



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA Y
SU RELACIÓN CON EL PANORAMA
SOCIOECONÓMICO ACTUAL EN LA
LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN
BUENAVISTA OAXACA**

TESIS

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

BELEN MARINO ESCANDÓN

DIRECTOR DE TESIS

M.I. RODRIGO TAKASHI

SEPÚLVEDA HIROSE



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/080/18

Señorita
BELEN MARINO ESCANDÓN
Presente

En atención a esa solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. RODRIGO TAKASHI SEPÚLVEDA HIROSE, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

“ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON EL PANORAMA SOCIOECONÓMICO ACTUAL EN LA LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA OAXACA”

- INTRODUCCIÓN
- I. AGUA POTABLE EN MÉXICO
- II. METODOLOGÍA
- III. RESULTADOS
- IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS
- V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES


Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.


Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.


Atentamente
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Cd. Universitaria a 19 de septiembre de 2018
EL PRESIDENTE



M.I GERMÁN LÓPEZ RINCÓN

GLR/MTH*kpc.


28-09-18
Marcel A. Rodríguez Viera


29/sep/2018
Guillermo Mancilla Orta
29/Septiembre/2018


Rodrigo Sepúlveda Hirose
28/sep/18


Ana Beatriz Carrera Aguilón
Sept. 28, 2018

AGRADECIMIENTOS

A mis padres; Francisco y Luz. Y a mis hermanos; Brenda, Perla, Litzy y Francisco por su inmenso apoyo incondicional.

Al Dr. Felipe Alfonso Hernández Maya por brindarme su generoso apoyo, amistad y consejos.

A Anita, Fernando y Cristi, por su invaluable amistad.

A los buenos amigos, en especial a Sergio, Dani, Manuel y Mari.

A la UNAM y a la Facultad de Ingeniería por darme la mejor oportunidad de mi vida.

A la brigada de compañeros, en especial a Esteban y Magnolia.

A los habitantes de la localidad de Concepción Buenavista Oaxaca, por su generoso apoyo en las visitas y trabajos de campo, a las autoridades del municipio, en especial a Marco Antonio Ramírez por su generosa ayuda para la realización de los estudios.

¡Gracias!

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
I. AGUA POTABLE EN MÉXICO	3
I.1 ASPECTOS DE ESTUDIO ENTORNO AL AGUA	3
I.2 MARCO NORMATIVO DEL AGUA POTABLE EN MÉXICO	14
I.3 PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO DE AGUA, NOM-230-SSA1-2002	23
HIPÓTESIS	28
OBJETIVO GENERAL	28
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
ALCANCES	28
II. METODOLOGÍA	29
II.1 ETAPA 1: CARACTERIZACIÓN DEL SITIO	29
II.2 ETAPA 3: TOMA DE MUESTRAS DE AGUA EN CAMPO	39
II.3 ETAPA 2: ESTUDIO SOCIAL	47
II.4 ETAPA 4: ESTUDIOS DE LABORATORIO	49
III. RESULTADOS	60
III.1 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE LABORATORIO Y COMPARACIÓN CON LA NORMA	60
III.2 RESULTADOS ENTREGADOS POR EL CUESTIONARIO	67
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	77
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
GLOSARIO DE ACRÓNIMOS	82
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	82
REFERENCIAS	86
ANEXOS	88
Ficha técnica del medio “m-colibblue24”	88
Fotografías	89
Formato de cuestionario 27-julio-17	93
Formato de cuestionario 10-febrero-18	97

RESUMEN

Producto del proyecto denominado “Abastecimiento de agua en Concepción Buenavista Oaxaca” que tiene como objetivo encontrar una fuente de abastecimiento de agua alterna para la localidad del mismo nombre, las etapas de estudio de pre factibilidad y factibilidad del proyecto dieron lugar a una investigación detallada y profunda de la localidad.

Esta investigación presenta los resultados más relevantes obtenidos de los estudios de calidad del agua que las viviendas de la localidad hacen uso, teniendo como meta que estos sirvan como base en las etapas siguientes del proyecto en las que se desarrolle tanto la propuesta del diseño y ejecución a la mejora de las condiciones actuales en el ámbito de abasto de agua en la localidad citada.

Para lograr lo anterior se obtuvo mediante experimentación el estado de la calidad del agua y mediante datos cuantitativos las condiciones del servicio de agua en especial las fuentes actuales de las que se hace uso, complementando con información respecto al panorama social y económico que actualmente vive la localidad con la finalidad de integrar los resultados de ambos diagnósticos.

Finalmente se concluye sobre los resultados de los estudios de laboratorio y el cumplimiento de la norma mexicana de agua para uso y consumo humano así como la comparación de estos resultados y los obtenidos del estudio social.

INTRODUCCIÓN

Las autoridades de la localidad de Concepción Buenavista Oaxaca, cabecera municipal del municipio con el mismo nombre se acercaron a la División de Ingenierías Civil y Geomática de la facultad de Ingeniería (DICyG), con la petición de realizar los estudios pertinentes con el fin de establecer una fuente alternativa que les permita extraer el agua suficiente para subsanar las demandas de los habitantes de la localidad, ya que las diferentes fuentes con las que se abastecen de manera estacional y heterogéneamente no satisfacen la cantidad requerida para sus actividades diarias y el riego del campo. Cabe destacar que las autoridades han realizado peticiones a las estancias de gobierno correspondientes e incluso a privadas sin llegar a una solución a la escasez que ellos manifiestan tener, por lo que está yendo en aumento y generando complicaciones en las actividades económicas y de calidad de vida, según lo manifestaron por dicho las autoridades.

En la participación de un proyecto integral de este ámbito se estableció medir las condiciones actuales del agua y hacer un diagnóstico de la realidad social que se apreciaba como negativa y sobre la cual se actuaría, para producir el cambio esperado en dicha situación, hacia una situación mejor para la población citada (Roman C, 2016).

