



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**



**INSTITUTO DE CIENCIAS**

**POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**“La tierra no es de nosotros, nosotros somos de la tierra”<sup>2</sup>**

***LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA POTABLE PARA USO  
DOMÉSTICO: CASO SAN JOSÉ EL AGUACATE, PUEBLA.***

TESIS

Que para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

PRESENTA

**ALEJANDRA MEJÍA MALDONADO**

**Comité tutorial**

Director	DR J SANTOS HERNÁNDEZ ZEPEDA
Integrante Comité Tutorial	DRA ROSALÍA DEL CARMEN CASTELÁN VEGA
Integrante Comité Tutorial	DRA MARÍA TERESA FLORES SOTELO
Integrante Comité Tutorial	DR MANUEL HUERTA LARA

Enero 2021

## **DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS**

Dedico y agradezco a mis padres por su apoyo incondicional. A toda mi familia por su amor y paciencia, sobre todo a mis niños: Yael, Nahomy, Miguel y Juan, siempre sigan llenando de luz mi vida.

A la población de San José el Aguacate, en especial a los miembros del comité por su disposición y enseñanzas; a Roger, Ángel y Lauro por su tiempo, apoyo y risas; a la abuelita Magos por siempre recibirme con cariño.

A Gaby, Bety, Bere y David por acompañarme en los desvelos, por sus consejos e ideas, gracias por recorrer conmigo este camino.

A todos los administrativos y docentes del posgrado en Ciencias Ambientales, mi director Dr. J. Santos Hernández, mis tutores por su motivación y compartir sus conocimientos.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado para la realización de la presente investigación.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. JUSTIFICACIÓN.....	10
3.1 Antecedentes.....	11
3.1.1 El agua y su contexto mundial .....	11
3.1.2 El agua en México .....	13
3.1.3 Gestión del agua en México.....	14
3.2 Conceptos utilizados .....	16
3.2.1 Gestión .....	16
3.2.2 Gestión comunitaria del agua .....	16
3.2.3 Servicio de Agua potable .....	17
3.2.4 Sistema de abastecimiento .....	18
3.3 Marco legal .....	19
3.3.1 Constitución política.....	19
3.3.2 Leyes .....	20
3.3.3 Normas oficiales mexicanas.....	23
IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	24
V. HIPÓTESIS .....	24
VI. OBJETIVOS .....	25
6.1 Objetivo general.....	25
6.2 Objetivos específicos. ....	25
VII. METODOLOGÍA.....	25
7.2 Tipo de investigación .....	27
7.2 Diseño de la investigación .....	28
7.2.1 Localización. ....	28

7.2.2 Hidrografía .....	30
7.2.3 Edafología.....	30
7.2.2 Fase de campo. ....	31
7.2.2.1 Recolección de información. ....	31
7.2.2.2 Observación participante .....	32
7.2.2.3 Entrevista.....	32
7.2.2.4 Diseño de la encuesta. ....	33
7.2.2.5 Aforo del agua potable .....	33
7.3 Análisis de la Calidad .....	34
7.4 Análisis de datos. ....	39
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	39
8.1 Descripción del sistema de abastecimiento.....	39
8.2 Actividades de gestión .....	46
8.3. Cantidad de agua para las familias .....	49
8.4 Calidad fisicoquímica y microbiológica .....	55
8.5 Costo de operación del sistema de abastecimiento.....	62
8.6 Satisfacción de los usuarios con el servicio .....	65
8.7 Gestión comunitaria en san José el Aguacate .....	71
IX. CONCLUSIONES. ....	76
IX. RECOMENDACIONES.....	79
X. LITERATURA CITADA .....	80
ANEXOS.....	90
ANEXO I .....	90
ANEXO II.....	98
ANEXO III.....	101
ANEXO IV.....	107

**INDICE DE FIGURAS Y TABLAS**

Figura 1. Diagrama metodológico de investigación. .... 26

Figura 2. Localización de San José el Aguacate, Puebla. .... 29

Figura 3. Mapa de hidrología y edafología de San José el Aguacate ..... 30

Figura 4. Mapa de puntos de muestreo para análisis microbiológico y metales. .. 38

Figura 5. Material utilizado para toma de muestras de agua ..... 38

Figura 6. Diagrama de la red principal del sistema de abastecimiento ..... 40

Figura 7. Cuarto de pozo de agua subterránea. .... 41

Figura 8. Depósito rural de agua ..... 42

Figura 9. Tubería identificada en la red de distribución. .... 43

Figura 10. Diagrama de flujo con puntos críticos..... 46

Figura 11. Organigrama funcional. .... 47

Figura 12. Actividades prioritarias en que se utiliza agua potable ..... 50

Figura 13. Promedio de cantidad de agua que reciben las viviendas ..... 52

Figura 14. Evaluación de indicadores organolépticos..... 58

Figura 15. Aplicación de encuesta a usuaria del agua potable ..... 65

Figura 16. Distribución porcentual por género de usuarios entrevistados..... 66

Figura 17. Percepción de la cantidad de agua ..... 67

Figura 18. Percepción de la frecuencia con que reciben agua ..... 68

Figura 19. Porcentaje de la percepción de calidad del agua ..... 69

Figura 20. Porcentaje de la percepción de la accesibilidad de la cuota ..... 69

Figura 21. Porcentaje de usuarios satisfechos con el servicio..... 70

Figura 22. Opinión de usuarios sobre el servicio..... 71

Figura 23. Interrelaciones en el sistema de gestión ..... 72

Figura 24. Acción de los usuarios para el cuidado del medio ambiente ..... 73

Figura 25. Proceso en la distribución de agua para uso doméstico ..... 75

Figura 26 Climograma de la estación climatológica de San Baltazar Tetela..... 76

Tabla 1 Análisis para la calidad del agua potable en San José El Aguacate .....	34
Tabla 2. Puntos críticos identificados en la red de distribución.....	44
Tabla 3. Promedio de caudal (L/min) en las viviendas por zona de ubicación .....	51
Tabla 4. Promedio de flujo de agua (L/min) que reciben las familias .....	51
Tabla 5. Promedio de la presión del agua (kg/cm <sup>2</sup> ) en viviendas .....	54
Tabla 6. Suministro de agua por cantidad y presión.....	54
Tabla 7. Promedio de dureza y pH por zona de ubicación Puebla .....	56
Tabla 8. Promedio de propiedades fisicoquímicas del agua potable .....	57
Tabla 9. Resultados de análisis de metales .....	59
Tabla 10. Resultados de análisis microbiológico .....	60
Tabla 11. Indicadores de calidad del agua .....	60
Tabla 12. Inventario de ingresos y costos .....	62
Tabla 13. Beneficio-costo del sistema de abastecimiento .....	64

## **RESUMEN**

El agua es el recurso natural principal para el desarrollo de la vida, de manera que la población humana ha buscado disponer de este recurso. En este proceso de disposición del recurso hídrico se llegan a presentar deficiencias que no permiten su alcance en accesibilidad, calidad y cantidad adecuadas, siendo las localidades rurales quienes presentan una mayor vulnerabilidad. El presente trabajo de investigación se centra en la gestión comunitaria para el servicio de agua potable en una localidad rural del municipio de Puebla. Se analizaron variables tomando aspectos del proceso, sistema de abastecimiento y la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua. Los resultados mostraron que existen puntos críticos en el servicio que impiden una distribución equitativa en la población usuaria así como en la calidad microbiológica, sin embargo los usuarios se han visto beneficiados en la mejora de la calidad de vida de los usuarios y la construcción de relaciones sociales. Este trabajo de investigación demostró que la gestión comunitaria es una alternativa para que la población pueda autogarantizar el derecho al acceso de este valioso recurso que es prescindible ser reconocida.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural cuya función esencial es mantener la vida en la tierra y complementariamente cubre las necesidades humanas (Mejías, 2006). De manera que este recurso se encuentra dentro de las funciones biológicas así como sociales y económicas de los seres humanos, del cual se pueden realizar actividades como: la agricultura, ganadería e industria y en el consumo doméstico, es decir que está presente en todas nuestras actividades diarias. A nivel mundial se calcula que solo 2.5% es agua dulce para consumo humano, del cual el 70% está en estado sólido; 10.5 millones de  $\text{hm}^3$  es agua subterránea y 0.14 billones de  $\text{hm}^3$  se encuentran en lagos y ríos (CONAGUA, 2019). En México, para el año 2030 aumentará la concentración de la población en las principales ciudades, en donde Puebla se encuentra dentro de las primeras cinco ya que se localizan en regiones donde casi todos los recursos hídricos están siendo utilizados o sobreexplotados (Martínez-Austria, 2013). Ante los escenarios hídricos que se viven se demanda de mejores formas de administrar el recurso que conjunte la actuación de usuarios y autoridades de todos los niveles (Cervantes, 2015).

A través de la historia se han conocido esencialmente tres tipos de gestión del recurso hídrico: gestión pública, privada y comunitaria, esta última operada en base de valores y principios socioculturales compartidos, proyectándose en prácticas propias de gestión (Núñez Marín & Valencia Serrano, 2020). Se llega a presentar tanto en zonas urbanas como rurales siendo las rurales quienes presentan mayor vulnerabilidad en el acceso al recurso hídrico (Silva Rodríguez de San Miguel, et al., 2015).

Esta gestión es más común de lo que se cree, en Latinoamérica se han realizado diversos estudios entorno a la gestión comunitaria del recurso hídrico desde distintas perspectivas del conocimiento, encontrándose desde casos de éxito hasta el enfrentamiento de desafíos, entre los que se encuentran Costa Rica, Colombia, Ecuador y México, por mencionar algunos. En la práctica nacional existen casos documentados, como en el estado de Michoacán, los comités del agua han sido relevantes para la gestión del manantial de Patamburapio (Cervantes, 2015);

también se ha buscado reconocer la gestión comunitaria del agua en la Ley de Aguas para el estado de Chiapas, frente a los retos de abastecimiento que requieren de una mayor atención legal (Vizcaino & Escobar, 2018) y un caso contrario en la región de los volcanes a la búsqueda de autonomía en la operación, para la no intervención de la administración municipal, retomando la falta de reconocimiento jurídico a estas organizaciones comunitarias (López-Villamar, Martínez-Saldaña, & Palerm-Viqueir, 2013).

Es así como la gestión comunitaria es un modelo viable para proporcionar servicios de agua y saneamiento que fortalece a las comunidades, también se entiende que en este tipo de gestión el apoyo del gobierno puede ser o no indispensable para el funcionamiento de los sistemas, como el caso de la presente investigación realizada en San José el Aguacate, una comunidad rural con denominación administrativa de “inspectoría”, perteneciente al municipio de Puebla, en donde el agua es administrada desde hace aproximadamente 20 años por un comité comunitario y desde su creación y hasta la fecha, los usuarios han operado y administrado el sistema. El papel fundamental de la comunidad en torno al acceso y disponibilidad del agua crea el interés principal para esta investigación, direccionándolo al uso doméstico. A lo largo del trabajo de investigación, se desea destacar la importancia de la gestión comunitaria para el suministro del recurso hídrico identificando los componentes principales que forman parte del sistema, la importancia de la comunidad como ente regulador del recurso hídrico, así como la percepción y actitudes sobre el servicio que se otorga en términos de calidad, accesibilidad y cantidad.

## **II. JUSTIFICACIÓN.**

El recurso hídrico es de vital importancia y se ha reconocido la trascendencia de su acceso y aprovechamiento como factor insustituible para fortalecer a las comunidades en todas las esferas del desarrollo y hacer frente a nuevos paradigmas. En México, el derecho humano al agua se reconoce en el año 2012, en la reforma al artículo cuarto de la Constitución Política Mexicana, estableciendo la responsabilidad del Estado de garantizar el acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const.], 1917). En el marco internacional, en el año 2015 se implementó la “Agenda de desarrollo sostenible” por la Asamblea General de las Naciones Unidas que plantea diecisiete objetivos de desarrollo entre lo que se destaca el agua como eje central para su cumplimiento y el objetivo 6 para el acceso universal al agua limpia y saneamiento, en metas establecidas para un uso eficiente de los recursos hídricos. Estas definen el apoyo y fortalecimiento de la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento (Naciones Unidas, 2019). Sin embargo la capacidad institucional, los programas y políticas públicas siguen siendo insuficientes para la obtención del agua potable a pesar de su importancia para el desarrollo y resiliencia de la vida de modo que muchas comunidades buscan la forma en tener acceso en cantidad, calidad y asequibilidad. Como parte de la búsqueda de este acceso en los sectores más vulnerables se sitúa la gestión comunitaria para disponer de un suministro del recurso hídrico y autogarantizar su derecho.

Así este trabajo se centra en la gestión comunitaria del agua para uso doméstico identificando los componentes e interacciones del sistema y aportar información que favorezca a la sociedad y futuras investigaciones, permitiendo a la población de San José el Aguacate, reconocer las fortalezas y debilidades para identificar posibles mejoras en su proceso de gestión en la obtención del líquido en calidad y cantidad que por derecho humano deben obtener. Que puede ser considerada como una herramienta de política pública para la prestación del servicio de agua potable en las comunidades (Cervantes, 2015).

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Antecedentes

##### 3.1.1 El agua y su contexto mundial

El agua es un recurso renovable pero finito, fuente y sustento que contribuye a regular el clima del mundo y posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida (Cirelli, 2012). Como recurso vital para los seres vivos y el desarrollo de cualquier país, se debe administrar en beneficio de la población para su conservación y control de uso adecuado (Valdés & García, 2017). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) se precisa que son entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para satisfacer las necesidades humanas más básicas.

Según el informe Mundial de las Naciones Unidas (2019) sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos se espera que aumente la demanda mundial de agua de un 20 al 30% arriba del nivel actual principalmente por la demanda en los sectores industrial y doméstico. La demanda mundial de agua está influenciada mayoritariamente por el crecimiento de la población, la urbanización, seguridad alimentaria y energética así como patrones de consumo (WWDR, 2015).

Una de las mayores preocupaciones de la humanidad es el riesgo de escasez, el déficit de su calidad y la desigualdad que constituye una cuestión política (Navarro, 2004). A lo largo del tiempo se ha buscado contribuir manejar y proteger este recurso a través de programas y conferencias mundiales. En la Convención de la ONU sobre los cursos de agua internacionales en 1997 tenían el objetivo de reforzar la gobernanza y protección de los recursos hídricos transfronterizos y buscar una gestión de cooperación entre países (WWF, 2012).

En la Declaración de Río sobre el medio ambiente y desarrollo por las Naciones Unidas (1992), resulta la *Agenda 21* un plan de acción que integra la gestión y conservación de los recursos, en el capítulo 18 denominado “Protección de la

calidad y el suministro de los recursos de agua dulce” recalca la importancia del agua dulce, su uso, y tiene por objetivo global satisfacer las necesidades de agua de todos los países para su desarrollo sostenible.

Para el 2000 los compromisos políticos para atender los principales problemas de desarrollo se establecieron en ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) En estos se considera la ordenación y gestión de los recursos naturales, proponiendo que para el 2015 hubiera una reducción de la mitad del porcentaje de la población faltante del servicio de agua potable y saneamiento (Frausto Ortega, 2015).

Siguiendo con la conferencia Río+20 (2012) en la que el acceso y saneamiento del agua se hizo presente así como la necesidad de la seguridad hídrica (ONU-Agua, 2012). De este derivó el “acuerdo de Irazú” o “Acuerdo de Escazú” que entrará en vigor en el 2021 que fortalece la obligación de los estados para garantizar el acceso a la información en torno al agua (IMTA, 2021).

Como más reciente en el 2015 es aprobado por los miembros de la Asamblea General de las Naciones Unidas otro marco de carácter integral conocido como *Agenda 2030*. Este instrumento engloba 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas que pretenden abordar aspectos sociales, económicos y ambientales del desarrollo y poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todos (OMS/UNICEF, 2018). De los cuales el agua es la base para poder dar cumplimiento a ellos, sin embargo dentro de la agenda 2030 se hace el énfasis en este recurso con el objetivo 6 “Agua Limpia y Saneamiento” para garantizar la disponibilidad del agua de calidad y saneamiento, así como una gestión sostenible.

Hay preocupaciones en los gobiernos por la falta de agua a nivel mundial por las consecuencias ecológicas, de salud pública y en la estabilidad económica de los países (Nieto, 2011). Es indudable que este recurso es importante para todos los procesos y se seguirá buscando herramientas para atrasar escenarios desfavorables.

### 3.1.2 El agua en México

Para las culturas prehispánicas, el agua era sagrada, tanto los Mayas como los Aztecas y otras culturas tenían un gran número de dioses relacionados con el agua, fue tan importante que los hombres desviaron ríos a los lugares más secos (Geissler & Arroyo, 2011). El agua simbolizaba el fundamento de la vida y la base de la supervivencia humana por lo que ocupó un lugar central en ceremonias y ritos (Miranda, 2021). Actualmente la superficie de México está dividida en 32 entidades federativas con una extensión territorial de 1 959 248 km<sup>2</sup> (INEGI, 2016). Cuenta con 731 cuencas hidrológicas y éstas conforman 37 regiones hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 regiones hidrológicas-administrativas, (CONAGUA, 2018). A pesar de contar con muchos recursos hídricos, al menos 8 de las 13 regiones hidrológicas del país se enfrentan a grados de presión altos o muy altos, fuentes internacionales clasifican a México en el lugar 24 a nivel mundial (WRI, 2019).

México ocupa el séptimo lugar en superficie de riego a nivel mundial, se puede estimar que, de cada 100 litros empleados, 76% son de uso agropecuario, 14.4% abastecimiento público y 4.9% de uso industrial (CONAGUA, 2018 ). Y según datos del portal agua.org en la Ciudad de México, una persona en promedio consume 380 litros de agua al día. Esta cantidad sobrepasa los niveles de consumo recomendados por la OMS, es decir con ella se podría cubrir las necesidades de otros y denota la falta de conciencia por el consumo responsable del recurso hídrico así como la mayor demanda por los modelos de desarrollo. Estos modelos ejercen cada vez una mayor presión en las reservas de agua, hasta que la demanda es mayor al volumen suministrado originando conflictos entre una misma comunidad, diferentes comunidades, municipios e incluso entre estados (FCEA/FMCN, 2006).

En los últimos años se ha señalado la vulnerabilidad a la escasez del recurso por la sobreexplotación de empresas que concentran grandes cantidades de agua para sus productos. Según el informe UNAM-OXFAM (2020) en el país los intereses mercantiles están por arriba del interés público, afectando la distribución y volumen para la población vulnerados por los sectores empresariales.

Otro de los problemas de agua en el país, es el financiamiento en el sector hídrico, puesto que existe un compromiso por parte de los gobiernos en construir infraestructura hidráulica pero dejan de lado la inversión en operación, mantenimiento y proceso (Cortés, Pérez, & Jaimes, 2020). Suele suceder que el servicio en localidades rurales no tiene un seguimiento a mediano o largo plazo después de construir la infraestructura, afectando su mantenimiento porque los recursos humanos y económicos no son suficientes (Domínguez Serrano & Castillo Pérez, 2018).

En el país se ha marcado la desigualdad del acceso al recurso hídrico así como el aumento de su contaminación por factores sociales, políticos y ambientales, por lo que la acción civil ha tenido un papel fundamental para acceder al derecho al agua. Entre las que se encuentra la propuesta de una nueva Ley de Aguas contra la privatización y contaminación, promoviendo el acceso igualitario, sostenible del recurso hídrico y la cogestión de la ciudadanía con el gobierno (Alatorre, 2016).

### 3.1.3 Gestión del agua en México

La gestión del agua en México ha atravesado por varias etapas de cambios legales e institucionales (Sánchez & Perevochtchikova, 2012). Según Luis Aboites *et al.* (2010) hay dos diferencias marcadas en la gestión definida por: el agua local manejada en conjunto por autoridades, propietarios y vecinos; y la segunda, agua nacional, reivindicada por el gobierno federal limitando los actores locales por los cambios de usos del agua, tecnología y concesiones.

En 1910 comenzó la federalización del agua con el presidente Porfirio Díaz impulsando la “Ley sobre los Aprovechamientos de aguas de Jurisdicción Federal” (IMTA, 2020). El régimen que resultó de la Revolución Mexicana siguió el centralismo con la creación de varias instituciones, pero anexando el agua nacional

(Pablos, 2011). En la constitución de 1917 las aguas del país se consideraron bienes nacionales y se otorgó la competencia exclusiva sobre ellas al gobierno federal, para el agua subterránea no había una disposición exacta sobre ellas (Rolland & Cárdenas, 2010).

Con la reforma del artículo 115 constitucional (1982) se otorga la responsabilidad de los servicios de agua potable a los municipios y se da los primeros pasos para trasladarlos fuera de la esfera federal para ubicarlos a nivel estatal (Pablos, 2002). En 1989 se crea la Comisión Nacional del Agua, una de las primeras tareas fue establecer un marco jurídico para regular el agua y su uso, arrojando en 1992 la Ley de Aguas Nacionales, cuya principal propuesta fue la “gestión integrada del agua” (CONAGUA, 2017).

En el año 2004 México incorporó formalmente el concepto del modelo de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), por la Asociación Mundial para el Agua (GWP por sus siglas en inglés), que la define como:

Un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (GWP, 2000).

La política hídrica mexicana promueve una gestión integral del recurso y por cuencas hidrológicas, así como un modelo ambiental sustentable en el uso de dichos recursos por parte de los diversos usuarios (Ortega, 2015). García López (2016) la describe como el objetivo final de la gobernanza, en el que se arbitran los procesos, promoviendo un enfoque coordinado de los sectores implicados en la sostenibilidad del recurso en equilibrio con el ciclo hidrológico.

Sin embargo, la gestión del agua en México se ha aplicado en forma aislada y discontinua, que han originado problemas en servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en zonas urbana y rural; contaminación de cuerpos de agua; daños por inundaciones y sequías así como conflictos entre usuarios (Puyol

& Naranjo, 2007). En el México moderno existen dos partes importantes en la gestión del agua: primero el agua en favor de las grandes empresas industriales y el segundo mantener en las ciudades la cobertura de los servicios de abastecimiento y alcantarillado (IMTA, 2020).

### 3.2 Conceptos utilizados

#### 3.2.1 Gestión

La gestión es una herramienta que engloba diferentes fases que se pueden aplicar a cualquier tipo de organización (Murray, 2002). En general son actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización, entendida como un grupo de personas que tienen funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones propias, estableciendo políticas, objetivos y procesos (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015). Henry Fayol, uno de los principales contribuyentes al pensamiento administrativo menciona que la gestión es un proceso articulado por cinco acciones: planeación, organización, dirección, coordinación y control (Fayol, 1969, p. 164, cómo se citó en López, 2016).

Existen diferentes tipos de gestión, entre los que se encuentra la gestión ambiental. Que son las acciones para organizar las actividades humanas que pueden afectar al medio ambiente y lograr controlarlas para una adecuada calidad de vida evitando lo más posible problemas ambientales (Massolo, 2015). Así la gestión del recurso hídrico son estas acciones que se implementan para el manejo, uso y protección del recurso que en consideración de los principios de la GIRH tienen que participar todos los actores sociales para una gestión sustentable.

#### 3.2.2 Gestión comunitaria del agua

Para desarrollar el concepto de gestión comunitaria, primero hay que retomar lo que es una comunidad. Dada su complejidad, no hay una definición única de comunidad y existen una diversidad de concepciones. Según el contexto cultural o de lenguaje, una comunidad se puede referir a un sistema de relaciones psicosociales, a un

agrupamiento humano o al espacio geográfico (Cathcart, 2009). Independientemente de quien la estudie el término se forma a partir de los siguientes factores: población, territorio, sentimiento de pertenencia y recursos (Gregorio, 2012). A partir de esto para esta investigación una comunidad es una organización de un grupo de personas con una identidad propia, intereses divergentes y en común situados en un espacio geográfico en donde hay interacciones y relaciones sociales, políticas y económicas.

Huergo (2003) refiere que gestionar visto desde la colectividad es producir procesos a partir de las situaciones y las condiciones vividas. Elinor Ostrom argumenta que es una alternativa a la privatización o alguna otra “fuerza exterior” en la que los mismos actores locales gestionan un bien común (Ostrom, 2000). La gestión comunitaria del agua fomenta las relaciones sociales y de trabajo comunitario para tener acceso al recurso (DELGADO-GARCÍA, TRUJILLO-GONZÁLEZ, & TORRES-MORA, 2013) . Su principal característica es el manejo de los sistemas de abastecimiento de agua y la resolución de los conflictos entre los mismos usuarios (Fonseca & Evelyn, 2004).

Esta responsabilidad es realizada por un comité, elegido por acuerdo común de la comunidad. Los comités son sistemas de abasto de agua construidos y operados por las propias comunidades, mediante una organización participativa y con una concepción colectiva de la propiedad (Bernal, Rivas, & Peña, 2014).

### 3.2.3 Servicio de Agua potable

Stanton, Etzel y Walker (2007) definen los servicios como actividades intangibles que son el objetivo de una transacción definida para ofrecer a los clientes o usuarios la satisfacción de deseos o necesidades. Dirigiéndose al servicio de suministro de agua potable, en la Observación general N.º 15 de la ONU (2002) se estipula que debe proporcionarse agua suficiente para cubrir el consumo y las necesidades de higiene personal y doméstica. Dicho servicio tiene un costo económico y social para poder cumplir características determinadas, por ello es importante conocer la

percepción de los usuarios sobre el servicio como componente de la satisfacción (Márquez, 2016).

