas Malthus dio a conocer su ensayo acerca del principio de la población, donde exponía su trabajo que comúnmente se conoce como “la catástrofe Malthusiana”, todo ello le dio su lugar como uno de los primeros demógrafos de la historia. En su hipótesis sostenía que la población del planeta crecería de manera exponencial mientras que la producción de alimentos (agricultura) lo hacía de manera aritmética, conduciendo inexorable y eventualmente a que el mundo dejará de generar comida para la población (Viglizzo, 2001, citando a Malthus, 1798).

Dentro de su teoría, Malthus postula dos ideas sobre las cuales cimenta su obra, “el alimento es necesario para la existencia del hombre” y “la pasión entre los sexos es necesaria y se mantendrá prácticamente en su estado actual”, a estos dos pilares el autor les otorga una intemporalidad y vigencia a partir de su razonamiento lógico, añadiendo que “la capacidad de crecimiento población es infinitamente mayor que la tierra para producir alimentos para el hombre”, es importante resaltar que, para el año en que se publicó el ensayo la revolución industrial apenas se estaba gestando.

Con respecto a las ideas mencionadas, Malthus deduce que la subsistencia ejercerá sobre el poder de crecimiento poblacional una importante y continua presión restrictiva, dado que en ningún país el crecimiento demográfico podría alcanzar una producción de los alimentos para

mantenerla (De Santiago, 1995, citando a Malthus, 1830). En este sentido la argumentación del autor refiere a una interacción de dos fuerzas materiales distintas, población y medios de subsistencia, en el que una predomina y de abandonar el inexorable equilibrio, el resultado sería la aparición de la miseria y el vicio, factores que no deberían de existir en una sociedad ideal.

Para Malthus la principal consecuencia del crecimiento demográfico es la pobreza, y celebraba que existieran frenos (positivos y preventivos) para evitar el sufrimiento en general de la población, la teoría de este autor ha sido blanco de muchas críticas sobre todo por los matices seculares mezclados con los científicos que presenta, evidentemente influenciados por el contexto en el que vivió y se desarrolló, asimismo el estar en una posición económicamente mejor acomodada y el haber accedido a estudios igual influyeron y nublaron idea alguna de que las sociedades proveedoras de trabajo pudieran equilibrar un poco la balanza a favor de los trabajadores o incluso incentivar la inversión tecnológica con el propósito de maximizar la producción de los alimentos (Viglizzo, 2001, citando a Malthus, 1798).

De Santiago (1995), explica citando a Malthus (1798), la importancia contextual de los insumos que se podían comprar con el trabajo de un día dentro de las naciones, atendiendo dos ingredientes universalmente reconocidos: la salud y disponer de las necesidades y conveniencias de la vida, para Malthus, dicha sociedad ideal no contemplaba injusticias, enfermedades, por el contrario, reinaba una abundancia donde permitiese a la población crecer a su ritmo natural o biológico.

Desde una perspectiva centrada en el ser humano, los medios de supervivencia descritos por Malthus se refieren a uno de los recursos más vitales para la existencia humana, estrechamente relacionado con la producción de alimentos, el agua. La interdependencia de la agricultura y el agua es tanta que, inclusive se puede prescindir del sustrato o tierra firme para una buena parte de la agricultura, pero no así del líquido. La ganadería por su parte, encaminada en gran parte a alimentar a la población humana, guarda a su vez una relación acérrima con la agricultura. El actual sistema económico predominante en el mundo confiere

una evidente sobreexplotación de los recursos hídricos como si estos fueran infinitos atendiendo a un desequilibrado crecimiento demográfico.

Bajo el lecho de su razonamiento lógico y empírico, Malthus, consideró que sólo se podría alcanzar el equilibrio de los medios de subsistencia mediante la restricción moral, entendida como la abstención del matrimonio siendo esta temporal o permanente, sometida a las consideraciones de mesura, con una conducta hacia el sexo estrictamente moral durante ese periodo (De Santiago, 1995, citando a Malthus, 1830), en este mismo tenor es relevante que dicha teoría de control no contemplaba ningún método anticonceptivo que pudiese limitar el crecimiento poblacional.

La aportación del trabajo de Malthus al pensamiento económico pasando por alto que no fueron inicialmente de esa índole, sino filosófica, permitió en lo sucesivo construir nuevos razonamientos que pusieron en perspectiva los problemas de la sociedad y el comportamiento de la población, después del ensayo inicial de Malthus, el autor realizó cinco ediciones donde enriqueció su trabajo pero desplazó la perspectiva demográfica documentando sus afirmaciones con datos y estadísticas (Keynes, 1933).

Irrefutablemente la teoría de Malthus fue un parteaguas que generó opiniones divididas y a favor, sentando el precedente de los estudios sobre la población y una discusión teórica en las décadas posteriores, algunos demógrafos que recuperaron parcialmente las ideas de Malthus, entre ellos encontramos a Jhon Stuart Mill, argumentando que las cuestiones demográficas se acercaban únicamente métodos de control y los derechos de las personas independientemente de su sexo, dejando la parte de los recursos y su gestión desmesurada como una cuestión biológicamente axiomática a los principios de supervivencia (Mill, 1924).

Muchos otros autores disciernen sobre los argumentos de Malthus, Marx, por ejemplo, criticó la ideología Malthusiana, sosteniendo que las desigualdades sociales no son consecuencia de leyes naturales absolutas y que los puntos de vista de Malthus solo reflejan los intereses de las clases privilegiadas (Flores *et al.*, 2018). Aunque Marx no presentó una teoría alternativa de la población a la de Malthus, sí planteó la noción del "ejército industrial de reserva", que consistía en trabajadores que quedaban desplazados de sus puestos debido a la introducción constante de tecnología y maquinaria ahorradora de trabajo. Sin embargo, Marx no aborda ni

mejora la perspectiva de Malthus en cuanto a la importancia de recursos como el agua para la supervivencia humana, sino que se concentra solamente en el ámbito laboral.

Marx y Engels rechazan la idea de que los pobres tuviesen la culpa de su condición económica, por el contrario, pensaban que era el resultado de una mala organización de la sociedad, especialmente la capitalista, de lo contrario una mayor población debería de implicar una mayor riqueza (Flores *et al.*, 2018 citando a Engels, 1844).

Según Durkheim, el aumento de la población conduce a una mayor especialización social, ya que el aumento de individuos genera una competencia más intensa por los recursos. Al comparar una sociedad primitiva con una sociedad industrializada, se puede observar una gran diferencia en el nivel de especialización, lo que se debe al volumen y densidad de la población. Esta idea se deriva de la teoría darwiniana y reconoce la influencia de Malthus (Taylor y Francis, 1987).

B) Teorías referentes a la población y los recursos

Según la teoría clásica de Malthus, el crecimiento económico está limitado por la finitud de los recursos terrestres, y se debe restringir el consumo de los recursos por parte de la minoría rica en beneficio de la mayoría pobre y de las generaciones futuras. Cada individuo contribuye a la degradación ambiental al utilizar recursos, y mantener o mejorar el nivel de calidad de vida agrava esta situación. Autores como Lester Brown, Paul Ehrlich y Lee Talbot defienden esta postura.

Por otro lado, la teoría de la "cornucopia" sostiene que el crecimiento económico es necesario para beneficiar a la mayoría pobre, ya que los avances científicos y tecnológicos permiten crear recursos para reemplazar los que se agotan, o utilizar más eficientemente los recursos disponibles. Incluso sin avances científicos, se puede sustituir los recursos escasos por otros más abundantes. La escasez de recursos se resuelve a través de mecanismos mercantiles, y el crecimiento poblacional es un incentivo para la innovación y la intensificación del uso del suelo. Los exponentes de esta teoría son Julián Simón y Herman Kahn, quienes creen que las presiones sobre los recursos tendrán menos influencia en la calidad de vida gracias al conocimiento humano.

Otra teoría sostiene que la estructura socioeconómica y los sistemas de producción son factores determinantes de la degradación ambiental, y que las exportaciones orientadas a la producción, tecnologías inadecuadas y la gestión ineficiente de los recursos por parte de países menos desarrollados son algunas de las causas de esta degradación. Murdoch sostiene que la pobreza es la causa subyacente tanto de la sobrepoblación como de la degradación ambiental, y que esta situación se debe a la dinámica entre países desarrollados y a la dinámica interna de cada país. La mala gestión de los recursos hídricos también agrava la degradación ambiental, especialmente en los países mencionados anteriormente y para los estratos poblacionales más vulnerables a la desigualdad.

Otra visión sobre la degradación ambiental se enfoca en la ecología política regional y considera las particularidades históricas y geográficas de cada región en relación a la estructura socioeconómica y el tipo de suelo. Según Blaikie y Brookfield (1987), el crecimiento poblacional afecta de manera diferencial a cada región dependiendo de estos factores. Mientras que en el pasado las discusiones sobre los límites del crecimiento poblacional se centraban en el agotamiento de recursos no renovables, actualmente se presta atención a la disminución de recursos renovables como el agua, los bosques y los recursos marinos, según Wackernagel y Rees (citados por Blaikie y Brookfield, 1989).

Por otro lado, otra perspectiva sostiene que la población es una variable intermedia que contribuye al deterioro ambiental, y que esta variabilidad puede ser de diversa naturaleza en cada región, incluyendo la pobreza, la contaminación, políticas distorsionadas, y la demanda de ciertos bienes, entre otros factores (Surawski, 1992). Esta teoría recopila elementos de las tres teorías mencionadas anteriormente para interpretar la realidad.

Repetto y Holmes (1983) argumentan que, además del crecimiento poblacional, existen otras condiciones que contribuyen al deterioro ambiental de manera conjunta y que presentan características coyunturales. Estas condiciones incluyen la ruptura de sistemas tradicionales, la explotación comercial de recursos, la demanda de exportaciones por parte del comercio internacional que causan estragos en los recursos y la desigualdad en el acceso a estos en países en desarrollo. En resumen, el crecimiento demográfico es un factor importante en el deterioro ambiental, pero si no se abordan las causas subyacentes del problema, el

crecimiento demográfico es irrelevante. Además, las políticas de población no son una solución efectiva, ya que a menudo son medidas paliativas que solo retrasan los efectos negativos hasta que el estado se enfrenta al problema de frente. Estos argumentos son respaldados por Shaw, Repetto, Bilborrow y Stupp.

Muchas de las teorías concentradas en el siglo XIX e inicios del XX, permitieron tener bases más sólidas y comprobables para descartar y mejorar algunas que las precedieron, con ello los estudios demográficos se fueron haciendo más cuantitativos y permitiendo vislumbrar un fenómeno llamado transición demográfica.

Actualmente, a poco más de dos siglos de haber sido escrita, algunas premisas de la teoría se quedaron en el tintero para fortuna de la humanidad, empero, el crecimiento poblacional hace cada vez más complicada satisfacer la demanda alimentaria, es importante aclarar que para cuando se dio a conocer el ensayo de Malthus la población rondaba los mil millones de personas, hoy esa cifra es más de siete veces mayor, 7,500 millones de habitantes y la disponibilidad de agua que podría tener cada habitante ha disminuido en casi un 90 por ciento en menos de un siglo. Recuperando la teoría de Malthus, estamos ante una situación que no sólo se enfoca en la cobertura de la demanda alimentaria poblacional, sino en un recurso indispensable para la producción de alimentos amenazado por la sobrepoblación del hombre.

2.1 El uso del agua, relación entre población y medio ambiente

La relación entre el agua y la población está estrechamente ligada, ya que el aumento de la población puede exceder la capacidad de las cuencas hidrológicas para renovar el recurso hídrico en el ciclo hidrológico. Esta reflexión establece una conexión entre la teoría demográfica de Malthus y el agua como recurso crítico

Los enfoques ambientalistas han considerado diversos criterios para la representación relacional de los factores sociales con los naturales, el desarrollo de parámetros cuantitativos se ha desarrollado auxiliados de metodologías para la construcción de indicadores

socioambientales, en suma, permitirían encaminar la toma de decisiones en la gestión de los recursos, asimismo la planeación del desarrollo regional (Hufschmidt, 1991 y Kuik, 1991). Estos indicadores podrían ayudar a la concertación de las políticas de desarrollo sostenible, reconociendo la manera en que las variaciones en la disponibilidad de recursos de cada sistema natural generan impactos en la viabilidad de modificaciones al sistema natural, por ejemplo, el de las cuencas hidrológicas.

Este tipo de perspectivas ayudan a fundamentar un aspecto técnico en el uso y disposición del agua, (Vargas, 1998) atribuye que en el mayor de los casos el problema del agua se debe a una situación en la que se administra mal el recurso y los entes reguladores muchas veces por alto los impactos negativos que pudiese tener a los sistemas naturales.

A partir de la globalización económica las nuevas reglas de circulación de productos e insumos requieren contabilizar los recursos naturales dado que son condicionantes del progreso económico, de ello, los recursos hídricos juegan uno de los papeles más importantes, por tanto, incentivaron un nuevo modelo de gestión ambiental por cuenca hidrológica. El rápido crecimiento demográfico explica en muchos sentidos ser el principal factor en el deterioro del agua (Vargas, 1998).

A) El agua en América Latina

De acuerdo con cálculos de la Organización de las Naciones Unidas, la región posee el 65 por ciento del agua en el mundo. A pesar de esta ventaja, la gestión del recurso hídrico se complica debido a la interacción entre la oferta y la demanda (Yáñez, 2016). En particular, el cambio climático ha provocado sequías prolongadas en la región andina, lo que, sumado al constante aumento de la población, ha resultado en una frecuente escasez de agua en la región.

Según Radulovich (1997)

“el crecimiento poblacional y el incremento en el consumo per cápita (riego, industria y estándares de vida), la contaminación de fuentes y la alteración de los ciclos hidrológicos, incluyendo la deforestación, mal manejo de cuencas y disminución de los niveles freáticos repercuten en que la disponibilidad sea menor, en donde más se ocupa”.

Lo mencionado no contempla fenómenos a gran escala originados también por el cambio climático, como el fenómeno del niño o el efecto invernadero, lo cual agrava aún más el acercamiento a nuevas fuentes de agua e incrementando su costo. Una de las condiciones que está relacionada directamente con la eficiente disposición de los recursos hídricos, son los indicadores económicos de la población, para el caso de países latinoamericanos esto refiere a los de medianos y bajos ingresos (Radulovich, 1997).

Para el año de 1990, Lee, concluyó refiriéndose al manejo de los grandes retos en materia de agua potable, que se había alcanzado cierto progreso en técnicas y manejos científico referente al tema, sin embargo, a pesar de los adelantos en la región, se dista de tener una gestión óptima, ya que muchos de los asuntos relacionados a la operación de sistemas hídricos son operados pobremente e incluso quedan en la omisión, todos esto se refiere al mantenimiento de la infraestructura, Lee asevera que, para el año de 1990 hasta el 60 por ciento del agua dispuesta para riego era desperdiciada.

B) El agua, el medio ambiente y la población en México

Según Gaycho (1997) “la dinámica demográfica no tiene efectos directos sobre el medio ambiente, sino que es el resultado de mediaciones tecnológicas, económicas y culturales”. Por otra parte, también concibe que la relación medioambiental con la población debe incorporar el factor del desarrollo sostenible, puesto que el desarrollo redefine cambios en la estructura organizativa y económica (Sunkel, 1981). A propósito, el crecimiento encamina la satisfacción de bienestar de los habitantes, el uso de técnicas y materiales debería garantizar la disponibilidad constante de los recursos naturales para las generaciones venideras (Hogan, 1993).

El enfoque PER (Presión-Estado-Respuesta) de la OCDE se ha convertido en el modelo más ampliamente utilizado a nivel mundial debido a su simplicidad y facilidad de aplicación a diversas escalas y actividades humanas. Este modelo se basa en la idea de que las actividades humanas generan presión sobre el medio ambiente, lo que puede cambiar la calidad y cantidad de los recursos naturales en los ecosistemas. El objetivo del modelo es permitir la comparación del estado del medio ambiente entre países, la integración de cuestiones

ambientales en políticas sectoriales y económicas, y la evaluación del comportamiento ambiental. En definitiva, el modelo PER se centra en la relación causal entre las actividades humanas, el medio ambiente y las políticas regulatorias que se implementan para responder a los cambios ambientales generados.

El cambio en su generalidad ha sido la causante principal de que las especies se adapten y en consecuencia evolucionen, una especie que no lo hace perece y se extingue, este comportamiento se aplica para cada ser vivo en el planeta tierra. El cambio climático quizá sea la mayor de las amenazas para las especies incluida la humana, las adversidades generadas radican principalmente en el comportamiento del clima terrestre alterado por la acción del hombre y otras causas naturales (Cruz & Adame 2021), como lo cita la WWF (2018).

Una de las consecuencias de la actividad del hombre es el calentamiento global, desde la revolución industrial y a partir de 1830 Europa occidental empezó a notar un incremento de las temperaturas, 50 años más tarde fueron notorios los primeros síntomas. La temperatura del planeta ha cambiado sustancialmente, se estima que por cada grado un siete por ciento de la población podría exponerse a una disminución de al menos 20 por ciento de los recursos hídricos (ONU-Agua, 2019).

Es relevante mencionar que, independientemente del cambio natural del clima, los expertos refieren que el planeta ha registrado durante los últimos 50 años un incremento en la temperatura atribuido con evidencias a actividades humanas (SEMARNAT, 2009) teniendo en cuenta esto, es inherente la responsabilidad de tomar medidas para evitar consecuencias especialmente porque la población humana sigue en crecimiento, hechos que están relacionados estrechamente al medio ambiente.

En el año 1988 fue creado el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), con el fin de facilitar al estado conocimientos técnicos y socioeconómicos en materia de cambio climático, sus causas y efectos, estrategias para responder ante un fenómeno que afecta en su totalidad las actividades humanas, esto mismo ha hecho que esté en el epicentro del interés científico, político y social.

La estrecha relación entre el clima y el ciclo hidrológico dificulta su definición independiente y tiene repercusiones tanto a nivel global como local, afectando la disponibilidad de recursos hídricos en las zonas más vulnerables de México, especialmente en el hemisferio norte, que ha sufrido un aumento significativo de la temperatura desde la década de 1970, lo que a su vez ha reducido la disponibilidad natural del agua (Martínez & Patiño, 2012). Para abordar este fenómeno complejo, diversas instituciones y gobiernos a nivel mundial han centrado su atención en investigarlo, generar estrategias e instrumentos efectivos para actuar y tomar medidas al respecto, lo que llevó a la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992. Este organismo de la ONU está encargado a nivel internacional de establecer las bases para el control y la mitigación del cambio climático, y actualmente cuenta con 196 países conocidos como Estados Parte. En la definición de la CMNUCC, el cambio climático se refiere al "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (Naciones Unidas, 1992, p. 3).

Las implicaciones del cambio climático en los caudales fluviales y en la recarga de los acuíferos varían según las regiones, y no solo dependen de factores climáticos como la temperatura o la precipitación, sino también de otros factores como el uso del suelo, la temperatura y la intervención humana en forma de embalses y trasvases. Los cambios en el uso del suelo están influidos principalmente por factores socioeconómicos. En este sentido, Duarte (2006) propone una posible estrategia para abordar esta cuestión en la Zona Metropolitana de Pachuca.

2.3 El impacto del crecimiento poblacional

Las sociedades alrededor del mundo han planteado centrar su desarrollo en torno a grandes ciudades, donde las poblaciones se distribuyen dentro de ellas, dando lugar a grandes concentraciones de población, la transformación del entorno, la absorción de poblados que antes no pertenecían a la mancha urbana y alojando nuevos pobladores que requieren del abastecimiento de servicios básicos. En este respecto, el agua es uno de los más importantes para el hombre dado que juega un rol clave en el desarrollo humano siendo indispensable

para la vida y la salud, por otra parte, es la piedra angular de diversas actividades económicas y sociales; derivado de esto, el sector agrícola a nivel mundial representa el 70 por ciento de la extracción de agua (FAO, 2020), esto es relevante debido a que la seguridad alimentaria e hídrica están estrechamente relacionadas.

En la mayoría de los países, estas concentraciones de población se han realizado sin una adecuada planeación y métodos con una visión a futuro, los estragos ambientales se prevén sólo en contadas ocasiones, y esta falta de conciencia ocasiona efectos adversos el medio ambiente, sobre todo en el agua.

El crecimiento de las zonas urbanas es la piedra angular el en aumento de distribución territorial, generando a su vez un conjunto de divisiones articuladas dentro de un mismo territorio urbano, este problema a lo largo del desarrollo histórico ha permitido una diferenciación de las localidades que forman parte de la población de manera heterogénea contrastando sus características dentro del municipio (Rodríguez, 2010).

Con la irrigación de la mancha urbana y el progreso sus habitantes en ella, viene el cambio de uso de suelo de los asentamientos aunado a una mala planeación del crecimiento y el ordenamiento territorial, algunas de las consecuencias directas sobre los ecosistemas es la presión en los recursos naturales. Uno de los problemas más alarmantes en este sentido es el funcionamiento de las cuencas hidrológicas severamente afectado al impedir la infiltración de agua y obstruir sus niveles de recarga anuales en las zonas pobladas, por otra parte, el impacto sobre el recurso aumenta en función de la demanda poblacional que extrae una mayor cantidad de agua para cubrir las necesidades de los pobladores de la zona.

