



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
INSTITUTO DE INGENIERÍA
CONTEXTOS URBANOS

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DERECHO
HUMANO AL AGUA EN IZTAPALAPA, CIUDAD DE MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:
GERARDO SÁMANO ROMERO

Tutor principal
Dra. Alma C. Chávez Mejía
Instituto de Ingeniería – UNAM

Miembros del comité tutor
Dra. Alice Poma
Instituto de Investigaciones Sociales – UNAM
Dr. Gian Carlo Delgado Ramos
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades – UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, JUNIO 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CEP/PCS/107/20
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su quincuagésimo novena sesión del 11 de agosto del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, del alumno **Gerardo Sámano Romero** con número de cuenta **308191712** con la tesis titulada "Metodología para la evaluación del cumplimiento del derecho humano al agua en Iztapalapa, Ciudad de México", bajo la dirección de la Dra. Alma Concepción Chávez Mejía.

PRESIDENTE: DR. RODRIGO GUTIÉRREZ RIVAS
VOCAL: DR. GIAN CARLO DELGADO RAMOS
SECRETARIO: DRA. ALICE POMA
VOCAL: DR. DANIEL ALFREDO REVOLLO FERNÁNDEZ
VOCAL: DRA. ALMA CONCEPCIÓN CHÁVEZ MEJÍA.

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 20 de octubre de 2020.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México a quien debo mi formación.

Al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad y al Instituto de Ingeniería por el apoyo y las oportunidades brindadas durante la realización de mis estudios de maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada durante la realización de este posgrado.

Al Grupo de Tratamiento y Reúso de Agua del Instituto de Ingeniería, especialmente a mi tutora la Dra. Alma Chávez Mejía por su constante apoyo durante la realización de este trabajo.

A los integrantes de mi comité tutor, la Dra. Alice Poma y al Dr. Gian Carlo Delgado, por sus múltiples contribuciones a este trabajo.

Índice

RESUMEN	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	9
I. A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
I. B. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	15
I. C. OBJETIVOS	15
I. D. ALCANCES Y LIMITACIONES	16
II. MARCO TEÓRICO	17
II. A. NOCIONES DE SOSTENIBILIDAD	17
II. B. DERECHO HUMANO AL AGUA.....	22
II. B. i. Indicadores y normativas existentes equiparables con las características del derecho humano al agua	28
II. C. ABASTECIMIENTO DE AGUA EN IZTAPALAPA	33
III. METODOLOGÍA	53
III. A. RECOLECCIÓN DE DATOS	53
III. B. DETERMINACIÓN DE LA SUFICIENCIA DE AGUA	55
III. C. DETERMINACIÓN DE LA SALUBRIDAD DEL AGUA	56
III. D. DETERMINACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL AGUA	64
III. E. DETERMINACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD DEL AGUA.....	69
III. F. DETERMINACIÓN DE LA ASEQUIBILIDAD DEL AGUA.....	69
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	71
IV. A. SUFICIENCIA DE AGUA	71
IV. B. SALUBRIDAD DEL AGUA.....	79
IV. C. ACEPTABILIDAD DEL AGUA.....	83
IV. D. ACCESIBILIDAD AL AGUA	93
IV. E. ASEQUIBILIDAD DEL AGUA	95
V. CONCLUSIONES	101
REFERENCIAS	107

ANEXOS	113
ANEXO I. HITOS DEL DERECHO HUMANO AL AGUA Y AL SANEAMIENTO	114
ANEXO II. CANTIDAD DE AGUA DOMÉSTICA, NIVEL DE SERVICIO Y SALUD.....	119
ANEXO III. SOBRE LAS IMPLICACIONES DEL JUICIO DE AMPARO 381/2011 Y EL RECURSO DE INCONFORMIDAD 49/2014	120
ANEXO IV. METODOLOGÍA UTILIZADA POR EL <i>JOINT MONITORING PROGRAMME</i> PARA LA EVALUACIÓN DE LOS AVANCES EN MATERIA DE AGUA POTABLE A NIVEL MUNDIAL	122
ANEXO V. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA INCLUIDOS EN LA MODIFICACIÓN A LA NOM-127-SSA1-1994	128
ANEXO VI. CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA.....	130
ANEXO VII. DATOS TOMADOS EN CUENTA EN EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA Y FRECUENCIA DE LOS REPORTES PARA LAS PLANTAS SELECCIONADAS DE 2010 A 2018.....	133

TABLAS

TABLA 1 FUENTES DE AGUA DEL VALLE DE MÉXICO	35
TABLA 2 AUMENTO DE LA POBLACIÓN Y VIVIENDA EN IZTAPALAPA DE 1995-2015.....	38
TABLA 3 INDICADORES DE MARGINACIÓN EN IZTAPALAPA 1990-2015.....	38
TABLA 4 INDICADORES DE REZAGO SOCIAL EN IZTAPALAPA 2005-2015.....	39
TABLA 5 INDICADORES DE CARENCIAS EN LA VIVIENDA EN IZTAPALAPA 2005-2015.....	40
TABLA 6 PARÁMETROS TIPO I PARA EL ICAP	56
TABLA 7 PARÁMETROS TIPO II PARA EL ICAP	58
TABLA 8 FACTORES DE CLASIFICACIÓN RELATIVA PARA LOS PARÁMETROS TIPO II	63
TABLA 9 NÚMERO DE MANZANAS REPORTADAS POR ALCALDÍA EN LOS BIMESTRES 1, 2 Y 3 DE 2019.....	76
TABLA 10 RESUMEN RESULTADOS DEL ICAP PARA LOS DATOS TIPO I.....	79
TABLA 11 RESULTADOS FINALES DEL ICAP	80
TABLA 12 TARIFAS DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO.....	95
TABLA 13 CUOTA APLICADA A LAS COLONIAS CATALOGADAS CON SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR TANDEO	97
TABLA 14 COSTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL 2019 EN IZTAPALAPA	98
TABLA 15 INGRESO CORRIENTE TOTAL POR HOGAR	98

FIGURAS

FIGURA 1 COMPARACIÓN ENTRE SOSTENIBILIDAD DÉBIL (A) Y SOSTENIBILIDAD FUERTE (B)	20
FIGURA 2 DIMENSIONES CLÁSICAS DE LA SOSTENIBILIDAD.....	20
FIGURA 3 DELIMITACIÓN DEL VALLE DE MÉXICO.....	34
FIGURA 4 UBICACIÓN DE LA ALCALDÍA DE IZTAPALAPA	36
FIGURA 5 COMPARACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE MÉXICO E IZTAPALAPA DE 1960 A 2015	37
FIGURA 6 UBICACIÓN DE LOS 78 POZOS LOCALES DE LA ALCALDÍA DE IZTAPALAPA	42
FIGURA 7 ÁREAS DE INFLUENCIA DE LAS ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCIÓN EN LA ALCALDÍA DE IZTAPALAPA	43
FIGURA 8 COLONIAS CON ABASTO INTERMITENTE DE AGUA EN IZTAPALAPA EN 2015	44
FIGURA 9 DISTRIBUCIÓN DE LAS POTABILIZADORAS CON MAYOR INFLUENCIA EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN IZTAPALAPA	45
FIGURA 10 TURBIEDAD PROMEDIO PARA EL AÑO 2016.....	47
FIGURA 11 COLOR PROMEDIO PARA EL AÑO 2016.....	48
FIGURA 12 NITRÓGENO AMONICAL PROMEDIO PARA EL AÑO 2016	48
FIGURA 13 HIERRO PROMEDIO PARA EL AÑO 2016.....	49
FIGURA 14 MANGANESO PROMEDIO PARA EL AÑO 2016	49
FIGURA 15 COLIFORMES TOTALES PROMEDIO PARA EL AÑO 2016	50
FIGURA 16 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES PROMEDIO PARA EL AÑO 2016	50
FIGURA 17 ZONA DELIMITADA PARA LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA	65
FIGURA 18 COLONIAS ABASTECIDAS MEDIANTE TANDEO EN IZTAPALAPA	72
FIGURA 19 NIVEL DE SERVICIO POR MANZANA PARA EL BIMESTRE 1	73
FIGURA 20 NIVEL DE SERVICIO POR MANZANA PARA EL BIMESTRE 2	74
FIGURA 21 NIVEL DE SERVICIO POR MANZANA PARA EL BIMESTRE 3	75
FIGURA 22 MANZANAS SIN DATOS SOBRE CONSUMO DE AGUA AL SURORIENTE DE LA ALCALDÍA	77
FIGURA 23 PROPORCIÓN DE HOMBRES Y MUJERES QUE RESPONDIERON LA ENCUESTA	83
FIGURA 24 DISTRIBUCIÓN DE EDADES DE LAS PERSONAS ENCUESTADAS	83
FIGURA 25 RESPUESTAS OBTENIDAS A LAS PRIMERAS DOS SECCIONES DE LA ENCUESTA	85
FIGURA 26 CLASIFICACIÓN DE LAS RESPUESTAS OBTENIDAS A LA PREGUNTA 7.1 ¿POR QUÉ NO BEBEN EL AGUA DE LA LLAVE?	89
FIGURA 27 RESPUESTAS OBTENIDAS A LA PREGUNTA 8.....	92
FIGURA 28 ACCESIBILIDAD AL AGUA ENTUBADA REPORTADA EN IZTAPALAPA EN 2015	93
FIGURA 29 PRINCIPALES FUENTES DEL AGUA ACARREADA EN IZTAPALAPA	94
FIGURA 30 COMPARACIÓN ENTRE EL COSTO DEL SERVICIO PARA DIFERENTES VOLÚMENES	96

Resumen

El objetivo principal de este trabajo consistió en el diseño y aplicación de una metodología capaz de evaluar en qué medida las personas disponen de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en la alcaldía de Iztapalapa. Para conocer si el agua abastecida cumplía con ser suficiente se realizó un análisis sobre la cantidad de agua suministrada durante la primera mitad del 2019. La salubridad del agua se determinó a través de la adaptación y aplicación de un índice de calidad del agua especialmente diseñado para calificar la aptitud de una fuente específica para uso y consumo humano. La aceptabilidad del agua abastecida fue estimada a través de la aplicación de una encuesta en donde los entrevistados describían los usos de dicha agua en el hogar y el rechazo o aceptación hacia el consumo de la misma. La accesibilidad y asequibilidad del agua fue determinada a través del análisis de las fuentes oficiales sobre la existencia de infraestructura en las viviendas, los modos de acceso al agua y la estimación del costo que representa para los habitantes de la zona de estudio acceder al agua potable. Los resultados obtenidos muestran que poco más el 45% de las viviendas en Iztapalapa carecen de agua, que no es posible garantizar la salubridad del líquido abastecido en esta demarcación y que la población tiene una completa aversión al consumo del mismo. A pesar de que prácticamente la totalidad de los habitantes tienen un acceso físico apropiado a infraestructura de abastecimiento los resultados indican que para la mayoría de las personas los costos y cargos directos e indirectos asociados a este servicio superan el umbral del 3% del ingreso familiar para ser considerado un servicio asequible. El análisis realizado parece indicar que los problemas naturales de abastecimiento en esta demarcación se magnifican a través de las fallas en la operación y manejo del sistema por parte de las autoridades responsables amparados en la falta de monitoreo y laxitud de la normatividad existente.

I. Introducción

El acceso a servicios agua potable es necesario para la vida y la salud humana, además es esencial para la dignidad de toda persona, sin embargo, por lo menos 711 millones de personas carecían de acceso a estos servicios a nivel mundial en 2017 (UNICEF/OMS, 2019). De acuerdo con el Programa Conjunto de Monitoreo de Abastecimiento de Agua, Saneamiento e Higiene, JMP¹ por sus siglas en inglés, el 71% de la población mundial (5300 millones de personas) utilizó fuentes mejoradas y no contaminadas de agua potable en 2017, en comparación con el 62% (3800 millones de personas) en el año 2000. Estas mejoras son significativas pues el acceso al agua potable forma parte central de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, ésta compromete a los estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a tomar medidas audaces y transformadoras para cambiar el mundo hacia un camino sostenible y resiliente, asegurar los derechos humanos de todos, acabar con la pobreza en todas sus formas y garantizar que nadie se quede atrás (*ibíd.*).

No sólo el acceso al agua es parte de la agenda para el desarrollo sostenible, en noviembre de 2002 el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CDESC) de la ONU aprobó la *Observación general N° 15 sobre el derecho al agua* (ONU, 2003), en este documento se

¹ El JMP es un programa vinculado a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y al Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), éste produce estimaciones comparables a nivel internacional sobre el progreso en materia de acceso al agua potable, el saneamiento y las mejoras en la higiene básica de los hogares, es a su vez responsable del monitoreo global de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con estos temas.

definió a éste como el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Este derecho exige a los estados miembros que aseguren progresivamente el acceso a servicios de abastecimiento adecuados, como parte fundamental de la dignidad humana y a su vez exhorta a que se protejan la calidad de los suministros y los recursos de agua potable (ONU, 2010). El acceso al agua potable es considerado una condición previa para el goce de otros derechos humanos, tales como los derechos a la educación, la vivienda, la salud, la vida, el trabajo y la protección contra tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes (*ibíd.*), es considerado, a su vez, como un elemento crucial para lograr la igualdad de género y erradicar la discriminación. Desde la perspectiva de los derechos humanos los servicios de suministro de agua potable deben dejar de ser vistos como una obra de beneficencia, para convertirse en un derecho legal, con el ser humano como elemento central.

Por su parte el estado mexicano reconoció formalmente el derecho al agua en el 2012 al reformar el párrafo seis del artículo 4° constitucional, sin embargo, hoy en día se carecen de indicadores que permitan conocer si los ciudadanos mexicanos tienen acceso a servicios de agua para consumo personal y doméstico que cumplan con ser suficientes, salubres, aceptables y asequibles. El único indicador utilizado de manera extensiva en México para estimar el cumplimiento del derecho al agua es la *disponibilidad de agua entubada*, esta noción equipara el acceso a servicios de agua potable con la simple existencia de infraestructura hidráulica, sin especificar las características del servicio que la misma brinda. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) medir de esta manera ayuda a distinguir si existe la necesidad o no de acarrear el agua y el tipo de fuente de donde se obtiene, lo que aporta indicios de su calidad (INEGI, 2015). Sin embargo, este indicador no considera si este acceso se da de manera continua, ni la calidad del líquido que reciben las personas, aun cuando existe normatividad específica para el cumplimiento de esta última, si bien se podría esperar que una fuente formal de abastecimiento cumpliera con ciertos estándares en la realidad esto no siempre es así. El reconocimiento legal del derecho humano al agua y la inclusión de varios de sus elementos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible conforman una base sólida para exigir su cumplimiento, lo que necesariamente implica revisar la pertinencia y relevancia de los indicadores que se utilizan para reportar el acceso al agua potable que tiene la población.

En este sentido, el país reporta altos índices de acceso al agua, en el 2015 el INEGI reportó una cobertura nacional de agua potable en viviendas del 94.58% (INEGI, 2016), en el caso de la Ciudad de México la cobertura de abastecimiento fue de 98.69%, la tercera más alta del país, sólo por detrás de Aguascalientes (99.13%) y Colima (98.84%). Por la naturaleza del indicador utilizado estos números no reconocen ni reflejan la situación de pequeñas poblaciones, minorías y/o grupos desfavorecidos, sin importar el nivel de desagregación en el que se reporte. El JMP recomienda que todos los países miembros tomen medidas para identificar grupos localmente desfavorecidos y establecer mecanismos alternativos para recopilar datos para garantizar que dichos grupos no se queden atrás (UNICEF/OMS, 2019). La importancia de disponer de datos desglosados radica en que de esta manera es posible

identificar evidencia de discriminación basada en características geográficas, socioeconómicas o individuales, de acuerdo con el JMP la combinación de factores que impide que las personas accedan a los servicios de abastecimiento, saneamiento e higiene es altamente dependiente del contexto.

En este sentido el JMP reconoce que las encuestas y censos de viviendas y hogares generan información valiosa sobre los tipos de instalaciones abastecimiento y saneamiento que usan las personas y la calidad del servicio que reciben (UNICEF/OMS, 2019), pero advierte que si las preguntas formuladas son inconsistentes o poco claras, son de uso limitado para el monitoreo nacional y global. El monitoreo de algunos de los temas relacionados con el cumplimiento del derecho al agua requiere de un trabajo que va más allá del levantamiento de censos en hogares, es necesaria también la generación de datos duros que permitan el seguimiento de indicadores, normativas y/o estándares nacionales, regionales y globales. El reporte global más reciente sobre avances en el tema² reconoce que el mayor desafío que enfrentan muchos países al informar sobre servicios de agua potable es la falta de datos representativos sobre la calidad de la misma, y que cuando existen estos datos, suelen no estar desagregados para poblaciones urbanas y rurales³. Idealmente, se esperaría que los países garantizaran que todos los servicios de suministro de agua fueran operados utilizando enfoques que permitieran gestionar el riesgo, verificando la seguridad del agua mediante pruebas rutinarias, sin embargo, este no siempre es el caso y México no es la excepción.

La Ciudad de México es un claro ejemplo de fallas en la gestión del agua potable, se estima que las deficiencias en este servicio público generan un costo económico anual del orden de \$28 168 millones MXN asumido mayoritariamente por la población más desfavorecida (Banco Mundial, 2013). La misma fuente considera que el manejo actual del agua en la capital mexicana no está a la par de otras grandes ciudades latinoamericanas y que el mismo se distingue por no ser ni eficiente, ni sostenible, ni equitativo. La Ciudad de México es un asentamiento cuya historia se remonta a casi 700 años, desde la fundación de Tenochtitlan en 1325, y hasta fines del s. XIX el abastecimiento de agua en esta ciudad se logró mediante transferencias entre fuentes internas y aprovechamientos de norias y pozos someros (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012). Durante el s. XX la Ciudad de México vivió una explosión demográfica que generó un proceso de urbanización acelerada, lo que significó un incremento en la demanda de servicios, en la medida en que la ciudad se expandía el Estado posrevolucionario asumió el imperativo ético de proporcionar agua a todos los habitantes de la ciudad (Perló Cohen & González Reynoso, 2005).

² *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017*, (UNICEF/OMS, 2019).

³ Mientras que en 2019 existían 117 países con datos nacionales sobre calidad del agua, sólo 55 tenían datos para áreas urbanas y únicamente 34 tenían datos para áreas rurales (*ibíd.*).

De 1950 a 2000 la mancha urbana de la Ciudad de México aumentó 5.4 veces en tamaño, esta cantidad supera el crecimiento promedio de las grandes ciudades del mundo (Breña Puyol & Breña Naranjo, 2009). Este crecimiento orientó la gestión del agua en la ciudad hacia el aumento en la oferta, lo cual incrementó los volúmenes importados de fuentes externas para paliar los efectos negativos de la sobreexplotación de las fuentes locales⁴. La disponibilidad actual de agua en la región es tan baja (74 m³/hab) que podría considerarse como una situación de estrés hídrico extremo (Banco Mundial, 2013), la mayoría del agua de la que dispone la Ciudad de México proviene de sus acuíferos locales (68%) y trasvases de otras cuencas (22%) (Sheinbaum Pardo, 2016). El agua que se abastece en la Ciudad de México se distribuye a través de un complejo sistema que no es exclusivo de la capital, sino que tiene entradas y salidas alrededor de la Zona Metropolitana del Valle de México. Dicha red fue desarrollada siguiendo la ampliación no planificada del territorio urbano y debido a ello presenta problemas de control de gastos y presiones, además de que es operada de forma manual y no está sectorizada⁵, lo que provoca una gran cantidad de fugas de agua⁶.

Los problemas en la distribución y acceso al agua potable en la Ciudad de México no son homogéneos, ni estáticos, operan a escalas temporales y espaciales distintas, dependiendo de la naturaleza y el tratamiento de los mismos. En este sentido destaca el caso de Iztapalapa, la alcaldía más poblada de la ciudad con más de 1.8 millones de habitantes (INEGI, 2016), la cual a pesar de esta concentración de población se distingue por un suministro inadecuado de agua potable, en cantidad y calidad, y fallas constantes en su red de alcantarillado (Eakin, y otros, 2016), además el desabasto de agua en esta demarcación ha sido un motivo constante de conflictos entre autoridades y usuarios (García Lirios, 2002). Esta escasez está relacionada con la baja disponibilidad de agua de las fuentes locales, su mala calidad y la infraestructura deficiente (Soto Montes de Oca, 2008), sin embargo, no se debe de ignorar la existencia de prácticas clientelares a través de intermediarios que

⁴ Los problemas derivados de la sobreexplotación del acuífero identificados durante la segunda mitad del s. XX en la Ciudad de México (daños a los edificios, calles y en las redes de agua y drenaje por el hundimiento del terreno principalmente) fueron considerados más importantes que los que se preveían y/o desconocían debido a los trasvases entre cuencas, la subsidencia de la ciudad se consideraba más costosa que traer agua de cuencas hidrográficas vecinas para evitar la sobreexplotación del acuífero local, un ejemplo claro de este posicionamiento se encuentra en *Guidebook to studies of land subsidence due to ground-water withdrawal: Studies and Reports in Hydrology* (Figueroa Vega, 1984). A pesar de pasar por alto las externalidades que se desprenderían de esta intervención en pos de un beneficio mayor, ésta no pudo poner fin a la sobreexplotación de las fuentes locales de agua.

⁵ La sectorización de una red de distribución de agua es un proceso que consiste en la implementación de válvulas de seccionamiento y medidores de presión que permiten hacer un balance de ingresos, egresos y pérdidas de agua en un área definida (Fragoso Sandoval, Ruiz y Zurvia-Flores, & Toxky López, 2016) .

⁶ En el año 2015 se realizó la actualización del estudio diagnóstico de eficiencia física y comercial del sistema de abastecimiento de agua de la Ciudad de México, en este estudio se determinó que el valor promedio de pérdidas de agua debido a fugas en la red era del 41% del total del agua producida, el valor original estimado en el año 2011 fue de 36.3% (SACMEX, 2018).

usufructúan con y/o promueven la carencia de agua (de Alba, Cruz, & Castillo, 2014). Estas privaciones tienen que ser resueltas por los habitantes de Iztapalapa sacrificando, o postergando, la satisfacción de otras necesidades, estas prácticas son esencialmente paliativos contra la pobreza y/o la marginación, por ello es importante determinar las dimensiones más relevantes de esta desigualdad en el servicio de abastecimiento para desarrollar mecanismo que identifiquen y monitoreen la situación con miras a cerrar las brechas en los servicios entre los grupos desfavorecidos y el resto de la población.

El presente trabajo se estructura en cinco apartados; en este primer capítulo se describió la situación de acceso a servicios de agua potable en el mundo, su relación con la sostenibilidad y su estatus como derecho humano, así como las recomendaciones para el monitoreo y reporte de los avances en el tema. En este mismo apartado se describe la situación de la Ciudad de México, se esboza el origen de esta problemática y se destaca el caso de la alcaldía de Iztapalapa, con base en dicha información se elaboran el planteamiento del problema, los objetivos, alcances y limitaciones del trabajo. El segundo capítulo muestra la estructuración lógica del material revisado y el análisis crítico del mismo, se describe la teoría involucrada en la realización de este trabajo, los enfoques y antecedentes generales que sirven de base para su orientación, a partir de ellas se definen los conceptos básicos, los elementos significativos, las variables involucradas y sus interconexiones. El tercer capítulo de este trabajo se refiere a la metodología seguida para la elaboración de este documento, aquí se deja claro el enfoque que se siguió y los métodos utilizados para la recolección de los datos, dentro de este capítulo se encuentra el análisis de la información recopilada. El cuarto capítulo trata sobre el análisis de los resultados obtenidos a través del seguimiento de la metodología planteada, aquí se intenta dar respuesta a las preguntas previamente planteadas. El último de los capítulos contiene las conclusiones que se obtuvieron a través de la realización del trabajo y una serie de recomendaciones para mejorar el resultado obtenido, además de acciones que se podrían llevar a cabo en vista de los resultados. Se presentan una serie de anexos donde se describe con mayor detalle las técnicas utilizadas en la metodología y se amplía la información con la que se trabajó.

I. A. Planteamiento del problema

Si bien las cifras oficiales hablan de una cobertura casi total en los servicios de abastecimiento de agua potable en la Ciudad de México (INEGI, 2016) estos datos no reflejan una realidad conocida de insuficiencia y mala calidad del agua distribuida (Perló Cohen & González Reynoso, 2005; Soto Montes de Oca, 2008; SACMEX, 2009). La desigualdad en los servicios de abastecimiento se acentúa en zonas de la ciudad como Iztapalapa en donde la escasez es un tema cotidiano y normalizado, por lo cual se suele pasar por alto la calidad del agua que se distribuye a los habitantes de esta alcaldía (Eakin *et al.*, 2016; García Lirios, 2002; Montiel Palma *et al.*, 2014; de Alba, Cruz, & Castillo, 2014). Que las personas de Iztapalapa accedan a una cantidad de agua insuficiente y de una calidad que imposibilita o dificulta el uso personal y doméstico implica riesgos sanitarios, de salud y cargas adicionales de trabajo que comprometen su comodidad, bienestar, dignidad, privacidad y seguridad (Boltivink, 2009). La inexistencia de indicadores que reporten en qué medida se cumple con las características que definen y dan forma al derecho al agua contribuye a que se perpetúen ciclos de pobreza en hogares vulnerables, además este vacío de información legitima una lectura de la situación, que vincula la escasez y mala calidad con lo degradado, lo caótico, lo pobre y marginal. La falta de información sobre la disponibilidad y la calidad del agua que se abastece para uso y consumo humano en Iztapalapa dificulta conocer en qué medida se atienden o no una serie de problemas que menoscaban la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes.

Las agendas globales y locales demandan el cumplimiento del derecho al agua, sin embargo, los indicadores que se utilizan en México para reportar los avances en la materia no informan sobre avances específicos en cada una de las características del mismo, además de que a menudo pasan por alto las desigualdades al interior de los territorios y entre la población de estudio. Los problemas de abastecimiento en la Ciudad de México y en particular en la alcaldía de Iztapalapa constituyen una marca de un orden socio-espacial que dificulta que los usuarios tengan un pleno desarrollo, el desconocimiento sobre el origen y calidad del agua que consumen, entre otras deficiencias del servicio, generan gastos extras para la realización de actividades cotidianas (Banco Mundial, 2013). La escasez y mala calidad del agua en esta alcaldía coloca a los usuarios en una posición desventajosa lo que los hace vulnerables a esquemas de condonación de pago o mejoras en la infraestructura, formales o informales, a cambio de apoyo a grupos políticos (de Alba, Cruz, & Castillo, 2014). Generar información que permita conocer los avances reales en temas de abastecimiento de agua, cantidad, calidad y periodicidad de la misma, permitirá a los usuarios tener una base sólida para exigir mejoras en el servicio y facilitará las tareas de gestión y mejoras a los prestadores del servicio.

I. B. Pregunta de investigación

Debido a que las cifras oficiales en México utilizan indicadores que no describen a profundidad la situación del abastecimiento de agua hoy en día no existe información que dé certeza sobre la cantidad y calidad del agua que se abastece en toda la Ciudad de México. A pesar de que esta desinformación es generalizada en toda la capital del país, existe una asociación particularmente aguda entre escasez y mala calidad del agua con la alcaldía de Iztapalapa, sin que se tenga claridad sobre porqué un problema conocido no ha reportado mejoras a pesar de las intervenciones realizadas a través de los años. Ante esta situación se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida se cumple el derecho humano al agua en la alcaldía de Iztapalapa?

Responder a esta pregunta requiere entender la situación actual de la Ciudad de México en torno al abastecimiento de agua, en particular el caso de la alcaldía de Iztapalapa, así como analizar los factores que explican cómo y porqué se ha llegado a dicha situación y qué papel juega en la sostenibilidad general e hídrica de la Ciudad de México. Debido a que no existe información que responda esta pregunta es necesario desarrollar una metodología que permita evaluar y estimar con cierto grado de confianza en qué medida se cumple con las normativas aplicables en esta materia.

I. C. Objetivos

Ante la pregunta de investigación planteada y la consideración de las cuestiones relacionadas con dicha interrogante, la presente investigación tiene como objetivo general:

- Proponer y aplicar una metodología que evalúe en qué medida los habitantes de Iztapalapa disponen de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico.

Particulares

- Determinar qué zonas de la alcaldía de Iztapalapa cuentan con la información necesaria para evaluar la suficiencia y accesibilidad del recurso, así como la salubridad, aceptabilidad y asequibilidad del mismo.
- Determinar las dotaciones de agua promedio en la alcaldía de Iztapalapa, así como la manera en la que la gente accede a dicho recurso.

- Determinar la calidad del agua distribuida en zonas de estudio seleccionadas, como un símil de la salubridad de la misma, a través del análisis de los parámetros que reporta el Sistema de Aguas de la Ciudad de México.
- Determinar si los habitantes de una zona de estudio delimitada utilizan el agua abastecida para las actividades definidas en la teoría del derecho humano al agua, es decir lavado de ropa, actividades de higiene personal y de la vivienda, la preparación de alimentos y su consumo, como un símil de la aceptabilidad de la misma.
- Estimar el costo que representa para los habitantes de Iztapalapa acceder al agua necesaria para cubrir los usos personales y domésticos establecidos en el derecho humano al agua.

I. D. Alcances y limitaciones

El contenido de este trabajo se limita al abastecimiento de agua potable en la alcaldía de Iztapalapa, se entiende que ésta no existe como entidad aislada en el sistema hidráulico de la Ciudad de México y que ello significa que existen interacciones con las alcaldías y estados vecinos que afectan su funcionamiento, sin embargo, por practicidad este trabajo se limita a esta entidad administrativa. De igual manera se establece que los datos e información necesaria para la realización de esta evaluación se tomarán de fuentes oficiales en su versión más reciente, material académico sobre el tema y visitas de campo a las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua de la alcaldía. En caso de la inexistencia de ciertos datos o información se harán consideraciones que justifiquen el uso de una estimación que permita continuar con la evaluación, en caso de que esto no sea factible se concluirá que no es posible evaluar dicho aspecto o área de estudio. El tema que se aborda en este trabajo es la evaluación del cumplimiento del derecho al agua en la alcaldía de Iztapalapa y su relación con la sostenibilidad mediante una metodología que permita evaluar las características mencionadas en la definición del mismo, por ello el origen, destino y la sostenibilidad de este recurso están fuera del alcance de este trabajo. Este trabajo está enfocado a la evaluación de las características mínimas exigibles del servicio de abastecimiento de agua, la evaluación de los servicios de saneamiento existentes se deja de lado en este análisis, aunque se reconoce que éstos son parte intrínseca y exigible de este derecho y que merecen una atención igual y apropiada según lo marca el derecho internacional de los derechos humanos.

II. Marco teórico

II. A. Nociones de sostenibilidad

La sostenibilidad es una noción compleja, no existe un consenso general sobre sus límites o enfoque y muchas de las definiciones existentes destacan diferentes problemas en contextos distintos, lo que provoca que el concepto tenga enunciaciones diversas y en ocasiones contradictorias. Sin embargo, la necesidad científica y moral de la sostenibilidad es convincente, aun cuando el significado de la misma difiera ampliamente entre los investigadores en diversos campos (Wu, 2013), esta naturaleza le permite crear una concordancia parcial entre las personas, lo que le ha permitido ganar fuerza como concepto tanto en la comunidad científica como en la sociedad. Estas características han provocado la proliferación en el uso del término, y que con frecuencia se le relacione con gestos imprecisos enfocados en la conservación del medio ambiente, sin que se traduzca a cambios sustanciales en el comportamiento de las personas o la sociedad en su conjunto. Semánticamente, la sostenibilidad indica una relación entre un objeto y su entorno, de existencia indefinida, se refiere a un equilibrio entre este objeto y el entorno que lo soporta, donde las interacciones entre sí no generan efectos perjudiciales para ninguno de los dos, como concepto, la sostenibilidad se refiere explícitamente a este equilibrio (Faber, Jorna, & Van Engelen, 2005).

Al expresar la relación entre un objeto y su entorno con respecto a aspectos y/o comportamientos particulares, a la sostenibilidad se le trata como una propiedad de los

objetos y éstos normalmente se refieren a cualquier construcción hecha por humanos, de múltiples formas y entre lo concreto y lo abstracto (Faber *et al.*, 2005). Este equilibrio puede ser apreciado desde múltiples perspectivas, sin embargo, existen dos enfoques predominantes, uno con una visión absoluta del concepto y otro con una visión relativa, de manera similar a lo que Miller (2013) denomina sostenibilidad universalista y sostenibilidad procesal. Desde un enfoque absoluto la sostenibilidad de un objeto se encuentra en un continuo entre dos extremos: insostenible y sostenible, donde éste último es la forma idealizada y definitiva, con el problema de no existe certeza ni acuerdo sobre cuál sea esta forma, aunque esto no impide que haya personas que han tomado esta idea como principio rector (Faber *et al.*, 2005). Estos mismos autores explican que el enfoque relativo toma en cuenta el estado actual de las cosas e intenta identificar los problemas existentes para su posterior resolución, plantea mejoras incrementales, siendo éste un enfoque de pequeños pasos en lugar de uno de grandes diseños. Un enfoque relativo no se opone a uno absoluto; más bien, una definición universal es útil en la medida en que ayuda en el proceso de desarrollar una comprensión contextual de la sostenibilidad en un determinado lugar o comunidad (Miller, 2013).

Las primeras definiciones de sentido amplio⁷ de la sostenibilidad, utilizaron un enfoque absoluto, siendo universalistas en sus términos y tomando al desarrollo económico como el objeto de la definición y a la ecología global como el entorno que lo sostiene, señalando una especie de vía para este desarrollo con supuestos límites ambientales, como los señalados por el Club de Roma (Meadows *et al.*, 1972). La idea de un desarrollo económico continuo trajo consigo una creciente degradación ambiental, es ahí donde el término sostenibilidad es introducido como un medio para tratar de lidiar con este tipo de inconvenientes (Chiesa, Manzini, & Noci, 1999). En 1983 la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (WCED, por sus siglas en inglés) presentó el informe "Nuestro futuro en común" en el que se discutía el agotamiento continuo de los recursos de nuestro planeta, causado por el aumento del crecimiento económico y una distribución desigual y mundial de la riqueza (WCED, 1987). Ante la identificación de dichos problemas, esta comisión declaró que la sociedad debería perseguir el desarrollo sostenible, "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (WCED, 1987). La esencia de esta definición es la preocupación de que las actividades humanas tengan efectos en el medio ambiente que socaven el bienestar de ésta

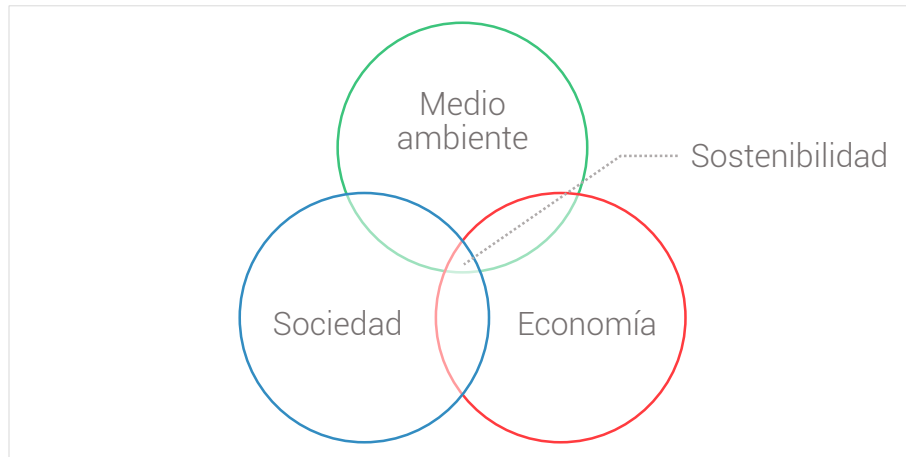
⁷ De acuerdo con Charles Kidd (1992), las primeras definiciones amplias del concepto de sostenibilidad surgieron y evolucionaron entre 1972 y 1980 y se popularizaron entre 1981 y 1988, antes de que el concepto de sostenibilidad se manejara en un sentido amplio, es decir, mezclando objetivos económicos, políticos y sociales, se desarrolló un enfoque más limitado y riguroso del concepto, de la mano de un grupo compuesto principalmente por biólogos, ecologistas y científicos ambientales que realizaban investigaciones en áreas tales como la gestión de recursos naturales, la salud de los ecosistemas y varios aspectos conceptuales y prácticos sobre la capacidad de carga de los mismos.

y las generaciones futuras, bajo esta perspectiva se asume que existe un ideal de un estado sostenible y que las estructuras sociales y ambientales permanecen constantes en el tiempo.

A pesar de la difusión y aceptación de las primeras definiciones universalistas del concepto de sostenibilidad surgieron otras que estriban en una perspectiva relativa, este cambio transformó la discusión sobre sostenibilidad hacia la distinción de los problemas desde el estado actual de las cosas, abriendo la posibilidad de actuar a partir de este entendimiento (Faber *et al.*, 2005). Este cambio de dirección permite enfocarse en un proceso de continua mejora de la sostenibilidad de los objetos, reconociendo y abordando los cambios que sufren y provocan en su entorno y no en perseguir un hipotético estado definitivo de sostenibilidad. Reconocer que la sostenibilidad es un problema relativo a la situación actual en el tiempo permite abordar, explícitamente, la influencia que las características locales juegan en los problemas de sostenibilidad abriendo la posibilidad de proponer abordajes más pragmáticos. De acuerdo con Wu (2013), esta perspectiva local es complementaria a perspectivas más amplias, pues todas las escalas espaciales, desde las concernientes a los individuos hasta la sociedad en su conjunto, son relevantes para la comprensión y la práctica de la sostenibilidad, sin embargo, reconoce y remarca que algunas escalas son más operativas que otras. Una de las implicaciones prácticas de este viraje en la discusión de la sostenibilidad es que las políticas, informes, directrices e indicadores de sostenibilidad deberían incorporar medidas locales para mejorar la precisión tanto en la conceptualización como en la acción.

La mayoría de las definiciones de sostenibilidad son de corte antropocéntrico, donde el o los objetos de la sostenibilidad atañen a las formas de vida, las necesidades humanas, el bienestar de las personas o una mezcla de estas nociones tomando en cuenta a ésta y a las futuras generaciones, y el entorno son las condiciones ambientales, económicas y/o sociales que soportan indefinidamente a este objeto. Sin embargo, para poner en práctica la sostenibilidad, en la vida diaria y la investigación, es necesario explicitar las propiedades del sistema del que se habla, con énfasis en las interrelaciones entre sus partes y las escalas espaciales y temporales que se toman en cuenta. Ante esta necesidad, la sostenibilidad se ha descrito como una unidad con tres pilares o dimensiones: medio ambiente, economía y sociedad (figura 1), bajo esta descripción o enfoque alcanzar la sostenibilidad requiere de lograr simultáneamente la sostenibilidad ambiental, económica y social de los objetos. Que esta descripción coloque en un mismo plano a las tres dimensiones abre el debate a la importancia relativa de cada uno de los elementos y la posibilidad y pertinencia de sustituir uno con otro, sobre todo cuestionando el papel de la economía y el capital con respecto al medio ambiente y la sociedad en su conjunto. Esta discusión ha formado dos enfoques generales sobre las posibilidades dentro del espectro de posible sustitución entre los elementos ya descritos, la sostenibilidad débil y la sostenibilidad fuerte.

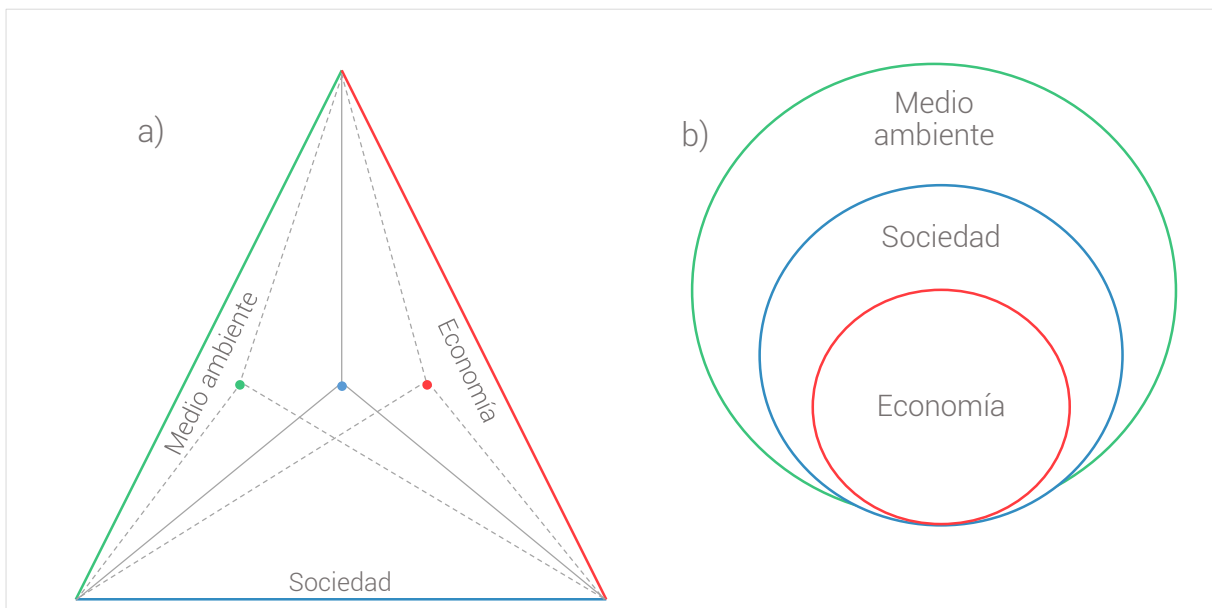
Figura 2 Dimensiones clásicas de la sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia.