En este trabajo, se define como aquel servicio otorgado por el comité comunitario para abastecer de agua a la población o usuarios y poder satisfacer necesidades de consumo doméstico, del cual la comunidad también identifica como “agua entubada”.

#### 3.2.4 Sistema de abastecimiento

Estos sistemas contribuyen a mejorar las condiciones de vida en especial de zonas rurales que presentan un menor grado de desarrollo que las urbanas (Morales, 2015). Está compuesto por elementos o procesos para la obtención del recurso hídrico en las viviendas. Para la cual siguiendo la normatividad mexicana, el agua para uso y consumo humano no debe estar compuesta de contaminantes ya sean químicos o agentes infecciosos que puedan causar efectos nocivos al ser humano (NOM-127-SSA1-1994). Los elementos que lo integran son: captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del recurso hídrico (CONUEE, 2014).

#### 3.2.5 Calidad del agua

Es el conjunto de características físicas, biológicas y químicas para que el agua sea apropiada para un uso designado. (Fernández-Rodríguez & Guardado-Lacaba, 2021). Según la NOM-127-SSA1-1994 la calidad del agua para uso y consumo doméstico tiene que ser libre de contaminantes ya sea de químicos o agentes infecciosos que puedan causar efectos nocivos al ser humano (DOF, 2000).

### **3.3 Marco legal**

#### 3.3.1 Constitución política

##### 3.3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Art. 4 en el que el derecho al agua fue reconocido y que establece que:

“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”.

Tomando en cuenta la participación de la ciudadanía para lograr estos fines.

Art. 27 Las aguas son propiedad de la Nación y sienta las bases para que el Estado regule su aprovechamiento sostenible. Especifica que:

“La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana”.

Art. 115 fracción III. Especifica funciones y servicios públicos que los municipios tienen a cargo, entre los que se encuentra agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales.

##### 3.3.1.2 Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla

Art. 12 fracción VI las leyes se ocuparán de:

“Proteger el derecho que tiene toda persona al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma

suficiente, salubre, aceptable y asequible, en los términos que establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”.

Art. 121 Se reconoce el derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo de las personas, en el que se dicta que:

“El Estado y los Municipios promoverán y garantizarán, en sus respectivos ámbitos de competencia, mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, a través de la protección al ambiente y la preservación, restauración y mejoramiento del equilibrio ecológico, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”.

### 3.3.2 Leyes

#### 3.3.2.1 Ley de Aguas Nacionales.

Titulo sexto. Capítulo I “Uso público urbano”.

Art 44. Expresa que:

“La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue la Autoridad del Agua”.

Título tercero. Política y Programación Hídricas. Capítulo Único sección Primera  
Política Hídrica Nacional

ARTÍCULO 14 BIS 5. Los principios que sustentan la política hídrica nacional son:

- I. El agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad.
- II. La gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrológica es la base de la política hídrica nacional;

- III. La gestión de los recursos hídricos se llevará a cabo en forma descentralizada e integrada privilegiando la acción directa y las decisiones por parte de los actores locales y por cuenca hidrológica;

Art. 14 BIS 6. Son instrumentos básicos de la política hídrica nacional:

- I. La participación de las organizaciones de la sociedad y de los usuarios, y su corresponsabilidad en el desarrollo de actividades específicas
- II. VII. Los apoyos sociales para que las comunidades rurales y urbanas marginadas accedan al agua y al saneamiento

### 3.3.2.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Titulo tercero de la LEGEEPA, capítulo I “Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos”, nos dice que:

Art. 88.- Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico.

Art 92.- Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reúso.

### 3.3.2.3 Ley General de Salud.

Titulo séptimo. Capítulo IV “Efectos del ambiente a la salud”

Art. 118. Fracción II. Corresponde a la Secretaría de Salud: emitir las Normas Oficiales Mexicanas a que deberá sujetarse el tratamiento del agua para uso y consumo humano;

Art. 119. Fracción II Corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas, en sus respectivos ámbitos de competencia: Vigilar y certificar la calidad del agua para uso y consumo humano;

Art. 121. Las personas que intervengan en el abastecimiento de agua no podrán suprimir la dotación de servicios de agua potable y avenamiento de los edificios habitados, excepto en los casos que determinen las disposiciones generales aplicables.

#### 3.3.2.4 Ley para la Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla.

Esta ley define los lineamientos para frenar el deterioro ecológico en el territorio estatal, en el título cuarto “Conservación y aprovechamiento sustentable de los elementos naturales” implanta los lineamientos para la protección y aprovechamiento sustentable del agua, los ecosistemas acuáticos, el suelo y los recursos vegetales.

#### 3.3.2.5 Ley del agua para el Estado de Puebla.

Título primero. Capítulo III “De la política hídrica y de la cultura del agua”

Art. 5. La política hídrica en el Estado se sustentará en:

I. Garantizar el acceso de cualquier persona a la disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible.

VII. La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el uso múltiple y sustentable de las aguas y la interrelación que existe entre los recursos hídricos con los seres humanos.

Título quinto. Capítulo V “Del servicio de saneamiento”

Art. 80. Los usuarios del servicio de agua potable y aquéllos que cuenten con autorización para extracción de agua, están obligados al saneamiento de sus aguas Residuales, antes de su descarga a la red de drenaje.

### 3.3.3 Normas oficiales mexicanas.

3.3.3.1 NOM-003-CONAGUA-1996 Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

3.3.3.2 NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.

3.3.3.3 NOM-127-SSA-1-1994, Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe someterse el agua para su Potabilización

3.3.3.4 NOM-014-SSA1-1993, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

3.3.3.5 NOM-179-SSA1-2020, Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.

#### **IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La gestión comunitaria del agua es una alternativa para la obtención del recurso hídrico y así poder garantizar el agua como derecho fundamental de la población. Sin embargo pueden existir deficiencias en el proceso de los sistemas tales como la falta de recursos económicos, una operación incorrecta o la carencia de capacitación, con lo cual se compromete su adecuado funcionamiento. La realidad es que las comunidades que utilizan este sistema tienen su propia forma de gestionar de acuerdo con los recursos económicos, sociales y naturales de los cuales disponen. En el estado de Puebla existen comunidades que se han organizado a través de comités comunitarios para hacer uso y manejo de este recurso para lograr satisfacer sus necesidades básicas, lo cual ha sido fundamental para poder construir pilares de desarrollo local.

La siguiente investigación contribuye al conocimiento de sistemas de gestión comunitarios del agua en el municipio de Puebla, con el caso de estudio de la inspectoría de San José el Aguacate que se localiza al sur de la capital poblana. La cual es representada por localidades rurales que presentan un grado de marginación y características ambientales que pueden llegar a dificultar el acceso al agua de calidad.

Con base a lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las características de la gestión comunitaria realizada en San José el Aguacate que dificultan la disponibilidad de agua potable en cantidad y calidad como derecho fundamental a la población?

#### **V. HIPÓTESIS**

Las características de la gestión comunitaria en San José el Aguacate que dificultan la disponibilidad de agua potable en cantidad y calidad, son el mantenimiento de la red de distribución de agua potable y la fuerza en la gravedad del agua.

## **VI. OBJETIVOS**

### 6.1 Objetivo general.

Evaluar el proceso de gestión comunitaria del agua potable de uso doméstico en San José el Aguacate, Puebla, para asegurar la calidad y cantidad de agua de acuerdo con las familias usuarias de la comunidad.

### 6.2 Objetivos específicos.

1. Describir el sistema de abastecimiento de agua potable en la inspectoría de San José el Aguacate.
2. Describir el proceso de gestión comunitaria del agua potable.
3. Determinar la cantidad de agua para satisfacer la demanda de la población.
4. Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable.
5. Determinar costo de operación del sistema de abastecimiento de agua.
6. Determinar la satisfacción de los usuarios con respecto al servicio de agua potable.

## **VII. METODOLOGÍA**

Para realizar el estudio de la gestión comunitaria del agua potable, se identificaron los actores principales en este proceso y la relación entre ellos, los cuales son: los miembros del comité comunitario, usuarios del servicio y organizaciones e instituciones incidentes en la comunidad. La metodología consistió en tres etapas, de fase de campo, laboratorio y análisis de datos, como se representa en la figura 1, se evalúa la gestión mediante un análisis cualitativo y cuantitativo.

## Diagrama de flujo evaluación Gestion comunitaria

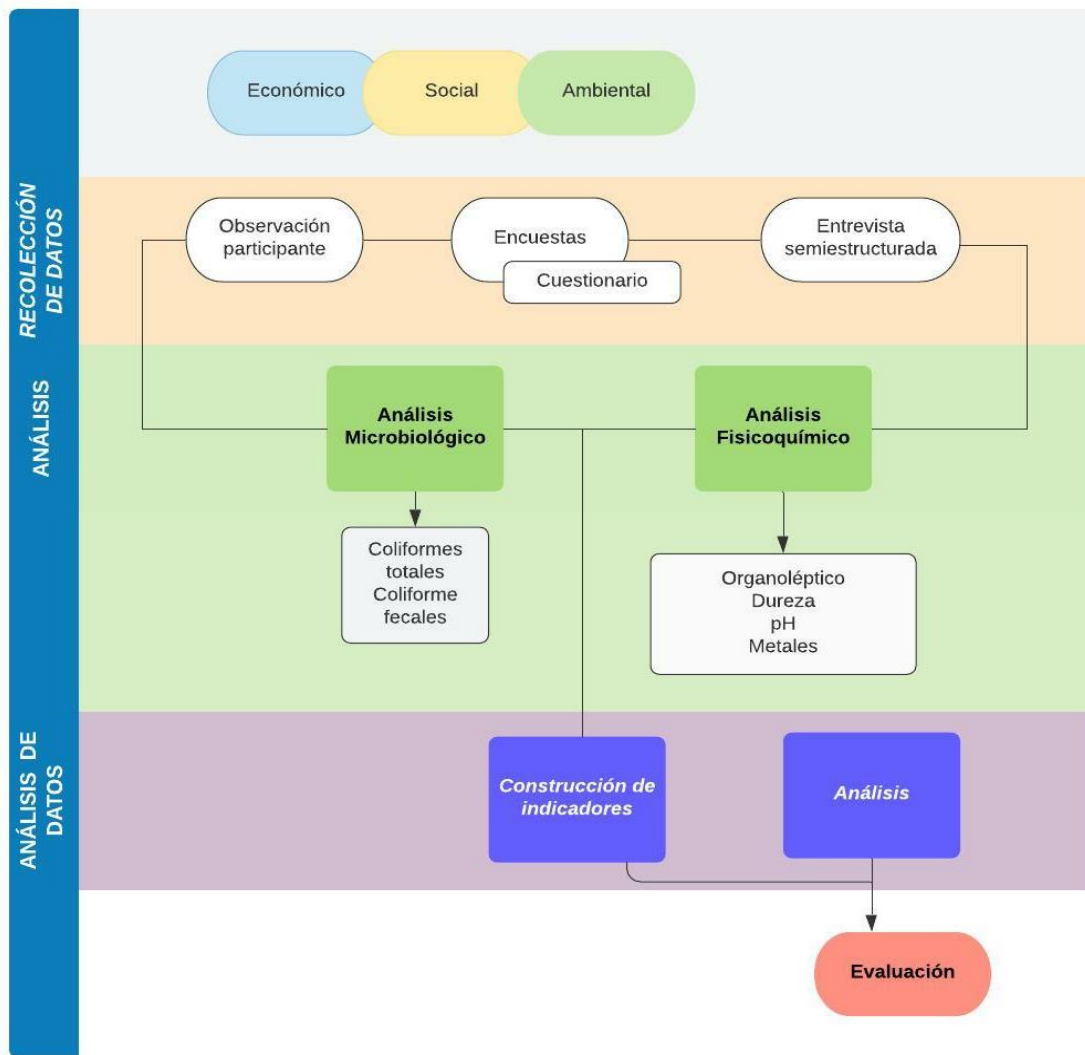


Figura 1. Diagrama metodológico de investigación. Elaboración propia (2020).

## 7.1 Teoría de la investigación y enfoque epistemológico

La gestión comunitaria se aborda bajo la teoría de sistemas, siendo no descomponible y en donde el conjunto de elementos interactúa entre sí para lograr un fin determinado. Con la teoría de sistemas se busca explicar los fenómenos de la realidad abordando los sistemas como modelo de organización en donde se reconoce como un todo y no cómo la suma de partes individuales. (Peralta, 2016).

El enfoque de la investigación es empírico-realista puesto que para estudiar la gestión comunitaria se trabaja con la realidad de la comunidad entorno al recurso hídrico, mediante trabajo de campo para la observación y participación en las actividades que se desarrollan, (Padrón, 2007).

## 7.2 Tipo de investigación

La presente investigación es descriptiva, define las propiedades, características y perfiles de procesos o cualquier fenómeno que se analice (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). En el presente estudio las variables no se han manipulado y los fenómenos son observados tal como se dan en su contexto natural, por lo que también es una investigación no experimental, los datos se recolectan en un único tiempo por lo que también se considera de un diseño transversal.

Se trata también de una investigación mixta, que explica los procesos sociales que ocurren entorno a la localización, acceso, abastecimiento, almacenamiento y usos del agua en un período de tiempo (Ocampo-Fletes, Parra-Inzunza, & Ruiz-Barbosa, 2018).

## 7.2 Diseño de la investigación

### 7.2.1 Localización.

El estado de Puebla está formado por 217 municipios que oficialmente desde 1968 por necesidades de planeación está dividido en siete regiones socioeconómicas. La Región Angelópolis (IV) se integra por 33 municipios entre los cuales se encuentra Puebla de Zaragoza, conformado por 17 Juntas auxiliares que a la vez se integran por Inspectorías (INAFED, 2010). La junta auxiliar San Francisco Totimehuacan se localiza al sureste de la ciudad de Puebla, consta de 12 inspectorías, entre las cuales una corresponde al área de estudio seleccionada: San José el Aguacate.

La inspectoría de San José el Aguacate se ubica al Sur del municipio de Puebla, sus coordenadas geográficas son: 18°51'19.63" Norte y 98°11'21.83" Occidental, con una elevación de 1951 m s.n.m. (Figura 2), presentando clima templado subhúmedo con lluvias en verano con una temperatura media anual entre 12°C y 19°C. Para el año 2020 contaba con una población de 263 habitantes, de los cuales el 54% son hombres y el 46% mujeres (INEGI, 2021).

## Localización del área de estudio

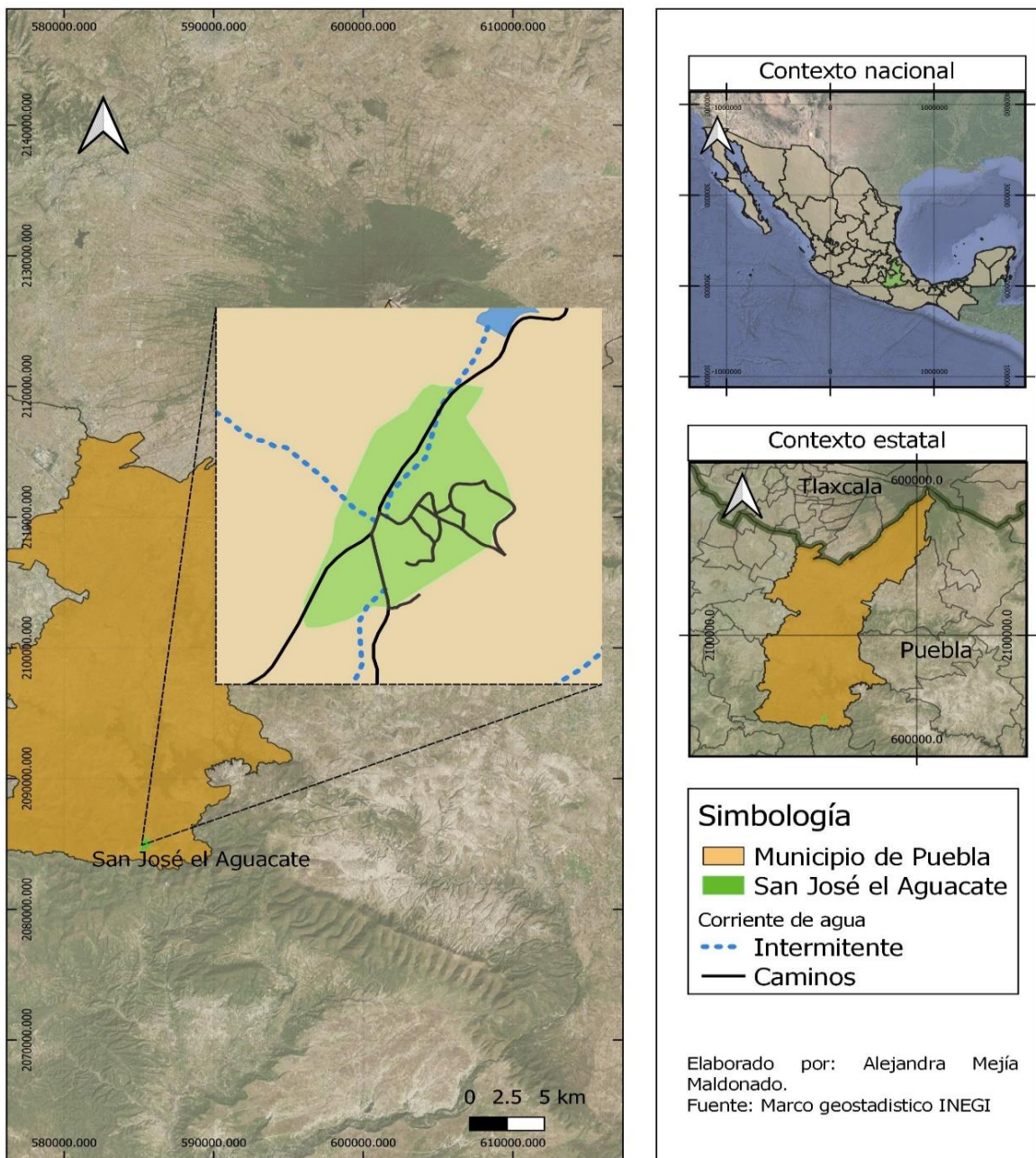


Figura 2. Localización de San José el Aguacate, Puebla. Elaboración propia, 2021.

## 7.2.2 Hidrografía

En cuanto a la hidrografía la zona de estudio se localiza en la región hidrológica Balsas (RH18), cuenca del río Atoyac, subcuenca exorreica Atoyac-Balcón del Diablo. Dentro del acuífero Ixcaquixtla definido con la clave 2106 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, que tiene una Disponibilidad Media Anual (DMA) positiva, es decir el agua subterránea puede ser extraída para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida (Figura 3) sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas (CONAGUA, 2018).

## 7.2.3 Edafología

En la zona de estudio se encuentran dos tipos de suelos (Figura 3), el predominante es tipo rendzina textura media y fina, y en menor superficie vertisol textura fina (CONABIO, 2020).

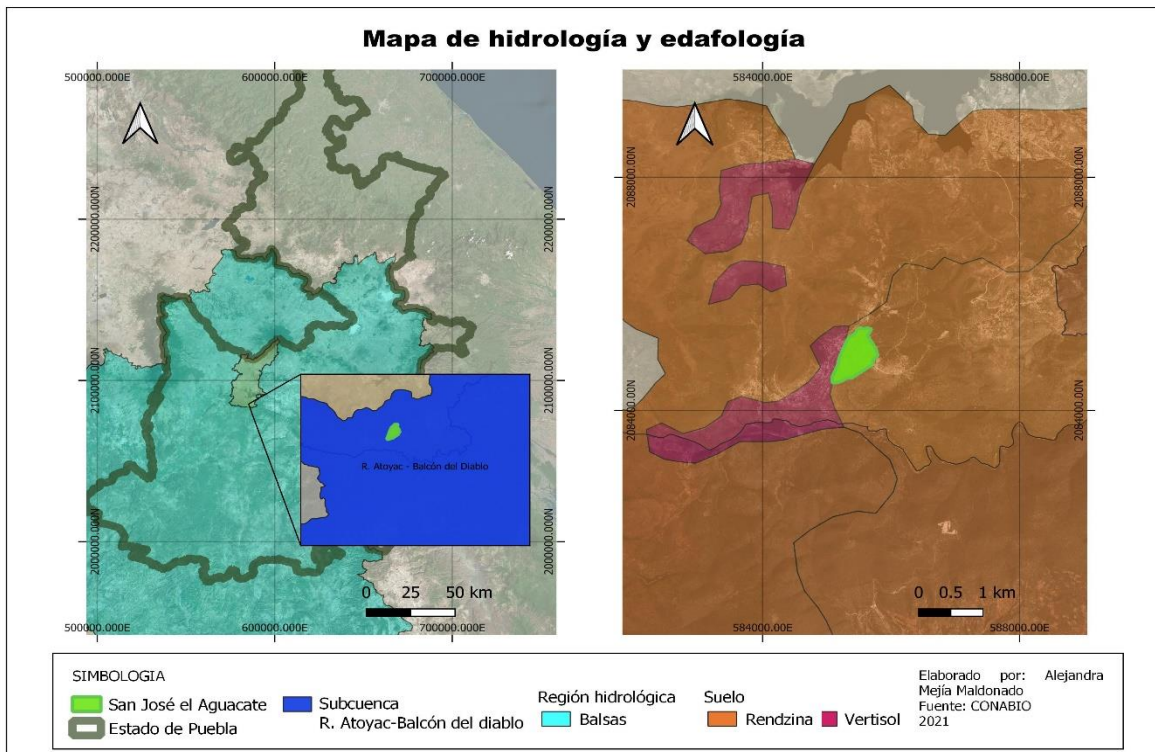


Figura 3. Mapa de hidrología y edafología de San José el Aguacate, Puebla. Elaboración propia, 2021.

## 7.2.2 Fase de campo.

### 7.2.2.1 Recolección de información.

Para el desarrollo de la investigación se requiere de una adecuada recolección de datos, dependiendo de los objetivos que se presentan y el tipo de información que se necesite considerando los recursos humanos y materiales presentes (Troncoso-Pantoja & Amaya-Placencia, 2016).

A fin de dar cumplimiento a los objetivos de la presente investigación se tomaron las medidas necesarias para la mayor recolección de información a través de la observación participante, aplicación de encuestas a familias usuarias, entrevistas en temas de agua, Saneamiento, toma de muestras para análisis *in situ* de calidad, y aforo de llave del grifo de las viviendas.

#### **Comportamiento de la sociedad por efecto de la “pandemia COVID-19”:**

El nuevo contexto planteado a partir de la pandemia por el virus SARS-coV-2 presentó un cambio de actitud de la población relacionadas a las actividades en el trabajo de campo, debido a las medidas de prevención implementadas para evitar contagios negaron la interacción para la aplicación de encuestas y mediciones *in situ*.

De la misma manera bajo este nuevo paradigma se dio la posibilidad de constatar el estado en que se encuentra el servicio para ofrecer el recurso hídrico y poder realizar actividades básicas de higiene que son recomendadas para la prevención de enfermedades.

### 7.2.2.2 Observación participante

La observación participante es importante ya que durante el proceso de investigación se origina una interacción con los habitantes de San José el Aguacate que facilita ampliar los conocimientos de la gestión comunitaria y recabar datos relevantes.

La gestión comunitaria se enriquece de dinámicas internas que son difícil de entender sin realizar una visita e interacción con los actores locales, por lo cual la observación participante es apropiada. Esta técnica se llevó a cabo en los meses de enero 2020 - junio 2021 con intervalos de periodos de confinamiento, en la cual se obtuvo información de:

- Características del servicio de abastecimiento.
- Operación del sistema.
- Relación usuario-comité.
- Participación de la comunidad
- Actividades en que utilizan el agua potable.
- Estado en el que se encuentran los cuerpos de agua.

### 7.2.2.3 Entrevista

Se realizó en total cuatro entrevistas semiestructuradas a personajes claves, en los que incluyó a miembros del comité comunitario para describir el sistema de gestión y a un funcionario de institución gubernamental que tuvo la disponibilidad para brindar información en tema de gestión del agua en la inspectoría y la existencia de apoyos o programas rurales en el municipio.

- Comisión Estatal de Agua y Saneamiento del Estado de Puebla (CEAS)
- Presidencia Auxiliar de San Francisco Totimehuacan
- Comité del agua de San José el Aguacate

#### 7.2.2.4 Diseño de la encuesta.

Se aplicaron encuestas (Anexo II), por el método bola de nieve, primero se identificó una familia usuaria del servicio posteriormente la persona encuestada reconoció a otras viviendas que contaban con el servicio y ellos a la vez a otras para así formar una red de 29 usuarios del servicio.

El cuestionario como instrumento de la encuesta fue diseñado con preguntas cerradas y abiertas para conocer el grado de satisfacción de los usuarios con respecto al servicio, a lo cual se refiere el quinto objetivo específico de esta investigación, de igual forma se buscó obtener información demográfica; actividades diarias domésticas en que utilizan el agua; opinión del servicio y calidad del agua; participación en el proceso de gestión y aspectos ambientales para generar un enfoque más integral del sistema de gestión comunitario.

Con el fin de validación se realizó una encuesta piloto para conocer si se comprendía el planteamiento de las preguntas así como para la selección de respuestas o ítems para redactar la versión final y proceder al estudio.

#### 7.2.2.5 Aforo del agua potable

Se realizó una estimación de la cantidad de agua que reciben los usuarios en las viviendas por el método volumétrico. Este método es sencillo y confiable, siempre y cuando el recipiente se encuentre en una superficie plana y se evite la pérdida de agua en el momento de aforar (González & Ramírez, 2014).