Friedmann (1997) asevera que la estructura urbana madura haciendo que surjan nuevos centros urbanos en las periferias satisfaciendo las necesidades de una población creciente, sin embargo, muchas de ellas lo hacen sin algún orden o reglamento ocasionando una cuota de agua imprevista fuera de las proyecciones poblacionales, no obstante, se dan problemas relacionados con la red de alcantarillado, reducción de la calidad de vida de las poblaciones expuestas, carencia de saneamiento y una red de drenaje deficiente que expone la salud de la comunidad. . Por otra parte, algunas de las nuevas localidades tienen lugar en zonas recarga

de los mantos acuíferos impidiendo la recarga natural de los acuíferos e impactando directamente en el aprovechamiento del recurso de la población en la región.

A razón de síntesis, los autores citados en este apartado generalmente evidencian el estrecho vínculo entre población y el medio ambiente, en algunos casos enriquecen teorías que los precedieron en tiempo y conocimientos, haciendo énfasis en factores como el desarrollo y la tecnología y en algunos otros, refutan la evidencia apelando al desarrollo y la capacidad de los humanos por adaptarse y transformar el medio a su conveniencia sin dejar de lado la generación del conocimiento y el desarrollo tecnológico para ello . Los argumentos de los autores están cimentados bajo el contexto personal de cada uno de ellos, permitiendo una perspectiva plural en conocimientos desde las ciencias sociales y enriqueciendo el acervo teórico de esta investigación. Uno de los conceptos que fue desarrollado en los albores de la demografía es el comportamiento del crecimiento demográfico y el contraste con el de los recursos necesarios para sobrevivir, como los alimentos, posterior a esto se abundó en un crítica sobre el sistema y la forma en la que fue fueron concebidas estas primeras ideas apelando a las desigualdades sociales y las formas de organización de un sistema económico, indudablemente los avances tecnológicos durante el apogeo de la revolución industrial condujeron inexorablemente a ser incluidos dentro de las teorías poblacionales dado que optimizan el uso de los recursos y su aprovechamiento. Esta última idea más tarde pasaría a encontrar posturas extremas como los ultraneoliberales, quienes concebían que se encontrarán formas de sustituir los recursos necesarios para la sobrevivencia de la raza humana, de igual manera teorías menos radicales basadas en el equilibrio y aceptando la responsabilidad de la sobrepoblación humana en el planeta y los efectos de la misma sobre el medio ambiente.

En la Tabla 2.1 apreciamos los puntos más importantes de cada autor respecto a las teorías de población, por otro lado, se observa una coyuntura entre las teorías de población y los recursos que son utilizados por la población para su subsistencia en la Tabla 2.2.

Tabla 2.1 Teorías de población

| Teoría | Descripción | Autores Principales | Año |
|--------------------------------------|--|------------------------------------|------|
| Malthusiana | Basaba su razonamiento en experiencias empíricas del autor expresando una preocupación por la demanda de la población que obedecía a un crecimiento exponencial en comparación con uno aritmético por parte de la oferta alimenticia | Tomás Malthus | 1798 |
| Teoría intermedia | Habla sobre el crecimiento poblacional y el deterioro ambiental, mencionan la ruptura de sistemas tradicionales, explotación comercial, desigualdad en países en desarrollo | Repetto y Holmes | 1983 |
| Teoría intermedia | El crecimiento demográfico es clave en el deterioro ambiental, políticas de población, el estado y su papel regulatorio | Shaw, Repetto, Bilsborrow y Stupp. | 1989 |
| Críticas sobre la teoría malthusiana | Atribuía al incremento demográfico métodos de control y los derechos de los individuos. Dejaba de lado la parte de los recursos como una cuestión biológica a principios de supervivencia. | Jonh Stuart Mill | 1924 |
| Ejército industrial de reserva | Las desigualdades sociales no se deben a leyes naturales absolutistas, sino a expresiones de intereses de clases acomodadas. | Karl Marx | 1867 |
| | La condición de pobreza es el resultado de una mala organización de la sociedad especialmente bajo el régimen capitalista. | Engels y Marx | 1844 |
| División del trabajo social | El crecimiento demográfico conduce a una mayor especialización social dado que incrementa en función de los individuos que la componen, poniendo en contraste las sociedades primitivas con las industrializadas. | Durkheim | 1893 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.2 Teorías de población y recursos

| Teoría | Descripción | Autor | Año |
|--|--|---|------|
| Clásica | Se basaba en el trabajo de Malthus, esta teoría se centraba en los límites, afirmaba que el crecimiento estaba limitado por la naturaleza finita de la tierra y sus recursos. | Lester Brown, Paul Ehrlich y Lee Talbot | --- |
| Cornucopia | Afirma que el crecimiento económico genera avances científicos y tecnológicos, creando recursos para reemplazar aquellos que se agoten o usando más eficientemente los disponibles. | Julian Simon y Herman Kahn | --- |
| Sociedad, producción y degradación ambiental | Atribuye una ineficiente gestión de los recursos a países subdesarrollados, consecuentemente un mayor impacto ambiental. La pobreza es la causa de la sobrepoblación y degradación ambiental principalmente. | Murdoch | --- |
| Ecología política regional | Considera diferencias regionales según el tipo de suelo y estructura económica. Hace una diferenciación entre recursos renovables y no renovables | Blaikie y Brookfield | 1987 |
| | Los autores consideran factores coyunturales con la población que abarcan desde sobreexplotación, comercio internacionales y desigualdades de acceso de países en desarrollo | Repetto y Holmes | 1983 |

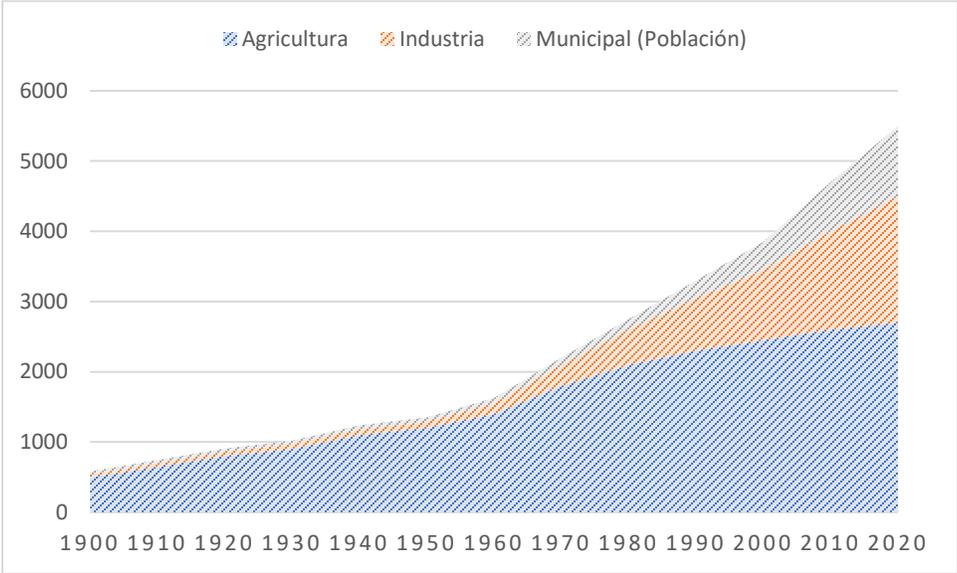
Fuente: Elaboración propia.

2.4 Población y recursos hídricos

La cantidad de agua dulce disponible a nivel mundial se estima en alrededor de 35 billones de hectómetros cúbicos (hm³), pero aproximadamente el 70 por ciento de esta agua no está disponible debido a que se encuentra en forma de glaciares, nieve y hielo. Además, hay unos 10.5 millones de hm³ de agua subterránea que son difíciles de acceder. Menos del 1 por ciento del agua dulce disponible en todo el mundo se utiliza para el consumo humano y los

ecosistemas. Del agua disponible, se estima que el 69 por ciento se utiliza para la agricultura, el 19 por ciento para la industria y el 12 por ciento para el uso de la población (FAO, 2010).

Gráfico 2.1 Extracción de agua mundial en km³ 1900-2020



Fuente: FAO-AQUASTAT: 2010 I.A. Shiklomanov 1900-2020.

NOTA: en el gráfico podemos apreciar cómo ha ido incrementándose el uso del agua en el planeta, cabe mencionar que, en el último siglo la población mundial se incrementó un 440 por ciento, por otra parte, la extracción de agua aumentó un 730 por ciento en el mismo periodo de tiempo, es decir que, su uso se ha incrementado en un 170 por ciento, mientras que entre 1900 y 2010 la población mundial aumentó un 340 por ciento (AQUASTAT, 2021).

De acuerdo con el SIWI (2018), la población urbana tendría alrededor de 2 mil millones de nuevos residentes para el 2050, la necesidad de comprender la importancia de un enfoque compartido por parte de las ciudades es preponderante puesto que la demanda de estos respecto de los recursos es más acentuada que en otro tipo de desarrollos poblacionales.

En el segundo informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (WWDR) se reafirma la importancia del agua para la supervivencia y el bienestar de los humanos e inherentemente para sus actividades, como la economía, se destaca la desigualdad

en su distribución temporal y espacial al estar sometidas a la presión de la actividad humana como la deforestación, crecimiento demográfico, contaminación, urbanización entre otras (UNESCO, 2020).

En general la expansión urbana irregular se encuentra situada sobre estructuras geológicas formadas por una o más capas de rocas, estas características permiten almacenar agua en el acuífero (Ríos & Otazo, et al., 2021), al ocupar estos espacios el ciclo del agua es interrumpido afectando la recarga anual promedio del manto.

En la década de 1950 la población mundial se aproximaba a 2.5 mil millones de personas, para el 2018 esa cifra creció hasta los 7.6 mil millones, México se ubica el lugar número 10 dentro de una lista de 200 naciones con mayor población, el fenómeno de alta concentración poblacional se da en poblaciones desarrolladas y son éstas las que demandan una mayor cantidad de recursos para la subsistencia, para el caso de México, según CONAGUA en 1910 la disponibilidad por habitante era de 30 mil litros cúbicos al año, hoy en día es de 3 mil 982 (2014).

La situación de la demanda y su disponibilidad en nuestro país, en la década pasada se identificaron regiones con incremento de presión causada por el hombre, se analizaron los indicadores de los volúmenes concesionados, la densidad geográfica por tipo de pozos y la profundidad de perforación (Díaz, Peña, Alatorre et al., 2013). También se reportó anualmente la demanda del líquido por los diferentes sectores a nivel nacional y en cada uno de los estados. Este informe de CONAGUA, en promedio siempre ha reportado mayores demandas para el sector agrícola, las cuales oscilan entre el 70 al 74 por ciento del total, tanto subterránea como superficial. Por otra parte, el estado de Hidalgo, en el 2018 tenía un reporte de sólo el 50.5 por ciento del agua subterránea para fines agrícolas, aunque no se menciona el porcentaje de aguas superficiales, menciona un 29.3 por ciento para el sector público y para la industria un 20 por ciento.

2.5 Sustentabilidad y los recursos hídricos

El término sustentable fue inicialmente incorporado por las ciencias ecológicas para referirse a la simbiosis entre la sociedad humana con el medio ambiente, y muy particularmente para

la explotación de poblaciones marinas, un marco en donde las acciones debieran de aceptar límites impuestos para asegurar la capacidad de renovación y asimilación en el entorno natural (García, 2010).

La noción de sustentabilidad acuñada desde el informe Brundtland (1987), ha generado diversos discursos, incluyendo la eficiencia, que busca optimizar la racionalidad económica en el espacio sin comercio del planeta y reducir la pérdida de la base material del desarrollo. También se ha enfocado en la escala, reconociendo que hay un límite cuantificable para el crecimiento económico y el impacto en los recursos del planeta. Otro concepto clave es la equidad, que incorpora los principios de justicia y ecología. La autosuficiencia es otro enfoque que se presenta como una estrategia autorregulatoria para desvincularse de las economías nacionales y una sociedad tradicionalista del mercado globalizado.

A partir de la Conferencia de Desarrollo Climático de las Naciones Unidas (UNCED, 1992) la sustentabilidad viene ubicándose en un lugar importante en las discusiones sobre el desarrollo, sin embargo, ostenta el título de ser un principio de evolución por ser relativamente nuevo, el desarrollo sustentable tiene en la mira abatir uno de los grandes problemas que tiene la población y que en su momento Malthus en su ensayo advirtió, estos son los recursos que demanda una población que crece a pasos agigantados y que para su subsistencia demanda recursos.

El concepto de sustentabilidad aplicado al espacio urbano, tiene diversas connotaciones para las ciudades, desde la esfera administrativa Ascelrad (1999), conceptualiza como la capacidad adaptativa de la estructura urbana a la gestión de riesgos e incertidumbres con respecto a la resiliencia, se tienen entonces dos enfoques, uno que se ancla en la esquematización técnica de las ciudades articulado con la sustentabilidad a modo de gestión de energía y materiales inherentes al progreso de la urbe, el segundo enfoque de la insustentabilidad por el descenso de la productividad y las inversiones en las ciudades, en otra palabras que no acompañen el ritmo de crecimiento que demanda la sociedad de la urbe.

La evidencia sobre un cambio de paradigma en el modo que disponemos de los recursos, el espacio geográfico para nuestros asentamientos y actividades propias de nuestra especie es urgente y preponderante, existe un límite donde no habrá forma de hacer algo al respecto, de

cruzarlo estaríamos comprometiendo nuestras siguientes generaciones, la vida de nuestra especie y la del planeta. Irrefutablemente los estudios coinciden que países más industrializados tienen más impacto y presión sobre los recursos, la industria y la agricultura, actividades económicas propiamente humanas abarcan para su operación alrededor del 90 por ciento de toda el agua disponible para consumo humano, esto habitualmente se regula a través del estado y políticas.

Mientras las regulaciones llegan a hacer un cambio sustancial, la población seguirá padeciendo los efectos de la sobreexplotación del medio ambiente, un panorama adverso se está acercando cada vez más a nuestra forma de vivir, saber adaptarnos a un modo sustentable de aprovechar los recursos serán imperantes para que la vida y su calidad continúen.

En el año 2000, se realizó la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas en Nueva York, donde 189 países acordaron comprometerse con la Declaración del Milenio, que constaba de ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio para reducir la pobreza, las enfermedades, mejorar la educación básica y garantizar la sostenibilidad ambiental. En 2002, las Naciones Unidas, en colaboración con el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), establecieron un mecanismo de monitoreo para evaluar el cumplimiento y el progreso de cada país que se comprometió.

Posteriormente, en 2015, la Agenda 2030 se estableció como un plan de acción mundial en favor de las personas y el planeta, y consta de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas que se dividen en cinco áreas de acción: las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas. La Agenda 2030 tiene como objetivo asegurar el progreso social, económico y sostenible en todo el mundo, y se mide a través de 230 indicadores globales. Destacan el ODS 6, 11 y 13. La Agenda 2030 se construyó a partir del balance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y fue acordada por más de 180 naciones miembros de la ONU.

El 26 de abril de 2021, El gobierno mexicano estableció el Consejo Nacional de la Agenda 2030 para dar seguimiento a la aplicación de los 17 ODS, Sin embargo, es relevante mencionar que alcanzar los objetivos depende de otros sectores independientemente de la esfera gubernamental, la sociedad y el sector privado.

Como se aprecia en este capítulo, la teoría referente al impacto de la población en los recursos naturales y, particularmente el agua, ha tenido eco a lo largo de la historia del hombre con cambios en el paradigma de uso, aprovechamiento y principalmente en la forma de conceptualizar un recurso que ha sido tema de discusión a nivel mundial dado la importancia que tiene para el hombre, desde el uso más básico hasta la óptica económica, inherente a la actividad humana y el desarrollo poblacional.

La importancia del recurso hídrico para el humano es tal, que ha permitido generar mesas de trabajo y organización a nivel mundial con el propósito de generar conocimiento y metodologías prácticas para todas las naciones, principalmente en las que están más lejos del punto de equilibrio económico y de desarrollo, donde generalmente el impacto de las asimetrías sociales se asevera en la población y la gestión del agua, desencadenando una serie de problemas que abarcan diversas esferas del desarrollo poblacional, como la salud, la economía y la calidad de vida.

2.6 El Neoliberalismo y el agua

El neoliberalismo es una corriente económica que defiende la libre competencia y el mercado como mecanismos eficientes para la asignación de recursos y la generación de riqueza. Sin embargo, en el contexto de la gestión del agua, la aplicación de políticas neoliberales ha tenido graves consecuencias en términos de la distribución y disponibilidad de este recurso vital en todo el mundo.

Según Biswas y Tortajada (2015), la privatización del agua se ha implementado en varios países como una solución para mejorar la eficiencia en la gestión del recurso, sin embargo, la experiencia ha demostrado que las empresas privadas suelen priorizar sus intereses económicos por encima de las necesidades de la población, lo que conduce a un aumento en los precios del agua y a la exclusión de los sectores más pobres. Por otro lado, los estudios de Bakker (2010) y Hall (2014) muestran que la mercantilización del agua ha llevado a una explotación insostenible del recurso ignorando que es un recurso limitado y vital, ya que se

trata el agua como una mercancía más en el mercado, sin tener en cuenta su valor como bien común.

En muchos casos, las empresas privadas que gestionan el agua terminan por priorizar sus propios intereses económicos por encima de las necesidades de la población, por ejemplo, en algunos lugares, las empresas han aumentado el precio del agua a niveles que son inaccesibles para las personas más pobres, lo que lleva a la exclusión y marginalización de estos sectores. Además, la privatización también puede tener consecuencias negativas para el medio ambiente, ya que las empresas pueden optar por explotar los recursos hídricos de manera insostenible para maximizar sus beneficios económicos a corto plazo conduciendo a la degradación de los recursos hídricos en muchas partes del mundo. Como señala Tortajada y Biswas (2016), la falta de regulaciones efectivas ha permitido la explotación desmedida de los acuíferos y ríos, lo que ha disminuido la disponibilidad de agua y ha generado conflictos entre los diferentes usuarios.

El neoliberalismo una pieza clave en la creciente desregulación de la gestión del agua en muchos lugares del mundo, esto significa que los gobiernos y otros organismos encargados de la gestión del agua tienen menos poder para regular el uso del agua y protegerla de la explotación y contaminación. Esta situación ha llevado a la degradación de los recursos hídricos en muchas partes del mundo, lo que a su vez afecta la calidad de vida de las personas y la salud del medio ambiente.

América Latina ha experimentado un proceso de urbanización acelerado debido al capitalismo infiltrado en las economías dominantes, lo que ha resultado en la subordinación de la mayoría de los países de la región. México no ha sido la excepción y su proceso de urbanización se agravó en la década de 1980 por una crisis financiera que lo llevó a no poder pagar a sus acreedores internacionales, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial.

En las últimas décadas, se ha aumentado la discusión mundial sobre los principios del agua en relación con el desarrollo sostenible, destacando su importancia para la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Es fundamental reconocer el valor económico del agua, ya que representa alrededor del 90 por ciento de las actividades económicas, sin embargo, la

agricultura y la industria son responsables de una gran cantidad de desperdicio de agua debido al camino que toma para abastecerlos, con un desperdicio de más del 50 por ciento. Los foros y organismos internacionales tienen una gran influencia en los países neoliberales, como lo demuestra la publicación de la Ley de Aguas Nacionales en México en 1992, lo que resultó en el manejo centralizado de las aguas por parte de la Federación a través de CONAGUA.

En 1997 se creó el Consejo Mundial del Agua, cuya misión es construir una visión mundial del recurso hídrico, concientizando a la población sobre el uso del agua, utilizar el conocimiento para influir en las estrategias de inversión y tener un objetivo económico sobre el crecimiento y la generación de riqueza. A pesar de esto, ha habido poca acción en las agendas internacionales para privilegiar el uso del agua para la población, permitiendo que el sector privado tenga una influencia cada vez mayor en la gestión del agua. Esta preocupación ha llevado a la idea de que este proceso pueda ser una forma de "colonialidad", en la que el poder económico mantiene una dominación sobre los pueblos cautivos, modelándolos ideológicamente a través de una supuesta cultura de cuidado y reciclaje asociados particularmente con los recursos hídricos.

“La introducción de la racionalidad económica es una condición necesaria para resolver los problemas de gestión en el sector, por otra parte, el reconocimiento de que el agua tiene un valor económico no implica que deba de ser conceptualizado como un bien económico, la teoría económica...”

“el reconocimiento de que el agua tiene un valor económico no implica que el recurso deba ser conceptualizado como un bien económico, según la teoría económica que distingue entre bienes públicos y bienes económicos, donde los segundos son aquellos en los que resulta posible excluir de su consumo a quienes no pagan” (Castro,2005, p. 03-22).

Considerando que el neoliberalismo promueve la privatización y la liberalización de los servicios públicos, incluyendo el agua. Como afirma el sociólogo David Harvey (2007), "el neoliberalismo busca redefinir la relación entre el Estado y el mercado, y esto implica una reducción del papel del Estado en la regulación y la provisión de servicios públicos".