La sostenibilidad débil permite la sustitución mutua entre el capital natural y el capital artificial o manufacturado siendo que un sistema se considera sostenible siempre que su capital total aumente o permanezca (Wu, 2013). Por el contrario, la sostenibilidad fuerte delimita a las actividades económicas dentro de los límites de la sociedad y las acciones económicas y sociales a su vez están limitadas por el medio ambiente (figura 2). En 1995 Herman Daly respondió a la crítica de Wilfred Beckerman hacia el concepto del desarrollo sostenible al hacer la distinción entre sostenibilidad débil y fuerte, aclarando que “la sostenibilidad débil asume que el capital hecho por el hombre y el capital natural son básicamente sustitutos”, mientras que “la sostenibilidad fuerte asume que el capital hecho por el hombre y el capital natural son básicamente complementos” (Daly, 1995).

Figura 1 Comparación entre sostenibilidad débil (a) y sostenibilidad fuerte (b)



Fuente: Adaptado de Jianguo Wu 2013. *Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes*.

Bajo una perspectiva relativa del concepto, y con afinidad a ciertos valores de sostenibilidad fuerte, en este trabajo se entenderá a la sostenibilidad como un proceso normativo que tiene como meta orientar a un sistema a un estado deseable, un equilibrio entre el bienestar humano, la equidad e integridad ambiental. El dirigirse hacia un estado deseable significa necesariamente mejorar el estado actual, por ello se considera a la reducción de la pobreza y la injusticia social una de las metas y vías de acción principales para transitar hacia un estado más sostenible. Es necesario reconocer que un enfoque de sostenibilidad, permitirá examinar metódicamente opciones futuras y estrategias de acción en la medida en que se reconozca que las perspectivas sobre la importancia o las maneras de reducir la pobreza y la desigualdad responden a definiciones particulares, influenciadas en gran medida por las instituciones dominantes. En este sentido se considera necesario apalancar el concepto de sostenibilidad con instituciones existentes consolidadas y con credibilidad, en este caso los derechos humanos, para así poder poner en operación el concepto en situaciones locales específicas.

II. B. Derecho humano al agua

El reconocimiento del derecho al agua como un derecho humano⁸ independiente, dentro del marco establecido por la ONU, es posterior a la Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH) y al Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC)⁹. Como su nombre lo indica el reconocimiento internacional de los derechos económicos, sociales y culturales se encuentra en el PIDESC, históricamente, estos derechos fueron catalogados como derechos de hacer, lo que exigía un despliegue económico y una decisión política por parte de los Estados enmarcados en la justicia social (Anglés Hernández, 2016). Aunque en este pacto no se menciona expresamente el derecho al agua, el PIDESC subrayó que este derecho forma parte del derecho a un nivel de vida adecuado, al igual que los derechos a disponer de alimentación, de una vivienda y de vestido adecuados y que está indisolublemente asociado al derecho a la salud (ONU, 2010). La DUDH y el PIDESC anteceden por varios años a la primera conferencia internacional sobre recursos hídricos¹⁰, antes de esta reunión no se contaba con conocimiento sobre la cantidad de agua en el mundo, su disponibilidad por país, el porcentaje de personas que tenían acceso al recurso, su calidad y el estado de los cuerpos de agua (Tello Moreno, 2016). Gracias a la realización de ese tipo de conferencias se pudo comenzar con la tarea de exponer las necesidades que existían e implementar acciones para poner en operación los preceptos de protección a la dignidad humana expresados en la DUDH y el PIDESC, que posteriormente fueron reconocidos explícitamente como el derecho humano al agua y el saneamiento.

El origen del derecho al agua como derecho humano puede rastrearse a una serie de debates, declaraciones y posicionamientos en numerosos foros mundiales en donde se tomó como base lo establecido por la DUDH y el PIDESC, en el Anexo I se hace una recopilación de los

⁸ Los Derechos Humanos son el conjunto de prerrogativas sustentadas en la dignidad humana, cuya realización efectiva resulta indispensable para el desarrollo integral de la persona. Los derechos humanos son derechos inherentes a todos los seres humanos, sin distinción alguna de nacionalidad, lugar de residencia, sexo, origen nacional o étnico, color, religión, lengua, o cualquier otra condición. Estos derechos son interrelacionados, interdependientes e indivisibles. (CNDH, 2019).

⁹ La Declaración Universal de Derechos Humanos fue proclamada el 10 de diciembre de 1948 por la Asamblea General de la ONU. El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales fue adoptado el 16 de diciembre de 1966 y ratificado por el Estado mexicano el 23 de marzo de 1981.

¹⁰ La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua se celebró por primera vez en 1977, en Mar del Plata, Argentina. Sus objetivos eran evaluar el estado de los recursos hídricos; asegurar que existiera un suministro suficiente de agua de calidad para satisfacer las necesidades socioeconómicas del planeta; aumentar la eficiencia del uso del agua; y promover la preparación, a nivel nacional e internacional, a fin de evitar una crisis del agua de dimensiones mundiales antes de finales del siglo XX. En esta conferencia se aprobó el Plan de Acción de Mar del Plata, que fue el primer enfoque coordinado internacionalmente para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

hitos que marcaron el desarrollo del derecho humano al agua y al saneamiento. De entre los múltiples documentos y declaraciones sobre el tema destaca la Observación General No. 15, la cual forma parte de una serie elaborada por el CDESC para tratar cuestiones sustantivas en la aplicación del PIDESC, en este caso lo concerniente a sus artículos 11 y 12 y su relación con el derecho al agua. La Observación General No. 15 hace una interpretación del PIDESC que permite ratificar al derecho al agua como parte de la legislación internacional, en su contenido desarrolla los elementos básicos del mismo, establece las obligaciones de los Estados miembros del pacto y define las acciones que constituyen una posible violación a este derecho. El desarrollo que ésta observación hace de los elementos del derecho al agua, estableciendo que la misma es un recurso natural y un bien público fundamental para la vida y la salud, la han convertido en el instrumento de referencia para exigir el reconocimiento de este derecho (Tello Moreno, 2016). Esta misma autora resalta que la fundamentación jurídica de este derecho establece que es *el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico*, el significado y los alcances de estos conceptos han sido definidos con anterioridad por distintas instancias.

De acuerdo con lo expresado en la Observación General No. 15 el derecho al agua implica libertades y prestaciones, las libertades son el derecho a mantener el acceso a un suministro de agua necesario para ejercer este derecho y las prestaciones comprenden el derecho a un sistema de abastecimiento y gestión del agua que ofrezca a la población iguales oportunidades de disfrute del mismo. La Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos (ONU, 2010) se dio a la tarea de explicar qué es el derecho al agua e ilustrar lo que ese derecho significa para determinadas personas y grupos, analizando las obligaciones de los Estados en relación con este derecho, a continuación se listan y analizan sus principales afirmaciones:

- El suministro de agua para cada persona debe ser **continuo y suficiente** para cubrir los usos personales y domésticos¹¹. El derecho al agua abarca el acceso al agua necesaria para mantener la vida y la salud y para satisfacer las necesidades básicas, y no confiere a las personas el derecho a una cantidad ilimitada de agua. La relación entre la cantidad de agua necesaria y el mantenimiento y promoción de la salud ha sido estudiada por la OMS, la recomendación más extendida sobre el tema establece que se requieren entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para cubrir la mayoría de las necesidades básicas y evitar la mayor parte de los problemas de salud (Howard & Bartram, 2003). El Anexo II muestra un resumen sobre el estudio realizado y las conclusiones a las que llegaron estos autores.

¹¹ El uso personal y doméstico comprende el agua necesaria para el consumo, el lavado de ropa, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica. Otros usos domésticos del agua, como el agua para albercas o tareas de jardinería, no se incluyen en el derecho al agua.

- El agua para el uso personal y doméstico debe ser **salubre**¹² y **aceptable**. El agua debe estar exenta de bacterias y parásitos, así como de sustancias químicas y radiológicas, que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas. El agua debe tener también un color, un olor y un sabor aceptables, a fin de que las personas no recurran a otras fuentes que puedan parecer más atractivas pero que estén contaminadas. En este sentido la existencia de normatividad nacional y local sobre el tema es de suma importancia, sin embargo, los mecanismos de vigilancia de la aplicación de dichas normas y la existencia y apertura de dicha información es de mayor trascendencia.
- Los servicios de abastecimiento de agua y de saneamiento deben ser físicamente **accesibles** y estar al alcance de todos los sectores de la población, teniendo en cuenta las necesidades de determinados grupos, como las personas con discapacidad, las mujeres, los niños y los ancianos. Aunque el derecho al agua no significa que todos deban tener acceso a agua y servicios de saneamiento dentro del hogar, sí presupone que estos servicios se encuentren en las cercanías o a una distancia razonable de la vivienda. La cantidad de agua que se usa está en función de la facilidad de acceso a la misma, véase el Anexo II, cuando existe agua corriente en las viviendas se considera que existe un acceso óptimo, por lo menos 100 l/hab/día, sin embargo, las estadísticas nacionales y locales no siempre reportan si existe agua de manera continua en una vivienda. En este sentido al no reportar la intermitencia en los servicios de distribución, intencionada o no, se están ocultando deficiencias que comprometen el cumplimiento de este derecho pues se afecta la accesibilidad, continuidad, suficiencia y salubridad del agua.
- Los servicios de agua deben ser **asequibles** para todos¹³. Ningún individuo o grupo debería verse privado del acceso a agua potable por no poder pagar por ella. Los costos tanto directos e indirectos del agua y el saneamiento no deberían privar a nadie del acceso a estos servicios y no deberían comprometer la capacidad de disfrutar de otros derechos humanos, como el derecho a la alimentación, a la educación, a una vivienda adecuada o a la salud. El requisito de la asequibilidad también pone de relieve que la recuperación de los costos no debe erigirse en un

¹² La salubridad del agua potable se define regularmente mediante la adopción de normas nacionales y/o locales de calidad del agua potable. Las *Guías para la calidad del agua potable*, de la OMS, sirven de base para elaborar normas nacionales que, debidamente aplicadas, garantizan la inocuidad del agua potable. En México la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, regula precisamente este tema al establecer los límites máximos permisibles de distintos parámetros de calidad del agua y los tratamientos a los que debe someterse el agua para uso y consumo humano. En este sentido la salubridad del agua se entiende y determina en México a través de la aplicación de la NOM-127 sobre calidad y tratamiento de agua para uso y consumo humano.

¹³ El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) propone como punto de referencia un umbral del 3% del ingreso familiar para perseguir la igualdad y eficiencia en un proceso de recuperación de costos regulado y sostenible (PNUD, 2006).

obstáculo al acceso al agua potable y el saneamiento, especialmente para los pobres. La recomendación general es que los hogares más pobres no deberían cargar con una parte desproporcionadamente alta de los gastos en agua y saneamiento, sin embargo, al menos para el caso de la Ciudad de México se sabe que esto no es así.

La Observación General No. 15 reconoce que las condiciones para poder realizar el derecho al agua son variables, temporal, cultural y espacialmente, por ello determina que los siguientes factores deben de ser aplicables en cualquier circunstancia:

a) La disponibilidad. El abastecimiento de agua de cada persona debe ser continuo y suficiente para los usos personales y domésticos.

b) La calidad. El agua necesaria para cada uso personal o doméstico debe ser salubre.

c) La accesibilidad. El agua y las instalaciones y servicios de agua deben ser accesibles para todos, sin discriminación alguna, dentro de la jurisdicción del Estado Parte. La accesibilidad presenta cuatro dimensiones superpuestas:

Accesibilidad física. El agua y las instalaciones y servicios de agua deben estar al alcance físico de todos los sectores de la población. Debe poderse acceder a un suministro de agua suficiente, salubre y aceptable en cada hogar, institución educativa o lugar de trabajo o en sus cercanías inmediatas. Todos los servicios e instalaciones de agua deben ser de calidad suficiente y culturalmente adecuados, y deben tener en cuenta las necesidades relativas al género, el ciclo vital y la intimidad. La seguridad física no debe verse amenazada durante el acceso a los servicios e instalaciones de agua.

Accesibilidad económica. El agua y los servicios e instalaciones de agua deben estar al alcance de todos. Los costos y cargos directos e indirectos asociados con el abastecimiento de agua deben ser asequibles y no deben comprometer ni poner en peligro el ejercicio de otros derechos reconocidos en el Pacto.

d) No discriminación. El agua y los servicios e instalaciones de agua deben ser accesibles a todos de hecho y de derecho, incluso a los sectores más vulnerables y marginados de la población, sin discriminación alguna por cualquiera de los motivos prohibidos.

e) Acceso a la información. La accesibilidad comprende el derecho de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua.

El reconocimiento del derecho al agua en México a través de la reforma al artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se dio apenas en 2012, sin embargo, de acuerdo con Tello Moreno (2016) antes de la misma, el Estado se encontraba obligado a

satisfacerlo en virtud de diversas disposiciones constitucionales. Por ejemplo, un año antes del reconocimiento del derecho al agua en México, ya se había aprobado la reforma al artículo 1° de la Constitución, en materia de derechos humanos, con lo que se obtuvo una disposición específica respecto a la jerarquía de los tratados internacionales en materia de derechos humanos. Dicha reforma establece lo siguiente:

En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.

Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.

Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a derechos humanos en los términos que establezca la ley. [...]

De acuerdo con Tello Moreno (2016) el proceso legislativo para la reforma constitucional sobre el derecho al agua inició con la presentación de ocho iniciativas enviadas a la Comisión de Puntos Constitucionales para su análisis y dictamen, entre los años de 2006 y 2009. Hasta antes de 2012 el texto constitucional regulaba el uso y la conservación del agua como un asunto de interés público, sin embargo, no reconocía el derecho de acceso al recurso en lo individual. La elevación a rango constitucional del derecho al agua se acordó debido a que se consideró que sin ello no serían alcanzables otros derechos ya consagrados en la misma legislación mexicana. Finalmente, la reforma al párrafo sexto del artículo 4°, sobre el derecho al agua y al saneamiento establece lo siguiente:

[...] 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. [...]

Es claro que esta reforma contiene aspectos relevantes de la Observación General No. 15, al establecer el *derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico de forma suficiente, salubre, aceptable y asequible*, sin embargo, no toma en cuenta los criterios de accesibilidad física, accesibilidad económica, acceso a la información,

ni el principio de no discriminación. Evitar la inclusión de estos criterios es perjudicial pues la legislación no se está adecuando a cabalidad con los parámetros internacionales relativos al tema, a pesar de que existen referencias claras sobre lo que significan cada uno de estos criterios no existe un marco que permita medir independientemente y en conjunto el cumplimiento de cada uno de ellos. La imposibilidad de articular completamente el aparato jurídico mexicano con lo establecido en el derecho humano al agua se debe en gran medida a la falta de una Ley General de Aguas, a pesar de que existía un plazo de 360 días para su emisión a partir de la reforma constitucional. A pesar de ello, los criterios no mencionados en el párrafo sexto del artículo pueden ser, y son invocados, mediante la reforma constitucional en materia de derechos humanos (Tello Moreno, 2016). De acuerdo con esta misma autora la falta de un marco jurídico con perspectiva de derecho humano al agua ha hecho que el mismo se siga percibiendo como un derecho ajeno al sistema regulatorio y en la realidad existe un incumplimiento sistemático del mismo a lo largo de todo el territorio nacional.

La existencia de los derechos implica que existen pretensiones o reivindicaciones justificadas de las personas, tanto en lo individual como en lo colectivo, y que ante la imposibilidad de hacerlas valer se puede entablar un reclamo ante el Estado, obligado a garantizar tanto derechos como libertades (Courtis & Abramovich, 2002). A pesar de que, de acuerdo con Tello Moreno (2016), actualmente existen innumerables herramientas para garantizar el derecho al agua de forma ejemplar, acorde a las normas internacionales sobre derechos humanos y recursos de avanzada en la materia, el mismo es vulnerado sistemáticamente en el país. En México actualmente este derecho se puede proteger a través de múltiples vías, principalmente por medio del juicio de amparo a nivel jurisdiccional, en función de lo establecido en el artículo 4° constitucional, algunas leyes nacionales y las disposiciones internacionales. El reconocimiento del derecho humano al agua es un paso muy importante para lograr su realización, pero si el marco normativo existente, o el que se pretenda adoptar en un futuro, no responde a las necesidades de la población, su constante y flagrante vulneración se mantendrá irremediablemente. Que la realización de este derecho dependa del juicio de amparo o de mecanismos internacionales¹⁴ significa que el Estado Mexicano no ha asumido un compromiso real con la perspectiva de derechos humanos, pues antes de llegar al ámbito jurisdiccional, distintos órganos e instituciones (legislativos, administrativos y de control) podrían y deberían de intervenir en la protección del mismo.

¹⁴ Por ejemplo, el Protocolo Facultativo del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PFPIDESC), que hasta 2019 no había sido ratificado por México, ofrece protección de tipo subsidiaria para los diversos elementos considerados en el pacto, lo que quiere decir que el mismo se activa una vez que los recursos jurídicos internos se han agotado o se consideran inadecuados para la protección de dichos derechos, sin embargo, llegar a estas instancias requiere de periodos de tiempo extendidos.

II. B. i. Indicadores y normativas existentes equiparables con las características del derecho humano al agua

Es claro que el abastecimiento de agua hacia la población existe desde hace tiempo, los asentamientos humanos modernos no podrían existir sin un sistema que cumpliera con esta función, sin embargo, la manera en la que se realiza esta tarea y los impactos que esto tiene hacia ciertas personas es sumamente variable. El compromiso que los Estados adquirieron con el derecho al agua al firmar el PIDESC conlleva que los mismos deben de actuar para su realización, el reconocimiento legal del mismo es un primer paso, garantizar que sus servicios públicos se apeguen a las características que se enuncian en la Observación General No. 15 debería de figurar entre los siguientes. En este sentido no existe en México una medición sistemática, sostenida, explícita y comparable de dichas características, sin embargo, existen algunos datos, sobre todo de encuestas y estadísticas nacionales, que se han usado para reportar y estimar el estado del acceso al agua en el país. A continuación, se analizan la existencia y posible pertinencia de los indicadores y/o normativas relacionadas con el agua que podrían utilizarse para estimar el cumplimiento de este derecho en México, conforme a las características que se enuncian en las directrices relacionadas con el mismo:

▪ Suficiencia

Como se describió anteriormente esta característica se refiere a la cantidad de agua necesaria para mantener la vida y la salud y para satisfacer las necesidades básicas, en específico las relacionadas al uso personal y doméstico (agua necesaria para el consumo personal, el lavado de ropa, la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica). En el apartado anterior se hizo mención a la referencia más citada en cuanto al tema, véase el Anexo II, lo cual establece que una cantidad de entre 50 y 100 l/hab/día, abastecida a través de uno o varios grifos y con tiempos de recolección menores a 5 minutos, representa un riesgo para la salud de bajo a muy bajo. A pesar de que estas cantidades son las más recomendadas, pues satisfacen todas las necesidades establecidas, en ocasiones se habla de una cantidad mínima de 20 l/hab/día, lo que de acuerdo con la misma referencia equivale a un acceso básico, lo que sólo asegura el consumo y la higiene más elemental, lo que conlleva un alto impacto en la salud. Esta referencia, a pesar de ser ampliamente citada y reconocida, no forma parte, de manera explícita, de las mediciones sistemáticas relacionadas con el acceso al agua, al menos en el país.

En la mayoría de los casos lo que se hace en México al reportar avances en todo lo relacionado al abastecimiento de agua es tratar de correlacionar el tipo de instalaciones a través de las cuales se accede al agua, distinguiendo entre agua entubada y otros tipos, con la cantidad de agua a la que es posible acceder y su presunta calidad. Al hacer esto se asume que contar con agua entubada en los domicilios, ya sea al interior o dentro de la propiedad, permitiría cubrir las necesidades de consumo todo el tiempo y sin perjuicio alguno a la salud, sin embargo, lo que realmente se está reportando es accesibilidad física y la existencia y uso de fuentes

y/o sistemas mejorados de abastecimiento¹⁵. Para mayor información sobre la lógica detrás del uso de estos indicadores véase la *Síntesis metodológica y conceptual de la Encuesta Intercensal 2015* (INEGI, 2015).

Las directrices y aclaraciones existentes sobre las implicaciones de la suficiencia en el derecho al agua mencionan que el suministro debe de ser al mismo tiempo continuo y suficiente, reportes recientes sobre el acceso al agua en México empezaron a incluir datos sobre este tema, a partir del año 2000 y de manera discontinua. Este indicador sí podría ser correlacionado con la suficiencia del agua abastecida en lugar de los indicadores existentes sobre disponibilidad de agua entubada, pues la mera existencia de la infraestructura no garantiza ni la cantidad, ni la calidad del agua abastecida, como se ha establecido por la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN). En este sentido, el Anexo III describe brevemente el primer caso de un juicio de amparo relacionado con el derecho al agua y su trascendencia para el tema. Como parte de dicho proceso la Primera Sala de la SCJN determinó que para cumplir con el fallo de protección del derecho al agua de las personas no bastaba con acreditar la existencia de una toma de agua en su domicilio, reconociendo la validez de los parámetros internacionales respecto a la cantidad mínima de agua requerida por las personas.

De acuerdo con la revisión realizada por el JMP para la elaboración del reporte más reciente de avances en acceso al agua y saneamiento "*Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017*" México nunca ha reportado suficiencia, en el sentido de hablar de volúmenes diarios o cumplimiento de una dotación establecida. De acuerdo con su análisis el país ha reportado continuidad en contadas ocasiones, el indicador aparece en 21 de 58 fuentes consultadas de 1987 a 2017, pero se limita a tan sólo 12 de 30 años analizados, aproximadamente cada 2 años y empezando por el año 2000. En el Anexo IV se describe el proceso de análisis realizado por el JMP para tratar de monitorear el cumplimiento de las metas relacionadas con el acceso al agua del *ODS 6 Agua limpia y saneamiento*, también se listan las fuentes consultadas para el país durante este proceso.

- **Salubridad**

De acuerdo con lo establecido en los lineamientos y especificaciones de este derecho, el agua necesaria para cubrir el uso personal y doméstico debe de cumplir con ser segura y apta para el consumo, el lavado de ropa, la preparación de alimentos

¹⁵ De acuerdo con distintos reportes de la OMS las fuentes de agua mejoradas incluyen al agua entubada, pozos entubados o protegidos, manantiales protegidos, agua de lluvia y agua envasada o entregada en contenedores. De manera similar se consideran sistemas mejorados de abastecimiento de agua a las conexiones domiciliarias, las fuentes públicas de agua, pozos o fuentes protegidas y la recolección de agua de lluvia.

y para permitir la higiene. La teoría establece que dicha agua debe de estar exenta de bacterias y parásitos, así como de sustancias químicas y radiológicas, que constituyan una amenaza para la salud de la población, esta es la definición misma de salubridad. De todos los aprovechamientos posibles dentro de los usos personal y doméstico, el consumo de agua es el que podría representar más riesgos potenciales a la salud, por ende, cumplir con las características necesarias para asegurar la salubridad de este uso significa que se cubren las características necesarias para la realización de los otros. Aunque cabe aclarar que las directrices de calidad de agua de la OMS agrupan el agua de consumo junto con otros usos domésticos, como la higiene personal y la preparación de alimentos, lo que implica que los requisitos sobre la salubridad del agua se aplican a todos estos usos y no únicamente en relación con el consumo de agua (Howard & Bartram, 2003). El agua que cumple con las características para la realización de dichos usos se denomina agua potable, las mismas directrices para la calidad del agua de este tipo de la OMS se utilizan como base para la elaboración de las normas nacionales para asegurar la salubridad del agua para estos usos.

En México la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, es la directriz que regula la salubridad del agua para uso y consumo humano, al establecer los límites permisibles de calidad de distintos parámetros, por lo que en los hechos la salubridad del agua en México se entiende, determina y monitorea a través de la aplicación de la NOM-127¹⁶. En el caso de la NOM-127 su observancia es obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuya agua para uso y consumo humano. De acuerdo con el texto mismo de la NOM la vigilancia del cumplimiento de esta normativa corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia. El Anexo V presenta la lista de los 41 parámetros incluidos en la NOM-127 para su monitoreo (2 del tipo bacteriológicos, 3 físicos y organolépticos, 34 químicos y 2 características radiactivas).

Que exista una norma específica para el monitoreo del tema es importante, sin embargo, su aplicación y vigilancia no contempla un mecanismo de exigencia por parte de los usuarios quienes deben de confiar en el conocimiento experto sobre un tema que es relativamente complejo. Normalmente los usuarios desconocen la

¹⁶ Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por distintas dependencias de la Administración Pública Federal, las NOM son herramientas que permiten a dichas dependencias establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, la fauna y/o al medio ambiente. De manera general una NOM establece tres cosas: i) definición del producto, servicio o proceso del que se trate, ii) especificaciones que éste debe de cumplir, así como métodos de prueba con los que se puede verificar que cumplan y iii) la mención de las autoridades que vigilarán el cumplimiento.

existencia de dicha norma, si su sistema de abastecimiento la cumple, la monitorea o si siquiera existen reportes sobre el tema, y aún si llegara a tener acceso a un reporte sobre ello el análisis de 41 parámetros de una o varias muestras no es un tema trivial. La confianza que se le brinda a las instituciones, o la falta de la misma, puede exponer al público a consecuencias no deseadas, por ello herramientas como los índices de calidad del agua pueden ayudar a mejorar esa relación, protegiendo a los usuarios al darles acceso a la información, lo cual a su vez podría fomentar su participación en los procesos relacionados con los servicios de abastecimiento. La normativa existente no viola el principio de acceso a la información del derecho humano al agua, pues es posible solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua hasta cierto punto, aunque en la práctica el sistema actual limita el conocimiento de los usuarios. El Anexo VI describe las principales características y múltiples ventajas del uso de los índices de calidad del agua.

- **Aceptabilidad**

La aceptabilidad del agua está poco descrita dentro de la teoría de este derecho, además de que el contenido es redundante pues se limita a establecer que el agua debe tener color, olor y sabor aceptable. Como con todas las características los usos del agua se limitan al consumo, el lavado de ropa, la preparación de alimentos y la higiene, es decir al agua potable, a pesar de que la normatividad mexicana sobre el tema sí incluye dichas características, color, olor y sabor, su monitoreo y medición no garantiza la aceptación del agua por parte de los usuarios. Otro enfoque para monitorear la aceptación del agua sería simplemente preguntar directamente a los usuarios qué usos le dan a la misma y porqué, si el color, olor y/o sabor del agua impiden uno o varios de estos usos se podría considerar que no se está cumpliendo a cabalidad este derecho.

Si a pesar de que aun cumpliendo la normativa sobre salubridad del agua la gente no aprovechara el volumen abastecido para todos los usos sería necesario indagar las razones detrás de este fenómeno, para ello sería necesario ir más allá de una simple descripción del estado del servicio a través de investigación de corte más cualitativa. La gestión del agua y la investigación cualitativa tienen elementos teóricos convergentes (Retamal *et al.*, 2011), este tipo de investigación es particularmente útil cuando el fenómeno a estudiar es difícil de medir (Hernández Sampieri *et al.*, 2006), como por ejemplo la aceptación o negativa para usar agua de determinada calidad en ciertos usos. El conocer las razones detrás de un fenómeno de este tipo es importante, aún si algunas ya se intuyen, de acuerdo con Retamal *et al.* (2011) al profundizar en el contexto socioeconómico y cultural la investigación cualitativa permite entender si las personas o la comunidad reconocen el tema como parte de su sistema y de su vida cotidiana.

- **Accesibilidad**

La definición de este derecho establece que tanto el agua como las instalaciones deben de cumplir con ser accesibles para todos, esta característica se compone de cuatro dimensiones anidadas: accesibilidad física, accesibilidad económica, no discriminación y acceso a la información. De estos cuatro elementos la accesibilidad física, como se mencionó anteriormente, es la que se ha medido de manera más consistente, inclusive en reportes recientes es posible distinguir si se accede o no a fuentes y sistemas mejorados, como lo recomienda la OMS. Todo esto hace que esta característica sea la más susceptible a ser evaluada en el país, dependiendo de la fuente que se consulte es posible obtener datos a escalas locales y las series históricas son relativamente consistentes. La accesibilidad económica coincide en contenido con la asequibilidad que será analizada en el apartado siguiente.

El principio de no discriminación establece que el acceso a los servicios de agua debe de ser posible para todos, de hecho y de derecho, sin distinción alguna, el reconocimiento del derecho humano al agua en el artículo 4° constitucional cumple con la segunda parte del principio. El medir o estimar la accesibilidad en los hechos es una tarea que podría equipararse con el monitoreo de los programas de fomento al agua y saneamiento y las estimaciones a nivel nacional realizada a través de encuestas por el gobierno mexicano. Aún con las diferencias entre regiones y estratos socioeconómicos y la existencia de múltiples injusticias en el tema, como el caso descrito en el Anexo III, en principio la no discriminación en el derecho al agua en México se respeta. Aunque vale la pena resaltar que la falta de acceso al agua en el país es sistemática y en el caso de la Ciudad de México forma parte de una realidad cotidiana de muchos de sus habitantes, particularmente en la alcaldía de Iztapalapa, como se abordará más adelante. Como se mencionó anteriormente la normatividad mexicana no viola el principio de acceso a la información de este derecho, pues existe la posibilidad de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua, aunque en la práctica el gobierno está facultado para reservar cierta información relacionada con el tema arguyendo asuntos de seguridad nacional.

- **Asequibilidad**

La asequibilidad se refiere al hecho de que los costos y cargos directos e indirectos asociados con el abastecimiento de agua no deben comprometer ni poner en peligro el ejercicio éste y otros derechos. Como se mencionó anteriormente el PNUD (2006) recomienda como punto de referencia un umbral del 3% del ingreso familiar para el costo de los servicios de abastecimiento de agua. Es posible realizar una estimación sobre el cumplimiento de esta recomendación gracias a la existencia de herramientas como la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) y la consulta de las tarifas de los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento de agua.

II. C. Abastecimiento de agua en Iztapalapa

El abastecimiento de agua se entiende como el servicio público encargado de proveer a los habitantes de una ciudad de agua potable, en la Ciudad de México ésta y otras tareas recaen en el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), institución que entró en funcionamiento apenas en 2003¹⁷. Este servicio es esencial para la vida en sociedad y la salud, el acceso a agua limpia condiciona todos los aspectos del desarrollo humano, el PNUD (2006) considera al agua para la vida en el hogar y el agua para usos productivos como dos de las bases necesarias para el desarrollo. La falta de agua es problemática en múltiples vertientes pues su escasez reduce opciones y limita la libertad debido a las enfermedades, la pobreza y la vulnerabilidad que conlleva, lo que dificulta la realización y desarrollo de las personas. El abastecimiento de agua es una labor humana y a pesar de depender en cierta medida de la disponibilidad de este recurso la problemática en torno al acceso al agua tiene más que ver con la gestión del recurso que con las cantidades de agua existentes, las necesidades domésticas de agua representan menos del 5% del total de agua que se consume en los países (PNUD, 2006). El PNUD considera que la escasez de la crisis mundial del agua nace de la desigualdad, la pobreza y el poder, no de la disponibilidad física y enfatiza el hecho de que muchas veces las políticas erradas de gestión del agua agravan esta situación.

La falta de agua es un problema grave en muchas regiones del mundo y sus causas pueden ser muy variadas, sin embargo, el *Informe sobre Desarrollo Humano 2006* destaca el hecho de que esta crisis carece de prioridad en las agendas políticas y que las personas más pobres del planeta están pagando algunos de los precios más altos del mundo por el agua. La disponibilidad de agua dentro de la Ciudad de México es baja y disminuyó drásticamente con el tiempo, hasta fines del s. XIX el abastecimiento de agua en esta ciudad se logró mediante transferencias entre fuentes locales (Banco Interamericano de Desarrollo, 2012), pero hoy en día la disponibilidad es tan baja (74 m³/hab/año) que se considera una situación de estrés hídrico extremo (Banco Mundial, 2013). Esta disminución está asociada a la explosión demográfica del s. XX y la gestión orientada a la satisfacción de una demanda siempre creciente por parte del Estado posrevolucionario (Perló Cohen & González Reynoso, 2005), de 1950 a 2000 la mancha urbana de la Ciudad de México aumentó 5.4 veces en tamaño (Breña Puyol & Breña Naranjo, 2009). Actualmente el agua de fuentes locales no es suficiente para cubrir la demanda, sólo consigue satisfacer el 78% de la misma, el resto es cubierto con agua que se trasvasa desde otras cuencas (Sheinbaum Pardo, 2016), la cual se transporta y

¹⁷ El SACMEX se creó por decreto al fusionar la entonces Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) y la Comisión de Aguas del Distrito Federal (CADF), hoy en día está sectorizado en la Secretaría del Medio Ambiente y tiene por objetivo, con base en el mismo decreto por el cual se creó, prestar los servicios públicos de suministro de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y reutilización.

distribuye por un complejo sistema que está interconectado en toda la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). A pesar de los costos, monetarios y ambientales, que conlleva traer agua a la ciudad desde otros estados y sobreexplotar el agua subterránea local la red de distribución de la Ciudad de México pierde aproximadamente 4 de cada 10 litros del agua que transporta antes de llegar a los usuarios (SACMEX, 2018).

Administrativamente hablando la Ciudad de México se encuentra dentro de la subregión Valle de México¹⁸, esta región es una unidad hidrológica cerrada (una cuenca endorreica drenada en forma artificial) con una extensión territorial de 9739 km², véase la figura 3. Las principales fuentes de agua del Valle de México son los acuíferos locales, algunos embalses menores y trasvases desde otras cuencas. Estos en conjunto aportan al Valle de México 81.9 m³/s de agua al año (CONAGUA, 2009), a los cuales se pueden sumar 6.1 m³/s de agua de reúso dentro de la cuenca, véase la tabla 1.

Figura 3 Delimitación del Valle de México



Fuente: CONABIO 1998. Subcuencas hidrológicas. Extraído de boletín

¹⁸ Para propósitos de planeación la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) subdivide al país en trece Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), las cuales son definidas a partir de criterios hidrológicos respetando a su vez la división política municipal para facilitar la administración e integración de la información socioeconómica. La Ciudad de México se encuentra dentro de la RHA XIII, la cual se subdivide en dos subregiones: Valle de México y Tula. La subregión Valle de México, está conformada por las 16 alcaldías de la Ciudad de México y 69 municipios más (50 del estado de México, 15 de Hidalgo y 4 de Tlaxcala).

Tabla 1 Fuentes de agua del Valle de México

Fuente	GASTO	
	m ³ /s	Porcentaje
Acuíferos locales sostenibles	31.6	36%
Acuíferos locales sobreexplotados	27.9	32%
Fuentes superficiales locales	2.9	3%
Trasvases del Sistema Lerma	4.8	5%
Trasvases del Sistema Cutzamala	14.7	17%
Reúso de agua	6.1	7%
Total	88.0	100%

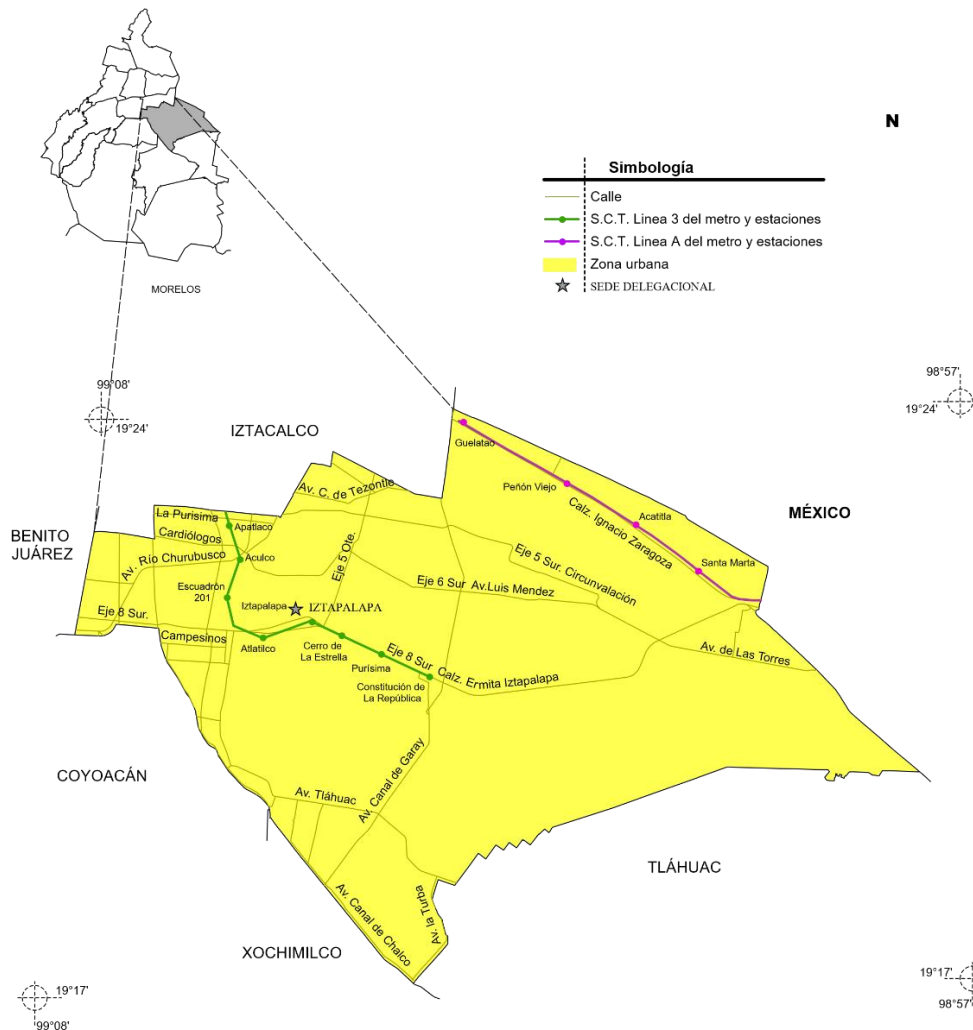
Fuente: Banco Mundial 2013. Agua urbana en el Valle de México: ¿un camino verde para mañana?

De los 88 m³/s de los que dispone el Valle de México a la Ciudad de México le corresponden alrededor de 35 m³/s, de los cuales, el Sistema Lerma suministra entre 4 y 5.4 m³/s, dependiendo de la época del año, ya que durante la época de secas cerca de 1 m³/s se entrega a los agricultores de la zona. Del Sistema Cutzamala se obtienen entre 9 y 10 m³/s. El metro cúbico adicional del Cutzamala se suministra, dependiendo del caudal de este sistema superficial en la época de secas, para sustituir la disminución del Sistema Lerma. Alrededor de 0.8 m³/s provienen de ríos y manantiales superficiales y entre 18 y 19.8 m³/s proviene de la explotación de aguas subterráneas (Sheinbaum Pardo, 2016). Estos números pueden considerarse como promedios históricos, las cantidades reales varían de acuerdo a al año del que se esté hablando y a la temporada misma del año, inclusive dependen de la fuente que se consulte.

La distribución de agua no es homogénea ni en el Valle de México ni en la Ciudad de México, como se mencionó anteriormente las fuentes locales no son capaces de satisfacer la demanda y la gestión del agua disponible obedece a distintos intereses a distintas escalas temporales y espaciales. Del suministro de 35.17 m³/s que se destina a la Ciudad de México, 4.63 m³/s corresponden a Iztapalapa, de éstos se destinan 1.03 m³/s para la actividad industrial, y 3.60 m³/s, para uso doméstico (Gobierno del Distrito Federal, 2008). La situación del abastecimiento de agua en Iztapalapa se ha convertido en un sinónimo de escasez y mal servicio, lo cual no puede explicarse únicamente por la disponibilidad de este recurso, si bien Iztapalapa es la alcaldía más poblada de la ciudad con más de 1.8 millones de habitantes (INEGI, 2016), la cantidad de agua abastecida no es inferior a la necesaria. Si los 3.60 m³/s de agua disponible para uso doméstico fueran distribuidos equitativamente entre su población los habitantes tendrían una dotación de poco más de 170 l/hab/día, inclusive si se considera una eficiencia de 59% debido a las pérdidas por fugas la dotación sería de 100.4 l/hab/día, ambos números cumplirían con las recomendaciones internacionales sobre suficiencia. Este problema tiende a ser relacionado con la baja disponibilidad de agua de las fuentes locales, su mala calidad y la infraestructura deficiente (Soto Montes de Oca, 2008), lo cual explica una parte, sin embargo, la existencia de prácticas clientelares a través de intermediarios que usufructúan con y/o promueven la carencia de agua es una realidad conocida (de Alba, Cruz, & Castillo, 2014).

La alcaldía de Iztapalapa se ubica en la parte oriente de la Ciudad de México, tiene una extensión de 11 667 ha, que representan el 7.62% del área total de la ciudad (Gobierno del Distrito Federal, 2008) y tiene colindancias al norte con Iztacalco y Nezahualcóyotl (Estado de México); al oriente con los municipios mexiquenses de La Paz y Valle de Chalco Solidaridad; al sur con las alcaldías de Tláhuac y Xochimilco y al poniente, con las alcaldías de Coyoacán y Benito Juárez, figura 4.

