

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

LICENCIATURA EN CIENCIA POLÍTICA Y ADMINISTRACIÓN URBANA

**Programa "cosecha de lluvia" en San Miguel Teotongo.
Análisis a dos años de su inicio**

TRABAJO RECEPCIONAL QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIA POLÍTICA Y ADMINISTRACIÓN URBANA

PRESENTAN

Alan Elder Jiménez Montoya

y

Fernando Mendez Alpizar

Director del Trabajo recepcional

Mtro. Carlos Eduardo Arriaga Téllez

Ciudad de México, 02 mayo de 2022

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS ©

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Agradecimientos y dedicatoria

Jiménez Montoya Alan Elder

Agradezco principalmente a mi familia por estar en este gran camino recorrido a lo largo de mi CARRERA UNIVERSITARIA, por la confianza y el cariño brindado en esta etapa de mi vida. Principalmente a mi hermana Jiménez Montoya Jessica Estefanía, mi madre Montoya Sandoval Cirenea y mi padre Jiménez Moran José Antonio. Pues cada palabra de aliento me generó motivación para culminar esta etapa de carácter profesional en la que hoy me encuentro. Gracias a todas aquellas personas que formaron parte del día a día en estos 5 años de mi vida; como profesores y amigos, en especial a mi compañero de tesis Méndez Alpízar Fernando por compartir este esfuerzo conjunto de este trabajo recepcional para la obtención de la titulación. En virtud del aprendizaje adquirido como estudiante agradezco profundamente los logros y los obstáculos puestos en mi camino, ya que, hoy en día refuerzan mi comprensión de la realidad de una manera provechosa y objetiva; al mismo tiempo me siento orgulloso de poder dedicar este trabajo a mis seres queridos.

Méndez Alpízar Fernando

Agradezco principalmente a mi madre el poder llegar al cumplimiento de esta meta profesional a través de esta tesis, desde luego, siempre ha estado conmigo y me dado fuerza para seguir adelante en todo momento, me han brindado el apoyo suficiente para cumplir mis objetivos como estudiante universitario. Al mismo tiempo reconozco la labor de mi director de tesina y lectores por guiarme en esta recta final del proceso de titulación. De igual modo, agradezco a lectores y director de tesis Arriaga Carlos por sus consejos y apoyo en este camino de titulación. Finalmente, hago mención a la institución UACM "Casa Libertad" por darme la oportunidad de convertirme en una mejor persona tanto a nivel profesional, como ser humano por los valores y aptitudes adquiridos a lo largo de mi estancia como estudiante.

Índice

Introducción	5
Enfoque teórico	11
Metodología	13
Capítulo 1: Agua y su problemática	17
1.1 El agua.....	17
1.2. Clasificación de los usos del agua	31
1.3. Fuentes de abastecimiento y deficiencias	35
1.4 Breve descripción del problema histórico de acceso al agua en Iztapalapa.	41
1.5. Factores que explican la escasez en el suministro de agua para Iztapalapa.	44
1.6 Situación del acceso al agua en San Miguel Teotongo: entre inequidades y olvido	52
1.7. Escasez de agua y lluvias torrenciales: la paradoja de la Ciudad de México	55
Capítulo 2. Sistemas de captación de agua	66
2.1 Historia de los sistemas de captación de agua pluvial.....	66
2.2 ¿Qué son los sistemas de captación de agua de lluvia?.....	70
2.3. Diversos métodos de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe.....	75
2.4. Los sistemas de captación de agua pluvial ¿alternativa a la escasez en el suministro?	81
2.5 Situación de agua (Demografía, Consumo y precipitación)	83

2.6 Sistemas de captación de agua pluvial en la CDMX.....	85
Capítulo 3. La cosecha de agua en San Miguel Teotongo	92
3.1 Estructura y elaboración del cuestionario	92
3.2 Primeros resultados.	103
3.3. Reflexiones.	115
Bibliografía.....	119
Otras referencias	125
Anexos.	126

Introducción

El documento que presentamos para obtener la titulación, tiene como finalidad, evaluar el Programa Sistema de Captación de Agua de Lluvia conocido, como Cosecha de lluvia a dos años de su implementación, el cual comienza en el año 2019, con ello se busca cuantificar el número de beneficiarios que padecen la falta de abastecimiento de agua potable en la colonia San Miguel Teotongo.

Así mismo, en este trabajo se plasmaron distintos métodos de investigación, tal es el caso de los métodos: descriptivo, cuantitativo y cualitativo. En el caso del método descriptivo, de forma general a lo largo de la investigación se mantiene una constante flexibilidad en el procesamiento de los datos que se dieron a conocer en el trabajo de investigación. Es así como la planeación se delimita por los diferentes escenarios por lo cual este método nos ayudó a conocer la situación actual a la que se enfrenta la Ciudad de México. Posteriormente, la utilización del método mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, tiene la función de adquirir evidencia efectiva para así poder comprender el universo a estudiar y con ello reforzar el conocimiento teórico. En este caso, nos fue útil el manejo de ambas técnicas con el fin de cuantificar el número de beneficiarios, obtener resultados y generar proyecciones. Finalmente, se aplicó un cuestionario con una serie de preguntas abiertas y cerradas como parte de nuestro instrumento de investigación.

Partimos de este tipo de investigación planteando lo siguiente, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud “De aquí a 2025, la mitad de la población mundial vivirá en zonas con escasez de agua” (2019) la disminución de agua potable en los próximos años traerá consecuencias en todas las naciones. Debido a condiciones

como el aumento poblacional aunado al cambio climático, la escasez de este recurso natural será un factor global el cual tanto los gobiernos federales como locales estarán obligados a atender.

En México, el acceso a este recurso natural, es un derecho de carácter universal sin distinción de clase social, condición o lugar de residencia; es por ello que la escasez y la falta de acceso violenta el derecho humano al agua establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señalado en el Artículo 4.

Es así, que surge la importancia de analizar el programa Cosecha de Lluvia en San Miguel Teotongo análisis a dos años de su implementación. Es interesante conocer cuál ha sido la respuesta de los gobiernos que sí integraron en sus propuestas de campaña y también en su plan de acción nacional la problemática del agua como prioridad en su agenda pública. En este sentido, la administración de la Ciudad de México dirigida por la jefa de gobierno Claudia Sheinbaum junto con la Secretaría de Medio Ambiente decidieron poner en operación un programa para que el agua de lluvia se pudiera utilizar dentro de las viviendas con el nombre de Cosecha de lluvia, mediante este sistema se busca combatir el déficit de agua al que se enfrentan los capitalinos.

De acuerdo a los lineamientos generales se plantean estos sistemas como una alternativa viable y practica para su utilización, cuenta con filtros para purificar el agua obtenida de la lluvia y un tanque de almacenamiento.

Durante nuestra investigación, se propuso realizar el seguimiento del programa Cosecha de lluvia el cual se implementó para disminuir la falta de acceso al agua y con ello evaluar los primeros resultados de dicha problemática a dos años de su

implementación en la colonia san Miguel Teotongo ubicada en la alcaldía Iztapalapa.

A manera de antecedentes, encontramos algunos proyectos aislados promovidos en gobiernos anteriores, por medio de instituciones educativas, por ejemplo entre ellas destaca la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAMI). También se han promovido por escuelas secundarias e instituciones de nivel medio superior, sin embargo, no se habían implementado como Programa de Gobierno.

Como ya se mencionó, de acuerdo a la recopilación de información adquirida y las experiencias compartidas nos permiten ubicar a Iztapalapa como una de las alcaldías que más padecen de agua potable, aun así, la implementación de los sistemas de captación como una alternativa puesta en marcha en forma de política pública nos ayuda a relacionar este programa como una cuestión de carácter público-social, de ahí nuestro interés para hacer la evaluación la cual parte de datos empíricos con argumentación académica.

El problema de la investigación se refiere a la escasez y suministro irregular del agua en habitantes de la colonia San Miguel Teotongo, con ello se busca analizar el programa Cosecha de lluvia a dos años de su inicio en la demarcación señalada, cabe señalar que esta política pública impulsada por la jefa de Gobierno Claudia Sheimbaum a través de la Secretaría del Medio Ambiente y el Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

La escasez en el suministro y la falta de acceso al agua es un tema de gran importancia. Sobre todo, cuando se observa el cambio climático donde se hacen

presentes los periodos de sequía, así como, lluvias torrenciales más de lo usualmente estamos acostumbrados y causar con ello un severo problema para ciudades. En el caso de la Ciudad de México no solo depende del sistema de pozos sino de fuentes externas de abastecimiento como los sistemas: Lerma y Cutzamala.

De acuerdo a la información recabada, la alcaldía Iztapalapa donde se ubica la colonia San Miguel Teotongo se encuentra dentro de las zonas más vulnerables de la Ciudad de México si se refiere a la escasez en el suministro de agua, ya que se abastece del Tanque del Cerro de la Estrella, Xaltepec y la Caldera, que casi siempre operan al mínimo de su funcionamiento por la falta de presión de agua. Por lo tanto, la red hídrica no suministra de manera adecuada a las viviendas de la Ciudad de México.

Es interesante profundizar el Programa Cosecha de Lluvia en cuanto a la normatividad y la práctica, pues propone como objetivo general “Mejorar las condiciones de acceso al agua de la población en viviendas con elevada precariedad hídrica a corto plazo y aumentar la resiliencia ante crisis puntuales de abasto en viviendas con mayor precariedad hídrica de la Ciudad de México” (Sedema, 2019), entre las que se ubica la colonia San Miguel Teotongo.

Como objetivos específicos el programa se propone la instalación de 10 mil ejemplares de SCALL enfocados a los habitantes con mayor déficit de agua potable en la CDMX. En segundo lugar, busca la creación de capacidades para el impulso de diversos Sistemas de Captación de Agua de Lluvia y tercero la demostración de

la viabilidad de usar modelos de gestión del agua descentralizados y sustentables para mejorar las condiciones de vida de la población más necesitada.

Esta investigación tiene por objetivo, analizar el programa Cosecha de Lluvia en San Miguel Teotongo a dos años de inicio, pues se presenta como la solución para frenar el déficit hídrico de la población San Miguel Teotongo. Para lograr nuestro objetivo, nos fue necesario identificar, los factores que influyen en la escasez en el suministro de agua.

En segunda instancia y para darle el sustento necesario a nuestra investigación formulamos las siguientes preguntas secundarias:

1. ¿Qué factores influyen en la escasez en el suministro de agua para los habitantes de San Miguel Teotongo?
2. ¿En qué medida el programa Cosecha de Lluvia es la respuesta a la escasez en el suministro de agua de la población de San Miguel Teotongo a dos años de su inicio?
3. ¿Identificar las características de este programa y analizar si su manera de implementación ha dado los resultados deseados por parte del gobierno?

En cuanto a la justificación, este trabajo plasmara los conocimientos adquiridos a lo largo de la licenciatura en cuanto a la investigación y el análisis de hechos en función de la relación que tiene el gobierno con la sociedad.

El presente tema es importante para la Ciencia Política y Administración Urbana ya que los gobiernos tienen la responsabilidad de atender y dar soluciones a las problemáticas que surgen en la sociedad, como es el caso de la falta de agua potable. Es por ello que, en nuestro trabajo se puede observar la solución que proponen estos gobiernos mediante la instauración de políticas públicas que se establecen como programas de gobierno. En esta ocasión, decidimos elegir el programa Cosecha de lluvia como punto análisis.

Para nosotros es importante estudiar las políticas implementadas por los gobiernos dirigidos hacia el aprovechamiento de los recursos que brinda la naturaleza. En este caso, los sistemas de captación de agua pluvial se implementan para disminuir el desabasto de agua principalmente en zonas vulnerables que presentan alta precariedad hídrica. Conforme va creciendo la sociedad van surgiendo problemáticas nuevas, esto a su vez, crea la necesidad de darle soluciones a las mismas, o bien disminuirlas con el apoyo de innovaciones científicas tecnológicas.

De esta manera la Ciencia Política, nos permite estudiar fenómenos que componen al Estado en las diferentes esferas, partiendo de un método científico empírico en búsqueda de comprender la realidad. El objetivo general de este documento radica en analizar el programa Cosecha de lluvia en san Miguel Teotongo a dos años de su inicio.

Dentro de nuestros objetivos particulares decidimos:

1. Analizar los factores que influyen en la escasez en el suministro para los habitantes de San Miguel Teotongo.
2. Evaluar en qué medida el programa Cosecha de lluvia es la respuesta a la escasez en el suministro de agua y en qué consiste.
3. Identificar las características de este programa, cómo se ha implementado y si ha logrado mejorar la situación de escasez de agua en San Miguel Teotongo.

Enfoque teórico

Para la elaboración del enfoque teórico partimos por definir los conceptos de: política pública, escasez de agua y sistemas de captación de agua pluvial. Resulta necesario darles el significado adecuado a estos conceptos, de esta forma, se busca facilitar al lector la comprensión de este tema. Retomando estas acepciones le daremos una interpretación correcta a nuestro análisis y con ello, darle el seguimiento necesario a esta investigación.

La aportación de Villanueva es fundamental para plasmar el término de políticas (p), pues es de los pioneros en esta cuestión pública, concibe a la política pública como:

[...]La pp se entiende, en cambio, como un plan específico de acción, un plan limitado, orientado hacia el logro de objetivos relacionados con la solución de problemas públicos específicos y con la mejora de situaciones de vida social, cada una de las cuales es diferente y posee su propia circunstancia. El espíritu que anima la disciplina de pp y el "gobierno por políticas es el de un gobierno por asuntos, por temas, concreto, orientado a entender y resolver la singularidad distintiva de los problemas sociales, sean crónicos o críticos [...] (Aguilar, 2010:31)

Es decir, nos muestra la esencia de este concepto lo cual es fundamental para entender esta acepción, la señala como una acción de gobierno encaminada a diseñar soluciones viables a problemáticas específicas integradas en proyectos o programas.

Otro concepto que forma parte de nuestro marco teórico es el de escasez de agua y es abordado como concepto clave para ayudarnos a precisar nuestra interpretación, para ello recuperamos la aportación de la FAO que la define como:

“Falta de agua de calidad aceptable; bajos niveles de suministro de agua, en un momento y en un lugar determinados, respecto a los niveles de suministro diseñados. El desabastecimiento puede producirse por factores climáticos, u otras causas que den lugar a recursos hídricos insuficientes, ausencia de infraestructuras o un inadecuado mantenimiento de las mismas; o por muchos otros factores hidrológicos o hidrogeológicos.” (FAO, 2013:70).

Esparza nos dice que la “escasez puede persistir con o sin lluvias y sin que ocurra una sequía, ya que este fenómeno se debe a la acción humana y consiste en extraer y consumir más agua de la que se logra recargar y de la que se encuentra en existencia y disposición.” (2014:198)

Sistemas de captación de agua pluvial: “Es un sistema ancestral que ha sido practicado en diferentes épocas y culturas, ya que es un medio fácil para obtener agua para el consumo humano y para el uso agrícola. El agua de lluvia puede ser interceptada, colectada y almacenada en depósitos especiales para su uso posterior.” (Balmaseda, 2014: 7)

Metodología

Para poder lograr nuestro objetivo le dimos seguimiento a un análisis descriptivo del programa de captación de agua de lluvia , dentro de su marco normativo y práctico en busca de generar bases sobre las cuales describimos la acción que enfrentó el gobierno para mitigar la escasez en el suministro y falta de acceso al agua en San Miguel Teotongo, Iztapalapa.

Para ello, utilizamos un enfoque mixto, tanto en el ámbito cualitativo como cuantitativo. Optamos por la presencia del enfoque cuantitativo para cuantificar el número de personas beneficiarias, por otro lado, el método de investigación cualitativo se empleó para la realización de un cuestionario con preguntas cerradas y abiertas, estas últimas nos sirvieron para obtener información a detalle de nuestro tema y con ello se presentó una interpretación para las reflexiones finales.

La encuesta se estructura de cuatro componentes:

1. Situación en la situación en la que se encuentra la localidad de San Miguel Teotongo en torno al agua potable.
2. Datos y características del programa Cosecha de lluvia.
3. Información básica del uso y funcionamiento del sistema de captación de agua de lluvia.
4. Evaluación y mejoras del programa en palabra palabras de los encuestados.

La presente investigación desde el enfoque cuantitativo tiene la finalidad elaborar un diseño de muestra con el uso de variables que nos permita conocer las características de la población encuestada, es decir, características cuantificables (medición, estadísticas, gráficas). Su base es la objetividad, se rige por hechos y se fundamenta en un método hipotético deductivo. Para aterrizar mejor este enfoque Pereira señala que el método cuantitativo se encarga de: “especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos comunidades o cualquier otro fenómeno que es sometido a un análisis” (Pereira, 2011:23)

Por tanto, para esta investigación profesional de carácter científico es prescindible contar con el método cuantitativo ya que el objeto de estudio es una problemática social propia de la actividad humana como lo subraya el método. Además, nos ayuda a identificar cuestiones como el rango de edad de los encuestado, sexo, mantenimiento aproximado de los SCALL, y de ser así. ¿En qué medida se reduce los gastos económicos de la población al reducir el consumo de agua embotellada?, entre otras preguntas encaminadas a la contextualización de la problemática.

Se argumenta que el conocimiento alcanzado por los métodos cuantitativos, principalmente la estadística para los investigadores es un valor confiable, significativo y generalizable. De esta manera se puede transcribir directamente las respuestas desde el cuestionario a la matriz de datos con la ayuda de la estadística.

Ahora bien, en cuanto al método cualitativo se señala como una técnica no reducible a números, se basa meramente en la recolección de datos comprendidos en la realidad por lo que también abordamos este modelo de investigación. Decidimos utilizar este método para comprender el impacto de este programa de gobierno gracias a las experiencias y motivaciones que ofrecen las preguntas abiertas con el apoyo de un análisis descriptivo. La autora Cecilia Salgado señala “el abordaje general que se utiliza en el proceso de investigación es más flexible y abierto, y el curso de las acciones se rige por el campo (los participantes y la evolución de los acontecimientos), de este modo, el diseño se va ajustando a las condiciones del escenario o ambiente.” (Salgado, 2007:72)

Entonces, partiendo de una metodología mixta que es la que nos converge, donde incluimos preguntas abiertas y cerradas como un elemento del mismo. Este modelo se fundamenta en el trabajo conjunto de ambos métodos debido a que partimos de una serie de supuestos además de la necesidad de comprender unos fenómenos sociales en este caso los sistemas de captación de agua de lluvia.

Dicha metodología mixta, tiene como particularidad el uso de diseños de secuencias, concurrentes y transformativos. Para esta investigación aplicaremos el diseño concurrente debido a la recolección y análisis de ambas técnicas en una base de datos. Este instrumento de recolección de información parte de los resultados arrojados en la encuesta. Cabe señalar, que las preguntas elaboradas de manera ordenada se alternaron en abiertas y cerradas.

Las preguntas cerradas permiten comprender datos específicos ya mencionados, mientras que las abiertas ayudan a conocer detalles y percepciones de la población encuestada.

“los diseños mixtos permiten, a las investigadoras y a los investigadores, combinar paradigmas, para optar por mejores oportunidades de acercarse a importantes problemáticas de investigación (...) los diseños mixtos permiten la obtención de una mejor evidencia y comprensión de los fenómenos y, por ello, facilitan el fortalecimiento de los conocimientos teóricos.” (Pereira, 2011:19)

Ambas técnicas se complementan mutuamente; la percepción o el análisis descriptivo fortalece los datos duros acompañado de imágenes en ocasiones ofreciendo un panorama más amplio al momento de enfocar la investigación.

En otras palabras, se buscó obtener la información a detalle de parte de los beneficiarios del programa de sistema de captación de agua de lluvia para saber ¿Cómo es el suministro de agua en sus domicilios?, ¿Cuál ha sido su experiencia al formar parte del programa de sistema de captación?, ¿Qué expectativa se tiene del programa?, ¿En qué medida creen que ayude a solucionar el problema de abastecimiento escaso e irregular?

Para nosotros fue de suma importancia conocer la perspectiva de los colonos en cuanto a su historia sobre el acceso al agua y ahora que tienen los SCALL como alternativa para almacenar el agua. De esta forma se pudo comprender en qué medida les ha favorecido la adquisición de estos sistemas.

A partir de los resultados arrojados en el cuestionario orientado a los derechohabientes del programa pudimos conocer, describir y analizar las características del programa para su posterior evaluación.

Por otra parte, se utilizaron fuentes documentales como tesis digitales e impresas, libros sobre política pública, revisión de fuentes hemerográficas que aluden al Programa de captación de agua de lluvia, fuentes oficiales gubernamentales como la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, etc.

Capítulo 1: Agua y su problemática.

1.1 El agua.

El agua es un compuesto formado de un átomo de oxígeno con dos átomos de hidrógeno, debido a la unión que producen estos átomos forman una estructura molecular llamada H₂O. Esta molécula se caracteriza por ser incolora, insabora e inodora. Cabe resaltar que, en su estado más puro, es decir, antes de algún proceso industrial depende directamente de las condiciones climatológicas y el espacio geográfico. Por ejemplo; la flora y fauna de un ecosistema influyen directamente en la tonalidad del agua como mares, lagos, ríos y océanos, es por ello que encontramos diferentes tonalidades de agua en el mundo.

Este elemento se expresa en tres estados de agregación que permite la naturaleza. Sólido (hielo), líquido (agua) y gaseoso (vapor). En su estado sólido se puede apreciar en casquetes polares y hielo, debido a la compacta composición molecular los átomos forman superficies firmes. En su estado líquido se presenta en forma de

lluvias, mares y ríos, es decir, en cualquier superficie líquida del planeta tierra y en su forma gaseosa se encuentra en vapor o nubes.

El planeta está formado por 4 elementos naturales; tierra, agua, fuego y aire los cuales propician el desarrollo evolutivo y la conservación de las especies incluyendo al ser humano. El agua es el elemento más abundante existente en nuestro planeta, dado que, las tres cuartas partes de la superficie están cubiertas por agua. Aproximadamente el 97% de ella corresponde al agua salada, la cual se localiza en mares y océanos de manera superficial, dentro de ellos habita una extensa variedad de flora y fauna formando parte del desarrollo de la vida misma. El 2.7% pertenece a el agua dulce, con un total de 38 millones de kilómetros cúbicos, de los cuales 29 millones del total se encuentran en estado sólido ubicados principalmente en los polos del planeta en zonas como la Antártida y Groenlandia, 5 millones forman la reserva de ríos, lagos, lagunas y por último 4 millones de km³ se sitúan en las aguas subterráneas. (Caballero Aquino, 2007:11)

Además, de ser fuente de vida, en su estado líquido interviene en los procesos biológicos lo cual la convierte en el elemento más importante para los seres vivos. La relevancia que posee el agua en su estado sólido es más importante de lo que podríamos pensar, las extensas y compactas superficies de hielo y glaciares situados principalmente en el polo norte y el ártico son responsables de absorber la radiación que emite el sol, lo cual no permite que los rayos solares entren directamente a la atmósfera, también ayudan a regular la temperatura del planeta al igual que los océanos.

Indudablemente el agua ha sido un recurso único que ha servido para el desarrollo y la supervivencia del hombre y las especies. Desde los inicios de la humanidad el hombre buscó la manera de aprovechar los abundantes cuerpos de agua encontrados en la superficie que la naturaleza nos ha brindado, ejemplo de ello fue cuando los primeros hombre comenzaron a encauzar los ríos y caudales para sus sistemas de riego y llevar a cabo las primeras actividades agrícolas. De esta forma comenzó el gran proceso de transformación del medio natural, sin la presencia de agua este proceso no se podría haber llevado a cabo.