Las mediciones se realizaron en el mes de febrero en las viviendas que contaban con llave de grifo y permitieron su acceso, por condiciones de espacio e irregularidad del terreno se utilizó como recipiente un vaso medidor de 500 ml; así el caudal se obtiene en unidad de capacidad por unidad de tiempo, de la siguiente manera:

Ecuación 1. Caudal  $Q = \frac{V}{T}$

Donde Q = caudal (l/s); V = volumen (l); T = tiempo (s)

Entonces:

$Q = \frac{ml}{s}$  que para fines de la investigación se realizó la conversión para presentar

los resultados en  $\frac{L}{min}$

### 7.3 Análisis de la Calidad

La guía de calidad para la vigilancia y control de la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (2002) hace mención en que los usuarios deben disponer de la mejor calidad del agua potable dada la gran importancia para la vida. Por ello es importante realizar una evaluación física, química y microbiológica del líquido. Para la evaluación del agua suministrada en la inspectoría de San José el Aguacate, se eligieron parámetros de la Norma Oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 tomando en cuenta el presupuesto económico para la investigación.

**Tabla 1.** Análisis para la calidad del agua potable en San José El Aguacate

	Tipo de Análisis	Indicador	Unidad
Calidad del agua potable para consumo humano	Análisis Microbiológico	Coliformes fecales	NMP/100 mL
		Coliformes totales	NMP/100 mL
	Análisis físicos	Sabor	Organoléptica
		Color	Organoléptica
		Olor	Organoléptica
	Análisis Químicos	pH	
		Dureza	mg/L
		Metales	mg/L

### 7.3.2 Análisis microbiológico

Para verificar la calidad microbiológica del agua se realizó un análisis de microorganismos indicadores. De los grupos recomendados como indicadores microbiológicos se encuentra el grupo de bacterias coliformes que está formado por coliformes totales y fecales o termotolerantes (Fernández-Santisteban, 2017).

El análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Análisis de Calidad del Agua y Medio Ambiente, S.A. de C.V. (ACAMA) aprobado por la CONAGUA y acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) para el análisis de agua potable y residual. Mediante el método de Número Más probable (NMP) conforme a la norma NOM-210-SSA1-2014 “Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos, determinación de microorganismos indicadores”.

### 7.3.3 Análisis fisicoquímico.

La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua ya sean de origen natural o antropogénico, definen su composición física y química (Martel, 2004). Conocer la calidad fisicoquímica del agua que se suministra es importante por dos razones, la primera para prevenir o conocer el origen de problemas de salud que pueden presentar los usuarios y por otra parte para conocer características indeseables que originan problemas en el mantenimiento de la red de abastecimiento y que a la vez generan un mayor gasto del recurso económico.

#### 7.3.3.1 Análisis sensorial.

Es importante realizar un análisis del sabor, olor y color ya que puede causar rechazo por parte de los usuarios. Tiene una incidencia tanto estética como de aceptabilidad y es evaluado mediante los sentidos de quienes consumen el agua (OMS, 2006). Para conocer tales parámetros, se realizó por medio de la redacción de una pregunta planteada en el cuestionario, para su evaluación y poder describir cualitativamente la calidad del agua a través del análisis sensorial de los usuarios.

### 7.3.3.2 Parámetros químicos

#### Análisis in situ

##### **Determinación de pH**

Se realizó utilizando el kit comercial para análisis de campo marca Three Chamber Tester marca Spin, siguiendo el método descrito por el fabricante utilizando una escala de colores para determinar el intervalo de pH.

##### **Determinación de Dureza**

Se utilizó el Kit para medición de dureza total HANNA instruments HI3842, siguiendo el método descrito por el fabricante mediante reactivo en gotero.

##### **Determinación de metales**

Tomando en cuenta la amenaza que representan la presencia de metales en el agua para la salud y que no existen estudios en la inspectoría sobre la contaminación por metales en pozos que suministren agua, se eligieron parte de indicadores de la calidad del agua. El análisis se realizó en el Laboratorio ACAMA S.A de C.V por el método establecido en la norma NMX-AA-051-SCFI-2016.

#### Arsénico

El arsénico es un metaloide que al tener una exposición prolongada a través de alimentos y agua puede causar estragos a la salud. Trece de los 31 estados mexicanos tienen exposición al As .05 mg/l en agua potable excediendo el límite máximo permisible, entre los que se encuentra Durango, Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Puebla, y San Luis Potosí (Castro de Esparza, 2009).

#### Cadmio

Es de procedencia industrial como en baterías y plaguicidas y también se puede encontrar como consecuencia de la corrosión de las tuberías de distribución de agua (PADRINO DE LA MATA, *et al.* 2001) Según la ingesta puede generar efectos negativos en la reproducción así como desarrollo de tipos de cáncer (García & Cruz, 2012).

### Cromo

La ingestión de agua con altas cantidades de Cr (específicamente en cromo hexavalente) puede derivar problemas intestinales, enfermedades gástricas y hepáticas (Covarrubias & Cabriales, 2017).

### Plomo

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) señala que el plomo es un metal tóxico que puede ser dañino para la salud humana, incluso en niveles bajos, es persistente y bioacumulable en el cuerpo (EPA, 2021).

#### 7.3.4 Puntos de muestreo

Se realizó la toma de muestras para el análisis microbiológico y de metales en el pozo de agua subterránea con el propósito de conocer la calidad del agua de la fuente que abastece el sistema, de igual forma se realizó la recolección de muestras para análisis microbiológico en el depósito de almacenamiento del agua, así como la selección de dos viviendas usuarias (Figura 4) para conocer si existía cambio de concentración en la red de distribución de metales cuantificados.

Como se muestra en la Figura 5, se emplearon bolsas estériles y frascos esterilizados para la toma de muestra microbiológico y recipientes de plástico de dos litros para la toma de muestras de metales. Estas fueron etiquetadas con la información de origen, fecha, hora y nombre del reporte, y se transportaron en hielera a una temperatura de 4° centígrados al laboratorio en dónde se realizaron los análisis.

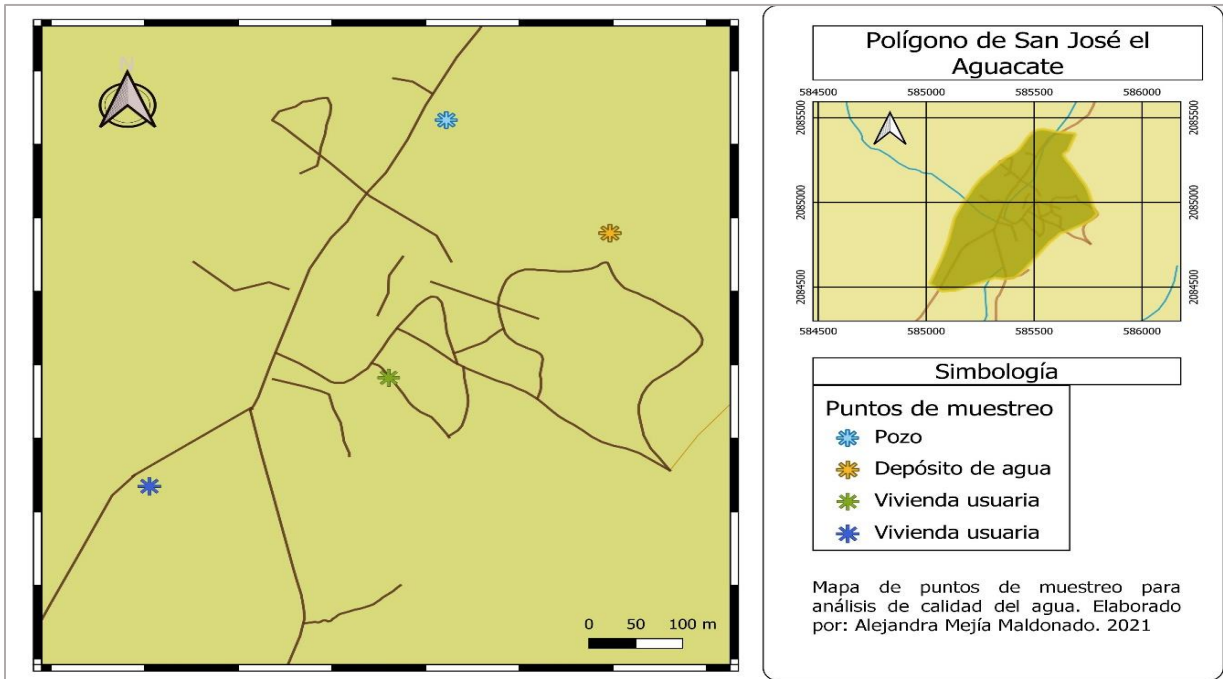


Figura 4. Mapa Puntos de muestreo para análisis microbiológico y metales en San José el Aguacate, Puebla. Fuente: elaboración propia, 2021.



Figura 5. Material utilizado para toma de muestras de agua en el sistema de abastecimiento de San José el Aguacate, 2021.

#### 7.4 Análisis de datos.

La información obtenida de los cuestionarios fue almacenada y analizada en hojas de Microsoft Excel. Las medias de las observaciones de aforo del agua y análisis in situ de la calidad del agua se sometieron a un análisis de varianza ANOVA con un nivel de significancia 0.05.

### **VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

En este apartado se hace la presentación de resultados en el orden de los objetivos planteados en la sección 6.2. La recolección de trabajo de campo por encuestas y toma de muestras y análisis in situ se realizó con el apoyo de estudiantes del bachiller de la inspectoría de San José el Aguacate.

#### **8.1 Descripción del sistema de abastecimiento de agua potable en la inspectoría de San José el Aguacate.**

Los resultados se obtuvieron a partir de entrevistas a miembros del comité así como de un recorrido de la red principal del sistema de abastecimiento guiado respectivamente por el presidente y secretario. El acceso al agua es a través de una fuente subterránea y se efectúa por medio de tres formas: pozos propios, comunitarios y de una red de agua entubada.

El sistema se construyó en el año 2001 mediante un trabajo conjunto de la comunidad y el Club Rotario de Puebla, principalmente por los pobladores que vivían en la zona alta que presentaban mayor dificultad para acarrear agua desde el pozo ubicado cerca del camino principal hasta sus hogares (comunicación personal, 2020).

La red de abastecimiento está formada por un pozo de extracción ubicado a un costado de la primaria y kínder de la inspectoría, que bombea el agua al depósito ubicado en una zona más alta y desde ahí se distribuye por gravedad a los hogares (Figura 5), según datos del comité son aproximadamente 150 usuarios, entre ellos se cuentan viviendas construidas por población que migra al extranjero que aún no

son habitadas pero que ya paga la cuota de mantenimiento y los centros escolares de la comunidad.

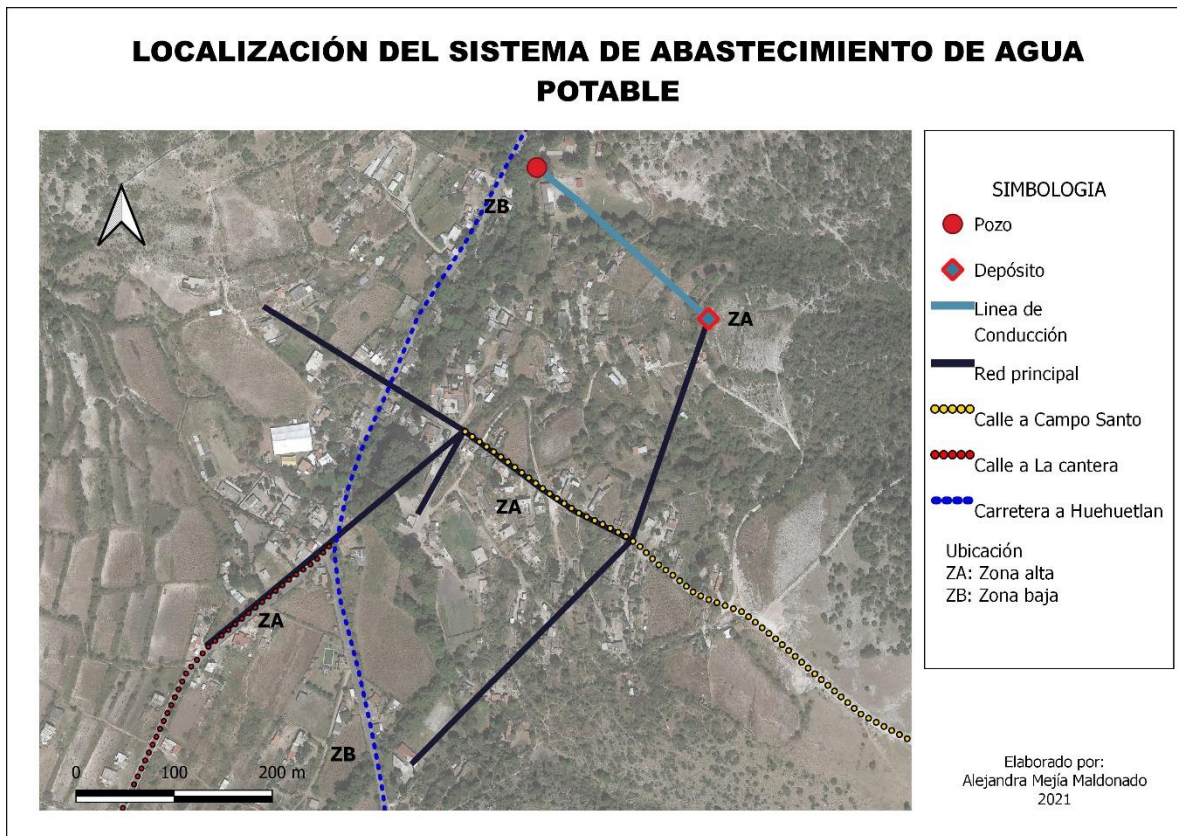


Figura 6. Diagrama de la red principal del sistema de abastecimiento de agua potable de San José el Aguacate, Puebla. Fuente: Elaboración propia con Qgis 2021.

A continuación, se hace la descripción y representación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable de la inspectoría de San José el Aguacate siguiendo las fases de un proceso del suministro de agua potable.

### Captación

La fuente de abastecimiento es mediante un pozo perforado que se encuentra dentro de un cuarto de protección enrejado para evitar la entrada de personas externas al comité o quien realiza el bombeo y de animales (Figura 7). Refiriendo información por parte del comité el valor reportado de profundidad es de entre 8 y 10 metros de profundidad. Para la extracción del agua utilizan 3 bombas de 2

pulgadas que es conducida al depósito de agua, estas se ponen en marcha en horario matutino y vespertino aproximadamente 10 horas al día. El agua se dirige al depósito a través de una línea de conducción y purgado de material de tubo galvanizado de aproximadamente 250 metros.



Figura 7. Cuarto de pozo de agua subterránea.

### **Depósito de agua.**

El depósito tiene una capacidad para almacenar 75,000 litros aproximadamente, se encuentra dentro de una reja de protección, la tubería de salida es de 2 pulgadas, cuenta con una válvula de compuerta y el agua se distribuye por gravedad (Figura 8).



Figura 8. Depósito rural de agua

### **Potabilización y/o desinfección**

No hay método.

### **Distribución del agua.**

La tubería de la red de principal es de PVC de 2 pulgadas, mientras que de las conexiones domiciliarias varía ya que cada usuario compra el material para su conexión. La tubería principal y de conexiones domiciliarias se pueden llegar a observar en la superficie o semienterrada (Figura 9).



Figura 9. Tubería identificada en la red de distribución.

### **Tratamiento de agua residual**

No hay tratamiento de agua residual.

Durante la identificación de las fases del sistema de abastecimiento se destaca que no hay potabilización del agua, anteriormente se llegó a realizar un proceso de cloración pero los usuarios que consumían el agua denunciaron inconformidad por el cambio de sabor en el agua, por lo cual se detuvo este proceso. De igual forma se identifica una falta de estructura para el tratamiento de aguas residuales, esto

está relacionado con la falta de apoyo para servicios básicos de alcantarillado y pavimentación de calles.

En la red de distribución se presentan características que llegan a limitar la disponibilidad de agua, que en esta investigación se han denominado como “puntos críticos” (Tabla 2). Estos puntos críticos fueron identificados por medio del acercamiento en la aplicación de las encuestas a los usuarios y recorridos en la red de abastecimiento con los miembros del comité y se muestran en la Figura 10. siguiendo la forma de la red, y estableciendo un diagrama de flujo con puntos críticos del sistema de gestión para abastecimiento de agua potable de San José el Aguacate, Puebla, 2021.

**Tabla 2.** Puntos críticos identificados en la red de distribución de San José el Aguacate, Puebla.

Puntos críticos en la distribución del agua				
Nombre	Descripción	Latitud	Longitud	Punto critico
Punto 1	Pozo	18.857291	-98.18815	Incumplimiento de bombeo del agua de pozo. Obstrucción de tubería por dureza.
Punto 2	Depósito de agua	18.855894	-98.186497	Ubicación y problemas sociales. Contaminación por animales. Obstrucción de tubería por dureza.
Punto 3	Camino camposanto	18.853859	-98.187251	Corte de servicio por obstrucción de incrustaciones por dureza en la tubería. Suministro de agua con posible contaminación microbiológica.
Punto 4	Intersección	18.854894	-98.188896	
Punto 5	Cruce de la carretera	18.856012	-98.190775	
Punto 6	Cancha de la inspectoría	18.854222	-98.189265	
Punto 7	Camino “La cantera”	18.852921	-98.19135	
Punto 8	Escuela	18.851722	-98.18949	

- En el pozo de extracción (1) hay un ocasional incumplimiento del horario establecido para la actividad del bombeo del agua hacia el depósito para su distribución.
  
- Por la ubicación del depósito (punto 2) no se logra suministrar con la misma cantidad de agua a las viviendas que se encuentran en la misma altitud por efecto de gravedad. Otro punto crítico es la contaminación por animales que ingresan dentro del depósito, esto puede inferirse a que la tapa metálica queda abierta. Además este reservorio se encuentra dentro de un terreno particular que había sido “donado” anteriormente para su construcción, pero se han presentado diferencias intereses entre el nuevo propietario y el comité del agua, motivo por el cual se ha llegado a presentar corte del servicio de agua potable para todas las viviendas hasta dar una solución del conflicto.
  
- El nivel de dureza que se presenta en el recurso hídrico forma incrustaciones que empieza a disminuir la cantidad de agua y que además ocasiona corte de servicio para la realización de faenas de limpieza de las tuberías.  
Este punto crítico y la entrada de animales afecta en la calidad del agua que se distribuye (puntos 1-8).

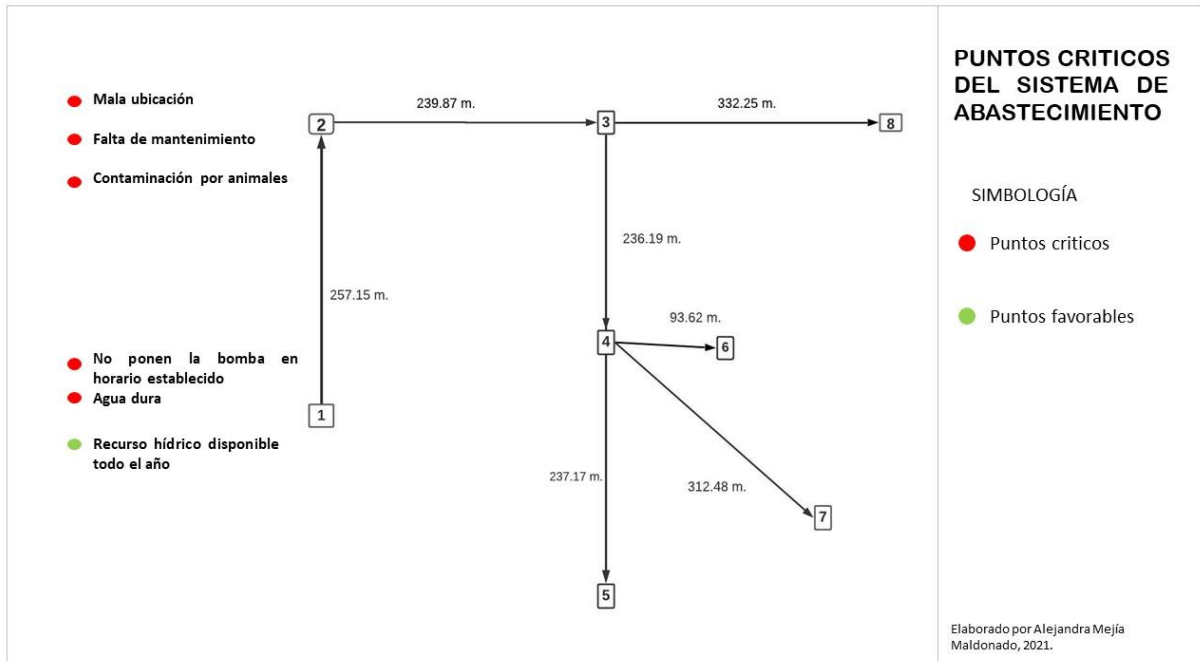


Figura 10. Diagrama de flujo con puntos críticos del sistema de gestión para abastecimiento de agua potable de San José el Aguacate, Puebla, 2021.

## 8.2 Actividades de gestión del agua en San José el Aguacate

A partir de la recolección de información en trabajo de campo, se identificaron elementos que caracterizan la gestión comunitaria como responsabilidades, acuerdos y principios propios de los habitantes.

Las personas que han operado el sistema de abastecimiento desde sus inicios es la misma población usuaria, no hay alguna intervención en la administración por parte de autoridades municipales o estatales. Las actividades son de mutuo acuerdo por el comité y los usuarios, lo cual crea un mayor interés y autonomía en la administración del sistema. Para la selección de los miembros siguen el orden consecuente de las viviendas y en caso de no poder, por ejemplo, una vivienda desocupada, un familiar puede suplir el lugar.

No hay requisitos preliminares más que sean personas mayores de edad y usualmente es el jefe de familia quién es elegido. El comité está conformado por tres integrantes: presidente, secretario y un tesorero (Figura 11), no reciben compensación económica ya que el cargo es representativo y son elegidos anualmente en el mes de febrero mediante una asamblea en la que asisten los usuarios.

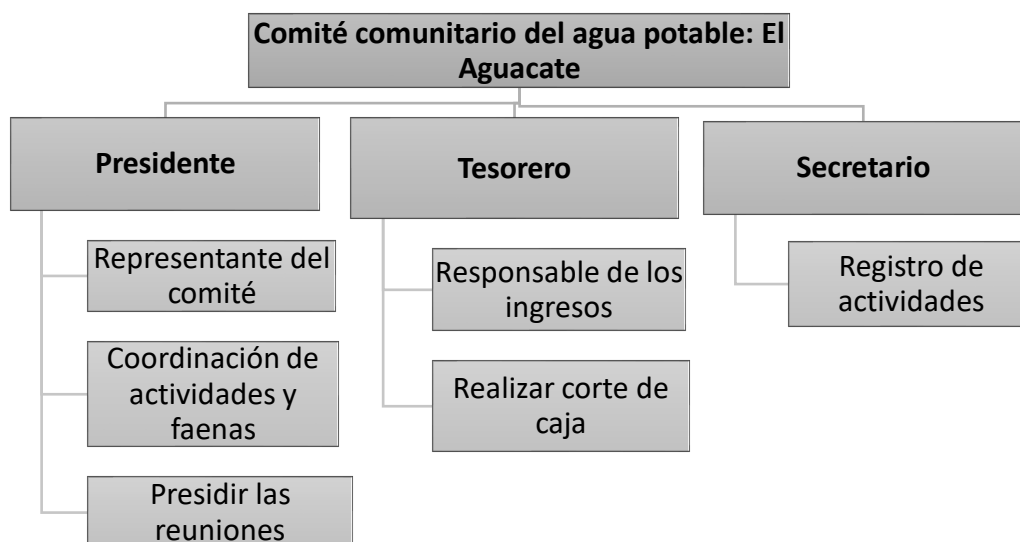


Figura 11. Organigrama funcional. Estructura del comité de agua de la inspectoría San José el Aguacate del periodo 2020-2021. Fuente: Elaboración propia 2021.

A través de entrevistas a miembros del comité y acercamiento a la población se identificaron las actividades dentro del proceso de gestión. Estas actividades son similares a las documentadas por Sandoval-Moreno y Günter (2013), las cuales para San José el Aguacate son:

### **Actividad de suministro.**

Distribución del agua

El bombeo del agua se realiza todos los días en horario matutino y vespertino. El encargado del bombeo es usuario del servicio y recibe un pago mensual por su servicio de \$1,700 (Un mil setecientos pesos 00/100 M.N).

### **Actividades de mantenimiento**

Recaudación de cuota

La cuota se paga mensual el primer o segundo sábado del mes, los usuarios acuden a realizar el pago en la cancha de la inspectoría y es de un valor de \$50.00 M.N. pesos por familia, es decir si se encuentran varios núcleos familiares en una vivienda, se cobrará por cada uno, así como también se identifica pagos en casas que aún no son habitadas.

Con lo recaudado de la cuota se cubre gastos de recibo de luz, el pago a la persona que presta el servicio de hacer el bombeo, reparaciones y mantenimiento que se realicen en la red de distribución.

### Mantenimiento

La limpieza del depósito de agua se procura hacer cada tres meses, anteriormente se realizaba cada 6 meses o en más tiempo pero teniendo en cuenta la importancia de la calidad del agua este comité acordó realizar con más frecuencia esta actividad. Para esto participan los miembros del comité según su disponibilidad y la integración de usuarios no es obligatoria, se realiza de forma tallando las paredes y utilizando cloro como liquido de desinfección.