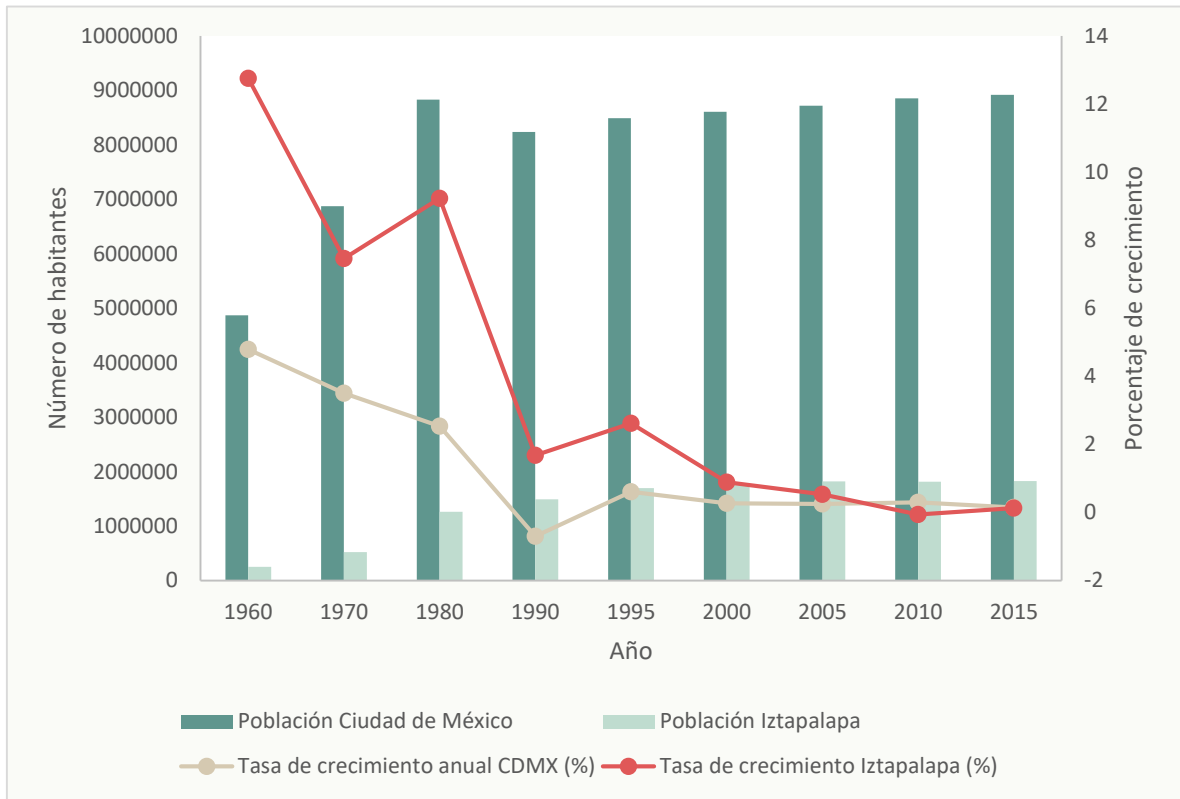
Figura 4 Ubicación de la alcaldía de Iztapalapa



Fuente: Prontuario de información geográfica delegacional Iztapalapa, Distrito Federal, (INEGI, 2009).

Esta demarcación fue durante la segunda mitad del siglo XX una receptora importante de población del interior del país, sobre todo de bajos recursos, la ocupación de su territorio se dio de manera acelerada y sin orden. La tasa de crecimiento poblacional de esta alcaldía fue superior a la de la Ciudad de México desde 1960 y hasta 2005, sin embargo, en los últimos años esta tasa ha sido mucho menor, en gran medida debido al hecho de que se han agotado las reservas urbanas en este territorio (Gobierno del Distrito Federal, 2008), véase la figura 5.

Figura 5 Comparación entre el crecimiento poblacional de la Ciudad de México e Iztapalapa de 1960 a 2015



Fuente: Elaboración propia con base en información de los Censos Generales de Población y Vivienda, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010, los Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005 y la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI.

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (PDDU) para la Delegación Iztapalapa (Gobierno del Distrito Federal, 2008) este proceso de urbanización carente de orden y estructura ha generado una problemática que se caracteriza por:

- La invasión de áreas de conservación ecológica, sobre todo en el Cerro de la Estrella y la Sierra de Santa Catarina.
- Afectación en las redes de abastecimiento y drenaje, fugas en ambas y contaminación de los mantos freáticos.
- Agudización de los hundimientos diferenciales debido a la explotación del agua subterránea.
- Establecimiento de asentamientos humanos irregulares, principalmente en zonas de conservación y zonas de riesgo con carencia de servicios básicos.
- Carencia de elementos distintivos de la imagen urbana, falta de forestación y presencia de contaminación ambiental y visual.

A pesar de que en los últimos años la población de esta alcaldía ha permanecido relativamente estable, la urbanización de su territorio no ha disminuido. De 1995 a 2015 Iztapalapa aumentó su población en más de 130 mil habitantes y su parque habitacional en más de 125 mil viviendas, véase la tabla 2, de acuerdo con el PDDU este aumento desproporcionado se explica por cambios en la dinámica familiar, pues el número de

ocupantes por vivienda ha disminuido considerablemente y el número de viviendas que tienen entre 1 y 4 ocupantes ha estado en aumento desde el año 2000.

Tabla 2 Aumento de la población y vivienda en Iztapalapa de 1995-2015

AÑOS	POBLACIÓN			VIVIENDAS
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	
1995	832 343	864 266	1 696 609	370 504
2000	864 239	909 104	1 773 343	407 548
2005	885 049	935 839	1 820 888	441 334
2010	880 998	934 788	1 815 786	453 752
2015	878 365	949 503	1 827 868	495 665

Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda, 2000 y 2010, Conteos de Población y Vivienda 1995 y 2005 y Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

La alcaldía de Iztapalapa es considerada como una entidad con muy bajo grado de marginación¹⁹, bajo esta métrica esto significa que los riesgos y vulnerabilidades a los que están expuestas las familias y comunidades que viven en esta alcaldía son de los más bajos del país. Pese a ello, los indicadores de marginación de la alcaldía de Iztapalapa muestran una mejoría sostenida desde 1990, véase la tabla 3.

Tabla 3 Indicadores de marginación en Iztapalapa 1990-2015

INDICADORES DE MARGINACIÓN	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Población total	1 490 499	1 696 609	1 773 343	1 820 888	1 815 786	1 827 868
% Población de 15 años o más analfabeta	5.07	3.67	3.61	3.23	2.80	1.82
% Población de 15 años o más sin primaria completa	20.92	-	14.73	12.04	10.89	8.10
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	2.37	-	-	0.11	0.08	0.02
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	1.29	0.15	0.17	0.14	0.07	0.06
% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	5.60	2.42	1.22	0.85	0.73	0.86
% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	56.06	-	41.80	35.23	33.09	24.07
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	3.69	-	1.88	1.39	1.20	0.57
% Población en localidades con menos de 5000 habitantes	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	67.77	-	50.29	38.82	36.04	34.04
Índice de marginación	-1.77100	-1.44800	-1.72600	-1.73000	-1.66240	-1.62700
Grado de marginación	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2 326	2 277	2 366	2 396	2 377	2 392

Fuente: Índices de Marginación 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 y 2015, CONAPO.

¹⁹ La marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas, este conjunto de problemas (desventajas) sociales son entendidos a escala de una comunidad o localidad y hace referencia a grupos de personas y familias (CONAPO, 2011).

Los indicadores utilizados por este índice intentan reflejar la existencia de problemas estructurales que limitan el desarrollo de las personas, en el caso del acceso al agua potable este indicador sigue sin reflejar una realidad conocida sobre un mal servicio. El uso de este indicador no es extraño, ya que en realidad es el único relacionado con el acceso al agua potable que se ha medido consistentemente en el país durante años, como se mencionó en el apartado anterior. A pesar de que este indicador no es inexacto en su concepción, en la práctica se confunde su alcance, el mismo sólo reporta accesibilidad física, en el caso de la alcaldía de Iztapalapa su uso enmascara problemas severos y particulares de continuidad y calidad, como se discutirá más adelante.

En este mismo sentido, la alcaldía de Iztapalapa es considerada como una entidad con muy bajo grado de rezago social²⁰, de hecho, todos los indicadores utilizados en esta medición multidimensional de la pobreza Iztapalapa ha mostrado mejoría en cada uno de ellos desde que comenzó su medición en 2005, véase la tabla 4.

Tabla 4 Indicadores de rezago social en Iztapalapa 2005-2015

INDICADORES DE REZAGO SOCIAL	2005	2010	2015
Población total	1 773 343	1 820 888	1815 786
% de población de 15 años o más analfabeta	3.60	3.22	2.78
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4.47	3.12	3.43
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	38.34	33.46	30.59
% de población sin derechohabencia a servicios de salud	51.31	50.52	38.30
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	2.51	1.29	1.17
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	9.54	3.89	0.67
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	3.26	1.13	1.38
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	1.54	0.27	0.20
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	0.49	2.99	0.08
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	34.19	26.57	26.25
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	18.44	12.58	11.75
Índice de rezago social	-1.76	-1.47	-1.42
Grado de rezago social	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2378	2357	2357

Fuente: Índices de Rezago Social 2005, 2010 y 201, CONEVAL.

²⁰ El rezago social forma parte de la medición multidimensional de la pobreza que realiza el Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL) como parte de la Ley General de Desarrollo Social e incorpora indicadores educativos, de acceso a servicios de salud, de acceso a servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar.

Esta medición tiene el mismo problema que el índice de marginación, al utilizar el mismo indicador para un problema que tiene una complejidad mayor a la que alcanza a reflejar. Es de destacar que el indicador reportado en el que más se tiene rezago es el porcentaje de la población sin derechohabencia a los servicios de salud (38% en 2015) seguido por el porcentaje de la población mayor de 15 años con educación básica incompleta (30% en 2015), éste último relacionado indirectamente con la falta de acceso al agua, de acuerdo con la teoría. En efecto, en México los temas relacionados con el agua doméstica están más relacionados con las características de las viviendas que, con cuestiones de cumplimiento de los derechos o aseguramiento de la salud, los indicadores específicos típicos de carencias en las viviendas en Iztapalapa también han mejorado continuamente desde 2005, los datos se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Indicadores de carencias en la vivienda en Iztapalapa 2005-2015

	2005		2010		2015	
Viviendas particulares habitadas	441 334		453 752		495 665	
CARENCIA DE CALIDAD, ESPACIOS Y ACCESO A LOS SERVICIOS BÁSICOS DE LA VIVIENDA	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
Viviendas con piso de tierra	5689	1.29	5316	1.18	2762	0.55
Viviendas sin drenaje	1174	0.27	907	0.20	297	0.06
Viviendas sin luz eléctrica	13 222	3.00	349	0.08	347	0.07
Viviendas sin agua entubada	4986	1.16	6270	1.39	4213	0.85
Viviendas sin sanitario	17 157	3.89	3058	0.67	496	0.10

Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda 2010, Conteos de Población y Vivienda 2005, Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

De estos cinco indicadores descritos en la tabla 5, el que muestra un mayor atraso es el número de viviendas sin agua entubada con más de 4200 domicilios sin este servicio básico en 2015, menos del 1% del total, sin embargo, este dato revela la falta de accesibilidad física y por ello el incumplimiento a cabalidad del derecho al agua en esas viviendas. Si bien estos datos no están georreferenciados la carencia de estos servicios tiende a concentrarse en zonas altas y de difícil acceso²¹, como la Sierra de Santa Catarina en Iztapalapa, por lo que este tipo de problemáticas requiere una visión territorial del problema, para su mejor descripción y análisis. Combinando esta información con la de marginación y rezago social se puede decir que las carencias relacionadas con la vivienda, hacinamiento y acceso a servicios básicos, junto con los servicios de salud, educación y los bajos ingresos monetarios

²¹ De acuerdo con lo expresado por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), en la Licitación Pública Nacional Mixta a Plazos Reducidos No. Ia-020000999-n20-2014, la persistencia de rezagos, asociados fundamentalmente a la ausencia de redes para la distribución de agua y los sistemas de drenajes con tratamiento de agua, obedece en gran parte a las dificultades técnicas para trabajar en terrenos montañosos y a los elevados costos de las obras de infraestructura de esos lugares.

son las principales barreras que afectan el desarrollo y bienestar de los habitantes de Iztapalapa.

Si bien los indicadores sociodemográficos anteriores no son particularmente descriptivos del problema del abastecimiento de agua en Iztapalapa esto no quiere decir que no existan inconvenientes con la suficiencia, salubridad, aceptabilidad, accesibilidad y asequibilidad del recurso. De inicio la distribución del agua al interior de la alcaldía es ineficiente, como se mencionó anteriormente la cantidad de agua abastecida a la totalidad de la demarcación no es menor a la necesaria para conseguir una dotación dentro que se encuentre dentro de los estándares internacionales. De acuerdo con el PDDU (Gobierno del Distrito Federal, 2008) los 3.6 m³/s para uso doméstico disponibles en la alcaldía se distribuyen a 12 subsistemas integrados por tanques de regulación y tanques rompedores de presión que permiten su posterior encauzamiento hacia a la red secundaria. La extracción de agua a través de pozos en la alcaldía se divide en 3 zonas diferentes, la zona I comprende las franjas de los lados norte y poniente de la Sierra de Santa Catarina y aporta de 70 a 110 l/s, la zona II se localiza en la franja norte de Iztapalapa y de esta se extraen de 40 a 70 l/s, finalmente zona III se localiza en los cerros de la Estrella y el Peñón y es la región donde la extracción se realiza en forma intensiva, por ser zonas de mayor recarga de los mantos acuíferos. De acuerdo con una solicitud de información pública²² particular en 2015 la alcaldía de Iztapalapa contaba con la siguiente infraestructura de distribución de agua potable:

- 266.58 km de red primaria (tubería de distribución con diámetros de 50 a 183 cm)
- 2109.48 km de red secundaria (tubería de distribución con diámetros menores a los 50 cm)
- 78 pozos de extracción operados por el SACMEX
- 41 tanques de regulación
- 35 plantas de Bombeo
- 28 plantas potabilizadoras
- 328 329 tomas domiciliarias domésticas
- 1824 tomas domiciliarias de gran consumo
- 9 estaciones mediadoras de presión

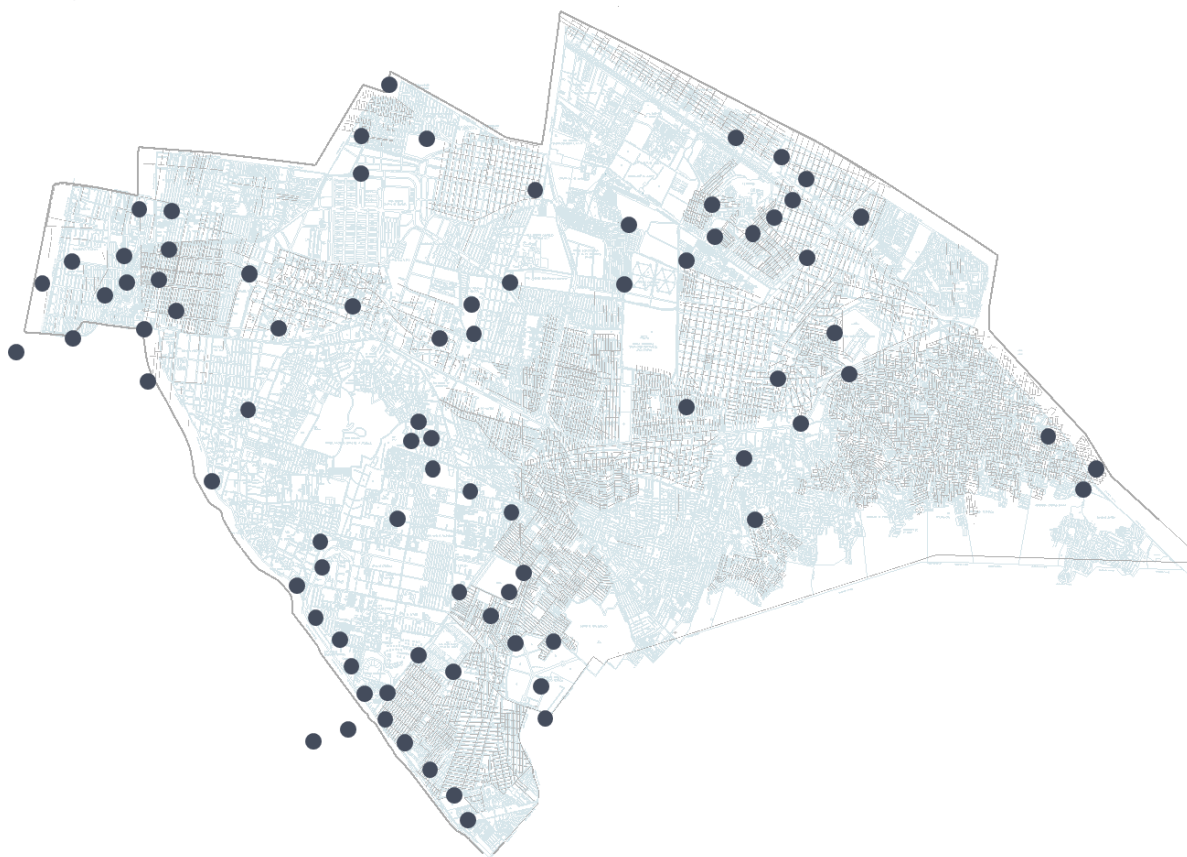
Las solicitudes de información pública tienen limitaciones sobre el tipo de resultados que se pueden obtener, las dependencias pueden reservarse múltiples datos por razones distintas, en este caso sólo es una lista de la infraestructura, nada relevante sobre su funcionamiento o su relación con la suficiencia o salubridad del agua que transporta. Para indagar a mayor profundidad sobre estos y otros asuntos relacionados con el sistema de abastecimiento de agua en Iztapalapa y la Ciudad de México fue necesario realizar diversas visitas de campo e intercambiar información con operadores y funcionarios relacionados con el tema. En efecto, durante el 2019 se visitaron 35 plantas potabilizadoras y diversas obras de distribución con

²² Sistema de Aguas de la Ciudad de México, Solicitud de Información 0324000031215, México, INFOMEXDF, mediante Oficio SACMEX/OIP/0324000031215/2015 de fecha 21 de abril de 2015.

influencia en el abastecimiento de agua de Iztapalapa, visitas realizadas a través de un proyecto conjunto del Instituto de Ingeniería de la UNAM y el SACMEX. En primera instancia se obtuvo información precisa sobre la ubicación y el estatus de la mayoría de las fuentes de agua que abastecen a la alcaldía, así como una evaluación preliminar de los procesos de potabilización a los que se somete este recurso. Posteriormente se realizó el análisis histórico de los 47 parámetros que utiliza el SACMEX para determinar la calidad del agua, la base de datos elaborada consideró 15 plantas potabilizadoras seleccionadas para el periodo 2010-2018. Finalmente se identificaron las principales fuentes y estructuras de distribución de agua potable en Iztapalapa, así como sus áreas de influencia y tipo de operación, todo esto a través de conversaciones e intercambio de información con algunos funcionarios responsables de esas áreas.

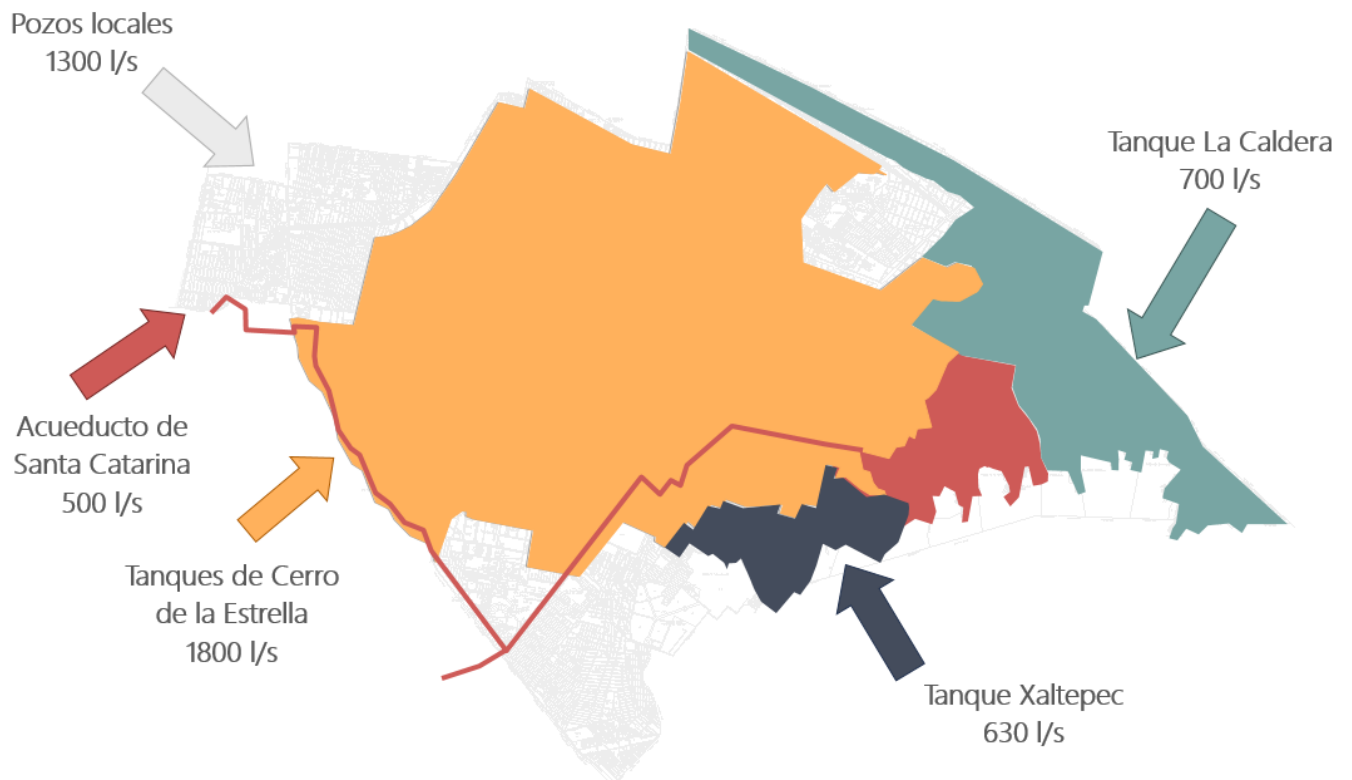
A partir del trabajo de campo realizado, el intercambio de información con funcionarios y las evaluaciones de los procesos y funcionamiento de las instalaciones se consiguió elaborar un panorama más amplio sobre las características del abastecimiento de agua en la alcaldía de Iztapalapa. En primera instancia se obtuvo un esquema claro sobre las fuentes de agua que abastecen a la alcaldía, la mayor parte de este gasto proviene de los 78 pozos locales existentes, la figura 6 muestra la ubicación de los mismos dentro de la alcaldía, así como la red secundaria de distribución, en color gris se destaca la red sustituida en años recientes (1117 km de 2109 km, más del 50% del total existente).

Figura 6 Ubicación de los 78 pozos locales de la alcaldía de Iztapalapa



Del total de agua abastecida, un volumen estimado de 4.93 m³/s (300 l/s más que lo que consideraba el PDDU en 2008), la mayor parte es suministrada por los pozos locales y aproximadamente una cuarta parte proviene de fuentes externas a la alcaldía. Esta agua se distribuye a través de un sistema sumamente complejo, tanto así que su funcionamiento no está bien delimitado por parte de las mismas autoridades que lo operan, pero se sabe que los tanques de almacenamiento más grandes ejercen una influencia importante, más no conmensurable, en grandes zonas de la alcaldía. En este sentido se destaca el sistema de Tanques de Cerro de la Estrella, conformado por 3 tanques de 50 000 m³ de capacidad cada uno, los cuales son alimentados por los pozos locales para posteriormente distribuir el agua por gravedad a una gran parte de la alcaldía. El Tanque La Caldera, de 50 000 m³ de capacidad, ubicado en el Estado de México recibe agua de parte del gobierno federal a través de la CONAGUA y abastece a la franja más oriental de esta demarcación. Las partes altas de esta alcaldía, alrededor de la Sierra de Santa Catarina, reciben agua tanto del Tanque Xaltepec, con 11 000 m³ de capacidad, como del Acueducto de Santa Catarina que también cuenta con sus propios tanques para posteriormente distribuir el agua por gravedad. El resto de la alcaldía se abastece a través de agua proveniente directamente o de los pozos o de alguna de las plantas potabilizadoras locales, la figura 7 esquematiza este complicado arreglo.

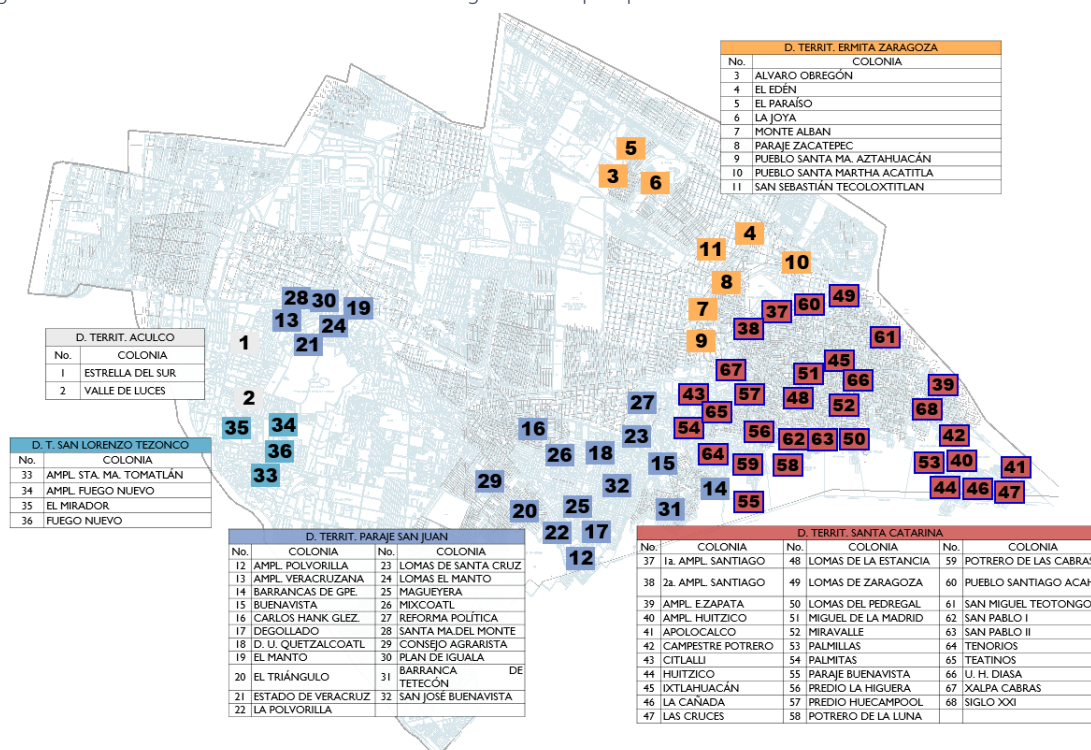
Figura 7 Áreas de influencia de las estructuras de distribución en la alcaldía de Iztapalapa



Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos de Iztapalapa.

Tratar de entender este arreglo en la distribución del agua es sumamente importante y complejo pues la mayor parte de las características que enuncia el derecho humano al agua, así como su posible evaluación, se ven comprometidas por el mismo, la falta de certeza sobre el origen y el destino del agua complica la evaluación de cualquiera de estos aspectos. De acuerdo con personal de la Dirección General de Servicios Urbanos de Iztapalapa debido a la falta de sectorización e instrumentación de la infraestructura no es posible conocer a ciencia cierta en qué medida que pozo o planta contribuye al llenado de qué tanque. En este mismo sentido los funcionarios saben que todo aquel pozo o planta que no esté directamente conectado a un tanque específico termina distribuyendo el agua que produce directamente a la red secundaria del sistema, la mayoría de las veces en beneficio de las colonias aledañas a dicho pozo o planta, pero sin certeza de los alcances de su contribución. Esta operación se realiza sin una programación verdadera, principalmente basándose en la experiencia, condicionada por el funcionamiento de la infraestructura y la disponibilidad del recurso, lo que compromete la continuidad y calidad del agua, y en consecuencia su aceptabilidad y accesibilidad. Prueba de esto es el hecho de que en 2015 existían 68 colonias en esta demarcación que accedían al agua de manera intermitente (tandeo) en algunas ocasiones tan sólo por algunas horas a la semana, véase la figura 8 (para 2019 este número disminuyó a 55 colonias).

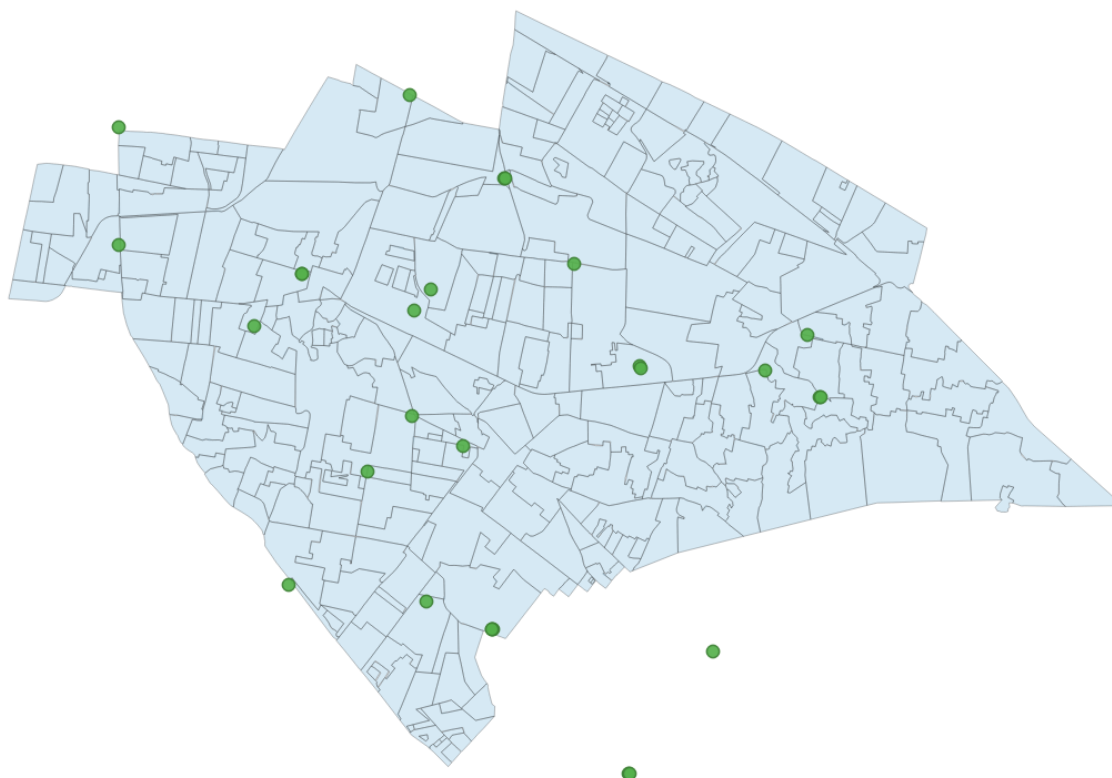
Figura 8 Colonias con abasto intermitente de agua en Iztapalapa en 2015



Fuente: Dirección General de Servicios Urbanos de Iztapalapa.

Otra de las características que definen a la problemática del agua en Iztapalapa es la mala calidad del líquido disponible (Eakin *et al.*, 2016; Soto Montes de Oca, 2008), el agua subterránea local presenta características que hacen necesario un proceso de tratamiento previo a su distribución (Domínguez Mariani *et al.*, 2015; Montiel Palma *et al.*, 2014; SACMEX, 2009). Debido a las características de esta zona de las 58 plantas potabilizadoras que existen en la Ciudad de México 29 están situadas en Iztapalapa (SACMEX, 2018), aunque varias más contribuyen a su abastecimiento aun estando fuera de sus límites, la figura 9 muestra la distribución de algunas de estas plantas potabilizadoras.

Figura 9 Distribución de las potabilizadoras con mayor influencia en el abastecimiento de agua en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con base en geoposicionamiento realizado en campo.

A partir de las visitas de campo realizadas se pudo constatar que de las 35 plantas visitadas solamente 2 de ellas registraban un funcionamiento óptimo, el resto tenía problemas que impedían asegurar la calidad del agua que distribuían²³. Otro aspecto destacado es que la mayoría de las plantas operan por debajo de su capacidad instalada, en algunos casos por

²³ En múltiples casos estas instalaciones eran consideradas operativas a pesar de omitir varios de sus procesos instalados, en la práctica esto se conoce como realizar un *bypass* en la planta, lo que permite omitir una o varias etapas del tratamiento que en el diseño se consideraron necesarias para el cumplimiento de la normatividad oficial comprometiendo así la efectividad del tratamiento.

falta de agua y en otros debido a que la instalación es incapaz de operar correctamente con el caudal proyectado originalmente. Muchos de los operadores encargados destacan que las instalaciones tienen problemas de diseño que aunados a la falta de insumos y/o mantenimiento complican su funcionamiento continuo y eficiente²⁴. Quizás el hecho más preocupante es que la gran mayoría de estas instalaciones no estén instrumentadas, por lo que se desconocen los parámetros de calidad del agua a la entrada, la eficiencia de los procesos instalados y la calidad del agua que se distribuye, por lo que se opera sin ninguna garantía de los resultados.

A pesar de que los operadores desconocen la calidad del agua que están tratando, ésta sí es monitoreada por un área específica del SACMEX, sin embargo, estos datos son reservados y su uso se limita a la formulación y emisión de recomendaciones y modificaciones en los procesos de tratamiento, no para informar a los usuarios. Aunque en principio los diseños de las plantas deberían cumplir con el objetivo de potabilizar el agua que tratan, sin un monitoreo constante de estos parámetros no es posible conocer la eficiencia de estas instalaciones y por ende no se puede asegurar la salubridad del agua. A pesar de la discrecionalidad en el manejo de estos datos fue posible acceder a los registros de 15 de las 35 instalaciones visitadas, estos datos fueron analizados para tratar de construir un análisis histórico sobre la calidad del agua, sin embargo, esto fue posible sólo en parte debido a las siguientes razones:

- No existía uniformidad en los años reportados ni en el número de reportes por año, no existe ningún año en el que todas las plantas estén reportadas o contengan un mismo número de reportes.
- Los datos se presentan de una manera que complican su análisis, se listan los 47 parámetros monitoreados por el SACMEX, así como el límite máximo permitido por la normatividad mexicana, lo que complica la evaluación de los mismos.
- Los puntos de muestreo reportados no eran consistentes en el tiempo para una misma instalación, aún dentro del mismo año, aunque prácticamente todos los casos cumplen con reportar el influente y el efluente, sin puntos intermedios es imposible conocer con certeza la eficiencia de los procesos instalados.
- El punto más importante es que no existía certeza sobre el monitoreo de todos y cada uno de los 47 parámetros listados, en la mayoría de las ocasiones los reportes sólo

²⁴ De acuerdo con lo narrado en múltiples ocasiones por el personal de distintas instalaciones los contratos de diseño, construcción, reparación y abastecimiento de insumos son opacos y simplemente deficientes, además de que están concentrados en solamente 3 empresas. Aunado a esto los operadores y encargados de las instalaciones desconocen el motivo de las modificaciones que se realizan a los procesos instalados, cuando se realizan, así como los tiempos de entrega, los alcances de los contratos y la garantía de las obras que se ejecutan.

contenían datos para menos de la mitad del total de parámetros y en algunos para menos de una decena de los mismos.

El Anexo VII muestra la lista de los parámetros de la calidad del agua que el SACMEX monitorea, así como una matriz sobre la frecuencia de los reportes que existen para las 15 instalaciones estudiadas de 2010 a 2018. Debido a estos problemas los análisis que se pueden realizar son limitados, sin embargo, se optó por realizar el estudio de ciertos parámetros considerados de importancia dada la problemática del agua en la zona, (turbiedad, color, nitrógeno amoniacal, hierro total, manganeso total, coliformes totales y solidos disueltos totales) para el año más consistente (2016) y los puntos críticos de las instalaciones (influyente, oxidación, filtración y efluente). Para el 2016 sólo hay datos para 12 de las 15 plantas, las figuras 10 a la 16 muestran los resultados de este acotado análisis.