La importancia de las fuentes propias de agua dulce como de agua salada que existen en el planeta es, que además, de proporcionar el vital líquido para el consumo humano favorecen la reproducción y preservación de flora y fauna. Con el paso del tiempo los organismos unicelulares, algas, mamíferos, reptiles y anfibios han ido adaptándose a los cambios de su hábitat y evolucionando como especie. Dando lugar a la gran variedad de biodiversidad que se encuentra en los ecosistemas.

De igual modo, los cuerpos de agua conocidos, como humedales son los más significativos reservorios de carbono, así como los manglares, pues ayudan a mitigar los cambios bruscos de temperatura producidos de manera acelerada por el cambio climático. Al ser superficies inundadas poseen la capacidad de absorber contaminantes.

Tipos de agua

A Continuación presentamos los tipos de agua más importantes para nuestro trabajo recepcional. La diferencia radica en su modo de empleo, la composición química y por la variabilidad de concentración de sales y minerales.

Agua potable: “Es el agua que se utiliza para usos domésticos, para beber, cocinar y para higiene personal. El agua potable se considera segura si cumple ciertas normas microbiológicas y químicas concernientes a la calidad del agua potable” (OMS, 2012:1) la importancia fundamental de este tipo de agua es en beneficio de los consumidores, ya que su principal uso es para el consumo humano dado a esto, es que se puede prevenir infinidad de enfermedades. Se considera agua potable al agua procedente de un suministro público, o alguna fuente como son los pozos.

Agua dulce: son aquellas aguas que tienen procedencia natural y cuentan con mínima concentración de sales, esta agua es la más adecuada para transformarla en agua potable. El 2.7 % de la totalidad de agua corresponde a este tipo, se encuentra en estado sólido en los casquetes polares del planeta, y en estado líquido se encuentra en lagos, ríos y lagunas. De lo cual se retroalimentan plantas y animales dependiendo del ecosistema en el que habitan.

Aguas saladas: son conocidas por su gran concentración de sales minerales. Además, la Tierra está constituida por esta agua en un 97% de su totalidad. Esta es una de las más importantes para los seres vivos, ya que en estas aguas habitan las especies acuáticas de las cuales se alimenta el hombre.

Aguas negras: su concentración está formada por desechos de actividades humanas, es decir, agua contaminada por la mezcla de algún líquido doméstico, industrial o bien de residuos tóxicos.

Aguas residuales: su calidad se ve afectada por sustancias provenientes de diversas actividades humanas como, industriales, domésticas, económicas, riego agrícola, etc. Busca eliminar toda sustancia química. Es decir, surgen de la combinación de residuos líquidos y sólidos de cualquier tipo, por ejemplo, de poblaciones, edificaciones, industrias, instituciones, infraestructuras y servicios; así como de cualquier tipo de actividades efectuadas por el hombre. No solo derivan de aguas superficiales sino también de caudales subterráneos, por consiguiente, se clasifican en aguas residuales domésticas, industriales, de infiltración y pluviales.

Las aguas residuales son las que provienen del sistema de abastecimiento hídrico de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. (Blazquez y Montero, 2010: 6)

Agua de suelo: se encuentra ubicada en la superficie y tiene la facilidad de evaporarse contribuyendo al ciclo hídrico llegando a la capa atmosférica del planeta.

Ciclo del agua y la intervención del hombre.

La disponibilidad del agua está relacionada con el clima que predomina en cada región, mientras en algunas regiones las precipitaciones son abundantes a lo largo de año, en zonas desérticas las lluvias son escasas en la mayor parte de las estaciones, pues no hay grandes cantidades de agua que puedan acumularse e infiltrarse en el suelo.

Ahora bien, nos hemos preguntado ¿De dónde viene el agua que bebemos? La naturaleza tiene un proceso particular de retroalimentar sus aguas, las cuales atraviesan por distintos estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso) conocido como el ciclo del agua. Este proceso se vuelve continuo y repetitivo debido, al intercambio relativamente constante entre los volúmenes que se vierten en los océanos, el vapor desplazado hacia la atmósfera, y la cantidad infiltrada en la tierra.

El ciclo hidrológico, se lleva a cabo en la atmósfera, litosfera e hidrosfera. La atmósfera es la capa gaseosa que cubre la tierra, abre paso al clima y las precipitaciones atmosféricas. La litosfera es la superficie terrestre sólida como mantos acuíferos y corteza terrestre, sirve para la de filtración del agua. Por último, la hidrosfera corresponde al 70% de los cuerpos de agua que cubren el planeta tierra.

Aunque a ciencia cierta no se sabe exactamente cuál es la primera fase del ciclo del agua, estudios científicos coinciden en que la primera fase se podría efectuar en el denominado proceso de evaporación en el cual el sol se encarga de evaporar el agua superficial como océanos, lagos y lagunas para dirigirlos hacia la atmósfera; en esta fase la materia pasa de estado líquido a gaseoso.

La siguiente fase se llama condensación esta ocurre cuando el vapor atmosférico se enfría y se agrupa, debido a la temperatura del ambiente se crean grandes cantidades de agua conocidas como nubes. A continuación, surge la precipitación, periodo en el que el agua condensada se agrupa en forma de gotas que rápidamente caen del cielo en forma de lluvia, cabe señalar que existen precipitaciones en estado sólido formando lluvias de granizo para posteriormente almacenarse en los suelos o superficies líquidas.

Posteriormente, una parte del agua de lluvia se infiltra en suelos, mares o aguas subterráneas, otra parte es transpirada por las plantas para poder realizar su proceso natural de fotosíntesis y la demás es aprovechada por los seres humanos y la fauna. Los árboles y la vegetación facilitan la infiltración, evitando los fuertes escurrimientos y la erosión. El suelo almacena la lluvia hasta que es aprovechada por las plantas, infiltrada al subsuelo o evaporada. (Agua para todos agua para la vida, 2013: 2) El suelo es el encargado de almacenar el agua de lluvia para ser aprovechado por los seres vivos, al infiltrarse al subsuelo es capaz de llegar a acuíferos profundos formando un complejo sistema de flujos subterráneos.

Finalmente, la quinta etapa de este ciclo continuo se le conoce como escurrimiento, básicamente comprende el deslizamiento del agua en suelos y acuíferos, es el principal promotor de la erosión del suelo, también, transforma el medio y sedimentaciones rocosas. Además, se encarga de mantener el caudal de ríos y lagos. En la siguiente imagen se muestra una ilustración del fenómeno hidrológico con las etapas que se presentan durante este proceso.

Esquema del ciclo del agua



Imagen1. Fuente: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010. p: 8)

Así mismo, el agua hace su recorrido dentro del subsuelo rocoso también, conocido como aguas subterráneas; estas aguas a lo largo del tiempo han recorrido grandes distancias a través de los mantos acuíferos que pueden tardar meses, años, incluso miles de años formando complejos sistemas de flujos subterráneos.

Por otra parte, las aguas superficiales son alimentadas por las aguas subterráneas y viceversa, a este proceso se le denomina retroalimentación, de tal forma que el papel que juegan estas aguas en el ciclo hidrológico contribuye al equilibrio ecosistémico del planeta.

Debido a este proceso natural, el agua se encarga de recorrer los flujos subterráneos los cuales se clasifican en tres tipos de flujos: locales, intermedios y regionales. Los flujos locales son propios del consumo humano ya que propician aguas dulces como manantiales, ríos o lagos y dependen del tipo de cuenca en el que estén situados. Sus aguas tardan regularmente meses en hacer su recorrido, esto se debe a la variación y aislamiento de lluvias en la región. Los flujos

intermedios son capaces de brotar a la superficie después de años o cientos de años a causa de su extenso recorrido por las zonas profundas de la tierra. Por último, los flujos regionales son los más largos y extensos, pueden llegar a tardar miles de años en avanzar por los mantos rocosos de la corteza, se le consideran aguas fósiles debido a la alta temperatura que poseen sus aguas y a los metales pesados que contienen como arsénico, plomo, flúor, principalmente. (Agua para todos, agua para la vida, 2013:2)

Cabe señalar que, estas aguas no son aptas para el consumo humano, requieren de mayor inversión de capital y son muy difíciles de potabilizar por la cantidad de componentes tóxicos que se encuentran en ella.

Hasta hace unos años se consideraba al agua como un recurso renovable, debido al ciclo repetitivo que conlleva las fases ya mencionadas. Sin embargo, se plantea la idea de que este recurso se puede agotar. ¿Por qué se piensa esto?, se debe a la forma en la que el ser humano ha modificado su entorno, es decir, las grandes construcciones en zonas boscosas, contaminación hídrica, desertificación, erosión del suelo, contaminación a causa de residuos industriales, entre otros factores propios de la actividad humana, los cuales intervienen en la forma natural del ciclo del agua.

También, la quema excesiva de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón producen sustancias de monóxido, dióxido de carbono y contaminantes que agravan el deterioro atmosférico propiciando así, que el agua se considere un recurso no renovable. (Caballero, 2007:20). Pues estos agentes químicos contaminan los cuerpos de agua naturales de los cuales se abastece el hombre lo

que conlleva a grandes problemas de salud. Debido a ello, parte de los ecosistemas han sufrido constantes modificaciones a lo largo de la historia principalmente para satisfacer sus necesidades económicas y alimenticias.

Por ejemplo, las fuentes naturales de agua dulce se han secado y contaminado a un ritmo acelerado, pues se afectan tres veces más a estos ecosistemas en comparación con los bosques, debido a la contaminación agroquímica y a los desechos humanos que se vierten en estos cuerpos de agua. Datos indican que México posee el 20% de los humedales más importantes del mundo y de ellos hasta el 2010 se han perdido hasta un 60% de estas reservas. (Romero, 2021: s/n)

Por otra parte, el agua ha sido un elemento sagrado a lo largo de la historia, antiguas civilizaciones han señalado al agua como eje principal de culto, en la mitología griega el agua es representada por (Poseidón - Neptuno) el dios del agua y los océanos, por otro lado, en la cultura prehispánica existen diversas deidades que aluden a la adoración del agua, ya que se le atribuye con la abundancia de los alimentos y de la vida.

Por ejemplo, CONAGUA hace mención de: Chaac. Deidad maya asociada al agua y la lluvia. Era Invocado para obtener abundancia en las cosechas. Moraba en cuevas y cenotes, los cuales eran portales a Xibalbá (Inframundo maya). En sus representaciones se le caracteriza por poseer una larga trompa y un hacha con la que provocaba los truenos en el cielo (2018:4).

Además, de ser adorada por las culturas prehispánicas, el agua como deidad procreadora de vida, su visión ha podido permanecer y trascender por generaciones. Por ejemplo, en la actualidad las culturas de los pueblos originarios tienen la concepción de respetar y cuidar a la madre naturaleza como un ser vivo, el cual nos ayuda a satisfacer nuestras necesidades, por ende, todo lo que tenga que ver con la naturaleza como lo es agua se le atribuye un respeto profundo.

Antiguas civilizaciones en todo el mundo construyeron complejos sistemas hidráulicos en función de distribuir el agua para satisfacer sus necesidades principalmente para el uso agrícola, la domesticación de animales y el aprovechamiento humano. Como resultado se fueron formando los primeros asentamientos urbanos. Para ello, era indispensable construir las viviendas a orillas de ríos o lagos para el desarrollo y comercio de las culturas.

Para las comunidades más primitivas habitar cerca de cuerpos de agua era indispensable, pues, facilitaba la comunicación y el intercambio de especies principalmente de origen agrícola (comino, haba, frijol, trigo, etc.) ya que era su principal fuente de comercio, aunque también elaboran productos a base de metal, seda y madera este hecho no sólo promovió el intercambio de productos sino también de conocimiento en las primeras poblaciones, no cabe duda que el agua desde los inicios de la humanidad fue esencial para el surgimiento de las relaciones sociales.

De acuerdo a estudios científicos, el origen de la civilización humana surge en el medio oriente principalmente entre los ríos Éufrates y Tigris. Desde hace 10 mil años varios grupos humanos se asentaron en esa región, por ejemplo, los sumerios

en aquellos tiempos diseñaron sistemas de riego para aprovechar el agua de los ríos a base de canales y técnicas de embalse. En el caso de los egipcios se dieron a la tarea de construir la presa más grande del mundo que se ha conocido, construida hace aproximadamente 5 mil años, que hasta la fecha abastece a humanos y vida silvestre. (Calleros y Rodríguez, 1995: 366)

De este modo, la importancia del agua ha sido vital para la subsistencia y desarrollo del hombre desde su aparición. Las antiguas civilizaciones fueron capaces de adaptarse a su hábitat y realizar aportaciones culturales en la medida de sus conocimientos para la humanidad. En los inicios de la historia los gobernantes del territorio y del agua eran las razas que dominaban los imperios.

Actualmente el hombre ha modificado su relación con el agua, dado que, millones de litros de agua son embotellados para su comercialización en todo el mundo. Para nuestros ancestros y no tan lejanas generaciones era inimaginable concebir el hecho de que el agua se convirtiera en un producto comercial, pues, cada vez existen menos reservas de agua dulce disponibles para el consumo humano. Actualmente la lucha constante de empresas por acaparar la mercantilización del agua cada vez afecta más la dotación para el uso público, al adueñarse de este recurso natural, se les concede el derecho de disponer de las cuencas existentes sobreponiendo intereses económicos a costa del beneficio de la población.

Actualmente, existen diferentes grupos de asociaciones civiles y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que defienden y protegen el derecho humano al agua; sobre todo fomentan el cuidado de este líquido vital, pues la gran sobreexplotación

de los mantos acuíferos trae consigo un gran daño ambiental para el hombre y para los ecosistemas.

El agua se ha convertido en un punto de discusión política a nivel mundial, así lo han señalado organismos mundiales como la Organización Mundial de la Salud (OMS). Expertos en el tema coinciden en que el porcentaje de agua dulce vital para millones de especies en el planeta disminuirá en los próximos años, por tanto, todos los gobiernos, deberán incorporar estrategias para combatir este problema en su agenda pública. Pues de ello depende el desarrollo económico, tecnológico y social.

La importancia que tienen los acuíferos y los demás cuerpos de agua principalmente en países en vías de desarrollo, radica en que, en la mayoría de los países su economía depende en gran parte de actividades primarias como la pesca, ganadería, minería y agricultura.

En México pese a contar con un aproximado de 300 cuencas distribuidas en el territorio, las cuales son un número considerable con relación a otros países, la escasez comprende diversos factores. Uno de ellos es la contaminación que proviene de la actividad agrícola por el uso de insecticidas y otras sustancias que se implementan. Además, la falta de fuentes de tratamiento ha influido en la contaminación de aguas superficiales y subterráneas,

Por otro lado las actividades industriales juegan un gran papel en la contaminación de estos cuerpos de agua; de manera que las cuencas disponibles de aguas dulces y frías se ven amenazadas por sustancias tóxicas que emanan de este tipo de actividades producidas por el hombre.

La falta de fuentes de abastecimiento, el cambio climático, la sobreexplotación y la desertificación de ríos, lagos y acuíferos son los principales enemigos de la escasez de agua en nuestro país. “Mientras se contaminan las principales cuencas, los lagos y las zonas costeras, se informa que todavía doce millones de personas que habitan en las áreas urbanas y otros trece millones que viven en el sector rural, carecen de agua potable. “(Restrepo, 1995: 12)

Es importante señalar el daño a la salud que puede contraer este tipo de sustancias contenidas en los ríos y lagos ubicados en el territorio, principalmente se ve reflejado en enfermedades estomacales en los niños y jóvenes. Por otro lado, la falta de plantas de tratamiento que regulen la cantidad de aguas residuales, es un problema que agrava el abastecimiento de agua potable en millones de mexicanos.

En cuanto a la repartición de agua en México se emplea de manera inequitativa, mientras que para la ciudad se distribuye a un 70% y para las zonas rurales con dificultad rebasa el 30%. Es importante regular el consumo de agua, de acuerdo a estudios hídricos, no todos los estados de la república mexicana consumen en igual cantidad, muchas veces el reparto varía dependiendo de factores predominantes como lo es la actividad económica, industrial y la densidad de población de cada estado en función del número de habitantes.

Por ejemplo, en nuestro país se consume un aproximado de 170.000 litros por segundo, de los cuales 3 ciudades consumen mayor cantidad de agua al día por segundo; la Ciudad de México consume 63 mil litros del total, en segundo lugar, se encuentra Guadalajara con 11 mil litros por segundo y en tercer lugar la ciudad de Monterrey consume 9 500 litros por segundo. (Flores, 1995:399)

1.2. Clasificación de los usos del agua.

En México se utiliza el agua de diferentes maneras por lo que se clasifica según su uso, para hacer posible que el agua llegue a su destino de uso, es fundamental contar con una estructura hídrica adecuada que se encargue de conducir este líquido a todo el país, en las zonas de menor desarrollo existen otras formas de distribuir el agua, por ejemplo, de pozos o manantiales.

Cabe mencionar que, estas formas de utilizar el agua varían dependiendo del lugar en donde se analiza, es así, como se encuentran contrastes entre la ciudad y el campo, pues, los usos del agua tienen su peculiaridad dependiendo de la necesidad de la población. Por ejemplo, la ciudad tiene mayor concentración en el uso industrial, uso público y energético, mientras que en las zonas rurales como el campo se emplea el mayor uso de agua, principalmente por las actividades primarias como la agricultura o ganadería.

La utilización y reutilización del agua fomenta y crea la actividad humana del día a día, haciendo posible que nuestro país tenga la capacidad de desarrollarse y brindar los servicios necesarios a su población

La importancia de clasificar o agrupar los diversos usos del agua dan un panorama real de en qué se emplea este líquido, y en México se agrupan de la siguiente manera:

Gráfica 1. Usos del agua



Fuente: CONAGUA. (2018, p.76).

Estos grupos aluden a los usos del agua en general de todo el país, la clasificación concentra un alto porcentaje para el uso agrícola y se debe a la actividad que se realiza en el campo, por ejemplo: se utiliza para el riego de cultivos para la producción de alimentos. Este sector tiene la tarea de proveer el sustento a la población así que dependiendo del número de habitantes será el tamaño del uso agrario, la relación que esta actividad mantiene con el agua tiene un gran impacto y no solo en el país, también, a nivel global, el Banco Mundial dice que:

Uso agrícola, en promedio para esta actividad se ocupa el 70 % del agua que se extrae en el mundo, y las actividades agrícolas representan una proporción aún mayor del "uso consuntivo del agua" debido a la evapotranspiración de los cultivos. A nivel mundial, más de 330 millones de hectáreas cuentan con instalaciones de riego. La agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo (Banco Mundial, s/f)

México se encuentra entre los principales países con sistemas de riego de gran magnitud, lo cual se debe a la acción que se lleva a cabo en el sector agrario, esta actividad es fundamental para el país y su crecimiento económico, los empleos que se generan son un número elevado , las personas que se dedican a la agricultura (al campo) provén a la población de alimentos, además, se producen productos primarios para desarrollar otras actividades, la agricultura genera mercado nacional y relaciones económicas internacionales las cuales fomentan el empleo.

En la actualidad, la agricultura se ve afectada por el uso de diversas sustancias químicas como los insecticidas implementados para combatir plagas que dañan la producción, esta acción trae como consecuencia la contaminación del agua sobre todo en las áreas subterráneas. Este factor agrava la escasez de agua en México, así como a nivel mundial, mientras mayor cantidad de cuerpos de agua se contaminen mayor será el costo del agua potable.

Uso público, este modo requiere de una red de conexión que brinda agua a los hogares mediante los servicios públicos que ofrece el gobierno, la mayor concentración de redes hidráulicas se encuentra en la ciudad de México (CDMX), esto se debe a la gran demanda de agua que se requiere para abastecer a la población, servicios de salud, escuelas, cárceles, servicios de transporte, entre otros. Por otra parte, un problema actual del uso público, se encuentra en la deficiencia del sistema hídrico. Por ejemplo: la falta de mantenimiento en la tubería provoca constantes fugas de agua en la red lo cual reduce el abastecimiento en la red de agua para uso público.

Uso doméstico, es importante mencionar el gran impacto que tiene este uso al concentrar diversas actividades que realiza la población en su vida diaria; tal es el caso del aseo personal, lavado de carro, trastes, ropa, riego de jardín y todas las demás actividades cotidianas que requieren de agua para su mantenimiento del hogar y aseo personal.

Uso industrial, en él se encuentran las grandes empresas nacionales y trasnacionales, como Bimbo, Nestlé, Gamesa, Barcel y Sabritas por mencionar algunas que se abastecen directamente de las fuentes de agua como ríos, lagos, arroyos y acuíferos, su impacto en la actualidad es demasiado evidente porque son empresas no sustentables lo que origina que el agua empleada en sus productos se desperdicie al ser contaminada fuertemente. Ejemplo, el impacto de este uso, las industrias consumen millones de litros al año para la elaboración de los productos, por ejemplo, para la elaboración de “acero se utilizan 250,000 litros de agua y para producir 1 tonelada de papel se requieren de 220,000 a 3800,000 litros de agua (Caballero Aquino, 2007: 25)

El uso de energía eléctrica, este modelo representa un gran avance ambiental, ya que, por medio del agua se genera electricidad, el agua regresa a su lugar de origen después de cumplir con su tarea, otra característica de este uso es que es una forma económica y también más limpia de producir electricidad, este método es más útil para empresas grandes que producen su propia energía eléctrica. Acorde con la clasificación de usos de agua, se muestra una recopilación fundamental para conocer la cantidad de agua que se le destina a cada grupo.

Tabla 1. Estadística del Agua en México.

Agrícola:		76.8 %
Abastecimiento Público:		14.0 %
Industria autoabastecida:		4.1 %
Energía Eléctrica:		5.1 %
Total, de Agua:		100 %

Tabla 1. Elaborada con base a: ESTADÍSTICA DEL AGUA EN MÉXICO, CONAGUA (2010. p: 60)

1.3. Fuentes de abastecimiento y deficiencias.

Con respecto a la disponibilidad de agua que posee cada país, cabe resaltar que tiene que ver con la cantidad de cuerpos de agua dulce aptos para el consumo humano. Tal es el caso de Brasil, Canadá y Colombia, países de América que se caracterizan por sus grandes reservas de agua dulce.

En México, las principales fuentes de agua dulce se encuentran en ríos, cuencas, lagos, arroyos, acuíferos, aguas renovables de lluvia y pozos de extracción. Todos estos recursos naturales subterráneos y superficiales, nos proporcionan, gran cantidad de agua para los diferentes usos que se requiera. Sin embargo, hallamos que no en todas las regiones del país el agua es abundante, por ejemplo; Sonora

tiene un clima cálido y baja intensidad de lluvias, por lo que generalmente se encuentra en estrés hídrico y es debido a su localización geográfica; es decir, en zonas áridas la precipitación pluvial es muy escasa tal es el caso del norte y centro del país, por otra parte, las áreas húmedas reflejan gran cantidad de lluvia y por lo regular la encontramos en el sur del país.

Mientras tanto, las fuentes principales de abastecimiento hídrico en la CDMX se encuentran en el sistema Lerma y el sistema hídrico Cutzamala, así como de pozos de extracción ubicados en diferentes puntos dentro de la ciudad, manantiales, etc. Estas fuentes son encargadas de distribuir grandes cantidades para la capital del país y lo hacen de la siguiente manera.