Para lograr el diagnóstico planteado fue necesario desarrollar una metodología de investigación la cual se desglosó según el índice capitular:

En el capítulo 1 se pretenden mostrar los principales aspectos de estudio entorno al abastecimiento, acceso y cobertura del servicio de agua en nuestro país, así como presentar los rubros a atender en lo correspondiente a las normas mexicanas; NOM-230-SSA1-2002, NOM-014-SSA1-1993; para la recolección, preservación y almacenamiento de las muestras y para la realización de las pruebas bacteriológicas especialmente las recomendaciones de la norma NMX-AA-102-SCFI-2006. Así mismo para los límites permisibles para cada parámetro estudiado se hace referencia a la norma NOM-127-SSA1-1994, en su última modificación del 22 de noviembre de 2000.

En el capítulo 2 se desarrolla la metodología de estudio de la localidad en 4 etapas: caracterización de la localidad (basada en la información de las fuentes disponibles); una breve justificación del estudio social y la metodología de su aplicación en el sitio de estudio; toma de muestras de agua en campo y la descripción de los procedimientos para la realización de los estudios de laboratorio para los parámetros de interés.

En el capítulo 3 se muestran los resultados arrojados de los estudios de laboratorio y éstos se comparan con los límites permisibles establecidos por norma, por otro lado mediante estadística descriptiva se ilustran los resultados arrojados del cuestionario el cual permitió conocer de manera puntual y actualizada los servicios que actualmente disponen las viviendas de la localidad enfocando la indagación a las fuentes de agua disponibles, a la infraestructura de abastecimiento, saneamiento y percepción de la calidad del agua de las fuentes de las que se abastecen las viviendas.

Finalmente en los capítulos 4 y 5 se desarrolla el análisis de los estudios de laboratorio, los resultados de la estadística descriptiva y se generan las conclusiones contrastando lo establecido por la norma NOM-127-SSA1-1994 y la percepción de los habitantes.

I. AGUA POTABLE EN MÉXICO

I.1 ASPECTOS DE ESTUDIO ENTORNO AL AGUA

En el mundo uno de los mayores retos que enfrenta la humanidad es el manejo integral del recurso agua, pues aun cuando 70.8 % de la superficie terrestre está ocupada por agua, solo 0.5 % es disponible para consumo, estando de forma subterránea o superficial el agua es un recurso escaso del cual dependen todos los procesos sociales (CONAGUA, 2011).

EL AGUA COMO ELEMENTO DE JUSTICIA SOCIAL

En México de acuerdo al artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, según la reforma publicada el 8 de febrero de 2012, toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible que el estado debe garantizar. Por lo tanto el agua representa un factor tanto de bienestar como de justicia social.

LOCALIDADES RURALES

Una característica significativa de la población rural es su enorme dispersión territorial, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el Censo de Población y Vivienda 2010 identificó 193, 503 localidades de menos de 2, 500 habitantes, con una población total de 26.2 millones de habitantes, equivalente al 23.2 por ciento de la población nacional. Las entidades federativas con mayor número de personas viviendo en localidades rurales son Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Estado de México, Puebla y Guanajuato. **Y con esto se quiere resaltar que la dispersión territorial es una causa estructural que se relaciona en mayor o menor medida con la situación imperante en materia de coberturas de agua potable y alcantarillado** (CONAGUA, 2011, pág. 21).

POBREZA Y CARENCIA DE AGUA

La medición de la pobreza incluye los indicadores de ingreso, rezago educativo, acceso a servicios de salud y seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a la alimentación y grado de cohesión social, así se considera a la pobreza una manifestación multidimensional de carencias. Al 2014 a nivel nacional, se estimaba que el 46.2% de la población (55.3 millones de personas) estaba en situación de pobreza. De éstas, 11.4 millones estaban en situación de pobreza extrema (CONAGUA, 2016, pág. 12). La distribución del rezago social en el país se puede apreciar en la figura I.1.

Las personas consideradas con carencias por acceso a los servicios básicos en la vivienda son las que no cuentan con los servicios de agua, drenaje y electricidad. En México las variables que contribuyen a la pobreza del hogar son; el ingreso con un (22 %) seguida del servicio sanitario (21 %) y de acceso al agua potable (20 %). Esto quiere decir que el 41 por ciento del factor de pobreza tiene que ver con la cantidad y la calidad del recurso hídrico en la población pobre (CONAGUA, 2014, pág. 31).

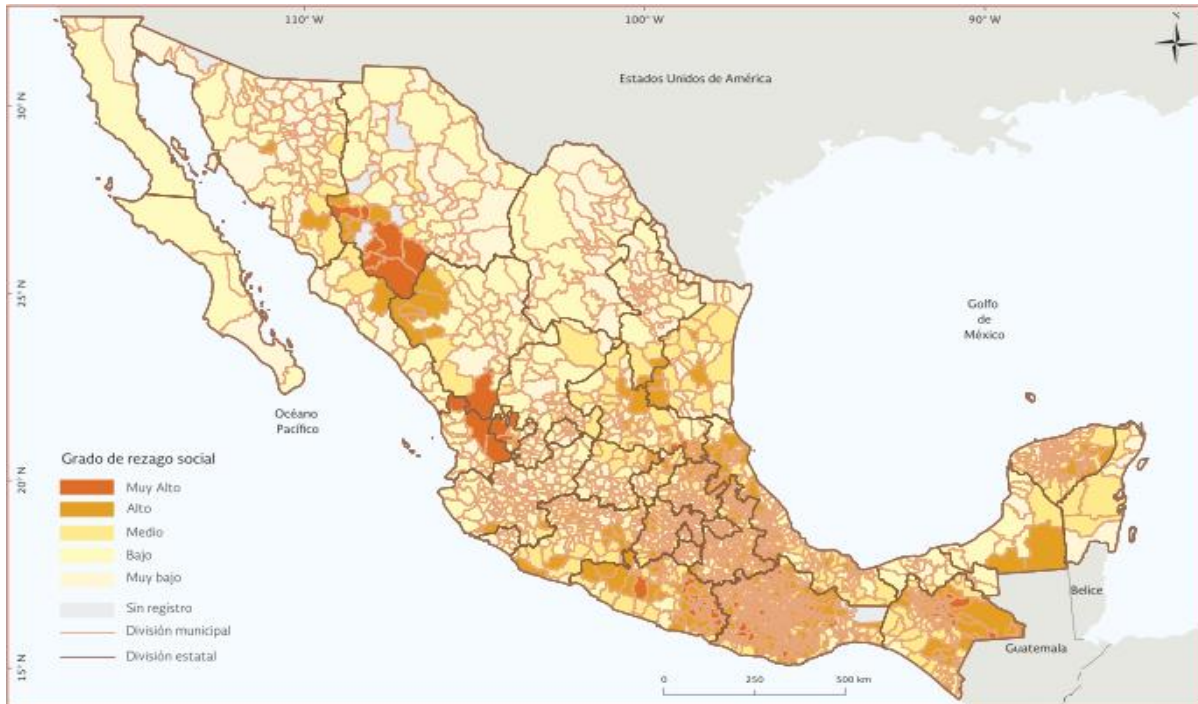


Figura I.1 Grado de rezago social por municipio, 2015 (CONAGUA, 2016a)