Figura 10 Turbiedad promedio para el año 2016

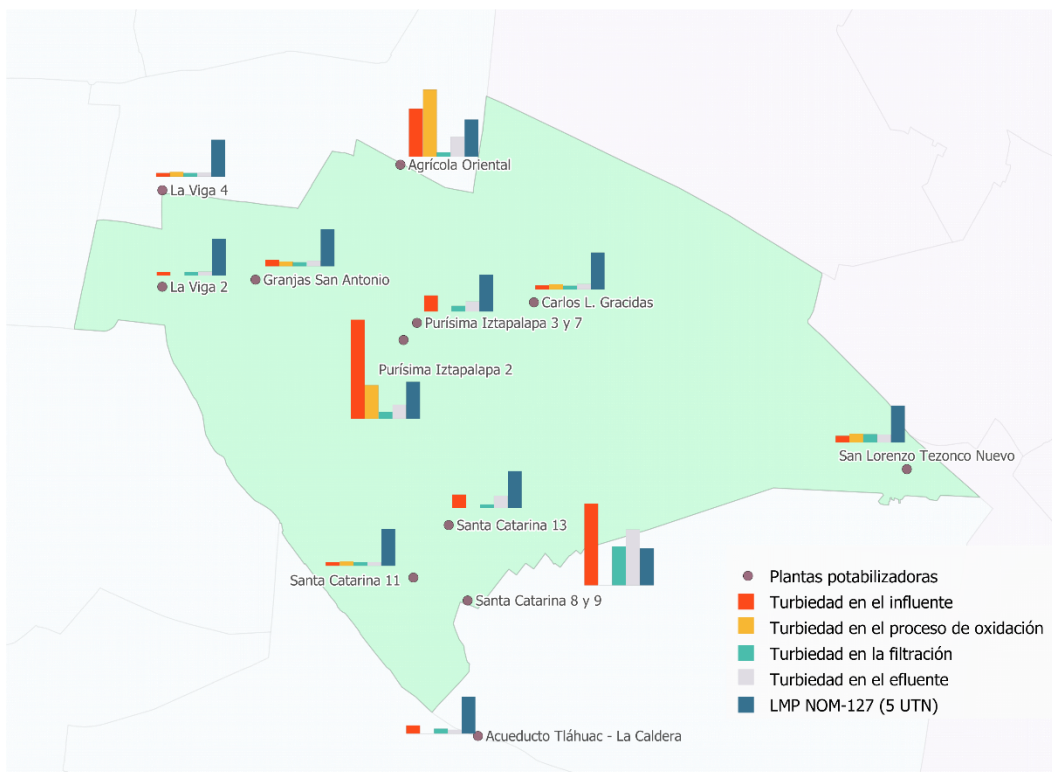


Figura 11 Color promedio para el año 2016

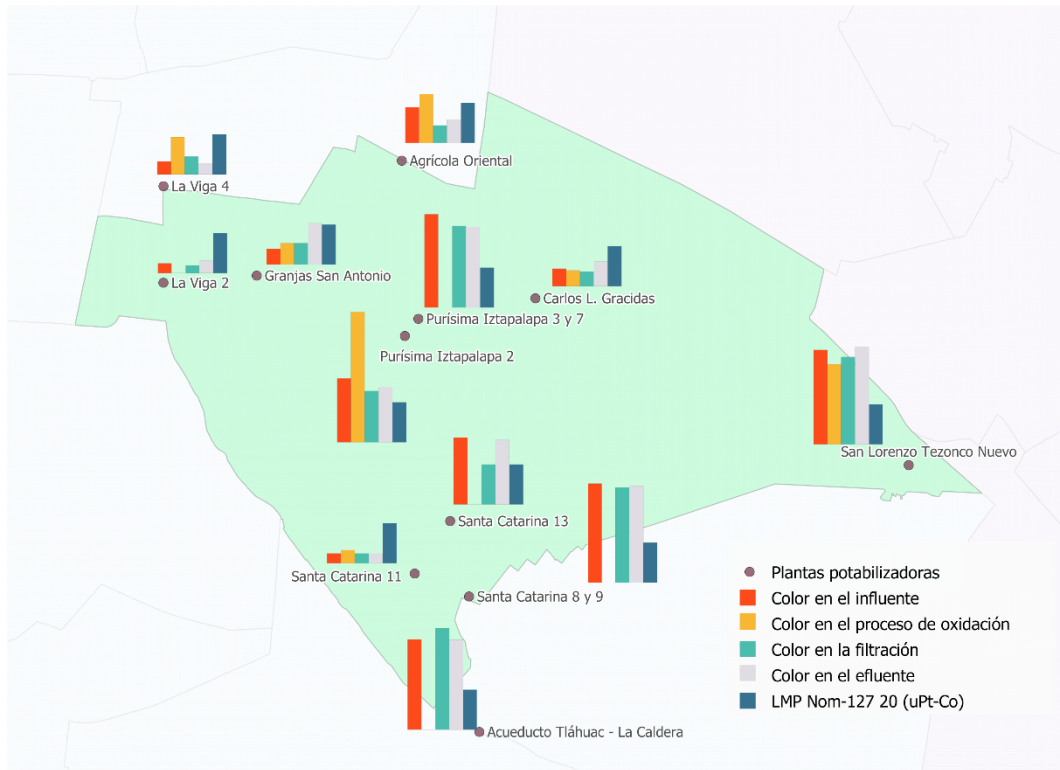


Figura 12 Nitrógeno amoniacal promedio para el año 2016

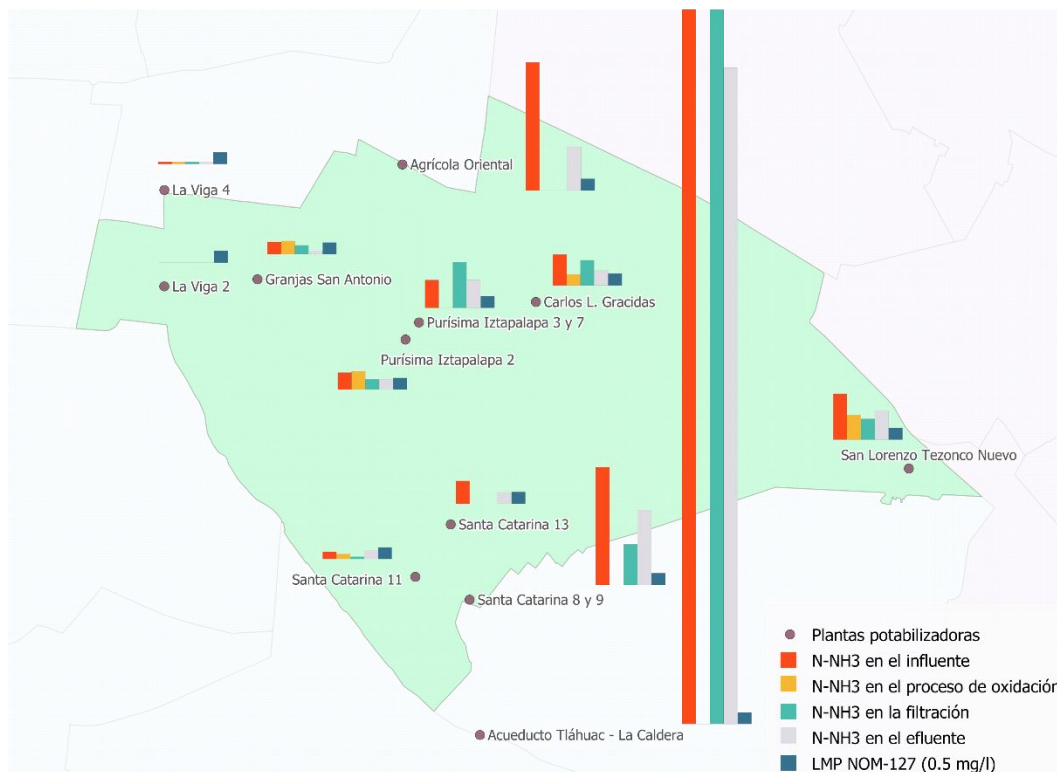


Figura 13 Hierro promedio para el año 2016

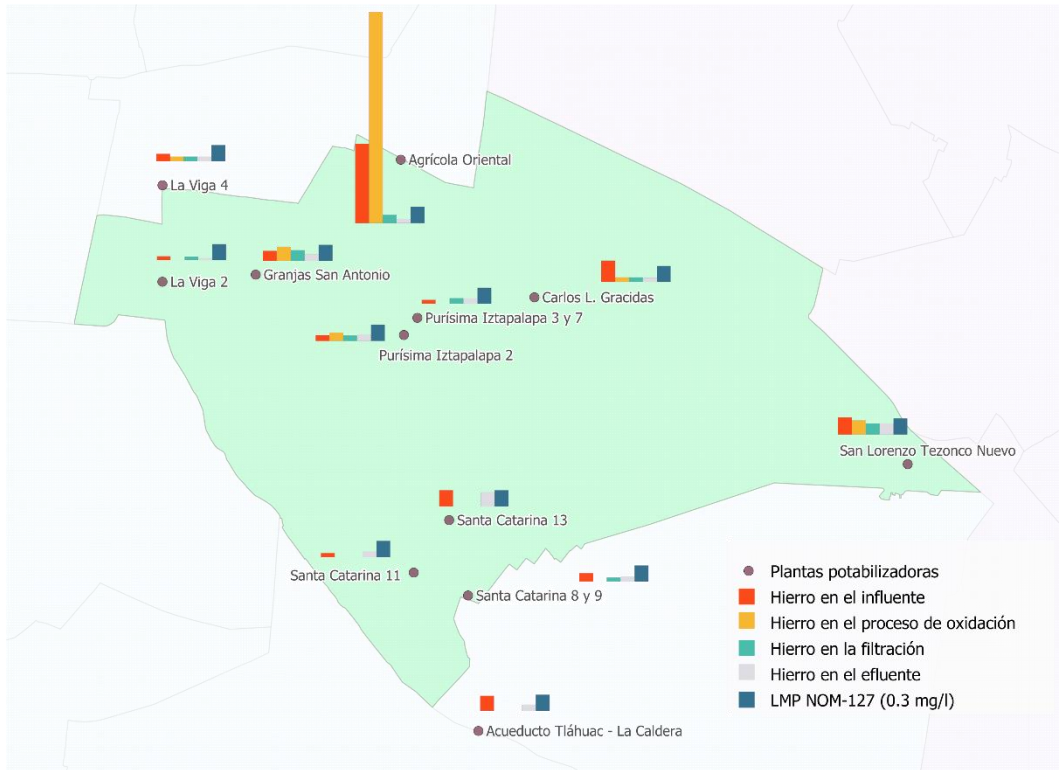


Figura 14 Manganeso promedio para el año 2016

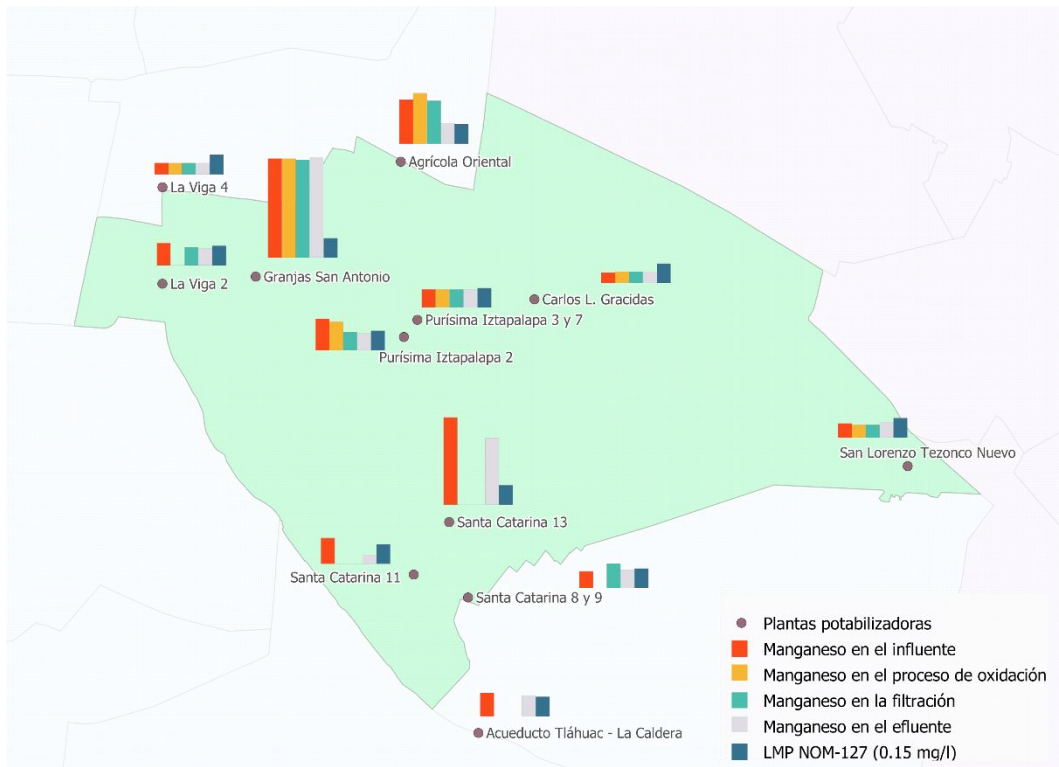


Figura 15 Coliformes totales promedio para el año 2016

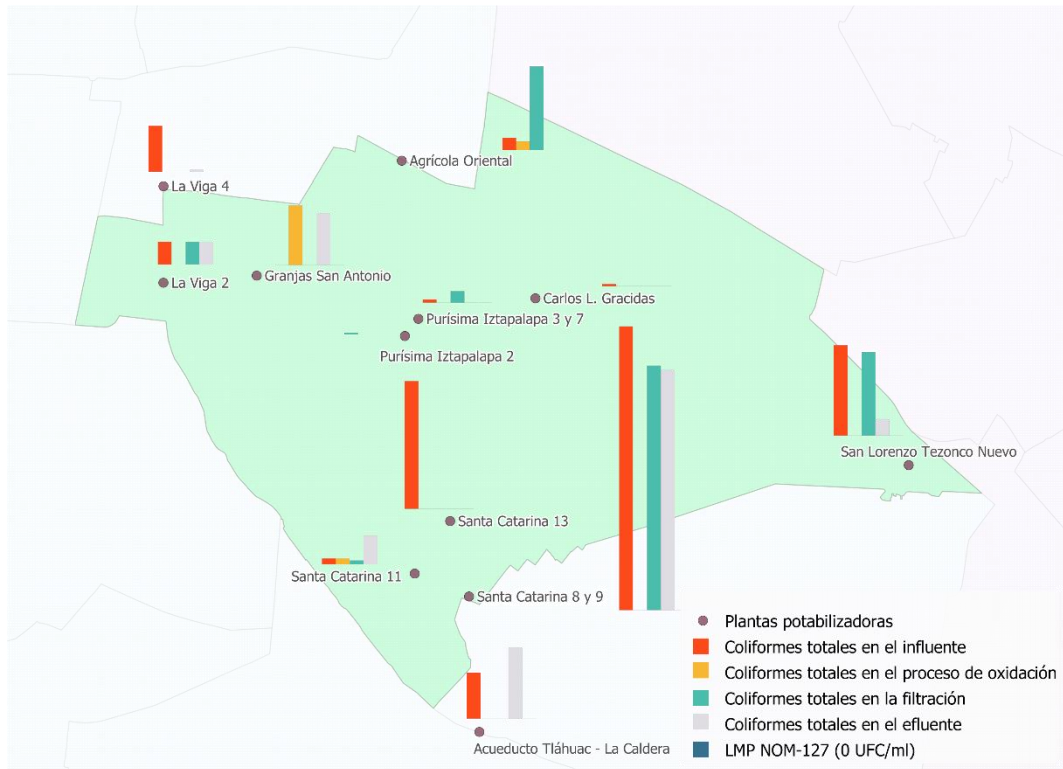
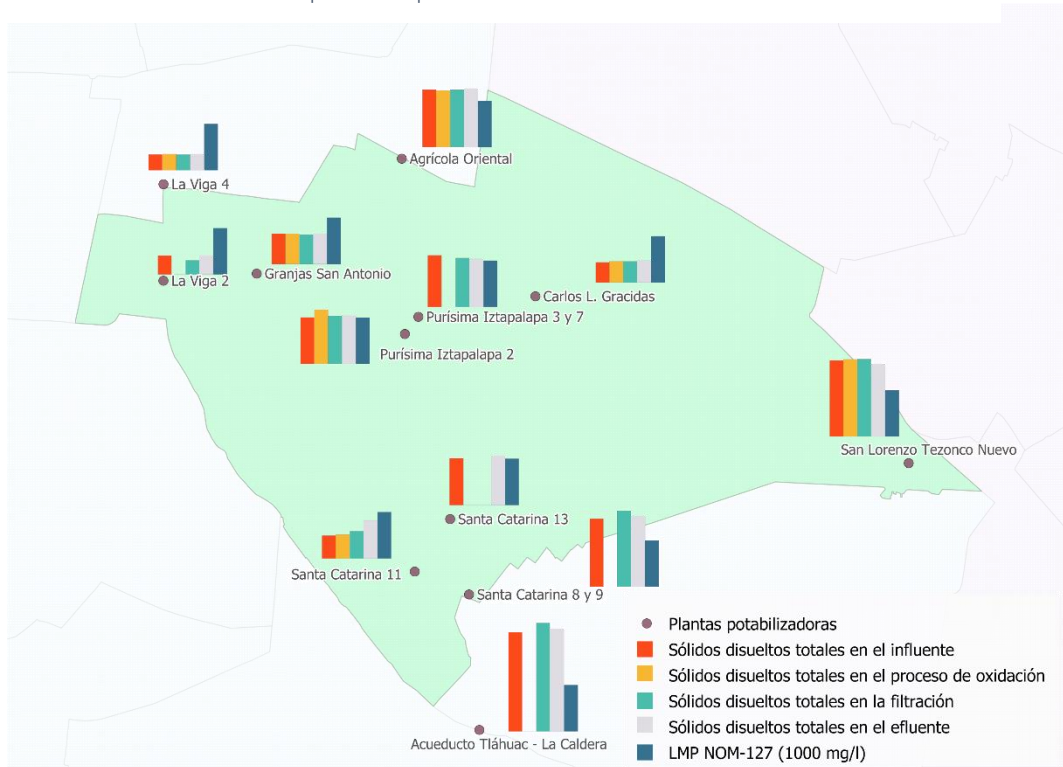


Figura 16 Sólidos disueltos totales promedio para el año 2016



La figura 10 muestra los resultados para la turbiedad promedio en 2016, ésta se debe a la presencia de sólidos coloidales en el líquido lo que le da una apariencia nebulosa que es poco atractiva y puede ser dañina, resalta el hecho de que todas menos una planta cumple con el límite establecido por la norma. La figura 11 muestra los resultados para el color, la norma mide el color debido al material en solución no debido a la materia suspendida, es notable que la mitad de las plantas sobrepasan este límite para el año analizado. La figura 12 muestra los resultados para promedio de la concentración del nitrógeno amoniacal, el cual se forma por la degradación de los aminoácidos y su presencia en el agua implica contaminación con excretas y por lo tanto representa un peligro para la salud. Destaca el hecho de que la mitad de las plantas no cumplen la regulación y que la planta Acueducto Tláhuac – La Caldera se reporta una concentración en el efluente que es 55 veces superior al límite establecido (27.62 mg/l contra 0.5 mg/l). La figura 13 muestra los resultados para el hierro, su presencia en disolución en el agua agrega olor, color y sabor a la misma, la exposición crónica puede causar el acumulación del mismo en los órganos resultando en hemocromatosis, a pesar de ser uno de los problemas distintivos del agua subterránea local todas las plantas cumplen con el límite establecido por la norma.

La figura 14 muestra los resultados para el manganeso, este metal agrega olor, color y sabor al agua, en altas concentraciones ocasiona cambios en la concentración de las personas y puede provocar movimientos involuntarios (WHO, 2011). Al igual que el hierro su presencia está sumamente reportada en el agua subterránea, sin embargo, sólo 3 instalaciones sobrepasan el límite. La figura 15 reporta el promedio de coliformes en el agua, este grupo de bacterias son consideradas un como un organismo indicador de contaminación fecal y por tanto de contaminación con organismos patógenos. La norma establece que no deben de existir presencia de este indicador en el agua potable, sin embargo, 7 de las 12 plantas tienen presencia en el efluente, lo cual es sumamente preocupante. La última figura reporta la concentración de sólidos disueltos totales, estos son residuos filtrables debido a la presencia de sales en el agua, 7 de las 12 potabilizadoras analizadas sobrepasan el límite establecido por la normatividad.

Como se pudo observar en este análisis el abastecimiento de agua en Iztapalapa es un tema complejo con múltiples aristas para ser analizadas, la más reiterada es la escasez y mala calidad natural de las fuentes, la cual es atendida a través de importación de agua y la presencia de múltiples instalaciones de potabilización. A pesar de estas intervenciones la situación no parece reportar mejorías significativas en ninguno de esos aspectos, al mismo tiempo que la magnitud del problema se ve disminuida debido al uso de un indicador que no refleja la realidad de muchos habitantes de esta alcaldía. El uso continuo e incuestionado de este indicador ha llevado a que se normalice la carencia de agua para cierto sector de la población, estigmatizándolos y negándoles oportunidades de desarrollo. Esta situación tiene mucho que ver con las decisiones públicas que al definir prioridades y jerarquías han hecho que el sistema de abastecimiento de Iztapalapa hoy se caracterice por prácticas ineficaces como el tandeo, las pérdidas de agua y la mala calidad de la misma a pesar de su tratamiento.

III. Metodología

Para buscar cumplir con el objetivo planteado es necesario evaluar en qué medida los habitantes de Iztapalapa disponen de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico, por ello se propone analizar cada uno de estos aspectos de la problemática individualmente. Por razones de practicidad se ha decidido hacer todos estos análisis siguiendo el orden en el que se enuncian estas características en el derecho humano al agua, iniciando con la suficiencia y terminando con la asequibilidad, y respetando el significado de cada uno de estos conceptos y las implicaciones de los mismos. Dado que en algunos casos la información no existe o no es suficiente para evaluar ciertos aspectos para toda la alcaldía, se tratará de delimitar el análisis a zonas donde esto sea posible, exista o no traslape entre éstas para distintas características.

III. A. Recolección de datos

La información necesaria para la evaluación de las características del derecho humano al agua se reduce al conocimiento de los siguientes elementos: dotaciones promedio de agua (suficiencia), calidad del agua distribuida (salubridad), usos que los consumidores le dan al agua (aceptabilidad), existencia y tipos de infraestructura de abastecimiento disponibles (accesibilidad) y el ingreso familiar promedio y los costos del agua (asequibilidad).

La información requerida para analizar estas características se obtendrá de fuentes oficiales, la mayor parte de ella disponible en informes publicados por dependencias de gobierno y en bases de datos de libre acceso disponibles en sitios oficiales, se utilizarán las versiones más

recientes disponibles. También se utilizará en todo momento la información recopilada sobre la infraestructura de abastecimiento a través del trabajo de campo realizado, esto ayudará a determinar la factibilidad y/o alcance de ciertos análisis al delimitar las zonas de estudio que cuenten con la información necesaria para evaluar los criterios de suficiencia, salubridad, aceptabilidad, accesibilidad y asequibilidad.

Las fuentes principales de información utilizadas para la realización de este trabajo fueron:

- **La base de datos sobre Información bimestral por el concepto de suministro de agua a nivel manzana**
Esta fuente de información considera la facturación por servicio de consumo medido y promedio, su versión más reciente contiene la información de los primeros seis meses del 2019 y tiene datos para toda la Ciudad de México, por lo que la suficiencia es susceptible a ser evaluada en toda la alcaldía para este periodo de tiempo.
- **Encuesta Intercensal 2015, INEGI**
Esta base contiene los datos sobre los distintos tipos de infraestructura de abastecimiento de los que disponen los habitantes de Iztapalapa, distinguiendo entre la disponibilidad dentro y fuera de la vivienda y los distintos tipos de acarreo que existen. La encuesta intercensal tiene como máximo nivel de desagregación a los municipios por lo que la accesibilidad física sólo es susceptible de ser evaluada al nivel de la alcaldía.
- **La Resolución de las zonas que reciben el servicio por tandeo del gobierno de la Ciudad de México, 2019**
Esta resolución contiene la relación de colonias en la ciudad que acceden al agua de manera intermitente, esta información es de utilidad pues permitirá hacer acotaciones a la suficiencia y accesibilidad del recurso en la alcaldía, pues como lo indica la teoría no basta con la existencia de infraestructura para acceder al agua, ni con un servicio intermitente para considerarse que el agua a la que se accede sea suficiente.
- **Artículo 172 del Código Fiscal de la Ciudad de México**
Este artículo contiene los tabuladores vigentes sobre las tarifas de agua en la ciudad, de esta manera y junto con los datos de consumo de agua e ingresos promedio es posible evaluar la asequibilidad del recurso.
- **Reportes de calidad del agua**
Estos reportes serán procesados a través de la aplicación de un índice de calidad del agua, dado que el sistema de distribución no delimita la zona de influencia de las fuentes de abastecimiento este procedimiento sólo se puede evaluar a las plantas mismas y a determinadas zonas de estudio donde la distribución se conoce hasta cierto punto.

III. B. Determinación de la suficiencia de agua

Este análisis se realizará a partir de la comparación de los datos de la base de suministro de agua a nivel manzana para los bimestres 1, 2 y 3 del 2019 con la recomendación sobre la cantidad de agua doméstica emitida por la OMS, véase el Anexo II. La obtención de una dotación promedio por habitantes en la alcaldía requiere de ajustar los datos de consumo doméstico de cada uno de los bimestres para obtener así un consumo promedio por domicilio para después estimar la dotación por habitante de la siguiente manera:

$$\text{Dotación diaria Bimestre}_i = (CPD_{Bi}) \cdot \left(1/HabViv\right) \quad (1)$$

Donde:

CPD_{Bi}: Es el consumo doméstico promedio por vivienda a nivel manzana para el bimestre *i*

HabViv: Es el número de habitantes promedio por vivienda para la alcaldía de Iztapalapa

La naturaleza de los datos disponible permite realizar este análisis para toda la alcaldía, sin embargo, se resaltarán aquellas colonias que se encuentran en la lista de zonas con suministro intermitente, pues de acuerdo con la teoría del derecho humano al agua la falta de continuidad es un obstáculo importante para considerar garantizada la suficiencia del líquido. Dado el volumen masivo de datos existentes este análisis se realizará de forma espacial y los resultados serán expresados a través de mapas que asignarán a las manzanas con información disponible una categoría específica de acuerdo con la cantidad de agua recibida en cada periodo de análisis. Las categorías propuestas para los mapas resultantes están basadas en las dotaciones de agua señaladas por la OMS para los posibles niveles de servicio (Howard & Bartram, 2003), para más información véase el Anexo II, por lo que la categorización propuestas para los mapas resultantes es la siguiente:

- **Sin acceso**
Toda cantidad menor o igual a 5 litros por habitante al día.
- **Acceso básico**
Toda cantidad mayor a 5 y menor o igual a 20 litros por habitante al día.
- **Acceso intermedio**
Toda cantidad mayor a 20 y menor a 100 litros por habitante al día.
- **Acceso óptimo**
Toda cantidad mayor o igual a 100 litros por habitante al día.

III. C. Determinación de la salubridad del agua

Este proceso se realizará a través de la adaptación y aplicación del índice de Stoner para agua potable (Stoner, 1978), este índice está especialmente diseñado para calificar la conveniencia o aptitud de una fuente específica de agua para uso y consumo humano. El índice de Stoner se apega al formato de los índices de tipo convencional, véase el Anexo VI, por lo que sigue los pasos básicos de formulación de un índice:

- 1) Selección de parámetros,
- 2) Transformación de los parámetros de diferentes unidades y dimensiones a una escala común,
- 3) Asignación de pesos a todos los parámetros y
- 4) Agregación de subíndices para producir una puntuación de índice final.

Los parámetros incluidos en este índice de calidad de agua potable (ICAP) se seleccionaron originalmente en función de su peligro para la salud humana, efectos estéticos significativos, efectos económicos significativos y/o capacidad de hacer que el agua sea indeseable para la mayoría de los consumidores. La selección de parámetros para este análisis respetará en medida de lo posible la propuesta original del autor, sin embargo, está limitado a los 47 parámetros monitoreados por el SACMEX y las condiciones de la zona de estudio.

Este índice se distingue por agrupar los parámetros elegidos en dos grupos, Tipo I y Tipo II, las propiedades de Tipo I son aquellas que generalmente se consideran peligrosas en concentraciones bajas ($\mu\text{g/l}$ o menor), en la versión original del índice estas variables son en su mayoría metales y plaguicidas. En este caso se utilizarán algunos de los metales monitoreados por el SACMEX, ya que no se monitorean plaguicidas, y a las bacterias coliformes totales debido a que son un indicador específico de contaminación usado ampliamente, la tabla 6 muestra la lista de parámetros y el valor límite que se tomará en cuenta.

Tabla 6 Parámetros Tipo I para el ICAP

PARÁMETROS TIPO I	UNIDADES	VALOR LÍMITE*
Aluminio	(mg/l)	0.20
Arsénico	(mg/l)	0.025
Bario	(mg/l)	0.70
Cadmio	(mg/l)	0.005
Cromo Total	(mg/l)	0.05
Plomo	(mg/l)	0.01
Selenio	(mg/l)	0.04
Coliformes totales	(col/100 ml)	0.00

* Límite Máximo Permisible (LMP) establecido en la NOM-127-SSA1-1994

El esquema de cálculo adoptado para las propiedades de Tipo I en este índice es esencialmente un filtro de *ir o no ir*, el cual supone que, si la concentración es menor o igual que la concentración límite, no habrá ningún efecto sobre el ICAP, mientras que, si la concentración es mayor que el límite, habrá un impacto significativo. El ICAP asigna un valor "ideal" de 100 puntos para el agua de uso y consumo humano óptima, sin embargo, cualquier valor positivo del mismo representa un agua apta para este uso, por lo que el efecto de una propiedad de Tipo I que excede la concentración límite en el ICAP debería ser tal que el mismo no pueda ser mayor que cero. Si más de una propiedad Tipo I excede, entonces el agua se volverá cada vez más inadecuada para su uso; por lo tanto, los efectos individuales se hacen aditivos. Las propiedades de Tipo I tienen asignados los siguientes valores: un cero si la concentración es menor o igual que la concentración límite y -100 si se excede la concentración límite recomendada. Por lo tanto, si el valor de al menos una propiedad Tipo I excede la concentración límite, el valor del ICAP nunca puede ser mayor que cero. La siguiente ecuación describe el efecto en el ICAP de las propiedades Tipo I:

$$\sum_{j=1}^n T_j \quad (2)$$

Donde:

T_j : El valor de la j esima propiedad Tipo I, donde T sólo puede ser igual a cero o -100

Las propiedades de Tipo II son aquellas que afectan las condiciones estéticas como el color, el sabor y el olor, o aquellas que podrían hacer que el agua no sea apta para el uso, o producir efectos nocivos para la salud cuando sus concentraciones se vuelven significativamente altas. A las propiedades de Tipo II se les asignan funciones matemáticas simples, llamadas funciones de calidad (FC) para describir sus efectos sobre el uso del agua. Para cumplir con los criterios establecidos, las FC que componen el ICAP, al igual que el propio ICAP asignan a un agua "ideal" el valor arbitrario de 100. Debido al método de cálculo, las condiciones de frontera para las propiedades individuales se aplicaron a las respectivas FC. Las FC y el ICAP para un agua en los límites de concentración recomendados se establecieron arbitrariamente en cero. De esta manera, cuando las FC o el ICAP (que es la suma de los efectos individuales), están en algún lugar en el intervalo de 0 a 100, se puede juzgar que el agua es apta para su uso específico. El índice original contempla 13 propiedades específicas Tipo II, en este caso se respeta ese número y se adaptan a la disponibilidad de los parámetros monitoreados por el SACMEX, véase la tabla 7.

Tabla 7 Parámetros Tipo II para el ICAP

PARÁMETROS TIPO II	UNIDADES	VALOR LÍMITE*	VALOR IDEAL
Nitrógeno amoniacal	(mg/l)	0.50	0
Cloruros	(mg/l)	250.00	0
Color	(U Pt/Co)	20.00	0
Cobre	(mg/l)	2.00	0
Sodio	(mg/l)	200.00	0
Fluoruros	(mg/l)	1.50	0
Hierro	(mg/l)	0.30	0
SAAM	(mg/l)	0.50	0
Nitrógeno de Nitritos	(mg/l)	1.00	0
pH	(U pH)	6.50 - 8.50	7
Manganeso	(mg/l)	0.15	0
Sulfatos	(mg/l)	400.00	0
Zinc	(mg/l)	5.00	0

* Límite Máximo Permissible (LMP) establecido en la NOM-127-SSA1-1994

Antes de que se puedan ajustar las FC, es necesario clasificar, en términos de su importancia relativa a las propiedades de Tipo II seleccionadas. El factor de ajuste de las FC es el factor de clasificación relativa (CR). La condición límite de los factores de clasificación es que su suma debe ser igual a uno. Es decir:

$$\sum_{i=1}^n (CR)_i = 1.00 \quad (3)$$

Donde:

$(CR)_i$: Es el factor de ajuste de la *i*ésima propiedad Tipo II

Luego de la elección de los parámetros se determina una función simple que relaciona los valores de concentración con la FC. El factor CR multiplicado por la FC respectiva es la contribución las propiedades Tipo II al ICAP.

$$\sum_{i=1}^n (FC)_i (CR)_i \quad (4)$$

Cuando una propiedad de Tipo II excede su límite recomendado lo suficiente como para que el agua no sea apta para su uso previsto, es decir, el valor de la FC respectiva multiplicada por CR es -100 o un número negativo mayor, el ICAP entero tiene un número negativo y el agua simplemente se considera no apta.

El ICAP es entonces la suma de los efectos de las propiedades Tipo I y Tipo II, como se muestra a continuación:

$$ICAP = \sum_{i=1}^n (FC)_i (CR)_i + \sum_{j=1}^z (T)_j \quad (5)$$

Donde:

n : Es el número de propiedades Tipo II

z : Es el número de propiedades Tipo I

$(FC)_i$: Es la función de calidad iesima propiedad Tipo II

$(CR)_i$: Es el factor de ajuste de la iesima propiedad Tipo II

$(T)_j$: El valor de la j esima propiedad Tipo I

A continuación se listan las razones de elección de las propiedades Tipo II y sus respectivas funciones de calidad, FC:

Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno amoniacal se seleccionó porque es un indicador de contaminación (peligro para la salud) y por su efecto sobre la eficiencia de la cloración (una razón económica). El límite recomendado para el amoníaco es 0.5 mg/l y se supone que la concentración ideal es 0.0 mg/l. Las concentraciones de amoníaco se expresan en términos de miligramos por litro de amoníaco como nitrógeno (N-NH₃). La ecuación lineal determinada para el amoníaco que se basa en los límites recomendados es:

$$FC (N - NH_3) = 100 - 200(mg/l N - NH_3) \quad (6)$$

Cloruros

El cloruro se seleccionó por su efecto sobre el sabor y porque acelera la corrosión de los sistemas de distribución. Además, las altas concentraciones de cloruro pueden hacer que el agua no sea apta para el consumo humano. El límite recomendado es de 250 mg/l y la concentración ideal se considera 0.0 mg/l. En general, la utilidad de un agua para el suministro público disminuye a medida que aumenta la concentración de cloruro. Se desconoce la velocidad a la que disminuye esta característica; por lo tanto, se eligió la forma lineal porque es la expresión más simple que expresaría esta relación. La ecuación determinada para el cloruro es:

$$FC (Cl -) = 100 - 0.4(mg/l Cl-) \quad (7)$$

Color

Se seleccionó el color porque su aumento puede hacer que las aguas sean estéticamente indeseables, además, un mayor grado de color reduce la eficiencia de ciertos productos utilizados en los procesos de potabilización. El límite recomendado para el color es de 20 U Pt-Co (unidades de platino-cobalto), y el ideal asumido es 0 U Pt-Co. La aceptación estética del color en el agua potable es muy difícil de cuantificar. Originalmente Stoner creyó que la

indeseabilidad de un agua debido al color aumenta a un ritmo más rápido que el expresado por una ecuación lineal; por lo tanto, utilizó ecuación de segundo grado. La ecuación para el color determinada a partir de su suposición y los ajustes realizados al límite vigente hoy en día es:

$$FC (Color) = 100 - 0.25(U PtCo color)^2 \quad (8)$$

Cobre

Se seleccionó el cobre porque afecta el sabor, puede acelerar la corrosión y en grandes dosis puede causar vómitos y/o daño hepático. El límite de concentración recomendado de cobre para el suministro público de agua es 2 mg/l. El cobre es esencial para la salud humana, y si la única fuente de este elemento fuera el agua potable, la concentración ideal no sería 0.0 mg/l; sin embargo, el cobre se consume normalmente en cantidades adecuadas en los alimentos; por lo tanto, para simplificar el cálculo, se considera que la concentración ideal es 0.0 mg/l. Se eligió una ecuación de segundo grado para el cobre porque refleja la rápida degradación del agua potable debido al sabor por concentraciones de cobre superiores a al límite. La FC desarrollada para el cobre es:

$$FC (Cu) = 100 - 25(mg/l Cu)^2 \quad (9)$$

Sodio

El sodio se eligió sobre todo por su efecto sobre el sabor, su influencia en la corrosión de los sistemas de distribución y el hecho de en altas concentraciones es dañino, principalmente en individuos que sufren trastornos cardíacos, renales y circulatorios, así como presión sanguínea alta. El límite recomendado para la concentración de sodio disuelto en agua es de 200 mg/l, por lo tanto la ecuación determinada para este parámetro es:

$$FC (Na) = 100 - 0.5(mg/l Na) \quad (10)$$

Fluoruros

A medida que aumenta la concentración de fluoruro, aumentan los efectos fisiológicos. Concentraciones más bajas causan moteado y/o astillado dental y defectos esqueléticos; concentraciones extremadamente altas causan distintas enfermedades e incluso pueden provocar la muerte. La concentración máxima recomendada de fluoruro en el agua potable es 1.5 mg/l, sin embargo, una cierta cantidad de flúor en el agua ayuda a prevenir las caries dentales; por lo que Stoner estableció la concentración ideal en una décima parte de la concentración máxima recomendada en lugar de cero, es decir 0.15 mg/l. Debido a que el valor ideal de no es cero, se usa una ecuación parabólica para reflejar la relación bilateral de las concentraciones de fluoruro. La ecuación determinada para el fluoruro es:

$$FC (F) = 99.85 - 44.37(mg/l F)^2 \quad (11)$$

Hierro

El hierro afecta el gusto, mancha la ropa y los accesorios de plomería, y forma depósitos en los sistemas de distribución, estas razones son principalmente estéticas y económicas. El límite recomendado para el hierro es 0.3 mg/l, y se supone que la concentración ideal es 0.0 mg/l. Se eligió la forma lineal porque era la ecuación más simple que describiría la utilidad que disminuye a medida que aumenta la concentración. La ecuación determinada para el hierro es:

$$FC (Fe) = 100 - 333.33(mg/l Fe) \quad (12)$$

SAAM

Se eligieron las SAAM (sustancias activas de azul de metileno) debido a su tendencia a producir efectos estéticos indeseables, a producir dispersión de sustancias insolubles o sorbidas, a formar espuma, a interferir con la eliminación de sustancias por los procesos de coagulación, sedimentación y/o filtración. El límite recomendado para las SAAM es 0.5 mg/l, y la concentración ideal es 0.0 mg/l. La forma lineal se seleccionó por la misma razón que se seleccionó para el hierro. La ecuación determinada para las SAAM es

$$FC (Fe) = 100 - 200(mg/l SAAM) \quad (13)$$

Nitritos

Se seleccionó el nitrito (NO₂) debido a su toxicidad, particularmente porque causa metahemoglobinemia en los lactantes. El límite recomendado para nitritos es 1.0 mg/l expresado como N (nitrógeno), y se supone que la concentración ideal es 0.0 mg/l. Se eligió la forma parabólica porque permite una disminución mucho más rápida de la FC que la forma lineal. La ecuación determinada para NO₂ es:

$$FC (NO_2) = 100 - 100(mg/l NO_2)^2 \quad (14)$$

pH

Se seleccionó el pH porque afecta los procesos de tratamiento de agua y puede contribuir a la corrosión de las líneas de distribución y los accesorios de plomería domésticos. Esta corrosión puede agregar componentes tales como hierro, cobre, plomo, zinc y cadmio al suministro de agua. Los límites recomendados para el pH son 6.5 y 8.5, y por simplicidad, el valor ideal se toma como 7.0. Se eligió la siguiente forma parabólica para representar las variaciones bilaterales del pH:

$$FC (pH) = -1125 + 350(ph) - 25(pH)^2 \quad (15)$$

Manganeso

La presencia de este metal en el agua agrega olor, color y sabor a la misma, en altas concentraciones ocasiona cambios en la capacidad de concentración de las personas y puede provocar movimientos involuntarios, al igual que el hierro afecta el gusto, mancha la

ropa y los accesorios de plomería, en ciertas condiciones forma depósitos en las tuberías y tanques de almacenamiento, razones estéticas y económicas. El límite recomendado para el manganeso es 0.15 mg/l, y se supone que la concentración ideal es 0.0 mg/l. Se eligió la forma lineal porque era la ecuación más simple que describiría la aptitud del agua para uso doméstico, que disminuye a medida que aumenta la concentración. La ecuación determinada para el manganeso es:

$$FC (Mn) = 100 - 666.66(mg/l Mn) \quad (16)$$

Sulfatos

La selección del sulfato (SO₄) se basó en su sabor y efectos laxantes. El límite recomendado para sulfato es 400 mg/l, y se supone que la concentración ideal es 0.0 mg/l. La forma lineal se seleccionó por la misma razón que se seleccionó para el hierro. La ecuación determinada para el sulfato es:

$$FC (SO_4) = 100 - 0.25(mg/l SO_4) \quad (17)$$

Zinc

El zinc se seleccionó debido a su efecto sobre el sabor a concentraciones más altas. El zinc es esencial en el metabolismo humano, y las actividades de la insulina y varias enzimas corporales dependen de él. El límite recomendado para la concentración máxima de zinc en los suministros públicos de agua es de 5.0 mg/l. Aunque el zinc es esencial, la concentración ideal se establece en 0.0 mg/l porque normalmente se consumen cantidades adecuadas en los alimentos. De acuerdo con Stoner las concentraciones bastante altas pueden tolerarse durante periodos prolongados sin daños, por lo que se decanta por la siguiente ecuación lineal para el zinc:

$$FC (Zn) = 100 - 20(mg/l Zn) \quad (18)$$

Originalmente Stoner consideró que los 13 componentes de la calidad del agua elegidos como propiedades de tipo II para el ICAP no tenían la misma importancia en su contribución al índice de calidad del agua. Por esta razón intentó clasificarlos de acuerdo con el siguiente orden de importancia: toxicidad, peligro para la salud, efecto estético y efecto económico. Por practicidad Stoner dividió las 13 propiedades en cinco grupos distintos, cada propiedad dentro de un grupo tiene el mismo peso que cualquier otra propiedad en ese mismo grupo. Los grupos fueron designados de la A a la E; siendo el grupo A fue el de mayor significancia. De esta manera se determinaron los siguientes factores de clasificación relativa CR para las correspondientes funciones de calidad.

Tabla 8 Factores de clasificación relativa para los parámetros tipo II

PARÁMETROS TIPO II	GRUPO	CR
Nitrógeno amoniacal	A	0.134
Cloruros	C	0.067
Color	E	0.045
Cobre	E	0.045
Sodio	A	0.134
Fluoruros	B	0.089
Hierro	E	0.045
SAAM	D	0.053
Nitrógeno de Nitritos	A	0.134
pH	B	0.089
Manganeso	D	0.053
Sulfatos	C	0.067
Zinc	D	0.045
	Σ	1.000

Dado que el sistema de distribución en la alcaldía no tiene manera de delimitar el área de influencia de las distintas fuentes de agua y debido a la variabilidad de la calidad de las mismas y el desconocimiento de las modalidades y proporciones en las que éstas se mezclan en la red de abastecimiento este análisis no puede aplicarse para toda la alcaldía. Debido a ello se optó por realizarlo para las para las 15 instalaciones seleccionadas previamente las cuales fueron estudiadas de 2010 a 2018, véase el apartado II.C y las figuras 10 a 18, utilizando el año 2016 por ser considerado el más consistente de todos los disponibles. Este mismo análisis será realizado en una zona de estudio donde se estime que se cumplen las siguientes condiciones:

- Que el abastecimiento sea de fuentes locales, pero no directamente de algún pozo, sino de alguna planta potabilizadora que se haya analizado previamente.
- Que se encuentre fuera del área de influencia de las principales estructuras de distribución de la alcaldía, para lo cual se toma de referencia la información levantada en campo y lo plasmado en la figura 7.
- Que se conozca hasta determinado punto la zona de influencia de dicha planta de tratamiento, ya sea por información oficial o intercambio con operadores o directivos del SACMEX.
- Que existan datos recientes sobre la calidad del agua tratada en dicha instalación.

Esta segunda parte del análisis se realizará con el objetivo de poder observar la aceptabilidad del agua en una zona en donde se conozca la cantidad y calidad de agua en un mismo periodo de tiempo.