El enfoque exclusivo en la rentabilidad a la hora de tomar decisiones económicas es visto por varios autores como una forma de tratar todo como una mercancía, lo que ha llevado a que en la gestión del agua se primen los intereses monetarios en lugar de abordar el problema del desabasto en el sector privado. Esto ha generado una gran inequidad en el acceso al agua, especialmente entre aquellos que representan la mayoría de la población, pero que tienen un acceso más limitado a este recurso.

En Pachuca, se han establecido programas para satisfacer las necesidades de suelo urbano y establecer reservas territoriales para un desarrollo adecuado de los centros poblacionales en colaboración con instituciones que actúan como brazos del Estado y la administración pública federal. La expansión de la ciudad ha sido impulsada por inmobiliarias que han ofrecido una oferta superior al promedio nacional.

Una de las características principales del neoliberalismo en Pachuca ha sido la privatización de los servicios públicos, incluyendo la gestión del agua. Según Márquez-Carrasco y Navarro-Aceves (2019), "el neoliberalismo ha traído consigo un aumento de la privatización de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, lo que ha generado una mayor mercantilización del recurso hídrico" (p. 280). En Pachuca, la empresa Grupo México se encarga actualmente de la gestión del agua en la ciudad.

Además, otra característica del neoliberalismo en Pachuca ha sido la desregulación y la reducción del papel del Estado en la gestión de los recursos naturales. Según Ruiz-Muñoz (2019), "la falta de regulación efectiva ha permitido la sobreexplotación de los acuíferos y la contaminación del agua por parte de empresas que operan en la ciudad" (p. 15). Esto ha llevado a una crisis hídrica en la región, donde la disponibilidad de agua está disminuyendo rápidamente debido a la sobreexplotación y la contaminación.

Por otra parte, la falta de inversión en infraestructura para garantizar el suministro adecuado de agua potable y saneamiento básico a toda la población ha sido otra característica del neoliberalismo en Pachuca. Según Ramos (2016), "la falta de inversión en infraestructura ha llevado a la falta de acceso al agua potable y saneamiento básico para una gran cantidad de personas en la ciudad" (p. 28). Esto ha generado una brecha entre aquellos que pueden pagar

por servicios privados de agua y saneamiento y aquellos que no pueden, lo que ha llevado a una mayor inequidad en el acceso al agua en la ciudad.

Por otra parte, la gestión del agua en Pachuca de Soto se ha visto afectada por la falta de transparencia y participación ciudadana en la toma de decisiones. Como señala el investigador José Luis Fernández Vázquez, "el modelo de gestión del agua en México está basado en la centralización y la opacidad, lo que dificulta la participación ciudadana y la rendición de cuentas" (Fernández Vázquez, 2018). Esto permite que los funcionarios públicos y los intereses privados tomen decisiones sin la supervisión adecuada, lo que aumenta el riesgo de corrupción.

Es importante también señalar que el crecimiento y la expansión del municipio de Pachuca se ha dado a través de dos líneas diferentes, la primera, y la oficial, se ha llevado a cabo mediante la construcción planificada de múltiples fraccionamientos con los permisos correspondientes. La segunda línea se ha dado a través de la construcción de asentamientos irregulares, fuera del marco de la planeación territorial, por organizaciones sociales o grupos políticos. Aunque esta segunda alternativa es menos común, es la que a veces siguen los migrantes, en algunas ocasiones indígenas, para ocupar espacios inadecuados para la vivienda en la ciudad de Pachuca y abonando al problema del agua.

Conclusiones

En este segundo capítulo, se abordaron temas relacionados con el aumento de la población, el cual es crucial para el progreso humano en muchos aspectos y guarda una estrecha relación con el surgimiento del desarrollo y crecimiento poblacional. Se mencionó la teoría de Malthus, economista británico, quien sostuvo una visión pesimista sobre el futuro de la humanidad. Aunque en su época no había censos de población como los que existen hoy en día, Malthus demostró que el ritmo de crecimiento de la población era mayor que el de la producción de alimentos, y afirmó que ningún país alcanzaría una producción de alimentos suficiente para sustentar a su población. Esto tendría un impacto negativo en la salud y en otros servicios como la cobertura de salud, debido a la falta de una cadena adecuada y distribución de alimentos. Sin embargo, muchas de sus predicciones no se cumplieron y se

convirtieron en objeto de burlas en el ámbito científico debido a su acomodada situación de vida.

En este contexto, Malthus enfatizó en la inadecuada articulación entre las proposiciones científicas sobre la capacidad de crecimiento, tanto acertadas como erróneas y la situación existente referente a la relación entre la tasa de crecimiento de la población y los medios de subsistencia. La agricultura y la ganadería son indispensables para la subsistencia y seguridad alimentaria, pero ambas dependen de los recursos hídricos que, a través del tiempo, han sido y siguen siendo sobreexplotados.

Otra de las contribuciones que aportó Malthus fue respecto al crecimiento de la población y los riesgos monetarios que esto implica, para él, la reproducción de los seres humanos es exponencial, mientras que la producción de los alimentos es lineal, dijo que había la posibilidad de que se creara controles acorde el crecimiento de suministro de bienes y servicios como se comentó anteriormente en el capítulo , Malthus tenía la idea de tomar en cuenta la restricción preventiva que consistía en evitar o retrasar el concebir relaciones sexuales, para que de esta manera la probabilidad de aumentar los embarazos sea baja e incluso propuso no tener convivencia con gente de bajo nivel económico o que este apunto de serlo.

El consumo de los recursos está limitado por la naturaleza finita y hace que se reduzca el crecimiento y expansión económica también se mostró la postura de Lester Brown, Paul Ehrlich y Lee Talbot, donde defienden la idea donde los individuos buscan mejorar su nivel de vida sin importarles el daño que hacen le ocasionan al ambiente usando de manera descontrolada los recursos, por lo que considero de gran importancia utilizar los recursos de manera responsable ya que sin importar la posición o estatus social todos dependemos de ellos. Aunque algunos otros autores mencionan que muchos recursos pueden ser renovados o mejor aprovechados gracias a la ciencia y la tecnología, lo cierto es que muchos recursos y en general el planeta tiene recursos finitos.

Por otra parte, la perspectiva convencional considera el impacto negativo de la actividad del hombre sobre el medio ambiente como una consecuencia negativa del crecimiento económico y demográfico. Las evaluaciones globales del medio ambiente suelen destacar los

motores o mecanismos que impulsan la degradación ambiental, en los cuales el crecimiento económico y la dinámica poblacional son los más señalados. Además, se reconoce que el uso inadecuado de las tecnologías también contribuye a la degradación ambiental.

Adicional a esto, la privatización, la desregulación y carencia de inversión en infraestructura son algunas de las características conferidas al modelo económico del neoliberalismo, que muy particularmente en el municipio de Pachuca acentúan el problema de la población de las inequidades al tratar de acceder al agua. La gestión del agua en Pachuca de Soto, es un ejemplo de cómo la corrupción y el neoliberalismo están estrechamente relacionados en la toma de decisiones políticas. La privatización y la falta de transparencia en la gestión del agua pueden empeorar la crisis hídrica que enfrenta el municipio.

Capítulo 3

Enfoque metodológico

Introducción

En este capítulo se abordarán las herramientas que se utilizarán para llevar a cabo la investigación, se detalla el uso de las fuentes de información y se describe una breve reseña sobre las mismas, también se abordan las variables que se encuentran inmersas en las fuentes, y se hace una breve comparativa entre las que registrarán este documento

En México el acceso a los recursos hídricos tiene un contexto particular relacionado con el proceso de urbanización, pronosticando un incremento en la demanda del agua, impactando principalmente a las poblaciones donde se acentúa más la pobreza dentro de las concentraciones urbanas.

La distribución poblacional del municipio de Pachuca ha polarizado el acceso a algunos servicios básicos para la vivienda como es el caso del agua potable, aparentemente el acceso está relacionado con la escolaridad de los jefes del hogar, asimismo la cobertura del servicio también está vinculada con esta condición.

Dentro de la Zona Metropolitana de Pachuca, algunas colonias con indicadores de marginación elevados en comparación con el promedio suelen tener problemas relacionados con el abasto, por otra parte, en las presentan un mejor nivel socioeconómico son menores los problemas con el recurso, los municipios que conforman la conforman comparten en mismo organismo operador quien es el encargado de administrar el recurso por tanto las tendencias en estos municipios pueden estar vinculadas a la capital de la entidad.

3.1 Antecedentes de fuentes de información

El Censo oficialmente en nuestro país se realiza desde 1895, bajo la presidencia de Porfirio Díaz, desde esta época se consideran los censos contemporáneos, sin embargo, la historia censal mexicana se remonta a la época prehispánica, los primeros recuentos poblacionales datan del año 1116, cuando se arribó al Valle de México, en total se han realizado 14 censos oficiales, los dos primeros se consideran de hecho y de derecho, los siguientes dos fueron de hecho, y de 1930 en adelante fueron de derecho. Se considera como censo de hecho o de facto, cuando en el conteo de las personas se enumeraban a todos los que se encontrarán en la vivienda o en la unidad de control ya fuese que residieron en ellas o no, por otra parte, en un censo de derecho se enumeraban todos los habitantes que se encontraban en la vivienda o en la unidad del control con la diferencia de que en este último tenían que ser residentes, estuvieran presentes o ausentes.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía tiene la responsabilidad de llevar a cabo el Censo, según lo establecido en la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos. El Estado tiene la tarea de crear un sistema nacional de información y estadística, y los datos recopilados en el Censo son considerados oficiales tanto para la Federación como para cada una de las divisiones territoriales en el país.

El periodo de levantamiento del principal y último ejercicio censal de la década fue del 2 al 27 de marzo del 2020, y se ocupó la participación poco más de 200 mil personas, es importante mencionar que por primera vez se utilizaron dispositivos de cómputo móviles para captar las respuestas, independiente de esto, se utilizó el internet y el teléfono para ello como métodos complementarios.

3.2 Fuentes de información

Se entiende por fuentes de información a cualquier instrumento que pueda representar conocimiento, es decir, que nos permita facilitar, localizar e identificar datos que enriquezcan nuestra investigación, sin embargo, es necesario considerar qué fuentes se consultarán, dado que si bien, se necesita que sean confiables, comprobables y emerjan de métodos avalados y sustentados por la comunidad académica y científica.

Existen diferentes maneras de clasificar las fuentes de información, de manera básica, se pueden agrupar en tres tipos: primarias, secundarias y terciarias. Las fuentes primarias incluyen información que se ha publicado por primera vez y que no ha sido evaluada, filtrada ni interpretada por nadie más. Las fuentes secundarias, por su parte, contienen información ya organizada y sintetizada, con el objetivo de facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a su contenido. Estas fuentes se utilizan cuando no se tiene acceso directo a las fuentes primarias o cuando los recursos son limitados, entre otros casos. Las fuentes terciarias, por último, son guías físicas o virtuales que proporcionan información sobre las fuentes secundarias y facilitan el control y acceso a una amplia gama de repertorios de referencia (Garduño, SF).

Una fuente de información imprescindible en los estudios de población son los censos, los cuales contienen el registro de integrantes y viviendas de un país de manera estratificada y organizada, considerando factores socioeconómicos, así como diversas características que permiten conocer formas y el estilo de vida de la población.

En este proyecto se consideraron cuatro fuentes de información para esta investigación, en primer lugar, el Censo de Población y Vivienda de INEGI que servirá como referencia de los indicadores sociodemográficos de la población en comparación con el último Censo, en

segundo lugar, los Microdatos de la primera Encuesta Intercensal de INEGI donde en el bloque número 5 encontramos datos de la vivienda que serán tomados como referencia, los Registros Administrativos de la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado.

Cuadro 3.1

Fuentes de información a utilizar para el análisis de disponibilidad de agua en las viviendas del municipio de Pachuca, 2010-2020

| Fuente 1 | Fuente 2 | Fuente 3 | Fuente 4 |
|--|--|---|---|
| Censo de Población y Vivienda de INEGI | Microdatos de la Encuesta Intercensal de INEGI | Registros Administrativos de la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado (CEA) | Microdatos de los principales resultados por AGEB y manzana urbana del Censo de Población y Vivienda de INEGI |
| 2010 | 2015 | 2018 | 2020 |

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2010 a 2020 y Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado.

En el Cuadro 3.1 encontramos ordenadas cronológicamente las fuentes de información, se toma como referencia los Censos de INEGI desde el año 2010 observando la evolución de las viviendas en cuanto a la cobertura del servicio básico de agua potable hasta el año 2020, sin embargo, es hasta el último censo donde el nivel de desagregación de la información llega al nivel de AGEB urbano, por otra parte los microdatos de la encuesta intercensal también recopilan datos sobre el acceso a los servicios básicos dentro de la vivienda y son útiles para observar la evolución en el tiempo de las viviendas.

Por otra parte, los registros administrativos de la Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado manejan un monitoreo a nivel estatal, diferenciando a la población rural de la urbana y estratificando a la población por grupos de edad y sexo, siendo de utilidad para comparar los datos con los de la región de estudio la cual está enfocada únicamente a la zona urbana.

Cuadro 3.2

Comparativa de las fuentes de información

| Fuente | Año | Periodicidad | Espacialidad | Niveles de desagregación |
|---|------|--------------|--------------|--------------------------|
| Censo de Población y Vivienda de INEGI | 2010 | Década | Nacional | Municipal |
| Microdatos de la Encuesta Intercensal de INEGI | 2015 | Evento único | Nacional | Municipal |
| Registros Administrativos de la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado (CEA) | 2018 | Anual | Estatad | Estatad |
| Microdatos de los principales resultados por AGEB y manzana urbana del Censo de Población y Vivienda de INEGI | 2020 | Década | Nacional | AGEB y manzana |

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 3.2, comparamos periodicidad de ejecución, la espacialidad y los niveles de desagregación obtenida de las fuentes de información, como ya hemos mencionado, no fue sino hasta el año 2020 que se tuvo un nivel de detalle sin precedente a los demás censos por parte de INEGI y de las demás fuentes de información.

a) Censo de Población y Vivienda

El Censo oficialmente en nuestro país se realizó desde el año 1895 bajo la presidencia de Porfirio Díaz, desde esta época se consideran los censos contemporáneos, sin embargo, la historia censal mexicana se remonta a la época prehispánica, los primeros recuentos poblacionales datan del año 1116, cuando se arribó al Valle de México, en total se han realizado 14 censos oficiales, los dos primeros se consideran de hecho y de derecho, los siguientes dos fueron de hecho, y de 1930 en adelante fueron de derecho².

² Se considera como censo de hecho o de facto, cuando en el conteo de las personas se enumeraban a todos los que se encontrarán en la vivienda o en la unidad de control ya fuese que residieron ven ellas o no, por otra parte,

El periodo de levantamiento del principal y último ejercicio censal de la década fue del 2 al 27 de marzo del 2020, y se ocupó la participación poco más de 200 mil personas, cabe destacar que por primera vez se utilizaron instrumentos de cómputo móviles para captar las respuestas, independiente de esto, se utilizó el internet y el teléfono para ello como métodos complementarios.

b) Incorporación de las mediciones al acceso al agua

En el Censo de 1950, se comenzó a recolectar información sobre la propiedad de la vivienda, incluyendo la disponibilidad de agua en la boleta censal. En 1960, se agregó la información sobre si el agua estaba disponible dentro o fuera de la vivienda, así como si la vivienda contaba con un cuarto para baño y drenaje. En 1995, se llevó a cabo el primer Censo de Población y Vivienda para satisfacer las necesidades de información a mediados de la década, en el que se incluyeron preguntas sobre la disponibilidad de conexión y admisión de agua y desagüe. En el Censo de 2000, se mejoró la clasificación para capturar la disponibilidad de agua y, como último antecedente en 2015, la Encuesta Intercensal incorporó preguntas sobre agua no entubada. (INEGI, 2022).

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, busca establecer criterios para evaluar la calidad de la vivienda, incluyendo aspectos como su adecuación, equipamiento e infraestructura, con el propósito de disminuir las desigualdades entre grupos poblacionales y regiones a través de políticas públicas efectivas. Los datos recopilados por el censo sobre las viviendas son fundamentales para monitorear y diseñar medidas que aseguren el cumplimiento de los derechos humanos, como el acceso al agua y al saneamiento. El cuarto módulo de la encuesta se enfoca en los Servicios Básicos e Instalaciones Sanitarias, y se basa en recomendaciones de organizaciones como la Organización Mundial de la Salud, el Programa Nacional Hídrico 2019-2024 del Gobierno de México, y la Comisión Nacional de

en un censo de derecho se enumeraban todas las personas que se encontraban en la vivienda o en la unidad del control con la diferencia de que en este último tenían que ser residentes, estuvieran presentes o ausentes.

Agua, entre otros, con el objetivo de garantizar paulatinamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, particularmente en las poblaciones más desprotegidas.

3.3 Caracterización de la población de estudio

Se entiende por vivienda como el espacio donde las personas preparan alimentos, duermen y se protegen del medio, de igual manera es el lugar donde es provista de los servicios básicos como: electricidad, agua, gas, entre otros, esta información también es recabada para conocer y construir indicadores de calidad de vida, implementar políticas públicas, así como orientar las acciones al ámbito de la población civil como el comercio, la industria y la producción del conocimiento.

En Pachuca de Soto se encuentran 93,242 viviendas, distribuidas a través de 154 kilómetros cuadrados, en donde la densidad poblacional es de 2040.7 habitantes por kilómetro cuadrado, los ocupantes promedios por vivienda son 3.3, y .07 por cuarto. Existen 90 hombres por cada 100 mujeres y la mitad de la población tiene 32 años o menos.

Sobre la disponibilidad de servicios y equipamiento, el 90.3 por ciento cuenta con agua entubada, el 99 por ciento con drenaje y la misma cantidad con servicio sanitario, el 89.2 por ciento cuenta con tinaco y sólo un 37.7 por ciento con cisterna o aljibe (INEGI, 2020).

Según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda de INEGI 2020; el promedio de hijos nacidos vivos es de 1.2 promedio en una población femenina de los 15 a los 49 años, de igual manera para el mismo estrato el porcentaje de hijos fallecidos es de 3 por ciento. La población económicamente activa está compuesta por un 45.9 por ciento de mujeres y un 54.1 por ciento de hombres a partir de los 12 años en adelante, comprendiendo un total de 97.9 por ciento. La población no económicamente activa está comprendida mayoritariamente por un 41.7 por ciento por estudiantes, el 33.3 por ciento de personas dedicadas al hogar, un 14.7 por ciento de pensionadas o jubiladas el 2.8 por ciento están impedidas para trabajar y un 7.5 por ciento se dedican a otras actividades no económicas. En Pachuca de Soto el 35.8 por ciento tiene educación básica, un 25.7 por ciento llegó a la educación media superior y un 36.1 por ciento tiene educación superior, tan sólo el 2.2 por ciento no tiene escolaridad, el

resto no especificó. Respecto a los servicios de salud el 67.6 por ciento de la población está afiliada a servicios de seguridad social de algún tipo.

Población de estudio y temporalidad

La población de estudio son las de viviendas particulares habitadas de las AGEBS urbanas del municipio de Pachuca de Soto para el año 2020.

Cuadro 3.3

Viviendas particulares habitadas y distribución porcentual según disponibilidad de equipamiento para almacenar agua en la zona urbana de Pachuca de Soto en 2020

| Equipamiento para almacenar agua | Viviendas particulares habitadas | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--|------|
| | Total | Disponibilidad de equipamiento para almacenar agua | |
| | | Disponen | % |
| Tinaco | 93 141 | 83 111 | 89.2 |
| Cisterna o aljibe | 93 141 | 35 136 | 37.7 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020.

Las variables más representativas en el apartado del Censo de Población y Vivienda de INEGI 2022, son la disposición de agua para los hogares y el almacenaje, en el Cuadro 3.3 observamos, por una parte, el 90 por ciento están equipadas con tinaco y un 37.7 por ciento con sistemas de almacenaje más robustos, que en la práctica permiten a la población almacenar el excedente del líquido para disponer más tarde de él.

Unidad de análisis

La unidad de análisis que regirá esta investigación es el AGEB urbano y la localidad, esta unidad nos permitirá conocer detalles de las viviendas a mayor profundidad, un AGEB o Área Geoestadística Básica la cual es la extensión territorial que corresponde a la subdivisión

de un municipio, pudiendo ser del tipo rural o urbano (INEGI, 2020), este último será el utilizado.

Las Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas, son extensiones territoriales ocupadas por un conjunto de manzanas o cuadras, estas pueden ser de un grupo de 1 a 50, los límites de estas unidades pueden darse por calles, avenidas, andadores o algún otro rasgo de fácil identificación de terreno. Una característica diferenciadora con el AGEB rural es el uso de suelo, que en general tiende a ser principalmente del tipo habitacional, industrial, de servicios o comercial. Este tipo de AGEBs se suelen asignar a poblaciones de más de 2,500 habitantes (INEGI, 2020), o bien si el área geográfica es una cabecera municipal independientemente del número de habitantes.