AGUA Y SALUD

El suministro de agua potable y saneamiento es un factor significativo en la salud de la población, su acceso reduce la mortalidad y la morbilidad, especialmente la infantil. La falta de ella ocasiona, en gran medida, las enfermedades de transmisión hídrica como la hepatitis viral, la fiebre tifoidea, cólera, tracoma, disentería y otras causantes de diarrea. Adicionalmente se han detectado afecciones resultantes del consumo de agua con componentes químicos patógenos, tales como arsénico, nitratos o flúor (CONAGUA, 2014, pág. 33).

AGUA Y DESARROLLO ECONÓMICO

La distribución territorial del agua en nuestro país es naturalmente irregular debido a las condiciones climatológicas y orográficas, pero además el crecimiento poblacional y económico que tiene cada región afecta la disponibilidad de agua, siendo que el mayor crecimiento ha ocurrido en las zonas con menor disponibilidad.

Así, las regiones centro, norte y noroeste (véase la figura I.2), cuentan con una tercera parte del agua renovable¹ en el país albergan a cuatro quintas partes de la población y aportan cuatro quintas partes del PIB nacional (véase la figura 1.3) mientras que en las regiones del sureste disponen de dos terceras partes del agua renovable y con una

¹ El agua renovable es definida como la cantidad máxima de agua que es factible explotar anualmente, es decir, es la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y el agua proveniente de otras regiones o países.

quinta parte de la población aporta una quinta parte del PIB nacional (CONAGUA, 2011).



Figura I.2 Desarrollo y disponibilidad del agua, 2015 (CONAGUA, 2016a)

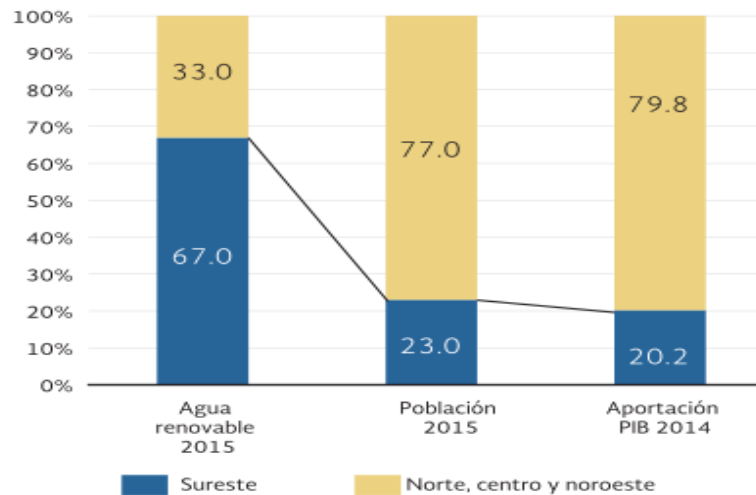


Figura I.3 Contrastes regionales entre el agua renovable y el desarrollo (CONAGUA, 2016a)

AGUA RENOVABLE O DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA PER CÁPITA

Conforme al cálculo de la precipitación normal 1981-2010, anualmente México recibe del orden de 1, 449, 471 millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. Con los últimos cálculos hidrológicos disponibles al 2015, se estima que el 72.5% se

evapotranspira y regresa a la atmósfera. El 21.2% escurre por ríos y arroyos. El 6.3 % restante se infiltra y recarga los acuíferos.

Tomando en cuenta las entradas y salidas de agua con países vecinos, se cuenta con **446 777 millones de metros cúbicos de agua dulce renovable al año, a lo que se denomina también disponibilidad natural media**. Al dividirse entre la población proyectada por Consejo Nacional de Población (CONAPO) para el año 2015, se obtiene que el agua renovable per cápita disponible a nivel nacional es **de 3 692 m³/hab/año**.

El valor nacional no permite contemplar la variedad de los valores regionales (véase la figura I.4), que van de un máximo de **18 852 m³/hab./año para la región XI Frontera Sur** a un mínimo de **148 m³/hab./año para la región XIII Aguas del Valle de México** (CONAGUA, 2016, pág. 26).



Figura I.4 Agua renovable per cápita 2015 (CONAGUA, 2016a).

CLASIFICACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA EN MÉXICO

En el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), se registran los volúmenes concesionados o asignados² a los usuarios de aguas nacionales. El REPDA tiene clasificados los usos del agua en diversos rubros, los cuales se desglosan por uso consuntivo³ en la tabla I-1:

² En el caso de volúmenes destinados al uso público urbano o doméstico

³ Uso consuntivo: El volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad

Tabla I-1 Agrupación de usos de la clasificación del REDPA (CONAGUA, 2016b, pág. 70)

Rubro de clasificación del REDPA	Vol. Concesionado (hm ³)
Agrícola	58,450
Agroindustrial	4
Doméstico	39
Acuacultura	1,136
Servicios	1,474
Industria	6,347
Industria(excluyendo termoeléctricas)	2,198
Termoeléctricas	4,149
Pecuario	207
Público urbano	12,441
Múltiples	5,566
Comercio	0.1
Otros	0.5
Subtotal consuntivo	85,664
Hidroeléctricas	180,895
Subtotal no consuntivo	180,895
Total	266,559

Para 2015 el 61.1% del agua utilizada para uso consuntivo provenía de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), mientras que el 38.9% restante correspondía a fuentes subterráneas (acuíferos), como se muestra en la figura I.5, el mayor volumen concesionado para usos consuntivos lo representa el uso agrupado agrícola, principalmente para riego (CONAGUA, 2016b, pág. 70).