III. D. Determinación de la aceptabilidad del agua

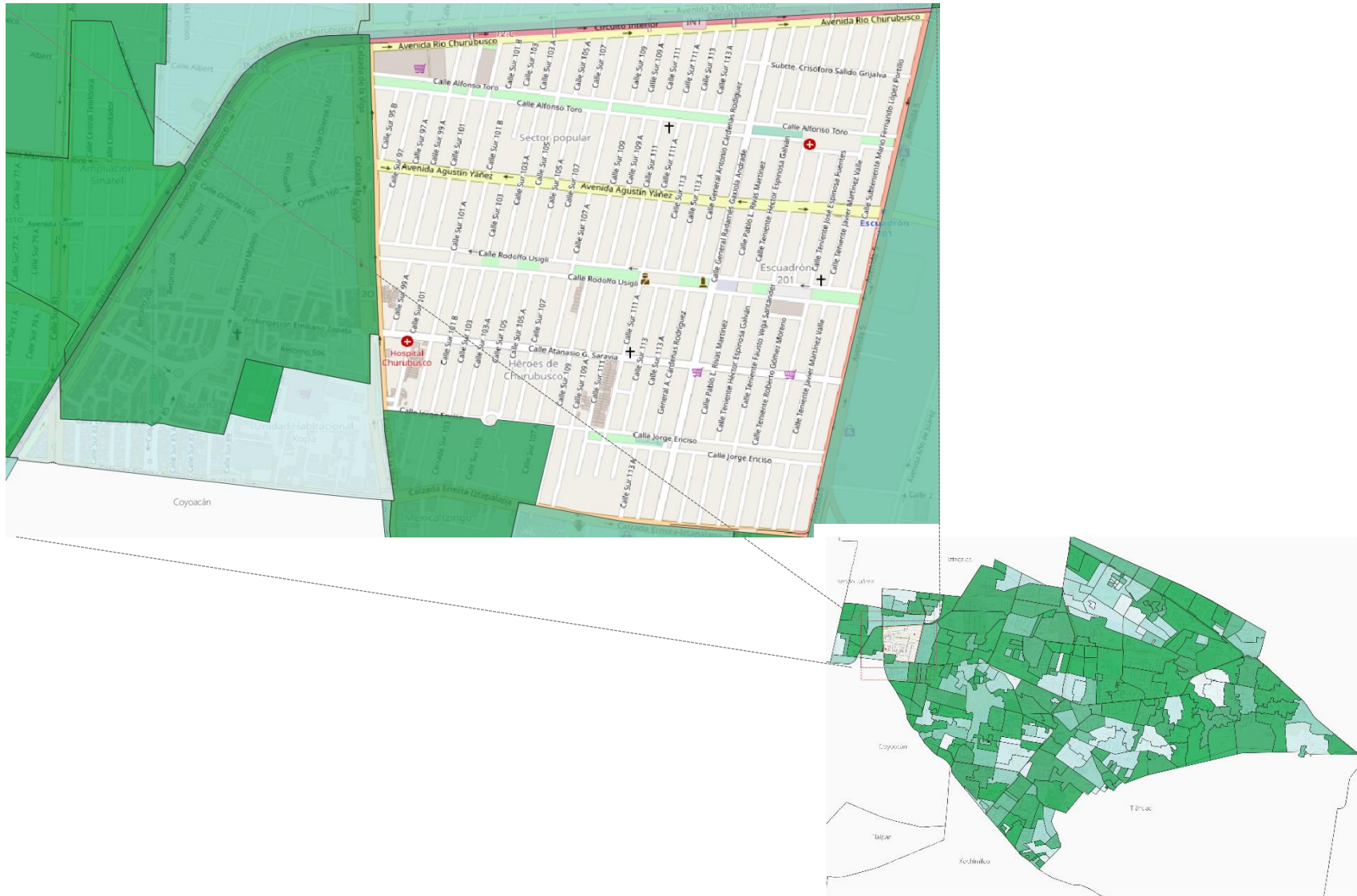
Para tener una estimación de la aceptabilidad del agua se aplicó una encuesta con el objetivo de conocer si los usos que los entrevistados dan al agua que reciben de la red de abastecimiento en sus hogares se ajusta a lo establecido por la teoría del derecho humano al agua. El fin de la misma es conocer los usos del agua dentro de las viviendas encuestadas y contrastar las respuestas con lo reportado en la literatura sobre la desconfianza en la calidad del agua abastecida y la compra habitual de agua embotellada para consumo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2010; ICyTDF, 2011; González-Villareal *et al.*, 2016; Montero Contreras, 2019), aunque las causas subyacentes de dichos comportamientos no serán exploradas. La información proporcionada por los entrevistados se considerará válida para su vivienda por lo que la primera parte de la encuesta busca establecer si el entrevistado tiene conocimiento sobre el abastecimiento de agua en su residencia durante el último año y el tipo de infraestructura al interior de la misma. El resto de la encuesta se enfoca en averiguar si el agua abastecida a las personas es aprovechada para los usos personal y doméstico, tal como lo delimita la teoría del derecho humano al agua, es decir su uso en el lavado de ropa, la higiene personal y de la vivienda, la preparación de alimentos y su consumo. Dada la relación inherente que existe entre la calidad y la aceptabilidad del agua este análisis se realizará en una zona de estudio que cumpla con los requisitos delimitados en el apartado anterior.

Cabe resaltar que la única zona de la alcaldía que cumple con encontrarse fuera del área de influencia de las principales estructuras de distribución de agua y abastecerse de una planta potabilizadora local es el área correspondiente a las colonias Héroes de Churubusco, Sector Popular y Escuadrón 201, véase la figura 17. De acuerdo con el SACMEX esta zona se abastece de agua de la planta potabilizadora Viga 2 de la cual se tienen datos sobre la calidad del agua ahí tratada, así como sobre la cantidad de agua abastecida a dichas colonias para la primera mitad del 2019.

De acuerdo con el Inventario Nacional de Viviendas de 2016 esta área cuenta con 9409 viviendas, de las cuales 7940 están habitadas y 7773 cuentan con agua entubada, la población estimada de esta zona es de 28 240 habitantes. A partir de estos datos se determinó un tamaño de muestra de 110 viviendas distribuidas en las 3 colonias²⁵. La encuesta consta de ocho preguntas principales y dos de seguimiento para obtener información sobre las personas y su entorno por lo que se cuidó que las mismas fueran sencillas, breves y comprensibles para el público en general.

²⁵ Con un nivel de confianza estimado de 90% esta cifra representa un margen de error de aproximadamente 8%, partiendo de la base de un total de 7773 viviendas particulares habitadas con agua entubada.

Figura 17 Zona delimitada para la aplicación de la encuesta



Las preguntas planteadas y el razonamiento detrás de las mismas se muestran a continuación:

SOBRE LAS PERSONAS ENCUESTADAS:

Pregunta 1		Razonamiento
¿Usted ha vivido aquí durante el último año?		De esta manera se establece si la persona que está por contestar la encuesta puede estar al tanto del abastecimiento en su vivienda durante el periodo de tiempo para el cual se conoce la calidad y la cantidad de agua abastecida a esa zona.
Opciones de respuesta	Sí []	
	No []	

Pregunta 2		Razonamiento
¿Sabe si tienen una toma de agua propia (llave y/o medidor)?		Sin importar si la vivienda es o no multifamiliar, propia o rentada, la parte central de esta encuesta es sobre el servicio domiciliario y en dado caso de que éste fuera compartido o dividido entre dos o más viviendas no se podría procederá con el resto de las preguntas.
Opciones de respuesta	Sí []	
	No []	

Pregunta 3		Razonamiento
¿Sabe si en esta casa cuentan con tinaco y/o cisterna?		La existencia de estos elementos significa que el agua de la toma domiciliaria puede no ser usada directamente por las personas, sino que ésta se almacena en alguno de estos depósitos previo al uso, lo que puede afectar la idea que se tiene sobre el agua abastecida y la que se usa, a pesar de tener el mismo origen.
Opciones de respuesta	Sí []	
	No []	

AGUA PARA EL LAVADO DE ROPA Y LA HIGIENE PERSONAL Y DOMÉSTICA

Pregunta 4		Razonamiento
¿En alguna ocasión han usado agua que <u>no sea de la llave</u> para lavar la ropa?		La teoría del derecho humano al agua establece este uso como una componente relacionada con la cantidad y disponibilidad del líquido en los hogares por lo que se asume que salvo casos muy particulares de escasez o mala calidad esta actividad sea postergada o realizada fuera del hogar.
Opciones de respuesta	Sí [] ¿Cuáles?: _____	
	No []	

Pregunta 5		Razonamiento
¿En alguna ocasión han usado agua que <u>no sea de la llave</u> para actividades de <u>aseo personal</u> ?		La teoría del derecho humano no distingue entre las diferentes actividades de higiene personal, sin embargo, es posible que la gente utilice diferentes fuentes de agua para actividades específicas (ej. agua embotellada para el lavado de dientes), por lo que las opciones disponibles tratan de tomar en cuenta esos posibles casos.
Opciones de respuesta	Sí [] ¿Cuáles?: _____	
	No []	

Pregunta 6		Razonamiento
¿En alguna ocasión han usado agua que <u>no sea de la llave</u> para realizar <u>la limpieza del hogar</u> ?		La teoría del derecho humano al agua no distingue entre las diferentes actividades de higiene doméstica por lo que la pregunta está formulada de esta manera para tratar de identificar los posibles casos específicos en donde se utilice agua de una fuente distinta al abastecimiento público convencional.
Opciones de respuesta	Sí [] ¿Cuáles?: _____	
	No []	

AGUA PARA CONSUMO Y PREPARACIÓN DE ALIMENTOS EN LA VIVIENDA:

Pregunta 7		Razonamiento
¿Los habitantes de esta vivienda beben el agua de la llave?		Este uso del agua está asociado a un mayor riesgo en la salud, de acuerdo con lo reportado en la literatura en la CDMX el 89% de la población no consume el agua abastecida por la red pública (ICyTDF, 2011), las opciones disponibles tratan de reflejar si esta práctica se lleva a cabo, se realiza con alguna precaución extra o simplemente es inexistente.
Opciones de respuesta	Sí []	
	No []	

Si la respuesta es *No*, entonces:

Pregunta 7.1	Razonamiento
¿Por qué no beben el agua de la llave?	De acuerdo a lo reportado la falta de información es una de las principales causas de esta conducta (Montero Contreras, 2019), sin embargo, de acuerdo con la misma autora esta conducta existe en la Ciudad de México desde 1985 por lo que es posible que ciertas personas no problematicen lo que es considerado normal y sus respuestas difieran con la hipótesis de la desinformación.
Respuesta abierta	

Pregunta 7.2		Razonamiento
¿De dónde obtienen el agua para beber?		Dado que el consumo de agua es una actividad ineludible esta pregunta trata de conocer el origen de la misma, la primera opción no podría considerarse como un cumplimiento del derecho humano al agua, sin embargo, es una práctica diferente a la habitual compra de agua embotellada en la Ciudad de México, que de acuerdo con lo reportado es un fenómeno generalizado en todos los estratos sin importar el nivel de ingresos y/o estudios (Montero Contreras, 2019).
Opciones de respuesta	De la red, pero con algún tratamiento (hervirla, clorarla, filtrarla, etcétera) []	
	Compran agua embotellada (garrafón u otros) []	
	Otro: _____	

Pregunta 8		Razonamiento
¿Qué agua utilizan para preparar sus alimentos?		La teoría del derecho humano al agua no distingue entre los diversos métodos de preparación de alimentos, sin embargo, la hipótesis de la que se parte es que la gente puede considerar más seguros aquellos donde es necesario que el agua involucrada hierva, o no sea consumida, de aquellos que en los que no, por lo que se toman en cuenta esa posibilidad entre las opciones para conocer si la gente acepta el agua distribuida para este uso específico.
Opciones de respuesta	De la llave []	
	Embotellada []	
	Ambas: []	

III. E. Determinación de la accesibilidad del agua

Dado que ya existen fuentes que reportan sobre la existencia de infraestructura física en las viviendas y los modos de acceso al agua este análisis se limitará a la revisión de los datos más recientes sobre el tema. Debido a que el nivel de desagregación de esta información se limita a los municipios este análisis se realizará para toda la alcaldía de Iztapalapa y al rubro de accesibilidad física, dejando de lado a la accesibilidad económica (por su similitud con el concepto de asequibilidad). De la misma manera se deja de lado la evaluación de las características de no discriminación (accesibilidad para todos de hecho y de derecho) y acceso a la información (el derecho de solicitar, recibir y difundir información sobre las cuestiones del agua), aunque se reconoce que estos son aspectos integrales y exigibles de este derecho que pueden y deben de ser garantizados.

III. F. Determinación de la asequibilidad del agua

Este análisis se realizará a través de la estimación del costo que representa para los habitantes de la zona de estudio acceder al agua potable a partir de la dotación estimada en el apartado III. B, la tarifa aplicable para cada una de las manzanas analizadas y los datos sobre ingreso familiar disponibles en la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) más reciente, en este caso 2018. Tomando en cuenta la recomendación del PNUD (2006) se toma como referencia un umbral del 3% del ingreso familiar para considerar como asequible el costo de los servicios de abastecimiento de agua. Las siguientes ecuaciones muestran la lógica detrás de este análisis:

$$CF_{Ap} = \left(\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 CPD_{Bi} \right) \cdot (T_{Izt}) \quad (19)$$

$$Si: CF_{Ap} \leq 0.03(IH_{Bi}) \rightarrow Asequible \quad (20)$$

Donde:

CF_{Ap} : Es el costo bimestral promedio del agua de consumo doméstico por vivienda y a nivel manzana expresado en pesos mexicanos, para los primeros tres bimestres de 2019

CPD_{Bi} : Es el consumo doméstico promedio por vivienda y a nivel manzana para el bimestre i , expresado en metros cúbicos por bimestre

T_{Izt} : Es la tarifa promedio pagada por el consumo de agua por vivienda y a nivel manzana en el periodo analizado, expresado en pesos mexicanos por bimestre

IH_{Bi} : Es el ingreso bimestral promedio por hogar en pesos mexicanos

Dado que existen datos para toda la alcaldía este análisis se realizará para la totalidad de la misma, sin embargo, se resaltarán aquellas colonias que se encuentran en la lista de zonas con suministro intermitente, de acuerdo con el artículo 172 del Código Fiscal de la Ciudad de México estas colonias no están sujetas al esquema tarifario vigente. Estas colonias pagan una cuota fija bimestral por el abastecimiento de agua, independiente de la cantidad de agua consumida y basada en un modelo geoestadístico dinámico que determina el nivel de desarrollo para cada manzana de la ciudad de México a partir de variables de marginación, ingresos y patrimonio. Para el resto de las manzanas el costo del servicio de abastecimiento de agua depende tanto de la cantidad de agua consumida, expresada en 8 intervalos que van desde cero hasta más de 120 m³ por bimestre, como de este modelo geoestadístico expresado en 4 posibles categorías de manzana de acuerdo con su nivel de desarrollo (popular, baja, media y alta). Para la estimación del costo bimestral promedio por vivienda a nivel manzana se construyó una base de datos capaz de distinguir entre viviendas con suministro continuo y viviendas con tandeo y que contuviera los datos de consumo doméstico promedio por vivienda a nivel manzana. A partir de esta información y tomando en cuenta el esquema de bloques incrementales de la tarifa vigente en la Ciudad de México se determinará el costo bimestral promedio por vivienda de este servicio para cada una de las manzanas reportadas en el periodo de análisis (3521 en el bimestre 1, 3504 en el bimestre 2 y 3490 en el bimestre 3).

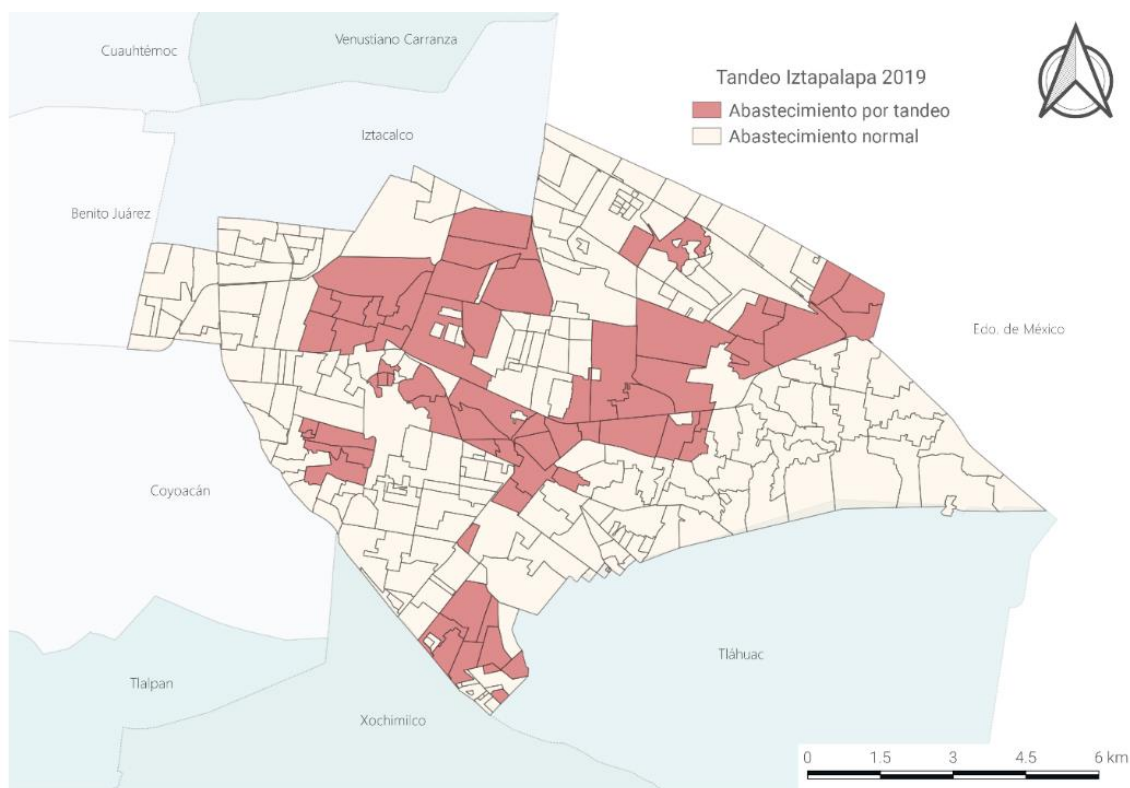
A partir de este análisis se obtendrá la cantidad promedio pagada por el servicio de abastecimiento de agua potable, por categoría de manzana (popular, baja, media y alta) que será comparado con el ingreso promedio por hogar ajustado a un bimestre para determinar si este servicio es asequible para los habitantes de Iztapalapa.

IV. Análisis de resultados

IV. A. Suficiencia de agua

La base de datos de suministro de agua disponible no reporta un número constante de manzanas para cada bimestre, el número disminuye a medida que avanza el año, sin embargo, la variación es de menos del 1% entre el mínimo y el máximo reportado, por lo que se puede considerar que la información es homogénea. El análisis de la continuidad del servicio como elemento del derecho humano al agua se realizó a partir de los datos disponibles sobre el tandeo en la ciudad, de acuerdo con la resolución oficial sobre dicho escenario (Gobierno de la Ciudad de México, 2019), oficialmente en Iztapalapa 51 de sus más de 290 colonias reciben agua mediante esta modalidad. La figura 18 muestra la ubicación de dichos asentamientos dentro de los límites de la alcaldía, la agrupación de los mismos es notable y los resultados sobre la cantidad de agua disponible para cada bimestre reflejan dicha distribución espacial.

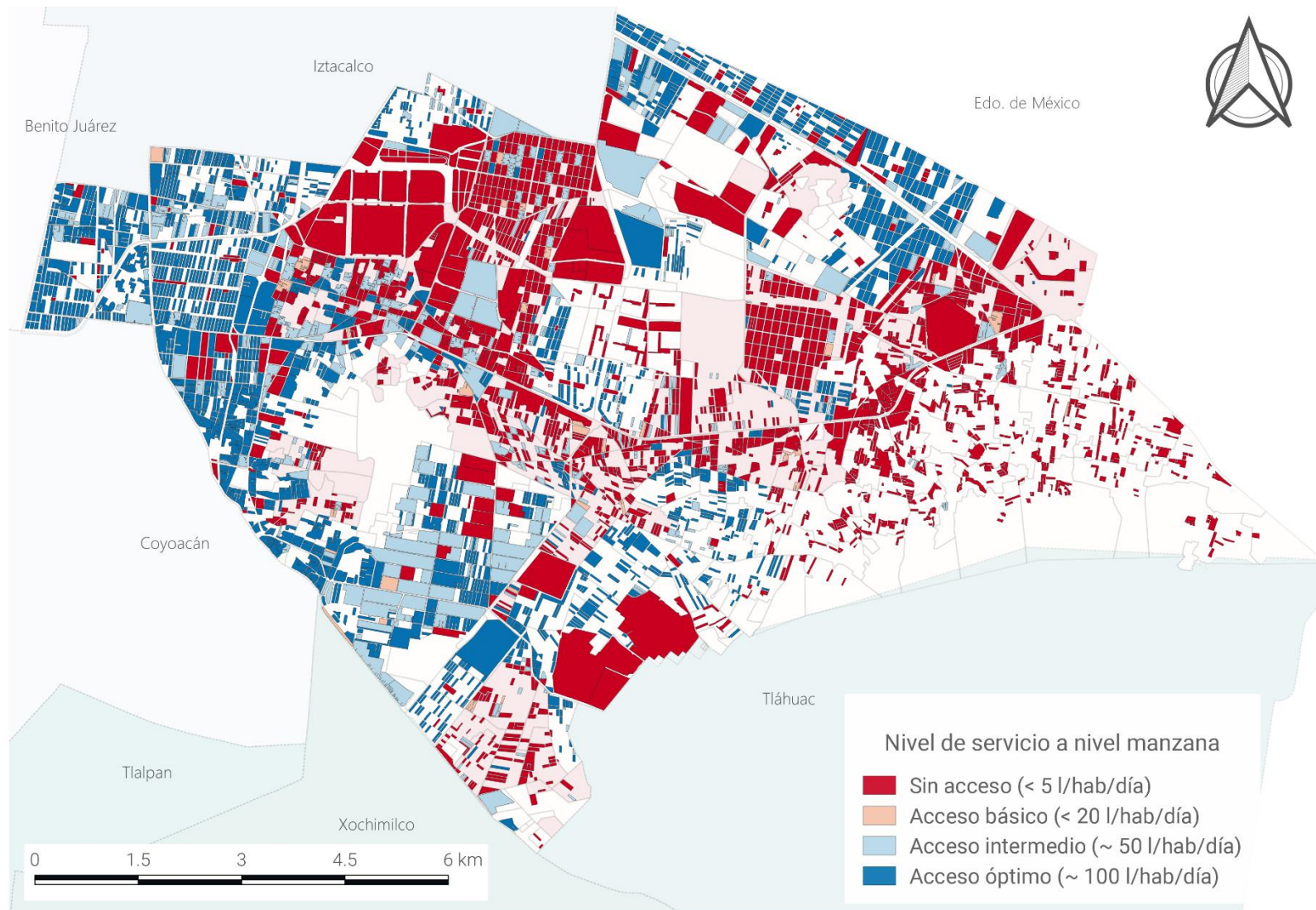
Figura 18 Colonias abastecidas mediante tandeo en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con información publicada el 01/04/19 en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

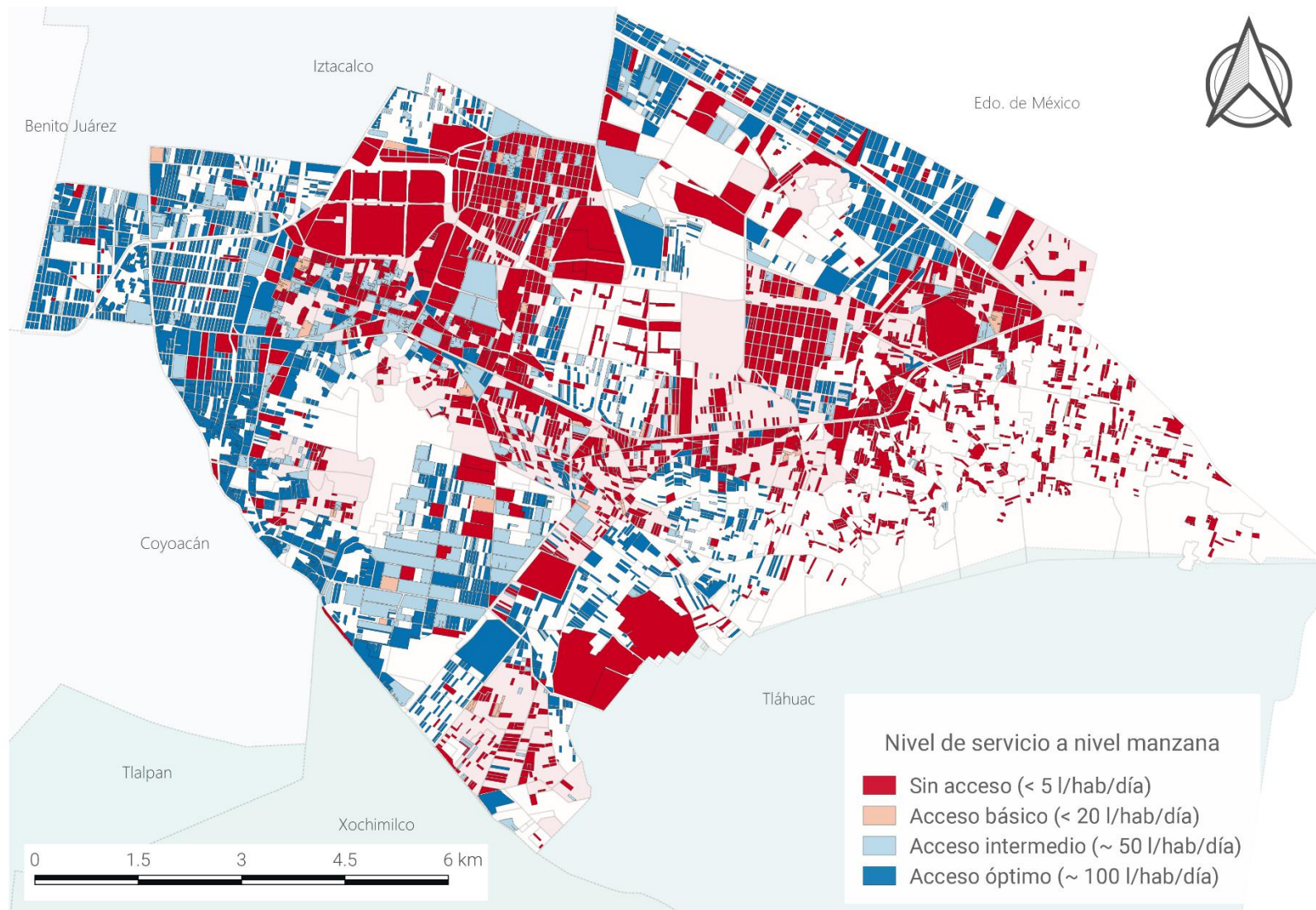
La figura 19 muestra la dotación de agua promedio por habitante para el primer bimestre de 2019, como se puede notar la distribución de las manzanas sin acceso al agua coincide en su mayoría con la ubicación de las colonias en donde el abastecimiento se realiza por tandeo. En este sentido también resalta el bajo monitoreo de las colonias hacia los límites con la alcaldía de Tláhuac y el hecho de que las que sí están reportadas en esta zona tienen dotaciones menores a 5 l/hab/día, lo que equivale a no tener acceso al agua. De las 3514 manzanas reportadas 1584 carecieron de acceso al agua (45.08%) en este periodo, tan sólo 35 reportaban un acceso básico (0.99%), 452 un acceso intermedio (12.86%) y finalmente 1443 reportaron un acceso óptimo al agua (41.06%). Las figuras 20 y 21 muestran los resultados para los bimestres 2 y 3 respectivamente los cuales reportan cifras similares al primer periodo del año 2019. Para el bimestre 2 hay 3489 manzanas reportadas 1571 carecían de acceso al agua (45.03%), 31 tenían un acceso básico (0.88%), 413 tenían un acceso intermedio (11.84%) y 1474 tenían un acceso óptimo al agua (42.25%). El bimestre 3 reporta exactamente las mismas cifras, aunque la distribución espacial de las manzanas no es exactamente la misma, los cambios se dan en su mayoría entre los niveles de servicio intermedio y óptimo.

Figura 19 Nivel de servicio por manzana para el bimestre 1



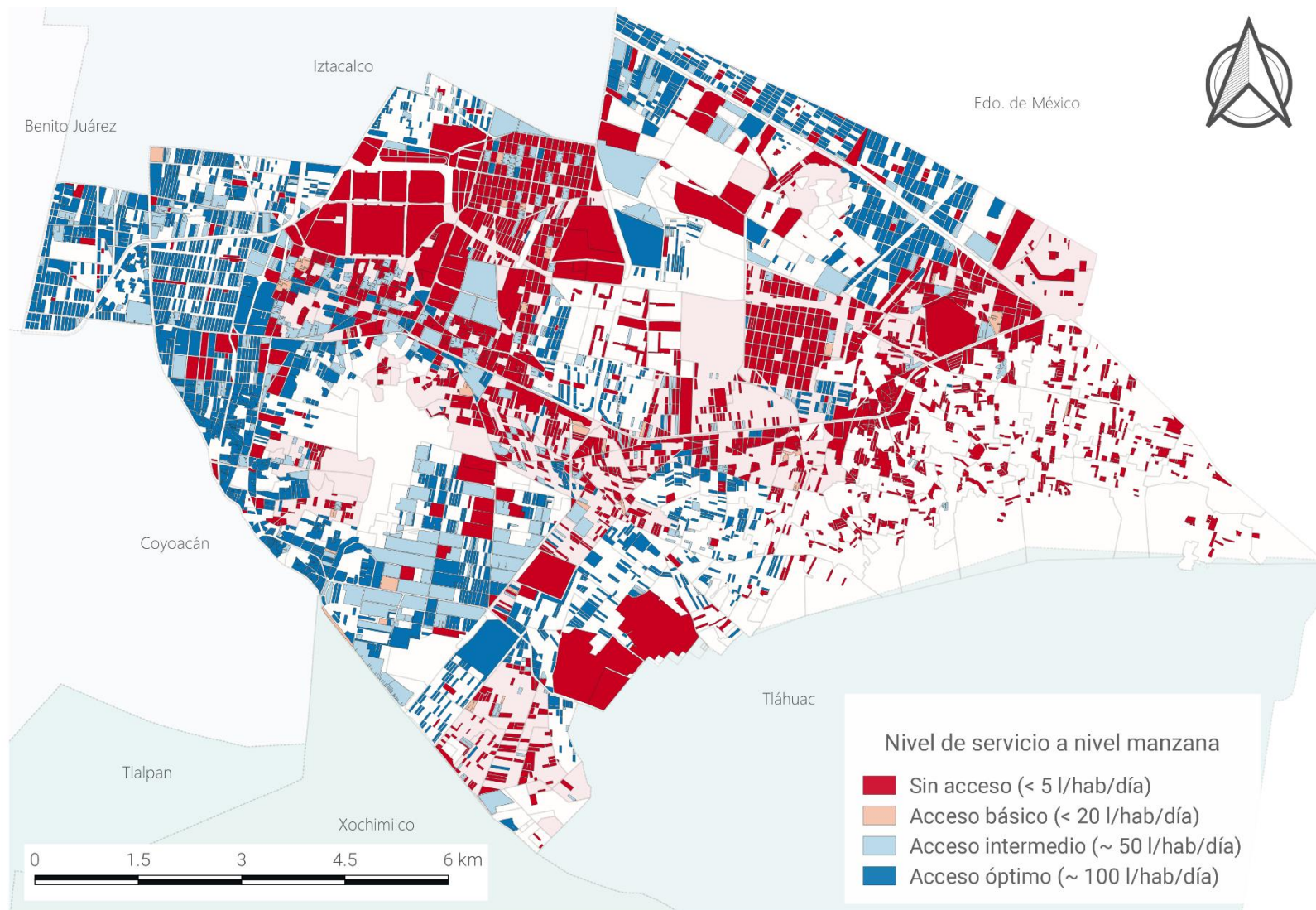
Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de suministro de agua a nivel manzana

Figura 20 Nivel de servicio por manzana para el bimestre 2



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de suministro de agua a nivel manzana

Figura 21 Nivel de servicio por manzana para el bimestre 3



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de suministro de agua a nivel manzana

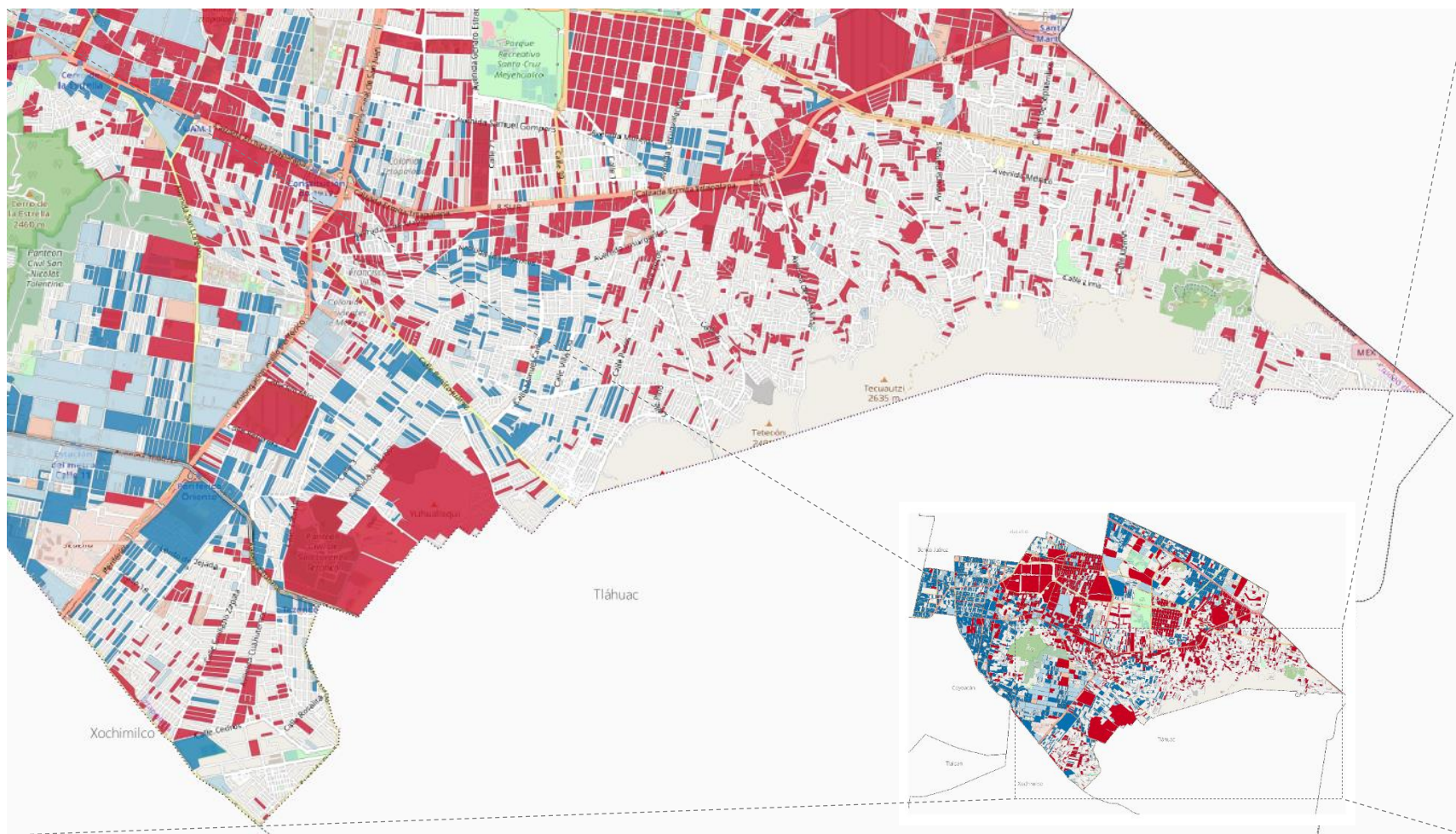
A pesar del hecho de que el número de manzanas con acceso óptimo y sin acceso al agua son afines en los tres casos esto no significa que el abastecimiento de agua presente ese equilibrio en la realidad, estas cifras se deben a la cantidad de datos existentes y/o reportados para el periodo de análisis. De acuerdo con la base de datos del Índice de Desarrollo Social de la Ciudad de México a nivel manzana (Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal, 2010), en 2010 Iztapalapa contaba con 13 658 manzanas, la base de datos reporta en promedio 3505 manzanas por bimestre, por lo que aproximadamente 74% del total carecen de información. En qué nivel de servicio se encuentran estas manzanas no reportadas es desconocido, sin embargo, una gran cantidad de las mismas se localiza al suroriente de la demarcación, hacia los límites con la alcaldía de Tláhuac, como se muestra en la figura 22. La falta de datos en Iztapalapa no es un caso atípico para la ciudad, para este mismo periodo sólo existen 5 alcaldías con menos de la mitad de los datos faltantes, de las mismas sólo se podría considerar que Benito Juárez y Cuauhtémoc monitorean la totalidad de sus manzanas, las restantes presentan una situación similar a Iztapalapa, véase la tabla 9.

Tabla 9 Número de manzanas reportadas por alcaldía en los bimestres 1, 2 y 3 de 2019

Alcaldías	Manzanas existentes en 2010	Manzanas reportadas 2019	Manzanas sin información
Azcapotzalco	2703	1405	48.02%
Coyoacán	4337	1649	61.98%
Cuajimalpa de Morelos	955	297	68.99%
Gustavo A. Madero	7797	3443	55.84%
Iztacalco	2636	1156	56.15%
Iztapalapa	13 658	3505	74.34%
La Magdalena Contreras	1351	318	76.46%
Milpa Alta	1072	217	79.76%
Álvaro Obregón	4898	1380	71.38%
Tláhuac	2895	652	77.48%
Tlalpan	4707	1068	77.31%
Xochimilco	2597	817	68.45%
Benito Juárez	2050	2016	1.66%
Cuauhtémoc	2319	2438	0.00%
Miguel Hidalgo	2211	1703	22.98%
Venustiano Carranza	3043	1726	43.28%

Analizando todos los datos de los bimestres disponibles la dotación promedio en Iztapalapa es de 80.45 l/hab/día, lejos de los 177 l/hab/día que se reportaron como consumo real en la Ciudad de México en 2017 (SACMEX, 2018). Esta misma cifra se encuentra por debajo de los 100.4 l/hab/día que se obtienen al suponer la distribución equitativa de los 3.60m³/s de agua disponible para uso doméstico en la alcaldía, considerando 41% de pérdidas por fugas. Como se puede apreciar en las figuras 19 a 22 las diferencias al interior de este territorio son tan marcadas que una dotación promedio oculta un problema de escasez bien delimitado que, sin embargo, en ciertos puntos va más allá de las colonias abastecidas mediante tandeo.

Figura 22 Manzanas sin datos sobre consumo de agua al suroriente de la alcaldía



Fuente: Elaboración propia con información de la base de datos de suministro de agua a nivel manzana

En este sentido es importante resaltar que ya se han emitido comentarios por parte de Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento²⁶ acerca de la importancia de que las cifras oficiales en el país reflejen el alcance real del acceso a estos servicios y no la existencia de algún tipo de cobertura infraestructural (ONU, 2017). Las cifras oficiales en el país refieren coberturas superiores al 90% en abastecimiento de agua y saneamiento, sin embargo, el Relator Especial consideró que el cumplimiento de lo establecido en el derecho humano al agua en los hogares de las personas es considerablemente inferior. A su vez el Relator Especial externó su preocupación por la posibilidad de que se caiga en la inacción en la prestación de ambos servicios, alegando cifras oficiales de cobertura que son engañosas y que esa misma inacción pueda menoscabar o demorar la aplicación de medidas esenciales para el mejoramiento de estos servicios. En esta gira de trabajo el Relator Especial visitó las comunidades de Santa María Aztahuacan y Lomas de San Lorenzo, en Iztapalapa donde convivió con personas que a pesar de estar conectadas a la red de abastecimiento no tenían un acceso regular al agua o bien tenían uno muy limitado. Los resultados del análisis realizado coinciden con lo que el Relator Especial señala en su reporte, en el sentido de que las cifras indican una situación distinta a la realidad cotidiana, sin embargo, la metodología utilizada permite conocer con mayor exactitud la cantidad de agua a la que tienen acceso las personas en Iztapalapa.

²⁶ El Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento, Dr. Léo Heller, efectuó, por invitación del Gobierno Mexicano una visita oficial al país del 2 al 12 de mayo de 2017, con el objetivo de examinar el acceso a los servicios de agua y saneamiento en México, así como señalar los principales obstáculos que impiden la plena realización de esos derechos y formular recomendaciones para abordar dichos obstáculos (ONU, 2017).

IV. B. Salubridad del agua

La aplicación del ICAP a los datos disponibles de las plantas potabilizadoras seleccionadas, utilizando el año más consistente (2016, véase de la figura 10 a la 16), arroja los siguientes resultados:

- De las 12 plantas analizadas 5 carecen de información para al menos un parámetro Tipo I, como se mencionó en el capítulo anterior el esquema de cálculo adoptado para estos datos es un filtro de ir o no ir, por lo que la falta de monitoreo de los mismos se consideró como una falla grave que imposibilita considerar el agua de dichas plantas como salubre.
- De las 7 plantas potabilizadoras restantes, 6 fallaron por exceder el límite máximo permisible de al menos uno de los 8 parámetros Tipo I.
- De las 6 plantas que fallaron en el primer filtro del ICAP, 3 tuvieron presencia de coliformes totales durante el año (la normatividad exige la ausencia de este tipo de bacterias en el agua potable), 2 presentaron una concentración de plomo superior al permitido por la norma y una planta sobrepasó el límite de ambos parámetros en el mismo periodo.
- Solamente una de las 12 plantas analizadas reportó valores por debajo de los límites establecidos por la normatividad para cada uno de los ocho parámetros Tipo I.