Las AGEBs cuentan con una clave independientemente si son urbanas o rurales, compuestas de tres dígitos y un dígito verificador (000-0). De igual manera los estados y municipios tienen identificadores que se suman para formar claves geográficas únicas para identificarlas, esto a la vez sirve para georreferenciar la información generada por INEGI (2020).

3.4 Métodos cuantitativos

El análisis de un fenómeno de estudio a menudo está condicionado por el tipo de información consultada, en este caso particular los datos del Censo de Población y Vivienda utilizados para diseccionar el problema de estudio nos guiaron por la parte cuantitativa, nuestra muestra comprende la zona urbana de Pachuca de Soto, la cual cuenta con 206 AGEBs urbanas, de ellas utilizamos 193 puesto que las 13 restantes tenían datos incompletos sobre las variables que utilizamos para desarrollar nuestro método análisis.

Las técnicas cuantitativas implican el uso de números para analizar la información, estos son analizados estadísticamente para probar o refutar la hipótesis y realizar un seguimiento de los efectos. De manera que la recolección de datos está determinada por instrumentos que han probado su validez y confiabilidad, estos datos son objetivos y precisos y pudiendo replicarse y analizarse mediante técnicas estadísticas.

Algunas de las consideraciones a las que están sujetas las pruebas para adquirir la objetividad es que llevan instrucciones para su realización, un formato a seguir en los cuestionarios tanto

en preguntas como en respuestas, de igual manera, el contenido de los mismos está sujeto a una rigurosa selección orientado a la recolección de información sustantiva.

Tipos de investigación cuantitativa:

Las investigaciones cualitativas se pueden clasificar de varias maneras, aquí te presento algunas de las clasificaciones más comunes:

1. En función de los objetivos de investigación: las investigaciones cualitativas pueden ser exploratorias, descriptivas, explicativas o mixtas.
2. En función del tipo de datos recolectados: las investigaciones cualitativas pueden ser basadas en datos textuales, visuales o auditivos.
3. En función de los métodos de recolección de datos: las investigaciones cualitativas pueden ser basadas en entrevistas, observación, participación, documentos o cualquier combinación de estos métodos.
4. En función del análisis de datos: las investigaciones cualitativas pueden ser basadas en análisis temático, análisis narrativo, análisis de discurso, análisis fenomenológico, entre otros.

Es importante destacar que estas clasificaciones son flexibles y no son mutuamente excluyentes, es decir, una investigación cualitativa puede encajar en más de una categoría.

Por su parte algunas de las técnicas pueden ser:

- Análisis descriptivo
- Análisis exploratorio
- Inferencial univariable
- Inferencial multivariado
- Modelización y contrastación

Y a su vez se clasifican en:

- Longitudinales, en dónde existe una monitorización de la población de estudio durante un periodo.

- No longitudinales, no hay seguimiento en el tiempo.
- Estudios prospectivos: el efecto sucede tras el inicio del estudio.
- Estudios retrospectivos: el efecto ya se ha producido cuando se inicia el estudio.
- Hacia delante
- Hacia atrás
- Sin sentido especificado

De acuerdo con González y Cascant (2012), la metodología de investigación cuantitativa se apoya en técnicas estadísticas para analizar los aspectos de interés de una población en estudio. Esta metodología se enfoca en mediciones objetivas y en el análisis numérico de los datos, los cuales son recopilados mediante cuestionarios, encuestas o la utilización de información ya existente. La investigación cuantitativa busca explicar fenómenos específicos y su objetivo es determinar la relación entre una variable independiente y una variable dependiente en una población. En general, en los estudios cuantitativos se buscan clasificar las características, llevar un registro y desarrollar un modelo estadístico para explicar lo que se observa.

Entre las características de los métodos cuantitativos se encuentran el uso de instrumentos estructurados para la recopilación de datos, el uso de muestras más grandes que en la investigación cualitativa, la replicabilidad de los resultados, la organización y estructuración de los datos, y el uso de software estadístico como herramienta para el análisis y la generación de resultados. En este estudio específico, se utilizó el programa estadístico "R Statistic".

Algunas de las cualidades de los métodos cuantitativos son que los datos se recopilan utilizando instrumentos estructurados, el tamaño de la muestra es más grande que en el método cualitativo, es replicable, los datos están bien estructurados y organizados, y a menudo se utiliza software como herramientas para la generación de resultados, en este estudio se utilizó el programa estadístico de "R Statistic".

Para la realización de una investigación cuantitativa es necesario la incorporación de técnicas y métodos que permitan explicar de mejor manera el fenómeno a estudiar, éstas a su vez permiten conocer las características, atributos con el objetivo de verificar la hipótesis planteada. Por lo que en la investigación se cuenta con diversas técnicas cuantitativas para recolectar y procesar la información. Por lo que principalmente se caracterizan por:

- Ser técnicas establecidas y estructuradas
- Se aplican a muestras de gran tamaño
- Son técnicas que pueden replicarse
- Los datos a analizar son numéricos y estadísticos

Las técnicas cuantitativas proporcionan una gran ventaja debido a que:

- Son confiables
- Proporcionan información concluyente
- Permiten resumir resultados en cuadros, gráficos, etc.
- Con tamaños de muestra amplios se puede generalizar los resultados.

Muestra y población

Como parte de un enfoque cuantitativo es preciso definir la muestra y la población, Hernández (2012) propone:

*(...) El interés por el muestreo es característico de la investigación cuantitativa. El muestreo probabilístico selecciona mediante un mecanismo probabilístico un número relativamente pequeño de unidades estadísticas elementales (**muestra**) de un conjunto mucho mayor (**población**), con el fin de obtener información de varias características de interés que se pueda generalizar de la muestra a la población (p.9).*

La selección de la muestra y la población están sujetos a criterios teórico-metodológicos, por lo que esta decisión no forma parte de un criterio arbitrario del investigador, la estadística ofrece criterios para ello, por tanto, es indispensable conocer técnicas y métodos de muestreo (Bernal, 2010).

Elección de la muestra

Según Hernández (2012), al trabajar con una muestra en investigación es importante considerar si esta es probabilística o no probabilística. Para cada caso, el autor menciona las siguientes definiciones: una muestra probabilística implica que cada unidad o elemento tiene una probabilidad conocida y no nula de ser incluido en la muestra, lo que significa que no hay valores perdidos. En cambio, una muestra no probabilística consiste en seleccionar elementos sin asignar una probabilidad conocida o nula a cada uno de ellos, utilizando más bien procedimientos en los que interviene la opinión del investigador y su conveniencia para seleccionar unos u otros.

Técnicas de muestreo probabilístico

Existen diversas técnicas de muestreo probabilístico que nos originan diseños muestrales útiles, de entre ellos nos decantamos por el de conglomerados, de los otros por mencionar algunos son:

- Muestreo simple o al azar
- Muestreo sistemático
- Muestreo estratificado
- Muestreo de conglomerados
- Muestreo en dos etapas y en múltiples etapas
- Muestreo con probabilidades proporcionales al tamaño (PPT)

Muestreo por conglomerados

La técnica de muestreo por conglomerados es una estrategia de muestreo probabilístico que consiste en dividir la población en grupos o conglomerados y seleccionar aleatoriamente algunos de ellos para incluirlos en la muestra. Es decir, se seleccionan grupos de elementos en lugar de elementos individuales.

Por ejemplo, en lugar de seleccionar a cada individuo de una ciudad para una encuesta, se pueden seleccionar algunas colonias (conglomerados) al azar y luego encuestar a los

habitantes de esas colonias. Esto puede ser útil cuando es difícil o costoso acceder a cada elemento de la población, ya sea porque son muy numerosos o están dispersos geográficamente.

La técnica de muestreo por conglomerados puede ser de dos tipos: en el muestreo aleatorio simple por conglomerados, en donde todos los conglomerados tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, mientras que, en el muestreo estratificado por conglomerados, los conglomerados se dividen en estratos (grupos homogéneos) y se seleccionan diferentes números de conglomerados de cada estrato en función de su importancia o representatividad en la población.

4.1 Análisis de conglomerados

El análisis de clúster, también llamado análisis de conglomerados, es una técnica estadística que se utiliza en investigaciones cuantitativas con muchas variables. Su objetivo es agrupar los elementos o variables de manera homogénea y lograr la máxima diferencia entre los grupos. Esta técnica es especialmente útil en casos multivariados donde se busca explorar un conjunto de relaciones interdependientes sin distinguir entre variables independientes y dependientes. En resumen, el análisis de conglomerados tiene como finalidad reducir el número de objetos y agruparlos en conjuntos más pequeños que compartan características similares y que sean diferentes a los demás grupos. Algo que se puede rescatar muy fácil con esta técnica es la identificación de patrones puesto que resulta más práctica la segmentación con los grupos formados.

Las aplicaciones más conocidas del análisis de conglomerados o “Clustering” se encuentran en la Segmentación de clientes dentro de los estudios de mercado (Meneses, SF), también en estudios meteorológicos, inclusive se le llega a sacar provecho a esta técnica en el análisis de zonas con comportamientos como las altas tasas de criminalidad. Muy probablemente el uso más extendido de esta técnica se encuentra en las tareas de mercadotecnia al ser muy versátil para la segmentación de mercados, donde se toma una base de datos, por ejemplo, de clientes para descubrir las propiedades de los grupos, ayudar a describirlos, predecir

comportamientos y generar estrategias que permitan alcanzar captación de nuevos clientes mediante propuestas de valor específicas según los gustos e intereses de ese mercado.

El análisis clúster es una clase especial de clasificación; usualmente consta de cuatro etapas: 1) representación de los datos, 2) modelado, 3) optimización y 4) validación (Buhmann, 2002), este método está sustentado en criterios geométricos y se aplica principalmente como técnica exploratoria, descriptiva, pero no explicativa. El objetivo de esta metodología es formar Grupos de individuos con características similares, esperando que en los grupos se vean patrones de comportamiento.

Existen dos tipos de algoritmos utilizados en el análisis de conglomerados: partición y jerárquicos. En el método de partición, las observaciones se agrupan en k conglomerados, donde k es determinado por el usuario. En cambio, el método jerárquico genera una jerarquía de divisiones del conjunto de elementos en conglomerados.

El primer paso para realizar el análisis de conglomerados es la selección de las variables, que pueden ser cualitativas (nominales u ordinales) o cuantitativas (discretas o continuas). En este caso, se trata de un estudio cuantitativo con variables discretas.

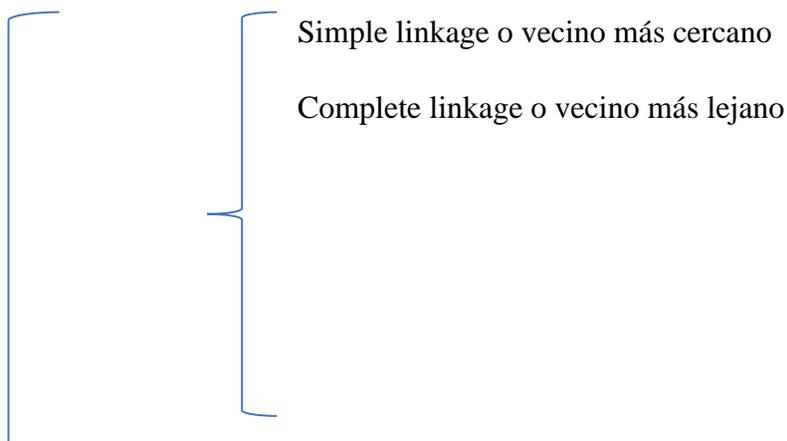
Para combinar las variables, se necesitan medidas numéricas que relacionen a los individuos, como la distancia euclidiana o la similaridad, medida por ejemplo con el coeficiente de correlación. La idea es agrupar a individuos similares en conglomerados para minimizar la distancia entre ellos. La distancia euclidiana es la medida más utilizada para la asociación de individuos.

$$d_{ij} = \sqrt{\sum (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Una vez establecido las variables y las medidas de proximidad o semejanza se distinguen entre dos métodos de clúster:

Existen dos tipos de algoritmos en el análisis de conglomerados: jerárquicos y no jerárquicos. En los jerárquicos, los objetos son asignados a grupos de manera anidada y una vez que se le asigna un grupo a un objeto, este no cambia a otro. Estos algoritmos pueden ser asociativos o aglomerativos, que comienzan con tantos grupos como casos en el estudio y los agrupan hasta que todos los objetos están en un solo conjunto, o disociativos, que comienzan con un solo grupo donde tiene todos los casos y lo van dividiendo sucesivamente en grupos cada vez más pequeños. Por otro lado, en los no jerárquicos, se parte de una solución inicial con un número fijo de grupos y se agrupan los objetos para obtener los grupos deseados. Este método es recomendable cuando se tienen una gran cantidad de datos, ya que los dendrogramas pueden volverse complicados con un gran número de observaciones.

Esquema 3.1



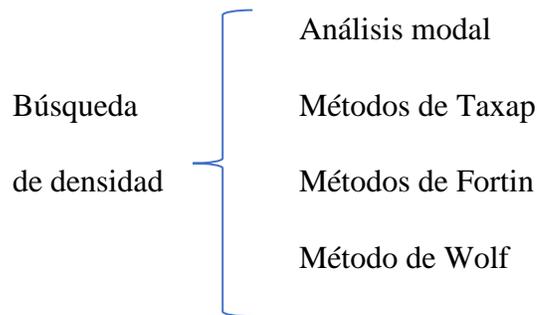
Aglomerativos Promedio entre grupos
 Método de centroide
 Método de la mediana
 Método de Ward

Jerárquicos

Disociativos { Linkage simple
 Linkage completo
 Promedio entre grupos
 Método del centroide
 Método de la mediana
 Método de Ward
 Análisis de asociación

Esquema 3.2

Reasignación { K-Medias
 Nubes dinámicas



No

Jerárquicos

Métodos directos: Block-Clustering

Métodos reductivos: Análisis factorial tipo Q

En este estudio nos decantamos por los métodos no jerárquicos, Jain & Dubes (1988) plantean el problema de los métodos particionales como sigue: dado n objetos en un espacio métrico de d -dimensiones, determina una partición de los n objetos en k grupos, de forma que los patrones en un grupo son más similares que los objetos pertenecientes a otros grupos, es posible que k pueda estar o no especificado, además, es un problema de optimización que minimiza la varianza dentro de los grupos sujeto a un número máximo de clústeres,

Los métodos particionales siguen el siguiente algoritmo descrito por Anderberg (1973):

1. Empieza con una partición inicial del conjunto de datos en el número especificado de clústeres y calcular los centroides de estos grupos,
2. Asignar cada objeto de la base de datos al clúster que tenga el centroide más cercano,
3. Una vez que se han fijado todas las observaciones a un centroide, se recalculan los nuevos centroides, y
4. Se repiten los pasos 2 y 3 hasta que los centroides no cambien

La técnica K-medias es un método no jerárquico desarrollado por MacQueen en 1967 y es el algoritmo más usado para la partición de base de datos sujeto a un número máximo de k grupos, en donde k , representa la cantidad de grupos pre especificada por el investigador (Jain & Dubes, 1988); la parte primordial del algoritmo k-medias es escoger de forma adecuada el valor de k , tomando en cuenta que un número pequeño de k mantendrá observaciones que podrían formar otro grupo con características más similares, en cambio si se elige un número grande para k , se obtendrían grupos con pocas observaciones, se podría caer en el error de formación de grupos unitarios, es decir, grupos que solo cuentan con una observación, y la interpretación de los grupos sería más complicada.

Los datos pueden revelar gráficamente los diferentes tipos de formas y tamaños de los grupos que se forman de manera natural. Al visualizar la base de datos se puede encontrar con varios patrones, en algunos casos se puede observar fácilmente la ubicación de las observaciones y elegir el número indicado de grupo. En la figura de arriba se ve claramente las formaciones naturales que tiene la base de datos, las dos figuras del lado izquierdo se adaptarán correctamente a las técnicas del análisis clúster, por otro lado, las figuras de la derecha, se ve que forman grupos de una manera especial. Al tratar de formar los grupos mediante una técnica del análisis clúster la formación natural de la base de datos se perdería porque uno de los problemas del análisis clúster es que no puede seguir patrones o grupos que se distribuyan de forma lineal.

Desarrollo

Las AGEB contienen información sobre diferentes variables, en la tabla 3.4, mostramos dos de ellas, el análisis clúster permite identificar similitudes sobre estas áreas geográficas según estas variables, como se puede ver en algunas AGEB pueden tener una alta concentración de personas independientemente de la variable y tener un alto porcentaje de alguna variable mientras que con otra variable puede ser todo lo contrario marcando una alta dispersión, el análisis de conglomerados puede ser útil en situaciones de alta dispersión, sin embargo requiere un enfoque cuidadoso en la selección de variables así como en la interpretación, el método de enlace completo tiende a formar grupos más compactos.

La evaluación de la dispersión es fundamental para comprender la heterogeneidad de los datos y puede proporcionar información valiosa sobre las diferencias entre AGEBS, al aplicar el análisis de conglomerados a estos datos, es posible identificar grupos de áreas con perfiles específicos en función de las variables, lo que podría ser útil para tomar decisiones informadas y diseñar estrategias específicas para cada grupo.

Tabla 3.4

| | Habitantes por AGEB | % |
|---------------------------------|---------------------|----|
| Población económicamente activa | 212 | 31 |
| | 3710 | 62 |
| Afiliación a Servicios de Salud | 26 | 12 |
| | 138-212 | 99 |

Nota: Elaboración propia con datos del CENSO de Población y Vivienda 2020, INEGI.

El análisis de conglomerados en R, generó tres grupos distintos en función de las condiciones socioeconómicas de las AGEBS, es importante comprender en detalle la composición de cada grupo y cómo se distribuyen espacialmente en un mapa urbano y determinar de qué manera influye la dinámica de poblamiento en el municipio y la distribución del recurso hídrico.

Tabla 3.5

| Objetos por grupo de conglomerado | Número de AGEBS | % |
|-----------------------------------|-----------------|-------|
| Grupo 1 / Bajas | 74 | 36.45 |
| Grupo 2 / Medias | 63 | 31.03 |
| Grupo 3 / Altas | 66 | 32.51 |

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 3.5 se resumen la composición de cada uno de los tres grupos de conglomerados formados, primero de ellos se caracteriza por presentar las peores condiciones socioeconómicas en comparación con los otros dos grupos, este grupo comprende un total de 74 AGEBS, lo que equivale al 36.4% de las áreas estudiadas.

El segundo grupo representa áreas con condiciones socioeconómicas intermedias. Con un total de 63 AGEBS, equivalentes al 31.03%, este grupo se sitúa en una posición intermedia entre el grupo con peores condiciones y el grupo con mejores condiciones.

Por último, el tercer grupo se destaca por tener las mejores condiciones socioeconómicas de entre los tres grupos identificados. Con un total de 66 AGEBS, equivalentes al 32.51%, estas áreas presentan un panorama socioeconómico más favorable. Esto plantea cuestiones sobre la naturaleza de estas condiciones favorables.

Las preguntas que surgen y aplican para cada grupo son: ¿Cuáles son los indicadores socioeconómicos clave que han llevado a que estas áreas se agrupen en esta categoría? Además, ¿Cómo se distribuyen geográficamente en el mapa urbano? ¿Existe una concentración en una región específica de la ciudad? ¿Qué factores históricos o políticos podrían haber contribuido a estas condiciones?

En el contexto de la investigación, es fundamental examinar cómo estos grupos se distribuyen en el mapa urbano. ¿Se encuentran intercalados, o hay una segregación geográfica evidente? ¿Existen patrones de concentración en ciertas áreas de la mancha urbana? Además, es relevante explorar las implicaciones de estas diferencias socioeconómicas en términos de acceso al servicio de agua potable, oportunidades y calidad de vida para los residentes de cada grupo.

El análisis de estos grupos socioeconómicos plantea numerosas interrogantes, y futuras investigaciones podrían abordar estas preguntas para obtener una comprensión más profunda de las dinámicas urbanas y las políticas sociales que influyen en estas condiciones socioeconómicas divergentes en diferentes áreas de la ciudad.

Conclusiones

En este capítulo desarrollamos la parte metodológica de la investigación, teniendo en cuenta el analizar la dinámica de la distribución territorial y las derivaciones sobre el acceso al

recurso hídrico precisamos destacar el enfoque cuantitativo para de esta manera conocer la relación poblacional mediante variables socioeconómicas con la cobertura del servicio de agua potable en el espacio urbano de la zona de estudio.

Buscamos analizar socioeconómicamente la población urbana mediante la descripción de las AGEBs analizando la composición de estas unidades es homogénea y si el comportamiento de expansión poblacional ha seguido algún patrón que permita corroborar la hipótesis de que ello incida en el acceso al recurso hídrico para el año 2020.

Ya que las condiciones socioeconómicas de la población están estrechamente relacionadas con el acceso al servicio de agua potable analizar las viviendas que componen las AGEB permite observar en un mapa las características y diferenciarlas entre ellas, para esto en el siguiente capítulo utilizaremos el software ArcGIS.