Para la limpieza de la tubería de conducción se realiza en faenas al momento en que notan una disminución en la cantidad de agua que reciben, los miembros del comité hacen un boceo para organizar la actividad. Se lleva un registro de quienes van participando para que en las siguientes asistan los usuarios que falten, con esto se asegura que todos los usuarios participen.

### Asambleas

Las asambleas se realizan en la cancha de la inspectoría de San José el Aguacate. La asamblea principal es para elegir los nuevos integrantes del comité, en esta misma se hace el corte de caja de todo el año del comité a cargo.

También se llegan a realizar reuniones alternas para la organización de faenas o resolver algún problema del sistema de abastecimiento.

### **Organización y participación**

La gestión depende en gran medida en la participación de la comunidad para la administración del recurso (García, González, & Mora, 2017). Las faenas son las

actividades principales que mantienen en condiciones el sistema de abastecimiento. Dependiendo de su importancia se pueden aplicar multas por inasistencia u otros usuarios pueden suplir el lugar, esto según en los acuerdos. También se puede llegar a presentar una figura de autoridad que son usuarios denominados como “cabos” que lideran las actividades.

Para un mayor número de participación de los usuarios, las reuniones se realizan en la cancha de la inspectoría usualmente en horario vespertino-nocturno contemplando que acudan la mayoría de los jefes de familia, que es cuando regresan de la jornada laboral.

Estas actividades están orientadas para suministrar el líquido y mantener el sistema, mediante la organización y el establecimiento de normas propias. Es el comité quién lleva la administración del sistema sin embargo, todos los usuarios también conllevan la responsabilidad para el mantenimiento, así la organización es conjunta a la participación general para el cumplimiento de actividades planificadas y acuerdos.

### **8.3. Cantidad de agua para las familias usuarias en el hogar.**

Es importante que el servicio disponga de cantidad de agua suficiente a los usuarios para realizar sus actividades básicas. La Organización Mundial de la Salud demarca que son necesarios entre 50 litros diarios de agua para realizar las necesidades básicas y 100 litros para sostener todas las necesidades de manera óptima. Al no tener el organismo comunitario operador la posibilidad de tener un registro de consumo y de pérdidas físicas del agua, se realizó la estimación de la cantidad de agua que reciben los usuarios en las viviendas por medio de la medición del caudal del grifo de agua así como también la medición de presión del agua considerando la problemática que presentan por la ubicación de las viviendas.

Según la encuesta aplicada a usuarios de San José el Aguacate las tres principales actividades en que se utiliza el agua potable son para higiene, limpieza del hogar y preparación de alimentos; seguido de uso para áreas verdes, consumo directo y por último para uso en animales de traspatio, como se muestra en la Figura 12.

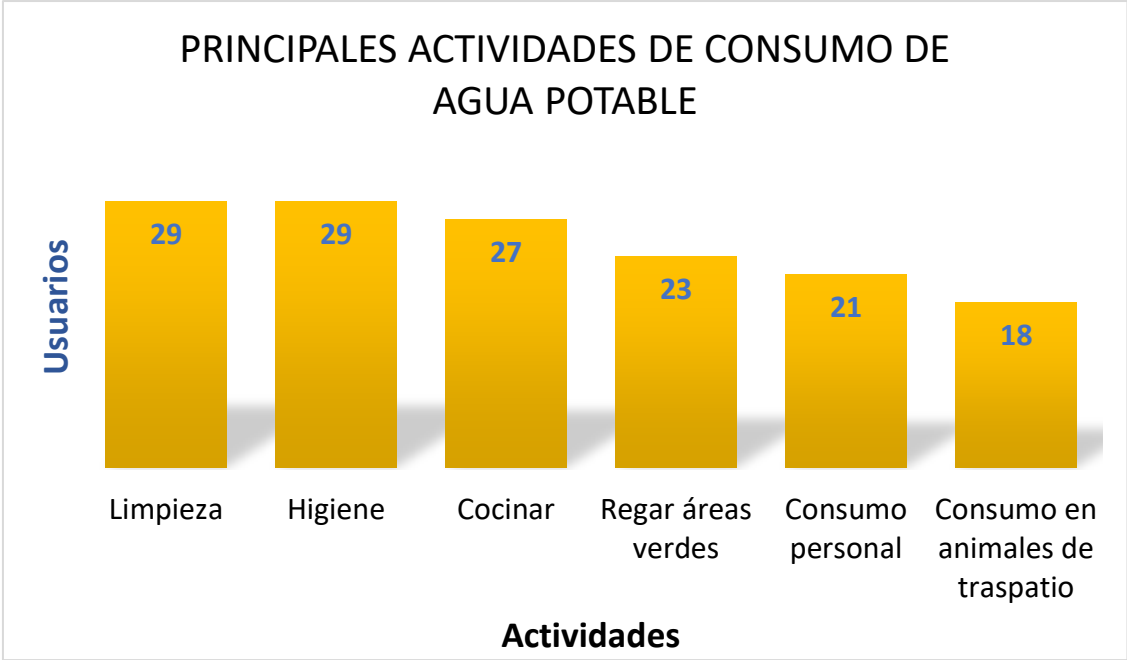


Figura 12. Actividades prioritarias en que se utiliza agua potable, en San José el Aguacate Puebla. 2021.

**Caudal**

Se realizó una demarcación de las viviendas usuarias fue por su ubicación en zona alta (Z1) y zona baja (Z2), conforme a la pendiente de los caminos de la inspectoría, en la parte baja se tomó los usuarios ubicados sobre la carretera principal a Huehuetlán y en la zona alta usuarios ubicados en la carretera a “La Cantera” y camino a camposanto, como se muestra en la Figura 6 del apartado 8.1. El análisis se realizó en 6 viviendas por zona dando un total de doce viviendas muestreadas (Tabla 3). Cabe mencionar que la medición se llevó a cabo en todas las que dieron acceso al agua potable ya fuera por grifos o mangueras sin embargo, para confiabilidad de los resultados se seleccionaron las que cumplían las características

ideales para este método, como: medición en suelo o superficie firme y nivelado, ubicación que facilitara la descarga del agua en el recipiente y accesorios en buenas condiciones para evitar pérdidas de agua.

**Tabla 3.** Promedio de caudal (L/min) en las viviendas muestreadas en San José el Aguacate, Puebla. ( $\bar{x} \pm D.S.$ )

Viviendas muestreadas	Zona 1 (T1)	Zona 2 (T2)
1	0.258 $\pm$ 0.043	0.294 $\pm$ 0.063
2	0.211 $\pm$ 0.122	0.389 $\pm$ 0.103
3	0.133 $\pm$ 0.014	0.412 $\pm$ 0.056
4	0.203 $\pm$ 0.016	0.425 $\pm$ 0.027
5	0.177 $\pm$ 0.031	0.443 $\pm$ 0.122
6	0.421 $\pm$ 0.123	0.453 $\pm$ 0.121

Se realizó un análisis de varianza por tratamientos según la ubicación de las viviendas, en la cual se muestra una diferencia significativa mayor a 0.05 (Tabla 4), esto es que no reciben la misma cantidad de agua, demostrando que las viviendas ubicadas en una mayor altura al depósito reciben menor cantidad del recurso vital.

**Tabla 4.** Promedio por tratamiento de cantidad de agua (L/min) que reciben las familias en San José El Aguacate, Puebla, 2021

Tratamiento	Flujo de agua (L/min)
Zona 1 (T1)	0.234b
Zona 2 (T2)	0.403a

Nota: Cifras con la misma letra no tienen diferencia significativa,  $P < 0.05$

En la siguiente gráfica (Figura 3) se presenta esta diferencia en la cantidad de agua suministrada. En la primera y última vivienda muestreadas se observa que la cantidad de agua se encuentran muy cercanas en ambas zonas, esto se debe a que, para la primera, en la zona alta, su ubicación es a una altitud menor del depósito del agua por lo cual no presenta problemas tan marcados de suministro

del agua en comparación de las que son aún más cercanas y para la sexta vivienda ubicada sobre el camino a “La cantera” donde no mencionan deficiencias en la cantidad de agua que les suministran.

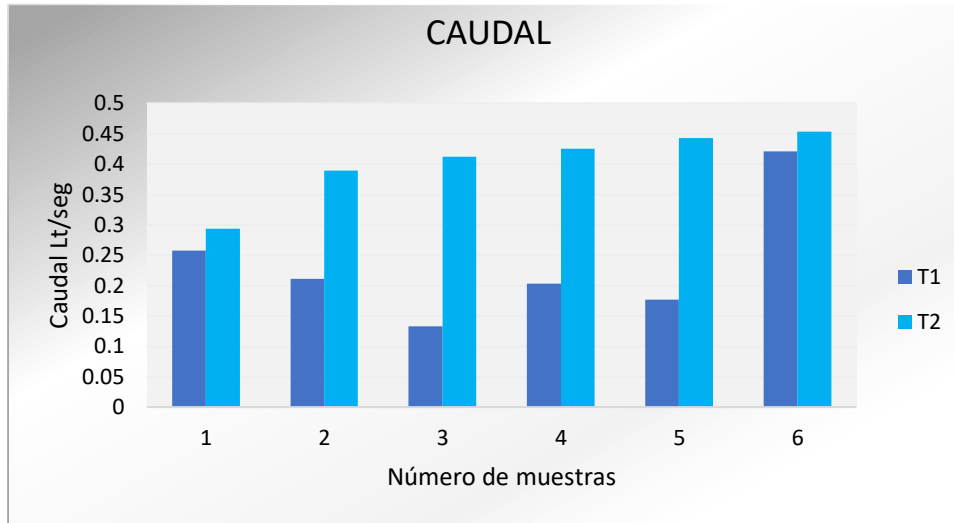


Figura 13. Promedio de cantidad de agua que reciben las viviendas muestreadas, en zona alta (T1) y zona baja (T2) en San José el Aguacate, Puebla. 2021.

Con los datos obtenidos se procedió a calcular la cantidad aproximada de agua que reciben los usuarios. Se considera el número de integrantes por familia que según las encuestas en promedio están conformadas por 4 integrantes.

Zona alta				
Cantidad de agua que reciben del servicio comunitario	Volumen	Volumen	Cálculo	
	0.234 L/min	336.96 L/día	$\frac{\text{Volumen}}{\text{Integrantes de la familia}} = \frac{336.96 \text{ L/día}}{4 \text{ hab.}}$	
				<b>84.24 L/hab. día</b>

Zona baja				
Cantidad de agua que reciben del servicio comunitario	Volumen	Volumen	Cálculo	
	0.403 L/min	580.32 L/día	$\frac{\text{Volumen}}{\text{Integrantes de la familia}} = \frac{580.32 \text{ L/día}}{4 \text{ hab.}}$	
				<b>145 L/hab. día</b>

Esta cantidad de agua está sujeta por el número de integrantes en la familia, encontrando en San José el Aguacate núcleos familiares de hasta 10 miembros, por ello hay una variabilidad en los cálculos que dependen de este factor.

Al no contar el ente gestor con los recursos suficientes para adquirir con información adicional en consumos de agua se destaca que para el presente trabajo las cifras son estimadas además de señalar si se cumple con suficiente agua para realizar actividades primordiales son importantes para la proyección de diseño de un sistema abastecimiento que pueda cumplir una demanda sostenible para la comunidad.

### **Presión**

Este indicador es importante puesto que los usuarios que viven a la altura del depósito manifiestan que la presión con que les llega el agua es variable y en ocasiones no es suficiente para llenar de manera rápida sus contenedores. Así pues, una presión baja genera quejas y reclamaciones por parte de los usuarios y un exceso de presión está vinculado con fugas y roturas (Martínez-Codina, Saavedra, Cueto-Felgueroso, & Garrote, 2017).

Para determinar la presión del agua de la red, se seleccionó una vivienda en cada una de las ramas principales de la red y a petición de algunos pobladores se midió la presión del grifo de la cancha de la inspectoría que es utilizada por todos los habitantes de la inspectoría. Dando un total de 5 muestras o viviendas, se realizaron cinco repeticiones en cada una para obtener un promedio más confiable. En el “Manual de redes de distribución” de la CONAGUA (2007) no existe una categoría de la presión mínima para un servicio de abastecimiento rural, sin embargo, menciona que para localidades urbanas pequeñas se admite una presión mínima de 1 kg/cm<sup>2</sup> que es considerado para la presente investigación.

En la siguiente Tabla se presenta el promedio y desviación estándar de las cuatro viviendas y la cancha de la inspectoría. La presión del agua de la red de distribución con la que llega a las viviendas se encuentra dentro del rango ideal establecido por la CONAGUA, como se observa una vivienda ubicada en la zona alta (en carretera

a la Cantera) apenas llega a 0.1 kg/cm<sup>2</sup> esto fue porque el usuario en ese momento compartía su toma de agua a un vecino lo que ocasionó una presión por debajo del promedio de las viviendas muestreadas.

**Tabla 5.** Promedio de la presión del agua (kg/cm<sup>2</sup>) en viviendas muestreadas de San José el Aguacate, Puebla. ( $\bar{x} \pm D.S.$ )

Muestras	Zona 1	Zona 2	Cancha
1	0.1	2.06 ± 0.054	2.18 ± 0.044
2	1.98 ± 0.447	2.28 ± 0.044	

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la cantidad de agua potable que reciben las familias usuarias por zonificación y la presión de esta, se toma como referencia para la evaluación valores determinados por la OMS y CONAGUA.

**Tabla 6.** Suministro de agua por cantidad y presión que reciben en las familias usuarias en San José el Aguacate, Puebla.

Suministro de agua a las familias usuarias					
Zona	Unidad	Dotación	Referencia	Valor	Observaciones
Zona 1	L/hab.día	84.24	50-100 L por persona (OMS)	Aceptable	Se encuentra dentro del límite establecido por la OMS para cubrir las necesidades básicas.
Zona 2	L/hab.día	145	50-100 L por persona (OMS)	Cumple	Reciben la cantidad ideal de agua recomendada por la OMS para cubrir las necesidades básicas.
Presión del agua					

Zona 1	kg/cm <sup>2</sup>	1.04	1 kg/cm <sup>2</sup>	Aceptable	La presión con que llega el agua a las viviendas de la zona alta es mínima por la CONAGUA, este resultado también fue influenciado por aspectos sociales de compartir la red
Zona 2	kg/cm <sup>2</sup>	2.17	1 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple	La presión con que llega el agua a las viviendas de la zona baja está por arriba del valor mínimo por la CONAGUA
La cantidad de agua y presión con la que disponen los usuarios está relacionado con la infraestructura del servicio, dimensión económica para cubrir los gastos de mantenimiento, arreglos de la infraestructura, así como aspectos socioeconómicos en el tipo de accesorios y formas de almacenamiento del agua, y la dimensión social en la partición de los usuarios en para el pago de las cuotas, las faenas para mantenimiento					
<b>Limitaciones</b>	No existe registros en cuanto al consumo doméstico y pérdidas físicas que complementen el análisis, por lo que se general cifras aproximadas. No hay análisis durante la época de estiaje y lluvia para hacer una comparación de volumen de agua.				

#### 8.4 Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable.

En el siguiente apartado se presentan los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológicos y su comparación con los límites de la normatividad NOM-127-SSA-1-1994, Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad, para poder considerarse adecuada para uso doméstico.

## Análisis Fisicoquímicos *in situ*

Se presenta los resultados de la toma de muestras por triplicado, tomadas en el pozo, depósito y viviendas usuarias, para conocer el comportamiento de la calidad de estos parámetros en la red.

Los resultados demuestran que el pH se encuentra dentro del rango establecido por la Norma, en cuanto a la dureza este se encuentra cerca del límite por la norma, pero siguiendo conforme a la clasificación de la OMS, el agua de la inspectoría es considerada como “Muy dura”.

**Tabla 7.** Promedio de dureza y pH por zona de ubicación, en San José el Aguacate, Puebla. ( $\bar{x} \pm D.S.$ )

Viviendas muestreadas	Dureza		pH	
	Z1	Z2	Z1	Z2
1	433.33 $\pm$ 57.73	433.33 $\pm$ 57.73	7.4	7.4
2	466.66 $\pm$ 57.73	500	7.43 $\pm$ 0.057	7.4
3	433.33 $\pm$ 57.73	500	7.33 $\pm$ 0.115	7.5
4	433.33 $\pm$ 57.73	500	7.4	7.46 $\pm$ 0.057
5	500	433.33 $\pm$ 57.73	7.4	7.4
6	500	500	7.46 $\pm$ 0.057	7.433 $\pm$ 0.057
<b>Pozo</b>	500		7.4	
<b>Depósito</b>	500		7.4	

Nota: Unidades de dureza en mg/L

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) por tratamientos según su ubicación (tabla 7), no se observaron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) entre tratamientos donde para dureza P es igual a 0.4105 y pH es igual a 0.113 lo que demuestra que estadísticamente es la misma calidad del agua para toda la red de distribución (ver Anexo III).

**Tabla 8.** Promedio de propiedades fisicoquímicas del agua potable en San José El Aguacate, Puebla. 2021.

Tratamiento	Propiedades fisicoquímicas	
	Dureza	pH
Z1	461.11a	7.40a
Z2	477.78a	7.44a

Nota: Medias en columnas con la misma letra no tienen diferencia significativa,  $P < 0.05$ .

### **Análisis sensorial.**

Para el indicador de propiedades organolépticas del agua se realizó a través de la aplicación de encuestas a los usuarios, este análisis también está relacionado con la percepción de la calidad del agua que reciben y con la satisfacción en ella, presentado en el apartado 8.6.

La pregunta se planteó de la siguiente manera:

Usted nota en el agua presencia de:		
<b>Sabor</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>
a) Mal sabor b) Sin sabor	a) Color desagradable b) Sin color	a) Olor desagradable b) Sin olor

Como resultado se tiene que el agua distribuida no presenta algún olor desagradable lo que a su vez indica una baja probabilidad de contaminación por productos químicos o crecimiento exponencial de algunos tipos de bacterias.

En el sabor un bajo porcentaje de los usuarios respondieron que el agua presentaba un “mal sabor” en comparación del 90% que señalaron como positivo este parámetro al indicar la ausencia de este (Figura 14), las razones mencionadas que influyeron en esta selección fueron:

- Cuando realizan la limpieza del depósito queda un sabor a cloro, no mucho tiempo, pero queda.
- Cambio de gusto, ya que empezaban a consumir agua de garrafón.

- Preferencia por consumir agua de pozo particular.

La Organización Mundial de la Salud (2018) señala que la presencia de olor y sabor en el agua de consumo puede significar algún tipo de contaminación o deficiencias ya sea en el tratamiento o distribución del recurso, para lo que en este caso se considera negativa al tener una alta aceptabilidad de los usuarios en estos parámetros.

En cuanto al color y presencia de materiales se hace énfasis de que ocasionalmente se presenta un tipo de residuo que algunos usuarios lo caracterizan como arenoso color blanco-grisáceo cuando el nivel del agua disminuye en el depósito y se distribuye con material sedimentado, también existe una relación con el proceso de mantenimiento de limpieza del depósito y con el aspecto ambiental del agua al presentar un alto grado de dureza que origina incrustaciones y residuos de estos, durante la conducción del agua.

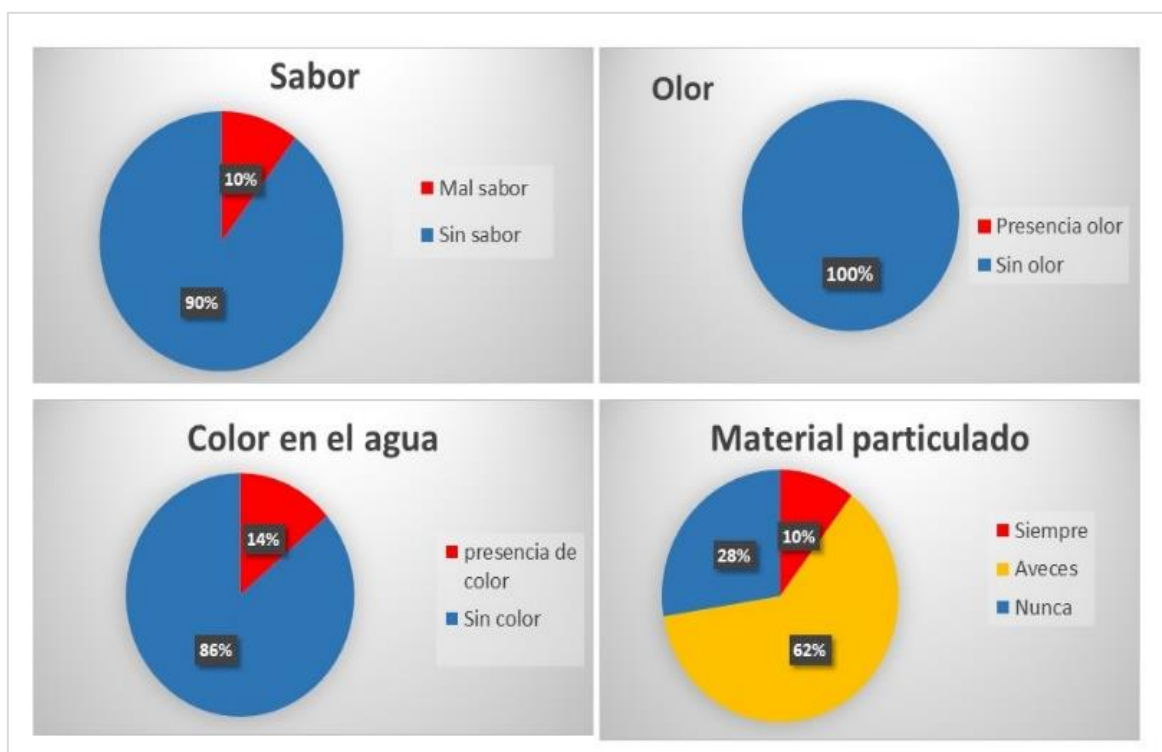


Figura 14. Evaluación de los indicadores organolépticos del agua potable por los usuarios del servicio de San José el Aguacate Puebla.

En un estudio realizado por Fernández y Márquez (2017) sobre la percepción social del servicio de agua potable señala que este análisis se realiza a través del reconocimiento de las experiencias de los usuarios, por lo que estas características (insabora, incolora e inodora) hacen que los encuestados la evalúen como aceptable y salubre a pesar de que puedan observar variación en el contenido de partículas arenosas.

### Análisis de metales

Los resultados para metales: Arsénico (As), Cadmio (Cd) Cromo (Cr) y Plomo (Pb) en el pozo de extracción y dos viviendas usuarias, indican que se encuentran por debajo de los límites permisibles de la norma y no existe un cambio de concentración en el sistema (Tabla 9). A pesar de que los valores se encuentran por debajo de los límites admisibles puede existir un efecto de acumulación de metales pesados que se detecta con el paso del tiempo (PADRINO DE LA MATA, *et al*, 2001).

**Tabla 9.** Resultados de análisis de metales del agua potable.

Parámetro	Concentración cuantificada					Unidades
	Pozo			Viviendas		
	M1	M 2	M3	M4	M5	
<b>Arsénico (As)</b>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	mg/L
<b>Cadmio (Cd)</b>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	mg/L
<b>Cromo Total (Cr)</b>	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	mg/L
<b>Plomo (Pb)</b>	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	mg/L

<\* Corresponde al valor mínimo cuantificado por el método  
Método de prueba NMX-051-SCFI-2016

### Análisis microbiológico

Conforme a la norma oficial mexicana “NOM-179-SSA1-2020, vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público” el examen microbiológico es uno de los

requisitos mínimos que se debe realizar en un abastecimiento público con una población menor a 50,000 habitantes y esta debe incluir la determinación de organismos coliformes totales y E. coli, se presentan los resultados para el depósito que sobrepasa el límite permitido y referente al pozo que abastece el sistema como “No detectable”.

**Tabla 10.** Resultados del análisis microbiológico en el pozo y depósito del sistema de abastecimiento.

Parámetro	Concentración cuantificada			Unidades
	Pozo	Depósito		
	M1	M1	M 2	
<b>Coliformes totales</b>	No detectable	>8.0	>8.0	NMP/100 mL
<b><i>Escherichia Coli</i></b>	No detectable	4.6	4.6	NMP/100 mL

>\* Corresponde el valor máximo cuantificado por el método.  
Método de prueba NOM-210-SSA1-2014

Conforme a los resultados obtenidos se realizó la comparación de los resultados de la calidad del agua potable de la inspectoría con la normativa, presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 11.** Indicadores de calidad del agua suministrada por el ente gestor de San José El Aguacate., 2021.

Indicador	Agua potable en San José el Aguacate	Referencia NOM-127-SSA1-1994	Límite	Observaciones
Olor	Sin olor	Agradable	Aceptable dentro del límite	Indicadores evaluados a través de los sentidos de los usuarios (olfato, gusto y vista)
Color	Sin color	20 unidades de color verdadero	Aceptable dentro del límite	
Sabor	Sin sabor	Agradable	Aceptable dentro del límite	

pH	7.4 - 7.44	6.5-8.5	Aceptable dentro del límite	
Dureza Total	461.11 - 477.78	500 mg/l	Buena calidad Dentro del límite	No sobrepasa el límite establecido pero se considera un punto rojo para el sistema y salud de las personas que consumen el agua directamente.
As	0.002 mg/L	0.025 mg/L	Buena calidad Dentro del límite	Se encuentra dentro del límite, es importante considerar el monitoreo e incluir todos los metales determinados por la norma.
Cd	< 0.001 mg/L	0.005 mg/L	Buena calidad Dentro del límite	
Cr	< 0.005 mg/L	0.05 mg/L	Buena calidad Dentro del límite	
Pb	<0.003 m/L	0.01 mg/L	Buena calidad Dentro del limite	
Coliformes totales	>8 (Depósito)	No detectable	Pasa el límite permitido	Al no existir una etapa de potabilización se considera el monitoreo y control de este indicador
	No detectable (pozo)		Aceptable dentro del limite	
Escherichia coli	4.6	No detectable	Pasa el límite permitido	
	No detectable (pozo)		Aceptable dentro del límite	
<p>La calidad del agua está relacionada con aspectos socioeconómicos de la localidad bajo sus posibilidades económicas y de costumbres, ya que el proceso de cloración se detuvo por unanimidad.</p> <p>Por lo que en la dimensión ambiental el agua es suministrada con sus características (naturales o por contaminación en el acuífero) sin algún proceso de potabilización que modifique sus propiedades físicas o químicas, más que la forma en que se almacena y mantenimiento de las tuberías.</p>				
<b>Limitaciones</b>	No hay análisis para comparación durante la época de estiaje y lluvia.			