Tabla 10 Resumen resultados del ICAP para los Datos Tipo I

Plantas potabilizadoras (Efluentes, 2016)	Valores límite (mg/l)								Resultado
	0.200	0.025	0.700	0.005	0.050	0.010	0.040	Ausencia Coliformes totales	
	Aluminio	Arsénico	Bario	Cadmio	Cromo total	Plomo	Selenio		
San Lorenzo Tezonco Nuevo	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	×	NO APTA
Sta. Catarina 8 y 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	-100.00
Viga 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0.00
Viga 4	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	×	NO APTA
Agrícola Oriental	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	-100.00
Granjas San Antonio	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	-100.00
Purísima Iztapalapa 2	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	✓	NO APTA
Purísima Iztapalapa 3 y 7	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	✓	NO APTA
Sta. Catarina 11	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	-200.00
Sta. Catarina 13	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	-100.00
Carlos L. Gracidias	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	✓	NO APTA
Ac. Tláhuac-La Caldera	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	-100.00

NOTA:

SD= No se reportó ningún valor de ese parámetro en el periodo analizado, ✓= El valor reportado está por debajo, o es igual, al límite establecido, × = El valor reportado está por encima del límite establecido por la normatividad.

El procesamiento de los datos Tipo II conforme a las funciones de calidad (FC) y a los factores de clasificación relativa (CR) establecidos previamente, véase el apartado III.C, arrojó los siguientes resultados:

- Las 5 plantas que carecían de datos para algún parámetro Tipo I también carecían de información para al menos uno de los 13 parámetros Tipo II analizados, por lo que ni la aplicación de las funciones de calidad ni la de los factores de clasificación relativa fue posible.
- De las 6 plantas que fallaron por exceder el límite máximo permisible de al menos uno de los 8 parámetros Tipo II, 4 presentaron valores positivos al procesar la información reportada y realizar la adición en las proporciones establecidas.
- De esas mismas 6 plantas que fallaron en la primera etapa del ICAP, 2 también fallaron en la segunda etapa al presentar valores negativos debido al efecto aditivo de sobrepasar los límites establecidos por la normatividad vigente.
- La misma planta potabilizadora que reportó valores aceptables para los parámetros Tipo I, también presentó un resultado positivo al procesar el efecto aditivo de los valores reportados para los parámetros Tipo II.

El resultado final de la aplicación del ICAP, la suma de los efectos de los parámetros Tipo I y II, como lo indica la ecuación 5 en el apartado III.C, es que solamente una de las 12 instalaciones analizadas cumplió con lo establecido para considerar el agua como aceptable para uso y consumo humano, de acuerdo con el análisis propuesto, el resto fallaron por distintas razones como se resume en la tabla 11.

Tabla 11 Resultados finales del ICAP

Plantas potabilizadoras (Efluentes, 2016)	Parámetros Tipo I	Parámetros Tipo II	Resultado ICAP	Conclusión
San Lorenzo Tezonco Nuevo	Falta de datos	Falta de datos	Error	Agua no apta por falta de datos para los parámetros Tipo I y II
Sta. Catarina 8 y 9	-100.00	-60.32	-160.32	Agua no apta por superar el límite de un parámetro Tipo I
Viga 2	0.00	68.80	68.80	Agua apta para uso y consumo humano
Viga 4	Falta de datos	Falta de datos	Error	Agua no apta por falta de datos para los parámetros Tipo I y II
Agrícola Oriental	-100.00	9.02	-90.98	Agua no apta por superar el límite de un parámetro Tipo I
Granjas San Antonio	-100.00	46.50	-53.50	Agua no apta por superar el límite de un parámetro Tipo I
Purísima Iztapalapa 2	Falta de datos	Falta de datos	Error	Agua no apta por falta de datos para los parámetros Tipo I y II
Purísima Iztapalapa 3 y 7	Falta de datos	Falta de datos	Error	Agua no apta por falta de datos para los parámetros Tipo I y II
Sta. Catarina 11	-200.00	72.02	-127.98	Agua no apta por superar el límite de dos parámetros Tipo I
Sta. Catarina 13	-100.00	29.66	-70.34	Agua no apta por superar el límite de un parámetro Tipo I
Carlos L. Gracidas	Falta de datos	Falta de datos	Error	Agua no apta por falta de datos para los parámetros Tipo I y II
Ac. Tláhuac-La Caldera	-100.00	-743.52	-843.52	Agua no apta por superar el límite de un parámetro Tipo I

De acuerdo con lo establecido en el apartado III.C la segunda parte del análisis se realizó para la planta Viga 2, la cual es la única que cumplió con:

- Encontrarse fuera del área de influencia de las principales estructuras de distribución de la alcaldía.
- Abastecer a una zona de influencia determinada, de acuerdo con el SACMEX la misma se limita a las colonias Héroes de Churubusco, Sector Popular y Escuadrón 201, véase la figura 17.
- Tiene datos sobre la calidad del agua tratada en dicha instalación para la primera mitad del 2019, al igual que datos sobre la cantidad de agua abastecida a esa zona para el mismo periodo.
- Coincidentemente es la única instalación que abasteció agua apta para uso y consumo humano en la primera parte del análisis realizado.

Los resultados obtenidos para la planta Viga 2 durante la primera mitad del 2019 fueron los siguientes:

- Todos los valores reportados para los parámetros Tipo I fueron menores al límite establecido
- El efecto aditivo de procesar los valores reportados de los parámetros Tipo II fue de 79.02.
- Debido a esto el valor final del ICAP es de 79.02, valor cercano al óptimo (100) debido a que ningún valor reportado sobrepasó el límite establecido.

Analizando todos los datos disponibles es claro que no existe manera de garantizar la calidad del agua que se abastece en la alcaldía de Iztapalapa, incluso si más de una instalación cumpliera con la norma de calidad la falta de delimitación de sus zonas de influencia impediría asegurar la calidad del agua para los usuarios. A pesar del hecho de que la mitad de las estructuras de potabilización de la ciudad se encuentren en esta demarcación, 29 de 58 plantas existentes (SACMEX, 2018), el buen funcionamiento de las mismas no es asegurado por el órgano encargado de su operación, ni reportado por la Secretaría de Salud, entidad responsable de vigilar el cumplimiento de la normatividad aplicable²⁷. La mala calidad del agua subterránea al oriente de la Ciudad de México es un fenómeno conocido y ampliamente reportado (Soto Montes de Oca, 2008; SACMEX, 2009; Montiel Palma *et al.*, 2014; Domínguez Mariani *et al.*, 2015; Eakin *et al.*, 2016; SACMEX, 2018, entre otros), sin embargo, la deficiente operación de las plantas potabilizadoras es fundamentalmente

²⁷ La Secretaría de Salud tiene la responsabilidad general de vigilar la calidad del agua potable, y está obligada a fijar los niveles de calidad para el agua potable que deben cumplir los proveedores de la misma en México, mientras que la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) como órgano regulador y descentralizado de esta Secretaría es responsable de vigilar diversos aspectos relacionados con la salud, incluida la calidad del agua potable.

desconocida y es en gran medida la que determina que los usuarios sean abastecidos con agua de mala calidad día con día. De acuerdo con el SACMEX (2018) las plantas potabilizadoras son diseñadas en función de la calidad del agua nativa en su zona de influencia, pero el hecho de que sus efluentes no cumplan con la normatividad existente indica que la operación cotidiana es deficiente o que el diseño original es insuficiente para cumplir con el objetivo establecido, cualquiera que sea el caso las consecuencias son las mismas.

El Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento incluyó en su informe acerca de su misión a México (ONU, 2017) diversos comentarios en este sentido, el primero de ellos es que, a su juicio, la normatividad vigente sobre calidad del agua potable en México (NOM-127-SSA1-1994) es obsoleta y que la revisión de la misma en el año 2000 no introdujo ningún cambio sustancial. Consideró que la actualización de la NOM-127-SSA1-1994 para la inclusión de nuevos parámetros y la fijación de nuevos límites, conforme a los avances científicos, es urgente para lograr una vigilancia y supervisión del agua potable más adecuadas y orientadas a la protección de la salud. A su vez aclaró que se requieren diversas medidas cuando se aplica la perspectiva de los derechos humanos a la cuestión de la calidad del agua, las primeras son el reforzamiento del control de la calidad del agua suministrada por los proveedores, sumado a una vigilancia más exhaustiva de la misma. Finalmente, añadió que las autoridades encargadas de proveer el agua no sólo deben de garantizar el derecho a la información, sino que deben de proporcionar a los usuarios, de manera sistemática, información sobre la calidad del agua que consumen independientemente de las solicitudes o quejas individuales que se reciban. La falta y dificultad de acceso a la información quedaron de manifiesto al tratar de aplicar la metodología desarrollada para la evaluación de la salubridad del agua en este trabajo, sin embargo, la necesidad de mejorar la vigilancia de la misma y la difusión sistemática de información al respecto hacen que sea necesario considerar el uso de índices de calidad del agua para esta tarea.

IV. C. Aceptabilidad del agua

La encuesta para determinar en qué medida y para qué usos aceptan el agua abastecida los habitantes de Iztapalapa fue realizada del 29 de febrero al 2 de marzo de 2020, el levantamiento de los datos se realizó entre las 11 y las 17 h de dichos días en una bitácora física. Para la elección de las 110 viviendas en las que se realizó este trabajo se utilizó un sistema de información geográfica que permite desplegar puntos de manera aleatoria en zonas delimitadas, en este caso la zona marcada en la figura 17. Los datos obtenidos a través de la aplicación de esta encuesta fueron organizados en una base para facilitar su análisis, cabe resaltar que de las 110 viviendas encuestadas 44 corresponden a la colonia Escuadrón 201, 17 a la colonia Héroes de Churubusco y 49 a la colonia Sector Popular. La edad media de los encuestados fue de alrededor de 55 años, 42% de las personas que respondieron fueron mujeres y 58% fueron hombres, como se muestra en las figuras 23 y 24.

Figura 24 Distribución de edades de las personas encuestadas

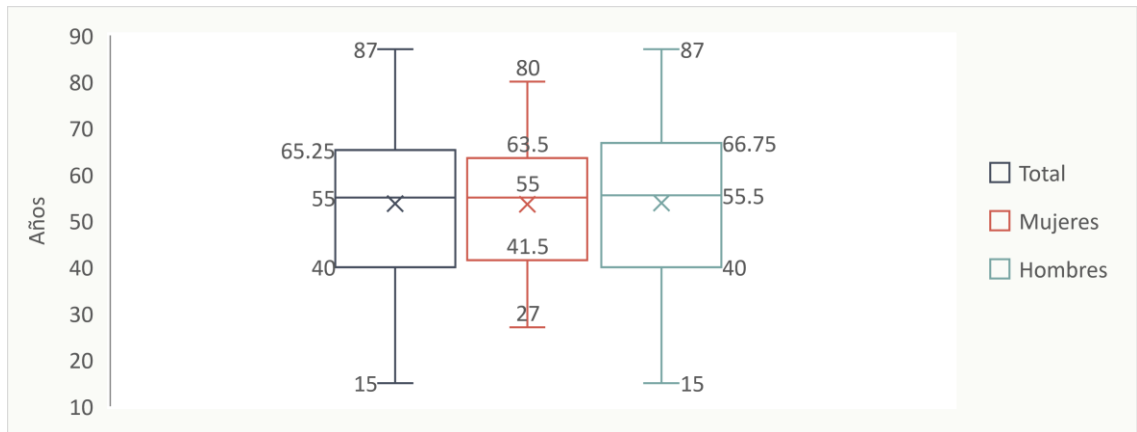
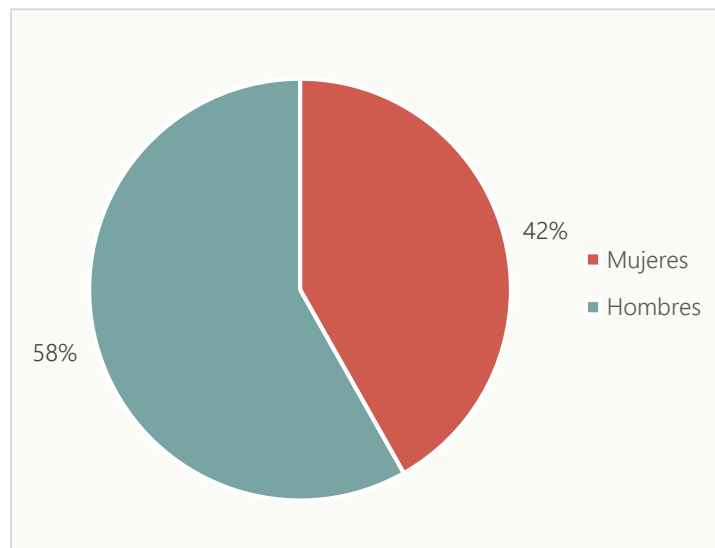


Figura 23 Proporción de hombres y mujeres que respondieron la encuesta



Las respuestas obtenidas para cada una de las preguntas de la encuesta se discuten a continuación:

Primera parte de la encuesta

Como se mencionó en la metodología, apartado III.D, esta sección de la encuesta buscaba establecer si el entrevistado tenía conocimiento sobre el abastecimiento de agua en su residencia durante el último año y estaba conformada por las siguientes preguntas:

1. ¿Usted ha vivido aquí durante el último año?
2. ¿Sabe si tienen una toma de agua propia (llave y/o medidor)?
3. ¿Sabe si en esta casa cuentan con tinaco y/o cisterna?

Las opciones disponibles estaban limitadas solamente a un *sí* o un *no*, y eran un primer filtro para poder responder la encuesta, por lo que el 100% de los encuestados contestaron afirmativamente a las primeras dos preguntas. En la primera de ellas destacó que gran parte de las personas aseguraban haber vivido toda su vida en la misma vivienda, sin importar la colonia de la que se tratase y/o la edad de los entrevistados. A la segunda pregunta la totalidad de los encuestados contestaron afirmativamente, lo que indica que, como se verá en el siguiente apartado, la mayoría de las personas en la alcaldía cuentan con infraestructura física de abastecimiento formal. En este mismo sentido se podría esperar que en esta zona el consumo de agua estuviera ampliamente monitoreado, dada la existencia de la infraestructura para ello, sin embargo, como se vio en apartados anteriores la existencia de infraestructura no garantiza el monitoreo de su funcionamiento. A pesar de ello la medición del consumo se puede confirmar al analizar las figuras 19, 20 y 21 donde es notorio que esta zona de la alcaldía destaca por la cantidad y continuidad de los datos reportados respecto a otras zonas particulares, como la destacada en la figura 22.

La tercera pregunta obtuvo 6 respuestas negativas, por lo que se puede presumir que el uso de tinacos y cisternas es extensivo en esta zona de la alcaldía, lo cual se ajusta con los datos en la Ciudad de México en donde el 82% de las viviendas disponen de tinacos y el 58% de cisternas (INEGI, 2016). La prevalencia de estos elementos en la Ciudad de México indica que existe la necesidad de suplir fallas inherentes en el abastecimiento de agua (el almacenamiento de agua y la elevación de la misma en las viviendas resuelven los problemas de continuidad y presión en la red de distribución). A pesar de ello la teoría sobre el derecho humano al agua no hace mención de estos elementos, o en su defecto de los parámetros de operación de una red de abastecimiento de agua potable, por lo que el análisis de la prevalencia en el uso los mismos se deja de lado en este trabajo.

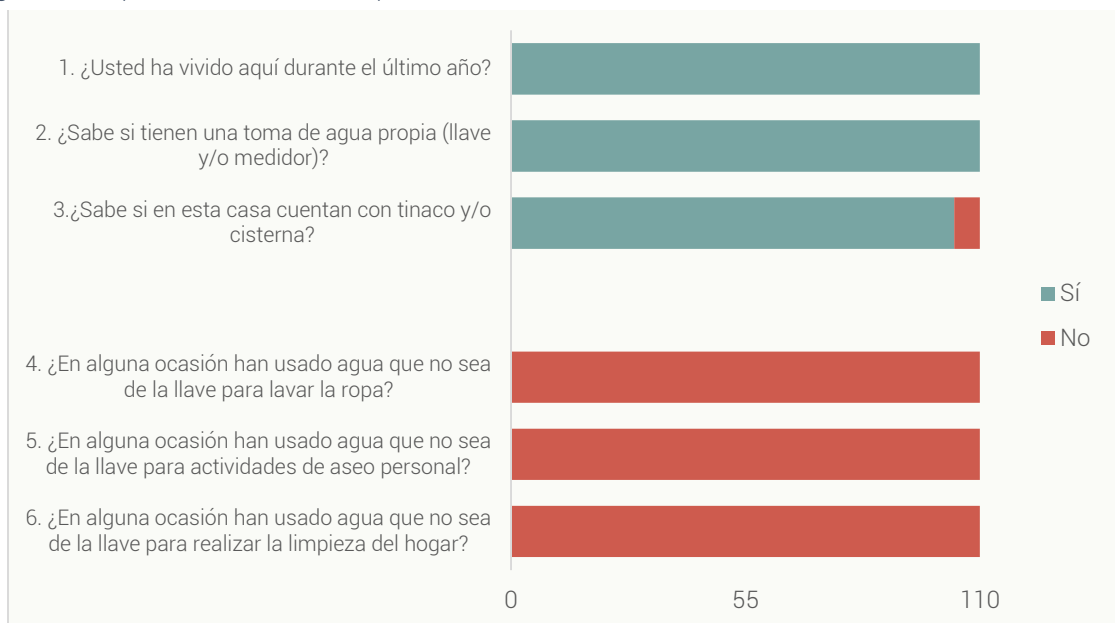
Segunda parte de la encuesta

Esta parte de la encuesta estaba enfocada en tratar de entender si el agua abastecida era considerada apta para usarla en el lavado de ropa y la higiene personal y doméstica, en el sentido de que las personas no tuvieran problemas con la calidad de la misma y en cierta medida con la cantidad disponible. Esta sección constaba de las siguientes tres preguntas:

4. ¿En alguna ocasión han usado agua que no sea de la llave para lavar la ropa?
5. ¿En alguna ocasión han usado agua que no sea de la llave para actividades de aseo personal?
6. ¿En alguna ocasión han usado agua que no sea de la llave para realizar la limpieza del hogar?

Las respuestas disponibles a estas preguntas estaban igualmente limitadas a un *sí* o un *no*, en donde una respuesta negativa significaba que el agua abastecida era utilizada sin ningún problema para dichas actividades y una respuesta positiva requería que se especificaran las ocasiones en donde éste no fue el caso. A pesar de que algunos encuestados reportaron episodios esporádicos de escasez, la totalidad de los mismos respondieron de manera tal que se puede considerar que aceptan sin ningún problema el agua abastecida para dichos usos. No hubo un solo reporte sobre problemas con la calidad o ciertas características específicas del agua que impidieran su uso en estas actividades, en todo caso lo que hubo fueron comentarios sobre un reuso interno voluntario del agua usada en las viviendas, por ejemplo, utilización del agua proveniente del lavado de ropa para la limpieza de patios. Las dos primeras partes de la encuesta obtuvieron respuestas cargadas hacia una sola de las opciones disponibles, figura 25, lo que podría interpretarse como la existencia de una uniformidad en los usos del agua y la confirmación del uso del agua abastecida para las actividades específicas.

Figura 25 Respuestas obtenidas a las primeras dos secciones de la encuesta



El que las personas no reportaran ningún problema con las características del agua para la realización de estas actividades particulares indica que en cierta medida se cumple con la propiedad de aceptabilidad aludida en el derecho humano al agua, sin embargo, estas no son las únicas actividades contempladas, ni las que mayor riesgo a la salud representan. Por ello se procedió con la tercera parte de la encuesta que busca entender si el agua abastecida es consumida o no.

Tercera parte de la encuesta

La tercera y última parte de la encuesta trataba de entender en qué medida y de qué manera el agua abastecida era consumida y/o utilizada en la preparación de alimentos en la vivienda, en concordancia con la teoría del derecho humano al agua. Esta parte de la encuesta constaba de dos preguntas principales y en caso de contestar negativamente a la primera de ellas se agregaban dos preguntas secundarias para profundizar en ese tema específico, como se muestra a continuación:

7. ¿Los habitantes de esta vivienda beben el agua de la llave?
 - 7.1. ¿Por qué no beben el agua de la llave?
 - 7.2. ¿De dónde obtienen el agua para beber?
8. ¿Qué agua utilizan para preparar sus alimentos?

A la primera pregunta de la tercera parte de la encuesta nadie respondió de manera afirmativa, para poder profundizar en esta negativa a beber el agua abastecida se realizó el seguimiento con las preguntas 7.1 y 7.2. La primera de ellas era una pregunta abierta, por lo que las 110 respuestas obtenidas se clasificaron en 5 categorías principales que agrupan las respuestas con características similares, del total de categorías sólo 4 congregan 99 de las 110 respuestas obtenidas. Esta clasificación se realizó al analizar una a una las respuestas individuales registradas en la bitácora, la mayoría de ellas fueron muy similares entre sí y en muchas de ellas se mencionaban más de una razón por la que no se bebía el agua de la llave, por ello se optó por clasificar a partir del orden de las respuestas y diferencias sutiles entre ellas. Esto quiere decir que una persona que mencionó más de una razón para no beber el agua abastecida fue colocada en una categoría principal de acuerdo con la primera idea mencionada y de acuerdo con sus ideas posteriores se agregaron subcategorías dentro de las mismas. De igual manera se trató de distinguir entre las respuestas que se basaban en aseveraciones sobre el estado de la situación, en particular la calidad y/o apariencia del agua, de las que dudaban y/o desconfiaban de las mismas características, aunque las diferencias sean sutiles y puedan estar sujetas a distintas interpretaciones se consideró conveniente distinguir entre ambos aspectos.

Siguiendo estas directivas se formularon las siguientes categorías y subcategorías para las respuestas obtenidas a la pregunta 7.1:

- **MALA CALIDAD**

La mayor parte de las respuestas a esta pregunta quedan agrupadas dentro de esta categoría, 49 de 110 personas alegaron que la mala calidad del líquido era la principal razón de su negativa a ingerirlo. La mayor parte de los mismos (28 personas) simplemente aseguraron que el agua era de mala calidad; "Sale sucia", "Está muy sucia", "Está contaminada" fueron respuestas constantes dentro de esta subcategoría. Otra de las características agregadas a la mala calidad eran inconveniencias específicas con la apariencia del agua, 10 personas afirmaron tener problemas con el color, el olor y la presencia de sólidos en la misma que les impedía beberla, repuestas como "Está sucia, tiene color y sólidos", "A veces sale amarilla" y "Sale muy sucia, tiene un olor y color desagradable" resumen la idea detrás de esta subcategoría. Otras personas agregaron tener desconfianza de beber el agua debido a la mala calidad y una persona agregó que la misma había empeorado con el tiempo pues antes la bebía sin problemas y ahora no podía hacerlo.

- **DESCONFIANZA**

El siguiente grupo en orden de importancia es el de las personas que en primera instancia afirmaron no tener confianza en el agua abastecida para beberla, 27 de 110 personas respondieron de esta manera a la pregunta 7.1. La segunda idea más comúnmente añadida a esta respuesta fue que *beber el agua no era seguro*, 10 personas manifestaron este pensamiento y 2 de estas personas además agregaron que desconfiaban de la desinfección y que desconocían si existía un tratamiento previo, respectivamente. Dos personas agregaron que además de la desconfianza que tenían lo hacían por costumbre, una de ellas afirmó que nunca había bebido agua de la llave, además de que una persona aseguró que además de desconfianza generalizada el agua tenía mal olor.

- **COSTUMBRE**

En esta categoría se agruparon 16 respuestas de personas que afirmaron que preferían y/o estaban acostumbradas a beber el agua de garrafón y por ello no bebían el agua abastecida, 13 de las 16 personas únicamente aludieron a la costumbre y las restantes tres personas agregaron otras ideas particulares para negarse a beber el agua abastecida. La primera de ellas agregó que además de estar acostumbrado al agua embotellada la calidad del agua de la llave era mala, otra aseguró tener desconfianza de la misma porque estaba sucia mientras que la última persona comentó que la calidad de la misma se había deteriorado con el tiempo.

- **NI SIQUIERA LO CONSIDERA**

En esta categoría se agruparon 7 respuestas particulares, de ellas 4 eran de personas que simplemente contestaron que "tenían o compraban garrafones" quienes ni siquiera aludieron a una preferencia o costumbre hacia los mismos lo que se consideró como una alusión a la inexistencia de un problema con el consumo de

agua embotellada. Dos de las personas dentro de esta categoría simplemente contestaron que “nunca lo habían hecho” y de manera similar a las anteriores respuestas éstas se consideraron como la inexistencia de un problema para estos usuarios con el consumo de agua embotellada en sus viviendas. Finalmente, una persona en particular expresó que la compra y consumo de agua embotellada para beber estaba relacionada con una cuestión de estatus y/o poder adquisitivo pues consideraba que beber agua de la llave significaba que no se tenía suficiente dinero para solventar este gasto particular.

- **OTROS**

En este último grupo se encuentran 4 respuestas particulares que están agrupadas en 2 subgrupos con características que se consideraron únicas dentro de la totalidad de las respuestas, el primero de ellos se conforma por dos personas que afirmaron que no bebían el agua porque tenía mal sabor, de 110 personas encuestadas sólo estas dos personas citaron esta característica. Las otras dos personas respondieron que no bebían el agua porque desconocían si ésta era apta para ese uso, ambos suponían que el agua estaba sucia, pero no lo afirmaban por falta de información sobre el tema, lo que los distingue de las respuestas dentro de la categoría desconfianza.

La figura 26 resume las respuestas obtenidas para la pregunta 7.1, el círculo central de la figura está compuesto por las cinco categorías principales que se crearon y los círculos exteriores corresponden a la existencia de ideas secundarias dentro de una misma respuesta, es decir a las subcategorías mencionadas dentro de cada grupo.

Figura 26 Clasificación de las respuestas obtenidas a la pregunta 7.1 ¿Por qué no beben el agua de la llave?



A la pregunta 7.2 ¿De dónde obtienen el agua para beber?, 103 de los 110 encuestados respondieron que compraban agua embotellada, prácticamente todos describían la compra de garrafones estándar de 20 litros como fuente de agua para beber en los hogares. Sólo 7 de 110 encuestados, respondieron que bebían el agua abastecida con algún tratamiento previo a la ingesta. A continuación, se listan las medidas tomadas previas a la ingesta descritas por este grupo de personas:

- La primera persona, un hombre de 54 años quien afirmaba haber vivido en ese domicilio toda su vida, aseguró que bebían el agua de la llave sin problemas desde hace años y que jamás habían adquirido garrafones de agua. La única medida que llevaba a cabo previo al consumo era la desinfección con hipoclorito de sodio, a decir de él 2 gotas de dicha sustancia a concentración comercial por cada litro de agua. La persona, quien era médico de profesión, aseguró tener plena confianza en dicho método y desconfianza generalizada en el servicio de abastecimiento de agua potable.
- La segunda persona, un hombre de 44 años, aseguró que su familia había dejado de comprar garrafones de agua desde hacía más de dos años debido a que habían adquirido una pequeña planta potabilizadora que acoplaron en su cocina. El agua tratada por esta planta era aprovechada para su consumo y la preparación de sus alimentos y las razones para adquirirla fueron económicas, ahorro en el largo plazo respecto a la compra constante de garrafones, y desconfianza en la calidad del agua de dichos garrafones.
- La tercera persona, una mujer de 52 años, aseguró que en su vivienda tenían un filtro del cual tomaban el agua para beber y la preparación de los alimentos, además de asegurar que tenían plena confianza en dicha tecnología pues llevaban muchos años utilizándola, aunque no recordaba específicamente cuantos.
- La cuarta persona, un hombre de 60 años, describió una situación similar a la persona anterior, pues en su vivienda habían instalado un filtro que les permitía beber el agua con confianza, al igual que en el caso anterior dicho filtro estaba acoplado en la cocina.
- La quinta persona en contestar afirmativamente al consumo de agua de la red con un tratamiento previo, un hombre de 73 años, afirmó que en su vivienda bebían el agua de un filtro que se encontraba en la cocina, principalmente por razones económicas, pues considera que la compra de garrafones era más costosa.
- La sexta persona en afirmar que en su vivienda bebían el agua de la llave, una mujer de 56 años de edad, aseguró que la única medida que tomaban era hervir el agua antes de beberla, medida que habían comenzado a tener recientemente pues antes compraban garrafones para satisfacer su consumo, pero consideraban más práctico hervir el agua que ya tenían en su vivienda.
- La séptima persona, un hombre de 41 años, aseguró que su familia había decidido comprar un filtro de agua en lugar de seguir con su hábito de compra de garrafones porque simplemente era más barato de esa manera.

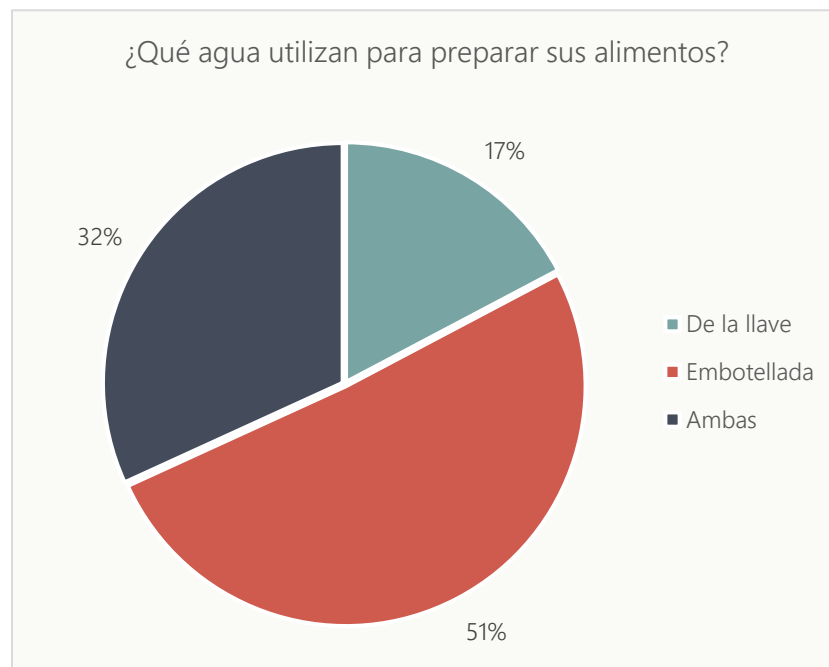
Como se puede apreciar ninguna de las personas encuestadas afirmó beber directamente el agua abastecida, la inmensa mayoría compraba garrafones y quienes recurrían a otros medios no la bebían sin antes tratar de mejorar, o asegurar, la calidad de un agua en la que de entrada no confían. Esta cifra es consistente con los hallazgos de la *Encuesta sobre Hábitos de Consumo, Servicio y Calidad del agua por hogar en el Distrito Federal* (EHSC) realizada en 2011²⁸ en la cual se encontró que el 89% de la población en la Ciudad de México no bebía el agua abastecida y que el restante 11% lo hacía sólo después de someterla a algún método de purificación (ICyTDF, 2011). De acuerdo con la Dra. Delia Montero el hábito de consumo de agua embotellada está tan arraigado que no distingue nivel de ingresos, estudio u ocupación y es en gran medida una consecuencia de la falta de información sobre la salubridad del agua abastecida y la publicidad constantes de empresas transnacionales dedicadas a la venta de este producto (Montero Contreras, 2019). A pesar de que la formación de este hábito pueda estar influenciado en gran medida por la falta de información relativa a la calidad del agua abastecida fueron muy pocas las respuestas obtenidas en esta encuesta relacionadas a este hecho y muchas más las concernientes a la percepción misma del líquido. De acuerdo con los resultados de la EHSC el descontento con la apariencia del agua (olor, color y sabor) es característico de Iztapalapa e Iztacalco y poco común en el resto de la ciudad, sin embargo, la negativa para aceptar el agua abastecida para su consumo es común en toda la capital del país.

En este sentido el Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento resaltó en su informe sobre la visita de trabajo a México que depender de agua embotellada por la desconfianza de los usuarios en la calidad del agua abastecida claramente no es una forma de atender las obligaciones del país en relación con el derecho al agua (ONU, 2017). Agregó que esta situación imponía una considerable carga financiera adicional a personas que usualmente vivían en las zonas más pobres, menoscabando así la necesaria accesibilidad y asequibilidad del abastecimiento de agua, además de que el alto consumo per cápita de agua embotellada es un indicio claro de la desconfianza de la población mexicana hacia los servicios de distribución de agua. Particularmente en su visita a Iztapalapa el Relator Especial escuchó las inquietudes de los habitantes sobre la desconfianza que les provocaba utilizar el agua abastecida pues la misma era de color oscuro, tenía mal olor y sólidos visibles, lo cual coincide con las principales quejas obtenidas en respuesta a la pregunta 7.1 de esta encuesta. Finalmente, el Relator Especial hizo un llamado al gobierno mexicano a recordar que el derecho humano al agua y el saneamiento requiere que las necesidades domésticas de todas las personas, incluidas por supuesto el agua para beber, sean la primera consideración y reciban la máxima prioridad entre los diversos usos del agua.

²⁸ La EHSC fue aplicada en 2011 como parte del proyecto *Calidad y Disminución de la demanda de Agua en la Ciudad de México* con el trabajo de estudiantes y profesores de la UAM Xochimilco, Azcapotzalco e Iztapalapa (ICyTDF, 2011).

Para la pregunta 8, ¿Qué agua utilizan para preparar sus alimentos?, existían tres posibles respuestas; de la llave, embotellada o ambas, de los 110 encuestados 19 personas contestaron que utilizaban el agua de la llave para preparar sus alimentos (17% del total encuestado), 56 personas respondieron que utilizaban únicamente agua embotellada para esta tarea (51% del total) y 35 individuos aseguraron que combinaban ambas fuentes para esta tarea, lo que representa el restante 32% del total, véase la figura 27.

Figura 27 Respuestas obtenidas a la pregunta 8

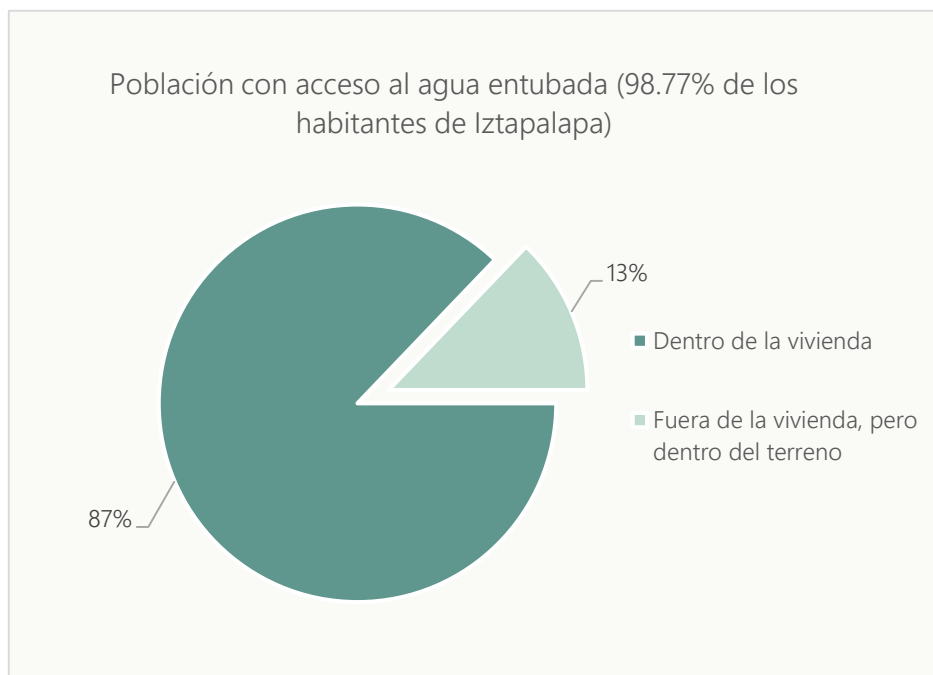


Como se puede apreciar el rechazo al agua de la llave para la preparación de alimentos no es proporcional al rechazo al consumo de la misma, el hecho de que en diversos casos el agua tenga que hervir o no sea necesariamente ingerida por las personas parece influenciar este comportamiento. A pesar de esta diferencia es notorio que la mayoría de las personas no hace uso del agua abastecida para la preparación de los alimentos por lo que se podría concluir que la gente no acepta el agua para este uso particular, ni para el consumo y sí lo hacen para el lavado de ropa y la higiene personal y de la vivienda. Debido a esto se puede inferir que la aceptabilidad del agua abastecida es incompleta en las personas encuestadas, sin embargo, resultados como los de la Dra. Delia Montero indican que en el resto de la alcaldía y la ciudad tampoco se acepta el agua abastecida para beber por lo que esta situación parece ser generalizada. A pesar de que los resultados obtenidos en la sección anterior indicaban que el área elegida para la realización de esta encuesta contaba con agua apta para consumo humano la desconfianza de la población hacia la misma era notoria, lo que no es extraño pues la calidad o salubridad del agua para consumo humano no es una noción trivial que pueda ser apreciada a simple vista en la mayoría de los casos.

IV. D. Accesibilidad al agua

De acuerdo con lo reportado en la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016), 98.77% de los más de 1.8 millones de habitantes de la alcaldía contaban con agua entubada, dentro de su vivienda (aproximadamente 1 573 064 personas) o en las inmediaciones de la misma (aproximadamente 231 764 personas), véase la figura 28. La teoría del derecho humano al agua aclara que *la accesibilidad* no significa que todas las personas deban de tener servicios de abastecimiento de agua y saneamiento dentro del hogar, pero sí presupone que estos servicios se encuentren en las cercanías o a una distancia razonable de la vivienda que se habite. A partir de estas cifras se podría hablar de un acceso físico al agua prácticamente generalizado en la alcaldía, sin embargo, esta estadística no informa sobre la continuidad, suficiencia o salubridad del agua abastecida a las viviendas sino de la existencia de infraestructura para esta tarea. En este sentido el Relator Especial para el derecho al agua y el saneamiento destacó en Iztapalapa existen miles de personas que a pesar de estar conectada a la red de agua corriente no tienen un acceso regular a la misma o bien tienen un acceso muy limitado, en régimen de rotación, y sin servicio algunos días (ONU, 2017). Debido a esto tomar en cuenta estos datos como un indicador del cumplimiento al derecho al agua es cometer un grave error que, intencionadamente o no, está ocultando deficiencias que comprometen el bienestar de las personas, sin embargo, estos mismos datos pueden utilizarse para vislumbrar la posibilidad de acceso al agua como lo indica la teoría de este derecho.

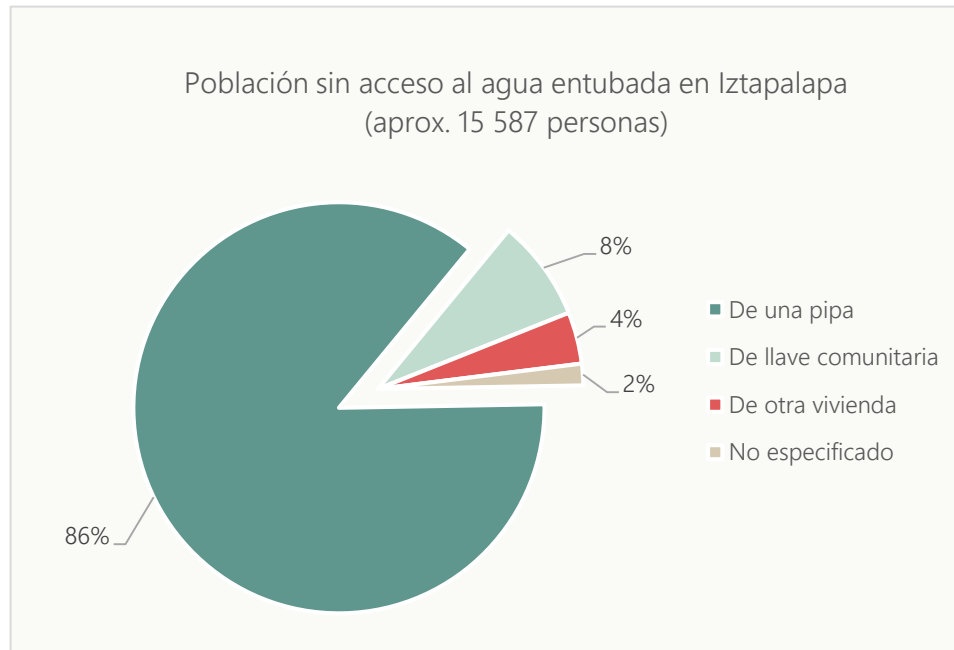
Figura 28 Accesibilidad al agua entubada reportada en Iztapalapa en 2015



Fuente: Elaboración propia con información de la base Encuesta Intercensal 2015.

Los habitantes de Iztapalapa que no tienen acceso al agua entubada en su vivienda o en las inmediaciones de la misma (aproximadamente 15 587 personas) deben de acarrear el líquido de distintas fuentes para poder hacer uso del mismo, la mayor parte de esta agua es obtenida a través de pipas (86% del total) y el resto proviene de llaves comunitarias (8%), otras viviendas (4%) o alguna otra fuente no especificada (2%), como se muestra en la figura 29.

Figura 29 Principales fuentes del agua acarreada en Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con información de la base Encuesta Intercensal 2015.