Cada una de las partes que se analizaron están compuestas de valores de un promedio a su vez de otras variables socioeconómicas que refieren condiciones económicas de las viviendas como la posesión de bienes, con esto pudimos asignar un valor numérico a las partes para poder diferenciarlas entre ellas dentro de tres grupos mediante un muestreo por conglomerados, como la población estaba compuesta de 213 partes y la dispersión era alta, el uso de conglomerados permite trabajar más eficientemente bajo estas condiciones

Inicialmente la mancha urbana del municipio cuenta con 213 AGEBs al momento que se levantó el CENSO de población y vivienda de INEGI 2020, sin embargo, en algunas de ellas no contaban con la información en todas las variables utilizadas, por lo cual se descartaron para el análisis y en el mapa se indicaron en color blanco, quedando en 203.

Capítulo 4

Disponibilidad del agua en la población de Pachuca

Introducción

En la actualidad, el agua es un recurso escaso a nivel mundial, y la ciudad de Pachuca Hidalgo no es una excepción. La demanda de agua supera la oferta, lo que resulta en una falta de

abastecimiento adecuado en muchas colonias de la ciudad (Smith, 2018). El crecimiento de las ciudades y la expansión de la población han generado una extensa urbanización en Pachuca, afectando negativamente a los centros de recarga hídrica y agravando aún más la disponibilidad del recurso (García & Martínez, 2019).

En este capítulo, se realizará un análisis de conglomerados para identificar y comprender los diferentes patrones de distribución del agua dentro de la ciudad. Mediante este análisis, se podrán obtener insights significativos sobre el comportamiento y la disponibilidad del recurso hídrico en Pachuca (López et al., 2020). Este enfoque permitirá comprender las particularidades y desafíos del abastecimiento de agua en diferentes zonas de la ciudad, contribuyendo a una mejor gestión del recurso.

4.1 Antecedentes

La ciudad de Pachuca de Soto ha sufrido una serie de transformaciones poblacionales, desde los primeros asentamientos humanos esta ciudad fue habitada por varios grupos de indígenas predominando los aztecas desde el año de 1438, sin embargo, el desarrollo poblacional no tuvo gran relevancia hasta 1528 donde los conquistadores españoles invadieron la región y dos décadas después la minería comenzó a desarrollarse en la zona y la periferia, desde el descubrimiento de los yacimientos de plata la población sufrió un notable incremento poblacional a raíz de la actividad económica, para 1560 la población ascendía a 2,200 habitantes, las condiciones geográficas no eran las más apropiadas para el establecimiento de una población urbana, sin embargo, la ciudad prosperó entre los cerros cercanos a las minas de plata, las condiciones de los asentamientos dieron lugar a una ciudad con trazas irregulares, calles demasiado angostas y desniveladas dado que el grueso de la población eran los trabajadores de las minas (Franco, 2004).

El sector minero entró en crisis en las últimas décadas del período borbónico, en el siglo XVIII trayendo consigo una caída en la principal actividad económica del momento en la zona, de igual manera los saqueos y los movimientos de las tropas insurgentes propiciaron el abandono de las minas y haciendas, propiciando la emigración de la población (Granados, 2010).

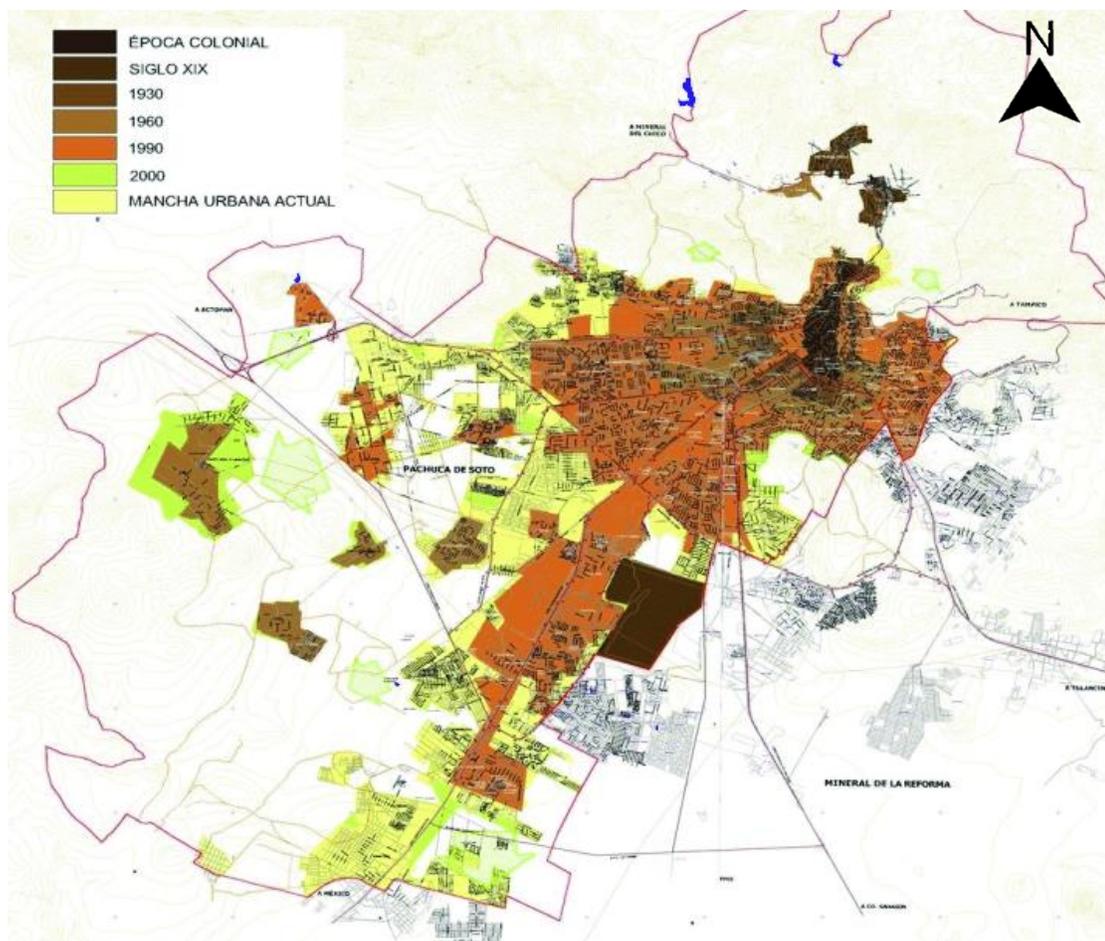
Al igual que las poblaciones aledañas hoy parte de otros municipios, poco antes del movimiento independentista, se habían transformado en ciudades fantasmas, (Saavedra y Sánchez, 2008), para 1824 los ingleses retomaron la minería reactivando la económica y fomentando el repoblamiento de la Pachuca, para el año de 1850 la bonanza era tal, que se quintuplicó la población pasando de 5,436 a 23,867 habitantes procedentes de Real del Monte, esta tendencia continuó hasta el periodo que comprende 1940 y 1965 dónde la minería entra en decadencia a raíz de la Segunda Guerra Mundial, a partir de ese entonces comienza una nueva etapa de crecimiento centrando su despegue como ciudad a partir por primera vez de industrias no mineras, aumentó del comercio e incrementó el aparato burocrático y diversos planteles de educación superior (Granados, 2010)

En el Mapa 4.1, se observa cómo se evolucionó el crecimiento poblacional del municipio, el los colores más oscuros refieren a una mayor antigüedad, por tanto, los primeros establecimientos poblacionales datan de la época colonial, se aprecia en donde se origina la ciudad y con ello parte más antigua que hoy en día es considerada como el centro histórico y los barrios mineros ubicados alrededor de los cerros dónde se encontraban minas y socavones. Los pioneros dentro de Pachuca son conocidos como los barrios altos, utilizados por grupos empobrecidos, ocupados sin planeación alguna, estos lugares aún en la actualidad carecen de servicios básicos, muchas de estas zonas no han logrado mejorar sus condiciones a través de los programas de gobierno o de su organización social (Guerrero y Enciso, 2020).

No fue hasta el siglo XX donde la ocupación del territorio había sido condicionada por la actividad económica con altas y bajas con población migrante del mismo estado, de municipios aledaños, para 1824 los ingleses retomaron la minería reactivando la economía y fomentando el repoblamiento de Pachuca, para el año de 1850 la bonanza era tal, que quintuplicó la población pasando de 5,436 a 23,867 habitantes procedentes de Real del Monte, esta tendencia continuó hasta el periodo que comprende 1940 y 1965 dónde la minería entra en decadencia a raíz de la Segunda Guerra Mundial, y es a partir de ese entonces comienza una nueva etapa de crecimiento centrando su despegue como ciudad e integrando por primera vez industrias no mineras, aumento del comercio, el incremento del aparato burocrático y diversos planteles de educación superior (Granados, 2010)

Mapa 4.1

Crecimiento histórico del poblamiento de Pachuca de Soto



Fuente: Análisis de los factores que condicionan la movilidad urbana en la ciudad de Pachuca, Hidalgo, Beltrán (2017).

A principios del siglo XX, la ciudad de Pachuca contaba con una población de 37,457 habitantes, lo que la situaba entre las diez ciudades más pobladas del país. Sin embargo, para la década de los 80, debido a la crisis ambiental, el terremoto de 1985 y la crisis nacional de 1982, quedó dentro de las seis ciudades elegidas por el gobierno para controlar el crecimiento desmedido de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Para ello, el gobierno proporcionó apoyo financiero a los trabajadores mediante la creación de complejos habitacionales como las colonias Cipreses, Forjadores, Doria, Las Palmas y otros más. No obstante, este apoyo sólo estaba dirigido a los trabajadores que cumplían ciertos requisitos,

dejando fuera a un importante grupo que se dedicaba a actividades informales y que continuó viviendo en asentamientos irregulares sin acceso a servicios públicos ni equipamiento urbano. Algunas localidades que eran totalmente independientes a la conformación de la ciudad se han incorporado en los últimos años como lo son Nueva Estrella, El Arbolito, Venta Prieta, Santa Julia, Felipe Ángeles, Campo de Tiro, El Tezontle, San Antonio, entre otras.

Para la década de 1990 la ciudad superó la capacidad del estado para proveer servicios e infraestructura según los estándares contemplados por los planes urbanos, algunos desarrollos residenciales del sector informal enfrentaron carencias importantes (Rojas, 2009).

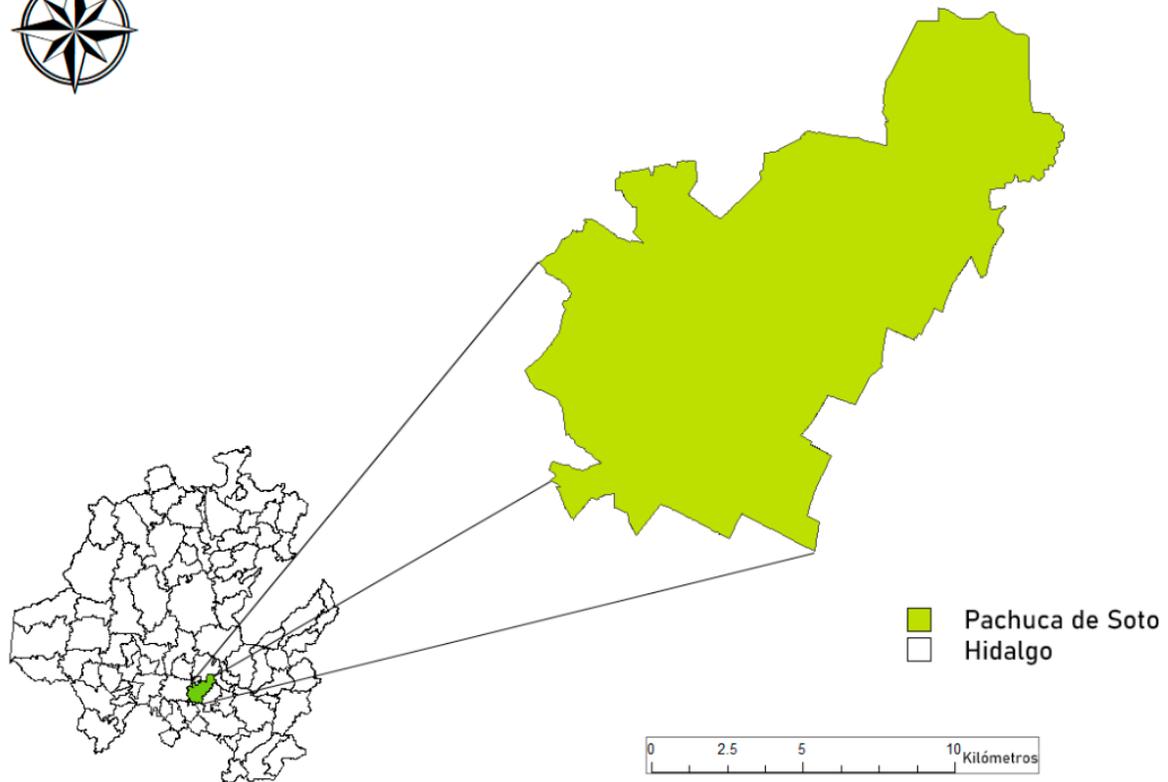
Según Tobal (2017)

“El patrón de organización territorial de la ciudad mantiene pautas de segregación urbana que consolidan formas de exclusión social tal esquema anclado en mecánicas de mercados del suelo y los inmuebles, provocan desarticulación, privatización parcial de la ciudad por efecto de urbanizaciones cerradas, fragmentación urbana desajustes y desequilibrios en la dotación de equipamientos, servicios e infraestructura “.

La ubicación de Pachuca dentro de la entidad (mapa 4.2), favoreció un desarrollo económico diferente una vez que la industria minera dejase de ser la principal actividad económica, ya que, al ubicarse al sur del estado, así como relativamente cerca de la capital del país adoptó el papel de válvula de escape para la alta concentración poblacional del entonces Distrito Federal, hoy en día Ciudad de México.

Mapa 4.2

Ubicación geográfica del municipio de Pachuca de Soto, 2022

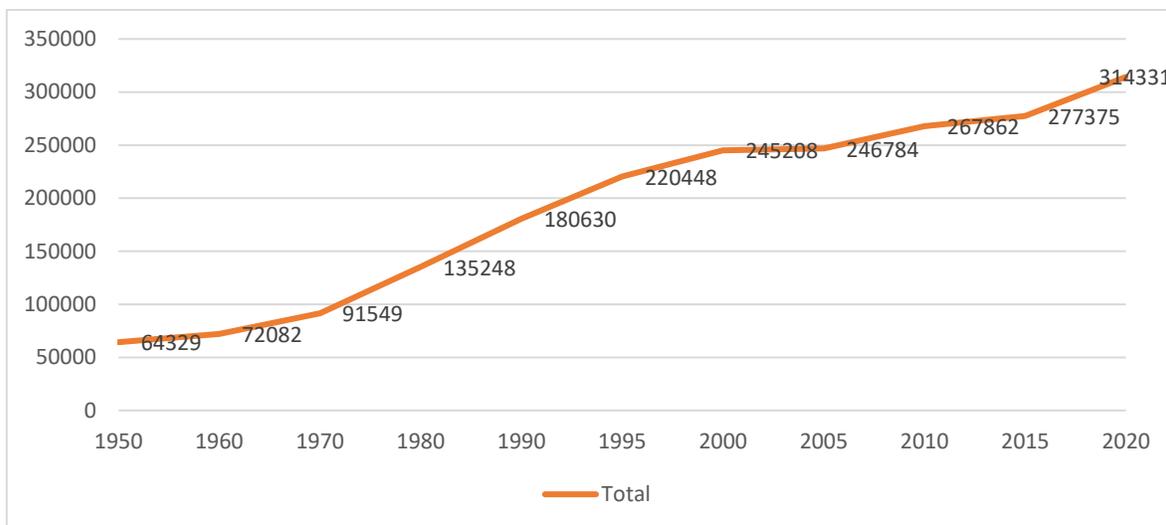


Fuente: Elaboración propia.

En el mapa 4.2. se observa la ubicación geográfica del municipio de Pachuca dentro del contexto estatal, situado en la parte sur con cercanía funcional y territorial con la Zona Metropolitana del Valle de México.

Gráfico 4.1

Población de Pachuca 1950 - 2020

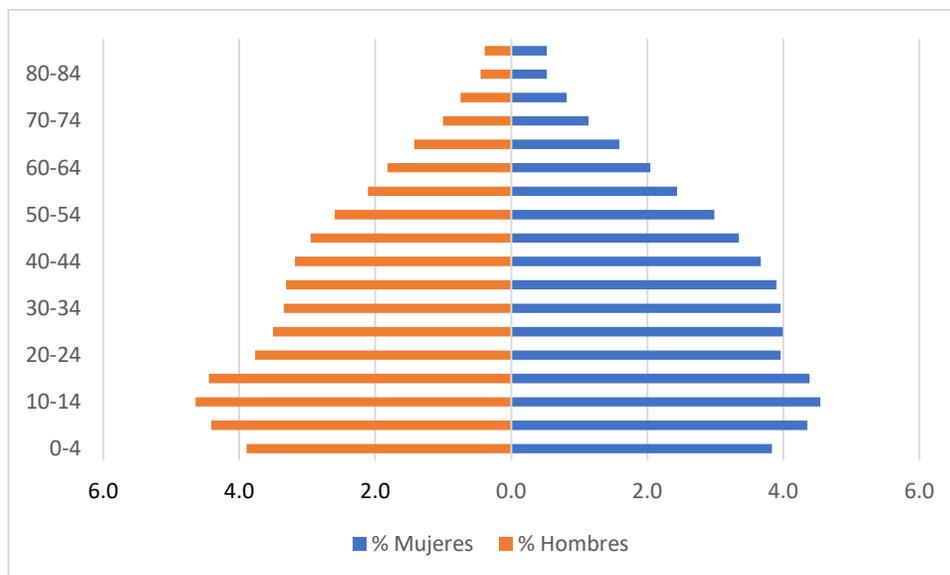


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 1950-2020.

De acuerdo a información de INEGI (2020), el crecimiento poblacional del municipio de Pachuca se ha mantenido de manera importante, concentrando el 9.7 por ciento de la población total, su densidad demográfica es de 1800 habitantes por kilómetro cuadrado. Para el año 2020 contaba con una población de 314,331, con hombres 149,559 y mujeres 164,772, representando 47.6 por ciento y 52.4 por ciento respectivamente, los rangos de edad que concentran la mayor parte de la población fueron de los 20 a los 24 años, con un total de 26,675 habitantes es decir el 8.5 por ciento, repitiendo los patrones demográficos promedio a nivel nacional (INEGI, 2020).

Gráfico 4.2

Pirámide de población por grupos de edad en Pachuca de Soto, al 2020



Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

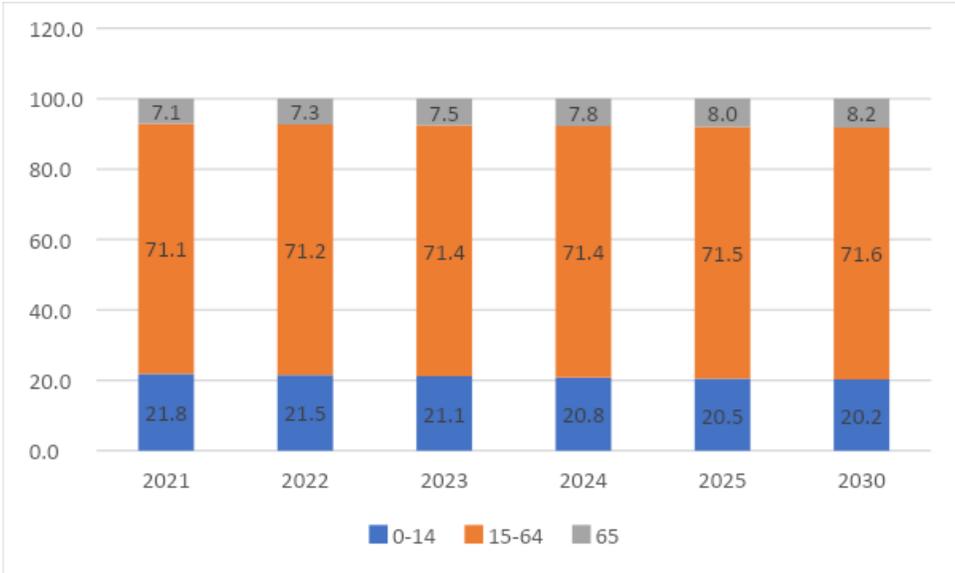
De acuerdo a la pirámide poblacional de Pachuca para el año 2020 (Gráfico 4.2), se muestra una tendencia a reducirse en los grupos de edad más jóvenes. Según García et al, (2019), la población del municipio de Pachuca presentó una disminución quinquenal promedio del 5 por ciento, dato que en el año 2015 alcanzó su máximo crecimiento poblacional, en los periodos consiguientes decrece hasta quedar en un 2.5 por ciento para el 2030, esto es relevante porque la prospección poblacional no permite ver un cambio poblacional significativo y por ende un cambio en la demanda del recurso hídrico. Con una población total de 320,015 habitantes según los datos del censo del año 2020, el 47.9% son hombres y el 52.1% son mujeres, este equilibrio entre ambos géneros es un indicador importante de la igualdad de género en la ciudad.