[...] “El suministro de agua en la ZMVM es de 68 m³/seg. los cuales provienen 25 de pozos explotados 25.16 m³/seg. (37%)f, pozos recargados 15 m³/seg. (22%), manantiales 3.6 m³/seg. (2%), del Río Cutzamala 13.6 m³/seg. (20%) del Río Lerma 6.12 m³/seg. (9%) y saneamiento con 6.8 m³/seg. (10%)” [...]. (Torres, 2017:24-25)

El agua proveniente del sistema¹ Cutzamala, representa dos veces más del agua que proviene del sistema Lerma, los cuales forman parte del suministro que abastece a la ciudad de México y a la ZMVM. Según el Comité de Academias para el Estudio de Suministro de Agua de la Ciudad de México Water Science and Technology Board Commission on Geosciences, Environment, and Resources National Research Council y Academia de la Investigación Científica, A.C. Academia Nacional de Ingeniería, A.C. (1995):

[...]El sistema Lerma-Cutzamala traslada 10.6 mcs de agua desde el río Cutzamala. Después de ser tratada cerca de los puntos de recolección, el agua del río Cutzamala es conducida a través de un acueducto. El agua subterránea importada de la cuenca del Lerma (4.3 mcs) es desinfectada con cloro e incorporada a este acueducto antes de integrarse al sistema de distribución de la ZMVM[...] (22)

La cantidad de agua que nos provee el sistema Lerma-Cutzamala es grande, no obstante, no cubre la demanda necesaria; en la ciudad de México los recursos naturales superficiales son insuficientes para abastecer a la gran población urbana por lo que es menester obtener agua de otra fuente, es por ello que se implementa la extracción de pozos subterráneos, de los cuales, gran parte de la ciudad se abastece; sobre todo en la zona oriente, que en la actualidad tiene un gran número de pozos de extracción. Anteriormente, la localización de estos pozos se encontraban en la parte sur o centro de la ciudad, sin embargo, las afectaciones que conlleva la excavación de estos pozos son negativas, principalmente, para el suelo y como efecto provoca agrietamientos y grandes socavones, solo por mencionar algunos, a consecuencia del gran impacto que tiene la extracción de agua. El Comité de Academias para el Estudio de Suministro de Agua de la Ciudad de México Water Science and Technology Board Commission on Geosciences, Environment, and Resources National Research Council y Academia de la Investigación Científica, A.C. Academia Nacional de Ingeniería, A.C. (1995) nos dice que:

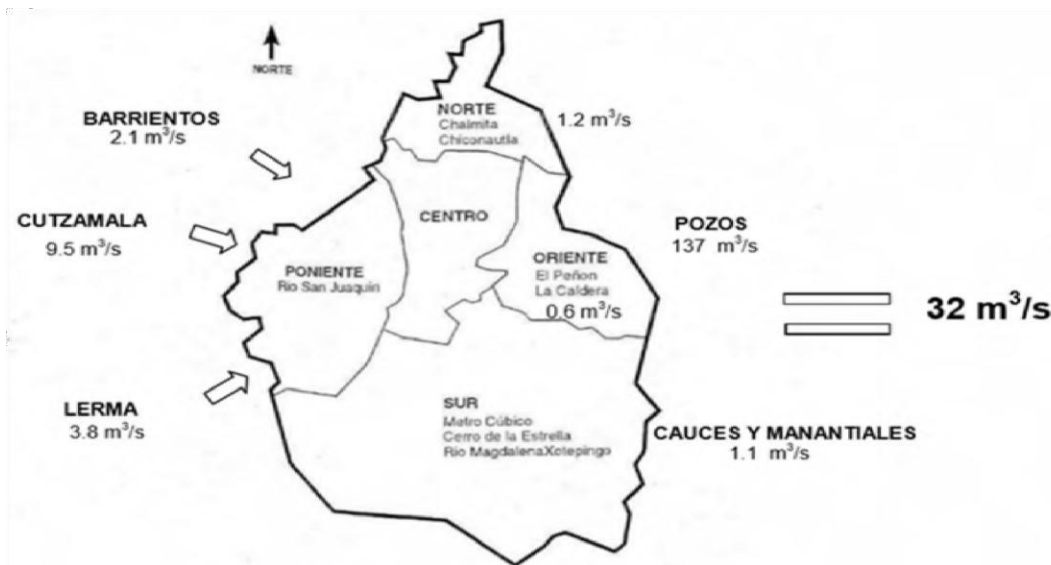
[...] en efecto, desde que se inició la explotación del agua subterránea en el siglo XIX a la fecha, el constante descenso en los niveles de agua subterránea ha provocado un hundimiento cercano a los 7.5 metros en el centro de la Ciudad de México. Este hundimiento ha aumentado la propensión natural de la ciudad a las inundaciones, al tiempo que ha dañado la infraestructura urbana [...] (2)

Es claro, que gran parte del problema de la CDMX proviene de la explotación de aguas subterráneas, una complicación más, que afecta a miles de personas sobre todo en la Alcaldía Iztapalapa. A pesar de estas problemáticas hídricas, por las

cuales atraviesa la zona oriente de la ciudad, al mismo tiempo, se coloca como la principal distribuidora de agua potable mediante la extracción de pozos. Sin embargo, existe otro problema, al llegar a su límite de extracción de los pozos el agua obtenida a mayor profundidad contiene olores y minerales que hacen daño en la salud por lo que ya no es viable emplearla.

Ahora veamos, la localización de las fuentes de abastecimiento dentro de la CDMX son el sistema Lerma- Cutzamala, cauces y manantiales, pozos, etc. Como ya se mencionó anteriormente la Alcaldía Iztapalapa es abastecida mediante pozos, tal como lo expone Aguirre Armendáriz en su tesis *INUNDACIONES Y ESCASEZ DE AGUA EN LA DELEGACION IZTAPALAPA 1945 – 2010*, p49:

Imagen 2. Almacenamiento y distribución en la alcaldía Iztapalapa



Fuente: Armendáriz. (201. p: 49)

En esta imagen podemos observar las cinco áreas de distribución, la zona oriente es identificada por suministrarse mediante pozos, almacena el agua extraída en tanques de agua potable los principales y los de mayor capacidad son: la Caldera,

Cerro de la Estrella y Xaltepec, estos tanques son recargados por acueductos como el de Chalco-Xochimilco, así como por el acueducto Santa Catarina que también proporciona agua para el tanque la caldera, en total el número de tanques que se ubican en Iztapalapa según el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa “para la regulación y almacenamiento del agua, se cuentan con 26 tanques que almacenan un volumen de 220, 760 m³ y 18 tanques de bombeo con capacidad de 6, 936 m³”(1995.p29)

A pesar, de las acciones tan planeadas y costosas por dotar el agua necesaria a la demarcación mediante infraestructura hídrica, no se alcanza a cubrir en su totalidad la zona, por lo que se emplea otro modo de llevar agua a las viviendas como lo es mediante pipas las cuales se encargan de llevar vital líquido a los lugares, en donde no hay servicios de tubería o bien el corte de agua es de manera muy frecuente.

El sistema de agua de la ciudad de México (SACMEX) nos dice que, en el 2012 México registraba un total de 976 pozos de extracción de agua de los cuales 430 estaban en la Ciudad de México (CDMX), de este total, 73 pozos se encuentran en Iztapalapa. Estos pozos tienen que cumplir con ciertas características sobre todo hablando de reglas de sanidad, estos lineamientos permiten que el agua obtenida sea de calidad por lo que se estudian muestras, por ejemplo, el tipo de agua y el área geológica. Además, de esta evaluación hay una serie de procesos que tienen como finalidad llevar el agua adecuada a los tanques y posteriormente a los predios habitados.

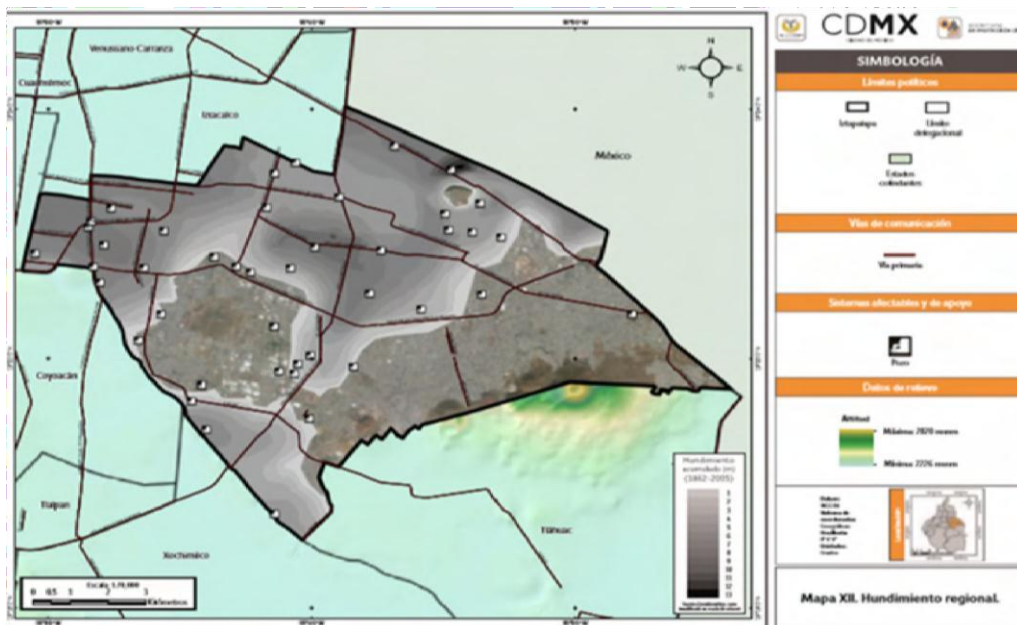
Tabla 2. La gestión del agua potable en la Ciudad de México.

976.64	Kilómetros de red primaria.
11,954	Kilómetros de red secundaria.
34	Kilómetros de acueducto perimetral.
514	Kilómetros de acueductos y líneas de conducción.
295	Tanques de almacenamiento.
254	Plantas de bombeo.
26.0	Capacidad total de bombeo.
514	Kilómetros de líneas de conducción y acueductos.
34	Plantas potabilizadoras (29 a pie de pozo).
972	Pozos en operación.
68	Manantiales.
56	Estaciones medidoras de presión.
435	Dispositivos de cloración.

Fuente: Torres, L. (2107) La gestión del agua potable en la Ciudad de México. Los retos hídricos de la CDMX: gobernanza y sustentabilidad." LA CONSTRUCCIÓN DEL PROBLEMA. [Tabla]. (p.91)

En cuanto a las deficiencias, de éstas fuentes encontramos variedad de problemas, sin embargo, se encuentra uno en especial, ya que es un gran desafío a atender en la alcaldía. Este es originado por la falta de mantenimiento o bien derivado del tipo de suelo en el que se encuentran los pozos de extracción de agua potable, este suelo es lacustre por lo cual tiende a tener hundimientos constantes lo que daña la infraestructura hidráulica, existen zonas más vulnerables en dónde los hundimientos son más notables y con ello la operación de los pozos se frena, lo que genera la falta de agua potable a los habitantes ubicados en estas áreas como se muestra a continuación:

Imagen 3. Mapa de Riesgos de la Delegación Iztapalapa



Fuente: Secretaría de Protección Civil (2014). Mapa de Riesgos de la Delegación Iztapalapa [Mapa]. Recuperado del Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México. (p. 73).

1.4 Breve descripción del problema histórico de acceso al agua en Iztapalapa.

Iztapalapa es una de las 16 alcaldías que conforman la Ciudad de México, representa el 21% de la población total, se caracteriza por ser uno de los territorios más poblados del país. Se localiza al oriente de la Ciudad, tiene una altitud de 2,240 m.s.n.m., cuenta con una pendiente de 5% a excepción de regiones montañosas como el Cerro de la Estrella, Peñón del Marqués, y las partes altas de la Sierra de Santa Catarina, las cuales no se encuentran dentro de una superficie plana.

La alcaldía forma parte de una zona lacustre, al ser una de las partes más bajas de la Ciudad el suelo tiende a ser inestable por lo que es común constantes hundimientos y encharcamientos en el territorio. En el año 1994 tuvo una modificación de límites en su colindancia con el Municipio de Los Reyes La Paz y Chalco Solidaridad, en el Estado de México, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 1994.

Iztapalapa se encuentra a 2239 metros sobre el nivel del mar, su clima es cálido-templado con variaciones de precipitación, durante las estaciones de verano se registran grandes cantidades de lluvia, mientras que en los inviernos se registran pocas lluvias. Su temperatura oscila entre 15.9 °C y 16.7°C, mientras que en invierno es menor a los 13.2°C y en primavera 19.0°.

De acuerdo a las estadísticas realizadas la precipitación en la región ha sido ha ido en aumento y ha sido variada:

La precipitación pluvial anual, registrada de 1956 a 1989 es en promedio de 607.00 m.m donde el año más seco registra los 403.80 m.m y el año más lluvioso de 864.80 m.m según datos de la Comisión Nacional de Agua, Registro Mensual de Precipitación Pluvial en m.m. (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2008:13).

Para el año de 1993 la precipitación acumulada registrada fue de 4449.60 mm de acuerdo a datos emitidos por el (Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa, 1997:45) actualmente se registran precipitaciones alrededor de los 633 mm.

Iztapalapa cuenta con fuentes de abastecimiento de agua propias como son los pozos localizados en el Cerro del Peñón y de la Estrella los cuales abastecen a los habitantes de la zona centro y poniente del territorio. Las fuentes externas provenientes del Río Lerma y Cutzamala, además, de fuentes de aguas subterráneas. A pesar de ello la alcaldía se ha caracterizado en general por tener problemas en el suministro de la red hídrica, falta de tanques de bombeo en la zona, agua de mala calidad y fallas en el mantenimiento del sistema hidráulico.

Del total de agua que recibe la ZMCM a Iztapalapa se le destina el 4.63 m³/s del cual el 1.03 m³/s se atribuye a la actividad industrial, mientras el 3.60 m³/s, para el uso doméstico. Es importante mencionar que, la red de cobertura de la alcaldía no rebasa el 75% de cobertura para sus habitantes, actualmente recibe un suministro de 3.6 m³/s distribuido en 12 subsistemas almacenados en 23 tanques de regulación y tanques de presión, estos se encargan de suministrar parte de la red. Cada tanque se encarga de la regulación de agua para la alcaldía y se localiza en el Cerro de la Estrella con un almacenamiento de 50,000 m³ a través de una línea de 72" (1.83 m) de diámetro, dichos tanques reciben el agua de fuentes externas, como del acueducto Chalco-Xochimilco-Xotepingo. Otro se encuentra en Xaltepec alberga 10,000 m³ ubicado en el mismo Cerro de la Estrella.

Además, al sureste de Iztapalapa se localiza el tanque de La Caldera este es capaz de contener 50,000 m³ el cual es suministrado por el acueducto Nezahualcóyotl.

Además de estos tanques existen 73 pozos de agua ubicados en la demarcación.

Actualmente existen 146.50 Km., de red primaria de tubería con diámetros variables de 50 a 183 centímetros y su función es conducir el agua que le suministran los sistemas de abastecimiento para alimentar a la red secundaria, que cuenta con 2,120 Km. de tubería con un diámetro menor a 50 centímetros, para abastecer las tomas domiciliarias. (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2008:31-32).

De acuerdo con el Diario El PAÍS, en la CDMX se desperdicia miles de litros de agua al día por causas de fugas, por tanto, no es un tema nuevo, ya que la red hidráulica que abastece a la población tiene muchos años de funcionamiento por lo cual ha presentado deterioros graves, por lo que la falta de mantenimiento en las redes es latente. De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), los factores que encabezan esta lista son los siguientes: las tuberías obsoletas, infraestructura muy deteriorada y redes ubicadas en zonas de grieta. Debido al mal estado de las tuberías se pierde el 40 % de agua en fugas. A este hecho hay que añadirle la poca capacidad que tiene la Ciudad de México para el tratamiento de aguas residuales. En administraciones anteriores el director del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), Javier Aguirre reconoció a Iztapalapa, como una de las delegaciones más pobladas de la capital que presenta mayor escasez de agua potable en la Ciudad. (Altamirano. C, 2016).

1.5. Factores que explican la escasez en el suministro de agua para Iztapalapa.

Entre la década de los setentas y ochentas Iztapalapa aumentó su índice de población, se caracterizaba por su crecimiento en comparación con las otras demarcaciones que conforman la ciudad de México, sin embargo, este crecimiento carecía de equipamiento urbano y servicios básicos. Cada año se encuentra un escenario de constantes recortes de agua, claro, principalmente en zonas vulnerables de la ciudad, aunado a inundaciones y tras la falta de agua se ha

transportado agua a la demarcación mediante pipas de manera constante. También, se encuentra bajo la problemática de lluvias torrenciales que sobrepasan el límite del alcantarillado, como efecto está el aumento de aguas contaminadas en calles y avenidas, lo que afecta a los habitantes.

La situación que enfrenta la alcaldía de Iztapalapa en cuanto a desabasto de agua es propiciada por varios factores, uno de ellos va relacionado a la distribución de agua que existe en cuanto a la disponibilidad que hay para esta zona; es decir, existe prioridad para los habitantes de la zona poniente y sur de la ciudad:

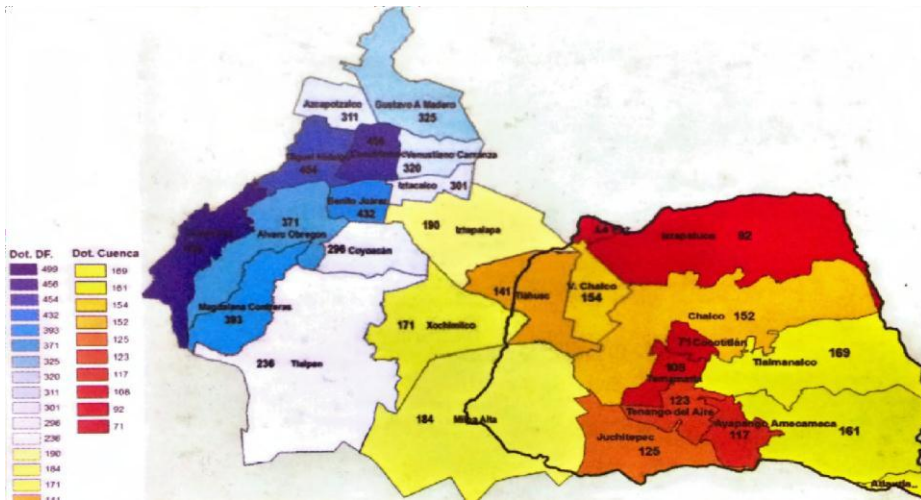
[...]Algunas colonias privilegiadas, principalmente en el sur y poniente de la ciudad, con dotaciones superiores a los 750 litros por habitante por día (esta misma dotación ocurre por cierto en municipios del Estado de México conurbados con el D.F como algunas colonias en Atizapán de Zaragoza), que contrastan con otras, como Iztapalapa, cuya dotación es menor a los 50 litros por habitante por día, o que de plano se deben de abastecer mediante pipas [...] (Hernández ,2006)

Así, por ejemplo, en dichas zonas de clase media-alta los litros por día que se les proporcionan son de 800 litros. Por el contrario, a las poblaciones de escasos recursos económicos solo le reparten 14 litros de agua por día. En esta última se encuentra el caso de Iztapalapa en donde se observa gran escasez, lo que impacta en las actividades cotidianas de la población, la cantidad que se recomienda corresponde a 150 litros de agua potable por persona, la Organización Mundial de la Salud(OMS) dice que “una persona requiere de 100 litros de agua al día (5 o 6 cubetas grandes) para satisfacer sus necesidades, tanto de consumo como de higiene”(CONANP; 2019) con esta cantidad se combate la desigualdad de distribución y se fomenta el servicio de agua potable adecuado para todas y todos.

Dicho lo anterior, de acuerdo a datos de CONAGUA la Alcaldía de Iztapalapa obtiene 4, 870 litros de agua por segundo, es decir, cada habitante recibe unos 9 litros por hora. “Alrededor del 70% de la alcaldía tiene menos de 12 horas de agua disponible por día. En las zonas de mayor escasez, el 18% de la población debe esperar varios días para contar con un abastecimiento de una hora o dos. En periodos de sequía, la situación se agrava considerablemente” (Watts, 2015)

La gráfica que se presenta a continuación, retoma la idea enfocada sobre la distribución del agua en nuestra ciudad, podemos detectar que la repartición de este elemental líquido abarca, desde los 60 litros hasta los 560 litros al día, incluyendo el uso del agua de las zonas industriales, que es donde se prioriza el acceso y la buena calidad de este líquido vital. Podemos observar como en las zonas menos industriales y con mayor cantidad de población marginada el abasto de agua es menor como Iztapalapa o Xochimilco, propiciando una desigualdad hídrica.

Imagen 4. Dotación de agua por habitante en la Ciudad de México



Fuente: retomando del manual digital www.aguaparatodos.org.mx. (2013. p: 25)

Iztapalapa carece de un sistema hídrico eficaz, además, la red de distribución de agua que con constancia sufre afectaciones, ya sea fugas de agua, estructuras dañadas por los años de uso o bien falta de mantenimiento, solo por mencionar algunas.

Además, dicho lo anterior, la red hídrica no es suficiente para cubrir la cobertura total de la población, esta alcaldía es la más poblada en toda la ciudad ya que cuenta con una población de aproximadamente 1, 815, 786 en el año 2010, mientras que el suministro promedio a la delegación es de 4,500 lit/seg, con respecto al consumo total en la delegación se estima entre 3,500 lit/seg.

[...]Bajo este escenario se tendría un déficit promedio de 566 lit/seg. Sin embargo, las fuentes oficiales de la propia delegación han determinado que Iztapalapa requiere un suministro de 6,493 lit/seg, para cubrir sus necesidades de agua potable. No se especifica bajo qué condiciones, pero si la capacidad actual de la red permanece sin cambios, introducir más agua a la red implicaría incrementar presiones y aumentar las fugas [...] (Machorro, 201:1)

Es por ello que, como alternativa surge la captación de agua de lluvia, con la cual se busca enfrentar este déficit hídrico. Para tener un panorama más claro sobre la cantidad de agua recolectada, es necesario conocer la precipitación pluvial en un determinado tiempo, además, tener en cuenta la superficie en metros cuadrados en donde caerá esta agua de lluvia, ejemplo si la precipitación anual del año 2019 en la ciudad de México fue de 565.3 (mm) y área de captación es 10 metros cuadrados la cantidad de agua recolectada durante ese año es de 8479.000 lt/año, con este ejercicio se llega a la conclusión que si se cuenta con un sistema de captación pluvial la recolección de agua es de 16,132 lit/seg, claro esto durante los meses de mayor caída de agua de lluvia.

Iztapalapa tiene el problema de contar con la mayor cantidad de pozos contaminados, conforme a lo leído, la sobreexplotación de los pozos contribuye al acceso a este líquido de mala calidad, al extraer agua de tanta profundidad (cientos de metros), ésta pierde su calidad apta para el consumo humano, por consiguiente, contiene metales y minerales pesados lo que hace que salga con tonalidades que van desde el color amarillento hasta el color café. Este factor no es menos importante ya que a su vez, propicia la contaminación de los alimentos que ingerimos, por ejemplo, los vegetales, los granos y cereales y los frutos, ya que al ser cultivados con estas aguas que proporciona el gobierno a la ciudadanía; esta es solo una de las formas en que se contaminan los alimentos, debido a, que se desarrollan microbios que son perjudiciales para la salud. Además, de requerirse mayor capital y mayor consumo en infraestructuras que puedan alcanzar a extraer este tipo de aguas naturales.