## 8.5 Costo de operación del sistema de abastecimiento de agua.

Los datos presentados a continuación son con base a la información que dispusieron los miembros del comité del agua potable del ciclo 2020-2021. La dimensión económica es importante para garantizar el derecho al acceso del sistema, ya que abarca la relación del acceso económico de los usuarios en el pago de cuotas y si este es suficiente para mantener el sistema. Es un factor para conocer el tipo de tecnología que se puede tener y el nivel de servicio que se ofrece al afectar directamente el monto de para la construcción del sistema, gastos de operación y mantenimiento (Lossio, 2012).

Para la evaluación económica del proyecto se utilizó el método “relación beneficio-costos”. Más allá del análisis financiero, también permite conocer si hay un costo y beneficio social del proyecto (Rus, 2008).

Como costos o egresos se tomaron aquellos que se incurren para prestar el servicio, los cuales son el pago de recibo de luz, el sueldo de las personas encargadas de realizar un servicio e insumos para el mantenimiento o reparaciones del sistema, los cuáles según el presidente del comité fue mínimo ya que solo se utilizaron recursos económicos para la limpieza del depósito.

En cuanto a los ingresos o entradas se tomó únicamente la cuota de los usuarios, ya que la comunidad tiene un recelo en mostrar información económica como las multas a usuarios cuando faltan a su deber en faenas y además que no existen contribuciones particulares externas para el sistema. Se aclara que la siguiente tabulación de ingresos y costos fue guiada y aceptada por el presidente del comité.

**Tabla 12.** Inventario de ingresos y costos de operación y mantenimiento en el sistema de gestión comunitaria de San José el Aguacate, ciclo 2020-202.

Ingresos	
Cuota de mantenimiento	
Total de usuarios	150
Monto mensual	\$50.00
Total de ingreso mensual	\$7,500
Total de ingreso anual	\$90,000
Costos	

Pago de recibo de luz bimestral*	\$8,500
Pago de recibo de luz anual	\$51,000
Sueldo de operador de bombeo mensual	\$1,700
sueldo de operador de bombeo anual	20,400
Gastos de mantenimiento**	\$300
Gastos de Mantenimiento anual	\$1,200
Gastos de reparación***	No procede

\*Promedio en que llega el recibo, este varía y se ha presentado en mayor cantidad

\*\*Promedio del gasto en material para limpieza del depósito cada 3 meses, incluye mantenimiento de bombas

\*\*\*Varía por año, en este ciclo no se presentaron reparaciones en la bomba u otras.

Siguiendo el inventario de ingresos y costos del sistema, se obtienen los siguientes datos:

**Ingreso anual:** \$90,000.00 M.N.

**Costo anual:** \$72,600.00 M.N.

La razón beneficio-costo se evaluó conforme a:

B/C	Forma de beneficio	
<1	Los beneficios son menores a los costos	No hay viabilidad para mantener el servicio
=1	Hay una igualdad en los beneficios y los costos	Hay igualdad en ingresos y egresos
>1	Los beneficios son mayores a los costos	El servicio se puede mantener.

En este caso de gestión no hay beneficios económicos. En el sistema no se busca beneficiar económicamente a un grupo específico, el beneficio es únicamente social para poder sostener y mantener el sistema y seguir garantizando la accesibilidad del recurso a la población usuaria.

**Tabla 13.** Beneficio-costo del sistema de abastecimiento del agua potable en San José el Aguacate, Puebla.

Parte operacional
$\text{Razón } B/C = \frac{\text{Ingreso}}{\text{Costos de operación y mantenimiento.}}$
$\text{Razón } BC = \frac{90,000}{72,600} = 1.23$
Siendo la razón mayor a 1, se infiere que hay una relación positiva para mantener el sistema así como posibles inversiones en mejoras de la red de abastecimiento, tomando en cuenta que los gastos de mantenimiento y reparaciones no sea excedente y son variables en cada año.
Para la razón beneficio-costo existe una relación con la dimensión económica y social en la disposición de los usuarios a pagar la cuota y multas.

### 8.6 Satisfacción de los usuarios con el servicio de agua potable.

Para dar cumplimiento a este objetivo la información se extrajo de las encuestas aplicadas a los usuarios (Anexo II). Cabe señalar que estas se realizaron en las viviendas que tuvieron la disponibilidad de participar, ya que algunos se negaban por la situación de contingencia que se presentó por la pandemia.



Figura 15. Aplicación de encuestas de satisfacción a usuaria del agua potable. 2021

Las encuestas fueron aplicadas a un 28% a hombres y un 72% a mujeres, de las cuales en su mayoría eran amas de casa, esto está relacionado al horario en que fueron aplicadas las encuestas ya que se encontraba dentro de la jornada laboral de los jefes de familia (Figura 16).

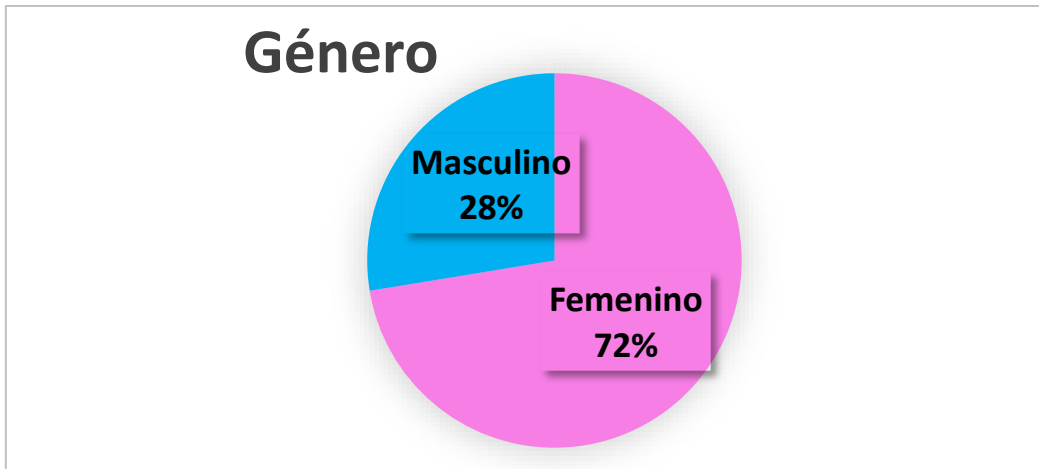


Figura 16. Distribución porcentual por género de usuarios entrevistados en San José el Aguacate, 2021.

Se presenta la percepción de los usuarios con el servicio en cantidad, continuidad, calidad del agua suministrada y accesibilidad económica del servicio. Estas características son consideradas importantes para cumplir el derecho al agua en la Observación general N° 15 de la ONU (2002), de los cuales la OMS (2006) también menciona como parte de parámetros básicos para evaluar la idoneidad de un sistema de abastecimiento.

En la cantidad de agua que reciben, el 41% de los usuarios perciben que es muy buena la cantidad la que reciben para realizar sus actividades, el 29% buena y el 30% la perciben como una cantidad regular (Figura 17). Se mostraron actitudes positivas, sin embargo algunos usuarios manifestaron que les gustaría aumentar la cantidad de agua para realizar un mayor número de actividades, en específico aquellos que se ubican en la zona alta que se relaciona con la frecuencia en que reciben el recurso, en el caso de una usuaria manifestó:

“Quisiera tener más agua para poder mantener y regar un área verde o una huertita” (Comunicación personal, febrero 2021).

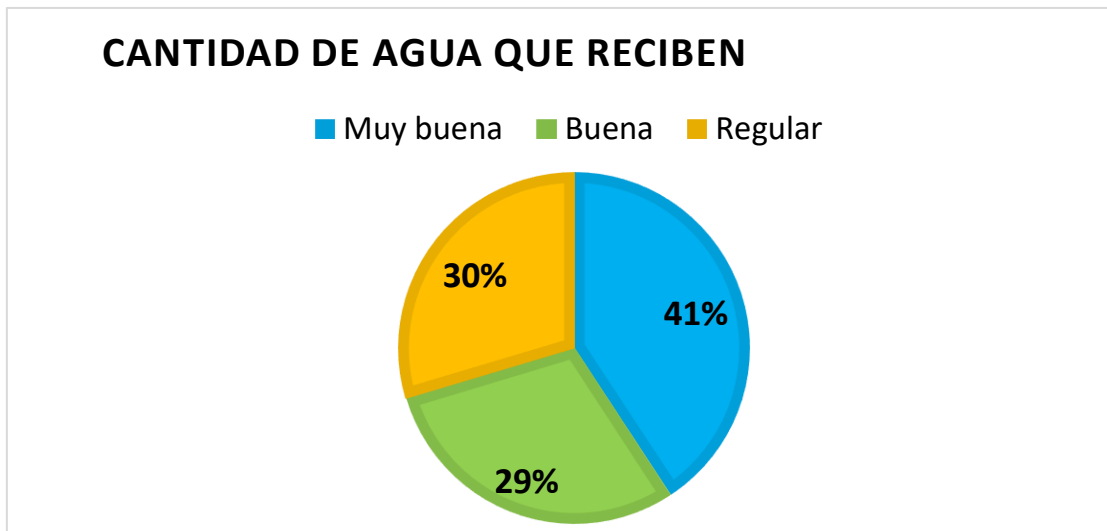


Figura 17. Percepción de la cantidad de agua que reciben de usuarios de San José el Aguacate, Puebla. 2021

En la Figura 18 hay una respuesta del 48% que perciben que siempre reciben agua, en su totalidad usuarios de la zona baja, y con el mismo porcentaje del 48% con "a veces no cuenta con agua", algunos factores que impiden la distribución del agua, son: el no cumplimiento de horario en poner las bombas en marcha o inadecuado funcionamiento, cuando limpian el depósito de agua y en algunos casos por la altura (ubicación de las viviendas), y un 4% mencionó que frecuentemente no cuenta con el recurso en su vivienda.

Como se indicó en el apartado 8.3 de acuerdo con los cálculos de la dotación de agua que reciben las viviendas localizadas en la zona alta (cercana al depósito de agua) estas reciben menor cantidad del agua, lo que se constata en los resultados de la encuesta. Algunos usuarios manifestaron que cuando reciben agua llega muy poca cantidad y en un caso que solo recibe agua en las noches, por lo que en ocasiones tienen que ir a buscar agua al depósito, en contraste de los usuarios de la zona baja que dicen tener agua todo el día todos los días al menos que se presenten los factores antes mencionados.

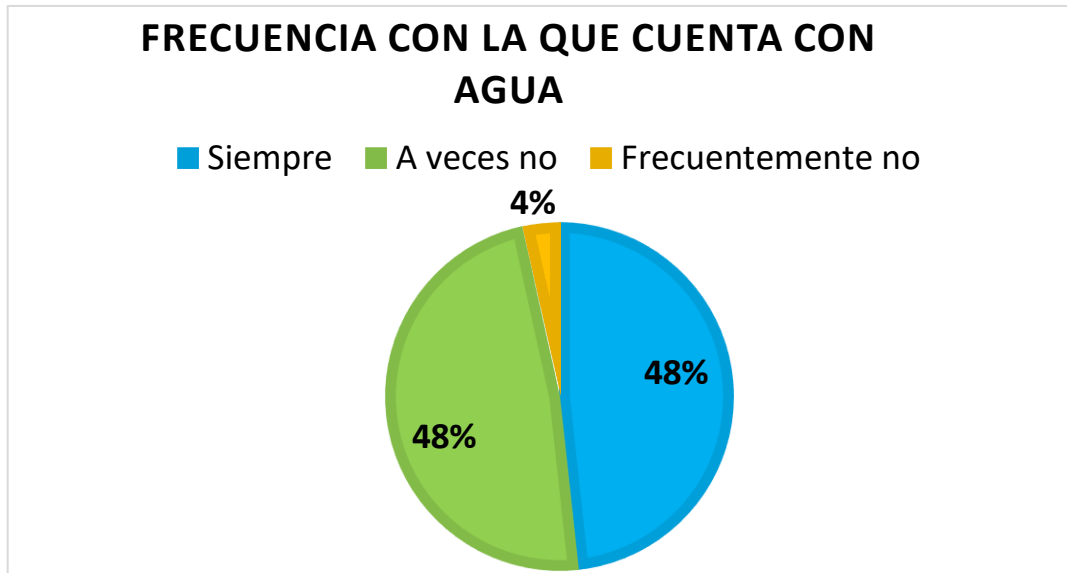


Figura 18. Percepción de la frecuencia con que reciben agua usuarios agua potable de San José el Aguacate, Puebla. 2021

La calidad del agua potable que reciben los usuarios se relaciona con el indicador de la calidad fisicoquímica para evaluar las características organolépticas del agua, por medio de los sentidos de olfato, gusto y vista. Del cual el 48% de los usuarios evaluó que es de muy buena calidad, el 31% como buena y un 21% de una calidad regular (Figura 19). El agua llega a presentar material particulado a causa de deficiencias en actividades de administración, al igual que un ligero sabor el día que realizan el mantenimiento del depósito de agua ya que utilizan cloro para la limpieza.

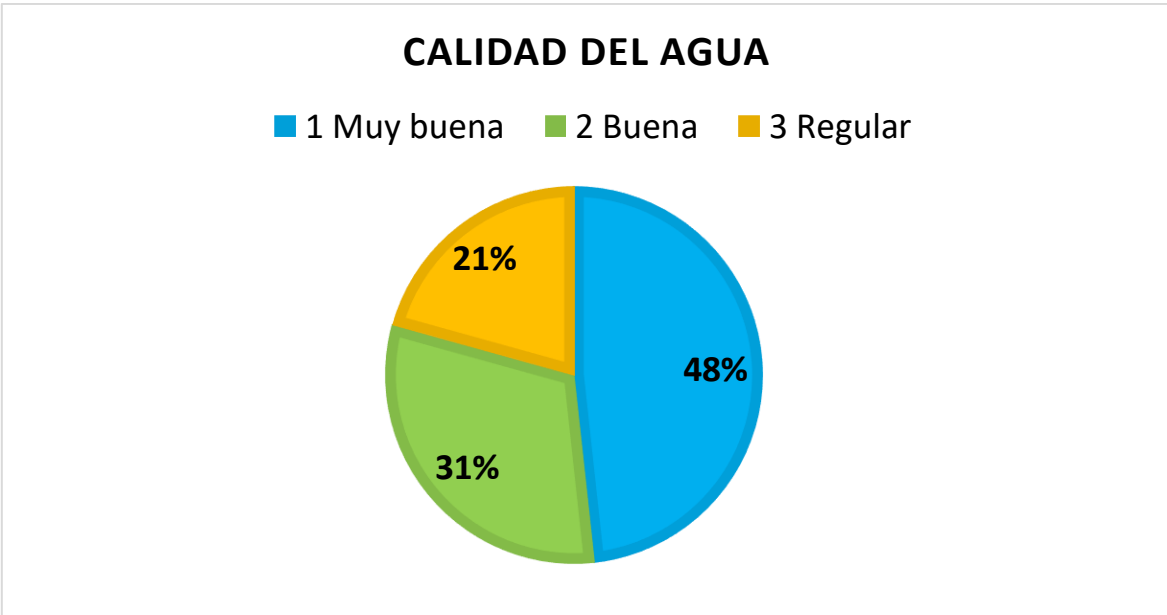


Figura 19. Porcentaje de la percepción de calidad del agua potable de San José el Aguacate, Puebla.2021

En cuanto a la accesibilidad económica referente al precio de la cuota se obtuvieron respuestas positivas, el 79% de los usuarios respondieron que es muy accesible y el 21% con un precio accesible (Figura 20). De igual forma se encontraron opiniones en que estarían dispuestos a pagar más en caso de que se requiera para seguir manteniendo el sistema.

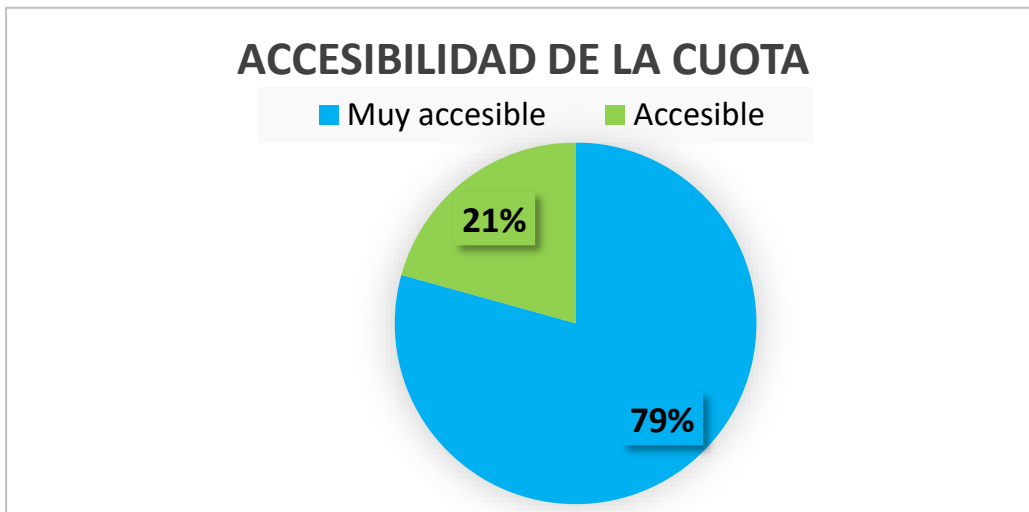


Figura 20. Porcentaje de la percepción de la accesibilidad del precio de la cuota del servicio de agua potable en San José el Aguacate, Puebla. 2021.

Posteriormente a que los usuarios hicieran una evaluación de las características del servicio para cumplir su derecho en calidad y cantidad, se les planteó una pregunta con relación al nivel de satisfacción que tenían en general. En la figura 21 se representa el porcentaje de la satisfacción de los usuarios con el servicio, más de la mitad se encuentran muy satisfechos con el 66%, el 31% algo satisfecho y un 3% en una posición neutral.

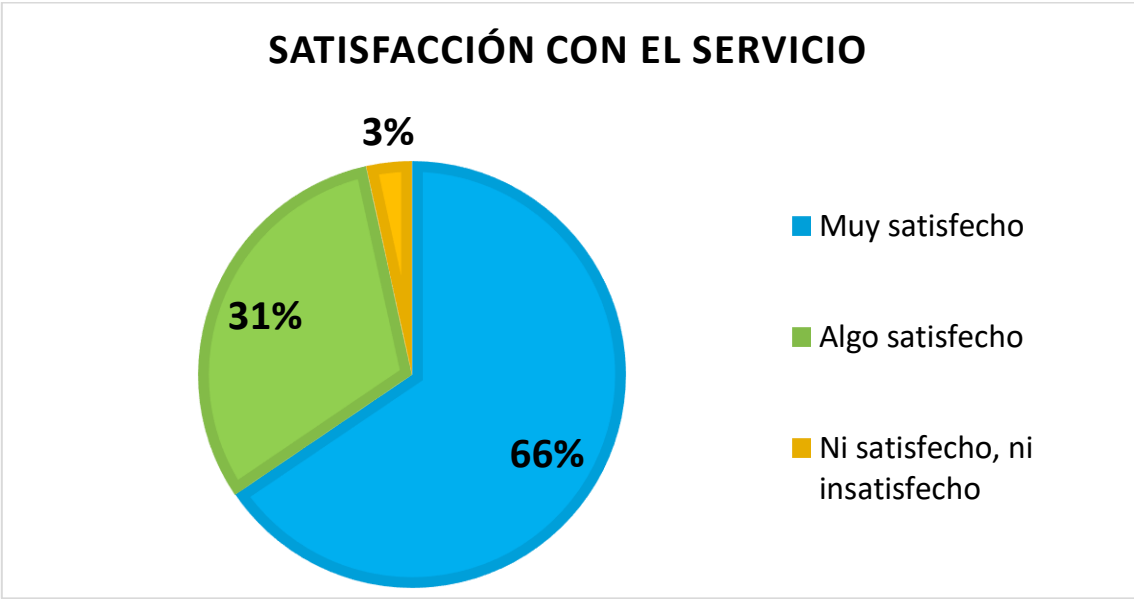


Figura 21. Porcentaje de usuarios satisfechos con el servicio comunitario de agua potable de San José el Aguacate, Puebla. 2021

Como se observa no hay postura de insatisfacción en general por el servicio comunitario, por otro lado la mayor parte de las personas encuestadas manifestaron que el servicio es eficiente en medida de lo que tienen disponible y que este puede mejorar. Según lo señalado por Amilpa (2011) con este resultado se deduce que la gestión comunitaria sigue un camino factible ya que la satisfacción de los usuarios con el servicio es importante para la sostenibilidad de los operadores.

Al cuestionar a los usuarios sobre si estarían de acuerdo con la intervención de instituciones de gobierno para gestionar el agua, 15 viviendas (52%) están muy en desacuerdo, 4 viviendas (14%) en desacuerdo, 5 (17%) Muy de acuerdo, 4 (14%) de acuerdo y una posición neutral (3%).

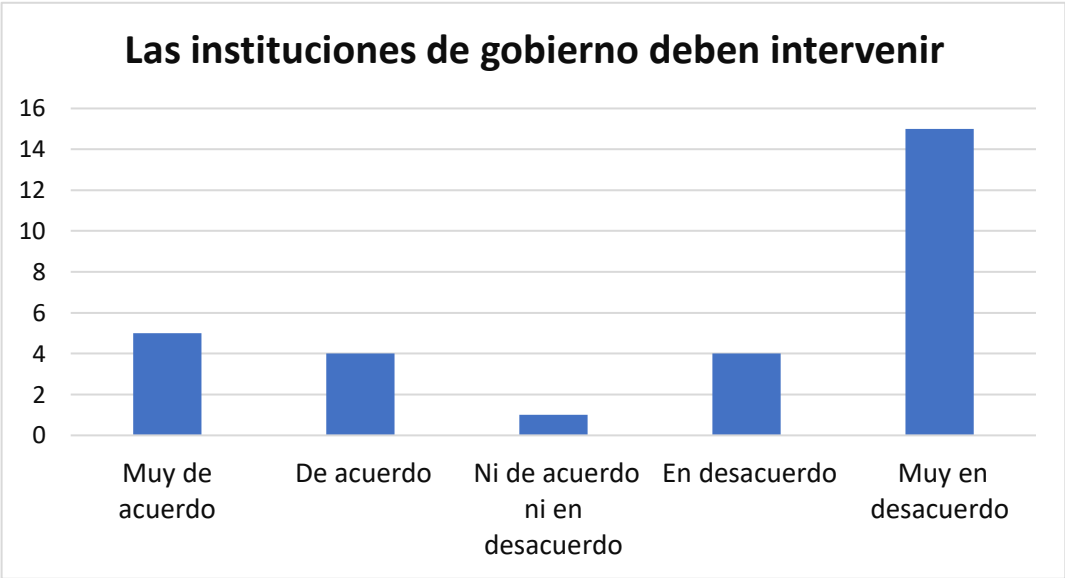


Figura 22. Opinión de usuarios del servicio de San José el Aguacate en la intervención de instituciones de gobierno.

### 8.7 Gestión comunitaria en san José el Aguacate

Como se ha documentado a lo largo del trabajo de investigación, la gestión comunitaria realizada en la inspectoría de San José el Aguacate presenta interrelaciones entre los aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales. En la siguiente figura se representa estas interrelaciones distinguiéndolas por dimensiones, el resultado de estas (salidas), los recursos necesarios para llevarse a cabo (entrada) y externos que influyen en el sistema.