Lo establecido en este derecho indica que tanto los servicios de abastecimiento de agua como los de saneamiento deben ser físicamente accesibles y estar al alcance de todos los sectores de la población, tomando en cuenta las necesidades de grupos específicos, como las personas con discapacidad, las mujeres, los niños y los ancianos. Debido a esto se puede considerar que el acarreo es una práctica que contraviene este principio pues el trabajo requerido para hacerse de agua limita el acceso a la misma y afecta particularmente a grupos vulnerables como mujeres y niños. Muchos pueden ser los argumentos para la falta de cobertura o fallas la distribución en ciertas zonas de la alcaldía, incluidas las dificultades técnicas derivadas de abastecer de agua a comunidades asentadas en laderas pues la elevación dificulta estas tareas, sin embargo, existen otras zonas similares de la ciudad donde esto no impide el abastecimiento constante de agua. Comúnmente estas zonas elevadas y sin problemas de abastecimiento de agua son habitadas por personas de alto poder adquisitivo, lo cual a decir del Relator Especial, pone de manifiesto que las desigualdades en el abastecimiento de agua en esta ciudad están relacionadas con el nivel de riqueza y no obedecen a consideraciones técnicas (ONU, 2017).

IV. E. Asequibilidad del agua

El cobro por el servicio de abastecimiento de agua en la Ciudad de México depende tanto de la cantidad de agua consumida como del Índice de Desarrollo²⁹ asignado a la manzana en la que se encuentre el domicilio en cuestión. Existen 8 intervalos de consumo (de cero hasta más de 120 m³ por bimestre) y 4 diferentes categorías de manzana de acuerdo con el Índice de Desarrollo del SACMEX (popular, baja, media y alta), los costos del agua son diferentes para cada una de estas combinaciones y aumentan a medida que se sobrepasa el límite inferior del intervalo correspondiente. La tabla 12 resume todos los valores de las tarifas de agua aplicables de acuerdo con las modificaciones realizadas al Código Fiscal de la Ciudad de México (Gobierno de la Ciudad de México, 2018).

Tabla 12 Tarifas del servicio de abastecimiento de agua en la Ciudad de México

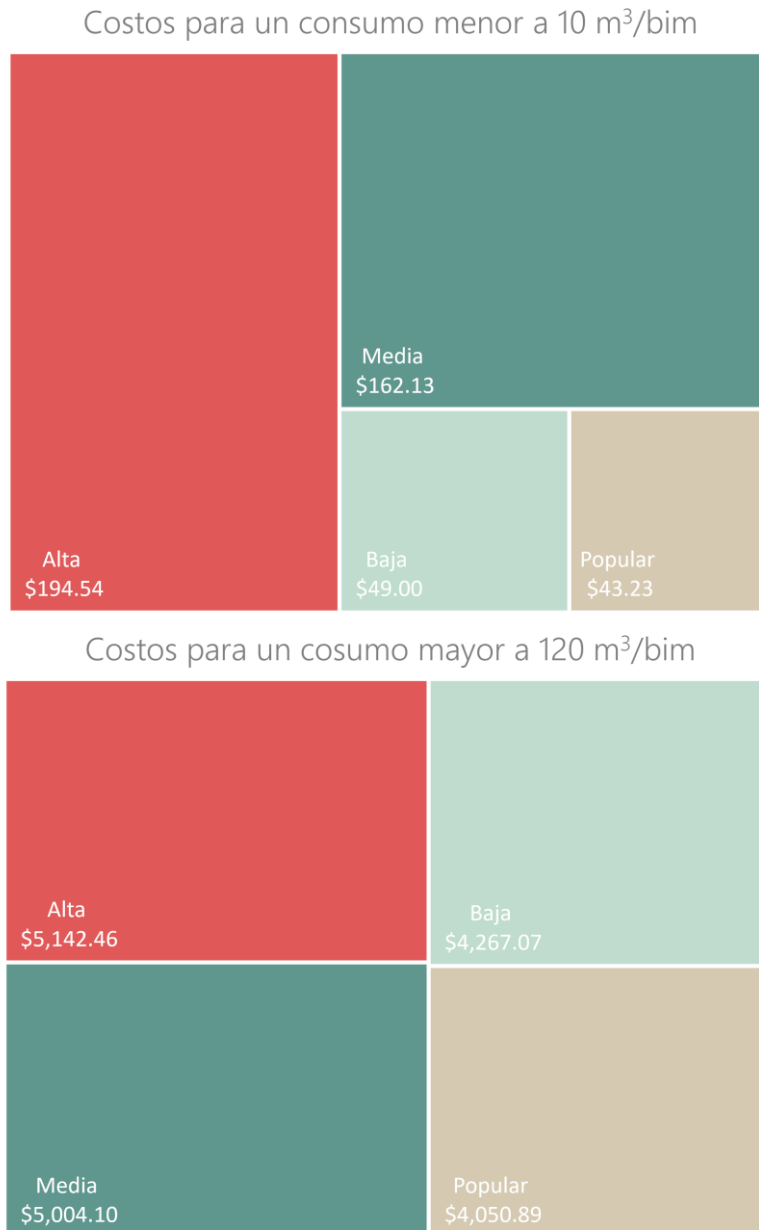
Consumo bimestral en litros		Índice de Desarrollo asignado							
		Popular		Bajo		Medio		Alto	
Límite inferior	Límite superior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1000 L excedentes al límite inferior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1000 L excedentes al límite inferior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1000 L excedentes al límite inferior	Cuota Mínima	Cuota Adicional por cada 1000 L excedentes al límite inferior
0	10 000	\$43.23	\$-	\$49.00	\$-	\$162.13	\$-	\$194.54	\$-
Mayor a 10 000	20 000	\$43.23	\$7.78	\$48.00	\$8.69	\$162.13	\$19.91	\$194.54	\$20.18
Mayor a 20 000	30 000	\$120.99	\$15.21	\$135.91	\$17.43	\$361.16	\$34.74	\$396.29	\$35.42
Mayor a 30 000	50 000	\$273.04	\$21.02	\$310.22	\$23.74	\$708.54	\$38.76	\$750.47	\$40.09
Mayor a 50 000	70 000	\$693.35	\$34.62	\$784.92	\$40.18	1,483.63	\$41.43	\$1,552.26	\$43.58
Mayor a 70 000	90 000	\$1,385.62	\$46.77	\$1,588.45	\$47.44	\$2,312.13	\$48.10	\$2,423.79	\$49.44
Mayor a 90 000	120 000	\$2,321.19	\$57.66	\$2,537.36	\$57.66	\$3,274.40	\$57.66	\$3,412.76	\$57.66
Mayor a 120 000		\$4,050.89	\$90.79	\$4,267.07	\$90.79	\$5,004.10	\$90.79	\$5,142.46	\$90.79

Es necesario mencionar que las cifras presentadas en la tabla 12 corresponden a los precios ya subsidiados del servicio de abastecimiento de agua y que el costo del servicio sin subsidio es en promedio dos veces mayor que el costo más alto de la tarifa correspondiente al Índice de Desarrollo Alto.

²⁹ El Índice de Desarrollo es un modelo geoestadístico dinámico, que calcula el nivel de desarrollo para cada manzana de la ciudad de México. De este modelo deriva la clasificación estratificada de tarifas de agua, éste toma en cuenta variables de marginación, ingresos y patrimonio (SACMEX, 2020).

El aumento en el costo del servicio no es ni lineal ni proporcional entre las categorías de consumo e Índice de Desarrollo, la figura 30 muestra la diferencia entre el costo de un mismo volumen de agua, el más bajo y el más alto, para cada una de las categorías existentes.

Figura 30 Comparación entre el costo del servicio para diferentes volúmenes



Como se puede ver entre menor sea el consumo mayor es el subsidio para las categorías más bajas del Índice de Desarrollo, sin embargo, el diseño e implementación de este sistema de bloques incrementales en la tarifa es deficiente pues los subsidios al agua no están llegando a los hogares más pobres de la ciudad (Revollo-Fernández, Rodríguez-Tapia, & Morales-Novelo, 2019). De acuerdo con los resultados de estos investigadores los hogares de menores ingresos de la ciudad se benefician de una menor proporción de los subsidios

respecto a la proporción de población que representan (distribución regresiva), mientras que los hogares de mayores ingresos se ven más favorecidos en la distribución de los mismos (distribución pro-rica). Una de las conclusiones más importantes del trabajo de estos investigadores es que con la estructura actual de las tarifas de agua los subsidios se distribuyen en relación directa al volumen de agua consumida, y dado que ésta está limitada por la cobertura y la calidad del servicio los hogares con ingresos bajos no pueden beneficiarse de la misma manera que aquellos con servicio regular. En este sentido cabe resaltar que las colonias en una zona con dictamen técnico emitido por el SACMEX y cuya colonia aparezca en la lista anual publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México que cataloga el suministro de agua como servicio por tandeo no son susceptibles a este esquema tarifario, sino que tienen una cuota bimestral fija, véase la tabla 13.

Tabla 13 Cuota aplicada a las colonias catalogadas con servicio de abastecimiento de agua por tandeo

Cuota fija	
Clasificación de la manzana	Cuota Fija Bimestral
Popular	\$427.07
Baja	\$467.28
Media	\$845.51
Alta	\$1,121.68

Para la correcta aplicación de este conjunto de reglas a la base de datos disponibles sobre consumo doméstico de agua durante la primera mitad de 2019 hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se reportaron un promedio de 3505 manzanas durante este periodo de tiempo, (3521 en el bimestre 1, 3504 en el bimestre 2 y 3490 en el bimestre 3).
- Del total de manzanas casi el 39% pertenecen a la categoría popular respecto al índice de desarrollo del SACMEX, (1583 en el bimestre 1, 1288 en el bimestre 2 y 1280 en el bimestre 3).
- Aproximadamente el 60% pertenecen a la categoría "bajo" de este índice, (1991 en el bimestre 1, 2204 en el bimestre 2 y 2198 en el bimestre 3).
- Sólo existe una manzana, de las 3505 reportadas, clasificada con un índice de desarrollo "medio" y de manera similar sólo existen 10 manzanas reportadas con un índice de desarrollo "alto", las mismas se distribuyen en tan sólo 5 colonias.
- En promedio hay 1104 manzanas reportadas con servicio mediante tandeo, de las mismas el 34% pertenecen a la categoría de índice de desarrollo "popular" (quienes pagan \$427.07/bim por el servicio) y 66% a la de "bajo" (quienes pagan \$467.28/bim por el servicio), no existen manzanas reportadas con este tipo de servicio para la categoría "medio" y sólo hay reporte de una manzana para la categoría "alto" (quienes pagan \$1121.68/bim por el servicio).

El costo por el servicio de agua fue calculado para cada una de 3505 manzanas reportadas en la base de datos de consumo doméstico de agua durante la primera mitad de 2019, tomando en cuenta el esquema de bloques incrementales en la tarifa y la cuota fija por tanteo. De los 3505 resultados obtenidos la tabla 14 muestra la cantidad promedio pagada por el servicio de abastecimiento de agua potable, por categoría y bimestre durante el periodo de tiempo analizado:

Tabla 14 Costo del servicio de agua potable durante la primera mitad del 2019 en Iztapalapa

Categoría Bimestre	POPULAR	BAJO	MEDIO	ALTO
	1	\$412.00	\$427.00	\$162.00
2	\$251.00	\$416.00	\$162.00	\$1,189.00
3	\$255.00	\$426.00	\$162.00	\$1,214.00

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) de 2018, el ingreso corriente trimestral por hogar en la Ciudad de México fue en promedio de \$79 085, con un intervalo que va desde los \$16 325 en el decil I hasta los \$301 936 en el decil X (INEGI, 2019). La metodología utilizada por el SACMEX para la elaboración del Índice de Desarrollo no especifica cómo utiliza las variables de ingreso en su modelo, sin embargo, para este cálculo se ajustaron los valores para pasar de un ingreso trimestral a uno bimestral y se interpolaron para obtener el ingreso corriente bimestral por cuartil, éstos fueron comparados con las categorías existentes en el sistema tarifario de la ciudad, véase la tabla 15.

Tabla 15 Ingreso corriente total por hogar

	Deciles									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Trimestral	\$16,325	\$25,365	\$31,673	\$38,560	\$46,049	\$55,872	\$67,755	\$86,787	\$120,523	\$301,936
Bimestral	\$10,883	\$16,910	\$21,116	\$25,707	\$30,700	\$37,248	\$45,170	\$57,858	\$80,348	\$201,291
	Cuartiles									
	I (Popular)	II (Baja)	III (Media)	IV (Alta)						
Bimestral	\$19,013	\$30,700	\$51,514	\$201,291						

A partir de los valores expresados en las tablas 14 y 15 fue posible aplicar las ecuaciones 19 y 20 descritas en el apartado IV.E. El promedio de las columnas de la tabla 14 corresponde al resultado de la ecuación 19, CF_{Ap} , es decir el costo familiar promedio del agua de consumo doméstico para el periodo analizado. Los valores de la última fila de la tabla 15 corresponden al término $I\dot{H}_{Bi}$ de la ecuación 20, es decir el ingreso promedio por hogar ajustado a un bimestre. Los resultados para cada una de las categorías se muestran a continuación:

- En promedio los hogares clasificados en la categoría *popular* (39% del total de viviendas reportadas) pagaron \$306 por el servicio de abastecimiento de agua potable en la primera mitad del 2019 y tuvieron un ingreso promedio de \$19,013, el 3% de este valor es \$570.

$$\$306 < 0.03(\$19,013) = \$570 \rightarrow \textit{Asequible}$$

- En promedio los hogares clasificados por el Índice de Desarrollo en la categoría *bajo* (60% del total de viviendas reportadas) pagaron \$423 por el servicio de abastecimiento de agua potable en la primera mitad del 2019 y tuvieron un ingreso promedio de \$30,700, el 3% de este valor es \$921.

$$\$423 < 0.03(\$30,700) = \$921 \rightarrow \textit{Asequible}$$

- Los hogares clasificados por el Índice de Desarrollo en la categoría *medio* (0.03% del total de viviendas reportadas) pagaron \$162 en promedio por el servicio de abastecimiento de agua potable en la primera mitad del 2019 y tuvieron un ingreso aproximado de \$51,514, el 3% de este valor es \$1,545.

$$\$162 < 0.03(\$51,514) = \$1,545 \rightarrow \textit{Asequible}$$

- Finalmente, las hogares clasificados por el Índice de Desarrollo en la categoría *alto* (0.3% del total de viviendas reportadas) pagaron \$1,157 en promedio por el servicio de abastecimiento de agua potable en la primera mitad del 2019 y tuvieron un ingreso aproximado de \$201,291, el 3% de este valor es \$6,039.

$$\$1,157 < 0.03(\$201,291) = \$6,039 \rightarrow \textit{Asequible}$$

Estos resultados muestran que el monto que se pagó por concepto de tarifa en la primera mitad de 2019 fue asequible en los cuatro bloques en los que se encuentra dividida la misma, aunque las categorías *medio* y *alto* son insignificantes en proporción a las otras dos, ambas categorías agrupan únicamente 11 de las aproximadamente 3505 manzanas reportadas. Como se vio en el apartado anterior y en distintos estudios previos nadie utiliza el agua abastecida para beber en la Ciudad de México, así que esta cantidad no representa el costo pagado por los hogares en ese periodo para satisfacer sus necesidades relacionadas con el derecho al agua, hace falta añadir el costo asociado al agua para consumo. De acuerdo con los resultados de la Encuesta sobre Hábitos de Consumo, Servicio y Calidad del agua por hogar en el Distrito Federal el gasto promedio mensual por la compra de agua embotellada para beber en los hogares es de \$229 mensuales (ICyTDF, 2011).

Si se añaden los \$458 correspondientes al gasto bimestral en agua embotellada a los valores anteriores se modifican de la siguiente manera:

- Categoría *popular* (39% del total de viviendas reportadas)

$$\$306 + \$458 = \$764 > 0.03(\$19,013) = \$570 \rightarrow \textit{Inasequible}$$

- Categoría *bajo* (60% del total de viviendas reportadas)

$$\$423 + \$458 = \$881 < 0.03(\$30,700) = \$921 \rightarrow \textit{Asequible}$$

- Categoría *medio* (0.03% del total de viviendas reportadas)

$$\$162 + \$458 = \$620 < 0.03(\$51,514) = \$1,545 \rightarrow \textit{Asequible}$$

- Categoría *alto* (0.3% del total de viviendas reportadas)

$$\$1,157 + \$458 = \$1615 < 0.03(\$201,291) = \$6,039 \rightarrow \textit{Asequible}$$

El ajuste de estas cifras, sin tomar en cuenta gastos complementarios como por ejemplo la compra de pipas para poder cubrir las necesidades familiares de agua no relacionadas al consumo, hacen inasequible el acceso al agua para prácticamente toda la alcaldía. Seis de cada diez viviendas reportadas están a tan sólo \$40 de diferencia de sobrepasar el límite establecido de asequibilidad y las restantes cuatro lo sobrepasan por casi \$200, esto sin contar que el 74% de las manzanas en la alcaldía no tienen ningún reporte sobre la cantidad de agua que consumen por lo que su situación se desconoce. En este sentido el Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento constató en su misión a México que quienes no recibían servicios o recibían servicios deficientes de agua eran los que sufrían el máximo impacto económico y social debido a que se veían obligados a depender de formas alternativas o suplementarias de obtener agua que eran costosas (ONU, 2017). En el caso específico de Iztapalapa el Relator Especial escuchó las quejas de distintos residentes sobre la necesidad de recurrir a camiones cisterna (pipas) para llenar contenedores en sus hogares para cubrir sus necesidades y cómo esta tarea podría costar de \$300 a \$800 por cada ocasión que lo requirieran aunados a lo que ya pagaban por la tarifa de agua (*ibíd.*). Finalmente, es necesario recordar que en el marco del derecho al agua todos los niveles de gobierno deben responder a preocupaciones relativas al aseguramiento de los mejores servicios posibles de agua para así evitar que las personas incurran en onerosos costos complementarios para atender sus necesidades y no sólo establecer tarifas que teóricamente cumplan con un umbral establecido.

V. Conclusiones

Con la información existente fue posible evaluar de manera general la proporción en la que los habitantes de Iztapalapa accedieron, en el pasado reciente, a agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico, cumpliendo así con los objetivos planteados previamente. Cada uno de estos aspectos presentó resultados particulares que dan forma a esta evaluación, los principales hallazgos se sintetizan a continuación:

Sobre la suficiencia del agua abastecida

- Es posible determinar la dotación de agua a la que tienen acceso las personas, no sólo en Iztapalapa sino en toda la Ciudad de México, y por ende es posible conocer si dicha cantidad se apega a los estándares establecidos sobre el tema.
- Para la primera mitad de 2019 el 45% de las viviendas en esta alcaldía carecieron de acceso al agua, es decir recibieron una dotación que era en promedio menor o igual a 5 litros por habitante por día.
- La mayor parte de estas viviendas sin acceso al agua se localizaban en colonias que oficialmente recibían agua de manera intermitente bajo el esquema de tandeo.
- Sólo el 1% de las viviendas reportan un acceso básico al agua, entre 5 y 20 l/hab/día, y aproximadamente 12% de las viviendas tuvieron un acceso intermedio, es decir una cantidad de agua menor a 100 l/hab/día.

- En promedio el 41% de las viviendas contaban con un acceso óptimo al agua, los habitantes disponían de al menos 100 litros de agua diariamente, la mayor parte de estas viviendas se localizaban en los límites de las alcaldías de Iztacalco, Benito Juárez y Coyoacán.
- El análisis de los datos demuestra que el tandeo en Iztapalapa no sólo afecta la continuidad del servicio en las viviendas, sino que la cantidad total suministrada es sumamente baja puesto que en ninguna de las colonias en esta situación se registró un acceso óptimo al agua.
- La dotación de agua promedio en Iztapalapa para la primera mitad de 2019 fue de 80.45 l/hab/día, lo cual corresponde a un acceso intermedio al agua, sin embargo, la misma enmascara el hecho de que casi la mitad de la alcaldía carece de acceso a la misma.

Sobre la salubridad del agua abastecida

- La evaluación de la calidad del agua a partir de los registros del año más completo sobre el tema demuestra que no existe un monitoreo consistente de los parámetros establecidos en la normatividad vigente, 5 de las 12 plantas evaluadas carecían de la información necesaria para realizar esta tarea.
- En los casos para los que sí existe información es notorio que el proceso y/o la operación misma de las plantas no son adecuados para asegurar la salubridad del agua tratada pues en 6 de 7 casos se sobrepasó la concentración límite de al menos uno de los 21 parámetros evaluados.
- De las 12 plantas evaluadas, de un total de 29 existentes en Iztapalapa, solamente una cumplió con las condiciones mínimas establecidas por el índice propuesto para considerar que el agua abastecida era apta para uso y consumo humano.
- No existen registros que confirmen que existe una vigilancia exhaustiva del control de la calidad del agua abastecida ni evidencia de que dicha información sea proporcionada a los usuarios de manera sistemática.
- Dada la configuración de la red de distribución de agua en la alcaldía, la falta de certeza sobre el origen y destino de la misma, el escaso monitoreo de su calidad y el incumplimiento de la normatividad vigente no es posible garantizar la salubridad del agua que se abastece en esta demarcación.

Sobre la aceptabilidad del agua abastecida

- Los resultados obtenidos para la zona de estudio elegida demuestran que la población no reportó ningún problema para la utilización de la misma para el lavado de ropa, las actividades de aseo personal ni para la limpieza del hogar.
- En esta misma zona los resultados muestran una completa aversión al consumo del agua abastecida y un rechazo mayoritaria a su uso en la preparación de alimentos.
- La negativa de los usuarios a beber el agua abastecida en la zona de estudio coincide con lo reportado en la literatura para toda la Ciudad de México, lo que parece indicar que la aceptabilidad del agua abastecida es incompleta no sólo en Iztapalapa sino en toda la ciudad.

Sobre la accesibilidad del agua abastecida

- Prácticamente la totalidad de los habitantes de Iztapalapa tienen un acceso físico apropiado a infraestructura de abastecimiento de agua, sin embargo, esta situación no equivale al cumplimiento del derecho al agua y el uso de estas cifras por parte de las autoridades oculta graves faltas al mismo.

Sobre la asequibilidad del agua abastecida

- El monto que se paga por concepto de tarifa, en los cuatro bloques en los que se encuentra dividida la misma, es menor al umbral del 3% del ingreso familiar por lo que puede considerarse como un gasto asequible.
- El monto que los hogares pagan para satisfacer sus necesidades relacionadas con el derecho al agua es mayor al que pagan por concepto de tarifa pues requieren hacerse de agua que consideren apta para el consumo.
- El costo estimado para que los habitantes de Iztapalapa accedan al agua necesaria para cubrir los usos personales y domésticos establecidos en el derecho humano al agua es superior al umbral establecido del 3% del ingreso familiar para prácticamente todos los hogares de la alcaldía.

De manera general se puede aseverar que el derecho humano al agua en Iztapalapa es vulnerado de manera sistemática debido a que la mayoría de las viviendas reciben cantidades de agua insuficientes y no es posible garantizar la salubridad del agua abastecida imposibilitando el consumo de la misma. Adicionalmente, el cubrir estas deficiencias representa una carga económica onerosa para prácticamente todos los habitantes de la alcaldía, pues se ven obligados a recurrir a formas suplementarias de abastecimiento que merman sus recursos de manera constante, comprometiendo así su desarrollo. Es importante señalar de manera concreta la severidad de los problemas de abastecimiento de agua existentes en esta demarcación, cuestionando las narrativas que identifican y asocian a este territorio y sus habitantes con los mismos, sin ahondar en el origen y la responsabilidad de las autoridades en esta situación. Estos señalamientos también son necesarios para exigir el cumplimiento de la normatividad existente, cuestionar su pertinencia y promover un diálogo hacia la modificación o creación de políticas públicas que permitan una vigilancia real y exhaustiva del cumplimiento de éste y otros derechos relacionados. De acuerdo con las *Guías para la calidad del agua potable* de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) garantizar la seguridad del agua potable es posible a través del establecimiento de un sistema con objetivos basados en la salud establecidos por una autoridad sanitaria competente, infraestructura y sistemas adecuados y gestionados apropiadamente y un sistema de vigilancia independiente.

Los resultados obtenidos demuestran que a pesar de la existencia de objetivos establecidos por las autoridades de salud del país el sistema de abastecimiento de agua de la Ciudad de México, particularmente en Iztapalapa, tiene carencias en su infraestructura, planificación, seguimiento y gestión interna que impiden garantizar la seguridad del agua abastecida. Sin embargo, el punto que más resalta es la ausencia de un sistema de vigilancia independiente, separado del control de calidad interno de los organismos encargados de proveer el agua, que permita proteger la salud pública evitando el conflicto de intereses que surge cuando los organismos se vigilan a sí mismos. De acuerdo con la misma Organización Mundial de la Salud este tipo de vigilancia contribuye a la protección de la salud pública al promover la mejora de la calidad, cantidad, accesibilidad, cobertura, asequibilidad y continuidad del suministro de agua potable (OMS, 2018). Esta misma institución destaca que las agencias encargadas del suministro de agua potable son responsables de asegurar la calidad del agua abastecida preparando e implementado planes de gestión que protejan el sistema y controlen los procesos para garantizar que el agua abastecida presente un riesgo insignificante para la salud pública y sea aceptable para los consumidores. Este tipo de estrategias son conocidas como Planes de Seguridad del Agua (PSA), éstos comprenden la evaluación y el diseño del sistema, el seguimiento operativo y la planificación de la gestión, siguiendo un enfoque de gestión sistémica que aborde todos los aspectos del suministro de agua potable.

Es claro que el análisis realizado y los resultados obtenidos son necesarios para la creación e implementación de un Plan de Seguridad del Agua que permita resolver la mayor parte de los problemas identificados en este trabajo, asegurando así la calidad del agua abastecida

no sólo en Iztapalapa sino en toda la ciudad. Hacer realidad el desarrollo y la correcta implementación de un Plan de Seguridad del Agua para la Ciudad de México junto con la designación/creación de una agencia de vigilancia externa con autoridad para determinar si el SACMEX cumple con sus obligaciones respecto a dicho plan deberían de ser las políticas públicas prioritarias en torno al tema del agua. Los beneficios principales de desarrollar e implementar un Plan de Seguridad del Agua derivan de la evaluación y priorización sistemática y detallada de los peligros, el monitoreo operativo y la mejora de la documentación proporcionando así un sistema organizado y estructurado para minimizar la posibilidad de falla ante contingencias o eventos imprevistos. La vigilancia independiente, externa y sistemática de la totalidad del sistema de agua potable, respaldada por una legislación sólida y aplicable, permitiría hacer valer el vínculo explícito entre las reglamentaciones sobre la calidad y cantidad del agua potable y la protección de la salud, tal como se expresa en el derecho humano al agua. Finalmente, sería recomendable extender este tipo de evaluación para toda la Ciudad de México para poder informar distintas políticas públicas comparando la calidad del servicio entre distintas zonas de la ciudad, su relación con la cantidad de agua consumida, el sistema tarifario y los patrones existentes en la prestación de este servicio.

Referencias

- Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2012). *Water quality indices*. Elsevier.
- Anglés Hernández, M. (2016). *Agua y derechos humanos*. Ciudad de México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). *Estudio sobre agua embotellada en México. Encuesta Pulso Mercadológico*.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2012). *Modelo de Marco Institucional para la Gestión de los Recursos Hídricos en el Valle de México*.
- Banco Mundial. (2013). *Agua urbana en el Valle de México: ¿un camino verde para mañana?* México: Banco Mundial.
- Boltivink, J. (06 de Noviembre de 2009). Economía moral, Agua y pobreza | Acceso al agua: determinante de la pobreza y determinado por ésta. *La jornada*. Recuperado el 22 de enero de 2019, de <https://www.jornada.com.mx/2009/11/06/index.php?section=opiniones&article=028o1eco>
- Breña Puyol, A. F., & Breña Naranjo, J. A. (2009). Problemática del recurso agua en grandes ciudades: zona metropolitana del valle de México. *Contactos*(74), 10-18.
- Chiesa, V., Manzini, R., & Noci, G. (1999). Towards a sustainable view of the competitive system. *Long Range Planning*, 32(5), 519-530.
- CNDH. (10 de Octubre de 2019). *¿Qué son los derechos humanos?* Obtenido de <https://www.cndh.org.mx/index.php/derechos-humanos/que-son-los-derechos-humanos>
- CONAGUA. (2009). *Estadísticas del Agua en la Región Hidrológico-Administrativa XIII*. Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México.
- CONAPO. (2011). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010*. México D.F.: Consejo Nacional de Población.
- Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal. (2010). *Índice de Desarrollo Social de las Unidades Territoriales del Distrito Federal/IEDS (Delegaciones-Colonias-Manzanas)*. Ciudad de México.

- Courtis, C., & Abramovich, V. (2002). *Los derechos sociales como derechos exigibles*. Madrid: Trotta.
- Daly, H. E. (1995). On Wilfred Beckerman's Critique of Sustainable Development. *Environmental Values*, 4(1), 49-55.
- de Alba, F., Cruz, C., & Castillo, O. A. (2014). La informalidad en la hidropolítica: Elementos para estudiar el caso de la Delegación Iztapalapa, México. En F. de Alba Murrieta, & L. Amaya Ventura (coords.), *Estado y ciudadanías del agua: cómo significar las nuevas relaciones* (págs. 20-45). Ciudad de México: UAM, Unidad Cuajimalpa.
- Domínguez Mariani, E., Vargas Cabrera, C., Martínez Mijangos, F., Gómez Reyes, E., & Monroy Herмосillo, O. (2015). Determinación de los procesos hidrogeoquímicos participantes en la composición del agua de las fuentes de abastecimiento a pobladores de la delegación Iztapalapa, D.F., México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(2), 299-313.
- Eakin, H., Lerner, A. M., Manuel-Navarrete, D., Hernández Aguilar, B., Martínez-Canedo, A., Tellman, B., . . . Bojórquez-Tapia, L. (2016). Adapting to risk and perpetuating poverty: Household's strategies for managing flood risk and water scarcity. *Environmental Science & Policy*, 66, 324-333.
- Faber, N., Jorna, R., & Van Engelen, J. (2005). The sustainability of "sustainability" —a study into the conceptual foundations of the notion of "sustainability". *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 7(1), 1-33.
- Figueroa Vega, G. E. (1984). Case History No. 9.8. Mexico., D. F., Mexico. *Guidebook to studies of land subsidence due to ground-water withdrawal: Studies and Reports in Hydrology*, 40, 217-232.
- Foro Económico Mundial. (2015). *Global Risks 2015*. Genova: World Economic Forum.
- Fragoso Sandoval, L., Ruiz y Zurvia-Flores, J. R., & Toxky López, G. (2016). La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 37(2), 29-43. Recuperado el 05 de marzo de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000200003
- García Lirios, C. (2002). La cobertura de la prensa en torno a denuncias, abastecimientos y emplazamientos ante una escasez de agua en Iztapalapa, México. *Sociedad Hoy*, 95-113.
- Gobierno de la Ciudad de México. (31 de diciembre de 2018). Decreto por el que se Reforma, Adiciona y Deroga Diversas Disposiciones del Código

- Fiscal de la Ciudad de México. *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*, págs. 18-25.
- Gobierno de la Ciudad de México. (1 de Abril de 2019). Resolución de carácter general mediante la cual se determinan y se dan a conocer las zonas en las que los contribuyentes de los derechos por el suministro de agua en sistema medido, de uso doméstico o mixto, reciben el servicio por tandeo. *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*, págs. 39-46.
- Gobierno del Distrito Federal. (2008). *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la delagación Iztapalapa*. Ciudad de México: Corporación Mexicana de Impresión S.A. de C.V.
- González-Villareal, F., Aguirre-Díaz, R., & Lartigue, C. (2016). Percepciones, actitudes y conductas respecto al servicio de agua potable en la Ciudad de México. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(6), 41-56.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2006). *Metodología de la investigación*. México: MC. Graw Hill.
- Howard, G., & Bartram, J. (2003). *Domestic water quantity, service level and health*. Ginebra: Organización Mundial de la Saud.
- ICyTDF. (2011). *Fncuesta sobre hábitos de consumo, servicio y calidad del agua por hogar en el Distrito Federal*. Ciudad de México.
- INEGI. (2010). Marco Geoestadístico Nacional. D.F., México. Recuperado el 19 de Septiembre de 2014, de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/M_Geoestadistico.aspx
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal 2015 Síntesis metodológica y conceptual*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2016). *Encuesta Intercensal 2015*. Ciudad de México.
- INEGI. (2016). *Encuesta Intercensal 2015*. Ciudad de México. Recuperado el 26 de enero de 2019, de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- INEGI. (2019). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2018*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/>
- Kidd, C. V. (1992). The evolution of sustainability. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 5(1), 1-26.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The Limits to Growth: Report for the Club of Rome's Porject on Predicament of Mankind*. Nueva York: Universe Books.

- Miller, T. R. (2013). Constructing sustainability science: emerging perspectives and research trajectories. *Sustainability science*, 8(2), 279-293.
- Montero Contreras, D. (2019). *Instituciones y actores. Un enfoque alternativo para entender el consumo de agua embotellada en México*. Ciudad de México: Tirant lo Blanch.
- Montiel Palma, S., Armienta Hernández, M. A., Rodríguez Castillo, R., & Domínguez Mariani, E. (2014). Identificación de zonas de contaminación por nitratos en el agua subterránea de la zona sur de la Cuenca de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(2), 149-165.
- OMS. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda (4a ed + 1a adenda ed.)*. Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>
- ONU. (2003). *Observación general No. 15 El derecho al agua (29° período de sesiones, 2002)*. Ginebra. Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>
- ONU. (2010). *Folleto informativo N° 35: El derecho al agua*. Ginebra, Suiza: Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos (ACNUDH). Recuperado el 23 de febrero de 2019, de <https://acnurdh.org/load/2018/03/FactSheet35sp.pdf>
- ONU. (2017). *Informe del Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento acerca de su misión a México*. Asamblea General de Naciones Unidas, Consejo de Derechos Humanos, A/HRC/36/45/Add.2.
- Perló Cohen, M., & González Reynoso, A. E. (2005). *¿Guerra por el agua en el valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. Ciudad de México: PUEC-Fundación Friedrich Ebert.
- PNUD. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano 2006. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*.
- Retamal, M. R., Rojas, J., & Parra, O. (2011). Percepción al cambio climático y a la gestión del agua: aportes de las estrategias metodológicas cualitativas para su comprensión. *Ambiente & Sociedad*, 14(1), 175-194.
- Revollo-Fernández, D. A., Rodríguez-Tapia, L., & Morales-Novelo, J. A. (2019). Impacto de los subsidios al agua en los hogares pobres de la Ciudad de México. *Gestión y Política Pública*, 28(1), 39-67. doi:<http://dx.doi.org/10.29265/gyp.p.v28i1.542>

- SACMEX. (2009). *Diagnóstico de las causas que originan la contaminación del acuífero de la zona sur oriente del D.F. y sus alternativas de solución: Estudio elaborado por Lesser y Asociados, S.A. de C.V. Querétaro.*
- SACMEX. (2018). *Diagnóstico, logros y desafíos.* Ciudad de México: Helios Comunicación, S.A. de C.V. Obtenido de https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/libro_blanco-sacmex_2018
- SACMEX. (29 de abril de 2020). *Atención a Usuarios.* Obtenido de <https://www.sacmex.cdmx.gob.mx/atencion-usuarios/tarifas>
- Sheinbaum Pardo, C. (2016). *Programa de desarrollo de la delegación Tlalpan 2015-2018.* Ciudad de México.
- Soto Montes de Oca, G. (2008). *Diagnóstico sobre la situación del riesgo y vulnerabilidad de los habitantes del Distrito Federal al no contar con el servicio de agua potable, como base para el análisis del Derecho Humano al Agua y los derechos colectivos de los habitantes.* Estudio elaborado para la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT)., Ciudad de México. Recuperado el 22 de enero de 2019, de http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/Agua_potable_en_el_Distrito_Federal_-_riesgo_y_vulnerabilidad.pdf
- Stoner, J. D. (1978). *Water-quality indices for specific water uses.* Department of the Interior, Geological Survey.
- Tello Moreno, L. (2016). *La justiciabilidad del derecho al agua en México.* Ciudad de México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- UNICEF/OMS. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities.* Nueva York. Recuperado el 5 de agosto de 2019, de https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2019-full-report.pdf?ua=1
- WCED. (1987). *Our Common Future.* Nueva York: Oxford University Press. Obtenido de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- WHO. (2011). *Manganese in Drinking Water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water.* Ginebra: World Health Organization.
- Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape ecology*, 28(6), 999-1023.

Anexos

Anexo I. Hitos del derecho humano al agua y al saneamiento

Fecha	Evento	Importancia
Marzo 1977	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua, Mar del Plata.	El Plan de Acción de esta conferencia reconoció por vez primera el agua como un derecho humano y declaraba que "Todos los pueblos, cualquiera que sea su nivel de desarrollo o condiciones económicas y sociales, tienen derecho al acceso a agua potable en cantidad y calidad acordes con sus necesidades básicas".
Diciembre 1979	Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer (CEDAW).	La Convención establece una agenda para terminar con la discriminación contra la mujer y hace explícitamente referencia en su contenido tanto al agua como al saneamiento. Particularmente en el artículo 14(2)(h).
Noviembre 1989	Convención sobre los Derechos del Niño.	La Convención menciona explícitamente el agua, el saneamiento ambiental y la higiene en su artículo 24(2).
Enero 1992	Conferencia Internacional sobre Agua y Desarrollo Sostenible. Conferencia de Dublín.	El Principio 4 de la Conferencia de Dublín establece que "...es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible".
Junio 1992	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Cumbre de Río.	El capítulo 18 del Programa 21 refrendó la Resolución de la Conferencia de Mar del Plata sobre el Agua por la que se reconocía que todas las personas tienen derecho al acceso al agua potable, lo que se dio en llamar "la premisa convenida".

Septiembre 1994	Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre la Población y el Desarrollo.	El Programa de Acción de esta conferencia afirma que toda persona "tiene derecho a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluidos alimentación, vestido, vivienda, agua y saneamiento".
Diciembre 1999	Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas A/Res/54/175 "El Derecho al Desarrollo".	El artículo 12 de la Resolución afirma que "en la total realización del derecho al desarrollo, entre otros: (a) El derecho a la alimentación y a un agua pura son derechos humanos fundamentales y su promoción constituye un imperativo moral tanto para los gobiernos nacionales como para la comunidad internacional".
Septiembre 2002	Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.	La Declaración Política de la Cumbre indica "Nos felicitamos de que la Cumbre de Johannesburgo haya centrado la atención en la universalidad de la dignidad humana y estamos resueltos, no sólo mediante la adopción de decisiones sobre objetivos y calendarios sino también mediante asociaciones de colaboración, a aumentar rápidamente el acceso a los servicios básicos, como el suministro de agua potable, el saneamiento, una vivienda adecuada, la energía, la atención a la salud, la seguridad alimentaria y la protección de la biodiversidad".
Noviembre 2002	Observación General nº 15. El derecho al agua.	La Observación General 15 interpreta el Pacto sobre Derechos Económicos, Sociales y Culturales de 1966 reafirmando el derecho al agua en la legislación internacional. Esta Observación proporciona algunas orientaciones para la interpretación del derecho al agua, enmarcándolo en dos artículos: el artículo 11, que reconoce el derecho a un nivel de vida adecuado, y el artículo 12, que reconoce el derecho a disfrutar del más alto nivel de salud posible. La Observación establece de forma clara las obligaciones de los Estados Parte en materia de derecho humano al agua y define qué acciones podrían ser consideradas como una violación del mismo.