Como se ha dicho, la contaminación de los pozos uno de los principales factores que provocan la mala calidad del agua, los tiraderos a cielo abierto y la deficiencia en el servicio de drenaje, lo que provoca que en época de lluvias se produzcan lixiviados de sustancias tóxicas y microorganismos patógenos, contaminando el acuífero que alimenta a los pozos que abastecen a la población. Asimismo, el agua proveniente de pozos contiene minerales de aluminio lo que provoca que sea turbia. (Programa delegacional de Desarrollo urbano de Iztapalapa; p, 40).

Siguiendo la idea, en el agua contaminada se observa el impacto negativo en la salud que se origina por acumulación de sustancias tóxicas provenientes del agua que se emplea para usos doméstico la cual cuenta con un gran grado de bacterias causantes de múltiples enfermedades ligeras como, infecciones estomacales o bien irritación en la piel u ojos, sin embargo también hay registro sobre enfermedades graves en México por lo que la tasa de mortalidad aumentó drásticamente; por mencionar alguna “en 1991 se produjo un brote de cólera que afectó a decenas de miles de personas, en toda la República Mexicana” o bien “está el caso del tracoma que por décadas ha dejado ciega a muchas personas en Chiapas”(Hernández;2006,17) las mayoría de estas afectaciones se registran en territorio donde la población no cuenta con un servicio adecuado en donde el agua no es potable o no cumple con los requerimientos básicos para su uso.

Durante años la falta de acceso a este recurso hídrico y el deficiente servicio hídrico, es una de las características que ha diferenciado a la demarcación de Iztapalapa. Se le ha considerado como uno de los territorios que más carece de agua potable de la CDMX, el diario oficial Expansión Política señala que la problemática de

nuestro interés ha afectado a la población desde 1960 ya, que los habitantes de Iztapalapa desde ese entonces han padecido de un servicio deficiente de agua potable, o bien de la mala calidad con la que llega a los hogares en algunas zonas. Principalmente las colonias que sufren de este poco o nulo acceso a este líquido vital se encuentran en la Sierra de Santa Catarina, Paraje San Juan, Ermita-Zaragoza, Santa Cruz Meyehualco por mencionar algunas. De las cuales aproximadamente unas 600 mil personas carecen del abastecimiento de agua tal y como lo declaró en entrevista la ciudadana María de la Paz Moreno “La escasez de agua viene casi desde los años 60 o 70, ya desde entonces se compraban garrafones de agua cuando venía el pato pascual, porque el agua “según” potable no es potable, siempre sale con olor fétido (ya podrido, a huevo, etc.)” (Jonás, López, 2018)

Otro factor al que se le atribuye la escasez de agua deriva del crecimiento poblacional; pues en las últimas décadas el índice ha ido aumentando considerablemente, aunado, a la construcción de proyectos como zonas habitacionales e industrias las cuales gastan miles de litros de agua anualmente.

La relación que tiene el crecimiento demográfico con la escasez en el suministro de agua, es uno de los factores importantes a mencionar, pues las zonas de recarga continuamente se vuelven zonas edificadas para construcción de vivienda, lo cual desfavorece la filtración de las aguas subterráneas al subsuelo. Esta cuestión, también, afecta el ciclo hidrológico. El recorrido que hacen estas aguas es esencial, y pueden tardar meses o años para llegar a formar parte de un cuerpo de agua natural, es por esta razón que de no contar con un sistema de filtración adecuado la posibilidad de abastecer a la población con agua de origen subterráneo se limita.

No fue, hasta la década de 1980 que este fenómeno pudo “disminuir relativamente” con la instauración de una de las obras hidráulicas más grandes del país para poder abastecer de agua a por lo menos unos 200 millones de habitantes de la Ciudad de México en zonas conurbadas y por supuesto a la delegación de Iztapalapa, esta demarcación que se encuentra a 150 km de la fuente de agua del Sistema Cutzamala. Sin embargo, esta infraestructura requiere mucho dinero para el mantenimiento de las plantas de bombeo, las tuberías y los túneles subterráneos. Es decir, al transportar agua por más de 100 km para abastecer a los habitantes de la ciudad requiere gran cantidad de material hidráulico lo cual deriva en constantes averías ya sea por temblores, reajustes sísmicos. A causa de ello “Se desperdicia 40% del agua potable, que es gravísimo, y en especial en la Ciudad de México, en el Valle de México, no procesamos, ni potabilizamos agua, ni recuperamos, ni hacemos ningún reuso del agua”, expresó Felipe González, subgerente de comunicación social de la Conagua.” (Ibarra. 2008)

Es fundamental, conocer de donde proviene el agua potable que se le destina a la CDMX, para comprender parte del problema, en efecto, las fuentes de agua potable de las que se obtiene el recurso natural es subterráneo y superficial.

El mayor abastecimiento proviene de aguas subterráneas propiciando un 67%. El 55 % del acuífero del Valle de México, y el 12 % corresponden al Valle Lerma. El suministro restante se obtiene de aguas superficiales y manantiales. Otro 30% del agua es transmitida por el Sistema Cutzamala.

1.6 Situación del acceso al agua en San Miguel Teotongo: entre inequidades y olvido.

San Miguel Teotongo, está ubicada dentro de la alcaldía Iztapalapa, se localiza en la parte oriente del Cerro de la Estrella y pertenece a una de las 47 colonias que constituyen la Sierra de Santa Catarina, se encuentra a orillas de la autopista

México-Puebla dentro de las faldas del volcán llamado Tetlalmanche. Peculiarmente esta zona se encuentra entre los límites de la Ciudad de México y el Estado de México. Al localizarse en una zona montañosa cuenta con un suelo duro y resistente ante los hundimientos diferenciales que se presentan en las zonas planas de Iztapalapa, lo que la hace capaz de mantener su estructura física sin modificaciones o alteraciones. Para los geólogos este espacio comprende una coyuntura entre zona montañosa y área lacustre por lo que se detectan menos agrietamientos en el suelo.

Por otra parte, es importante recordar que la Alcaldía Iztapalapa tiene su propia historia, anteriormente era conocida por nuestros antepasados como “el agua de las lajas”, pues era el corazón de un complejo sistema de lagos y ríos, en el cual subsistían nuestros antepasados debido al formidable manejo que ellos tenían de chinampas canales y canaletas, de igual modo, el territorio de San Miguel estaba rodeado de lagos como el de Xochimilco, Chalco y Texcoco.

Consideremos ahora sus inicios, las primeras poblaciones surgieron al inicio de 1970, San Miguel fue formado por dos sectores, uno de ellos perteneciente a las comunidades de los Chocholtecas originarios de un poblado llamado Santiago

Teotongo de la mixteca oaxaqueña. Otro sector conformado por solicitantes de suelo procedentes de distintas partes de la ciudad y de otros estados de la República como Michoacán, Puebla y Guerrero, ya que eran grupos de personas de alta marginación

Sin embargo, para acceder a un lote dentro del territorio a muy bajo precio con cuotas bajas, el grupo de solicitantes tenía la obligación de realizar proselitismo político en favor de algún líder del Partido Revolucionario Institucional (PRI), mediante marchas, afiliaciones partidistas, militancia política y votación de gobernadores en zonas que así lo ameritaba. En su mayoría eran personas de escasos recursos como obreros y trabajadores industriales formaban los primeros asentamientos de la colonia.

En primera instancia, la colonia se conocía como Santiago Teotongo, nombrado por los cholultecas originarios de la sierra, para 1973 se le denominó San Miguel Teotongo debido a la presión que ejercieron los grupos solicitantes y fraccionarios para diferenciarse.

Desde sus inicios fue una delimitación segregada, con falta de servicios y productos, por tanto, los pobladores se vieron en la necesidad de buscar una zona más próspera dirigiéndose así a la Sierra de Santa Catarina en busca de trabajo. “Desde el asentamiento, las principales demandas fueron: el agua potable, que se alcanzó gracias a la movilización en 1987-1988 para continuar con la gestión del alumbrado público y la pavimentación”. (Moctezuma, 2012:153).

Posteriormente se fueron poblando los primeros asentamientos en Santa Catarina principalmente obreros que compraban pequeños lotes para vivir ahí ya que les quedaba más cerca del trabajo.

A principios de 1980 hubo constantes luchas y movilizaciones a causa de la exclusión y marginación social de servicios básicos por parte del gobierno, como la falta de derechos, servicios de agua, drenaje, alumbrado, educación. Un logro importante fue la destitución de un líder político representante de la colonia Manuel Urbano Vega de índole priista. “En la naciente colonia tampoco existían caminos para que entraran camiones de pasajeros o pipas, sus habitantes tenían que correr a la Ampliación Los Reyes La Paz por una o dos cubetas de agua” (Moctezuma, 2012: 9) Es decir, las familias tenían que recurrir a las colonias aledañas para abastecerse de agua, alimentos, ya que en su comunidad no contaban con recursos básicos, de esta manera se veían en la necesidad de comprar en las colonias aledañas alimentos básicos y productos para el hogar.

Conforme la colonia crecía aumentaban las demandas sociales y necesidades de servicios públicos, a falta de red de agua se le dotaba a la población mediante pipas, no obstante, el camino accidentado impedía el paso continuo de pipas para transportar el agua a los colonos. La falta de agua ha sido motivo de amenaza social, desde la década de 1980 se les amenazaba con cortar la poca disponibilidad de agua que obtenían por parte de las autoridades. De acuerdo a crónicas se menciona que la comunidad de San Miguel apoyo en favor de los damnificados durante el terremoto de 1985 en vista de ello fueron víctimas de cortes de agua si

no regresaban a sus hogares como motivo de presión y desvinculación de estas actividades.

Posteriormente el inminente incremento poblacional agudizaba y exaltaba la falta de servicios públicos como educación, medicinas, suelo, alumbrado. Factores que mostraban la inequidad en la que se encuentra el pueblo de San Miguel en cuanto a servicios públicos.

Estos acontecimientos facilitaron la formación y organización de las personas para exigir al gobierno lo que desde hace varios años venía prometiendo sin resultado alguna. Así, posteriormente se formó una asociación llamada “La Unión de Colonos”, como una organización de lucha social en busca de mejorar la accesibilidad a los servicios públicos.

1.7. Escasez de agua y lluvias torrenciales: la paradoja de la Ciudad de México

Desde tiempos inmemorables la Ciudad de México se ha caracterizado por fuertes lluvias a través del tiempo, las cuales han contribuido al almacenamiento de agua en fuentes naturales como; lagos, ríos, lagunas y en aguas subterráneas acumuladas en el subsuelo. Si nos remontamos a la historia anterior a la conquista hace aproximadamente unos 700 años, los aztecas ya percibían este hecho y construyeron en función de la naturaleza. Es decir, nuestros antepasados tenían una percepción muy elevada sobre los recursos que ella les obsequiaba, un

ejemplo de ello son los jardines flotantes o de otro modo la construcción de diques utilizados principalmente para prevenir inundaciones y encauzar el agua debido a las fuertes lluvias se producían a causa del fuerte incremento en los flujos pluviales.

De Acuerdo a Cruickshank (1995):

[...] “la agricultura azteca estaba basada fundamentalmente en el cultivo de las “chinampas”, un sistema agricultura intensivo de gran productividad, ya que podían producir de cuatro a cinco cosechas por año, y estaba formado por una sucesión de parcelas elevadas dentro de una red de canales dragados sobre el lecho del lago. Este sistema reciclaba de una manera muy eficiente el azolve de canales y lagos con los nutrientes acarreados por las lluvias de los campos agrícolas, aprovechando además los productos de flora y fauna acuáticas que se desarrollaban en los canales”. (308)

Este sistema refleja un alto grado de conocimientos lacustres, la construcción de estos sistemas de agricultura fue un importante avance sobre cómo aprovechar las condiciones naturales que provee un medio biótico como el que predominaba en aquel entonces.

La Ciudad forma parte del Valle de México el cual era considerado como uno de los más grandes centros políticos, económicos y culturales. Incluso Tenochtitlan una de las ciudades más importantes de nuestro antepasado se fundó en este sitio, era un lugar óptimo para desarrollar actividades de comercio donde el cacao era la fuente principal de intercambio en las comunidades.

El Valle de México se describe como una región cubierta por agua, rodeada de montañas y llanuras, así como bosques y vegetación, lugar idóneo para la preservación de animales, aves y peces. Por esa razón se le conoce como área lacustre, era un lugar perfecto para situarse, proporcionaba aguas dulces para los habitantes del Anáhuac.

Cabe resaltar, dentro del marco territorial el gran Valle actualmente comprende actuales delegaciones como Azcapotzalco, Tlalnepantla, Xochimilco, parte del Estado de México, Pachuca y Tlaxcala, así mismo se encuentran relieves como el Cerro de la Estrella en Iztapalapa, y Peñón Marqués, lo que en ese entonces se le denominaba islotes.

Así pues, la pesca y la agricultura favoreció el intercambio de productos y especias a través del trueque. Otra característica del área lacustre era que habitaba fauna endémica única, es decir, organismos que solo se han podido desarrollar en algunas aguas de México cuyas características son propias de dicho ecosistema, tal es el caso de los ajolotes, los cuales son una especie que desde aquel entonces existen en estos lagos. Particularmente estos anfibios poseen la capacidad de regenerar sus extremidades y órganos del cuerpo y eran considerados deidades para la cultura Teotihuacana; actualmente se han convertido en una especie en peligro de extinción gracias al deterioro y contaminación de su hábitat.

Por otra parte, el crecimiento de las comunidades reflejaba la necesidad de construir refugios para albergar a los núcleos familiares en crecimiento poblacional, con ello, aumentó la desertificación, la erosión del suelo y el consumo de agua potable. Posterior a la conquista, como parte de la cultura que trajeron los españoles para el desarrollo urbano como fue la modificación del medio rural a urbano, lo cual, desde sus inicios atentó contra el ciclo natural de agua hasta nuestros días. Ejemplo de ello, es la pavimentación de las calles y avenidas, lo cual

afecta considerablemente al ciclo hidrológico, además, de las grandes edificaciones; como catedrales e iglesias.

[...] “los grandes lagos que alguna vez ocuparon la llanura fueron gradualmente secados por los pobladores. En el siglo XVI, los conquistadores españoles aceleraron el proceso a pasos agigantados, y los ingenieros modernos casi han finalizado la labor, al reemplazar las ciénagas lacustres con un océano gris de concreto, pavimento y acero que, tan sólo en el cuadrante central de la ciudad, hoy acoge a casi nueve millones de habitantes.” (Watts, 2015)

Durante la colonia, los habitantes de la ciudad obtenían el agua de pozos naturales cercanos a manantiales que brotaban de la superficie. Ya en el siglo XVIII comenzó la extracción de agua de diversas fuentes de agua principalmente de grandes acueductos para zonas con alto poder adquisitivo para priorizar su consumo de agua, además de mega obras de drenaje lo cual implicó un proceso acelerado de desertificación de los principales cuerpos de agua mediante los cuales se abastecía la ciudad.

Debido, al crecimiento demográfico de 1936 a 1944 durante los gobiernos de Lázaro Cárdenas del Río y Manuel Ávila Camacho, se inició un proceso de perforación de pozos profundos en la zona centro y periferia de la Ciudad de México. Con ello, se incrementó el hundimiento de 18 cm por año. Debido a la gran extracción de estos pozos la tierra fue perdiendo dureza gracias a este factor.

A principios de los 90's se inició la instalación de tomas de agua conectadas a la red hidráulica, sin embargo, no fue suficiente la extracción de agua de la cuenca de México y del Lerma para abastecer a la población, por lo que se recurrió a fuentes

externas de abastecimiento, para evitar en gran medida el hundimiento de la ciudad y la falta de abastecimiento.

En cuanto, al abasto de agua en la zona metropolitana en 1913 se completó la nueva red de tuberías, el cual duró dos años desde su iniciación para el abastecimiento de agua. (Flores, M.1995: 399-400). La Ciudad de México tiene una cobertura aproximada de un 96.4% según datos del SACMEX (2020), mientras que en los estados del sureste del país el abastecimiento apenas rebasa el 50% para sus habitantes.

Es importante señalar la composición de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), la cual está conformada actualmente por 16 alcaldías en la Ciudad de México, 59 municipios ubicados en el estado de México y uno del estado de Hidalgo.

Por otra parte, el principal factor para abordar es el crecimiento de los asentamientos urbanos en los inicios de su consolidación como mancha urbana, de 1980-1990 se incrementó de forma masiva el índice poblacional en la periferia principalmente en zonas colindantes a la ciudad de México como Chalco y Ecatepec. (García, 1995:123-130)

Desde el inicio de los asentamientos irregulares en la periferia de la ciudad la poca distribución del recurso se aproximaba a los 20 litros por habitante al día, de acuerdo a experiencias de los habitantes a este factor se sumaba la falta de compromiso de las autoridades correspondientes por atender la problemática de agua.

Debido a constantes movilizaciones, los gobiernos en turno José López Portillo y Carlos Salinas de Gortari, respectivamente. Para combatir la problemática de desabasto de agua y como respuesta a la demanda enviaban pipas de agua a las colonias que presentaban escasez, sin embargo, en ocasiones la población recibía malos tratos por parte de los conductores de pipas para transportar agua hasta los hogares. Esta cuestión es grave ya que al ser una zona marginada los habitantes cuentan con menos ingresos económicos y por tanto el costo del agua suele ser más caro, en algunos casos las personas recurrían a lavar ropa ríos y arroyos cercanos antes de que estos fueran secados.

La Ciudad de México se ve afectada por diversos problemas sociales, sin embargo, en este escrito nos atañe la situación del agua, controversialmente se encuentra dentro de una de las paradojas más importantes que encontramos en esta investigación. Es una de las ciudades que registra mayor cantidad de agua de lluvia por año, la problemática es que el agua no es aprovechada correctamente y miles de litros terminan vertiéndose en el drenaje y alcantarillado de la ciudad, este factor agudiza las constantes inundaciones que observamos hoy en día.

Otro punto a destacar, es el costo del agua, dado que en situaciones de escasez este recurso natural tiende a elevar sus tarifas debido a los cientos de kilómetros que recorren las tuberías subterráneas, además, el gasto energético representa un costo excesivo al que no toda la población tiene acceso.

Ahora bien, el fenómeno de escasez también es producido por la mala distribución de agua en cuanto al reparto, actividades económicas, la concentración de infraestructura hidráulica en zonas de mayor nivel económico, falta de

mantenimiento en la red hidráulica, como las más sobresalientes. Sin duda una ciudad tan grande como lo es la Ciudad de México se enfrenta a diversas actividades en las que el agua funge como eje principal para el funcionamiento de estas acciones tal es el caso de la agricultura, industria, pesca, el generar energía, o bien las labores cotidianas de las personas.

Ahora bien, el reparto de agua en la ciudad se ve rebasado por la demanda de los diversos sectores, por lo que en algunas zonas la distribución es desigual o escasa, a este fenómeno se le conoce como escasez de agua. Es importante tener en cuenta que el agua es un servicio distribuido mediante plantas potabilizadoras bombeadas a través de un sistema complejo de redes hidráulicas que se encuentran en la ciudad y territorios colindantes. Las plantas son abastecidas de ríos, lagos o acuíferos, por lo que la contaminación de estos cuerpos de agua acompañado de las variaciones climáticas son factores que agravan la situación, ambos factores son propios de las actividades humanas. Esta situación perjudica y cambia significativamente los cuerpos de agua. Por ejemplo: “la tendencia general es hacia tener periodos de lluvia más cortos, aunque posiblemente con precipitaciones más intensas, lo que en términos de disponibilidad conduce a tener una menor confiabilidad para el suministro de agua.” (Jiménez y Navarro; 2013,84).

Debido a este factor los pocos y caprichosos periodos de lluvia afectan de manera drástica a la Ciudad. Como resultado tenemos periodos de escasez e inundaciones, pues los miles de litros de agua que caen del cielo acumulados en períodos de fuertes lluvias exceden la capacidad del alcantarillado.

Ahora veamos, la precipitación se puede medir por la cantidad de agua que cae durante un tiempo determinado, por lo general se calcula en metros cúbicos, ejemplo: en la Ciudad de México durante el año 2019, la precipitación fue de 565.3 (mm) tal como aparece en la tabla elaborada por CONAGUA:

Tabla 3. Precipitación (mm) por Entidad Federativa y Nacional 2019

Entidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguascalientes	11.3	0.0	0.4	0.0	2.5	45.7	101.3	123.4	78.1	40.5	33.7	16.2	453.1
Baja California	17.8	49.5	13.4	1.2	5.6	0.0	5.1	3.0	14.0	1.9	53.1	41.6	206.1
Baja California Sur	11.1	3.1	6.1	0.0	0.6	0.0	6.9	31.9	60.0	45.1	91.1	14.7	270.6
Campeche	26.7	14.2	34.6	32.7	72.6	250.9	156.8	124.7	182.8	235.3	90.5	81.4	1303.2
Coahuila	6.9	0.6	11.3	12.3	30.8	49.9	22.3	21.5	60.6	19.6	22.1	3.6	261.5
Colima	5.7	0.1	0.1	0.0	3.5	111.2	310.6	234.1	851.0	251.8	46.8	2.1	1816.7
Chiapas	39.8	28.5	34.6	14.0	200.4	277.0	142.6	236.5	308.2	359.7	66.5	59.7	1767.4
Chihuahua	15.2	13.8	11.5	1.0	3.5	26.0	76.1	99.3	98.5	41.3	69.0	15.2	470.3
Ciudad de México	5.3	5.7	7.2	4.3	21.6	108.1	145.5	87.2	76.1	86.8	17.6	0.1	565.3
Durango	6.6	0.7	0.7	0.0	1.9	31.5	74.8	89.5	106.1	31.3	74.9	10.7	428.8
Guanajuato	3.3	0.8	0.9	0.3	8.7	95.8	136.4	137.1	91.2	63.2	9.4	6.6	553.7
Guerrero	1.0	0.4	0.7	0.4	44.4	155.4	182.1	192.5	300.7	189.1	34.4	0.9	1102.1
Hidalgo	12.3	7.9	11.3	6.8	14.2	108.1	56.8	47.3	57.2	91.0	15.8	10.0	438.8
Jalisco	8.4	1.1	0.1	0.1	6.0	96.3	217.7	171.7	239.8	128.6	50.5	6.1	926.4
Estado de México	4.1	5.8	6.7	7.3	33.3	152.0	181.9	138.5	140.1	133.4	33.5	1.0	837.6
Michoacán	8.1	1.0	0.7	1.4	19.4	110.4	179.8	154.5	194.1	128.8	29.3	2.2	829.7
Morelos	1.5	1.2	2.3	0.5	115.2	366.8	270.0	265.5	342.6	298.7	27.2	0.0	1691.3
Nayarit	1.4	0.5	0.0	0.0	0.2	40.8	262.9	366.6	299.0	189.8	49.6	14.6	1225.3
Nuevo León	22.5	2.8	38.2	13.9	54.6	75.9	31.1	31.0	166.2	28.6	26.7	7.5	499.2
Oaxaca	14.9	4.7	9.6	8.5	96.9	155.8	145.2	162.7	227.3	209.9	47.7	6.3	1089.4
Puebla	6.8	9.1	11.4	8.0	51.7	223.2	164.5	150.6	182.7	194.1	29.1	9.4	1040.8
Querétaro	7.5	2.3	4.6	2.7	11.9	104.0	57.3	57.2	66.0	78.1	9.7	10.2	411.3
Quintana Roo	67.0	62.0	20.0	57.0	52.8	89.7	57.5	94.6	128.4	187.2	139.0	81.0	1036.1
San Luis Potosí	14.2	3.4	13.7	2.2	29.3	124.9	34.5	59.3	86.6	72.3	24.5	16.1	480.8
Sinaloa	11.3	1.2	4.8	0.0	0.3	12.0	150.3	339.6	199.3	39.4	159.5	10.6	928.2
Sonora	23.8	36.2	35.1	0.8	4.5	0.9	97.2	122.8	129.5	17.0	135.0	45.9	648.7
Tabasco	126.7	82.4	91.7	19.2	76.5	280.4	120.4	100.9	233.6	394.5	245.4	144.4	1916.0
Tamaulipas	25.2	7.5	36.2	10.1	50.7	132.0	38.0	19.9	142.2	78.7	25.9	12.7	579.1
Tlaxcala	1.3	5.2	4.7	6.3	25.5	129.1	125.7	103.4	81.2	60.4	20.9	0.5	564.2
Veracruz	50.6	15.5	30.3	8.0	31.6	162.3	121.7	90.8	168.0	271.9	124.1	32.7	1107.6
Yucatán	48.4	42.7	19.0	21.5	68.7	148.9	127.2	102.1	153.5	141.2	95.5	65.5	1034.2
Zacatecas	8.9	0.4	6.3	0.3	6.7	49.3	83.1	86.3	71.2	34.8	49.9	18.2	415.3
Nacional	19.0	13.7	16.2	6.6	31.8	86.2	97.6	110.8	144.4	100.1	68.5	23.5	716.3

Valores preliminares en milímetros, pueden variar en el curso del año debido a actualización de la base de datos. Se actualiza mensualmente.