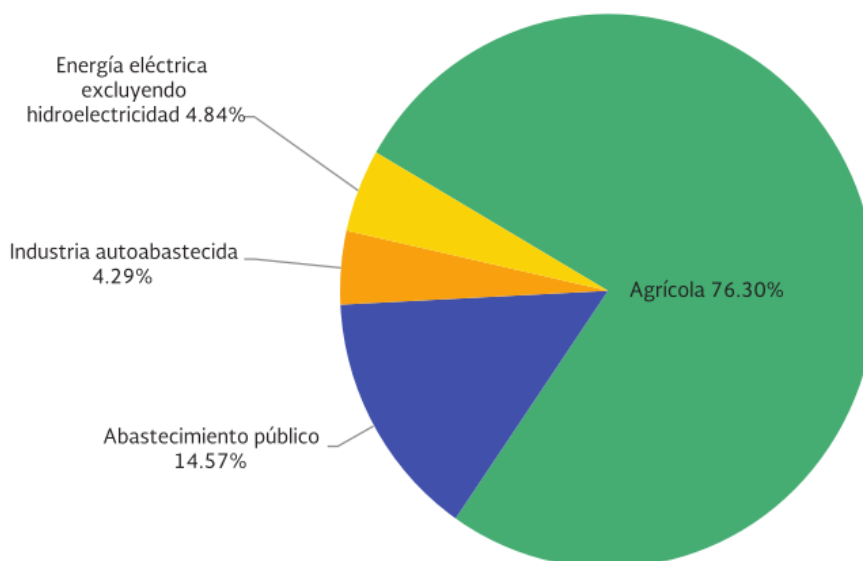


Figura I.5 Distribución de volúmenes concesionados por usos agrupados consuntivos, 2015 (CONAGUA, 2016a)

determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga.

DISPONIBILIDAD

Si de manera breve definimos a la **disponibilidad de agua** como el volumen total de líquido que hay en una región podemos concluir que en nuestro país hay diferencias muy grandes en cuanto a la disponibilidad de agua (véase figura I.6). Las zonas centro y norte de México son, en su mayor parte, áridas o semiáridas; los estados norteños, por ejemplo, apenas reciben 25% de agua de lluvia. En el caso de las entidades del sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco) es lo contrario, éstas reciben casi la mitad del agua de lluvia (49.6%), no obstante, **sus habitantes tienen menor acceso al vital líquido, pues no cuentan con los servicios básicos, como es agua entubada dentro de la vivienda** (INEGI., n.d.).

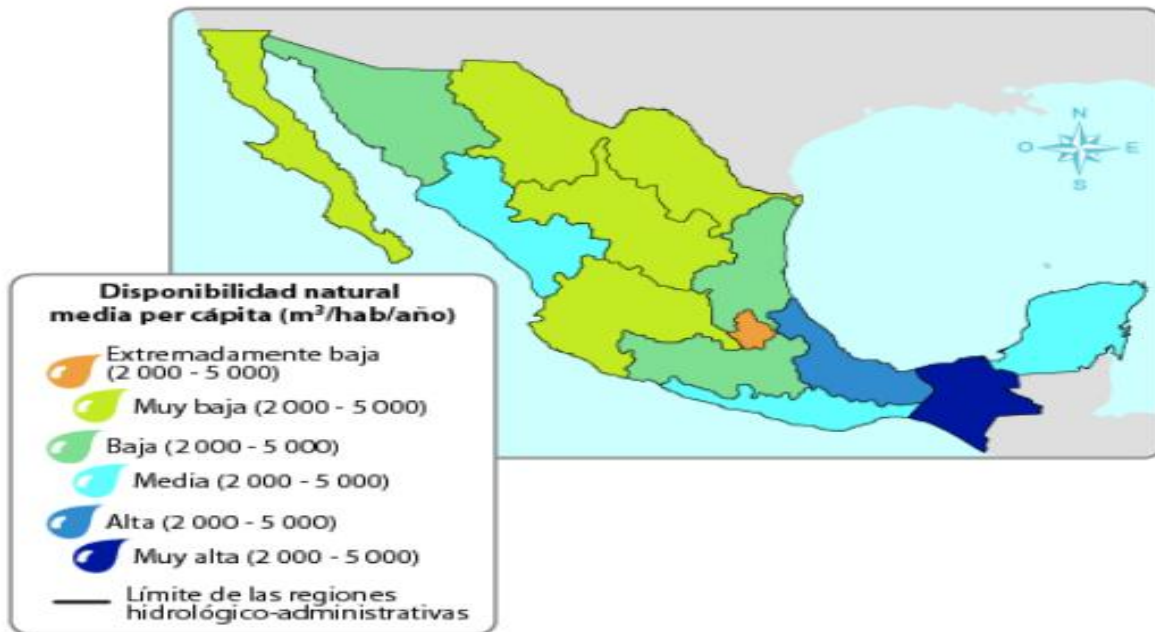


Figura I.6 Disponibilidad natural media per cápita (m³/hab/año). INEGI. Agua cuéntame México. Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>

Sin embargo un indicador que nos da una idea de la gravedad del problema nacional actual respecto a la disponibilidad del agua es el comportamiento que ha observado el abastecimiento público; en el año 2014 se registró una disponibilidad de agua renovable per cápita de 3, 736 m³/hab/año y para el año 2030 se pronostica que la disponibilidad per cápita disminuirá a 3, 253 m³/hab/año. Ambas disponibilidades muy inferiores a la que se tenía en el año 1950 que era de 18,035 m³/hab/año (CONAGUA, 2011, pág. 26).

COBERTURA DE AGUA POTABLE EN MÉXICO 2015

La Conagua definió en 2015 la **cobertura de agua potable** haciendo énfasis en la potabilidad del agua, teniendo en cuenta esto la cobertura se calcula como la población que tiene *acceso al agua potable* ya sea a través del agua entubada en vivienda o terreno, proveniente solamente del servicio público de agua, pozo comunitario o pozo particular, o a través de acarreo de la llave comunitaria (CONAGUA, 2016, pág. 70).

contaba con 874 plantas en operación con una capacidad instalada de 140.7 m³/s, que permitieron potabilizar **97.8 m³/s**.