<p>Julio 2005</p>	<p>Proyecto de directrices para la realización del derecho al agua potable y al saneamiento. E/CN.4/Sub.2/2005/25.</p>	<p>Este proyecto de directrices, incluido en el informe del Relator Especial para el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, El Hadji Guissé, y solicitado por la Subcomisión de Promoción y Protección de los Derechos Humanos, pretende asistir a los responsables de la elaboración de políticas a nivel de los gobiernos y las agencias internacionales y los miembros de la sociedad civil que trabajan en el sector del agua y el saneamiento a que hagan realidad el derecho al agua potable y al saneamiento. Estas directrices no pretenden dar una definición jurídica del derecho al agua y al saneamiento sino proporcionar orientación para su ejecución.</p>
<p>Noviembre 2006</p>	<p>Consejo de Derechos Humanos, Decisión 2/104.</p>	<p>El Consejo de Derechos Humanos "solicita a la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos que, teniendo en cuenta las opiniones de los Estados y otros interesados, efectúe, dentro de los límites de los recursos existentes, un estudio detallado sobre el alcance y el contenido de las obligaciones pertinentes en materia de derechos humanos relacionadas con el acceso equitativo al agua potable y el saneamiento, que imponen los instrumentos internacionales de derechos humanos, que incluya conclusiones y recomendaciones pertinentes al respecto, para su presentación al Consejo antes de su sexto período de sesiones".</p>
<p>Diciembre 2006</p>	<p>Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad.</p>	<p>El artículo 28 define el derecho de las personas con discapacidad a un nivel de vida adecuado para ellas y sus familias y 28(2) "los Estados Parte reconocen el derecho de las personas con discapacidad a la protección social y a gozar de ese derecho sin discriminación por motivos de discapacidad, y adoptarán las medidas pertinentes para proteger y promover el ejercicio de este derecho, entre ellas: (a) Asegurar el acceso en condiciones de igualdad de las personas con discapacidad a servicios de agua potable y su acceso a servicios, dispositivos y asistencia de otra índole adecuados a precios asequibles para atender las necesidades relacionadas con su discapacidad".</p>

Agosto 2007	Informe del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos sobre el alcance y los contenidos de las obligaciones pertinentes en materia de derechos humanos relacionados con el acceso equitativo al agua potable y el saneamiento que imponen los instrumentos internacionales de derechos humanos.	Siguiendo la Decisión 2/104 del Consejo de Derechos Humanos, el informe del Alto Comisionado de Naciones Unidas para los Derechos Humanos establece que "Es ahora el momento de considerar el acceso al agua potable saludable y al saneamiento como un derecho humano, definido como el derecho a un acceso equitativo y no discriminatorio a una cantidad suficiente de agua potable saludable para el uso personal y doméstico... que garantice la conservación de la vida y la salud".
Marzo 2008	Consejo de Derechos Humanos, Resolución 7/22.	Mediante esta Resolución el Consejo de Derechos Humanos decide nombrar, por un período de 3 años, a un experto independiente sobre la cuestión de las obligaciones en materia de derechos humanos relacionadas con el acceso al agua potable y el saneamiento.
Octubre 2009	Consejo de Derechos Humanos, Resolución 12/8.	En esta resolución, el Consejo de Derechos Humanos acoge con satisfacción la consulta con la experta independiente sobre la cuestión de las obligaciones en materia de derechos humanos relacionadas con el acceso al agua potable y al saneamiento, recibe el primer informe anual de la experta independiente y, por vez primera, reconoce que los Estados tienen la obligación de abordar y eliminar la discriminación en materia de acceso al saneamiento, instándolos a tratar de forma efectiva las desigualdades a este respecto.
Julio 2010	Asamblea General de las Naciones Unidas, Resolución A/RES/64/292.	Por vez primera, esta resolución de las Naciones Unidas reconoce oficialmente el derecho humano al agua y al saneamiento y asume que el agua potable pura y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. La Resolución insta a los Estados y a las organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, a apoyar la capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, en particular a los países en vías de desarrollo,

		a suministrar unos servicios de agua potable y saneamiento seguros, limpios, accesibles y asequibles para todos.
Septiembre 2010	Consejo de Derechos Humanos, Resolución A/HRC/RES/15/9.	Siguiendo la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas, esta resolución del Consejo de Derechos Humanos de la ONU afirma que el derecho al agua y al saneamiento es parte de la actual ley internacional y confirma que este derecho es legalmente vinculante para los Estados. También exhorta a los Estados a desarrollar herramientas y mecanismos apropiados para alcanzar progresivamente el completo cumplimiento de las obligaciones relacionadas con el acceso seguro al agua potable y al saneamiento, incluidas aquellas zonas actualmente sin servicio o con un servicio insuficiente.
Abril 2011	Consejo de Derechos Humanos, Resolución A/HRC/RES/16/2.	En esta resolución, el Consejo de Derechos humanos decide "prorrogar el mandato de la actual titular de mandato como Relatora Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento por un período de tres años" y "Alienta al/a la Relator/a Especial a que, en el desempeño de su mandato... Promueva la plena realización del derecho humano al agua potable y el saneamiento, entre otros medios, siguiendo prestando especial atención a las soluciones prácticas en relación con el ejercicio de dicho derecho, particularmente en el contexto de las misiones a los países, y siguiendo los criterios de disponibilidad, calidad, accesibilidad física, asequibilidad y aceptabilidad".

Fuente: Adaptado de UN-Water Decade Programme on Advocacy and Communication (UNW-DPAC) *The Human Right to Water and Sanitation Milestones* <https://www.un.org/waterforlifedecade/index.shtml>.

Anexo II. Cantidad de agua doméstica, nivel de servicio y salud

De acuerdo con los autores de este estudio, Guy Howard y Jamie Bartram, hasta antes de la publicación del mismo en 2003, no existía una guía u orientación de carácter oficial sobre la cantidad de agua necesaria en los domicilios para conservar y promover la buena salud. El estudio que realizaron se dio a la tarea de revisar los requisitos de agua necesarios para cubrir las necesidades de consumo e higiene básica con el fin de proponer un valor mínimo aceptable sobre la dotación de agua requerida para mantener la salud. Tomando en cuenta que una mujer lactante que realiza actividades físicas a temperaturas superiores a la media requiere de un mínimo de 7.5 litros al día se supuso que esa cantidad cumpliría los requisitos de consumo de la mayoría de las personas en condiciones diversas, suponiendo que la misma fuera de una calidad que representara un nivel de riesgo tolerable. A pesar de este supuesto los autores aclaran que definir un valor mínimo único tiene una importancia limitada, ya que el volumen de agua utilizado por los hogares, de acuerdo con diversos estudios, depende de la accesibilidad a la misma, determinada principalmente por la distancia y el tiempo de recolección, pero también incluye la confiabilidad y el costo potencial. Ante tal disyuntiva se propuso clasificar el acceso al agua en términos del nivel de servicio, correlacionando el volumen diario de agua disponible por persona con la manera en la que se accede al mismo y su relación con los posibles efectos a la salud, la siguiente tabla resume los cuatro niveles de servicio en que los autores clasificaron el acceso al agua y de la cual se desprende la recomendación sobre un acceso al agua de entre 50 y 100 l/hab/día.

Nivel del Servicio	Medición del Acceso	Necesidades Atendidas	Nivel del Efecto en la Salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/hab/día)	Más de 1000 m o 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo.- no se puede garantizar Higiene.- no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 l/hab/día)	Entre 100 y 1000 m o de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo.- se debe asegurar Higiene.- el lavado de manos y la higiene básica alimentaria es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/hab/día)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m o 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo.- asegurado Higiene.- la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 l/hab/día o más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo.- se atienden todas las necesidades Higiene.- se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Anexo III. Sobre las implicaciones del juicio de amparo 381/2011 y el recurso de inconformidad 49/2014

La descripción de este caso se basa en el trabajo realizado por Luisa Fernanda Tello Moreno en *La justiciabilidad del derecho al agua en México* (2016), para mayor detalle véase el apartado 2 del capítulo V de dicha obra, y la resolución de la Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación a la inconformidad número 49/2014 expuesta por el ministro José Ramón Cossío Díaz.

El caso trata de una persona de escasos recursos, cuyo nombre y diversos datos se omite a favor de su privacidad respetando el artículo 3° fracción II, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, que en junio de 2009 presentó ante el Ayuntamiento de Xochitepec, Morelos, una petición a la autoridad para realizar las acciones necesarias para que el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del municipio celebrara los contratos y realizara las obras necesarias para instalar el sistema de distribución de agua potable y de recolección de aguas negras y pluviales hasta su domicilio.

La resolución de este caso requirió de diversos trámites y procesos legales, en primera instancia existió un juicio de amparo previo en el cual se reclamaba una violación del derecho de petición ante la cual el presidente municipal emitió un oficio que no daba certeza de la satisfacción de la demanda de la quejosa. Ante esta respuesta la parte demandante promovió un juicio de amparo indirecto, que fue sobreseído por una juez que consideró que la persona no acreditaba ser habitante del lugar de manera legal. Esta sentencia se consideró insatisfactoria por lo que se interpuso un recurso de revisión, resuelto por el Segundo Tribunal Colegiado del Décimo Octavo Circuito, el 8 de marzo de 2012. Esta sentencia revocó la decisión anterior y otorgó el amparo a la quejosa para los efectos de que se tomaran las medidas necesarias para satisfacer sus demandas. Dicha sentencia fue emitida en marzo de 2012, por lo que el tribunal colegiado tomó en cuenta la reforma constitucional del derecho al agua, publicada con un mes de anterioridad, estableciendo que el artículo 4° contiene un derecho subjetivo al declarar que toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible; que el acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico puede entenderse como un derecho humano indispensable para vivir dignamente y es condición previa para otros derechos humanos.

Finalmente se concluyó que el derecho al acceso al agua era reclamable a través del juicio de amparo; que la autoridad municipal no justificó los motivos que le impedían otorgar a la quejosa los servicios solicitados; que la autoridad vulneró el artículo 4° constitucional; consideró que resultaban inválidas las objeciones que argumentaban la imposibilidad de otorgar el servicio público de agua a la quejosa y demás habitantes de la colonia por carecer de la infraestructura necesaria, ya que en las colonias vecinas, presumiblemente de mayores ingresos económicos, sí se contaba con los servicios, lo que demostraba la violación al principio de igualdad.

De acuerdo con Luisa Fernanda Tello esta decisión fue una de las primeras en las que se observa un cambio de paradigma respecto de la exigibilidad de los derechos sociales en el país; aunque el tribunal omitió detallar en la sentencia los plazos para que las autoridades concluyeran las obras requeridas para otorgar los servicios solicitados ni las cantidades de dotación de agua a suministrar por medio

de pipas, dicha sentencia protege ampliamente a la quejosa con el fin de que pueda ejercer su derecho al agua y al saneamiento. Posteriormente, en este mismo caso, la quejosa presentó la inconformidad 49/2014, dado que la jueza del cuarto distrito en el estado de Morelos, dio por cumplida la sentencia de amparo sin datos probatorios del cumplimiento cabal de la misma, pues a pesar de haber suscrito el contrato por el servicio de agua potable, la dotación recibida era irregular; no existían parámetros probatorios respecto a los factores de disponibilidad, calidad, accesibilidad física, asequibilidad o accesibilidad económica y no discriminación; por lo que se consideró que la jueza no realizó una interpretación amplia del derecho humano al agua, ni reparó la violación.

Al respecto, la Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, consideró que la sentencia de amparo no se encontraba cumplida en virtud de diversas consideraciones, entre las que destacan que:

- No se había acreditado plenamente que la quejosa tuviera acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico de forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. Esto es sumamente importante pues indica que existen parámetros de cumplimiento de cada uno de estos factores y el no cumplirlos implica una vulneración a un derecho individual y este puede ser reclamado a través de las instancias legales apropiadas. En esta misma resolución se establece que el saneamiento de agua para consumo personal y doméstico, salubre, aceptable y asequible, se cumplía al someter el agua a estudios de laboratorio que la consideraban apta para el uso y consumo humano, acreditaba que la quejosa tenía razón respecto a la confusión del término saneamiento, que se equiparó con el de calidad del agua, por lo que declaró fundado el argumento de que habían sido soslayadas las características que debía presentar el agua suministrada. En este caso también es importantes señalar que este argumento elabora en el hecho de que la determinación de la calidad del agua no permite conocer todas las características necesarias para el cumplimiento del derecho humano al agua.
- Esta resolución también dio razón a la quejosa en el sentido de que para tener por cumplido el fallo protector no bastaba con acreditar la existencia de una toma de agua en su domicilio y que se soslayaron los parámetros internacionales respecto a la cantidad mínima de agua requerida por persona al día. Refirió que los criterios de racionalidad y equidad se predicaron de manera dogmática, sin un análisis específico de por qué se llegaba a esa determinación y señaló que el Tribunal Colegiado, al conceder el amparo hizo referencia a que "la cantidad de agua disponible para cada persona debería corresponder a las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS)", por lo que para dar por cumplida la sentencia, se debieron analizar exhaustivamente las constancias para determinar si la distribución del agua era equitativa y conforme a las directrices de la OMS.

Luisa Fernanda Tello destaca de esta sentencia la enunciación explícita de la observación de los parámetros internacionales respecto a la cantidad del agua considerada suficiente para el consumo personal y doméstico, la interpretación del derecho como condición para una vida digna y el goce de otros derechos humanos, así como la realización de todas las medidas necesarias para la dotación del recurso y las medidas provisionales para satisfacer el derecho, hasta que no se cumpliera con el otorgamiento del acceso al agua conforme a las condiciones establecidas. Sin embargo, también destaca lo poco deseable que sería que la justiciabilidad de este derecho dependiera del juicio de amparo porque esto significaría que la operación administrativa del Estado en la materia, seguiría siendo obsoleta, injusta e inequitativa.

Anexo IV. Metodología utilizada por el *Joint Monitoring Programme* para la evaluación de los avances en materia de agua potable a nivel mundial

El Programa Conjunto de Monitoreo para el suministro de agua, saneamiento e higiene (JMP, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (OMS/UNICEF) produce estimaciones comparables internacionalmente del progreso en agua potable, saneamiento e higiene (WASH, por sus siglas en inglés) y es responsable del monitoreo global de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con estos servicios. En su informe *Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene* el JMP presenta estimaciones actualizadas nacionales, regionales y mundiales de WASH en los hogares para el período 2000-2017. El JMP utiliza escaleras de servicio para rastrear la reducción progresiva de las desigualdades en los niveles de servicio entre y dentro de los países, basados en las referencias desarrolladas por Guy Howard y Jamie Bartram, para mayor referencia véase el Anexo II.

Los Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible incluye varios objetivos para reducir progresivamente las desigualdades relacionadas con los servicios de abastecimiento de agua potable, saneamiento e higiene. Particularmente el ODS 6 tiene como objetivo "garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos" e incluye objetivos para el acceso universal al agua, particularmente la meta 6.1 que se define a continuación:

Meta: 6.1 Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo a agua potable segura y asequible para todos

Indicador: 6.1.1 Proporción de la población que utiliza servicios de agua potable gestionados de forma segura

Los servicios de agua potable gestionados de forma segura a los que hace referencia el indicador 6.1.1 se definen como el uso de una fuente mejorada de agua potable, es decir agua entubada, pozos y/o manantiales protegidos, agua de lluvia y agua envasada o entregada en contenedores, que a la vez deben de cumplir con ser:

- Accesible localmente: ubicada dentro de la vivienda, patio o terreno
- Disponible cuando sea necesario: suficiente agua disponible o al menos 12 horas de servicio por día
- Libre de contaminación: cumple con los estándares de contaminación fecal (E. coli) y contaminación química prioritaria (arsénico y flúor)

Para hacer una estimación de los servicios gestionados de forma segura el JMP combina la información sobre el uso de fuentes mejoradas de agua potable con la información sobre la accesibilidad, disponibilidad y calidad del agua potable. Las estimaciones se basan en el valor mínimo de estos criterios o, cuando las estimaciones están disponibles tanto para zonas rurales como urbanas, un promedio ponderado de la población de los dos. El JMP informa sobre las estimaciones para el suministro de agua potable administrada de manera segura, siempre que haya información disponible para al menos el 50 por ciento de la población sobre estas tres características, calidad, accesibilidad y disponibilidad. El siguiente diagrama ilustra el proceso de evaluación realizado por el JMP.

AL MENOS ACCESO
BÁSICO AL SERVICIO
DE AGUA POTABLE

Significa que la cantidad promedio no puede superar 20 l/hab/día y que el acceso a la fuente está entre 100 y 1000 m o de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección. Con esta cantidad el consumo se debe de asegurar, pero sólo el lavado de manos y la higiene básica alimentaria es posible; es difícil garantizar el lavado de ropa y el baño a no ser que se practique en la fuente. Todo esto conlleva una estimación de un alto impacto en la salud.

SERVICIOS DE AGUA
POTABLE GESTIONADOS
DE FORMA SEGURA

En términos prácticos significa tener agua salubre, como lo especifica el derecho humano al agua, en México esto se equipararía con el cumplimiento de la NOM 127 de calidad de agua, sin embargo, el JMP evalúa sólo 3 indicadores.

LIBRE DE
CONTAMINACIÓN

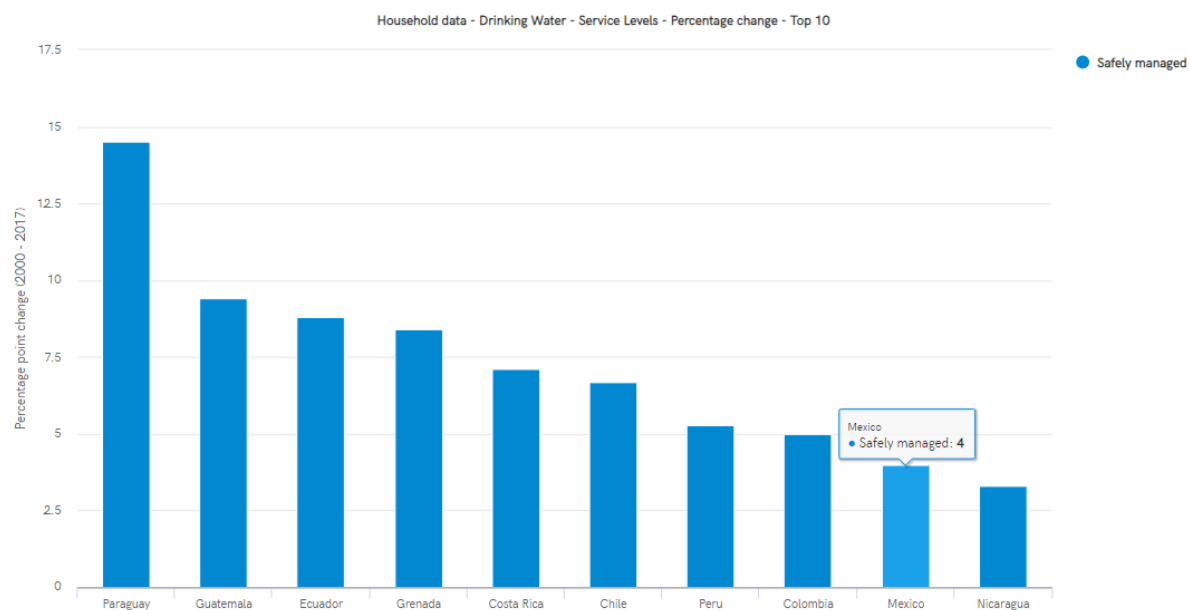
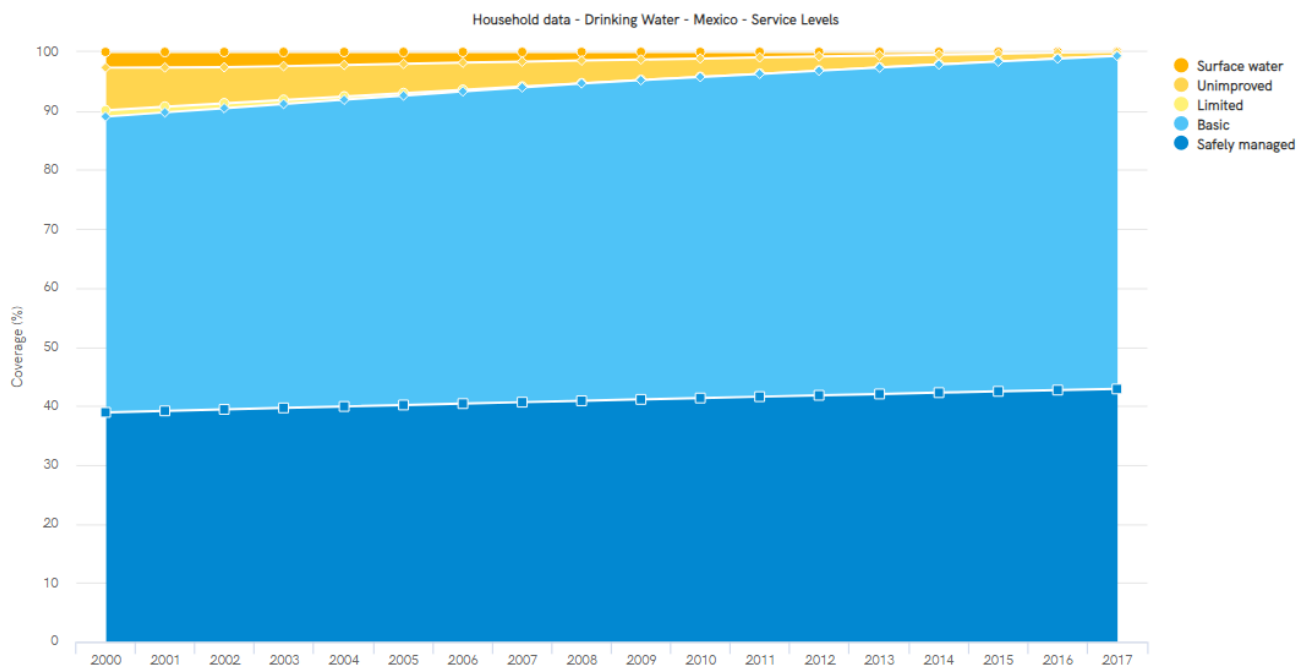
Esta característica se interpreta como continuidad del agua abastecida, o suficiencia en el volumen total abastecido, atributo que no se conforma en su totalidad con la teoría del derecho humano al agua.

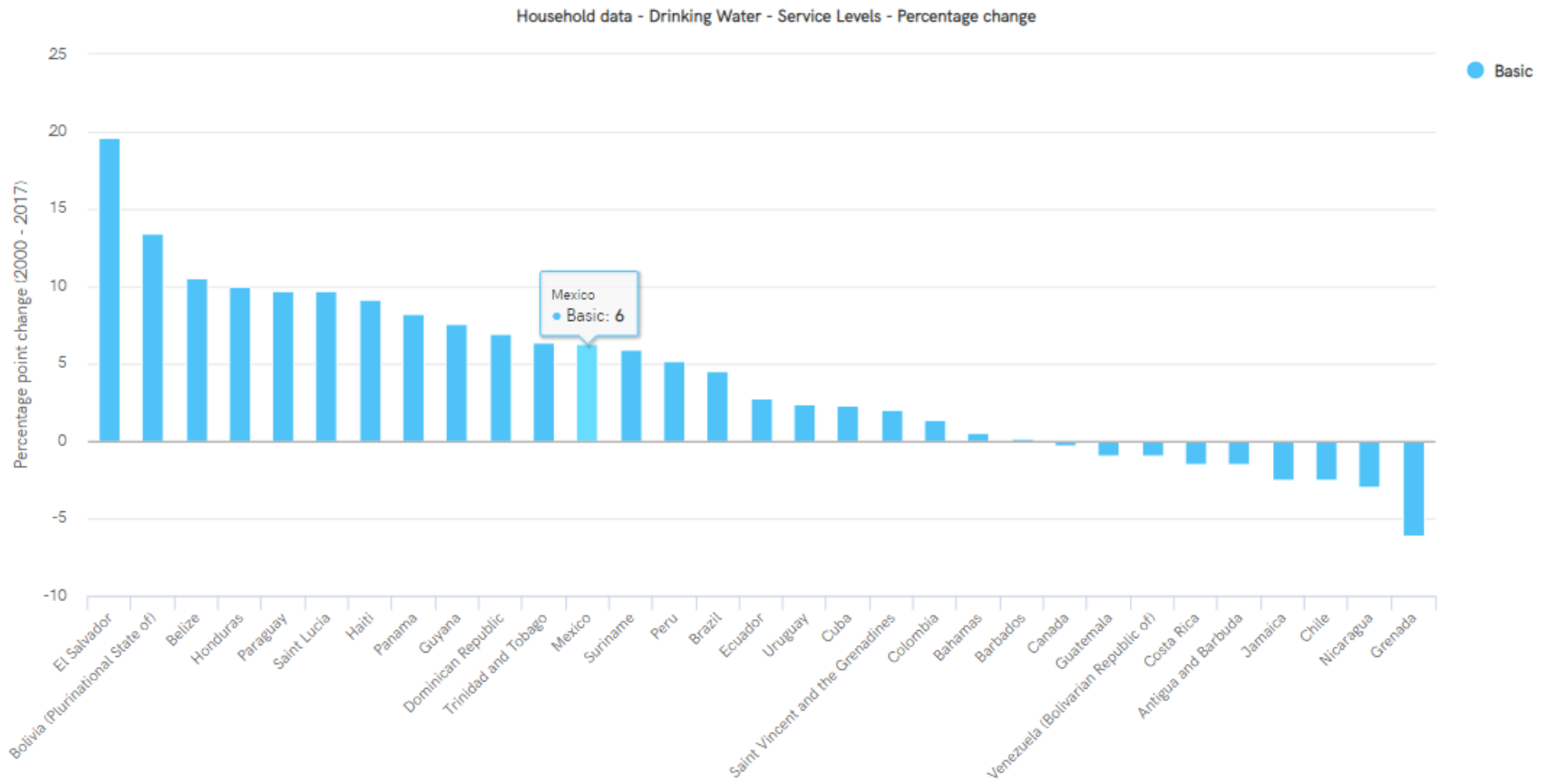
DISPONIBLE
CUANDO SE
NECESITE

ACCESIBLE EN LO
LOCAL

Esta característica habla de accesibilidad física, atributo que forma parte de la teoría del derecho humano al agua y es el único medido en México de manera extensa.

Evaluado de esta manera y para el año 2017 en México sólo el 43% de la población recibía agua de servicios que cumplieran con las características de los servicios gestionados de forma segura, mientras que más de la mitad de la población sólo contaba con acceso básico. De 2000 a 2017 el país aumentó un 4% su cobertura de servicios gestionados de forma segura, pasó de 39% a 43%, en el mismo periodo aumentó un 6% su acceso a servicios básicos, pasó de 50% a 56%, de igual manera se redujo de 7 a 1% la proporción de personas con acceso a servicios no mejorados de abastecimiento y prácticamente se erradicó el uso de agua superficial para abastecimiento en el mismo periodo, de acuerdo con el JMP.





Fuente: <https://washdata.org/data/household#!/>

El JMP consultó 58 reportes nacionales con información sobre acceso al agua potable, los cuales abarcan un periodo de 30 años, en algunos casos son estadísticas de temas específicos, como por ejemplo gasto en los hogares, y tienden a retomar datos de censos generales o encuestas específicas de vivienda. En muchos casos el JMP no fue capaz de obtener la información requerida para la elaboración de sus cálculos debido a que los datos no existían o no se desagregaban al nivel requerido, la tabla de esta página muestra la plantilla de indicadores que se usó para extraer información de las fuentes consultadas. Los datos obtenidos se trataron de clasificar distinguiendo entre población urbana y rural para cada una de las fuentes mejoradas (agua entubada, pozos y/o manantiales protegidos, agua de lluvia y agua envasada o entregada en contenedores) distinguiendo entre fuentes privadas y públicas. También se listó una variedad de fuentes no mejoradas (agua de río, lagos, presas, estanques, corrientes, canales de irrigación, etcétera) y se incluyó a los carros cisterna (pipas) como fuente mejoradas. Toda esta información fu procesada a manera de realizar estimaciones sobre los indicadores que el JMP estaba buscando, en sólo una fuente de 58 se encontró información sobre la calidad del agua.

Tipo de instalaciones
Mejorado
Entubado
No entubado
Agua superficial
Nivel de servicio estimado
Accesibilidad
En el terreno
A menos de 30 minutos
Disponibilidad
Suficiente
La mayor parte del tiempo
Continuo
Otro
Calidad
Microbiológica
Fluoruros
Arsénico
Otro
Gestionado de manera segura

A continuación, se listan las fuentes consultadas y el año al que corresponden.

Fuentes consultadas:

1. Encuesta Nacional Sobre Fecundidad Y Salud 1987
2. Censo General de Población y Vivienda 1990
3. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1992
4. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1994
5. Conteo de Población y Vivienda 1995
6. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1996
7. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1998
8. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2000)
9. Regional Report on the Evaluation 2000 in the Region of the Americas (reporte OMS)
10. Censo General de Población y Vivienda 2000
11. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2000
12. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2001)
13. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2002)
14. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2002
15. Encuesta Nacional sobre los Niveles de Vida en los Hogares 2002
16. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2003)
17. World Health Survey 2003
18. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2004)
19. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2004
20. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2005)
21. Conteo de Población y Vivienda 1995
22. Encuesta Nacional sobre los Niveles de Vida en los Hogares 2005
23. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2006)
24. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2006

25. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2007)
26. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2008)
27. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2008
28. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, Módulo de Condiciones Socioeconómicas 2008
29. Study on Global AGEing and Adult Health (SAGE, 2008)
30. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2009)
31. Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo 2009
32. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2010)
33. Censo General de Población y Vivienda 2010
34. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2010
35. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, Módulo de Condiciones Socioeconómicas 2010
36. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2011)
37. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2012)
38. Encuesta Nacional de Gasto de los Hogares 2012
39. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012
40. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, Módulo de Condiciones Socioeconómicas 2012
41. Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento (libro, 2013)
42. Encuesta Nacional de Gasto de los Hogares 2013
43. Estadísticas del Agua en México (libro, 2014)
44. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2014
45. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, Módulo de Condiciones Socioeconómicas 2014
46. Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2014
47. Encuesta Nacional de los Hogares 2014
48. Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo 2014
49. Encuesta Intercensal 2015
50. Mexico Multiple Indicator Cluster Survey 2015
51. Encuesta Nacional de los Hogares, 2015
52. Inventario Nacional CONAGUA 2015
53. Monitoreo de calidad de agua de uso y consumo COFEPRIS 2016
54. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016
55. Encuesta Nacional de los Hogares, 2016
56. Estadísticas del Agua en México 2016
57. Módulo de Hogares y Medio Ambiente INEGI 2017
58. Estadísticas del Agua en México 2017

Anexo V. Parámetros de calidad del agua incluidos en la modificación a la NOM-127-SSA1-1994

Para el contenido de la NOM-127 las siguientes definiciones son importantes:

- Agua para uso y consumo humano: Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.
- Características bacteriológicas: Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales.
- Características físicas y organolépticas: Son aquellas que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio.
- Características químicas: Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.
- Características radiactivas: Son aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos.
- Límite permisible: Concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.
- Potabilización: Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.
- Sistema de abastecimiento: Conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.

Límites permisibles de características bacteriológicas:

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
Organismos coliformes fecales	Ausencia o no detectables

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana

Límites permisibles de características físicas y organolépticas:

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

Límites permisibles de características químicas: Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN ⁻)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl ⁻)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.30
Fierro	0.30
Fluoruros (como F ⁻)	1.50
Benceno (µg/l)	10.00
Etilbenceno (µg/l)	300.00
Tolueno (µg/l)	700.00
Xileno (tres isómeros) (µg/l)	500.00
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	1.00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Aldrín y dieldrín (separados o combinados) (µg/l)	0.03
Clordano (total de isómeros) (µg/l)	0.20
DDT (total de isómeros) (µg/l)	1.00
Gamma-HCH (lindano) (µg/l)	2.00
Hexaclorobenceno (µg/l)	1.00
Heptacloro y epóxido de heptacloro (µg/l)	0.03
Metoxicloro (µg/l)	20.00
2,4 - D (µg/l)	30.00
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Yodo residual libre	0.20-0.50
Zinc	5.00

Límites permisibles de características radiactivas:

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Radioactividad alfa global	0.56 Bq/l
Radioactividad beta global	1.85 Bq/l

Anexo VI. Características y ventajas de los índices de calidad del agua

La descripción que se hace en este apartado sobre el origen y características de los índices de calidad del agua se basa en el trabajo realizado por Tasneem y Shahid Abbasi en su obra *Water Quality Indices* (2012), para mayor referencia consulte los capítulos 1, 2, 3 y 16 de dicho texto.

Los autores de este trabajo comienzan su obra al resaltar la complejidad inherente al tratar de definir qué es la *calidad del agua*, pues a diferencia de la cantidad, que tiene una respuesta sencilla en función sólo de la masa del fluido, la calidad del agua está en función de todo aquello que el agua recogió durante su recorrido en el ciclo hidrológico y el uso específico que se le piense dar a dicha agua. De acuerdo con los autores, hasta la década de 1960, el interés primordial en el agua había girado alrededor de su cantidad, excepto en situaciones manifiestamente poco deseables, el agua disponible se consideró automáticamente agua utilizable para la mayoría de los usos. Este cambio de paradigma ha obligado a tratar de determinar la calidad del agua para determinados usos, una manera de hacerlo sería enumerar las concentraciones de todo lo que contenga una muestra, lo cual no es práctico pues dicha lista puede ser de decenas o centenas de componentes. Además, de acuerdo con los autores, dicho listado tendría poco sentido para cualquiera, excepto para expertos en calidad del agua bien capacitados, el hecho de que el exceso de ciertos componentes represente riesgos mayores a otros complica aún más el uso de una lista de este tipo. No es lo mismo que una muestra de agua se exceda en un 5% por encima del límite permitido en parámetros como el pH, sulfatos, hierro o sodio que, en mercurio o arsénico, en términos prácticos cualquier cantidad por encima del límite de estos dos últimos componentes la haría simplemente no apta para consumo.

Los índices de calidad del agua buscan abordar este problema al otorgar un valor único a la calidad de la misma sobre la base de uno u otro sistema que traduce las concentraciones presentes en una muestra, de una lista de componentes establecida, en un solo valor. Esto permite comparar la calidad de diferentes muestras sobre la base del valor que arroje el índice de cada muestra, el principio de representar en un solo valor el estado de varias variables no es una idea novedosa, su uso en la economía, el comercio y otros campos es muy extendido. Tasneem y Shahid Abbasi definen a los índices de la siguiente manera:

Los índices son representaciones compuestas de una condición o situación derivada de una combinación, realizada de manera específica, de varias mediciones relevantes, pero no proporcionales. La combinación conduce a un único número ordinal que facilita la comprensión e interpretación de la importancia general de los hechos que han contribuido a ese número.

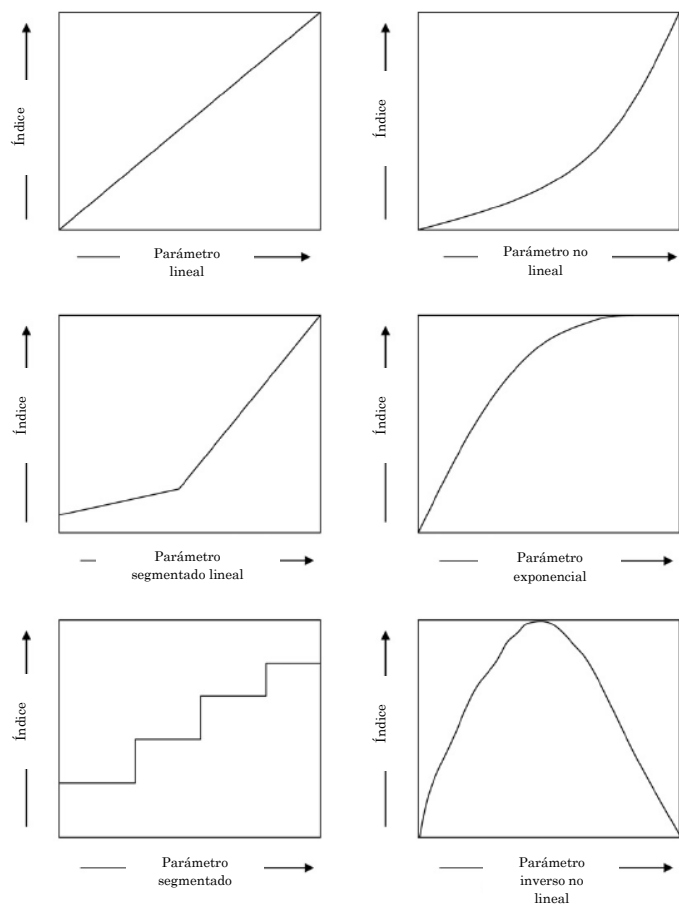
El desarrollo y aplicación de índices de calidad del agua es útil pues los datos sobre la calidad de la misma tienen que ser obtenidos y recopilados mediante muestreo y análisis, sin embargo, posterior a este proceso surge la necesidad de traducirlos a una forma fácilmente entendible, lo cual no siempre se realiza. En términos generales y de acuerdo con los autores los índices sirven como una herramienta conveniente para examinar tendencias, resaltar condiciones ambientales específicas y ayudar a los tomadores de decisiones gubernamentales a evaluar la efectividad de los programas de regulación y control de la calidad. Su uso es conveniente para los usuarios pues constituyen una herramienta que les permitiría tener cierto grado de certeza sobre los usos que le puede dar al líquido que reciben, de manera fácil y oportuna, sin ser expertos en el tema, sin embargo, su uso es más

común en la investigación o la evaluación por parte de distintas autoridades. El capítulo 3 de *Water Quailty Indices* ofrece una extensa, más no exhaustiva, revisión de índices de calidad del agua convencionales, en esta revisión se puede notar que muchos de estos trabajos fueron desarrollados como ejercicios académicos o de evaluación y no como herramientas para uso del público en general.

De acuerdo con los autores el desarrollo de un índice de calidad del agua convencional se puede esquematizar en los siguientes cuatro pasos: 1) Selección de parámetros, 2) Transformación de los parámetros de diferentes unidades y dimensiones a una escala común, 3) Asignación de pesos a todos los parámetros y 4) Agregación de subíndices para producir una puntuación de índice final.

Por supuesto que dependiendo de la sofisticación y objetivo de los índices de calidad del agua se pueden tomar pasos adicionales o seguir lógicas diferentes, es por ello que los autores distinguen entre índices convencionales y otros. De acuerdo con ellos los índices de tipo convencional se caracterizan por: a) basarse en la selección de parámetros, la asignación de peso y la agregación mediante métodos distintos a las técnicas estadísticas avanzadas, la inteligencia artificial o la teoría de la probabilidad, y b) tratan predominantemente las características fisicoquímicas del agua. Los índices no convencionales son entonces aquellos que se basan en procesos estocásticos, uso de lógica difusa, operadores de promedio ponderado ordenado, etcétera y/o aquellos basados primordialmente en el uso de marcadores biológicos.

El desarrollo de diferentes índices responde a diferentes necesidades, incluso dentro de los índices convencionales, por lo que es claro que existe una gran cantidad de subjetividad y juicio asociada a cada uno de estos pasos, particularmente los pasos 1 y 3. No existe una técnica o dispositivo infalible para el desarrollo de un índice por lo que todos tienen incertidumbres inherentes. La consecución del paso 2 requiere de la creación de subíndices, uno para cada parámetro seleccionado en el paso 1, de manera que diferentes parámetros, sus unidades y el intervalo de sus concentraciones (de aceptable a inaceptable, por ejemplo) se transformen en una sola escala utilizable. De manera general los subíndices se pueden clasificar en cuatro tipos a partir del tipo de función que se utilice para la transformación del parámetro en cuestión; 1) lineal, 2) no lineal, 3) lineal segmentado y 4) segmentado no lineal, como se muestra en esta figura.



El tipo de agregación de dichos subíndices en el paso 4 se asocia con dos problemas principales, la ambigüedad y el eclipsamiento. La ambigüedad es causada en un método de agregación cuando el índice total excede el nivel crítico (valor inaceptable) sin que ninguno de los subíndices exceda el nivel crítico. El eclipsamiento se produce cuando el índice no excede el nivel crítico (valor inaceptable) a pesar de que uno o más de los subíndices sí exceden el nivel crítico. Por supuesto no todos los índices utilizan los mismos métodos de agregación (entre los más usuales están los aditivos, multiplicativos y lógicos), por lo que, dependiendo de los parámetros elegidos, los subíndices generados, el proceso puede o no generar alguno de estos dos problemas en mayor o menor medida.

Crear un índice no es una tarea imposible de realizar y puede ser tan sencillo o complejo como se decida, finalmente, su uso y aceptación dependerá de la consideración que realice el público objetivo sobre su practicidad y el cumplimiento o no del fin propuesto. Para Tasneem y Shahid Abbasi es claro que en el futuro los índices de calidad del agua tendrán más importancia para las personas, pues la demanda de agua se ha estado adelantando al suministro alrededor del mundo consistentemente y la calidad del agua disponible está disminuyendo de manera constante. Estos autores consideran que *el agua de buena calidad* será cada vez más buscada y habrá una necesidad cada vez mayor en todo el mundo de segregar el agua apta para beber del agua utilizable para otras aplicaciones de contacto y del agua utilizable solo para riego, la industria, etcétera. Todos estos factores harán más clara y urgente la necesidad de que la calidad del agua se cuantifique de manera que sea inteligible para todos

Anexo VII. Datos tomados en cuenta en el monitoreo de la calidad de agua y frecuencia de los reportes para las plantas seleccionadas de 2010 a 2018

Parámetros monitoreados

Fisicoquímicos	Unidades	Norma y/o criterio	Microbiológicos	Unidades	Norma y/o criterio
pH	U pH	6.5 - 8.5	Coliformes totales	col/100 ml	0
Turbiedad	UTN	5	Coliformes fecales	col/100 ml	0
Conductividad	μSiemens /cm	*	Cuenta estándar	col/ml	*
Color	U Pt/Co	20			
Alcalinidad total	mg/l	*			
Cloruros	mg/l	250			
DQO	mg/l	*			
Fluoruros	mg/l	1.5			
Sólidos totales (STT)	mg/l	*			
Sólidos totales volátiles (STV)	mg/l	*			
Sólidos totales fijos (STF)	mg/l	*			
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l	*			
Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	mg/l	*			
Sólidos suspendidos fijos (SSF)	mg/l	*			
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/l	1000			
Sólidos disueltos volátiles (SDV)	mg/l	*			
Sólidos disueltos fijos (SDF)	mg/l	*			
Dureza total	mg/l	500			
Dureza de Calcio	mg/l	*			
Dureza de magnesio	mg/l	*			
Nitratos	mg/l	10			
Nitritos	mg/l	1			
Nitrógeno amoniacal	mg/l	0.5			
Nitrógeno proteico	mg/l	*			
Sulfatos	mg/l	400			
Sustancia activas al azul de metileno (SAAM)	mg/l	0.5			

Metales	Unidades	Norma y/o criterio
Aluminio	mg/l	0.2
Arsénico	mg/l	0.025
Bario	mg/l	0.7
Cadmio	mg/l	0.005
Calcio	mg/l	*
Zinc	mg/l	5
Cobre	mg/l	2
Cromo	mg/l	0.05
Hierro total	mg/l	0.3
Magnesio	mg/l	*
Manganeso total	mg/l	0.15
Mercurio	mg/l	0.001
Plomo	mg/l	0.01
Potasio		*
Selenio	mg/l	
Silicio	mg/l	*
Sodio	mg/l	200
Boro	mg/l	*

Frecuencia de monitoreo por plantas.