Fuente: CONAGUA, (2019). Precipitación (mm) por Entidad Federativa y Nacional.

Estos datos expresan los 565.3 litros/m² de precipitación anual, es decir, el agua pluvial es variada, sin embargo, durante los meses de mayo a noviembre la precipitación aumenta lo cual se debe a la llegada de la primavera, verano y parte de otoño. En épocas de sequía la disposición de este recurso natural es bajo para la población principalmente en las zonas marginadas de la ciudad.

La lluvia abundante dentro de la ciudad es un fenómeno que genera grandes problemas como severas inundaciones, producidas en efecto al impacto de la urbanización y los asentamientos urbanos, recordemos que parte de los asentamientos de ciudad se encuentran sobre áreas lacustres; por ende, el subsuelo tiende a sufrir hundimientos y no permite la filtración del agua de lluvia, el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa menciona este aspecto:

[...]Inundaciones, causadas por deficiencias en el drenaje o falta del mismo, tal es el caso de la colonia La Joya, ubicada en las faldas del Peñón del Marqués, sufre de inundaciones por no contar con drenaje pluvial; cada temporada de lluvias, el agua sube hasta 50 cms. en algunas áreas, este problema se presenta también en el Barrio de San Miguel, en la zona central de Iztapalapa [...] (1997:40)

Ahora, abordemos la problemática del agua como eje central de discusiones a nivel mundial, este tema empezó a tomar revuelvo a partir de los 90 ´ cuando la Organización de las Naciones Unidas reunió a 172 gobiernos para tomar acuerdos y decisiones en función de los nuevos retos del siglo XXI, sobre todo en materia de los recursos naturales. Entre ellos se prioriza a el agua como un recurso altamente contaminado que estaría limitando las reservas de agua dulce que se encuentran en el planeta, es importante señalar la disparidad de agua dulce en relación a el agua salada en el mundo, como se ha dicho anteriormente de los 38 millones de kilómetros cúbicos estimados en el planeta solo 5 millones de kilómetros cúbicos son propios del agua dulce, es decir, son 7.6 veces más los cuerpos de agua salada que ocupan un lugar en nuestro ecosistema, por lo tanto las reservas de agua dulce aptas para el consumo humano son menores.

Igualmente, se señaló la sobre explotación de estas reservas a nivel global en relación a alta tasa de crecimiento poblacional. De acuerdo al Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Hídrico de los Recursos Hídricos la demanda de agua a nivel mundial es un factor que impera en la actualidad, desde hace tiempo los gobiernos han sobrellevado esta problemática, cada año aumenta el 1% la demanda influenciada por aumento poblacional, el desarrollo económico e industrial, los asentamientos urbanos y el cambio climático. Según estudios estos factores agudizan la situación en las próximas dos décadas.

Además, la demanda doméstica e industrial aumentará a un ritmo considerable. Estos factores se enmarcan principalmente en países en vías de desarrollo o economías emergentes como es el caso del territorio mexicano.

Si bien se sabe que la escasez de agua está influenciada por la demanda y la poca disposición de los gobiernos locales y federales por atender este problema. En la actualidad, se estima que hay aproximadamente 7 741 554 359 millones de personas en el mundo de las cuales casi la mitad (3.600 ml) habitan en áreas en riesgo de sufrir escasez de agua al menos un mes al año, y esta cifra podría agravarse en los últimos años. Según indicadores esta población podría aumentar entre unos 4.800 y 5.700 millones de personas para el año 2050.

De acuerdo a este análisis la demanda de agua es una cuestión primordial que deberían atender tantos gobiernos, pues el ser humano depende de este vital líquido para su supervivencia sin importar la actividad que desempeñe o a la clase social a la que pertenezca. Bajo esta cuestión la mayoría de los gobiernos se ven enfrentados a una escasez inducida de agua tanto a nivel local como a nivel

nacional, para ello es necesario agilizar soluciones orientadas al funcionamiento de las políticas públicas encaminadas al acceso hídrico en los distintos niveles de gobierno.

El Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos -publicado en febrero pasado- con base en estudios enfocados en la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos la CDMX se encuentra en un contexto de precariedad sobre el acelerado agotamiento de sus fuentes naturales de agua, de manera que la relevancia de quedarse sin agua potable al igual que diez ciudades en el mundo se encuentra en un panorama próximo. “La capital del país se encuentra entre las 10 ciudades del mundo que están en riesgo de quedarse sin agua potable”... “la Ciudad de México creció 100 veces su tamaño geográfico y siete veces su población entre 1950 y 2010” (Galván, 2018: s/n)

Es por ello que, en la Ciudad de México, al igual que en otras ciudades del mundo se han implementado mecanismos en favor de la obtención del agua pluvial principalmente en regiones que presentan altas precipitaciones a lo largo del año o bien en zonas áridas. Con ello se busca una utilización adecuada del agua que proporcionan las lluvias, ya que, la extracción de agua en los subsuelos de ríos, lagos, acuíferos ha tenido un fuerte impacto en la naturaleza. “El reabastecimiento de agua subterránea en el Valle (de México) dependía en gran medida de la funcionalidad de los ecosistemas que fueron devorados por la densidad poblacional” (Houngbo, 2018: 53)

Capítulo 2. Sistemas de captación de agua.

2.1 Historia de los sistemas de captación de agua pluvial.

Los primeros registros de asentamientos humanos coinciden en que antiguas civilizaciones ponían en práctica diversas formas de captación del agua de acuerdo al medio natural en que se encontraban. Por ejemplo, en la antigua Mesopotamia era un territorio fértil, caracterizado por mesetas y llanuras a lo largo y ancho de su relieve, además comprendía dos de los ríos más grande el Tigris y Éufrates, ubicados entre los países que hoy conocemos como Irak, Siria y Turquía. Como las culturas que se desarrollaron en ese amplio territorio encontramos a la cultura sumeria, acadia y babilónica. Debido a su condición geográfica escritos señalan que fueron pioneros en implementar este sistema

Por otro lado, en América se ha comprobado que los pobladores obtenían agua de los techos de sus viviendas y su almacenamiento era en cisternas elaboradas con materiales resistentes. En los inicios de la humanidad el agua superficial principalmente de ríos son fuente de abastecimiento para el desarrollo de las sociedades ya que gracias a este recurso natural la humanidad se pudo desarrollar y vivir en comunidad. Debido a esto, los primeros habitantes de la tierra buscaban zonas en donde el agua estuviera presente, sin embargo, al pasar del tiempo estos grupos de personas aumentaba de tal manera que los recursos naturales no les eran suficientes para vivir por ello se veían obligados a moverse de lugar y ubicarse en zonas donde se concentra grandes cantidades agua.

Los primeros registros oficiales que apuntan a la implementación de estos sistemas se encuentran en el Medio Oriente tal y como lo menciona García Velázquez (2012) en su tesis sistema de captación y aprovechamiento pluvial para un eco barrio de la cd de México: “En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, se descubrieron sistemas de captación de lluvia que tienen 4000 o más años de antigüedad. Estos sistemas consistían en el desmonte de loma para aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las zonas más bajas” (:16). Se considera que estos sistemas eran de suma importancia en estas partes del mundo por las condiciones climáticas, sobre todo por ser zonas áridas en donde la presencia del agua es mínima.

En China se tiene evidencia de hace más de 2000 años de antigüedad sobre vestigios de pozos y jarras que aluden a la presencia de la recolección de agua de lluvia. También, se tienen registros en diferentes partes del mundo y en distintas culturas sobre la forma de aprovechar el agua de lluvia, al principio se encauzaba a las zonas más bajas para disponer de ella y posteriormente usarla en riego de cultivo y alimentar su rebaño.

Al sur del continente asiático en la India los monjes tibetanos que habitaban en zonas montañosas empleaban un sistema de captación más rudimentario, consistía en labrar roca mediante una serie de canaletas y cisternas para alimentar a familias, es decir, se establecen una serie de canales formados con piedras los cuales funcionaban para distribuir agua, tanto a las familias que vivían en lo alto como a las familias que habitaban en las zonas bajas.

Ejemplo de ello: “En los templos como el de Madurai (Templo de Sri Meenakshi, consorte del señor Shiva), uno de los lugares sagrados de los indios, tuvo enormes tanques de agua de donde dependían las comunidades alrededor para sus necesidades domésticas.” (Caballero, 2007:32)

De la misma manera, “Se dice que en la época del emperador Galerio (año 305-311 d.C.) en Balaton, Hungría se consideraba como parte del diseño de las casas habitación la captación de agua de lluvia de los techos y patios para almacenarla en cisternas.” (Caballero, 2007:15)

En el caso del continente americano, las culturas prehispánicas empleaban técnicas para el aprovechamiento del agua, sobre todo en zonas áridas al noreste de nuestro país para tener una mejor precisión las culturas Mayas y Toltecas. En México utilizaban las formas de la naturaleza como cuevas y cenotes para captar el agua de lluvia, Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable “Utilizaron sistemas de almacenamiento como pozos, hondonadas y depósitos subterráneos denominados Chultunes. Estos sistemas tenían dos funciones, una como cisternas para almacenar el agua de lluvia y otra como silos para guardar diversos granos alimenticios” (Escamilla: 16) las culturas antepasadas tenían clara su visión, adaptar los recursos naturales para mejorar su condición de vida es por eso que este método de captar el agua de la lluvia fue sobresaliendo a lo largo de la historia.

Los Chultunes fueron trascendentes en casi todos los asentamientos prehispánicos; su construcción implicaba excavar una cisterna en forma de botellón. La captación se hacía a través de los techos y la conducción mediante canaletas de barro o piedra labrada con un área de captación de aproximadamente 5 m de diámetro formada por un piso de aplanado de estuco el cual era una mezcla de piedra caliza cocida, cal y un pegamento orgánico extraído de un árbol endémico llamado localmente Holol en Petén; la boca y el cuello es la entrada circular por donde escurre el agua al depósito, los cuales estaban armados con piedras y recubiertos con estuco[...](Escamilla:16)

Los Chultunes o bien cisternas de recolección de agua de lluvia podían acumular grandes cantidades de agua que llegaban hasta los 9,300 litros, su capacidad de captación se relacionaba con el lugar en donde se encontraran estas excavaciones debido a que el terreno en la misma región tiene variaciones de suelo.

Durante muchos años se implementaron estos sistemas en todo el mundo, sin embargo, el incesante crecimiento poblacional demanda mayor cantidad de agua, de esta manera, se buscaron otras alternativas para obtener agua, entre ellas se encuentran los sistemas de captación de agua de lluvia. Es así, como tras la llegada de los españoles el país refuerza el método de captar agua proveniente de la lluvia. Por ejemplo: en el ex Convento de Santo Domingo tiene huella histórica de la recolección de agua de lluvia, sin embargo, las sociedades fueron cambiando y el método ancestral de captación pluvial ya no fue suficiente para proveer a la población de agua para sus diversos usos.

Es así que, con el paso del tiempo y ,desde luego, los avances científicos surgieron nuevas formas de obtener agua para abastecer las nuevas sociedades, actualmente la infraestructura de redes hídricas dota de agua a millones de personas diariamente.

Cabe destacar que, a pesar de la nueva forma de suministrar agua a la población, los sistemas de captación pluvial en nuestro país han sido parte esencial para el desarrollo de actividades como: el riego, la ganadería , alfarería, agricultura, entre otras; además en cuanto al uso del agua doméstico poblaciones ubicadas principalmente en el sureste de la república mexicana en estados como Campeche

o Quintana Roo se han visto obligados a implementar sistemas de captación de agua de lluvia ya que el agua proveniente de la red hidráulica trae muchos contaminantes lo cual es factor principal de enfermedades gastrointestinales.

Además, en las regiones áridas es fundamental captar el mayor número de litros de agua para los tiempos de sequías. En la república mexicana los sistemas de captación han sido necesarios en estados donde la precipitación anual es escasa o padecen de sequías continuamente. Se han encontrado vestigios a lo largo de estos territorios de sistemas de captación de agua de lluvia de origen primitivo.

2.2 ¿Qué son los sistemas de captación de agua de lluvia?

La captación de agua de lluvia hace referencia a la recolección o almacenamiento de esta misma para posteriormente darle otro uso entre los cuales se encuentra el: agrícola, pecuario, urbano, entre otros. Ramón Ulacia menciona “La captación pluvial es un sistema ancestral que ha sido practicado en diferentes épocas y culturas ya que es un medio fácil para obtener agua para el consumo humano y uso agrícola” (2014:6). Desde otro punto de vista García Velázquez relaciona esta práctica a una forma rudimentaria de aprovechar el agua sobre una superficie y añade:

[...]Cuando se enfoca únicamente en el agua que cae en un sitio puntual, se denomina micro captación o captación de micro cuencas [...] La diferencia es que la idea de la captación está en el control sobre la aplicación del agua colectada y no está sujeta únicamente al momento en el que llueve [...] (2012:24)

Por lo tanto, este tipo de prácticas han servido al hombre para preservar los recursos naturales, satisfacer sus necesidades y se caracterizan por la utilización de materiales de bajo impacto ambiental para su obtención.

Se debe agregar que, con base a información de la Conagua y Semarnat Lineamientos técnicos: sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda se podrá describir e identificar los componentes de un sistema de captación de agua de lluvia.

Es importante mencionar que, existen áreas para captar agua de lluvia. En esta ocasión nos enfocamos únicamente a la captación pluvial para uso doméstico por lo que se requiere de instrumentos, herramientas, materiales necesarios, de igual forma, una serie de pasos o procedimientos.

En estos sistemas de captación actualmente se suelen utilizar materiales como: tubos de PVC, lámina de diferentes materiales como metal, acrílico, fibra de vidrio o concreto, estos materiales tienen que estar libres de suásticas químicas y ser repelentes de los rayos UV. Es recomendable que esta agua obtenida de la lluvia se utilice para su uso doméstico y agrícola, esto se debe a que esta agua no es óptima para el consumo humano. Para el consumo humano se requiere el traslado mediante un proceso de purificación, de lo contrario puede contener bacterias o contaminantes de la atmósfera provocando así un peligro para la salud.

Especificaciones y lineamientos del programa de captación de agua de lluvia

Cosecha de agua

Paso 1.

Para la captación pluvial se necesita lo siguiente:

Es indispensable un perímetro considerable con un área libre de contaminantes en donde se pueda contener el agua que cae del cielo, esta área se recomienda que esté elevada y cuente con pendiente adecuada para facilitar el traslado del agua, por lo general este espacio se encuentra en los techos o azoteas de las casas.

Paso 2.

Recolección y conducción del agua:

Para el traslado del agua se construyen canaletas en las extremidades de los techos dependiendo el material y el diámetro que abarca, de esta manera el agua captada corre por una serie de tuberías dependiendo de la magnitud del techo para posteriormente almacenarse en un contenedor o tanque de agua. Los materiales de los canales conductores del agua captada (canaletas) pueden ser de PVC, Polietileno, Polipropileno y ABS. Los cuales son tubos que dirigen el agua a otra fase.

Para mejorar la calidad del agua en muchos de los SCALL se ponen filtros, estos filtros pueden ser comerciales o bien caseros que se hacen con un sistema de mallas que logran separar la basura. A estos filtros se les conoce como sistemas de supervivencia.

El tubo conductor encargado de almacenar el agua generalmente es de PVC o bambú, en primer lugar, se le pone un puño de ceniza de madera quemada, luego un montón de carbón de las mismas brasas de la madera, luego le pones arena, después, grava y arriba piedras, al final se le hecha el agua. El agua hace su recorrido en el tubo y se va filtrando, al pasar por el carbón y gracias a la cantidad de químicos que tiene el carbón de la leña quemada sirve para eliminar todas las bacterias del agua al pasar por cada uno de los filtros que retienen quedando las partículas como basura o bacterias.

Paso 3.

Materiales e insumos.

El siguiente aspecto trata del material con que se construye el depósito prefabricado en donde se recopila el agua captada de la lluvia, el cual consta de cemento, plástico duro o algún otro material que esté libre de sustancias que pudieran contaminar el agua obtenida. Esta agua no cuenta con las medidas de saneamiento para su consumo humano por lo que se recomienda utilizar el agua obtenida en usos domésticos y en caso de querer ingerir esta agua se tiene que poner a hervir a temperatura elevada a los 60 grados centígrados de 10 a 5 minutos para poder eliminar cualquier sustancia nociva para la salud humana o bien existe el método

de potabilización con hipoclorito de sodio el cual se consigue, vertiendo una gota por cada 5.25 % de agua.


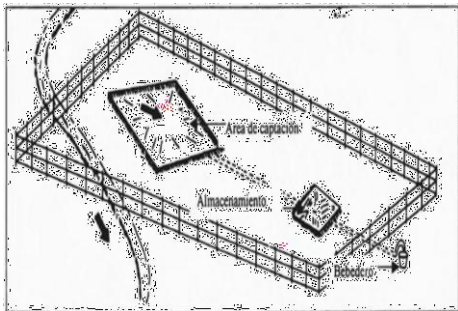

Recomendaciones orientadas a mejorar el funcionamiento del programa


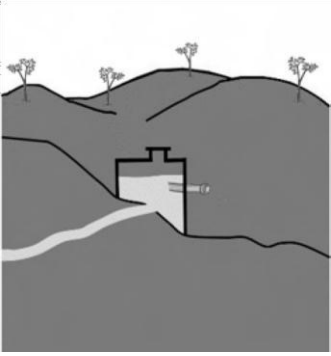
Debido al gran índice de contaminación que existe en la Ciudad de México derivado de la actividad humana, expertos señalan que es importante no recolectar las primeras lluvias por los diferentes contaminantes que se encuentran en la atmósfera, incluso se les ha dado el nombre de lluvias ácidas por lo tanto en el sistema de captación de agua es recomendable que las lluvias de los primeros días no sean ocupadas sobre todo para usos domésticos.

Sin embargo, puede ocuparse si así se desea para otras actividades tales como, lavar el patio o el coche, interiores y exteriores. Los expertos recomiendan no conectar el sistema de captación de agua al tinaco último, sino, hasta después, se deja pasar de dos a tres días de lluvia para que el agua sea óptima para su uso.

2.3. Diversos métodos de sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe.

Tipología de sistemas de captación de agua de lluvia en México.

Tipo	Descripción
<p>Estanques (presas de tierra)</p>	<p>Es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre, puede contener agua de 4 a 6 meses si la variación climática es favorable, ya que, solo capta el agua acumulada durante periodos de lluvia o desvío de algunos ríos para su causa. Está condicionado al ambiente, sedimentaciones y heces de animales ya que está en lugares abiertos.</p> 
<p>Trampas de agua de lluvia</p>	<p>Consisten en captar el agua de un área conectada a una cisterna de almacenamiento, después se entuba el almacenamiento por medio de tubos dirigidos al lugar donde quiere distribuir el agua. Debe contener un retardo de evaporación. El área de escurrimiento es cercada e impermeabilizada para evitar erosiones</p> 
<p>Techos de cuenca</p>	<p>Es un sistema recolector de agua directa, básicamente se compone de un techo que es el área de captación, un tanque de almacenamiento, canaletas para verter el agua captada y unas válvulas de salida para la conducción del agua hacia el destino requerido. (piezómetro ayuda a calcular agua almacenada)</p> 

<p>Aljibes</p>	<p>Sistema de recolección de agua pluvial mediante el escurrimiento, tienen una visión más</p>	
	<p>acertada que la del estanque, gracias a su acabado interno de mampostería logra obtener mejores resultados en la calidad del agua y la infiltración de agua no está presente.</p>	
<p>Manantiales canalizados</p>	<p>Presas naturales que se forman en cerros o lomas, se ubican en zonas áridas, el método de conducir esta agua de lluvia se da mediante tubería o canal.</p>	

Fuente: Cuadro 1. Elaboración propia con datos de Sistema de captación de agua de lluvia para usos doméstica en América Latina y el Caribe (Anaya, 42-49)

Como se muestra en el cuadro anterior, existen diferentes formas de captar el agua de lluvia, muchas de ellas no garantizan agua de calidad como es el caso de las presas de tierra y los aljibes por mencionar algunos, ya que están expuestos a constantes contaminantes del medio ambiente (materia fecal, hojas secas, residuos de materia contaminada), por lo tanto, se debe dar mantenimiento periódicamente para ayudar a la eliminación de sustancias dañinas en estos tipos de almacenamientos.

Por otro lado, las técnicas de extracción de agua de los mantos y la acumulación del agua de lluvia producen aguas salobres y menos contaminadas. Sin embargo, están limitados al volumen de agua del manto freático, cuando este se seca hay que recurrir a la restauración de pozos en otros acuíferos para canalizar el agua, esto sucede con los pozos ademados.

A continuación examinaremos algunos tipos de aprovechamiento de agua pluvial en países de América Latina, en donde las fuentes de abastecimiento son escasas para dotar de agua a la población, por lo que es sustancial el almacenamiento, tal es el caso de países como Brasil, Honduras, Nicaragua donde es común la implementación de cisternas, la captación de agua en los techos, o la captación por medio de la escorrentía, el diseño varía dependiendo de la región y el medio en que se desarrolle.