Detalladamente de los 348 metros cúbicos por segundo de agua suministrada a nivel nacional se estima que 60.5 por ciento provienen de fuentes subterráneas; el resto del suministro, 137 metros cúbicos por segundo, se obtiene de fuentes superficiales y se procesan para su potabilización 91 metros cúbicos por segundo, *66 por ciento del agua superficial abastecida* (CONAGUA, 2011, pág. 51).

Se muestran (véase figura I.8) así las siguientes cantidades de agua potabilizada⁴ y desinfectada⁵ por origen:

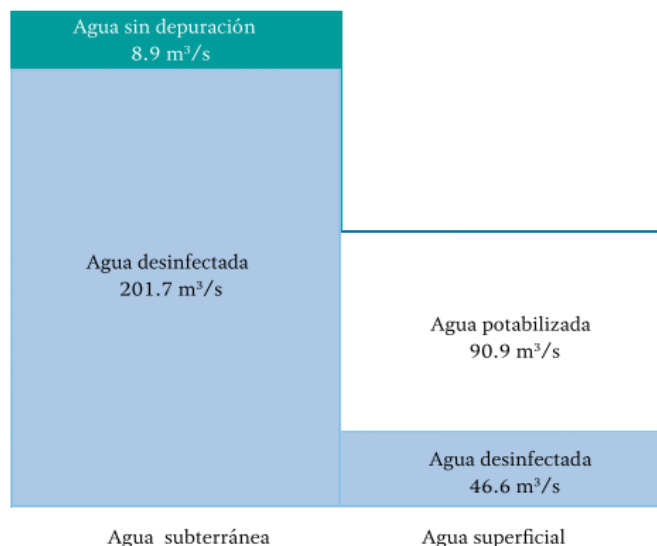


Figura I.8. Agua producida y desinfectada por origen (m³/s) (CONAGUA, 2011)

ACCESO

En 2015, el 71% de la población mundial (5200 millones de personas) utilizaba un servicio de suministro de agua potable gestionado de forma segura es decir, **ubicado en el lugar de uso, disponible cuando se necesita** y no contaminado y solo el 89% de la población mundial (6500 millones de personas) utilizaba al menos un servicio básico es decir, una fuente mejorada de suministro de agua potable para acceder a la cual no es necesario un trayecto de ida y vuelta superior a 30 minutos.

Por ejemplo para 2015 a nivel mundial se estimaba:

- › 1,300 millones de personas con servicios *básicos*, es decir, con acceso a una fuente mejorada de suministro de agua a menos de **30 minutos** en un trayecto de ida y vuelta.

⁴ Potabilización: Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

⁵ Desinfección: Destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos.

- › 263 millones de personas con servicios *limitados*, o sea una fuente mejorada de suministro de agua para acceder a la cual se **precisan más de 30 minutos**.
- › 423 millones de personas abastecidas de agua procedente de **pozos y manantiales no protegidos**.
- › 159 millones de personas que recogen agua superficial no tratada en **lagos, estanques, ríos o arroyos** (OMS, 2017).

Con lo anterior se puede decir que la accesibilidad, se determina principalmente **por la distancia, el tiempo, la confiabilidad y los costos potenciales**, además se puede categorizar en términos del nivel de servicio. Cabe destacar que no resulta significativo establecer una cantidad mínima que se requiere para promover una buena salud ya que el volumen de agua que se ocupe en las viviendas dependerá de la accesibilidad, la tabla I-3 resume el grado en el que los diferentes niveles del servicio pueden atender los requisitos para mantener una buena salud y las intervenciones que garantizarían los máximos beneficios.

Tabla I-3 Resumen de los requisitos del nivel del servicio de agua para promover la salud (OMS 2003)

Nivel del servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud.
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 (l/p/d)⁶	Más de 1 km o 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – no se puede garantizar- Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente).	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20 (l/p/d)	Entre 100 m y 1 km o de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección.	Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso óptimo (cantidad promedia de 100 (l/p/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Si el acceso es óptimo pero el abastecimiento es intermitente, es decir, si hay una interrupción variable del suministro debido a la manipulación de bombas, válvulas y en general del sistema de abastecimiento, puede provocar transitorios hidráulicos y con ello la ruptura de tuberías con lo cual la operación de los sistemas de saneamiento

⁶ (litros per cápita por día)

relacionados con el abastecimiento de agua podría verse afectada y generar mayores riesgos de salud, esto es debido por ejemplo a la inserción de agua contaminada en las tuberías rotas, el crecimiento de microorganismos y biopelículas en las paredes de las tuberías cuando el agua se estancado o bien cuando llega a los medios de almacenamiento domésticos utilizados debido a la heterogeneidad del suministro (Howard & Bartram, 2003).

DEFINICIONES DE ESCASEZ Y DESABASTO DE AGUA

El desabasto o desabastecimiento de agua es un concepto absoluto que se puede definir como “ *la falta de agua de calidad aceptable; bajos niveles de suministro de agua, en un momento y en un lugar determinados, respecto a los niveles de suministro diseñados*, como resultado de recursos hídricos insuficientes, ausencia de infraestructuras o un inadecuado mantenimiento de las mismas o *bajos niveles de recursos hídricos* como consecuencia de diferencias estacionales o anuales en el clima o por muchos otros factores hidrológicos o hidrogeológicos” (FAO, 2013, pág. 6).

Al contrario del desabasto la escasez no es un concepto absoluto, debido a que puede tener deferentes causas, resumidamente se puede entender la escasez como; **el desequilibrio entre la disponibilidad o suministro disponible y la demanda en un momento dado** (en cualquier nivel de suministro y demanda). **La demanda excesiva para un suministro disponible puede tener varias causas ya sea una construcción social** (un producto de la afluencia, las expectativas y las costumbres) o la consecuencia de patrones de suministro alterados, cualquiera que sea, la demanda varía con según la región, el uso sectorial y las condiciones climáticas locales (FAO, 2013, pág. 5).

Detallando lo anterior la escasez **además de que naturalmente es resultado de la variabilidad hidrológica natural**, cambia más aun en función de los modelos de política económica, planificación, gestión y capacidad de las sociedades de anticipar cambios en los niveles de suministro o demanda así que puede aparecer en situaciones en las que hay agua suficiente, pero no hay disposiciones legales o institucionales para mejorar el acceso, o no existen las infraestructuras necesarias o no son funcionales (FAO, 2013, pág. 6).