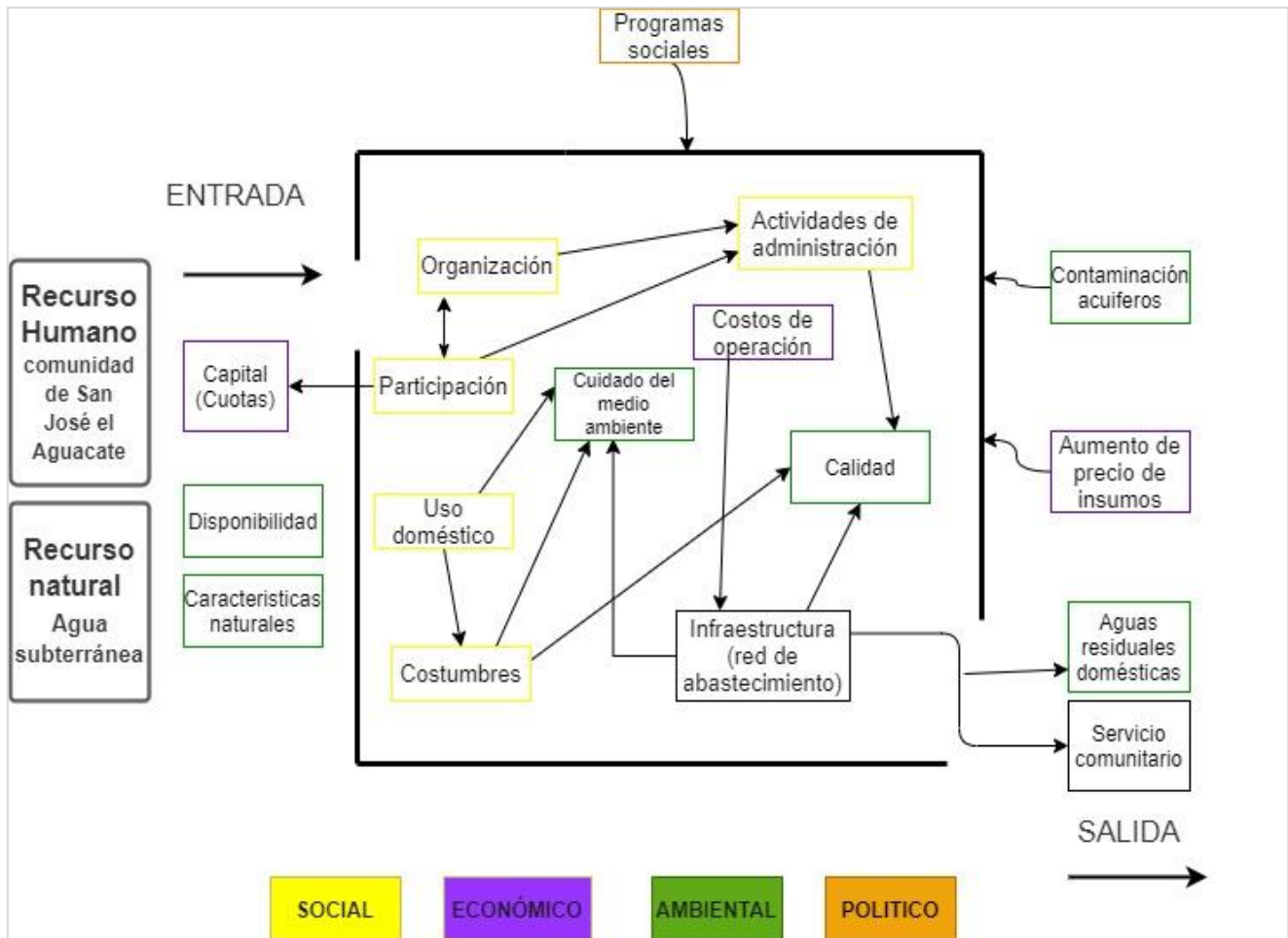


Figura 23. Interrelaciones en el sistema de gestión comunitario de San José el Aguacate, Elaboración propia (2021).

Para ofrecer el servicio de agua potable se hacen valer de dos recursos principales: el recurso hídrico subterráneo y el recurso humano. Este sistema es construido y operado mediante la organización y participación, en el que se crea un concepto de propiedad (Bernal, Rivas, & Peña, 2014). La dimensión social es la base para la continuidad del servicio ya que es indispensable la organización de los grupos humanos y la participación de estos tanto en las actividades como en el pago de la cuota.

En el aspecto político, las dos autoridades principales en la comunidad son el inspector y el comisario que no interfieren en los acuerdos para gestionar el servicio entre la asamblea de usuarios y el comité. En el sistema se ha delimitado la relación política con los programas sociales que la población recibe ya que no se presenta apoyo económico o administrativo, a lo que algunos usuarios manifiestan estar de acuerdo en mantener esta distancia con el gobierno para la intervención de la gestión (fig. 23), como manifiesta un usuario:

*“Nosotros no queremos en ese plan, porque nos cambiarían nuestras formas, si viene alguien de Puebla a checar nuestros pozos, sería más caro, por lo menos a mí no me conviene”* (Comunicación personal, agosto 2021).

Ambientalmente los factores que influyen en el sistema es la calidad del recurso hídrico que se relaciona con las costumbres, actividades de mantenimiento e ingreso económico para la calidad del agua abastecida, se presenta una percepción de que el agua nacida de pozo o subterránea es limpia y por ello no hay que realizar desinfección del recurso hídrico. En la actitud de la población usuaria para la importancia y cuidado del agua se identificó que reconocen la gran importancia del agua en sus actividades y en general para la vida, si bien el 52% de los usuarios encuestados no realiza alguna actividad para el cuidado del agua y el 48% sí realiza, destacando el reutilizar el agua y recolección de agua de lluvia.

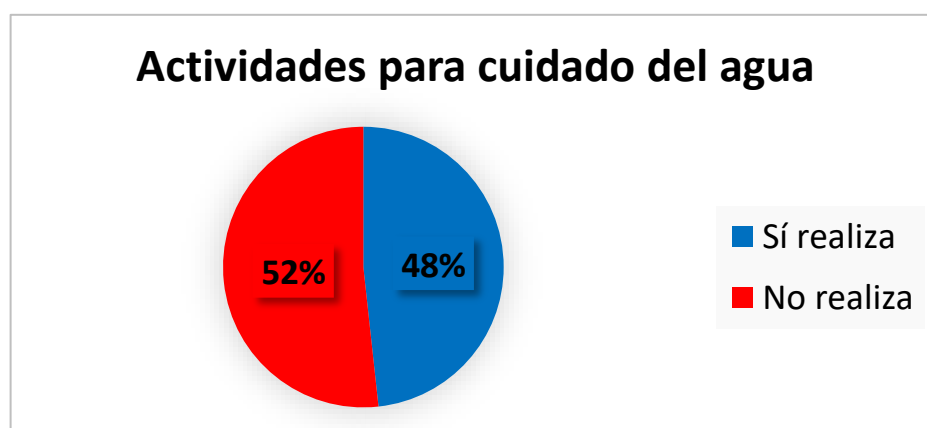


Figura 24. Acción de los usuarios del agua potable para el cuidado del medio ambiente.

La disposición de agua residual es en fosa séptica principalmente para la conexión de los baños. Para el lavado de ropa y/o trastes en la mayoría de los casos se presentó las descargas a campo abierto. Es importante señalar que también se presenta contaminación de los cuerpos de agua por desecho de basura, descarga de las aguas domésticas, y en la disposición de residuos se presenta la quema y/o entierro de estos (Anexo IV).

A partir de la información obtenida de las herramientas cualitativa y cuantitativa se identificó los elementos técnicos y comunitarios que se utilizan en la gestión del servicio. Cabe recordar que la comunidad ha trabajado bajo los recursos a su alcance y capacidades propias y culturales, dando como resultado un sistema de abastecimiento incompleto, con la falta de implementación de una etapa de potabilización para mejorar la calidad del agua, así como el apoyo para la implementación de recolección y tratamiento de las aguas residuales domésticas que ayudan a controlar la contaminación ambiental.

En la Figura 25 se representan las etapas del sistema de abastecimiento del agua que se han implementado desde la captación hasta su distribución. Existe un trabajo de planificación, coordinación y participación entre los usuarios y el comité; el comité es el ente encargado de operar y administrar el sistema de abastecimiento; la organización y planificación de faenas para el mantenimiento y construcción de infraestructura es un trabajo que infiere tanto al comité como a los usuarios.

En cuanto a la forma de almacenamiento el tipo de uso y cuidado que se le da al agua, este varía según a las costumbres de las familias usuarias.

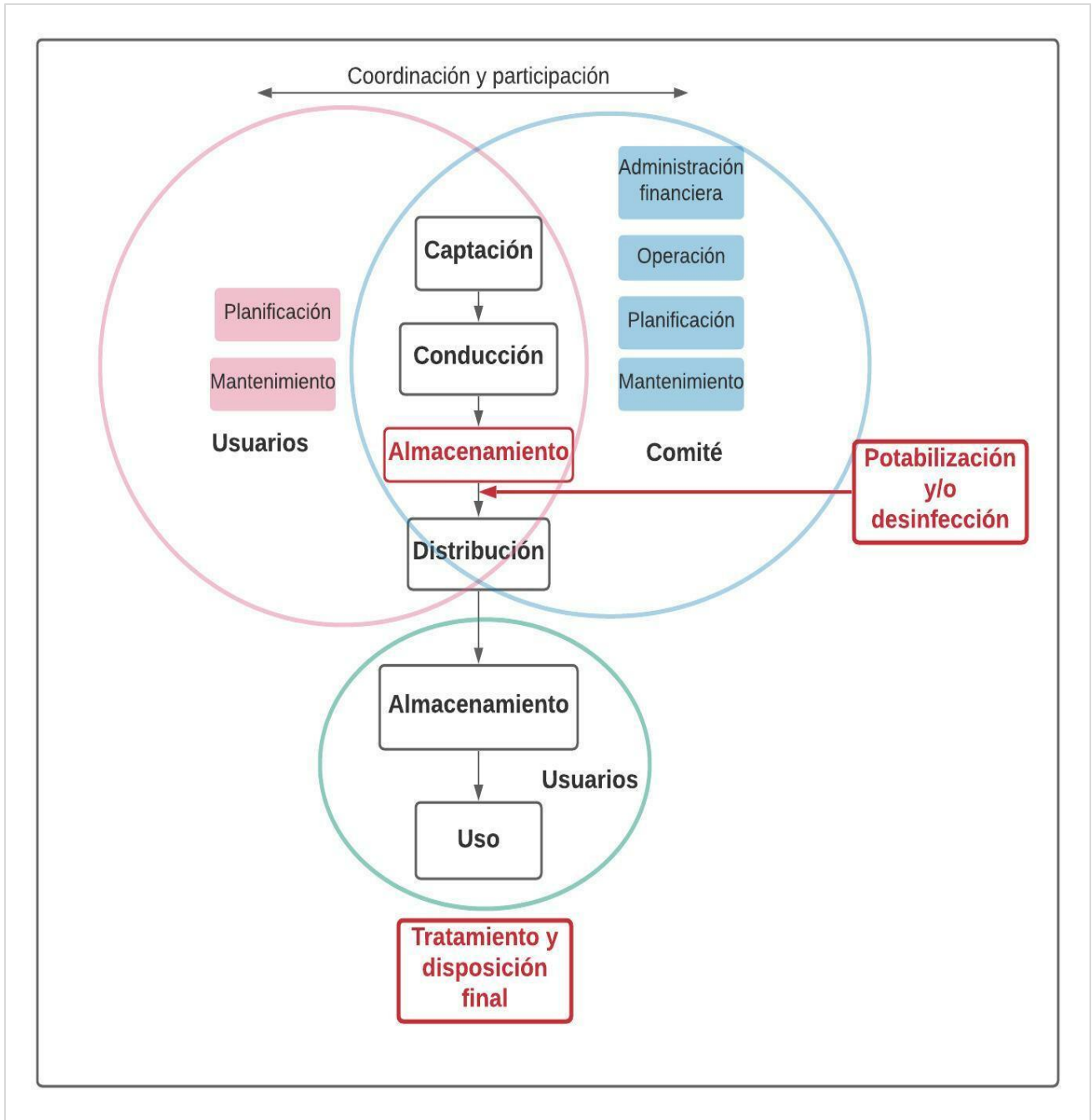


Figura 25. Proceso en la distribución de agua para uso doméstico en San José el Aguacate, 2021. Elaboración propia, 2021.

Como parte de un análisis hidrológico a considerar para la proyección del abastecimiento de agua potable en la inspectoría se complementa la información con un climograma. Según datos de la CONAGUA el acuífero Ixcaquixtla en el año 2013 tenía una disponibilidad positiva para otorgar nuevas concesiones y además de ser uno de los acuíferos que aún no se encuentran bajo sobreexplotación, lo que ha beneficiado la cantidad de agua con la que cuenta la inspectoría.

Es relevante tener en cuenta la temperatura, precipitación y evapotranspiración de la zona para identificar períodos en los que hay una mayor recarga en el agua subterránea así como en demanda de agua por parte de los usuarios. Para esto se realizó un climograma con base a la estación climatológica más cercana al área de estudio, con datos de la página oficial del servicio meteorológico nacional.

La estación seleccionada fue la de San Baltazar Tetela, que registra una precipitación media anual de 714.80 mm y evapotranspiración media anual de 762.10. Como se observa en la siguiente gráfica los meses que presentan mayor precipitación van del periodo de junio a septiembre, por lo que se infiere que la población en general no presenta problemas en abastecimiento del agua y hay una recarga en los cuerpos de agua. El aumento de temperatura y disminución de lluvias es entre los meses de febrero a abril, siendo la época en que la demanda de agua aumenta y también disminuye la recarga

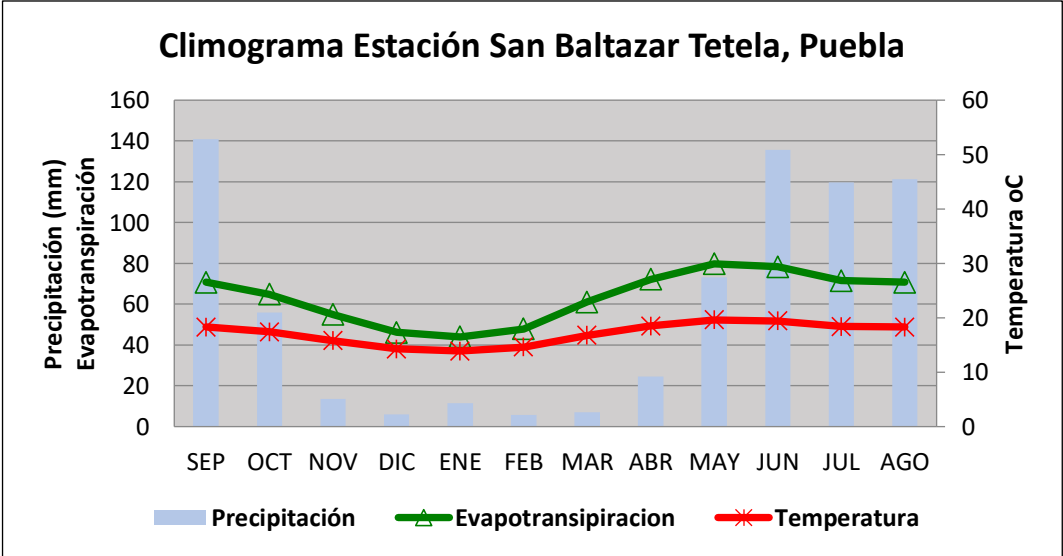


Figura 26. Climograma de la estación climatológica de San Baltazar Tetela, Puebla. 2021

## **IX. CONCLUSIONES.**

La gestión comunitaria del agua en la inspectoría de San José el Aguacate ha sido parte fundamental para atender las necesidades y mejorar la calidad de vida de las familias usuarias, al eliminar los acarreos de agua hasta el pozo comunitario y facilitar el acceso a sus viviendas. Sin embargo se presentan deficiencias en el sistema de abastecimiento que imposibilitan que los usuarios dispongan del líquido que por derecho se señala en forma equitativa, de calidad y en cantidad.

Se comprobó la hipótesis, concluyendo que el factor elemental que dificulta la disponibilidad de agua es la infraestructura de la red de distribución, que se asocia a la parte socioeconómica de la población ya que se ha mantenido en las mejores condiciones de acuerdo a sus posibilidades económicas y conocimientos propios; es necesario mejorar en los procesos de almacenamiento, distribución y etapa de desinfección del agua, como la reubicación del depósito de agua y cambio en las tuberías de la red.

Según los resultados en la cantidad de agua que reciben las familias usuarias existe una diferencia en la cantidad de agua que reciben las viviendas, lo cual genera una inequidad en el consumo del agua y que los usuarios perjudicados prioricen las actividades en las que hacen el gasto del recurso así como también en ocasiones la búsqueda del agua al depósito, pese a ello las encuestas muestran una postura positiva de los usuarios hacia el servicio que reciben por parte del comité comunitario. La identificación de características desfavorables por parte de los usuarios no influyó negativamente en la satisfacción con el servicio, esto ya que hay una preferencia por trabajar estas particularidades y seguir mejorando en el sistema de gestión.

En el sistema de gestión comunitario se hacen reconocibles las relaciones de la dimensión social, económica, política y ambiental. Pese a presentarse puntos críticos en el sistema para la distribución del agua, los usuarios reconocen la labor que hacen todos los actores sociales y las limitaciones existentes, en su mayoría

están dispuestos a mantener su autonomía, concluyendo que la parte social es la base para este tipo de gestión.

La accesibilidad económica se ha mantenido gracias a que el ente comunitario persuade a propietarios de viviendas no habitadas o en algunos casos que están en construcción para que cuenten y paguen el servicio. Según los resultados obtenidos hay un buen flujo de ingreso económico que con un manejo correcto se puede invertir y poder realizar mejoras en el sistema de abastecimiento.

En la dimensión política se destaca la figura comunitaria del Comité de Agua como ente gestor autónomo. De manera general, localmente se aprecia dos actitudes hacia la intervención de autoridades, la primera a favor de que intervengan para mejorar el servicio de manera más rápida y la segunda una negativa a la intervención ya que pudieran limitar su participación y perjudicar en la accesibilidad económica.

Los resultados de las encuestas demuestran que los usuarios reconocen la importancia del recurso hídrico pero en su mayoría no realizan prácticas de cuidado y protección del recurso. La calidad del agua que abastece a la población usuaria no garantiza que sea apta para uso y consumo ya que en la parte microbiológica sobrepasa el límite máximo permitido. Para los parámetros fisicoquímicos estos se encuentran dentro de los límites, sin embargo la presencia de metales puede representar un riesgo para la salud por bioacumulación, en cuanto al nivel de dureza, este es el principal punto crítico para el mantenimiento de la red que también influye en la salud de la población.

Se presenta un enfoque de autogestión independiente de lo institucional que puede llegar a ser un ejemplo de caso de éxito trabajando en los puntos críticos presentados en esta investigación, sin embargo es importante que la población sea orientada y capacitada de manera que puedan obtener el agua en calidad, cantidad y accesibilidad económica que siga satisfaciendo sus necesidades.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Se recomienda trabajar en los puntos críticos detectados para mejorar el proceso de gestión comunitario que respeten costumbres y normas propias, así como su autonomía.

Es importante implementar y actualizar registros de actividades, faenas; usuarios; ingresos y salidas de dinero para el fortalecimiento de prácticas de gestión. También dar un seguimiento en el monitoreo y control de los parámetros de calidad en toda la red de distribución e incluir todos los metales determinados por la norma, así como cumplir con la limpieza de los componentes del sistema de abastecimiento y buscar concientizar e informar a la comunidad la importancia de una etapa de desinfección del agua para garantizar que sea potable.

Se recomienda realizar un estudio más profundo considerando el análisis a través de cuencas hidrológicas para conocer el estado y la cantidad del recurso hídrico disponible para todas las familias de la comunidad considerando o no que sean usuarios y que no exista una sobreexplotación del recurso.

Es de importancia que se reconozca en México de forma social y política a la gestión comunitaria como una herramienta para la accesibilidad del recurso.

## X. LITERATURA CITADA

- Aguilar, L. A., Gardida, D. B. & Trejo, J. A. (2010). *El agua en México: cauces y en cauces El manejo de las aguas mexicanas del siglo XX*. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/elaguaenmexico-caucesyencauces.pdf>
- Alatorre, G. (9 de Mayo de 2016). *La Iniciativa Ciudadana de Ley General de Aguas*. Obtenido de <https://aguaparatodos.org.mx/nuestro-proceso/>
- Amilpa, E. A. (2011). *Gestión comunitaria de los servicios de agua y saneamiento: su posible aplicación en México*.
- Bernal, A., Rivas, L., & Peña, P. (2014). Propuesta de un modelo de co-gestión para los Pequeños Abastos Comunitarios de Agua en Colombia. *Perfiles Latinoamericanos*, 159-184. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-76532014000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-76532014000100007)
- Castro de Esparza, L. M. (2009). The presence of arsenic in drinking water in Latin America and its effect on public health. *Natural Arsenic*, 17-29.
- Cathcart, M. C. (2009). Concepto de Comunidad Desde El Punto de Vista Socio – Histórico-Cultural y Lingüístico. *Ciencia en su PC*, 12-21. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181321553002.pdf>
- Cervantes, A. F. (Septiembre de 2015). La gestión comunitaria del agua y su relación con las políticas públicas municipales. El caso del manantial de Patamburapio en el estado de Michoacán, 2009-2014. *Intersticios Sociales*. Recuperado el Abril de 2020, de Scielo Base de datos.
- Cirelli, A. F. (2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*, 147-170. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- CONABIO. (2020). *Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONAGUA. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Obtenido de

- <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/Libros/43RedesDeDistribucion.pdf>
- CONAGUA. (16 de Enero de 2017). *28 años al servicio del agua de México*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/28-anos-al-servicio-del-agua-de-mexico?idiom=es>
- CONAGUA. (2018). Obtenido de [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)
- CONAGUA. (2018 ). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Ixcaquixtla (2106), Estado de Puebla*. México: Publicado en el Diario Oficial de la Federación. Obtenido de [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/puebla/DR\\_2106.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/puebla/DR_2106.pdf)
- CONAGUA. (10 de Abril de 2018 ). *Agua en el Mundo*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/agua-en-el-mundo>
- CONAGUA. (2018 ). *Numeragua*. Obtenido de conagua.gob.mx: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/Numeragua2018.pdf>
- CONAGUA. (2018). *Estadísticas del Agua en México*. Obtenido de conagua.gob.mx: [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const.]. (1917). *Artículo 4 [Título 1]*. H. Congreso de la unión XXV legislatura.
- CONUEE. (15 de julio de 2014). *Sistemas de agua potable -Sistemas de agua potable- Bombeo de agua potable municipal Estados y municipios*. Obtenido de Acciones y programas: <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/sistemas-de-agua-potable-sistemas-de-agua-potable-bombeo-de-agua-potable-municipal-estados-y-municipios?state=published>
- Cortés, F. I., Pérez, M. L., & Jaimes, C. E. (10 de 02 de 2020). Los retos del agua en México. *TyCa*, 356. Obtenido de Revista TyCA.
- Covarrubias, S. A., & Cabriales, J. J. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemáticas y estrategias de fitorremediación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 7-21.

- DELGADO-GARCÍA, S. M., TRUJILLO-GONZÁLEZ, J. M., & TORRES-MORA, M. A. (2013). La huella hídrica como una estrategia de educación ambiental enfocada a la gestión del recurso hídrico: ejercicio con comunidades rurales de villavicencio. *Luna Azul*, 70-77.
- Diarios Oficial de la federación, Federación, (2000). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "SALUD AMBIENTAL AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION"*.
- Domínguez Serrano, J., & Castillo Pérez, E. (2018). Las organizaciones comunitarias del agua en el estado de Veracruz, Análisis a la luz de la experiencia latinoamericana. *Estudios demográficos y urbanos*, 3(2), 469-503. doi:<https://doi.org/10.24201/edu.v33i2.1756>
- EPA. (22 de Junio de 2021). Obtenido de Información básica sobre el plomo en el agua potable, EPA en español: <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-plomo-en-el-agua-potable>
- FCEA/FMCN. (2006). *El agua en México: Lo que todos y todas debemos saber*. México. Recuperado el 23 de 06 de 2021, de [https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico\\_001.pdf](https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf)
- Fernández, O. M., & Márquez, M. O. (2017). Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, 41-59. Obtenido de <http://revistas.unam.mx/index.php/rmop/article/view/58515/53832>
- Fernández-Rodríguez, M., & Guardado-Lacaba, R. M. (2021). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICA<sub>sup</sub>) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 105-119. Obtenido de <https://eds.s.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=0e60e05b-b09e-4f73-83fe-f714c1db01d9%40redis>
- Fernández-Santisteban, M. T. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrifugas. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 70-73. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251011.pdf>

- Fonseca, C., & Bolt, E. (2002). *¿Cómo apoyar la gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua?* Centró Internacional de Agua y Saneamiento (Documentos Técnicos, Serie 37). Obtenido de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/205.1-02CO-17796.pdf>
- Fonseca, C., & Evelyn, B. (2004). *Cómo apoyar la gestión comunitaria de los sistemas de abastecimiento de agua. Guía para administradores*. Delft. Países Bajos.
- Frausto Ortega, J. (2015). Gestión y cultura del agua en Nuevo Laredo, Tamaulipas. *FRONTERA NORTE (colef)*, 27(53), 91-93.
- García, M. S., Fletes, I. O., Manzo, L. A., Espinoza, J. A., & Rodríguez, M. d. (2020). Gestión del agua para uso doméstico: Estrategias familiares en los entornos rural y urbano de Tecali de Herrera, Puebla, México. *Revista de El Colegio de San Luis*.
- García, P. E., & Cruz, M. I. (2012). Los efectos del cadmio en la salud. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 199-205. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/473/47324564010.pdf>
- García, S. M., González, J. M., & Mora, M. A. (2017). Gestión comunitaria en comunidades rurales; caso de estudio cuenca del río Guayariba, Meta-colombia. *Luna azul*.
- Geissler, G., & Arroyo, M. (2011). *El agua como recurso renovable*. Trillas.
- González, A., & Ramírez, J. (2014). *Manual piragüero. 3-Medición del caudal*. Colombia: Comunicaciones Corantioquia. Obtenido de [https://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual\\_Medici%C3%B3n\\_de\\_Caudal.pdf](https://www.piraguacorantioquia.com.co/wp-content/uploads/2016/11/3.Manual_Medici%C3%B3n_de_Caudal.pdf)
- Gregorio, J. R. (2012). Aproximación al concepto de comunidad como una respuesta a los problemas del desarrollo rural en América.
- GWP. (2000). *Manejo integrado de recursos hídricos*. Estocolmo, Suecia: GWP-TAC Background Papers N° 4: Comité de Consejo Técnico (TAC) de la Asociación Mundial para el Agua .
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGRAW-HILL.