Brasil

Cisterna de ferrocemento (Sergipe Brasil): Se compone de una estructura hecha a base de alambre de acero y cemento en forma cuadrangular, además de agua y arena para su mezcla. Tal como lo ilustra la imagen. (Anaya, 1998: 75)



(Imagen 5. Retomada de Cisterna de ferrocemento ubicada en Sergipe Brasil, Anaya, 1998: 76)

Cisterna de Cal: El 70% de la construcción es de cal, una cuarta parte de cemento, está construido por debajo de la tierra, su superficie se encuentra al ras de suelo. La forma de este sistema es cóncava y sus paredes están apiladas por tabiques para impedir la filtración. (Anaya G, 1998: 74-77)

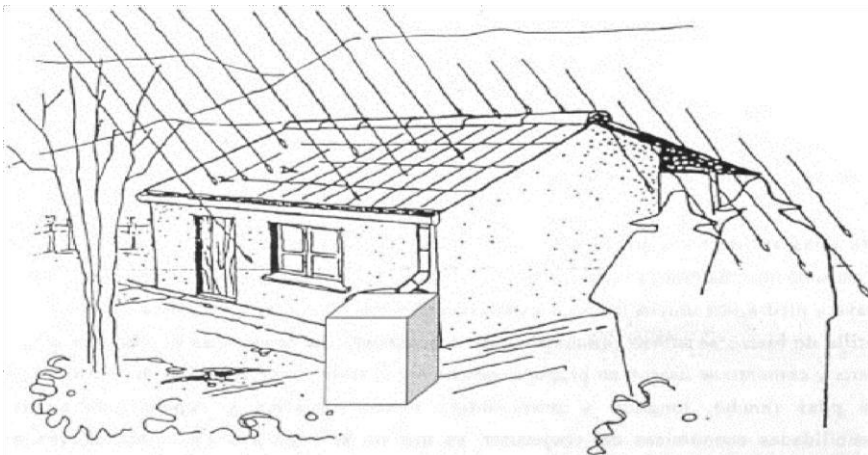


(Imagen 6. Retomada de Cisterna de ferrocemento ubicada en Sergipe Brasil, Anaya. 1998: 76)

Cisterna rural: Este tipo de cisterna es más apta para consumo humano que las anteriores, contempla tres partes fundamentales; tanque de almacenamiento, sistema de filtrado y área de captación. El área de almacenamiento comúnmente se encuentra sobre el suelo o semienterrado, el sistema de filtrado cumple una función primordial la cual es purificar el agua almacenada en el tanque y el área de captación se encarga de almacenar los volúmenes de litros de propiciados por la lluvia, comúnmente se emplea en los techos de las casas. Se recomienda una pendiente de 3 % en dirección al tanque de almacenamiento. Bajo esta cuestión aquí entra el mantenimiento realizado para resultados óptimos, principalmente por la acumulación de sedimentos. (Anaya, 1998: 78-82)

Honduras

Pilas recolectoras: Se utilizan para el uso doméstico, se instalan en el techo de las casas de forma rectangular con una ligera pendiente, de materiales como grava, arena acompañados de cemento y varilla para su estructura rígida. Además, se incorporan caletas al costado para la fluidez del agua almacenada principalmente de materiales firmes como tablas o láminas. Se les considera sistemas prácticos y a bajo costo para la población. (Anaya G, 1998: 89-90)

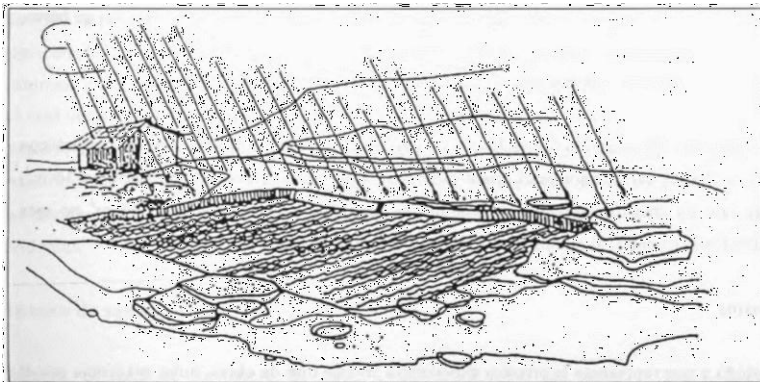


(Imagen 7. Retomada de Pilas recolectoras de agua de lluvia ubicada en el municipio de Orocuina, Honduras. Anaya. 1998:89)

Nicaragua

Almacenamiento de agua por escorrentía: En Trinidad Nicaragua, en el medio rural para obtener el agua por medio de este método se excavan una especie de laguna para almacenar el agua dentro de un reservorio conocido como pila rectangular de 4m de ancho. 9 de largo y 1 metro de profundidad, se estima un

volumen de 360 metros cúbicos en época de lluvias. Los muros son construidos a base de cemento, piedra, varilla y arena para evitar la filtración y la erosión del suelo. Para la purificación del agua se han utilizado materiales como carbón piedra y ladrillo de barro. Siendo una gran técnica singularmente en regiones secas y rurales ya que los costos y los insumos con los que se realiza este procedimiento resultan a bajo costo con respecto a lo que los habitantes han aprovechado esta fuente de abastecimiento. (Anaya G, 1998: 95-97)



(Imagen 7. Retomada de Almacenamientos de agua por escorrentía superficial en la comunidad de El Llano, Nicaragua. Anaya, 1998: 95)

2.4. Los sistemas de captación de agua pluvial ¿alternativa a la escasez en el suministro?

Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) en la ciudad de México, derivan de un programa con carácter social, empleado por la Secretaría del Medio Ambiente y a través de la Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental. Este programa busca instaurarse en viviendas de alta precariedad hídrica de la Ciudad de México como objetivo general.

Esta política se implementa con base al reconocimiento oficial del derecho humano al agua en los diferentes niveles de gobierno, es decir, de acuerdo a los artículos plasmados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política de la Ciudad de México y como principio de la Ley de Desarrollo Social para el Distrito Federal. Con respecto al derecho humano al agua este fue reconocido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el 8 de febrero del 2012 expresado en el artículo 4 constitucional.

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. (10)

Con respecto a la Constitución Política de la CDMX en su artículo 9 “Vida Solidaria” nos habla sobre la importancia del agua potable para los habitantes en la vida diaria. Además de los mecanismos que se pueden implementar en el gobierno capitalino. También emana en este artículo la importancia de la captación de agua de lluvia para la mayor cobertura de agua potable en la población. Derecho al Agua y su saneamiento:

Toda persona tiene derecho al acceso a la disposición y saneamiento de agua potable suficiente, salubre, segura, asequible, accesible y de calidad para el uso personal y doméstico de una forma adecuada a la dignidad, la vida y la salud, así como a solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua. (21)

Además, el documento señala la obligación del Estado para garantizar el acceso continuo sin que haya inequidad y desigualdad en la zona, ya que el agua es un recurso natural no un lucro. “El agua es un bien público, social y cultural. Es inalienable, inembargable, irrenunciable y esencial para la vida. ¡La gestión del agua será pública y sin fines de lucro!” (Artículo 15)

Acorde a los lineamientos normativos establecidos en la constitución mexicana por los cuales se rige el derecho humano al agua, los gobiernos tanto locales como federales están obligados a dotar de este recurso a la población. No obstante, la ciudad de México cuenta con años de rezago hídrico en distintas partes. Por ejemplo, en zonas como Iztapalapa, Xochimilco y Tlalpan los gobiernos se han enfrentado ante esta problemática, pues de acuerdo al derecho al agua de los capitalinos, la disposición de este líquido vital debe ser parte esencial de la agenda política.

Desventajas de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia:

En realidad, los sistemas de captación de agua ofrecen una cantidad de ventajas, los críticos han resaltado como desventaja el mantenimiento de estos sistemas en donde hay que limpiarlo, lavarlo y darle mantenimientos constantes. Es indispensable el trabajo humano para su funcionamiento, sin este cuidado el resultado provechoso sería mínimo. Pues es importante mantenerlos limpios debido a la contaminación que hay en el aire, hojas de árboles, entre otras, también, las

condiciones climatológicas son fundamentales es por ello que, se debe captar el agua en cualquier época del año siempre y cuando llueva.

2.5 Situación de agua (Demografía, Consumo y precipitación)

México cuenta con una capital que funciona como principal sede de diversos ámbitos, tanto económicos como políticos, ambientales, ecológicos, entre otros. Se le conoce como ciudad de México (CDMX), es la zona más poblada de todo el país al concentrar el mayor número de habitantes en un mismo territorio, la capital está conformada por 16 Alcaldías que dan un total de población de 9,209, 944 (INEGI: 2020) de estas 16 Alcaldías Iztapalapa sobresale por ser el territorio con más población dentro de la CDMX al contar con un total de 1, 835,486. (INEGI 2020)

Iztapalapa tiene un déficit hídrico de agua potable ya que en esta localidad el agua escasea constantemente, el suministro de agua cae de manera irregular y por tandeos lo que provoca gran escasez de agua potable para los y las habitantes, el consumo de agua por persona se considera de 120 a 150 litro por día para cumplir con los estándares de vida digna, sin embargo, el promedio de agua que consume la Alcaldía Iztapalapa se calcula en 2, 618,321 (m³/año). Esta agua es proveniente de las diferentes fuentes de suministro con las que cuenta la CDMX como lo son Red de agua potable, Aguas de pipas, Aguas de pozos, agua tratada y Red de agua tratada. (Registro de Descargas de Aguas residuales: 29)

Por otro lado, año con año se desperdicia grandes cantidades de agua de lluvia en Iztapalapa, esta agua pluvial no es aprovechada ya que su destino es el alcantarillado donde se contamina con aguas negras, en otros casos el sistema de drenaje en la ciudad es muy precario y no tiene capacidad para almacenar grandes cantidades de agua por lo que en cada lluvia fuerte el sistema de drenaje se sobrecarga y origina inundaciones en las principales avenidas de la Ciudad, en el caso de Iztapalapa los socavones o agrietamiento son efecto de esta agua de lluvia que perfectamente se podría captar para darle un uso adecuado. Un estudio del instituto de geofísica perteneciente a la UNAM nos dice que “La precipitación total anual varía de 1,000 a 600 mm y la estación lluviosa es principalmente en los meses de verano” (2018:22) esta precipitación es más evidente en los meses de lluvia que van de mayo a octubre por lo regular.

2.6 Sistemas de captación de agua pluvial en la CDMX.

En la actualidad, captar el agua de lluvia es una necesidad, el desabasto de agua genera que la población busque nuevas formas de adquirir agua, es por ello que gobierno, académicos, sociedad civil, empresarios y población en general, trabajan en conjunto para encontrar soluciones que ayuden a combatir la escasez de agua.

Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL), han figurado a lo largo de los tiempos, su resultado ha sido de gran beneficio para las sociedades, la manera de emplear este mecanismo de captar el agua de lluvia es variada, a pesar de ello, la finalidad es la misma, obtener agua para distintas actividades humanas.

De acuerdo a experiencias implementadas en distintas partes del mundo, los sistemas de captación pluvial, han demostrado que durante los meses de lluvia son capaces de recolectar el agua suficiente para apoyar en temporada de sequías al año, el beneficio que deja este sistema es de gran importancia, sobre todo en cuestiones ambientales, esto es gracias a que estos proyectos buscan vivir más acorde con la naturaleza y aprovechar los recursos naturales, que ofrece, es tarea de la ciudadanía ponerlos a prueba, pues para su implementación, la ciudadanía juega un papel muy importante el cual es dar un uso y mantenimiento adecuado.

Los sistemas de captación de agua de lluvia en las viviendas de la ciudad de México tienen como objetivo general, mejorar las condiciones de vida en cuanto al acceso al agua para la población que más carece de este recurso y con ello se pueda satisfacer sus necesidades básicas.

En la ciudad de México, se han llevado a cabo diversos proyectos o bien programas para impulsar el tema de la captación de agua de lluvia, este tema es algo que se viene trabajando con anterioridad, es por ello que se logra registrar varios casos, por ejemplo, “Agua a tu casa”, “Sistemas de Captación y Almacenamiento del agua de Lluvia en México”, por último, El Programa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México (CDMX) “Cosecha de Lluvia”.

Programa agua a tu casa.

Este programa fue impulsado en el año 2006, en donde participó la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con su programa de PUMAGUA, conjuntamente con el gobierno de la ciudad de México a través de su Secretaría de Inclusión y Bienestar Social (SEDESOC), se colocaron 474 sistemas de captación de agua de lluvia en 5 unidades habitacionales, con los cuales se logró obtener 117 millones de litros de agua de lluvia, los usos a los que se destinó el agua son domésticos. (Anaya, 2018: 13)

Este programa contribuye a la creación de una ciudad sustentable, integradora y equitativa. Pone en marcha tecnología útil para la captación pluvial en diferentes hogares, igual, fomenta y promueve el derecho al agua, busca extender la calidad de vida de la población otorgando herramientas para la purificación y saneamiento del agua con el cual se previene enfermedades derivadas de agua de mala calidad.

Sistemas de Captación y Almacenamiento del agua de Lluvia en México

Este proyecto está impulsado por isla urbana que en el 2009 empieza a producir sistemas de captación de agua de lluvia, el número de sistemas instalados es de 7,684 en donde se logra obtener 333 millones de litros de agua, con esta cantidad de agua benéfica a 53, 788 de personas beneficiadas. (Anaya. 2018: 11)

El proyecto tiene un enfoque ambiental y social, busca atender la escasez de agua en la ciudad de México, al igual que, en otras partes del país, gracias a su capacidad de innovación, el agua captada se utiliza en usos urbanos y agrícolas, su expansión se ha logrado por manejar adecuadamente el sistema de captación de lluvia y sobre todo por lo práctico que este representa.

El Programa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México. (CDMX) (Cosecha de Lluvia)

En lo que respecta, el funcionamiento del sistema de captación de agua de lluvia, cuenta con un mecanismo de filtración de agua pluvial que pasa por procesos de saneamiento y filtración de agua, y por último se almacena el agua obtenida de la lluvia, tal y como se muestra en la siguiente imagen obtenida del sitio web de la Secretaría del Medio Ambiente.



Recuperado de

<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/programa-de-sistemas-de-captacion-de-agua-de-lluvia-en-viviendas-de-la-ciudad-de-mexico>

El Programa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México es de origen social en donde la Secretaría de Medio Ambiente, es la encargada de su operación. Éste, cuenta con fundamentos normativos, entra en el marco de la Constitución Política de México; es por ello que respeta las leyes y los artículos establecidos dentro del territorio en donde se estará instalando.

Desde hace ya diez años las administraciones de la CDMX, han impulsado este sistema de captación de agua de lluvia con el fin de combatir la precariedad hídrica, asimismo, se proponen los siguientes puntos que serán atendidos:

1. Grado de precariedad hídrica.
2. Calidad del diseño e instalación del Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL).
3. Filtro de interés de usuarios.
4. Capacitación y contextualización del Programa.
5. Seguimiento y acompañamiento.

Cumpliendo con estos factores importantes, es que este programa tendrá más efectividad, de igual manera, se implementarán herramientas técnicas. En la cuestión social busca resolver problemas pluviales, que impactan en la ciudad tal es el caso de inundaciones, suministrar a la población de 4 a 8 meses dependiendo de la cantidad de agua de lluvia almacenada. Busca ahorro de energía debido a que el modo de uso es de manera manual.

El programa va dirigido a personas de la ciudad que se enfrentan a la falta de agua en sus hogares, es así, como el gobierno implementará 10,000 Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 28 de septiembre del 2019)

Además, este sistema, aporta beneficios ambientales tales como, amortiguar inundaciones por las fuertes lluvias, ahorro de energía empleada para el bombeo del agua dirigida a los domicilios, provee a lo largo de 5 a 8 meses del año a viviendas de escasos recursos hídricos, ayuda a combatir la explotación de mantos acuíferos y con ello aporta en su recuperación. Así mismo, Impulsa el derecho al agua, establecido en la Constitución mexicana, también, toma en cuenta los derechos principales de la Constitución Política de la Ciudad de México.

A su vez, otros beneficios son, tener agua durante los meses de lluvia que al año son ocho meses aproximadamente, esta agua obtenida sirve para las actividades cotidianas.

Beneficios del programa:

- A. Reducir los miles de litros que caen al drenaje de la ciudad, en consecuencia, el Déficit de inundaciones sería menor.
- B. Ahorro energético en las plantas de bombeo para transportar el agua.
- C. Consumo autosuficiente, para contribuir a una adecuada cultura hídrica ecológica, en aprovechamiento de este recurso proporcionado por la naturaleza.
- D. Mitigar la sobreexplotación de los acuíferos de la ciudad. La alcaldía de

Iztapalapa figura como sector prioritario para implementar este proyecto. El presupuesto asignado a esta política para el 2019 fue de 200 mil pesos los cuales se invierten para la instalación de los sistemas, difusión, capacitación de la población para el buen manejo del sistema y operación. Esto se llevará a cabo a través de la Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México es por ello su importancia e intervención.

¿Cómo se va a enterar la población de acuerdo a estos lineamientos?

La secretaria de Medio Ambiente se encargará de informar a los interesados en adoptar este sistema mediante propaganda y pláticas comunitarias en puntos prioritarios. Uno de los ejes más importantes sobre esta difusión es dar a conocer a la ciudadanía la relevancia que tiene la problemática del agua actualmente y mostrar el alcance de este programa para aquellos que quieran entender el funcionamiento de estos sistemas, la importancia y el trabajo que cada quien tiene que realizar para su adecuado funcionamiento.

Respecto a la operación del programa, se tiene que llevar a cabo un trabajo en colaboración entre ciudadanía, gobierno y órganos gubernamentales, académicos civiles, esto con la finalidad de ejecutar con eficacia los procesos. Los operadores del programa tendrán que facilitar la información, transmitir comunicados, capacitar y orientar. Así como, identificar indicadores que permitan evaluar el logro del mismo.

La responsabilidad que asumen los beneficiarios es, funcionamiento y cumplimiento adecuado de las normas de los sistemas, es por ello que se trabaja en conjunto con operadores de la Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental, este organismo se encarga de la supervisión del programa, también, que se lleve a cabo la correcta instalación, que sean de calidad y tengan buen funcionamiento. (Gaceta Oficial de la Ciudad de México; 18/01/2019)

Capítulo 3. La cosecha de agua en San Miguel Teotongo

3.1 Estructura y elaboración del cuestionario.

Decidimos elaborar un cuestionario de 20 preguntas abiertas y cerradas con el fin de recabar información útil para la evaluación del programa de captación de agua de lluvia Cosecha de Agua en el territorio de San Miguel Teotongo a un año de su implementación. Es pertinente mencionar que este instrumento se incluyó con fines únicamente académicos para la realización de la tesis durante el periodo 2021.

Se debe agregar que el cuestionario fue dirigido exclusivamente para habitantes beneficiarios del programa Cosecha de Agua ubicados en San Miguel Teotongo como requisito fundamental para participar en las respuestas del mismo. Simultáneamente este instrumento fue dividido en cuatro ejes incluyendo preguntas abiertas y cerradas.

Abrimos la serie de preguntas con la siguiente:

¿Usted es derechohabiente del programa Cosecha de lluvia? Posteriormente decidimos abordar aspectos generales de la población de San Miguel Teotongo, estas preguntas nos ayudaron a percatarnos de datos generales de las personas que fueron encuestadas, además de localizar en donde se encuentran ubicados los SCALL. Las preguntas que se incluyeron son las siguientes preguntas:

1.- ¿Usted es derechohabiente del programa?

<input type="checkbox"/>	Si
--------------------------	----

	No
--	----

2.- ¿Quién lo contesta?

	Hombre
	Mujer
	Prefiero no contestar

3.- Rango de edad

	18-30
	30-50
	50-65
	Más de 65

4.- Dirección (calle y sección)

--

Las siguientes preguntas están encaminadas a conocer la condición en la que se encuentran los habitantes en relación al agua como cantidad, frecuencia y calidad de agua. Es decir, conocer con qué frecuencia es abastecido por la red, las condiciones en las que almacenan el agua y si esta es suficiente para satisfacer sus necesidades hídricas. Por otro lado, estos datos nos permitieron profundizar en un aspecto importante como lo es el socioeconómico, al ser una localidad ubicada en la urbe nos fue útil saber un promedio aproximado del agua embotellada que se adquiere.

5.- Describa su situación actual en torno al agua potable que recibe en su hogar, mencione cuantos días de la semana recibe agua y por cuanto tiempo, como es la calidad de agua que cae de la red pública y cuánto tiempo se ha quedado sin recibir agua potable de la red pública.

--

6.- ¿Si tiene conexión a la red pública, ¿cuántas veces a la semana recibe agua potable?

	Uno a dos días
	Tres a cinco días
	Todos los días
	No me suministro de la red

7.- ¿Cuenta con un sitio para almacenar agua? mencione cual.

	Cisterna
	Tinacos
	Tambos de agua
	Otro

8.- ¿El abasto de la red pública es suficiente para llenar el sitio donde almacena el agua?

	Si
	No
	Añadir opción

9.- ¿La calidad del agua que recibe de la red pública es óptima para su uso doméstico o tiene que adquirir agua de otro medio?

	Pipa
	Garrafón
	Otra

10.- En caso de comprar agua de pipa o de garrafón ¿Cuánto dinero gasta a la semana?

--

En esta parte se integraron preguntas en función al programa “Cosecha de agua”. Es decir, pedimos mencionar desde la individualidad de cada derechohabiente por qué decido formar parte de este proyecto implementado por el gobierno de la Ciudad. Conocer si fue un proceso un proceso difícil para adquirir los sistemas, ¿De qué manera fue la difusión? Por otro lado, fue sustancial conocer el modo de uso del agua captada, así como, los factores que implican el mantenimiento que se les da durante todo el año y como los habitantes lo cuidan y de qué manera les ayuda en su economía.

11.- Mencione cuál fue el proceso para ser derechohabiente del programa

Cosecha de lluvia

12.- ¿Por qué decidió formar parte del programa Cosecha de lluvia adquiriendo el sistema de capacitación pluvial?

<input type="checkbox"/>	Iniciativa propia
<input type="checkbox"/>	Reducir gastos económicos
<input type="checkbox"/>	Cuestiones ambientales
<input type="checkbox"/>	Respuesta al desabasto de agua
<input type="checkbox"/>	Otro
<input type="checkbox"/>	Añadir opción

13.- En palabras propias describa en qué consiste el programa cosecha de lluvia.

14.- ¿Qué requisitos tiene el programa Cosecha de lluvia para ser beneficiario?

15.- ¿Durante qué meses del año capta el agua de lluvia y cuantos meses le dura esta agua captada?

16.- ¿Qué uso le da al agua captada de la lluvia?

17.- ¿De qué manera esta captación de lluvia le ha apoyado con el consumo de agua?

18.- ¿En los meses que ha utilizado el sistema de captación de agua ha tenido que darle mantenimiento?

	Mucho
	Normal
	Poco
	Otra opción

Finalmente, las últimas preguntas se realizaron en relación al impacto de estos sistemas, es decir, la evaluación en palabras propias o numéricas (1- 10). Por último, que los beneficiarios encuestados propusieran alguna mejora desde su percepción. Todo ello con el propósito de mencionar que ha significado los SCALL como una nueva forma de convivir con el agua que cae del cielo para su empleo en el hogar.

19.- ¿Qué evaluación le da al programa Cosecha de lluvia?

20.- ¿Qué propondría para mejorar el programa Cosecha de lluvia?

Procesamiento de información

Con el fin de plasmar y cuantificar los resultados obtenidos utilizamos el programa llamado Google forms, el cual, es una herramienta muy útil para la elaboración de encuestas y formularios de manera gratuita, esta herramienta permite recopilar información recabada de manera automática y ordenada. Además, se pueden agregar imágenes por la cual la hace una herramienta didáctica y eficaz. Así mismo, compartimos el enlace en diversas páginas ubicadas en San Miguel Teotongo, redes sociales semejantes, grupos y contactos para su posterior respuesta. A continuación, se presenta la liga donde se puede observar nuestro instrumento de preguntas abiertas y cerradas.