La escasez o desabasto de agua se ponen de manifiesto por una demanda insatisfecha, tensiones entre usuarios, competencia por el agua, sobreexplotación de agua subterránea y flujos insuficientes al entorno natural, estos síntomas, dan lugar al termino **estrés hídrico** que además incluye el empeoramiento de la calidad y fiabilidad del servicio, pérdida de cosechas e inseguridad alimentaria.

A las definiciones antes citadas se pueden distinguir dos tipos principales de escasez:

- › **La escasez física**; sucede cuando no hay agua suficiente para cubrir todas las demandas, incluyendo los caudales ecológicos. Sus síntomas son la degradación severa del medio ambiente, reducción del nivel de aguas subterráneas y distribución del agua que favorece a unos grupos frente a otros.
- › **La escasez económica de agua**; es una situación resultante de la falta de inversión en agua, o la falta de capacidad humana para satisfacer la demanda.

Sus síntomas son entre otros, escaso desarrollo de infraestructuras, a pequeña o a gran escala, de modo que las personas tienen dificultades para obtener el agua suficiente para beber o para la agricultura. También la distribución del agua puede ser desigual, incluso cuando hay infraestructuras suficientes (FAO, 2013, pág. 6).

Por ser un concepto relativo la escasez puede desglosarse en:

- › **“Escasez recurso físico”**, refiere a la disponibilidad de agua de calidad aceptable, *en el simple caso de desabastecimiento de agua física*.
- › **La “escasez organizacional”**, se refiere a “llevar agua al lugar adecuado en el momento preciso”.
- › **“Escasez de mecanismo de rendición de cuentas”**, se refiere a que los gobiernos tienen que rendir cuentas a la sociedad y los proveedores de servicio a los usuarios.

En los dos últimos casos, es posible que los países tengan un nivel relativamente alto de recursos hídricos con respecto a la demanda, pero que sean incapaces de capturarlos y distribuirlos apropiadamente debido a la ausencia de infraestructuras, o a factores institucionales que limiten el acceso al agua (FAO, 2013, pág. 7).

MEDICIÓN DE LA ESCASEZ DE AGUA

El indicador más conocido de escasez de agua a nivel nacional es el agua renovable per cápita, para el que se usan valores umbral de 500, 100 y 1700 m³/persona/año, para distinguir entre los distintos niveles de estrés hídrico (figura I.9) (FAO, 2013, pág. 7).

Agua dulce renovable anual (m ³ /pers.año)	Nivel de estrés hídrico
< 500	Escasez absoluta de agua
500 – 1 000	Escasez crónica de agua
1 000 – 1 700	Estrés hídrico
> 1 700	Estrés hídrico localizado u ocasional

Figura I.9 Definiciones convencionales de niveles de estrés hídrico (FAO, 2013)

Aunque este indicador tiene como ventaja su fácil obtención con solo saber datos de los recursos hídricos y las proyecciones de la población, no puede tener en cuenta las condiciones climáticas del momento, la variabilidad estacional e interanual de los recursos hídricos; las regulaciones existentes; los problemas de acceso al agua, los derechos del agua y la exclusión social; la competición entre sectores; la posibilidad de reciclar el agua o de aprovechar recursos hídricos no convencionales; y las necesidades hídricas medioambientales, que varían de una región a otra (FAO, 2013, pág.8). Sin embargo esta dificultad de poder cuantificar la escasez solo refleja la naturaleza relativa de la escasez del agua que ya se había mencionado.

I.2 MARCO NORMATIVO DEL AGUA POTABLE EN MÉXICO

En la tabla I-4 se mencionan las normas del grupo salud aplicables para garantizar la calidad del agua.

Tabla I-4. Normas mexicanas relacionadas con el sector agua, sector salud (CONAGUA, 2016b)

NOM-117-SSA1-1994 - Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica
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.
NOM-179-SSA1-1998 - Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua potable en redes.
NOM-201-SSA1-2002 - Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias.
NOM-230-SSA1-2002 - Requisitos sanitarios para manejo del agua en las redes de agua potable.
NOM-244-SSA1-2008 - Equipos y sustancias germicidas para tratamiento doméstico de agua. Requisitos sanitarios.

NOM – 127 – SSA1-1994

La vigilancia de la calidad del agua es fundamental para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades a la población por su consumo, como las de tipo gastrointestinal y las producidas por contaminantes tóxicos; esta vigilancia se ejerce a través del cumplimiento de los límites permisibles de calidad del agua y complementariamente, inspeccionando que las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras hidráulicas de captación, plantas cloradoras, plantas de potabilización, tanques de almacenamiento o regulación, líneas de conducción, redes de distribución, cisternas de vehículos para el transporte y distribución y tomas domiciliarias protejan el agua de contaminación (SSA, 2005). Los límites permisibles de calidad se muestran en las tablas: I-5 - I-8.

Características bacteriológicas: Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana (SSA, 2000).

Tabla I-5. Límites permisibles para características bacteriológicas. NOM – 127 – SSA1-1994 (22 de noviembre de 2000)

Característica	Límite permisible
Coliformes totales	Ausencia o no detectables
Coliformes fecales	Ausencia o no detectables

Características físicas y organolépticas: Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determina por medio de métodos analíticos de laboratorio (SSA, 2000).

La mayoría de los consumidores no disponen de medios para juzgar por sí mismos la seguridad del agua que consumen, pero su actitud hacia el agua de consumo se verá afectada por los aspectos de la calidad del agua que son capaces de percibir con sus propios sentidos. Aunque estas características puedan no tener, en sí mismas, ninguna consecuencia directa para la salud (OMS, 2006, pág. 183).

Tabla I-6. Límites permisibles para características físicas y organolépticas. NOM – 127 – SSA1-1994 (22 de noviembre de 2000)

Característica	Límite permisible	Unidades
Color	20 Unidades de Color Verdadero (UCV)	(UC Pt-Co) ⁷
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)	Aceptabilidad
Turbiedad	5 unidades	(UTN) ⁸ o su equivalente en otro método.

Características químicas: Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos que debido a su exceso o carencia, se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana (SSA, 2000).