- Huergo, J. (2003). *Los procesos de gestión*. Obtenido de <http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/univpedagogica/especializaciones/seminario/materialesparadescargar/seminario4/huergo3.pdf>
- IMTA. (11 de Octubre de 2020). *Repaso histórico del agua en México – Parte I (1888-1917)*. Obtenido de <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/repaso-historico-del-agua-en-mexico-parte-i-1888-1917?idiom=es>
- IMTA. (24 de Octubre de 2020). *Repaso histórico del agua en México – Parte III (1970 a la fecha)*. Obtenido de <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/repaso-historico-del-agua-en-mexico-parte-iii-1970-a-la-fecha?idiom=es>
- IMTA. (7 de febrero de 2021). *El Acuerdo de Escazú y sus implicaciones para el sector hídrico en México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/el-acuerdo-de-escazu-y-sus-implicaciones-para-el-sector-hidrico-en-mexico?idiom=es>
- INAFED. (2010). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Obtenido de Estado de Puebla: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/index.html>
- INEGI. (2021). *Censo rezago educativo por entidad federativa (2020)*. Obtenido de [http://www.inec.gob.mx/images/documentos/rezago\\_educativo/Rez\\_educxl oc2020\\_Pue.xlsx](http://www.inec.gob.mx/images/documentos/rezago_educativo/Rez_educxl oc2020_Pue.xlsx)
- INEGI. (2016). *Referencias geográficas y extensión territorial de México*
- López, A. M. (2016). Gestión y diseño: Convergencia disciplinar. *Pensamiento y gestión*, 131-158. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pege/n40/n40a06.pdf>
- López, M. G. (2016). Retos para la gobernanza del agua: el caso de las cuencas mediterráneas andaluzas. (*Tesis doctoral*). Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga, Facultad de Derecho., España.
- López-Villamar, S. M., Martínez-Saldaña, T., & Palerm-Viqueir, J. (2013). Las comunidades en la administración de sistemas de agua potable: Región de los volcanes, estado de México. *Agricultura, Sociedad y desarrollo*, 39-58.
- Lossio, M. (2012). Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados. *Tesis de pregrado en Ingeniería Civil*. Universidad de Piura.

- Facultad de Ingeniería. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI\\_192.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2053/ICI_192.pdf)
- Márquez, M. O. (2016). La percepción de los usuarios del servicio de agua potable de Xalapa.
- Martel, A. B. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Manual Teoría 1*. LIMA/CEPIS/OPS: Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual Teoría 1. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Martínez, M. D. (2017). *Gestión organizacional*. Bogotá: AREANDINA.
- Martínez-Austria, P. F. (Noviembre-Diciembre de 2013). *Los retos de la seguridad hídrica*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2019, de Tecnología y Ciencias del Agua: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531985011>
- Martínez-Codina, Á., Saavedra, C., Cueto-Felgueroso, L., & Garrote, L. (2017). Influencia de la presión en roturas de tubería de redes de distribución. *Tecnología y Ciencia del agua*, 25-39.
- Massolo, L. (2015). *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. Argentina: Editorial de la Universidad de la Plata.
- Mejías, L. M. (2006). El agua como factor de desarrollo rural. *Norba: revista de geografía*, 51-68.
- Miranda, I. A. (2021). Tláloc y chalchiuhtlicue: dioses del agua. *Ciencias y humanidades*, 27-29.
- Montoya, N. P., Casas, P. A., & Wandurraga, C. C. (2010). Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos para la salud visual y ocular. *Ciencia & tecnología sobre la salud humana*, 77-88.
- Morales, F. A. (2015). *Abastecimiento de agua para comunidades rurales*. Ecuador: Universidad técnica de Machala.
- Murray, P. (2002). Gestión – Información - Conocimiento. *Biblios*.
- Naciones Unidas. (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-la-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe>

- Navarro, O. E. (14 de Diciembre de 2004). *Representación social del agua y de sus usos*. Obtenido de Psicología desde el Caribe : <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21301409>
- Nieto, N. (22 de Junio de 2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *Política y Cultura*, 157-176. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n36/n36a7.pdf>
- Núñez Marín, R. F., & Valencia Serrano, F. (2020). Elementos para una propuesta de política pública en gestión comunitaria del agua. *Razón crítica*, 159-186.
- Ocampo-Fletes, I., Parra-Inzunza, F., & Ruiz-Barbosa, Á. E. (Enero-Marzo de 2018). *Derechos al uso de agua y estrategias de apropiación en la región semiárida de Puebla, México*. Obtenido de Colegio de Postgraduados: <https://www.colpos.mx/asyd/volumen15/numero1/asd-15-072.pdf>
- OMS. (2002). *Guías para la vigilancia y control del agua para consumo humano*. Lima.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable, Volumen 1, Recomendaciones*. Suiza. Obtenido de [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)
- OMS. (2018). Aspectos Relativos a la aceptabilidad: sabor, olor y apariencia. En O. M. Salud, *Guías para la calidad del agua de consumo humano*. Obtenido de [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/gdwq-4-cap10-spa.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq-4-cap10-spa.pdf?ua=1)
- OMS/OPS. (2009). *Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud*. Obtenido de <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/9-UsoDomestico.pdf>
- OMS/UNICEF. (2018). *Preguntas principales sobre agua, saneamiento e higiene para uso en encuestas de hogares: actualización de 2018*. Nueva York: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud.
- ONU. (2002). *Observación general N° 15 ONU El derecho al agua*. Ginebra: Comité de derechos económicos, sociales y culturales. Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>

- ONU-Agua. (22 de Junio de 2012). *El agua en Río +20*. Obtenido de Informando sobre agua desde Río: [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water\\_at\\_rio.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_at_rio.shtml)
- Organización Mundial Meteorológica. (2011). *Guía de prácticas hidrológicas OMM N° 168*. Ginebra: OMM-No. 168 (Sexta ed. vol I). Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/view/15498920/guia-de-practicas-hidrologicas-omm-n-168>
- Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión de calidad*
- Ortega, J. F. (2015). Gestión y cultura del agua en Nuevo Laredo, Tamaulipas. *FRONTERA NORTE (colef)*, 27(53), 91-93.
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: Edición español, Fondo de cultura económica. Obtenido de <https://www.crim.unam.mx/web/sites/default/files/EI%20gobierno%20de%20los%20bienes%20comunes.pdf>
- Pablos, N. P. (2002). La política urbana de agua potable en México: del centralismo y los subsidios a la municipalización, la autosuficiencia y la privatización. *Región y sociedad*, 14(24), 41-69. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-392520020002000002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-392520020002000002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Pablos, N. P. (2011). La cobranza renuente y el marco normativo de las tarifas de agua potable en México. En *Los servicios del agua en el norte de México. Gestión, manejo financiero y aspectos ambientales* (págs. 185-212). Tijuana, México: Colegio de la Frontera del Norte y El Colegio de Sonora. Obtenido de <https://colef.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1014/568/1/Los%20servicios%20del%20agua%5B1%5D.pdf>
- Puyol, A. F., & Naranjo, J. A. (2007). Disponibilidad de agua en el futuro de México. PADRINO DE LA MATA, A. B., MORENO MERINO, L., GARRIDO SCHNEIDER, E., & AZCÓN GONZÁLEZ, A. (2001). Contenido en metales pesados de las aguas subterráneas en la ciudad de Zaragoza. *Investigación, gestión y*

- recuperación de acuíferos contaminados*, 381-392. Obtenido de [http://aguas.igme.es/igme/publica/con\\_recu\\_acuiferos/036.pdf](http://aguas.igme.es/igme/publica/con_recu_acuiferos/036.pdf)
- Reyes, Y. C., Vergara, I., Díaz, O. E., & González, E. E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 66-77.
- Rolland, L., & Cárdenas, Y. V. (2010). La gestión del agua en México. *Polis*, 155-188. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/polis/v6n2/v6n2a6.pdf>
- Rus, G. d. (2008). *Análisis coste-beneficio*. Barcelona: Ariel S.A.
- Sánchez, A. T., & Perevochtchikova, M. (2012). La gestión del agua y el desarrollo de indicadores en México y Canadá: un análisis comparativo. *Journal of Latin American Geograghy*.
- Sánchez, J. J. (2010). *Agua y zonas rurales, México PROSSAPYS*. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Agua-y-zonas-rurales-M%C3%A9xico-PROSSAPYS-etapas-I-y-II.pdf>
- Sandoval, L. F., Zurvia-Flores, J. R., & León, A. B. (2013). Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, 112-126.
- Sandoval-Moreno, A., & Günther, M. G. (2013). La Gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: Otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai*, 165-179.
- Silva Rodriguez de San Miguel, J. A., Flores, M. M., Vilchis, F. L., Tovar, L. A., & Pedraza, A. Y. (2015). Community Water Management in Latin America and the Caribbean: Challenges for México. *Journal of Sustainable Development*, 8(3), 102-112.
- Stanton, W. J., Etzel, M. J., & Walker, B. J. (2007). *Fundamentos de Marketing*. México: McGraw Hill. Obtenido de <https://mercadeo1marthasandino.files.wordpress.com/2015/02/fundamentos-de-marketing-stanton-14edi.pdf>
- Troncoso-Pantoja, C., & Amaya-Placencia, A. (2016). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Rev. Fac. Med.*, 329-332. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>

- UNAM-OXFAM. (2020). *Captura política, grandes concentraciones y control de agua en México*. México. Obtenido de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/01/Captura-politica-grandes-concentraciones-y-control-de-agua-en-Mexico.-Informe-agua.pdf>
- UNESCO. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. Recuperado el 6 de Abril de 2020, de ACNUR: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- Unidas, N. (2018). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Nueva York. Obtenido de <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-es.pdf>
- Valdés, Y. M., & García, V. M. (2017). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ing. Hidráulica y ambiental*, 58-71.
- Vizcaino, M. G., & Escobar, F. P. (2018). La incorporación de la gestión comunitaria del agua y el derecho humano al agua y saneamiento en la propuesta de Ley de Aguas para el Estado de Chiapas. *Artículo presentado en el V Congreso de la Red de Investigadores Sociales Sobre el Agua (RISSA) en El Colegio de San Luis*.
- WRI, W. R. (19 de Agosto de 2019). *La infraestructura natural como herramienta para enfrentar el estrés hídrico en México*. Obtenido de WRI México: <https://wrimexico.org/bloga/la-infraestructura-natural-como-herramienta-para-enfrentar-el-estr%C3%A9s-h%C3%ADdrico-en-m%C3%A9xico>
- WWDR. (2015). *Water for a sustainable World*. UNESCO.
- WWF. (2012). *Convención de la ONU sobre los cursos de aguas internacionales*. WWF International. Obtenido de [http://awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_un\\_watercourses\\_brochure\\_for\\_web\\_aug2012\\_es.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/wwf_un_watercourses_brochure_for_web_aug2012_es.pdf)

## ANEXOS.

### ANEXO I

#### Estructura de entrevistas

BENÉMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

INSTITUTO DE CIENCIAS

#### Guía de entrevista

Dirigido a: Integrantes del comité del agua potable de San José el Aguacate,  
Puebla.

**Presentación.** Buenos días/tardes, mi nombre es Alejandra Mejía. La siguiente entrevista está formulada para obtener información relevante para la investigación de la gestión comunitaria en la inspectoría, su colaboración es muy importante para poder realizarla.

La información obtenida es confidencial y bajo ningún concepto será utilizada para otros fines.

**Objetivo:** Describir el proceso de gestión del agua potable y el sistema de agua potable.

Datos generales.

Localidad: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: / / Hora: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Genero: F / M Ocupación: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

#### I. Información de cargo

1. ¿Hace cuánto tiempo vive *en esta* comunidad? (En caso de que lleve más de 20 años... preguntar cómo se obtenía el agua antes de la gestión)

2. ¿Cómo está estructurado el comité del agua potable, cuántas personas lo integran?
3. ¿Cómo se eligen los integrantes del comité del agua? ¿Cada qué periodo realizan elección del comité?
4. ¿Por qué motivos aceptó ese cargo? ¿Ya había sido integrante del comité anteriormente?
5. ¿Qué actividades realiza en su cargo?
6. ¿Recibe alguna compensación económica o reconocimiento al ser integrante del comité?

## **II. Administración del sistema del agua potable**

### **Documentación y actividades**

1. ¿Manejan documentos dentro del comité?, (En caso de que sí) ¿Qué tipo de documentos? ¿Se puede hacer consulta de estos documentos?
2. ¿Existe un reglamento interno del comité? ¿Quién o quiénes lo establecieron?
3. ¿Cada qué tiempo se reúne el comité?

### **Sistema de agua potable**

1. ¿En qué año construyeron la red de agua potable?
2. ¿La red del sistema de agua potable ha tenido modificaciones a través del tiempo? En caso de que sí ¿Qué modificaciones ha tenido?
3. ¿Qué tipo de tubería conforma la red del sistema (material, grosor)?
4. ¿Qué número de viviendas abastece el sistema de agua potable? ¿Conoce el número de conexiones a la red principal?

5. ¿Cuáles son los requisitos para ser usuario de agua potable?
  
6. ¿El suministro de agua es permanente o por tandeo? ¿Qué tiempo (horas) y días se abastece el agua a las viviendas?
  
7. Descripción de la fuente (Origen) ¿Cuántos pozos hay para abastecer el sistema? ¿Cuánto tiene(n) de profundidad?
  
8. ¿Cada cuánto se sube agua al depósito (tiempo, días)? ¿Se da mantenimiento al depósito de agua?
  
9. Si es así ¿Cada que tiempo y cómo realizan el mantenimiento (actividades)? ¿Cómo se organizan para realizar estas actividades?
  
10. ¿Qué medidas se han tomado durante esta etapa de confinamiento, para realizar las actividades habituales de gestión?

### **Dificultades**

1. ¿Se han presentado problemas de escasez de agua en la localidad? Si es así ¿En qué época del año ocurre? (meses)
  
2. ¿Qué problemas se han presentado en el sistema de distribución?
  
3. ¿Qué tan frecuente se presentan reclamos por parte de los usuarios? ¿En cuánto tiempo aproximado los solucionan?
  
4. ¿Cuándo se presentan problemas quién se encarga de solucionarlos? (contratación externa o alguien de la comunidad)
  
5. ¿Se han presentado problemas de contaminación que dañe la calidad del agua? Como color, material, animales olor, sabor. (solo en agua potable no en pozo comunitario)

6. Si es así ¿cómo lo resolvieron?
7. ¿Se han presentado un mayor número de dificultades a causa de la crisis por pandemia? (como disminución de los pagos de los usuarios, entorpecimiento en solucionar problemas de infraestructura)

### **Características socioeconómicas**

1. ¿Cada qué tiempo se paga, y de cuánto es la cuota? ¿Cómo llegaron a este acuerdo?
2. ¿Con lo que se recauda se cubren todos los gastos contemplados?
3. ¿Cuándo se presentan gastos excesivos (ampliación de red, reparaciones imprevistas) cómo los solventan?
4. ¿Realizan corte de caja? ¿presentan informe de gastos y actividades a los usuarios? si es así ¿cada qué tiempo?
5. ¿Se presentan conflictos con los usuarios para cubrir la cuota? En caso de que sí ¿Cuáles han sido? ¿Se aplican sanciones por atraso de pago?
8. ¿Han tenido conflictos relacionados al uso del agua?
9. En general ¿Qué otros problemas se han presentado con los usuarios y cómo es su relación con ellos?

### **IV. Relaciones exteriores**

1. ¿Cómo es la relación del comité con las autoridades locales (inspector y comisario)
2. ¿Han recibido algún apoyo o capacitación por parte de instituciones gubernamentales para la gestión del agua?
3. ¿Han presentado problemas con alguna comunidad vecina por el abastecimiento del agua?

En general ¿Qué podría mencionar para mejorar el abastecimiento de agua? ¿Qué tipo de apoyos le gustaría recibir por parte de autoridades municipales, estatales o federales?

BENÉMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
INSTITUTO DE CIENCIAS

**Guía de entrevista**

Dirigida a: funcionarios de CONAGUA

**Presentación.** Buenos días/tardes, mi nombre es Alejandra Mejía. Estoy realizando una investigación de la gestión comunitaria del agua en la inspectoría de San José el Aguacate. La siguiente entrevista está formulada para obtener información relevante al estudio, le agradezco su tiempo y colaboración.

La información obtenida es confidencial y bajo ningún concepto será utilizada para otros fines.

**Objetivo:** Obtener información de la gestión comunitaria, programas, proyectos y datos generales de la inspectoría.

Entrevista n° \_\_\_\_\_ Fecha:    /    /                    Hora: \_\_\_\_\_

Datos generales.

Nombre: \_\_\_\_\_

Función/Puesto: \_\_\_\_\_

**Presentación.**

1. ¿Cómo define la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH)?
2. ¿Qué estrategias se han implementado para confrontar la crisis de saneamiento a causa de la pandemia y poder garantizar el abastecimiento de agua?
3. ¿Qué ventajas y desventajas tiene la actual gestión del agua en el municipio/ estado?
4. ¿Conoce qué porcentaje de la población en el municipio de Puebla tiene acceso al agua entubada y saneamiento?
5. ¿Existen datos sobre comités rurales en la entidad a nivel localidad y municipal?

**Información de usuarios o no usuarios del agua potable de la inspectoría de San José el Aguacate.**

1. ¿Tiene información sobre la junta auxiliar de san francisco Totimehuacan y las inspectorías que pertenecen a estas? (general)
2. ¿Conoce si hay disposición de aguas residuales y desechos sólidos en esta zona?
3. ¿Conocen la manera de operar el suministro de agua realizada en la inspectoría de San José el aguacate?
4. ¿Tienen información sobre la calidad del agua de esta zona?
5. ¿Qué proyectos se ejecutan o han ejecutado en la inspectoría? (en general)
6. ¿Existe algún programa o proyecto actual (o a futuro) para el servicio de agua potable? En caso de que sí... ¿Cuál considera usted que sería el beneficio para la localidad con estos proyectos?
7. ¿Cuáles son sus recomendaciones y opiniones, acerca de la gestión del agua en el estado?

BENÉMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA  
INSTITUTO DE CIENCIAS

**Guía de entrevista**

Dirigida a: funcionarios de la Presidencia de la junta Auxiliar San Francisco  
Totimehuacan

**Presentación.** Buenos días/tardes, mi nombre es Alejandra Mejía. Estoy realizando una investigación de la gestión comunitaria del agua en la inspectoría de San José el Aguacate. La siguiente entrevista está formulada para obtener información relevante al estudio, le agradezco su tiempo y colaboración. La información obtenida es confidencial y bajo ningún concepto será utilizada para otros fines.

**Objetivo:** Obtener información de demografía y programas en el área de estudio.

Entrevista n° \_\_\_\_\_ Fecha:    /    /                    Hora: \_\_\_\_\_

Datos generales.

Nombre: \_\_\_\_\_

Función/Puesto: \_\_\_\_\_

### **Información general**

1. ¿Qué inspectorías pertenecen a San Francisco Totimehuacan?
2. ¿Qué programas de protección, conservación y restauración de recursos naturales se han implementado en San Francisco Totimehuacan y sus inspectorías?
3. En general ¿cómo considera la relación y comunicación de la presidencia auxiliar con estas inspectorías? (En específico con San José el Aguacate)
4. ¿Conoce los usos y costumbres de la inspectoría de San José el Aguacate?  
¿Cómo las describiría o que opina acerca de ellas?
5. ¿Tienen información sociodemográfica de San José el Aguacate? Como número de habitantes y viviendas (actual), actividades económicas de la población, croquis o mapas.

**Información de usuarios o no usuarios del agua potable de la inspectoría de San José el Aguacate.**

1. ¿Conoce los programas de desarrollo que se han implementado en la inspectoría de San José el Aguacate?
2. ¿Existe alguna responsabilidad por parte de la presidencia en cuanto a la prestación del servicio del agua potable?
3. ¿Tiene información sobre el sistema de agua que se implementa en la inspectoría o del comité de agua potable? (equidad, cantidad, saneamiento, calidad del agua, administración y actividades)

Considera necesario la intervención del agua de puebla en la gestión comunitaria

## ANEXO II

### BENÉMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.

#### ENCUESTA PARA USUARIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN SAN JOSÉ EL AGUACATE.

La siguiente encuesta tiene como finalidad conocer la opinión del servicio que le ofrecen y las actividades diarias en las que utiliza el agua. Su participación es de gran importancia para el desarrollo de la investigación. **Instrucciones.** Lea cuidadosamente cada una de las preguntas y subraye la(s) opción(es), no hay respuesta incorrecta.

**La información obtenida es confidencial.**

No: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### I. USO Y CONSUMO DEL AGUA POTABLE

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| 1. ¿Qué tan importante es el agua en su vida diaria?<br>a) Muy importante<br>b) Algo importante<br>c) Medianamente importante<br>d) Poco importante<br>e) Nada importante | 2. Aproximadamente, ¿Cuántas horas al día recibe usted agua potable?<br>_____ | 3. ¿Qué tipo de depósito utiliza para almacenar el agua potable?<br>a) Pileta<br>b) Tinaco<br>c) Cisterna subterránea<br>d) Botes<br>e) Cubetas | 4. ¿Ha tenido afectaciones por escasez de agua, y en qué forma se ha presentado?<br>a) Si<br>b) No |
|---|---|---|--|

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 5. Utiliza el agua entubada para:<br>a) Cocinar<br>b) Regar áreas verdes<br>c) Uso en Animales de traspatio<br>d) Limpieza<br>e) Higiene<br>f) Otro _____ | 6. ¿Consume agua directamente de la llave? (Si la respuesta es no pasea a la pregunta 8)<br>a) Sí<br>b) No | 7. ¿Realiza algún proceso de desinfección?<br>a) Ninguno<br>b) Añadir cloro<br>c) Hervirla<br>d) Colarla con un paño<br>e) Otra _____ | 8. ¿Qué tan frecuente se presentan enfermedades diarreicas al año, en su familia?<br>a) Siempre<br>b) A veces<br>c) Frecuentemente<br>d) Nunca |
|---|--|---|--|

#### II. CALIDAD DEL SERVICIO

11. Usted nota en el agua:

9. ¿Con que frecuencia cuenta con agua entubada en su hogar?

- a) Siempre cuento con agua
- b) A veces no cuento con agua
- c) frecuente no cuento con agua
- d) Nunca cuento con agua

13. ¿Cuánto está dispuesto a pagar por el servicio del agua entubada?

- a) Dejar la cuota actual
- b) Pagar más por el servicio
- c) Pagar menos por el servicio

### III. PARTICIPACIÓN EN EL SERVICIO

16. ¿Cómo considera usted la relación con los miembros del comité?

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala
- e) Muy mala

10. ¿Qué opina usted sobre la cantidad de agua potable que recibe en su hogar para realizar sus actividades?

- a) Muy buena cantidad
- b) Suficiente cantidad
- c) Una cantidad regular
- d) Poca cantidad
- e) Muy poca cantidad

14. De la escala del 1 al 5, en donde el 1 significa que está muy de acuerdo y el 5 en total desacuerdo qué opina de las siguientes oraciones. Escriba el número sobre la línea

- 1). Muy de acuerdo
- 2) De acuerdo
- 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4) En desacuerdo
- 5) Muy en desacuerdo

17. ¿Usted ha sido parte del comité?

- a) Sí
- b) No

### sabor

- a) Mal sabor
- b) Sin sabor

### Color

- a) Color desagradable
- b) Sin color

### olor

- a) olor desagradable
- b) sin olor

**Partículas** de arena, piedras u otro material en el agua

- a) Siempre
- b) A veces
- c) Frecuentemente
- d) Nunca

a) El monto de la cuota es accesible

b) La distribución del agua es equitativa \_\_\_\_\_

c) El servicio de agua potable es eficiente \_\_\_\_\_

d) El servicio puede mejorar \_\_\_\_\_

e) Las instituciones de gobierno deben intervenir en la administración del agua \_\_\_\_\_

18. ¿Cuántos miembros de la familia han sido parte del comité (incluyéndose usted)?

- a) Uno
- b) Más de uno
- c) Todos
- d) Ninguno

12. ¿Qué opina usted sobre la calidad del agua potable que recibe en su hogar?

- a) Muy buena calidad
- b) Buena calidad
- c) Calidad Regular
- d) Poca calidad
- e) Muy poca calidad

15. ¿Qué tan satisfecho se encuentra con el servicio de agua potable?

- a) Muy satisfecho
- b) Algo satisfecho
- c) Ni satisfecho, ni insatisfecho
- d) Insatisfecho

Muy insatisfecho

19. ¿Su familia participa en las asambleas que realiza el comité?

- a) Sí
- b) No

20. ¿Su familia participa en las faenas?

- a) Sí
- b) No

**IV. AGUA Y MEDIO AMBIENTE**

21. ¿Cómo elimina la basura en su hogar?

- a) Recolector de basura
- b) Es enterrada
- c) Se quema
- d) Es llevada a otro lugar

22. ¿Cómo desecha el agua que utiliza en sus actividades domésticas?

- a) Conexión a alcantarillado
- b) Conexión a tanque séptico
- c) Campo abierto
- d) No lo sabe

25. ¿Qué actividades realiza para conservar el agua?