Sin embargo, no hubo la respuesta que esperábamos, tras esperar un periodo considerable de dos meses, decidimos realizar trabajo de campo para sacar nuestro tamaño de muestra, ya que, solo respondieron 6 personas. Cabe mencionar que, en la lista del padrón que ofrece la Delegación sobre los beneficiarios del programa Cosecha de Agua solo viene la dirección y la calle del derechohabiente.

Sin embargo, pudimos ubicar a las personas derechohabientes por el logotipo situado en las puertas de sus domicilios. Se debe agregar que, tuvimos las medidas sanitarias pertinentes realizar las encuestas como las siguientes:

- Uso de cubre bocas
- Gel desinfectante para manos.
- Sana distancia correspondiente a 1,5 mts tal como se muestra en la imagen que presentamos a continuación.

Mediante grupos virtuales se señaló que muchos de los titulares no tienen acceso a medios electrónicos. Fue otra de las cuestiones por las que optamos por ir de manera física al lugar de estudio. El presente trabajo se trabajó durante el periodo de pandemia global en el que desafortunadamente nos encontramos con las implicaciones y restricciones que conlleva, es por ello que aproximamos un tamaño de muestra y cubrimos una parte de la misma.



Imagen 8.

Por otra parte, la mayoría de los derechohabientes mencionan como requisito indispensable se requiere contar con una losa para la colocación de los SCALL, no obstante, en ciertos domicilios se les instaló en patio por lo que pudimos observar.

Otro aspecto conveniente a subrayar es que para ser beneficiarios del programa no debían contar como cisterna o instrumento para almacenar el agua, aunque en algunos casos sí contaban con ella, puesto que el programa va más encaminado a personas con alta precariedad hídrica.



Imagen 9.

Especificaciones estructurales en viviendas para su implementación

Por lo que se refiere a las condiciones estructurales de las casas además contar con loza con medida mínimas a 4 metros cuadrados, también se consideró tener un espacio en el patio como requerimientos para instalar los contenedores del programa, de esta manera también pudimos darnos cuenta de los derechohabientes en cada calle como punto de referencia. Véase en las siguientes imágenes, donde se puede apreciar la forma de los tanques de almacenamiento, los tubos y la llave donde sale el agua captada.



Imagen. 10

Tamaño de muestra:

Como ya se mencionó anteriormente en 2019 se implementó el programa de gobierno enfocado en la sustentabilidad hídrica para mitigar la escasez y el desabasto de agua que sufre la zona metropolitana de la ciudad, en esta ocasión abordamos el territorio de San Miguel Teotongo como caso de estudio.

Dicho lo anterior, el gobierno de la Ciudad de México configuraría su distribución en dos delegaciones. La primera corresponde a Iztapalapa con un 58% de la totalidad y la segunda a Xochimilco con un 42%. Esto es, a la delegación de Iztapalapa se le destinaron 5,833 SCALL dentro de las 111 localidades que conforman su territorio, de los cuales en San Miguel Teotongo se implementaron 1,003 en las 15 secciones que forman su territorio. Esto arroja una cantidad de 734 beneficiados encontrados en el padrón oficial de personas derechohabientes del programa otorgado por la delegación.

Ahora veamos, el tamaño de muestra se crea a partir de la población finita, el cual arrojó un tamaño de muestra de 435; sin embargo, en esta ocasión debido a las medidas sanitarias abarcamos un aproximado de 25 personas encuestadas.

Fórmula 1. Tamaño de muestra

Tamaño de muestra	
	<p>Población Finita</p> $n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$
<p>n= Tamaño de muestra buscado N= Tamaño de población Z= Parámetro estadístico, este depende del nivel de confianza (NC) e= Error de estimación máximo aceptado p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado, es decir, el éxito q= (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado</p>	

Fuente. Datos retomados de: <https://youtu.be/oc8i9g144Y0>

Trabajo de campo

Pudimos contemplar la irregularidad en el abasto de agua proveniente de la red pública a solo unas calles de distancia, teniendo en cuenta que pertenecen a la misma sección del territorio. Esto es debido a que la zona se encuentra en declive la red que suministra el agua hacia abajo, por lo tanto, se mencionan los pobladores que el abasto se proporciona de manera ascendente debido a la conformación geográfica de la zona.

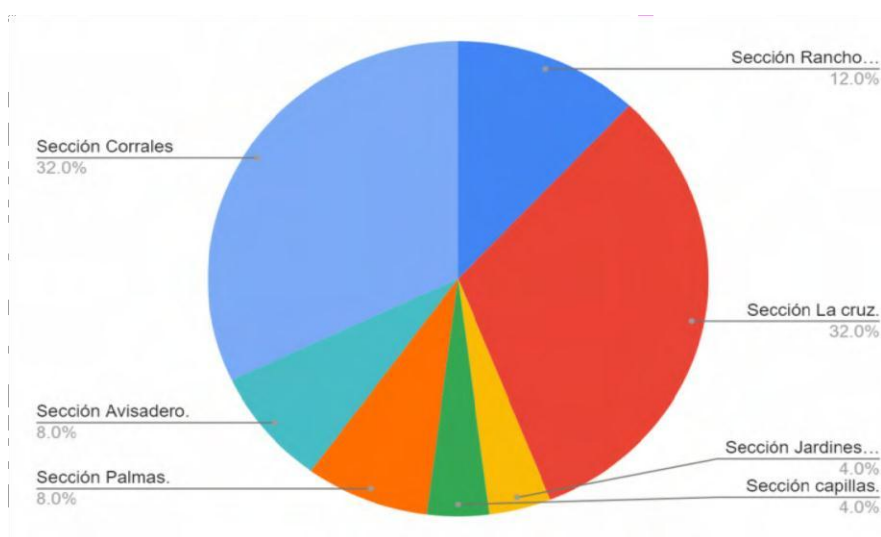
Las personas encuestadas consideran al abastecimiento de la red en la actualidad regular, incluso les llega diario, mientras en otras les llega con una regularidad de 2 a 3 horas cada día de la semana. Sin embargo, hace unos años toda la comunidad padecía una severa escasez hídrica, los colonos le denominaron "agua de tamarindo" por su color y su olor. Se argumenta que en ocasiones la distribución de agua tardaba de 3 a 4 semanas. Esto es por lo que se ha distinguido a la población de San Miguel, en relación con el agua. Las personas beneficiadas de este programa mencionan que, gracias a los sistemas, el agua es más limpia en ocasiones que la de la red. La usan principalmente para uso doméstico (lavar ropa, trastes, patio, baño, vehículos, jardín, aseo personal, etc.).

En todos los casos consideran exitoso el programa implementado, ya que les ayuda en su economía al ahorrar dinero, pues consumen menos agua embotellada. Señalan su uso exclusivo para el aseo personal, beber, cocinar, incluso algunos utilizan el agua captada para bañarse. La recolección es todo el tiempo, destacan las temporadas de lluvias como su punto más alto de almacenamiento. En cuanto al mantenimiento coinciden limpiarlo en un periodo de 2 a 3 meses para limpiar el tanque, los filtros, colocar la pastilla desinfectante y eliminar sedimentos ubicados en tanques y lozas para su aprovechamiento.

3.2 Primeros resultados.

La colonia San Miguel Teotongo se conforma por secciones y en esta encuesta se abordaron las siguientes: La cruz, Avisadero, Corrales, Palmas, Rancho bajo, Jardines de nochebuena y Capillas.

Dirección (sección y calle)



Gráfica 2. Elaboración propia.

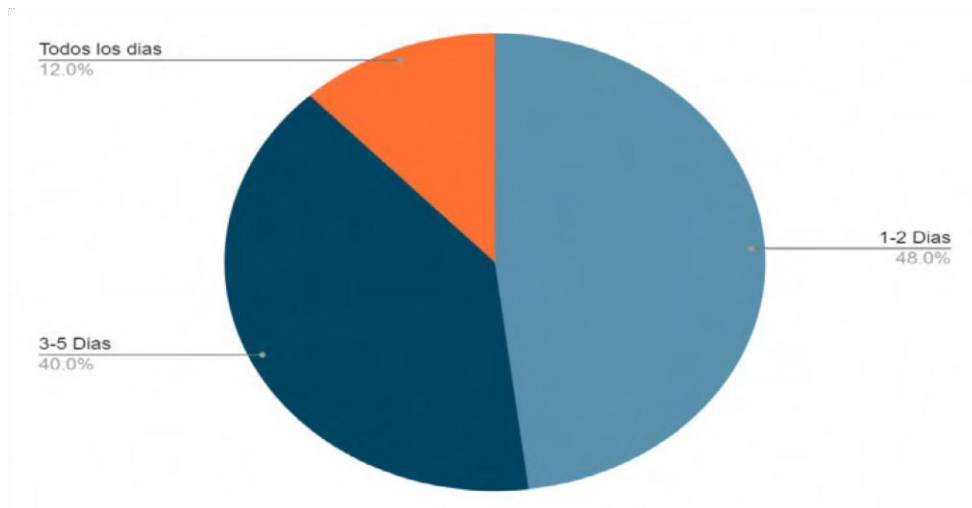
A continuación, la interpretación de los datos recabados durante la encuesta aplicada en San Miguel Teotongo la cual se divide en cuatro ejes, primero, situación en la que se encuentra la localidad de SM en torno al agua potable, después, datos y características del programa Cosecha de lluvia, sigue, información básica del uso y funcionamiento del sistema de captación de agua de lluvia, por último, evaluación y mejoras que se dan con las palabras de los encuestados. Situación en la que se encuentra San Miguel Teotongo respecto al agua potable.

De acuerdo, a la situación en la que se encuentra San Miguel Teotongo, nos enfocamos en conocer datos como ¿cuántos días de la semana recibe agua y por cuánto tiempo, ¿cómo es la calidad de agua que cae de la red pública? y ¿cuánto tiempo se ha quedado sin recibir agua potable de la red pública?

En la mayoría de las respuestas, a los habitantes de San Miguel Teotongo les llega el servicio de agua potable de manera tandeada, es decir, de dos a tres días a la semana como lo explicamos anteriormente, con un tiempo de dos a tres horas al día, aunque, hay casos aislados en donde las viviendas cuentan con agua directa de la red pública y se les dota de agua durante todo el día por los mismos días a la semana.

Durante nuestra recopilación de datos se observa que el 48% de nuestro universo estudiado recibe agua potable de la red pública de 1 a dos días por semana, le sigue el 40 % al recibir el servicio de agua potable de tres a cinco días a la semana, mientras que solo el 12 % tiene agua de red pública de manera consecutiva, es decir, todos los días, en contraste con el 88% que solo recibe agua unos días a la semana de forma tandeada, a continuación, gráfica representativa:

¿Si tiene conexión a la red pública, cuantas veces a la semana recibe agua potable?

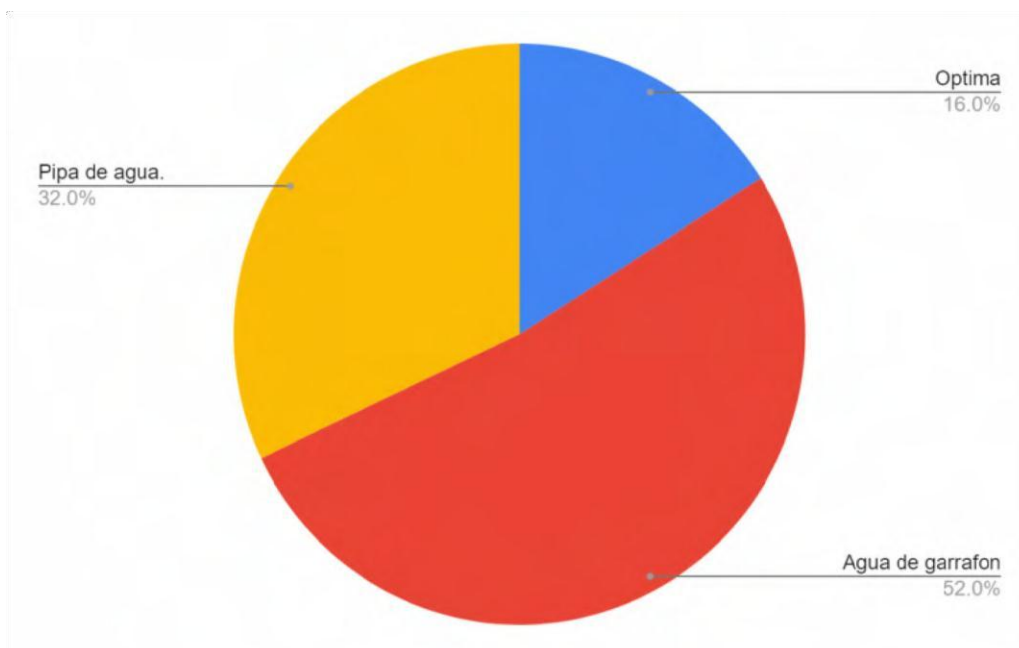


Gráfica 3. Elaboración propia.

Sin embargo, esta agua que reciben es de mala calidad porque contiene tierra, es color amarilla y con olor desagradable, cabe destacar que se han quedado sin recibir agua de red pública por un tiempo prolongado que va desde los 15 días hasta el mes completo por lo que se ven obligados a adquirir agua potable de otro medio como lo es el agua en pipas o en garrafón, debido a esto es que tienen un gasto económico semanal que va de los cincuenta a cien pesos, ejemplo, al comprar garrafones de agua que la mayoría ocupa para la preparación de alimentos se gastan cinco garrafones por semana, por el contrario, al comprar pipas o pedir las a la administración pública, los gastos se elevan de cien a doscientos pesos por semana al pagar la parte del agua que viene en pipas o bien cuando esta agua es otorgada por la administración pública se le da una propina al chofer que les lleva el agua.

En porcentaje, el primer medio en donde la población adquiere el agua potable es de garrafón con un 52 %, mientras que las pipas de agua tienen un 32 % y el otro 16 % nos menciona que el agua que le cae en su hogar es óptima por lo que no tienen que adquirir agua potable de otro medio, a continuación, se muestra la gráfica representativa:

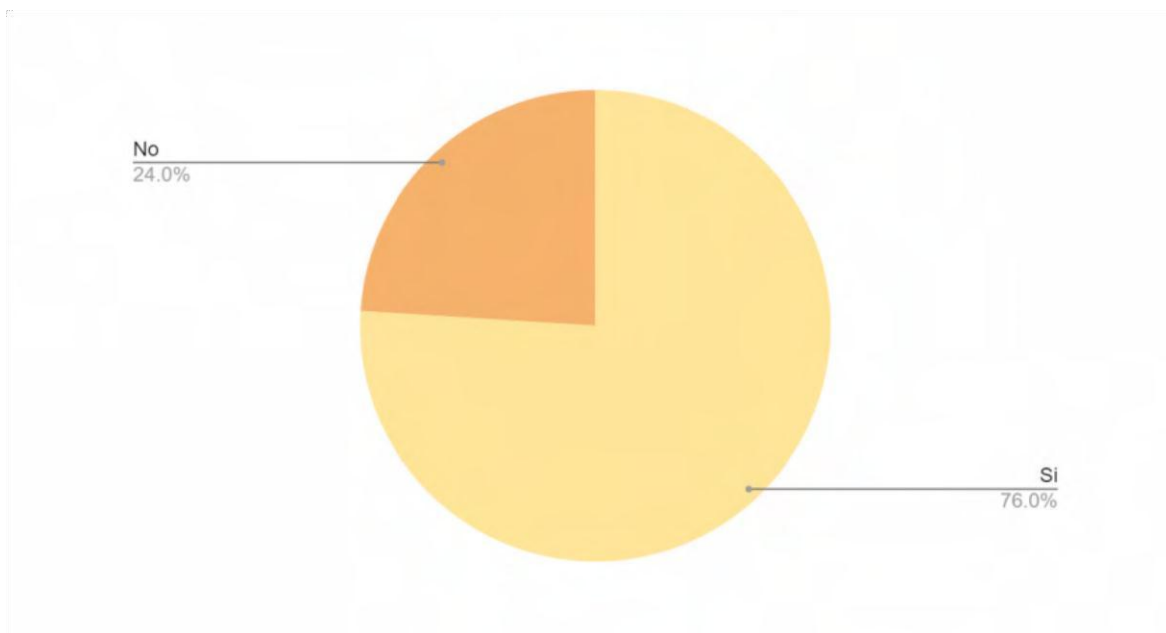
¿La calidad del agua que recibe de la red pública es óptima para su uso doméstico o tiene que adquirir agua de otro medio?



Gráfica 4. Elaboración propia.

En los que respecta a la cantidad de agua que reciben encontramos que, en su mayoría con un 76 % la población recibe el agua suficiente para llenar el lugar en donde almacenan el líquido como cisterna, tambos de agua o tinaco, a continuación, gráfica representativa:

¿El abasto de la red pública es suficiente para llenar el sitio donde almacena el agua?

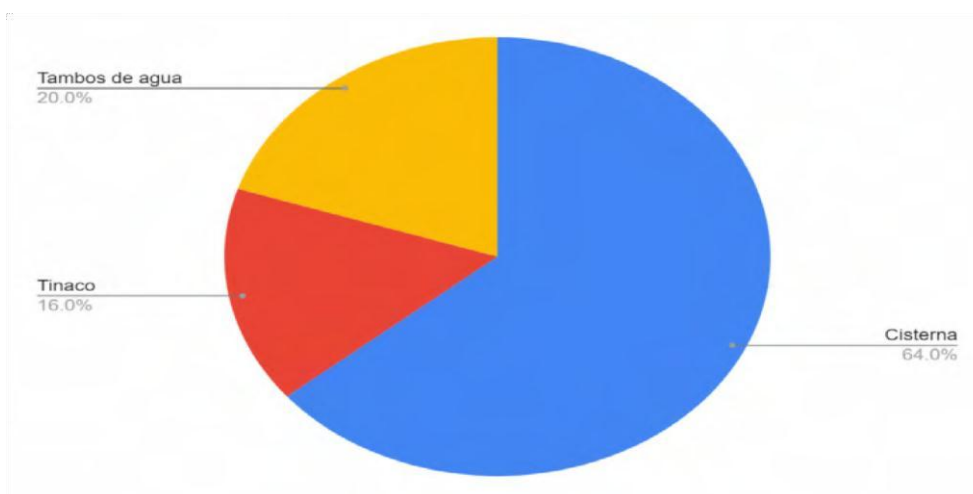


Gráfica 5. Elaboración propia.

Prosiguiendo nuestro análisis, datos arrojados muestran que no es suficiente el agua directa de la red pública en general para el uso doméstico de la población de San Miguel Teotongo, en efecto, los lugares más comunes que se localizaron para almacenar esta agua, la más importante es, la cisterna con un porcentaje de 64 %, lo que quiere decir, que a pesar de las dificultades económicas las viviendas encuentran la manera de construir su cisterna. Esto se debe a esta inestabilidad hídrica en donde en ocasiones el agua deja de caer por varios días por ello la población prefiere y se ve en la necesidad de tener este sitio para almacenar su agua y que no le impacte tanto el corte de agua, después, están los tambos de agua, los cuales tienen la facilidad de moverse de lugar, tener varios y no son de alto costo, es por ellos que el 20 % de nuestra población estudiada mencionan tener tambos de agua para su usos doméstico.

Por último, se localiza el tinaco, este sitio es utilizado por su gran capacidad de almacenaje el cual es aproximadamente de 2500 litros, sin embargo, este sitio ocupa de un lugar más amplio para tenerlo y claro su costo económico es un tanto elevado, por estas razones es que solo el 16% de las personas lo ocupan para almacenar agua potable. A Continuación, la gráfica representativa:

¿Cuenta con un sitio para almacenar agua? Mencione cual.



Gráfica 6. Elaboración propia.

Procedimiento de difusión informativa del programa y vinculación de la localidad.

Desde la parte inicial de acuerdo a la información recabada, a las personas que decidieron involucrarse se les brindó la suficiente información en puntos específicos como kioscos, parques y mercados como puntos de reunión.

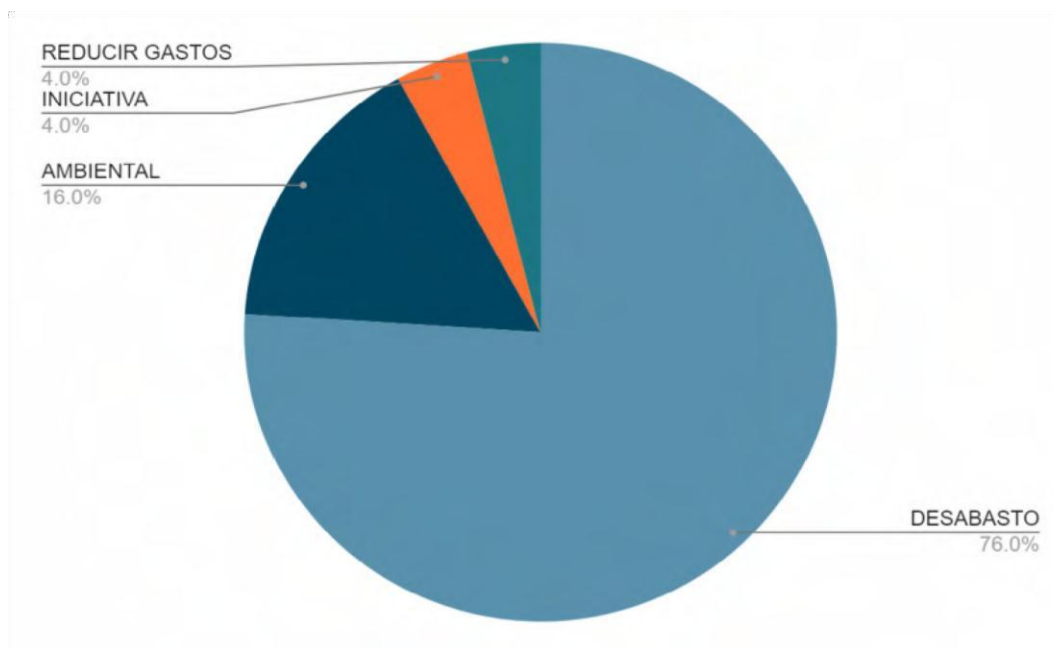
En algunos casos las personas se enteraron del programa debido a que se colocaron carteles por parte de la delegación invitando a los ciudadanos a obtener un sistema de captación de agua de lluvia en sus hogares, sin embargo, a otros los visitaron personal de la delegación en sus domicilios y les hicieron la invitación para ser derechohabiente del programa, en otro caso fue por pláticas vecinales.

Ahora bien, el siguiente paso fue, dejar una solicitud escrita o bien a las personas que recibieron la visita de personal de la delegación solo les pedían apuntarse en una lista para tener el control de quien recibiría el sistema. Posteriormente, se tenía que entregar papeles como el INE y comprobante de domicilio, después, se les hacía una visita por parte del personal del programa esto para saber si en el lugar en donde se encontraban cumplía con los requisitos para poder instalar el sistema de captación de agua de lluvia, requisitos como, tener un área despejada y amplia para captar el agua que cae de la lluvia, en su mayoría la azotea de las viviendas, también, lugar disponible para dejar el tinaco y el sistema completo, además, se les daba una plática acerca del funcionamiento y mantenimiento de programa, al cumplir con estos requisitos, el último paso es, la colocación del sistema en los hogares por parte del técnicos especializados.