La distribución de la población por grupos de edad muestra que la mayoría de la población tiene menos de 30 años, con el grupo de 15 a 29 años representando el 26.6% de la población total, es importante señalar que la población mayor de 60 años también es significativa, representando el 15.3% de la misma, dicha distribución por grupos de edad es un indicador importante para la planificación de políticas públicas, especialmente en materia de salud y seguridad social, cabe mencionar, según datos de CEA (2018) es la población con mejores condiciones respecto al servicio público del agua y saneamiento a nivel estatal.

En el gráfico 4.2 también podemos observar que hay una ligera mayoría de mujeres en la ciudad, este indicador es relevante en términos de género, ya que puede ser utilizado para analizar y comprender las desigualdades de género en diferentes aspectos de la vida social, política y económica. En general, los datos demográficos de Pachuca de Soto, correspondientes al año 2020 según el INEGI, muestran una ciudad con una población equilibrada en cuanto al género, con una distribución significativa de la población en diferentes grupos de edad.

Gráfico 4.3

Proyecciones de población de Pachuca de Soto por grupos de edad 2021- 2030



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO, 2020.

En el Gráfico 4.3 se puede observar las proyecciones de población desde el año 2021 al año 2030, manteniendo un comportamiento equilibrado y muy similar para estos años analizados, concentrándose los volúmenes poblacionales en los grupos de edad de 15-64 años, correspondientes a la población económicamente activa del municipio.

Según la clasificación de INEGI (Villalvazo et al., 2002) a nivel estatal mantiene una población mayoritariamente rural y estratificada en localidades con una población inferior a los 2500 habitantes sobre todo en la parte norte de la entidad, sin embargo, en el sur por la

cercanía con la Ciudad de México la tendencia continua. El municipio de Pachuca según los Perfiles Sociodemográficos Municipales (2020) cuenta con 31 localidades de las cuales sólo tres entran en la clasificación de población urbana, representando a su vez el 97.3 por ciento de la población total (305,854 habitantes) y contrastando un 2.7 por ciento (8,477 habitantes) de la parte rural de 29 localidades.

Como dato histórico relevante, en la primera década del siglo XXI la Zona Metropolitana de Pachuca fue una de las que más crecieron en nuestro país, para ese entonces ya era conocido el déficit de agua y las adversidades que la población podría tener. Conociendo la proyección poblacional podremos advertir como puede ser un panorama demográfico ante la escasez de agua, sin embargo, aunque mucho se ha hablado al respecto el factor regulador del estado es el que juega el papel más importante en esta ecuación que tiene por resultado la inseguridad hídrica.

4.2. Distribución del agua en Pachuca

Para la primera década del siglo XXI la Zona Metropolitana de Pachuca era una de las que más crecieron en México, para ese entonces ya era conocido el déficit de agua y las adversidades que la población podría tener. Teniendo la información de la proyección poblacional se advierte como puede ser el panorama demográfico ante la eminente escasez de agua, sin embargo, aunque mucho se ha hablado sobre el papel regulador del estado con respecto a la distribución del recurso hídrico no hay un aseguramiento de este para la población.

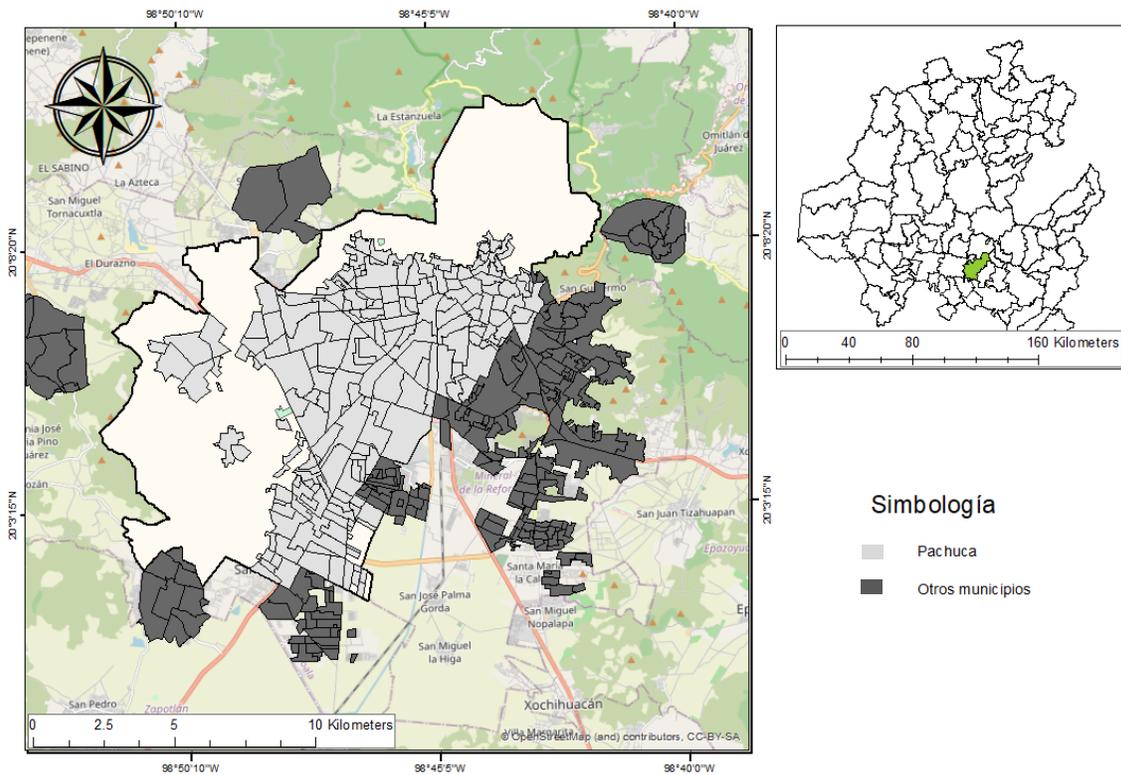
El municipio de Pachuca de Soto, se encuentra dentro de las ciudades del país que menos consume agua por habitante, de acuerdo con las estadísticas de la Comisión de Agua y Alcantarillado Municipal (2015), el consumo de agua por habitante oscilaba en alrededor de los 92 litros por día, mientras que en la Ciudad de México era de 300 a 350 litros por habitante de acuerdo con el Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Según el organismo operador (CAASIM), en Pachuca, existían para el año 2015, 89 mil 806 domicilios que contaban con una toma de agua potable, la cobertura del servicio era del 99 por ciento, proveyendo el servicio a 368 colonias y localidades vecinas de la periferia.

De acuerdo a estudios realizados entre colonias de distintos niveles socioeconómicos, se identifica que a mayor nivel socioeconómico del consumo del recurso hídrico este aumenta, poniendo de ejemplo unas localidades de la Ciudad de México, cuyo consumo por persona alcanza hasta los 682 litros de agua por persona, mientras en Iztapalapa, apenas se llegó a un consumo de 28 litros, una parte del agua sacada de los pozos de la región de Tizayuca y Pachuca es destinada para la Ciudad de México, podría decirse que, consumen aún más agua de la que le corresponde a Pachuca.

Desde la década de los años cincuenta el municipio de Pachuca ha tenido un crecimiento importante en parte por la cercanía con la Ciudad de México, dado que las Metrópolis tienden a crecer hacia la periferia afectando la dinámica poblacional de las concentraciones poblacionales aledañas, para esta década según los datos históricos de INEGI la población de Pachuca rondaba los 64,329 habitantes, 30 años más tarde la población se había duplicado y 70 años después era casi cinco veces mayor que en los cincuentas.

Mapa 4.3

AGEBs Urbanas Pachuca y Municipios aledaños



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y vivienda 2020, INEGI (2020).

En el Mapa 4.3, considerando para el análisis un total de 207 AGEBs, se visualiza que la zona rural (color blanco), y la zona urbana (color gris)³, identificándose una importante expansión de la mancha urbana. Es entonces que puede verse un proceso de urbanización en el desarrollo de la ciudad ocurrido fundamentalmente a partir del siglo XX. Donde la migración jugó un papel importante ya que las personas se desplazaron de áreas rurales a áreas urbanas

Para comprender de manera más completa y detallada la demografía y las características de las viviendas en una demarcación territorial, es fundamental analizar una serie de variables

³ En cuatro de ellos se carecía de los datos y otras cuatro AGEBs no estaban actualizadas con los datos del último Censo por tal motivo se excluyeron e indicaron de color negro, por su parte las zonas urbanas de los municipios aledaños se incluyeron en el mapa, pero no en el análisis con el color gris para contrastar la influencia de la Ciudad de México que funge como polo de atracción y desarrollo.

clave. Estas variables nos brindan información sobre la población residente, la distribución por género, la fuerza laboral, la afiliación a servicios médicos y las características de las viviendas habitadas. En este contexto, se explorarán diferentes variables para examinar y comparar las diversas características socioeconómicas de la demarcación territorial.

Tabla 4.8

Variables utilizadas para la operacionalización

| Variable | Descripción |
|------------|--|
| CVEGEO | Clave geoestadística concatenada. |
| Pob_Tot | Total de personas que residen dentro de la demarcación territorial. |
| POBFEM | Total de mujeres que residen habitualmente dentro de la demarcación territorial. |
| POBMAS | Total de hombres que residen habitualmente dentro de la demarcación territorial. |
| PEA | Personas de 12 años en adelante económicamente activa. |
| PEA_F | Población femenina de 12 años en adelante económicamente activa. |
| PEA_M | Población masculina de 12 años en adelante económicamente activa. |
| PDER_SS | Total de personas que están afiliadas a servicios médicos en alguna institución de salud pública o privada. en alguna institución de salud pública o privada. |
| VPH_AGUADV | Viviendas particulares habitadas que tienen disponibilidad de agua entubada dentro de la vivienda o sólo en el patio o terreno. |
| VPH_AEASP | Viviendas particulares habitadas que tienen agua entubada y se abastecen del servicio público de agua. |
| VPH_TINACO | Viviendas particulares habitadas que tienen tinaco. |
| VIVPAR_HAB | Viviendas particulares habitadas |

Fuente: Elaboración propia en base al descriptor de datos de los Principales resultados por AGEB y manzana urbana, INEGI (2020).

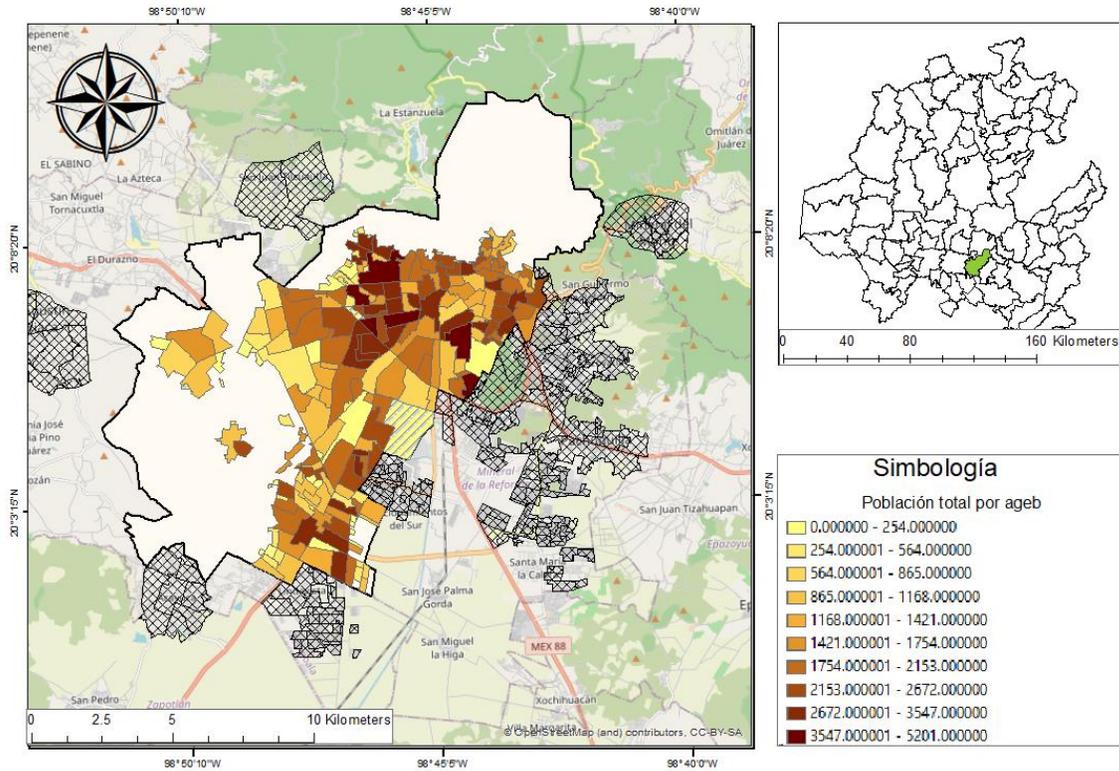
En la Tabla 4.8 se muestran las variables que se eligieron, un total de once variables para representar cartográficamente, el primer indicador es la población total (Pob_tot), que refiere la cantidad de habitantes del AGEB, con ello se realizó un cálculo del porcentaje para las variables: POBFEM, POBMAS, PEA, PEA_F, PEA_M, y PDER_SS. Para el resto de las variables se realizó el mismo cálculo, pero en base al total de viviendas particulares habitadas VIVPAR_HAB.

La selección de variables para el análisis del caso de estudio, se basa en la necesidad de obtener una comprensión completa y precisa de las características socioeconómicas y demográficas de una demarcación territorial. Estas variables han sido cuidadosamente elegidas debido a su relevancia y capacidad para proporcionar información significativa sobre la población residente y las condiciones de vida en el área de estudio, inicialmente se había considerado una selección mayor, sin embargo, algunas de ellas tenían sesgados los datos en algunos AGEB de la zona urbana del municipio, por tanto, después de una cuidadosa selección, las variables mencionadas anteriormente fueron las que se utilizaron. El abordar la problemática del agua desde la diferenciación de hombres y mujeres permite tener una mejor comprensión en el uso que se le da a la misma, siendo asimétrica su utilidad dentro de la sociedad misma.

De manera que en una sociedad como la nuestra es común que las tareas domésticas en el cuidado del hogar, sean realizadas por el género femenino en mayor proporción, lo cual las sitúa como las principales demandantes del agua. Esto no quiere decir que el hombre no lo necesite, pero dadas a sus actividades económicas que realiza día a día, es posible que solo participe en el apoyo del abastecimiento del recurso hídrico y en menor proporción en su utilización en las actividades productivas.

Mapa 4.4

Población total por AGEB urbano en el municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo

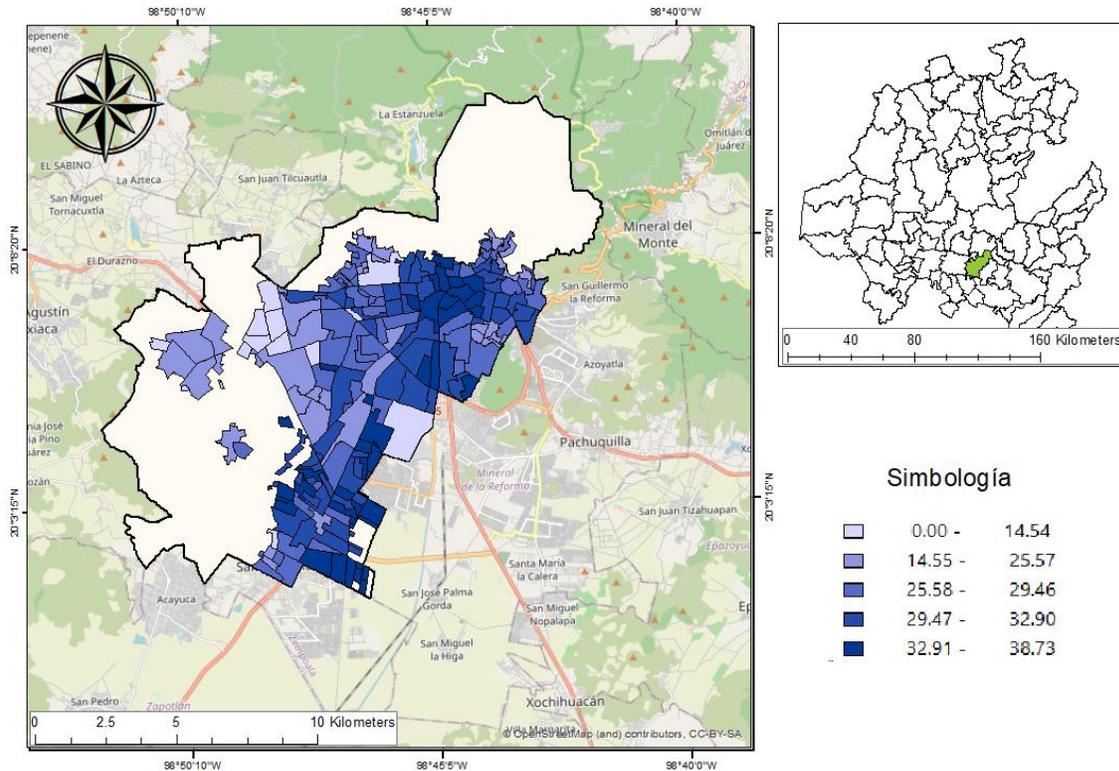


Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y vivienda 2020, INEGI (2020).

En el Mapa 4.4, se puede apreciar a nivel AGEb, cómo se da la concentración poblacional en el entorno urbano de la zona de estudio, se identifica un claro patrón inclusive en aquellas AGEb que están despegadas de la principal mancha urbana, en dónde periferias están menos pobladas, de igual manera prevalece el comportamiento influenciado por otros municipios en donde también ejercen su influencia principalmente en la zona sur.

Mapa 4.5

Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público, en Pachuca de Soto, Hidalgo



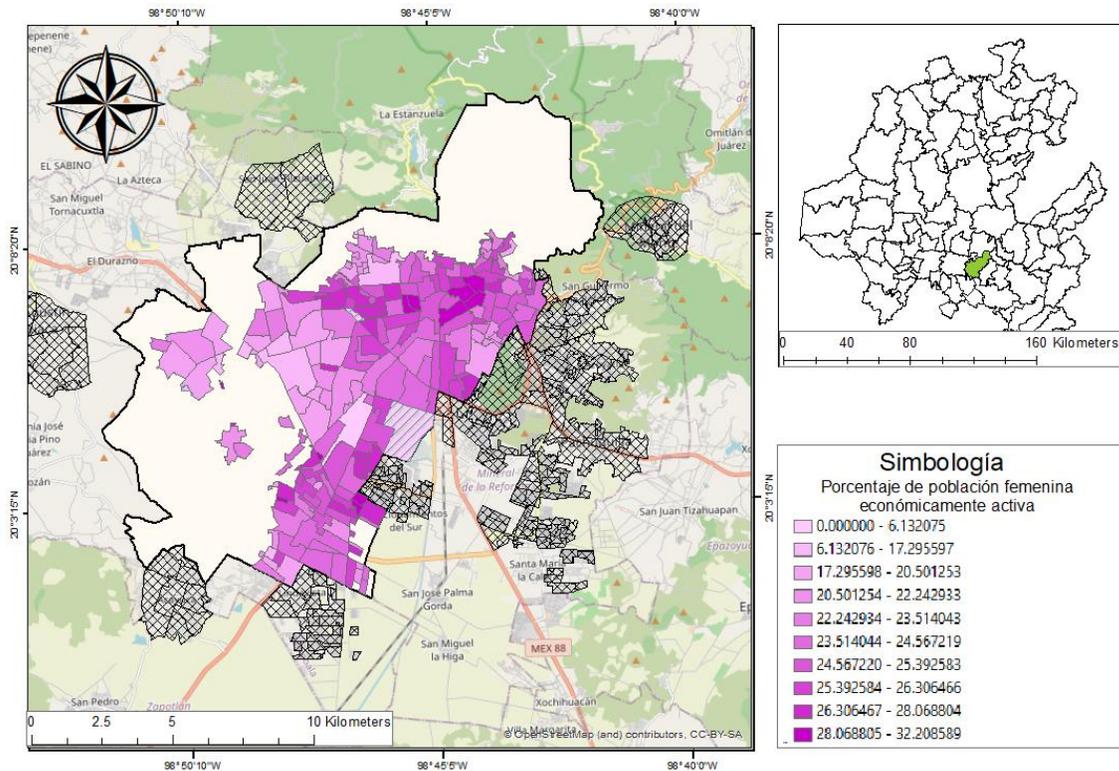
Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y vivienda 2020, INEGI (2020).

De acuerdo a los datos presentados se puede observar la existencia de una mayor cobertura de población con acceso al agua potable del servicio público en la zona central de la mancha urbana (Mapa 4.5) de manera que entre más se aleja del centro de la ciudad se visualiza una disminución de esta cobertura, por lo que, los habitantes de la periferia mantienen una situación poco favorable. Esto es muy importante ya que Pachuca ha crecido de manera importante desde los años ochenta, y conturbándose con sus municipios vecinos, por lo tanto, en este incremento de la población urbana se requiere una mayor de manda del recurso hídrico.

Dentro de las variables utilizadas para el análisis, se consideró “la Población Económicamente femenina” la cual es la variable con una más alta correlación de Pearson, con la variable de disponibilidad de agua en la vivienda, con un valor de 0.548.