Tabla I-7. Límites permisibles para características químicas. NOM – 127 – SSA1-1994 (22 de noviembre de 2000)

Parámetros	Límite permisible [mg/l]
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.7
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN-)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.50
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO₃)	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	1.00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50

⁷ Unidades de Color en la escala Platino-Cobalto

⁸ Unidades de Turbiedad Nefelométricas

Parámetros	Limite permisible [mg/l]
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.20
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	1.00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4 - D	30.00
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
Sulfatos (como SO₄=)	400.00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20-0.5
Zinc	5.00

Para detallar el por qué se ocupan los organismos coliformes totales y fecales en la caracterización microbiológica se comenzará definiendo a los agentes patógenos como; aquellos que causan enfermedades, que no son propios de los sistemas acuáticos sino que entran en los sistemas de abastecimiento de agua mediante su contaminación con heces humanas o animales (OMS, 2006, pág. 18).

Los posibles agentes patógenos transmitidos por el agua (figura I.10) son los siguientes;

- › **Las bacterias, los virus, los protozoos y los helmintos.**
- › Posibles agentes patógenos emergentes.
- › Bacillus.
- › Cianobacterias peligrosas.

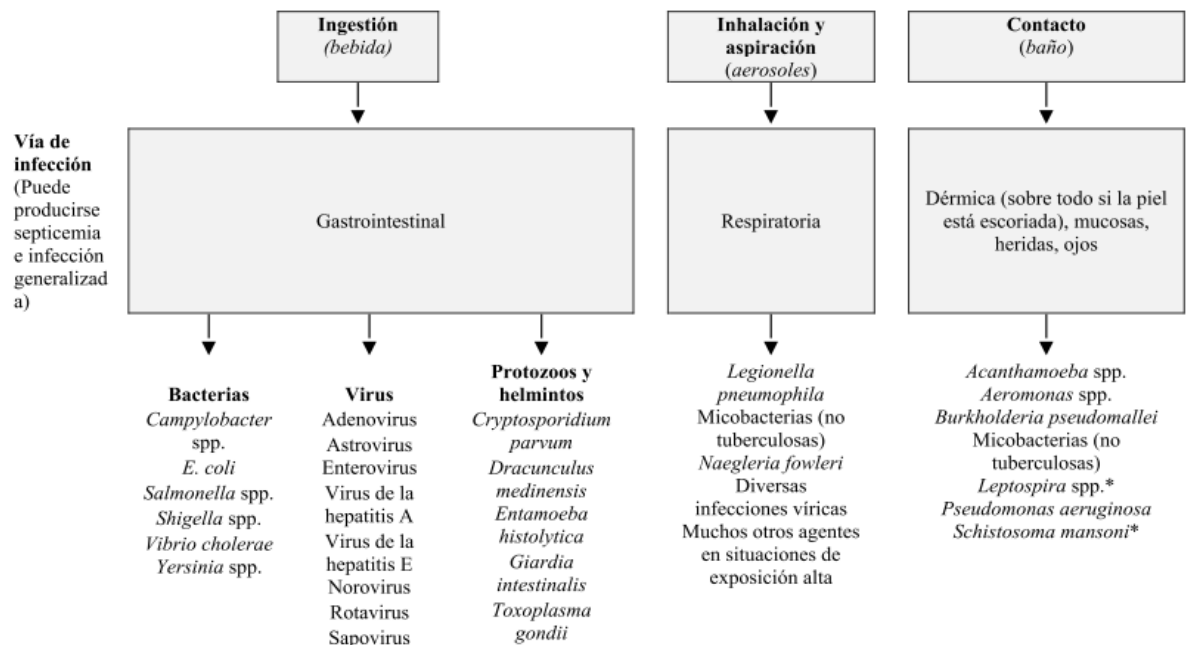


Figura I.10. Vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua (OMS, 2006, pág. 107)

Muy ocasionalmente, se pueden realizar análisis de agentes patógenos para comprobar que un tratamiento o proceso específico ha sido eficaz. Pero por motivos relacionados con **la complejidad, el costo y el tiempo que se tarda en obtener los resultados**, los análisis microbiológicos **se limitan habitualmente a la detección de microorganismos indicadores**⁹, ya sea para medir la eficacia de las medidas de control o como índices de contaminación fecal.

Por lo tanto se determinó que los organismos indicadores además de no ser patógenos, deben cumplir con los siguientes criterios:

- > Estar universalmente presentes, en grandes concentraciones, en las heces de personas y animales;
- > No proliferar en aguas naturales;
- > Tener una persistencia en agua similar a la de los agentes patógenos fecales;
- > Estar presentes en concentraciones mayores que las de los agentes patógenos fecales y;
- > Responder a los procesos de tratamiento de forma similar a los agentes patógenos fecales; y poder detectarse fácilmente mediante métodos sencillos y baratos.

Sin embargo debido a que un solo organismo indicador no puede cumplir al mismo tiempo como un microorganismo índice¹⁰, se establecieron dos **indicadores bacterianos pertenecientes al grupo coliforme** capaces de evaluar **la probabilidad** de que existan organismos patógenos en el agua. Por lo tanto el examen bacteriológico usualmente involucra dos ensayos; la estimación del número de bacterias de acuerdo con el conteo

⁹ Microorganismo indicador es el que se utiliza para medir la eficacia de un proceso

¹⁰ Microorganismo índice; señala la presencia de microorganismos patógenos

total en placa y la determinación, más significativa, de la presencia o ausencia de miembros del grupo coliforme (OMS, 2006, pág. 232).

Ahora bien el grupo coliforme incluye a todas las bacterias en forma de bastoncillos que son aerobias o anaerobias facultativas, Gram negativas y no esporogéneas, sin embargo se pueden diferenciar los siguientes dos grupos:

ORGANISMOS COLIFORMES TOTALES

Este grupo incluye especies fecales y ambientales capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes son un subgrupo del grupo de los coliformes totales que pueden fermentar la lactosa a temperaturas más altas. Muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos como los sistemas de distribución de agua, sobre todo en presencia de biopelículas (OMS, 2006, pág. 232).

Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, de lo contrario la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado o bien puede revelar una reproliferación y posible formación de biopelículas o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas, en los sistemas de distribución y reservas de agua almacenada (OMS, 2006, 233).