Es necesario recalcar que, este Programa llega con el Objetivo de reducir la escasez de agua en San Miguel Teotongo es por ello que el 76% de los hogares decidió formar parte del programa como respuesta al desabasto de agua potable al que se enfrentan, sin embargo, hay situaciones muy particulares que no se han visto afectados por el desabasto de agua potable pero aun así decidieron formar parte del programa por cuestiones ambientales esto se ve reflejado en la gráfica

con el 16 % y los otros 8 % se divide en la reducción de gastos económicos ya que esta persona tenía gastos elevados por comprar agua potable para su uso doméstico, el otro caso, decide ser parte del programa por iniciativa propia, es decir, por gusto de captar el agua de la lluvia y no desaprovecharla. A continuación, así es como se ve reflejado los porcentajes en la gráfica:

¿Por qué decidió formar parte del programa Cosecha de lluvia adquiriendo el sistema de capacitación pluvial?



Gráfica 7. Elaboración propia.

De manera que, en palabras de las personas a quienes se les aplicó este cuestionario el programa consiste en, otorgar un sistema de captación de agua de lluvia con la finalidad de ocupar el agua proveniente de la lluvia para emplearlo o darle un uso doméstico, es importante mencionar que, llega como respuesta al desabasto hídrico, gracias al sistema “ no nos quedamos sin agua, como antes”

también, es una forma de reducir los gastos económicos al no seguir comprando agua de pipas o tanto garrafón de agua más que para la preparación de los alimentos, igual, este programa nos ayuda para hacer las actividades del día a día.

Información básica del uso y funcionamiento del sistema de captación de agua de lluvia.

En cuanto a, los meses en los que las personas que tienen el sistema de captación de agua de lluvia, encontramos que esta captación se da en los meses de lluvia durante el año, los cuales van de junio a septiembre, sin embargo, en un año se presentan diferentes fenómenos naturales como huracanes y depresiones tropicales, lo que provoca que llueva es por ello que “siempre que llueva contamos con agua”. Esta agua que se capta por lluvia puede durar de una a dos semanas, según la frecuencia del uso y el número de integrantes de la vivienda.

Ahora bien, el uso que se le da a esta agua captada es únicamente doméstico por ejemplo se emplea para regado de plantas, lavado de ropa, baño, patio, trastes, automóvil, para higiene personal como bañarse, lavado de dientes, prácticamente para todo excepto uso alimenticio.

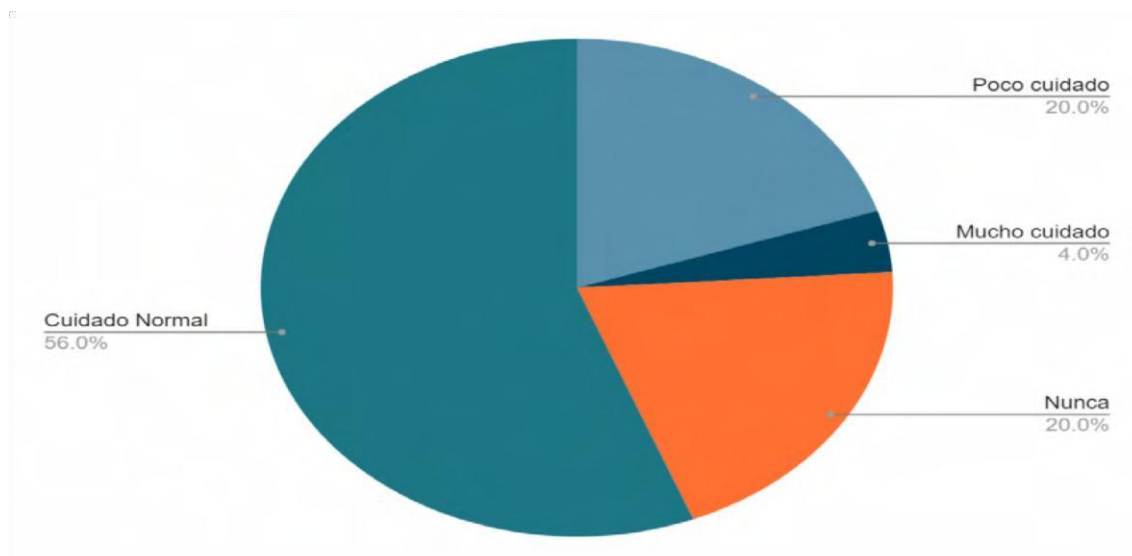
Es así como, en la mayoría de opiniones por parte de los encuestados nos dicen que, la captación de agua de lluvia ha sido de gran apoyo con el consumo de agua diariamente debido a que, cuando no les cae agua de la red pública ya no tienen

que comprar pipas o bien pedir las a la delegación, también, anteriormente había ocasiones en las que se quedaban sin agua por bastantes días, aproximadamente dos semanas y con la captación de agua de lluvia este problema ha disminuido, igual, el agua que se filtra en el sistema de captación es un líquido más limpio, incoloro y sin malos olores por lo que se presta más para el uso doméstico.

Con esta iniciativa hay actividades en el hogar que se pueden hacer sin desperdiciar el agua potable, por ejemplo, regado de plantas, lavado de coche o ropa, en general, el agua captada ayuda a mitigar el gasto de agua potable por lo que dura más tanto el agua potable como el agua captada de la lluvia y por supuesto el ahorro económico se hace presente de manera muy recalcada.

Por último, en lo que respecta al mantenimiento que se le ha dado al sistema de captación desde su implementación en los hogares, encontramos que es un sistema que no requiere de mantenimiento especializado, es así, como cada derechohabiente desde el hogar puede darle el debido mantenimiento, ya que, prácticamente lo que se tiene que hacer es ponerle un juego de pastillas, estas tienen la finalidad de limpiar el agua de algún material o sustancia que pueda provocar suciedad dentro del tinaco. En el caso de que alguno tubo de PVC se llegue a romper o desgastar por el tiempo solo hay que reemplazarlo; en general es un sistema de captación de agua de lluvia que no requiere constante cuidado, el cuidado que se reporta por parte de los beneficiarios es de:

¿En los meses que ha utilizado el sistema de captación de agua ha tenido que darle mantenimiento?



Gráfica 8. Elaboración propia.

Evaluación y mejoras del programa

En conclusión, la mayoría de la población encuestada coincide en la efectividad del programa el cual les ha ayudado a mejorar su situación en torno a la falta de abastecimiento por parte de la red pública,

Como ya lo mencionamos anteriormente San Miguel Teotongo es un lugar con bastante escasez de agua potable por lo que la implementación del programa en este lugar ha beneficiado a los habitantes de manera muy contundente, anteriormente, pasaban días e incluso semanas sin que cayera agua potable, situación que aún no mejora, sin embargo, ya hay manera de mitigar la escasez de esta agua, el programa, desde su inicio a dado mejores garantías a los habitantes con respecto al tema de la falta de agua, también, durante los meses de lluvia siempre hay agua en abundancia para el uso doméstico por lo que ya no tenemos que preocuparnos por ver de dónde traemos agua.

No obstante, a pesar de ser un buen programa estaría más completo si, existiera de manera más general para cada casa de la demarcación, así como también, que se le diera continuidad a las visitas de personal especializado que nos brinde ayuda o asesoramiento en caso de requerir y en cuestión de material para el mantenimiento que se proporcione más cantidad, lo último es que, sería buena opción si el lugar en donde se almacena el agua captada de la lluvia fuera más amplio, con respecto a la finalidad de captar más agua durante las lluvias y darle un uso útil, de esta manera no se desperdicia el agua de la lluvia que solo se va a las coladeras.

3.3. Reflexiones.

El presente trabajo académico finalmente logró dar a conocer, información verídica y confiable con base en hechos descriptivos, históricos y cuantificables que se encuentran en el mismo. De este modo se busca que este instrumento de investigación sirva para generar o darles continuidad a futuras investigaciones en la búsqueda de evaluar este tipo de alternativas, que como lo observamos en esta ocasión ya se han implementado como acciones de gobierno.

Nos dimos cuenta que Iztapalapa es una de las alcaldías de la Ciudad de México que por años ha tenido problemas de desabasto de agua y mala calidad en algunas de las colonias, barrios y pueblos que conforman la alcaldía principalmente en la periferia de la alcaldía, es por ello que, la realización de este trabajo manifiesta un estudio enfocado al agua como elemento vital para el comienzo, desarrollo, y transformación de la humanidad. Pero, ¿qué pasa en zonas donde el abastecimiento es limitado? Es por ello que, inicia nuestro interés por comprender el papel que juega la sociedad que demanda un recurso básico para subsistir y como el gobierno responde a dicha problemática.

Este estudio nos permitió conocer que en zonas con poca disponibilidad de agua como lo es el territorio de San Miguel Teotongo ubicado en la Alcaldía de Iztapalapa contar con alternativas de esta índole son esenciales para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, gracias a los resultados arrojados durante el proceso de

información pudimos comprobar impacto de estas técnicas que básicamente aprovechan y utilizan a su favor lo que naturaleza nos brinda.

Los sistemas de captación de agua de lluvia reconfiguran una nueva alternativa sustentable en relación con los recursos naturales, recordemos que no es una técnica nueva, sin embargo, debido al contexto mundial en el que nos vemos inmersos; consideramos que sería una alternativa exitosa en cualquier área geográfica sin importar su condición climática en la que se encuentre.

La vinculación del gobierno y la participación ciudadana es sustancial para el éxito y aprovechamiento del programa. A pesar de las condiciones globales en la que nos encontramos, el trabajo de campo sirvió para profundizar más acerca de nuestro análisis, pues lo abordado a lo largo de esta investigación fue ratificado por un pequeño sector de esta población.

En esta tesis se evaluó, según el objetivo general, los primeros resultados del Programa Sistema de captación de agua de lluvia Cosecha de agua implementado en la demarcación territorial San Miguel Teotongo, ubicado dentro de la Alcaldía Iztapalapa, a dos años de funcionamiento el cual abarca un tiempo del 2019-2020. Los resultados obtenidos, manifiestan un diagnóstico positivo sobre el alcance que tiene este método de captación, en efecto el programa Cosecha de Agua si ha logrado mejorar las condiciones de acceso al agua de la población principalmente en viviendas con mayor grado de inaccesibilidad al agua potable a corto y mediano plazo.

Pues las encuestas realizadas arrojan un amplio margen de aceptación por cada una de las personas que amablemente nos ayudaron a contestar las preguntas. Así mismo, los vecinos constataron que es una práctica viable para reutilizar el agua y al mismo tiempo disminuir el problema hídrico al que se ha enfrentado la colonia San Miguel Teotongo desde hace unas décadas.

Según el objetivo específico 1, se analizaron los factores que influyen en la escasez en el suministro para los habitantes de San Miguel Teotongo, lo cual demuestra que, existen circunstancias como, fugas en la red hidráulica, desigualdad de distribución del agua potable, sistema hídrico ineficaz y con déficit, baja intensidad de lluvias lo cual provoca una fuerte disminución de agua en las fuentes de abastecimiento que suministran a la Ciudad de México, contaminación de cuerpos acuíferos y finalmente el uso irracional del agua. Estas situaciones provocan la falta de agua potable en la localidad de San Miguel Teotongo.

En función al objetivo específico 2, se evaluó en qué medida los sistemas de captación de agua pluvial son la respuesta a la escasez en el suministro de agua y en qué consiste. Derivado de esta investigación encontramos que, los sistemas de captación de agua de lluvia son una alternativa viable para reducir el problema de la escasez de agua a la que se enfrentan los habitantes de esta zona, ya que, se basan en captar el agua que proviene de la lluvia con el fin de reducir inundaciones y desperdicio de esta agua para posteriormente darle un uso doméstico.

De acuerdo al específico 3, identificamos el procedimiento que se llevó a cabo el programa desde la fase inicial de difusión hasta los resultados arrojados por nuestro instrumento de investigación, logramos dar a conocer cómo se implementó y por

último si ha logrado mejorar la situación de escasez de agua en San Miguel Teotongo, de lo cual podemos decir que, fue un programa accesible para las personas interesadas.

Las condiciones de las viviendas donde se desea su implementación eran sencillas; se debía cumplir con espacio suficiente en la vivienda para captar el agua, así como también, para el tinaco que funciona como sitio de almacenaje, la manera en que se ha implementado, este proyecto tiene la finalidad de llegar a las zonas en donde el problema de la falta del agua potable es más latente, es por ello que se presenta en la colonia San Miguel Teotongo, dando grandes mejoras a esta situación de accesibilidad al agua al ser un programa eficaz.

Bibliografía

AGUA PARA TODOS AGUA PARA LA VIDA. (2013). EL AGUA DE CALIDAD ES PRODUCTO DE CUENCAS Y TERRITORIOS SANOS. México, Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado de:

<https://aguaparatodos.org.mx/web/html/archivos/interiores%20manual.pdf>

Aguilar, F. (2010). Política pública. México. México: siglo veintiuno.

Altamirano, C. (2016, marzo 29). La OCDE alerta del alto desperdicio de agua en México. EL PAÍS, s/n. Recuperado de:

https://elpais.com/internacional/2016/03/30/mexico/1459291457_391376.html

Anaya, (1998) SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA USO DOMÉSTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. México. IICA. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B1218E/B1218E.PDF>.

Banco Mundial. (Sin fecha) EL AGUA EN LA AGRICULTURA. Sitio web recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>

Blazquez, Montero, (2010). Reutilización de agua en Bahía Blanca Plata 3 era Cuenca [Tesis de especialización y maestría, Universidad Tecnológica Nacional]. Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/agua_reutilizacion.pdf

Caballero Aquino. (2007). Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento. México: Instituto Politécnico Nacional.

Calleros R., Rodríguez B. (1995) "DIAGNÓSTICO GENERAL DEL AGUA EN BAJA CALIFORNIA". En Restrepo I.DF (coord.) AGUA, SALUD Y DERECHOS HUMANOS. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos. En Restrepo I. (coord.) AGUA, SALUD Y DERECHOS HUMANOS. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Carlos Ibarra. (2008). El Sistema Cutzamala. 15 de octubre del 2019, de AGUA.org.mx. Recuperado de: [https://agua.org.mx/el-sistema-cutzamala/CLIMATE-DATA.ORG. IZTAPALAPA CLIMA \(MÉXICO\).](https://agua.org.mx/el-sistema-cutzamala/CLIMATE-DATA.ORG. IZTAPALAPA CLIMA (MÉXICO).) Recuperado de: <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/distrito-federal/iztapalapa-1005323/#:~:text=El%20clima%20en%20Iztapalapa%20es,Iztapalapa%20es%2015.2%20%C.>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2019). ¿Sabes cuánta agua consumes? 2021, de Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Sitio web: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/sabes-cuanta-agua-consumes#:~:text=En%20lo%20que%20al%20cuerpo,de%20consumo%20como%20de%20higiene.>

Comité de Academias para el Estudio de Suministro de Agua de la Ciudad de México Water Science and Technology Board Commission on Geosciences, Environment, and Resources National Research Council y Academia de la Investigación Científica, A.C. Academia Nacional de Ingeniería, A.C. (1995). EL SUMINISTRO DE AGUA DE LA CIUDAD DE MÉXICO Mejorando la Sustentabilidad. Washington, DC: National Academy Press. Disponible en: <https://www.nap.edu/read/4937/chapter/13>

CONAGUA. (2018). 10 deidades prehispánicas relacionadas con el agua que debes conocer. 29 de octubre del 2019, de CONAGUA Sitio web: (<https://www.gob.mx>) Comisión Nacional del Agua (/conagua)

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Recuperada de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/cn16.pdf>

Cruickshank G. (1995) "PROYECTO LAGO DE TEXCOCO" En Restrepo I. (coord.) AGUA, SALUD Y DERECHOS HUMANOS. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Diario Oficial de la Federación 5 de febrero de 1917 Última reforma DOF 29 de enero de 2016, retomado 5 de diciembre del 2019 de: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ROP%20Gaceta.pdf?fbclid=Iw>

Esparza, Miguel. (2014). La sequía y la escasez de agua en México. Revista de historia y ciencias sociales, núm. 89, 193-219. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/3191/319131309008.pdf>

ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO SOCIOECONÓMICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. CASOS DE ESTUDIO: DELEGACIONES ÁLVARO OBREGÓN, CUAUHTÉMOC, GUSTAVO A. MADERO E IZTAPALAPA. (2018).
http://www.cenapred.unam.mx/es/documentosWeb/Sismologia/2.1_y_2.2_Trabajos_de_Gabinete_y_de_Campo.pdf

Flores M. (1995) “EL ABASTO Y DESALOJO DEL AGUA EN LA ZMCM”. En Restrepo I.DF (coord.) AGUA, SALUD Y DERECHOS HUMANOS. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

GACETA OFICIAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO. (2019). El Programa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. 28 de septiembre del 2019, Gobierno de la Ciudad de México Sitio web:
http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/storage/app/media/gacetas/GOCDMX_19-01-18_reglascaptacion.pdf

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (2008). Recuperado de:
http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetas/2015/PPDU-IZTAPALAPA.pdf

Galván, Melissa. (2018, 6 de noviembre). ¿Cansado de no tener agua? Estas 3 alcaldías de la CDMX siempre lo padecen. Expansión política. Recuperado de:
<https://politica.expansion.mx/mexico/2018/11/06/cansado-de-no-tener-agua-estas3-alcaldias-de-la-cdmx-siempre-lo-padecen>

García M. (1995) “CALIDAD DE VIDA Y CONSUMO DE AGUA EN LA PERIFERIA METROPOLITANA: DEL TAMBO A LA LLAVE”. En Restrepo I. (coord.) AGUA, SALUD Y DERECHOS HUMANOS. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Hernández Millán, A. (1996). El estudio del crecimiento de las poblaciones humanas. 23 de septiembre del 2014, de Papeles de Población Sitio web: <https://www.redalyc.org/pdf/112/11201002.pdf>

Hernández, G. F, (2006). Panorama general de la gestión del agua en México. Los retos de la gestión del agua en la ciudad de México (pp,32). México; Fundación Herberto Castillo Martínez, A. C.

Ibarra. C (2008). El Sistema Cutzamala. 15 de octubre del 2019, de AGUA.org.mx. Recuperado de: <https://agua.org.mx/el-sistema-cutzamala/>

Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. París, UNESCO. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>

López, Jonás. (2018, 21 de marzo). En Iztapalapa, con problemas de agua desde 1960.Excelsior. Recuperado De: <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/2018/03/21/1227656>

Machorro, Miguel, Coronado, Rosario, Rojas, Jesica. (2013). Estudios sobre la escasez de agua potable en Iztapalapa. Jornadas del agua UNAM. Retomado de: http://www.agua.unam.mx/jornadas2013/assets/resultados/carteles/machorro_miguel.pdf

Moctezuma, B.P. (2012). La Chispa. Ciudad de México: Poder Hacer y Para Leer en Libertad AC.

Oficina de Resiliencia CDMX. (2016). ESTRATEGIA DE RESILIENCIA CD. 27 de septiembre del 2019, de 100 CIUDADES RESILIENTES Sitio web: <https://www.resiliencia.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Estrategia%20de%20Resiliencia%20CDMX.pdf>

OMS. (2012). Progresos sobre el agua potable y saneamiento. Recuperado de: https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2012/key_terms/es/

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2013). Afrontar la escasez de agua (69-70).

23 de septiembre del 2019, de - FAO Roma, Sitio web:

<https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#sent?projector=1>

OMS. (14 de junio de 2019). *agua*. organización mundial de la salud. Recuperado

en día 18/02/22 de

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Palazuelos E., Hernández M., et al (1995) "CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR PLOMO EN MÉXICO". En Restrepo I.DF (coord.) AGUA, SALUD Y DERECHOS HUMANOS. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Pereira Pérez, Zulay (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. Revista Electrónica Educare, XV(1),15-29.[fecha de Consulta 14 de Octubre de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194118804003>

PROGRAMA Delegacional de Desarrollo Urbano de Iztapalapa (1997). Recuperado

de: <http://www.sideso.cdmx.gob.mx/documentos/progdelegacionales/iztapala%5b1%5d.pdf>

Ramón Ulacia Balmaseda. (2014). Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. 27 de septiembre del 2019, de UNAM Sitio web: [http](http://www.unam.mx)

Registro de Descargas de Aguas Residuales. (2016).

https://drive.google.com/file/d/12Vc_rExoXwMiwMVSw2w-pCyFR_meG7IU/view?usp=sharing

Restrepo I. (1995). "LA CRISIS DEL AGUA EN MÉXICO" en Restrepo, I.(coord.) AGUA, SALUD Y DERECHOS HUMANOS. México: Comisión Nacional de Derechos Humanos.

Salgado, Ana Cecilia. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. Perú: Liberabit, pp.71-78. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/liber/v13n13/a09v13n13.pdf>
Torres, B. (2017). La gestión del agua potable en la Ciudad de México. Los retos hídricos de la CDMX: Gobernanza y sustentabilidad. México: Instituto Nacional de Administración Pública

Velázquez. G (2012). SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO PLUVIAL PARA UN ECOBARRIO DE LA CD, DE MÉXICO (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México). México. Recuperado de:
<https://islaurbana.mx/wp-content/uploads/2017/06/Captacion-lluvia-tesisHiram-Garcia.pdf>

Velázquez. G (2012). SISTEMA DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO PLUVIAL PARA UN ECOBARRIO DE LA CD, DE MÉXICO (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México). México.

Watts,J, 2015.La crisis del agua de la Ciudad de México, The Guardian.
Recuperado de:
<https://www.theguardian.com/cities/2015/nov/12/la-crisis-del-agua-de-la-ciudad-de-mexico>

WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos) /ONU-Agua. 2018.

Otras referencias

Agua Para Todos Agua para la Vida (2013). Nuevos instrumentos fincaran las responsabilidades de l@s funcionarios públicos. [Imagen]. Recuperado de: <https://aguaparatodos.org.mx/web/html/archivos/interiores%20manual.pdf>

Aguirre, A. (2014). *INUNDACIONES Y ESCASEZ DE AGUA EN LA DELEGACION IZTAPALAPA 1945 – 2010*, [Imagen]. p49: Recuperado de: <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/2522>

CONAGUA, (2019). Precipitación (mm) por Entidad Federativa y Nacional 2019.[Tabla]. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Pron%C3%B3stico%20clim%C3%A1tico/Temperatura%20y%20Lluvia/PREC/2019.pdf>

CONAGUA. (2018). Usos Agrupados Consecutivos. [Imagen]. Recuperado de http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf

fbombab (19 mar. 2018). TAMAÑO DE MUESTRA PASO a PASO. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=oc8i9g144Y0>

Fuente: Secretaría de Protección Civil (2014). Mapa de Riesgos de la Delegación Iztapalapa [Mapa]. Recuperado del Atlas de Peligros y Riesgos de la Ciudad de México. (p: 73). Disponible en:

http://www.atlas.cdmx.gob.mx/mapas/MR_Iztapalapa.pdf

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). Agua potable, Diversidad biológica y Desarrollo [Imagen]. (p.8), Recuperado de: <https://www.cbd.int/development/doc/cbd-good-practice-guide-water-booklet-webes.pdf>

Torres, L. (2107) La gestión del agua potable en la Ciudad de México. Los retos hídricos de la CDMX: gobernanza y sustentabilidad.” LA CONSTRUCCIÓN DEL PROBLEMA. [Imagen]. p.91, Colección INAP. Recuperado de: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/11/5090/14.pdf>

Anexos.

Link URL del cuestionario:

https://docs.google.com/forms/d/11O0q9XrFCBMAcXd7GSxtiID4mV76GntoiXTjHfH2Rlg/viewform?edit_requested=true