Mapa 4.6

Población femenina económicamente activa del municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo.

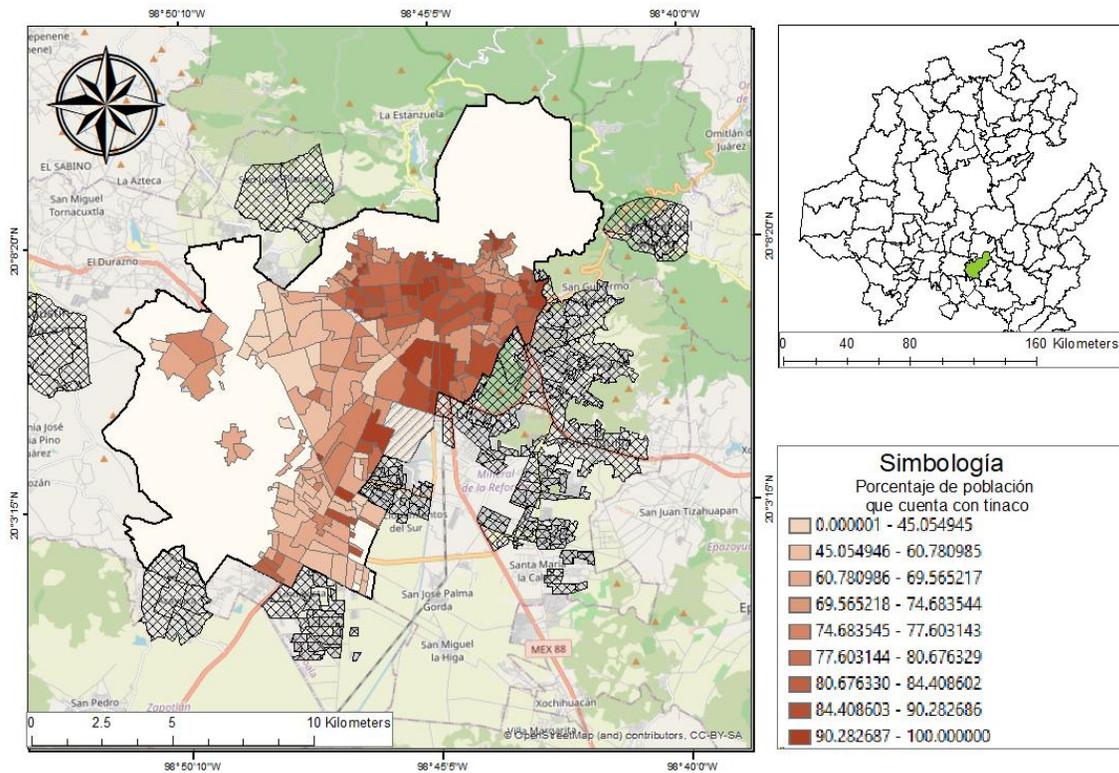


Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y vivienda 2020, INEGI (2020).

Si se compara el Mapa 4.6 con otros como el 4.7, o 4.5 se puede notar una coyuntura en los indicadores, es decir se hubiera esperado que la población femenina económicamente activa y la disponibilidad de agua mantendrían una relación positiva, sin embargo en el mapa se observa que no hay un patrón que pruebe tal aseveración para todas los espacios territoriales, ya que en el centro o en el sur se cuenta con una mejor disponibilidad de agua y también concentración de población económicamente activa femenina; a nivel estatal la población femenina es la que más padece la falta de suministro de agua en comparación y bajo las mismas condiciones que los varones, también hay que considerar el rol de genero el cual va relacionado con las actividades económicas a las que se desempeñan cada grupo poblacional, lo cual los hace significativamente diferentes.

Mapa 4.7

Viviendas particulares habitadas que disponen de tinaco en el municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo

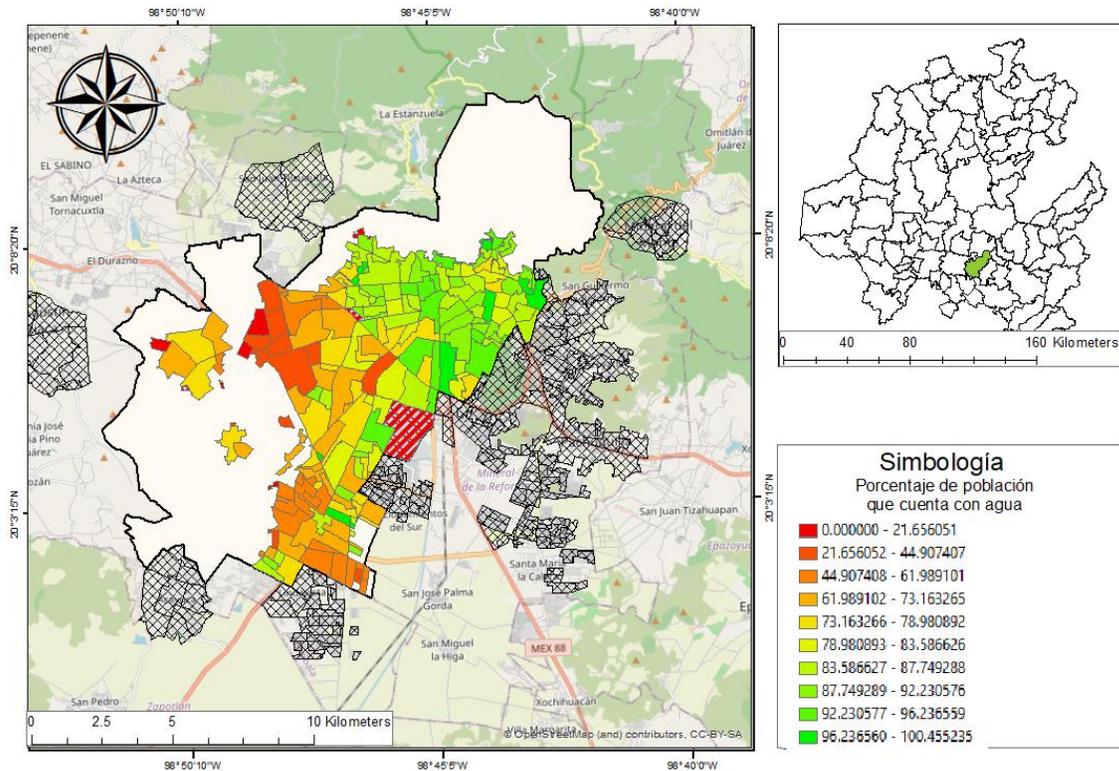


Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y vivienda 2020, INEGI (2020).

Uno de las variables que tiene una inferencia directa sobre la calidad de vida de los habitantes de una comunidad, es la capacidad de almacenar agua potable para su uso posterior, particularmente en donde el suministro no es constante, en el Mapa 4.7 se aprecia una vez más a la población de la periferia diferenciarse de la zona central al tener un menor porcentaje de viviendas sin ese sistema de almacenamiento, pero con una cierta influencia de la cercanía a zonas urbanas algunos AGEB que no pertenecen a la zona centro.

Mapa 4.8

Porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de agua en el municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo



Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y vivienda 2020, INEGI (2020).

El Mapa 4.8 del municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo, muestra el porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de agua, ofrece información valiosa sobre el patrón de desarrollo urbano en la zona, mostrando cómo ha evolucionado desde los asentamientos iniciales hacia las áreas periféricas, excluyendo aquellas ubicadas cerca de otros desarrollos urbanos en municipios vecinos y la zona urbana.

Según los datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en 2020, se estima que menos del 4 por ciento de la población en el municipio de Pachuca de Soto no cuenta con acceso al agua potable, indicando que la gran mayoría de la población, supera el 97 por ciento, que tiene acceso al suministro de agua potable en sus hogares. Sin embargo, es importante resaltar que estos datos no proporcionan información sobre la regularidad o frecuencia del servicio por parte del organismo operador encargado de proveer el recurso.

Es relevante destacar que la frecuencia con la que se suministra el agua potable en cada vivienda no se encuentra disponible en los registros administrativos de la CEA (Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado). En otras palabras, aunque se puede afirmar que la gran mayoría de la población cuenta con el servicio en sus domicilios, no se dispone de datos específicos sobre la periodicidad del suministro.

Según el archivo histórico del municipio, los primeros asentamientos se fueron dando desde la parte noroeste y desde el siglo XIX, según la teoría del poblamiento son las zonas pioneras las que habitualmente tienen más desarrollo, por ende, mejor acceso a los servicios y de mejor calidad, es decir que, en teoría la parte suroeste podría diferenciarse notablemente con la parte noroeste de la región de estudio respecto a indicadores sociodemográficos si se esquematizaran en un mapa.

Con datos del último Censo de INEGI en 2020, se observaron las AGEBs, componentes de la parte urbana de la ciudad de Pachuca, posteriormente se construyó una tabla asignando un valor independiente por variable por el porcentaje de población.

Según diversas teorías del poblamiento abordadas en esta investigación, la irrigación de la mancha urbana permea con su avance las comunidades que en algún tiempo fueron lejanas al centro del desarrollo, sin embargo, en el municipio de Pachuca este comportamiento parece ajeno, se observó por ejemplo que no existe un patrón en la cobertura del servicio de agua, en el equipamiento, de igual manera algunos otros indicadores socioeconómicos no reflejan un avance gradual en el poblamiento, entendiendo que las de la zona inicial muchas veces se encuentran mejor posicionadas social y económicamente.

Como se observó en los mapas anteriores, al no tener uno patrón definido, se contempló analizar las variables en busca de patrones que permitieran describir el comportamiento del poblamiento en Pachuca. Una de las cualidades que tiene este estudio es la presencia de una gran cantidad de casos (AGEBs), que a su vez se componen de características que los diferencian unos de los otros, el análisis de conglomerados permitió trabajar con casi 200 casos en búsqueda de patrones que permitieran segmentarlos en tres grupos.

Cada uno de los casos tenía un valor asignado del 1 al 3, el cuál fue dado a través del análisis de conglomerados en el Software de R (Tabla 4.10), a su vez, este dependía del valor de las variables independientes, las cuales eran el porcentaje de población que tenía presente la característica de la variable (Tabla 4.9).

Tabla 4.9

Fragmento de la tabla de asignación porcentual por variable

| Clave AGEB | Población de 15-17 años | Población derechohabiente de servicios de salud. | Viviendas particulares habitadas que tienen tinaco. | Viviendas particulares habitadas que tienen cisterna. |
|---------------|-------------------------|--|---|---|
| 130480001004A | 4% | 73% | 33% | 13% |
| 1304800010054 | 3% | 72% | 29% | 7% |
| 1304800010069 | 3% | 68% | 27% | 5% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.10

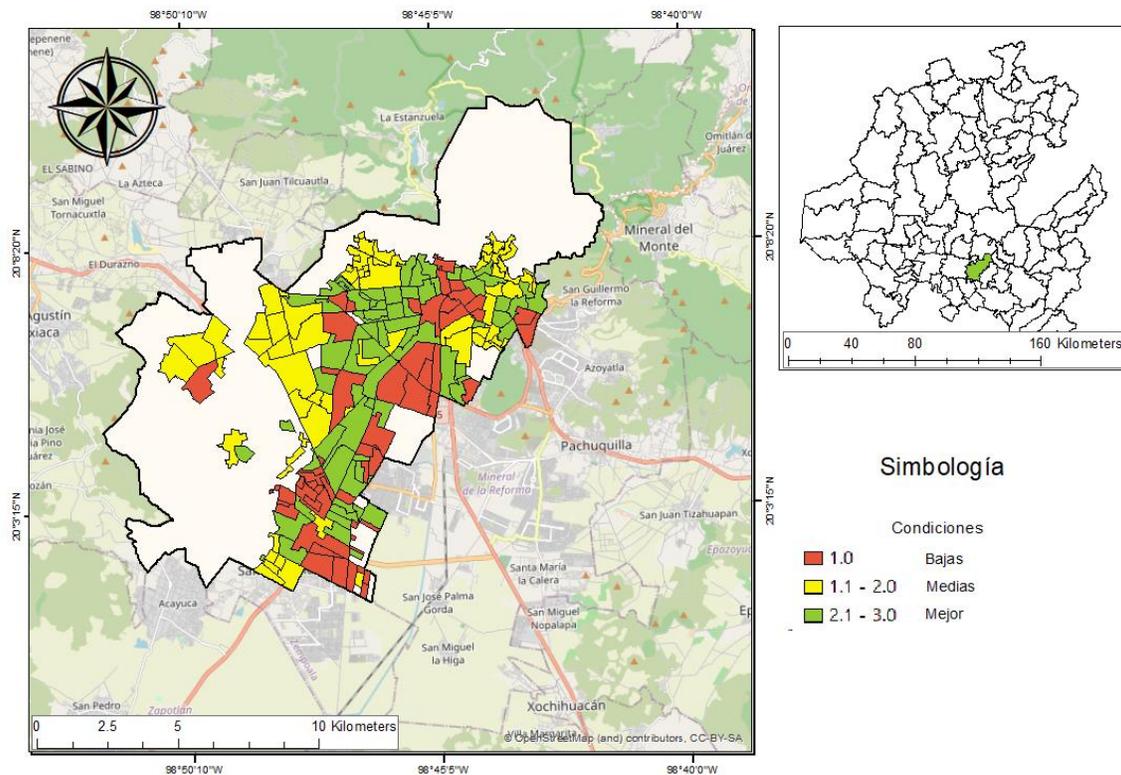
Fragmento de la asignación de conglomerados a la variable

| CVEGEO | P15A17A | P18A24A | GRAPROES | PDER_SS | VPH_TINACO | VPH_CISTER | VPH_HMICRO | VPH_AUTOM | VPH_PC | VPH_STVP | Conglomerado |
|---------------|---------|---------|----------|---------|------------|------------|------------|-----------|--------|----------|--------------|
| 130480001004A | 3.9 | 5 | 0.5 | 73 | 33 | 13 | 21.8 | 19.9 | 21.6 | 22.3 | 1 |
| 1304800010054 | 3 | 5.4 | 0.4 | 72.5 | 29 | 7 | 17 | 13.5 | 15.8 | 15.8 | 3 |
| 1304800010069 | 3.3 | 4.2 | 0.4 | 68.4 | 26.8 | 4.6 | 14.5 | 10.4 | 12.9 | 14.7 | 3 |
| 1304800010105 | 3.4 | 6.4 | 0.5 | 70.9 | 29.8 | 14.6 | 18.6 | 17.9 | 17.4 | 16.8 | 3 |
| 130480001011A | 2.9 | 5.2 | 0.8 | 68.1 | 32.4 | 15.5 | 21.8 | 19 | 18.1 | 20.6 | 3 |
| 1304800010124 | 3.7 | 5.5 | 0.8 | 71.9 | 34.1 | 10.3 | 21.9 | 19.6 | 21.4 | 22.2 | 1 |
| 1304800010139 | 3.3 | 5 | 1.1 | 64.7 | 34.8 | 9.3 | 23.8 | 17.3 | 23 | 21.7 | 3 |
| 1304800010143 | 3.5 | 5.3 | 0.5 | 71.3 | 28.3 | 6.2 | 16.3 | 8.4 | 13.9 | 15.3 | 3 |
| 1304800010158 | 3.1 | 5 | 0.4 | 67.5 | 28.7 | 3.4 | 13.8 | 8 | 11.5 | 13.3 | 2 |
| 1304800010162 | 3.9 | 5.2 | 0.2 | 65.7 | 25.9 | 9.5 | 14.1 | 13.6 | 13.2 | 15.1 | 3 |
| 1304800010177 | 4 | 5.1 | 0.4 | 74.6 | 33.4 | 15.4 | 24.7 | 25.2 | 23.2 | 25.4 | 1 |
| 1304800010196 | 3.6 | 5.2 | 0.9 | 66.6 | 36.4 | 20.6 | 27.5 | 24.2 | 27.3 | 23.5 | 1 |
| 1304800010209 | 2.2 | 5 | 1 | 75.2 | 35.1 | 13.2 | 26 | 23.7 | 23.2 | 26.2 | 1 |
| 1304800010213 | 3.1 | 6.7 | 1.1 | 76.6 | 31.2 | 9.9 | 25 | 23 | 23.4 | 25.1 | 1 |

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4.9

Conglomerados de las variables acceso al agua



Nota: Elaboración propia a partir de datos del Censo de Población y Vivienda de INEGI. (2020).

El análisis de conglomerados permitió formar tres grupos (mapa 4.9) del conjunto de AGEBS urbanas que tiene el municipio, el grupo asignado a estas fue una sumatoria de los atributos

correspondientes a las variables socioeconómicas recogidas en el Censo de INEGI (2020). Cada una de ellas tiene uno de tres colores: verde, amarillo y rojo. El color rojo representa la sumatoria más baja en el análisis de conglomerados respecto de las variables socioeconómicas utilizadas en el estudio. Por otra parte, las zonas que tienen los mejores indicadores son las zonas de color verde, la zona amarilla, por su parte, representa una zona intermedia entre las dos mencionadas.

Los factores más relevantes que permiten estudiar el fenómeno de la iniquidad en la distribución y la disponibilidad se deben básicamente a:

La ubicación geográfica. En el caso de Pachuca, los primeros asentamientos se ubicaron donde el recurso no se encontraba disponible de forma natural, lo que eventualmente requirió de un sistema de captación y distribución más complejo, sin embargo, esto no ha sido suficiente, pese a algunos esfuerzos por parte del estado llevar la infraestructura al sitio ha sido una tarea inconclusa. Por otra parte, los asentamientos más alejados del centro urbano enfrentan mayores desafíos para acceder al agua potable, esto puede llevar a una diferenciación en los servicios de agua inclusive si otros factores son favorables.

Cabe destacar que estas limitaciones no necesariamente determinan la calidad del servicio del agua ya que podrían ser mitigadas con la implementación de tecnologías y políticas adecuadas para mejorar el acceso en las diferentes áreas de la ciudad. En el Mapa del desarrollo histórico (4.1) podemos notar como se ha ido dando el avance poblacional, la teoría al respecto predice que los primeros asentamientos podrían ser los que mejor cobertura tienen, sin embargo, esto no es así ya que la ubicación geográfica de estos asentamientos se dio de manera no planeada, por ello encontramos algunas AGEB de color verde en zonas que fueron pioneras y sobre todo en la periferia que fueron los últimos pobladores en incorporarse a la mancha urbana.

1. La infraestructura: La infraestructura existente, como las tuberías y los sistemas de tratamiento de agua, pueden estar limitados en algunas áreas debido a la falta de inversión en el mantenimiento y la renovación de los sistemas. Si la infraestructura es vieja o está deteriorada, puede haber fugas o roturas en las tuberías, lo que puede disminuir la presión del agua y causar interrupciones en el servicio. Además, la

infraestructura puede no ser capaz de manejar la demanda de agua de una población en particular, lo que puede causar problemas de suministro en momentos de alta demanda. En algunos casos, la infraestructura de la red de agua potable puede ser deficiente en áreas de bajos ingresos o desatendidas por los organismos operadores, esto puede deberse a la falta de inversión en el mantenimiento y la renovación de los sistemas, así como a la falta de recursos para construir nuevos sistemas de agua potable. Por lo tanto, la calidad del servicio de agua potable puede diferir entre poblaciones debido a la calidad de la infraestructura existente, a la vez, puede afectar la capacidad del sistema para suministrar el recurso de manera confiable y eficiente. Para mejorar la calidad del servicio en todas las poblaciones, es necesario invertir en el mantenimiento y la renovación de la infraestructura de la red de agua potable, así como en la construcción de nuevas infraestructuras para satisfacer las necesidades de una población en constante crecimiento (CONAGUA, 2020).

Es importante resaltar que actualmente no hay un mecanismo que mida cuánta población carece de abastecimiento de agua regularmente o bajo qué condiciones recibe el recurso, las cifras sólo se limitan a tener la infraestructura.

2. La demanda de agua: Que puede variar en diferentes áreas de una ciudad debido a la densidad de población y el uso de la tierra, pudiendo afectar la cantidad de agua que se asigna a cada área. Esta demanda suele tener un impacto en la calidad del servicio de agua potable, ya que los sistemas de suministro tienden a tener dificultades para abastecer el recurso en momentos de alto requerimiento llevando a interrupciones del servicio o a una disminución de la calidad del agua.
3. La capacidad económica: La capacidad de pago de los residentes puede variar de una población a otra, lo que puede afectar la cantidad de recursos que se destinan a cada área en términos de inversión y mantenimiento. Las poblaciones con una mayor capacidad de pago pueden tener acceso a servicios de agua potable de mayor calidad, ya que pueden permitirse pagar por servicios adicionales, como la instalación de filtros de agua en el hogar o el mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua de alta calidad. Algunas de las últimas colonias o fraccionamientos en incorporarse

dentro del municipio de Pachuca pertenecen a este segmento y gozan de beneficios como abastecimiento continuo de agua, la mayoría de estos se pueden ubicar en el mapa con color amarillo en el mapa 4.10, haciendo coyuntura con el estrato poblacional de los que mejores condiciones tienen.