- a) Reutilizar el agua
  - b) Captar y utilizar agua de lluvia
  - c) Cuidado de la barranca
  - d) No realiza
- Otro: \_\_\_\_\_

**V. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS**

**Género F ( ) M ( )**

Nombre \_\_\_\_\_

Nº Integrantes \_\_\_\_\_  
de la familia

Ocupación \_\_\_\_\_

Nivel de estudios \_\_\_\_\_

- Estado civil
- a) Soltero
  - b) casado
  - c) Unión libre
  - d) viudo
  - e) divorciado

### ANEXO III.

#### Análisis estadístico

#### DATOS AFORO DE AGUA

```
DATA FLUAGUAM;  
INPUT Y T;  
CARDS;  
0.258          1  
0.211          1  
0.133          1  
0.203          1  
0.177          1  
0.421          1  
0.294          2  
0.389          2  
0.412          2  
0.425          2  
0.443          2  
0.453          2  
PROC PRINT;  
PROC ANOVA;  
CLASSES T;  
MODEL Y=T;  
MEANS T/TUKEY DUNCAN;  
RUN;
```

Sistema SAS 12:06 Wednesday, September 15, 2004 1

Obs	Y	T
1	0.258	1
2	0.211	1
3	0.133	1
4	0.203	1
5	0.177	1
6	0.421	1
7	0.294	2
8	0.389	2
9	0.412	2
10	0.425	2
11	0.443	2
12	0.453	2

Sistema SAS 12:06 Wednesday, September 15, 2004 2

#### Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
T	2	1 2

Número de observaciones 12

Sistema SAS 12:06 Wednesday, September 15, 2004 3

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.08551408	0.08551408	12.72	0.0051
Error	10	0.06722617	0.00672262		
Total correcto	11	0.15274025			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Y Media
0.559866	25.76326	0.081992	0.318250

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
T	1	0.08551408	0.08551408	12.72	0.0051

Sistema SAS 12:06 Wednesday, September 15, 2004 4

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Y

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	10
Error de cuadrado medio	0.006723
Valor crítico del rango estudentizado	3.15106
Diferencia significativa mínima	0.1055

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	T
A	0.40267	6	2
B	0.23383	6	1

Datos Dureza del agua

```

DATA DURAGPRM;
INPUT Y T;
CARDS;
433.33      1
466.66      1
433.33      1
433.33      1
500         1
500         1
433.33      2
500         2
500         2
500         2
433.33      2
500         2
PROC PRINT;
PROC ANOVA;
CLASSES T;
MODEL Y=T;
MEANS T/TUKEY DUNCAN;
RUN;

```

Sistema SAS 12:13 Wednesday, September 15, 2004 76

Obs	Y	T
1	433.33	1
2	466.66	1
3	433.33	1
4	433.33	1
5	500.00	1
6	500.00	1
7	433.33	2
8	500.00	2
9	500.00	2
10	500.00	2
11	433.33	2
12	500.00	2

Sistema SAS 12:13 Wednesday, September 15, 2004 77

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
T	2	1 2

Número de observaciones 12

Sistema SAS 12:13 Wednesday, September 15, 2004 78

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
--------	----	-------------------	----------------------	---------	--------

Modelo	1	833.50001	833.50001	0.74	0.4105
Error	10	11297.37042	1129.73704		
Total correcto	11	12130.87043			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Y Media
0.068709	7.159889	33.61156	469.4425

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
T	1	833.5000083	833.5000083	0.74	0.4105

Sistema SAS 12:13 Wednesday, September 15, 2004 79

#### Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Y

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	10
Error de cuadrado medio	1129.737
Valor crítico del rango estudentizado	3.15106
Diferencia significativa mínima	43.238

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	T
A	477.78	6	2
A			
A	461.11	6	1

## DATOS pH

DATA PHAGPROM;

INPUT Y T;

CARDS;

7.4	1
7.43	1
7.33	1
7.4	1
7.4	1
7.46	1
7.4	1
7.4	2
7.5	2
7.46	2
7.4	2
7.53	2
7.4	2
7.43	2

PROC PRINT;

PROC ANOVA;

CLASSES T;

MODEL Y=T;

MEANS T/TUKEY DUNCAN;

RUN;

## ANOVA SAS

Sistema SAS 12:13 Wednesday, September 15, 2004 41

Obs	Y	T
1	7.40	1
2	7.43	1
3	7.33	1
4	7.40	1
5	7.40	1
6	7.46	1
7	7.40	1
8	7.40	2
9	7.50	2
10	7.46	2
11	7.40	2
12	7.53	2
13	7.40	2
14	7.43	2

Procedimiento ANOVA

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
T	2	1 2

Número de observaciones 14

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.00642857	0.00642857	2.95	0.1113
Error	12	0.02611429	0.00217619		
Total correcto	13	0.03254286			

R-cuadrado 0.197542  
 Coef Var 0.628339  
 Raiz MSE 0.046650  
 Y Media 7.424286

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
T	1	0.00642857	0.00642857	2.95	0.1113

Procedimiento ANOVA

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Y

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05  
 Error de grados de libertad 12  
 Error de cuadrado medio 0.002176  
 Valor crítico del rango estudentizado 3.08132  
 Diferencia significativa mínima 0.0543

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

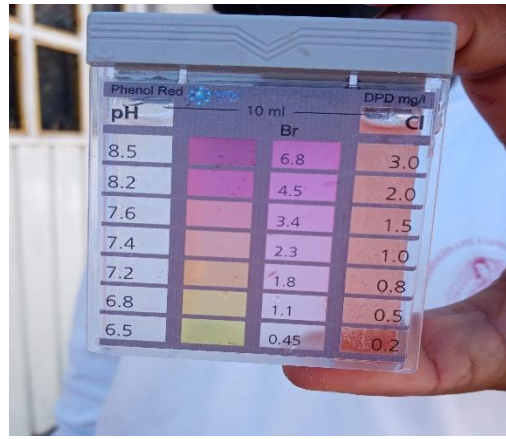
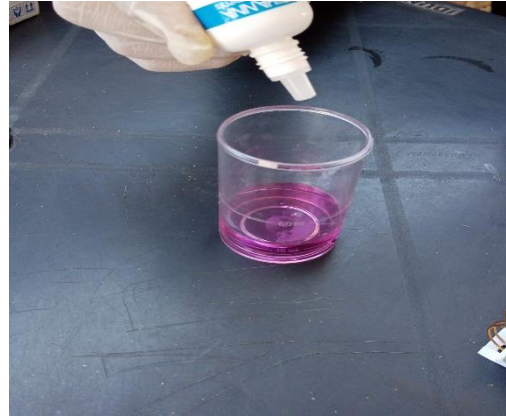
Tukey Agrupamiento	Media	N	T
A	7.44571	7	2
A	7.40286	7	1

ANEXO IV.

**Evidencia fotográfica**

A. Muestreo y análisis de campo





B. Aspectos socioambientales de la inspección de San José el Aguacate.



Desagüe de aguas residuales domésticas a campo abierto

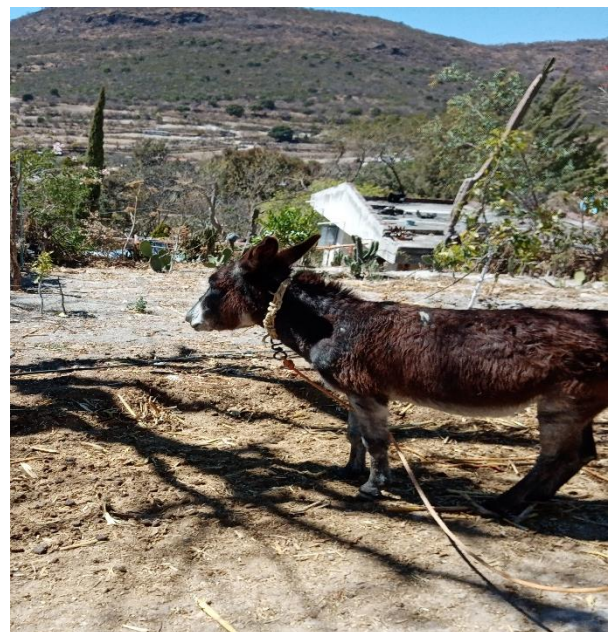


Estado de contaminación de cuerpos de agua de la inspección (Barranca)



Quema de basura en una vivienda de San José el Aguacate.

C. Identificación de animales de traspatio que consumen agua potable.



D. Formas de almacenamiento y distribución del agua.



## Tuberías y conexiones



## E. Reuniones de participación de usuarios y población en general





ANEXO V.

Resultados de análisis de metales y microbiológico.



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE S.A. DE C.V.

INFORME DE RESULTADOS AGUAS NATURALES MUESTRA INSTANTANEA

1 / 1

Empresa:	DUDESU BUAP / ALEJANDRA MEJIA MALDONADO		
Dirección:	14 SUR 6301, EDIFICIO 103, C.P. 72570, PUEBLA		
Punto de muestreo:	RED DE AGUA POTABLE TOMADA EN CALLE PRINCIPAL No. 1, SAN JOSE EL AGUACATE	Fecha de Muestreo:	07/07/2021
		Hora de muestreo:	INSTANTANEA
		Fecha de Emisión:	14/07/2021
		Fecha de Recepción:	07/07/2021
		N° de Muestra:	188-32/21-1
		N° de Orden:	188-32/21

Periodo de analisis: DE 07/07/21 A 14/07/21

DE ACUERDO A MODIFICACIÓN A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, PARA MUESTRA INSTANTANEA SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN.

PARAMETRO	METODO DE PRUEBA	UNIDAD	CONCENTRACION CUANTIFICADA	CONCENTRACION PERMISIBLE
COLIFORMES TOTALES 1A	NOM-210-SSA1-2014 APENDICE H	NMP/100 mL	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE
ARSENICO (As) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	0.002	0.025
CADMIO (Cd) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.001	0.005
CROMO TOTAL (Cr) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.005	0.05
PLOMO (Pb) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.003	0.01

OBSERVACIONES: MUESTRA REMITIDA AL LABORATORIO POR EL CLIENTE, LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIO

 REVISÓ SIGNATARIO BIOL. GUADALUPE GARCÍA PÉREZ	 AUTORIZÓ SIGNATARIO TSU. MARÍA IRENE REYES MORALES
---	---

NOTA: INTERPRETAR EL PUNTO (.) COMO SIGNO DECIMAL SEGUN NORMA NOM-005-SCFI-2002  
 LOS VALORES CON EL SIGNO MENOR (-) CORRESPONDEN AL VALOR MÍNIMO CUANTIFICADO POR EL MÉTODO.  
 ESTE REPORTE NO DEBE REPRODUCIRSE SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO EMISOR.  
 N/A INTERPRETAR COMO NO APLICA.  
 N/N INTERPRETAR COMO NO NORMADO.  
 NOTA 2: LOS DATOS EXPRESADOS AVALAN ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ANALIZADA.

1 REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN ema No. AG-057-025/12, CONTINUARÁ VIGENTE.  
 1 APROBACIÓN C.N.A. No. CNA-GCA-2120, VIGENCIA A PARTIR DEL 2020-02-18  
 1A ACREDITAMIENTO EN ALIMENTOS: REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN EMA NO. A-0530-047/14, CONTINUARÁ VIGENTE.



FC-13-001  
 Revisión 5

Dirección: 14 SUR 6301, EDIFICIO 103, C.P. 72570, PUEBLA		Fecha de Muestreo: 02/07/2021
Punto de muestreo: RED DE AGUA POTABLE TOMADA EN CALLE CAMPO SANTO No. 2, SAN JOSE EL AGUACATE		Hora de muestreo: INSTANTANEA
		Fecha de Emisión: 09/07/2021
		Fecha de Recepción: 02/07/2021
		N° de Muestra: 183-49/21-1
		N° de Orden: 183-49/21
Periodo de análisis: DE 02/07/21 A 09/07/21		

**DE ACUERDO A MODIFICACIÓN A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, PARA MUESTRA INSTANTANEA SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN.**

PARAMETRO	METODO DE PRUEBA	UNIDAD	CONCENTRACION CUANTIFICADA	CONCENTRACION PERMISIBLE
ARSENICO (As) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.002	0.025
CADMIO (Cd) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.001	0.005
CROMO TOTAL (Cr) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.005	0.05
PLOMO (Pb) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.003	0.01

OBSERVACIONES: MUESTRA REMITIDA AL LABORATORIO POR EL CLIENTE, LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIÓ.

 REVISÓ SIGNATARIO BIÓL. GUADALUPE GARCÍA PÉREZ	 AUTORIZÓ SIGNATARIO TSU. MARÍA IRENE REYES MORALES
--	---

NOTA: INTERPRETAR EL PUNTO (.) COMO SIGNO DECIMAL SEGÚN NORMA NOM-008-SCFI-2002  
LOS VALORES CON EL SIGNO MENOR (<) CORRESPONDEN AL VALOR MÍNIMO CUANTIFICADO POR EL MÉTODO.  
ESTE REPORTE NO DEBE REPRODUCIRSE SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO EMISOR.  
N/A INTERPRETAR COMO NO APLICA.  
N/N INTERPRETAR COMO NO NORMADO.  
NOTA 2: LOS DATOS EXPRESADOS AVALAN ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ANALIZADA.

1 REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN ema No. AG-057-026/12, CONTINUARÁ VIGENTE.  
1 APROBACIÓN C.N.A. No CNA-GCA-2120, VIGENCIA A PARTIR DEL 2020-02-18  
1A ACREDITAMIENTO EN ALIMENTOS: REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN EMA NO. A-0530-047/14, CONTINUARÁ VIGENTE.



FO-13-001  
Revisión 5

info@acama.com.mx  
www.acama.com.mx

10 Sur 7301 Col. Loma Linda. C.P. 72477 Puebla, Pue.  
T. 222 2456972 - 222 7983040 - 222 7555014  
C. 222 2121004

COPIA ORIGINAL



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CALIDAD  
DEL AGUA Y MEDIO AMBIENTE S.A. DE C.V.

INFORME DE RESULTADOS AGUAS NATURALES  
MUESTRA INSTANTANEA

1 / 1

Empresa:	DUDESU BUAP / ALEJANDRA MEJIA MALDONADO	
Dirección:	14 SUR 6301, EDIFICIO 103, C.P. 72570, PUEBLA	
Punto de muestreo:	Fecha de Muestreo:	07/07/2021
	Hora de muestreo:	INSTANTANEA
	Fecha de Emisión:	14/07/2021
	Fecha de Recepción:	07/07/2021
	N° de Muestra:	188-33/21-1
Periodo de análisis:	DE 07/07/21 A 14/07/21	
N° de Orden:	188-33/21	

DE ACUERDO A MODIFICACIÓN A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, PARA MUESTRA INSTANTANEA  
SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE  
SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN.

PARAMETRO	METODO DE PRUEBA	UNIDAD	CONCENTRACION CUANTIFICADA	CONCENTRACION PERMISIBLE
ARSENICO (As) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	0.002	0.025
CADMIO (Cd) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.001	0.005
CROMO TOTAL (Cr) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.005	0.05
PLOMO (Pb) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.003	0.01

OBSERVACIONES: MUESTRA REMITIDA AL LABORATORIO POR EL CLIENTE, LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIO.

REVISÓ SIGNATARIO BIOL. GUADALUPE GARCÍA PÉREZ	AUTORIZÓ SIGNATARIO TSU. MARÍA IRENE REYES MORALES

NOTA: INTERPRETAR EL PUNTO ( ) COMO SIGNO DECIMAL SEGUN NORMA NOM-068-SCFI-2002  
LOS VALORES CON EL SIGNO MENOR ( < ) CORRESPONDEN AL VALOR MINIMO CUANTIFICADO POR EL MÉTODO.  
ESTE REPORTE NO DEBE REPRODUCIRSE SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO EMISOR.  
N/A INTERPRETAR COMO NO APLICA.  
N/N INTERPRETAR COMO NO NOMINADO.  
NOTA 2: LOS DATOS EXPRESADOS AVALAN ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ANALIZADA.

1 REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN ema No. AG-057-025/12, CONTINUARÁ VIGENTE.  
1 APROBACIÓN C.N.A. No CNA-GCA-2120, VIGENCIA A PARTIR DEL 2020-02-18  
1A ACREDITAMIENTO EN ALIMENTOS: REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN EMA NO. A-0530-047/14, CONTINUARÁ VIGENTE.



188-33/21-1

FO-13-001  
Revisión 5

info@acama.com.mx  
www.acama.com.mx

10 Sur 7301 Col. Loma Linda. C.P. 72477 Puebla, Pue.  
T. 222 2456972 - 222 7983040 - 222 7555014  
C. 222 2121004



INFORME DE RESULTADOS AGUAS NATURALES  
MUESTRA INSTANTANEA

1 / 1

Empresa:	DUDESU BUAP / ALEJANDRA MEJIA MALDONADO			
Dirección:	14 SUR 6301, EDIFICIO 103, C.P. 72570, PUEBLA			
Punto de muestreo:	Fecha de Muestreo:	07/07/2021		
	Hora de muestreo:	INSTANTANEA		
	Fecha de Emisión:	14/07/2021		
	Fecha de Recepción:	07/07/2021		
Porcentaje de análisis:	N° de Muestra:	188-33/21-2		
	N° de Orden:	188-33/21		

DE ACUERDO A MODIFICACIÓN A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, PARA MUESTRA INSTANTANEA SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN.

PARAMETRO	METODO DE PRUEBA	UNIDAD	CONCENTRACION CUANTIFICADA	CONCENTRACION PERMISIBLE
ARSENICO (As) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	0.003	0.025
CADMIO (Cd) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.001	0.005
CROMO TOTAL (Cr) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.005	0.05
PLOMO (Pb) <sup>1</sup>	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.003	0.01

OBSERVACIONES: MUESTRA REMITIDA AL LABORATORIO POR EL CLIENTE. LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIO.

 REVISÓ SIGNATARIO BIOL. GUADALUPE GARCÍA PÉREZ	 AUTORIZÓ SIGNATARIO TSU. MARÍA IRENE REYES MORALES
---	---

NOTA: INTERPRETAR EL PUNTO 1) COMO SIGNO DECIMAL SEGUN NORMA NOM-858-SCFI-2002. LOS VALORES CON EL SIGNO MENOR (<) CORRESPONDEN AL VALOR MÍNIMO CUANTIFICADO POR EL MÉTODO. ESTE REPORTE NO DEBE REPRODUCIRSE SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO EMISOR.  
N.A INTERPRETAR COMO NO APLICA.  
N.N INTERPRETAR COMO NO NORMADO.  
NOTA 2: LOS DATOS EXPRESADOS AVALAN ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ANALIZADA.

1 REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN ems No. AG-067-025/12, CONTINUARÁ VIGENTE.  
1 APROBACIÓN C.N.A. No CNA-GCA-2120, VIGENCIA A PARTIR DEL 2020-02-18  
1A ACREDITAMIENTO EN ALIMENTOS: REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN EMA No. A-0530-047/14, CONTINUARÁ VIGENTE.



188-33/21-2

FO-13-001  
Revisión 5



**INFORME DE RESULTADOS AGUAS NATURALES  
MUESTRA INSTANTANEA**

1 / 1

Empresa:	DUDESU BUAP / ALEJANDRA MEJIA MALDONADO		
Dirección:	14 SUR 6301, EDIFICIO 103, C.P. 72570, PUEBLA		
Punto de muestreo:	RED DE AGUA POTABLE TOMADA EN CALLE PRINCIPAL RUMBO A LA CANTERA No. 1, SAN JOSE EL AGUACATE	Fecha de Muestreo:	02/07/2021
		Hora de muestreo:	INSTANTANEA
		Fecha de Emisión:	09/07/2021
		Fecha de Recepción:	02/07/2021
		N° de Muestra:	183-48/21-1
Periodo de analisis:	DE 02/07/21 A 09/07/21		
N° de Orden:	183-48/21		

DE ACUERDO A MODIFICACIÓN A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, PARA MUESTRA INSTANTANEA SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN.

PARAMETRO	METODO DE PRUEBA	UNIDAD	CONCENTRACION CUANTIFICADA	CONCENTRACION PERMISIBLE
ARSENICO (As)'	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.002	0.025
CADMIO (Cd)'	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.001	0.005
CROMO TOTAL (Cr)'	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.005	0.05
PLOMO (Pb)'	NMX-AA-051-SCFI-2016	mg/L	<0.003	0.01

OBSERVACIONES: MUESTRA REMITIDA AL LABORATORIO POR EL CLIENTE, LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIO.

 REVISÓ SIGNATARIO BIOL. GUADALUPE GARCÍA PÉREZ	 AUTORIZÓ SIGNATARIO TSU. MARÍA IRENE REYES MORALES
---	---

NOTA: INTERPRETAR EL PUNTO (.) COMO SIGNO DECIMAL SEGUN NORMA NOM-008-SCFI-2002  
 LOS VALORES CON EL SIGNO MENOR (<) CORRESPONDEN AL VALOR MÍNIMO CUANTIFICADO POR EL MÉTODO.  
 ESTE REPORTE NO DEBE REPRODUCIRSE SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO EMISOR.  
 N.A INTERPRETAR COMO NO APLICA.  
 N.N INTERPRETAR COMO NO NORMADO.  
 NOTA 2: LOS DATOS EXPRESADOS AVALAN ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA ANALIZADA.

1 REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN ema No. AG-057-025/12, CONTINUARÁ VIGENTE.  
 1 APROBACIÓN C.N.A. No CHA-GCA-2120, VIGENCIA A PARTIR DEL 2020-02-18  
 1A ACREDITAMIENTO EN ALIMENTOS: REG. ACREDIT. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN EMA NO. A-0530-047/14, CONTINUARÁ VIGENTE.



183-48/21-1

FO-13-001  
Revisión 5

**INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS**

Hoja 1/2

No. de orden: 415A  
No. de muestra: 415A-1/21

Empresa: Alejandra Mejía Maldonado      Fecha de recepción: 24/09/2021 16:00  
Dirección:      Período de análisis: 24/09/2021 al 01/09/2021  
Atención a: Alejandra Mejía Maldonado      Fecha de reporte: 02/09/2021

Descripción de la muestra: Depósito de agua Potable      Temperatura °C: NP  
Cantidad de muestra (mL): 225  
Fecha y hora de muestreo: 24/09/2021 13:50  
Método de muestreo: Muestra remitida por el cliente

**Límites permisibles:**  
Límites permisibles en base a la modificación de la NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Parámetro	Método de Prueba	Unidad	Resultado	Límite
Bacterias coliformes totales <sup>1A</sup>	NOM-219-SSA1-2014 Apéndice H Normativo	NMP/100 mL	> 8.9	No detectable
Escherichia coli <sup>1A</sup>	NOM-219-SSA1-2014 Apéndice H Normativo	NMP/100 mL	4.5	No detectable

**Observaciones:** Informe de resultado de análisis para control interno.  
Temperatura de recepción (°C): 7.4  
NP = No Proporcionalizada. "x" indica el valor máximo cuantificado por el método.  
<sup>1A</sup> ACREDITACIÓN EN ALIMENTOS DEL ACREFIT ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN en No. A-0308/14 CONTAMINA VOLANTE.

IPA, Andrés Bonilla Serrano      Biol. Guadalupe García Piñez  
Ced. Prof. 11860353      Cof. Prof. 4451028  
Revisó      Autorizó

Este informe de resultados no debe reproducirse sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. Los resultados expresados avalan únicamente a la muestra analizada bajo las condiciones de recepción en el laboratorio aceptadas por el cliente.

FOA-15/001 Rev. 2 30/06/2009

**INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS**

Hoja 22

No. de orden: 415A  
No. de muestra: 415A-2/21

Empresa: Alejandra Mejía Maldonado      Fecha de recepción: 24/08/2021 16:00  
Dirección:      Periodo de análisis: 24/08/2021 al 01/09/2021  
Atención a: Alejandra Mejía Maldonado      Fecha de reporte: 02/09/2021

Descripción de la muestra: Depósito de agua Potable Segunda Sección

Temperatura °C	NP
Cantidad de muestra (mL)	225

Fecha y hora de muestreo: 24/08/2021 13:55  
Método de muestreo: Muestra remitida por el cliente

Límites permisibles:  
Límites permisibles en base a la modificación de la NOM-127-SSA1-1994 Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Parámetro	Método de Prueba	Unidad	Resultado	Límite
Bacterias coliformes totales <sup>1A</sup>	NOM-210-SSA1-2014 Apéndice H Normativo	NMP/100 mL	> 8.0	No detectable
Escherichia coli <sup>1A</sup>	NOM-210-SSA1-2014 Apéndice H Normativo	NMP/100 mL	4.6	No detectable

Observaciones: Informe de resultado de análisis para control interno.  
Temperatura de recepción (°C): 9.3  
NP = No Proporciónada -> Indica el valor máximo cuantificado por el método.

<sup>1A</sup> ACREDITACION EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE AGUA POTABLE CONTINUARÁ VIGENTE

  
 IPA. Andrea Borjila Soriano  
 Céd. Prof. 11860353  
 Revisó

  
 Biol. Guadalupe García Pérez  
 Céd. Prof. 4451026  
 Autorizó

Este informe de resultados no debe reproducirse sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor  
Los resultados expresados avalan únicamente a la muestra analizada bajo las condiciones de recepción en el laboratorio aceptadas por el cliente

FOU-13-001 Rev. 2 30/06/2020

10 Sur 7301 Col. Loma Linda C.P. 72477 Puebla, Pue.  
T. 222 2456972 - 222 7983040 - 222 7555014  
C. 222 2121004

info@acama.com.mx  
www.acama.com.mx