Por otro lado, las poblaciones con una menor capacidad de pago pueden tener acceso a servicios de agua potable de menor calidad debido a la falta de recursos para invertir en la infraestructura de suministro de agua o para pagar servicios adicionales. Esto puede llevar a una diferenciación en los servicios de agua potable entre diferentes poblaciones de una ciudad.

Estos resultados pueden ser clave en la toma de decisiones y planificación urbana, ya que les permite identificar zonas que requieren mayor atención y recursos para mejorar los indicadores socioeconómicos y de calidad de vida de la población. Además, el uso de técnicas de análisis de conglomerados puede ser aplicado en otros municipios y ciudades para analizar la estructura urbana y mejorar la toma de decisiones en materia de planificación urbana.

El estudio de la estructura urbana del municipio de Pachuca a través del análisis de conglomerados es un ejemplo de cómo las técnicas de análisis de datos pueden proporcionar información valiosa para la toma de decisiones y planificación urbana. Los resultados obtenidos a través de esta investigación pueden ser utilizados por las autoridades para mejorar la calidad de vida de los pobladores en las zonas con peores indicadores socioeconómicos y planificar una ciudad más equitativa y sostenible en el futuro.

Disponibilidad de agua en el acuífero que alimenta a Pachuca Hidalgo

Del archivo de la CEAA que lleva por nombre: “Estado del acuífero Cuautitlán-Pachuca”

Un informe de la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado en el 2008, revela que la recarga total del acuífero es de 530 Millones de metros cúbicos al año, no obstante, la extracción anual era de casi 748 millones de metros cúbicos al año, es decir que tiene un déficit de más de 217 millones de metros cúbicos. Este acuífero se divide en dos partes, la primera se le conoce como Pachuca Tizayuca y la otra parte Cuautitlán.

En el Programa Institucional de Desarrollo 2017-2022 de la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo (CEA), se identifican diversas baterías de pozos distribuidas estratégicamente para proveer de agua a diferentes zonas de la región. La primera batería, situada en la autopista México-Pachuca, consta de 42 pozos, de los cuales 13 abastecen a Pachuca y los otros 29 a la Ciudad de México. El número dos, conocida como Téllez, está compuesta por 13 pozos ubicados en las comunidades de La Higa, Santa Matilde y Estación Téllez. La tercera, llamada Palma Gorda, ubicado al sur de la batería Téllez y consta de siete pozos.

Respecto a los indicadores de acceso al agua y saneamiento en el estado, la revisión estadística realizada por la CEA destaca la falta de estimaciones a nivel municipal en Pachuca de Soto, especialmente en las zonas rurales. Se hace hincapié en que los grupos de edades de 5 a 19 años son los más afectados por la carencia de acceso al servicio público de agua potable, constituyendo un foco de atención a nivel estatal.

Conclusiones del capítulo

La distribución poblacional de Pachuca de Soto ha sufrido las vicisitudes de múltiples movimientos sociales modificando su desarrollo en su línea temporal y con ello cambiando el estilo de vida de los diferentes asentamientos surgidos en ella, a pesar de ello, ha sido continuo, pero no uniforme en su área geográfica dando pie a desigualdades en el acceso a los servicios públicos de los cuales el agua es uno de los más importantes.

Contrario a la teoría del poblamiento el acceso al servicio de agua potable, en Pachuca no obedece la pauta del desarrollo urbano ya que diferentes sucesos en el país dieron pie a una distribución que eventualmente rebasó la capacidad del estado de ordenar el poblamiento, la ocupación del territorio y el dotar de servicios públicos a la población. Dado que la cobertura de los servicios básicos tiene un impacto significativo en varios aspectos de la vida del hombre, el agua es indispensable para asegurar la salud, la higiene y la alimentación por mencionar algunos, al no estar garantizados la calidad de vida de la población se vulnera en varios aspectos tales como la salud, la economía, la social y la ambiental. A menudo la

vulnerabilidad dimensional se interrelaciona entre sí generando círculos viciosos retroalimentado entre sí los problemas sociales.

A principios de la década de los 90s diversos actores políticos comenzaron a empeorar la situación del agua a través de concesiones de construcción para la vivienda, espacios que fungían como zonas de recarga naturales para el acuífero que abastece el municipio de Pachuca y zonas aledañas, pasando de 101 concesiones a seis mil para el año 2021 según el reporte de la CONAGUA (2021). Este hecho permitió que diversos asentamientos dentro de la zona urbana de Pachuca tuvieran un acceso desigual a los servicios públicos como el agua, haciendo una diferenciación importante en su distribución y con ello construyendo una polarización social segmentando el acceso según las posibilidades económicas de los grupos, este fenómeno lo podemos apreciar en varios de los mapas expuestos, las delimitaciones de cada una de sus partes se encuentran inclusive a veces dentro de la misma colonia del municipio.

El efecto de la polarización dentro de la población a menudo genera tensiones entre los habitantes del municipio ya que al ser considerado el agua como un derecho en ocasiones no se logra ver tal hecho, dado que algunos estratos poblacionales no suelen ser afectados por la distribución y la disponibilidad del agua, genera repercusiones entre grupos sociales y que la población desamparada por seguridad hídrica tome medidas a menudo ilegales.

Como se ha explicado anteriormente el problema de la cobertura del servicio de agua en Pachuca es multidimensional, desde sus primeros pobladores la desigualdad se hizo presente hasta hoy en día. Esas desigualdades se han arraigado profundamente ya sea por factores sistémicos como estructurales dado que fueron producto de patrones históricos, políticos, institucionales u otras índoles permitiendo ventajas entre grupos de poblacionales en el que las disparidades en el acceso a la vivienda se hicieron presentes en su momento.

En suma, el problema de la cobertura del servicio de agua en Pachuca es un desafío multidimensional arraigado en factores históricos, políticos y estructurales que han generado desigualdades en el acceso al agua y han impactado negativamente la calidad de vida de la población.

Conclusiones generales

La distribución desigual de la población, la gestión inadecuada de los recursos hídricos y el crecimiento exponencial de la demanda de agua potable son algunos de los mayores desafíos que enfrenta México y por ende Pachuca de Soto en la gestión eficiente del agua. La situación de los recursos hídricos en el país es crítica debido a la sobreexplotación, la contaminación y el uso inadecuado de las fuentes de agua. A pesar de que existen leyes para regular el uso de los recursos hídricos, su régimen jurídico es poco efectivo debido a la complejidad y dispersión de la normatividad.

El aumento de la población, su relación con el progreso humano y el crecimiento poblacional es otro tema importante, aunque algunos como Malthus sostuvieron una visión pesimista del futuro de la humanidad debido al ritmo de crecimiento de la población, se enfatiza en la importancia de utilizar los recursos de manera responsable para el beneficio de todos. El planeta tiene recursos finitos y es esencial usarlos de manera responsable.

En cuanto a la distribución de la población en Pachuca de Soto, se menciona que ha sufrido las vicisitudes de múltiples movimientos sociales que han pausado temporalmente el desarrollo de la región cambiando el estilo de vida de su gente. A pesar de ello, el desarrollo ha sido continuo, pero no uniforme en su área geográfica, lo que ha dado pie a desigualdades en el acceso a los servicios públicos, incluyendo el acceso al agua potable.

Sin embargo, a pesar de la distribución desigual de la población y la situación crítica de los recursos hídricos, diferentes actores políticos en los años 90 comenzaron a empeorar la situación del agua a través de concesiones de construcción para la vivienda, lo que afectó la capacidad del estado para ordenar el poblamiento, la ocupación del territorio y el dotar de servicios públicos a la población. Este aumento en las concesiones ha llevado a la pérdida de espacios que fungían como zonas de recarga naturales para el acuífero que abastece el municipio de Pachuca y zonas aledañas, pasando de 101 concesiones a seis mil para el año 2021.

En conclusión, Pachuca de Soto y en general el país enfrentan importantes desafíos en su desarrollo sostenible relacionados con la distribución desigual de la población, la gestión inadecuada de los recursos hídricos y el crecimiento exponencial de la demanda de agua potable. A pesar de que existen leyes para regular el uso de los recursos hídricos, su régimen jurídico es poco efectivo debido a la complejidad y dispersión de la normatividad. Es esencial utilizar los recursos de manera responsable para el beneficio de todos, y la situación en Pachuca de Soto es un ejemplo de cómo las decisiones políticas pueden afectar negativamente el acceso al agua potable de una población.

Es necesario implementar medidas para una gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos en Pachuca de Soto, incluyendo la mejora de la infraestructura, la regulación del uso de agua y la promoción de prácticas sostenibles en la población. Por otra parte, es importante que se establezcan políticas públicas para garantizar un acceso equitativo al agua potable para toda la población, independientemente de su ubicación geográfica o situación socioeconómica.

En cuanto a la distribución de la población, es necesario promover un desarrollo sostenible que tenga en cuenta las necesidades y demandas de la población de manera equitativa y justa. Esto incluye la planificación del uso del suelo, la regulación del crecimiento urbano y la inversión en infraestructura y servicios públicos para áreas desfavorecidas.

Referencias bibliográficas

- Alianza latinoamericana de fondos del agua (28 de octubre de 2021). El reto del agua, seguridad hídrica. <https://www.fondosdeagua.org/es/los-fondos-de-agua/el-reto-del-agua/securidad-hidrica/>
- Amézquita Marroquín, C. P., Pérez Vidal, A., & Torres Lozada, P. (2014). Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua. *Revista EIA*.
- Amarante, V., & Ferrando, M. (2011). Consumo de servicios de energía y agua en la población uruguaya. *Serie Documentos de Trabajo/FCEA-IE; DT05/11*.
- AQUASTAT (28 octubre de 2021). AQUASTAT- Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/water-use>
- Arrojo, P. (2009). El reto ético de la crisis global del agua, en *Relaciones Internacionales*, núm. 12, octubre, GERI, UAM, México.
- Bakker, K. (2010). Privatizing water, producing scarcity: The Yorkshire drought of 1995. *Economic Geography*.
- Banco Mundial (2020). Banco Mundial- Abastecimiento de agua. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>
- Bernal, C. (2010) *Metodología de la Investigación (Tercera Edición)*. Colombia: PEARSON EDUCACIÓN.
- Biswas, A. K., & Tortajada, C. (2015). Water as a human right: The understanding of water management in China and India. *International Journal of Water Resources Development*.
- Burstein-Roda, T. (2018). Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*.
- CAIRO, (1994). Informe de la Conferencia Internacional sobre la Población y Desarrollo, Naciones Unidas.
- Casares, S. O. (2019). *Distribución espacial de la población y consumo doméstico de agua a escala de detalle en el sistema de abastecimiento de aljarafesa* (Doctoral dissertation, Universidad Pablo de Olavide).

- Castro, J (2005). Agua y gobernabilidad: entre la ideología neoliberal y la memoria histórica. Cuadernos del Cendes, Vol. 22. Núm. 59.
- CATHALC (2019). Fortalecimiento de la Resiliencia de los recursos hídricos frente al cambio climático en dos ciudades de la Cuenca del Río la Villa del Arco seco de Panamá. Panamá: Ministerio de Ambiente
- Capel, H. (2002). El estudio de la morfología de las ciudades I. Sociedad, cultura y paisaje urbano. Barcelona, Ediciones Serbla
- Chávez, J. A. V. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*.
- Cirelli, A. F. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química viva*
- Cruz, I. y Adame, S. (2021), Fundamentación teórico referencial para la generación de un modelo de estrategias para la resiliencia hídrica. *Revista de estudios Territoriales Quivera*.
- Comadrán Bagaria, A. (2016). *Estudio y mejora de la distribución del agua en Sabana Yegua, República Dominicana* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Contreras M., & Acevedo, K., (2013). El acceso al agua para consumo humano en Colombia. *Revista de Economía institucional*.
- Cutzamala. Diagnóstico Integral (2015). CONAGUA & World Bank Group.
- CWRA Project Team (2019). City Water Resilience Approach. Londres: Arup Global Water.
- De Petorca, C.L. (2020) Entre las obligaciones básicas mínimas para los derechos humanos al agua y el.
- De Presidentes, (1992) Plan regional de inversiones en ambiente y salud.
- Díaz-Pulido, A. P., Chingaté-Hernández, N., Muñoz-Moreno, D. P., Olaya-González, W. R., Perilla-Castro, C., Sánchez-Ojeda, F., & Sánchez-González, K. (2009). Desarrollo sostenible y el agua como derecho en Colombia. *Estudios socio-jurídicos*

- Duarte, C. (2006). Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Madrid: Consejo superior de investigaciones científicas
- Ducci M. E., (2003). Introducción al urbanismo, Editorial Trillas.
- Durán, G. (2015). Agua y pobreza en Santiago de Chile: Morfología de la inequidad en la distribución del consumo domiciliario de agua potable. *EURE (Santiago)*.
- Equipo Buenos Aires Resiliente (2018) Buenos Aires Resiliente. Argentina: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires
- Estrategia de Resiliencia CDMX (2016) Transformación adaptativa, incluyente y equitativa. Recuperador de <https://www.resiliencia.cdmx.gob.mx/estrategia-de-resiliencia-cdmx>
- Fernández Vázquez, J. L. (2018). La gestión del agua en México: ¿un problema de gobernanza? En IV Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo (pp. 1-15). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores, M. P., & Parra, M. C. (2011). Caracterización del ahorro doméstico de agua en la región de Murcia en función de componentes sociodemográficos. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*.
- Flores, G., Barreda, A., Moreno, D., & Luna, J., (2018) Marx frente a Malthus y el neomaltusianismo neoliberal. Discusión en torno al artículo: “La necesidad de recuperar la ley de acumulación de capital en Marx para la comprensión crítica de los fenómenos demográficos contemporáneos.
- Friedmann, J. (1997). Futuros de la ciudad global: El rol de las políticas urbanas y regionales en la región Asia-Pacífico.
- Galindo E., Otazo E., Reyes R. et al (2010) Balance Hídrico del Acuífero Cuautitlán Pachuca, México. Proyecciones para el 2021.
- García, Godínez et al (2015) Derecho al agua y calidad de vida, RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo.
- García, M. (2010) Crecimiento de la población urbana y su impacto socioambiental en la zona Metropolitana de Pachuca [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]

- García M., Franco L.M., & Granados J.A. (2019) Evaluación del crecimiento de la población y transformación del uso de suelo urbano en la Zona Metropolitana de Pachuca, México. Quivera. Revista de Estudios Territoriales.
- Garduño, M. D. M. Guía de material visual Marco Referencial.
- García S., Godínez A., Pineda A., y Reyes A. (2015) Derecho al agua y calidad de vida, Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo.
- Gastañaga, M. D. C. (2018). Agua, saneamiento y salud. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*.
- Gilbert, A & J. Gugler. (1981) Cities, Poverty and Development: Urbanization in the Third World. Londres: Oxford University Press.
- Gleeson T. (2012) Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, 488
- Granados A. (2010) Los nuevos residentes en Pachuca. UAEH. México.
- Hall, D. (2014). The commodification of water and social inequality in bottled water consumption. *Geoforum*.
- Harvey, D. (2007). Neoliberalism as creative destruction. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*
- Hernández, O. (2012) Estadística Elemental para Ciencias Sociales. (Tercera Edición). San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Hossain, F., & Eakin, H. (2017). Groundwater depletion in South Asia: Institutional
- Huaman García, J. A. (2019). Propuesta de control de distribución para mejorar el abastecimiento de agua potable en la localidad de Paita.
- IPCC (2013). Glosario. En T. Q.-K. Stocker (Ed.), *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (págs. 185-204). Reino Unido y Nueva York: Plantón, S.
- Marco de Planificación para Pueblos Indígenas del Proyecto. (2017) Resiliencia y seguridad hídrica del Valle de México., CONAGUA y The World Bank.

- Márquez, M., & Navarro-Aceves, L. E. (2019). La privatización del agua en México: entre la política pública y el interés privado. *Región y Sociedad*, 31, e1051. doi: <https://doi.org/10.22198/rys.2019.1676>
- Martínez-Austria, Polioptro F., & Patiño-Gómez, Carlos. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y ciencias del agua*, 3(1), 5-20. Recuperado en 21 de marzo de 2022, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000100001&lng=es&tlng=es
- Mayor of London (2020). London City Resilience Strategy 2020. Londres: Greater London Authority
- Meléndez Aguirre, G. A., & Ojeda Brignole, G. C. (2020). Posibles soluciones a la problemática de falta de acceso a servicios de agua y saneamiento en zonas vulnerables de Lima Metropolitana.
- Meneses, B. (SF) El análisis de conglomerados en los estudios de mercado. Universidad Veracruzana.
- Naciones Unidas (1992). Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Nueva York: Naciones Unidas
- Negrete, M. & Salazar, H. (1986). Zonas metropolitanas en México, 1980. Estudios demográficos y urbanos.
- Noticias ONU (2020). El agua, parte del problema, pero también de la solución ante el cambio climático Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2020/03/1471492>
- Oliver, M. (1999). “Attitudes and inaction: a case study of the manifest demographics of urban water conservation”, *Environment and Behaviour*, 31(3); pp. 372-394.
- ONU (2014). “Informe sobre Desarrollo Humano 2014 “Sostener el Progreso Humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia”.
- ONU (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
- ONU-AGUA (2019). Informe de políticas, cambio climático y agua.
- ONU HABITAT (2018). Ciudades resilientes. Resiliencia urbana. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/ciudades-resilientes>
- Peña, M. (2007). Derecho humano al agua.

- Pérez, C. (2017). Expansión de la ciudad en la zona metropolitana de Pachuca: procesos desiguales y sujetos migrantes e inmobiliarios. Universidad del Rosario.
- Pini, F., Ferraro, R., & Lanari, S. (2018). Resiliencia Urbana: Dinámicas y estrategias ecosistémicas para el desarrollo sustentable del hábitat local. Un caso de estudio: CABA Sur.
- Quijano, A. (1999). “Colonialidad del Poder y Clasificación Social”.
- Quiroga, R. (28 de octubre de 2021). Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas.
<https://www.uv.mx/mie/files/2012/10/SESSION-7-Quiroga-Indics-Sost-Amb-y-DS-CEPAL-16.pdf>
- Ramírez, M. y Yepes, M. (2011). Geopolítica de los recursos estratégicos: conflictos por agua en América Latina, Revista de relaciones internacionales, estrategia y seguridad, Bogotá, vol. 6.
- Ramos, M. (2016). Brechas en la provisión de agua potable y saneamiento en México: un análisis comparativo de cinco ciudades. In J. Gómez-Ibáñez & A. Mungaray-Moctezuma (Eds.), Análisis y estrategias para la gestión del agua en México (pp. 25-50). El Colegio de México.
- Romero E. y Romero L. (2019). Estrés hídrico y escasez del agua: ¡No al día cero del agua! Glosa, Revista de Divulgación. Año 8. No. 14 28-30. enero- junio, 2020
- Rodríguez, J. (2002). Distribución territorial de la población de América Latina y el Caribe: tendencias, interpretaciones y desafíos para las políticas públicas. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población, Santiago de Chile, diciembre de 2002.
- Rodríguez, V. (2010.) Migración interna y asentamientos humanos en América Latina y el Caribe (1990-2010), Serie población y desarrollo, CEPPAL.
- Ruiz, J. (2019). La crisis hídrica en Pachuca: de la sobreexplotación a la contaminación del agua. Política y Sociedad.
- SEMARNAT. (2015). Población y Medio ambiente, Informe de la situación del medio ambiente en México.
- SEMARNAT. (2009). Cambio Climático. Ciencia evidencia y acciones. Serie ¿Y el medio ambiente?

- The resilience shift. (28 de octubre de 2021). City Water Resilience Approach.
<https://www.resilienceshift.org/campaign/city-water-resilience-approach/>
- Tovar García, E. D. (2011). Zonas metropolitanas en el estado de Hidalgo y cooperación intermunicipal. *Argumentos (México, DF)*, 24(66), 155-179.
- UNESCO. (2020). Agua y cambio climático. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020
- UNAM (2017). Boletín UNAM-DGSC-212 Ciudad Universitaria. 26 de marzo de 217
- Unikel, L. (1968). El proceso de urbanización en México: Distribución y crecimiento de la población urbana. *Demografía y economía*
- City Water Resilience Assessment (2019). Methodology, Rockefeller Foundation, The Resilience Shift, SIWI y ARUP
- Vammen, K. (2015). Desafíos del Agua Urbana en las Américas. Perspectivas de las Academias de Ciencias, Agricultura, sociedad y desarrollo, Vol. 12 no. 3 Texcoco jul./sep.
- Valverde, R. (2013). Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*.
- Viñas, C. D. (1995). El medio ambiente urbano: las deficiencias higiénicas en la transición demográfica de las ciudades españolas (Burgos, 1850-1936). *Ería: Revista cuatrimestral de geografía*.
- Yáñez, Á. (2016). El agua en América Latina. *Journal of the Selva Andina Biosphere*.
- Yaukey, D. (1985). Demography: The study of human population.
- Zamudio, V. (2020). MARCO LEGAL DEL AGUA EN MÉXICO Con énfasis en la gestión comunitaria, OMRAM.
- Zelinsky, W. (1971). The hypothesis of the mobility transition. *Geographical review*, 219-249.