ORGANISMOS COLIFORMES FECALES (TERMOTOLERANTES)

Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C en un plazo de 24 h se conocen como coliformes termotolerantes. El género predominante es *Escherichia coli* que está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal, por lo que se considera el índice de contaminación fecal más adecuado, sin embargo es muy poco probable que la disponibilidad de nutrientes y la temperatura del agua en los sistemas de distribución de agua de consumo favorezcan la proliferación de estos microorganismos.

La presencia de *E. coli* es un indicio de contaminación fecal reciente, por lo que tras su detección debería considerarse la toma de medidas adicionales, como la realización de muestreos adicionales y la investigación de las posibles fuentes de contaminación, como un tratamiento inadecuado o alteraciones de la integridad del sistema de distribución (OMS, 2006, pág. 234).

TÉCNICA DE FILTRO DE MEMBRANA

La filtración con membrana es un método usado en el laboratorio que permite determinar la densidad de los coliformes. Para la filtración se utiliza un medio de lactosa enriquecido y una temperatura de incubación de $44,5 \pm 0.2$ °C, que permiten diferenciar, con una exactitud de 93%, los coliformes fecales de los totales.

Se utiliza el medio de cultivo M-FC¹¹ o bien pueden utilizarse medios comerciales en forma líquida (**ampollas estériles u otros**), siempre que se sepa que sus resultados son equivalentes, además el volumen de la muestra que se va a estudiar deberá ser aquel que produzca recuentos de 20-60 colonias de coliformes fecales por membrana (ver figura I.11) cuando no se conozca la densidad bacteriana de una muestra, se filtraran varios volúmenes decimales para establecerla.

ORIGEN DEL AGUA	VOLUMEN (X) POR FILTRAR (mL)						
	100	50	10	1	0,1	0,01	0,001
Lagos, pantanos	X	X					
Pozos, manantiales	X	X					
Toma de suministro de agua		X	X	X			
Aguas naturales de baño		X	X	X			
Plantas de tratamiento de aguas residuales, efluente secundario			X	X	X		
Charcas de granjas, ríos				X	X	X	
Torrenteras				X	X	X	
Alcantarillado municipal no tratado					X	X	X
Desagüe de establos					X	X	X

Figura I.11. Volúmenes de muestra recomendados para la prueba de filtro de membrana en coliformes fecales (PAHO, n.d., pág. 9)

El procedimiento consiste en hacer pasar a través de un filtro de membrana, aplicando vacío, un volumen medido de muestra de agua. A continuación se coloca el filtro en un recipiente estéril y se incuba en contacto con un medio de cultivo, selectivo y diferencial. En cada punto del filtro en el que durante la filtración se capta una bacteria coliforme, se desarrollará una colonia de bacterias coliformes. Se enumeran las colonias bacterianas, practicándose un cálculo simple para determinar el número de colonias de bacterias que se especificaran como (UFC)¹² en 100 ml de muestra (PAHO, n.d., pág. 8).

COLOR

Idóneamente, el agua de consumo no debe tener ningún color apreciable, sin embargo puede ser originado por la presencia de iones metálicos como el hierro y el manganeso coloidal o en solución, sustancias húmicas (materia orgánica proveniente de suelos turbosos) y el plancton o algas en diferentes estados de descomposición. Se debe investigar su origen, sobre todo si se ha producido un cambio sustancial, sin embargo la bibliografía no propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el color en el agua de consumo (OMS, 2006. Pag. 186).

Se distinguen dos tipos de color en el agua: el color verdadero, producido por sustancias disueltas que se detecta una vez la turbiedad ha sido removida. Y el aparente, provocado por el color verdadero más el efecto de los sólidos en suspensión.

¹¹ **Medio** para Coliformes Fecales; es un **medio** selectivo para aislamiento, diferenciación y enumeración de coliformes fecales en aguas y líquidos en general, mediante la técnica de filtración de membrana

¹² UFC: Unidades Formadoras de Colonias. Por el método de filtración con membrana

Sin embargo el término color se refiere al verdadero del agua, su determinación se hace por comparación visual de la muestra con soluciones de concentración de color conocida o con discos de vidrio de colores adecuadamente calibrados, previamente removiendo la turbiedad, para ello el método recomendado es la centrifugación (Vázquez González, 2017).

OLOR Y SABOR

Las sustancias detectadas por los sentidos del gusto y el olor, suele llamársele sabor, los compuestos que causan olor y sabor, pueden tener su origen en contaminantes químicos naturales, orgánicos, e inorgánicos, fuentes o procesos biológicos, en sustancias químicas sintéticas o pueden ser resultado de la corrosión o del tratamiento del agua. Sin embargo dependerá de los niveles de concentración en que se encuentren para poder ser percibidos. Sin embargo hay que tener en cuenta que hay componentes del agua que no producen efectos directos sobre la salud en las concentraciones presentes habitualmente, no obstante pueden resultar desagradables para los consumidores por diversos motivos (OMS, 2006, pág. 183).

TURBIEDAD

La turbiedad es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz no sea transmitida, puede ser causada por una gran variedad de materias en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros; arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, etc. (Vázquez González, 2017).

La importancia sanitaria de la turbiedad radica en que por sus componentes arcillosos y orgánicos adsorben otros compuestos como plaguicidas, metales y microorganismos los cuales sí pueden ser dañinos. Particularmente, la turbiedad fomenta un mayor desarrollo de los microorganismos ya que sirve de superficie para que éstos se alimenten y reproduzcan (Brito, 2007, pág. 19).

Por lo tanto la turbiedad, es un parámetro de calidad del agua útil por los siguientes aspectos:

- › **Estética:** Cualquier turbiedad en el agua para beber, produce en el consumidor un rechazo inmediato y pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos.
- › **Filtrabilidad:** La filtración del agua se vuelve más difícil y aumenta su costo al aumentar la turbiedad.
- › **Desinfección:** Un valor alto de la turbiedad, es una indicación de la probable presencia de materia orgánica y microorganismos que van a aumentar la cantidad de cloro u ozono que se utilizan para la desinfección de las aguas para abastecimiento de agua potable.

Actualmente el método más usado para determinar la turbiedad es el método nefelométrico, con este método se compara la intensidad de luz dispersada por la muestra con la intensidad de luz dispersada por una suspensión estándar de referencia, bajo las mismas condiciones de medida. Entre mayor sea la intensidad de luz dispersada mayor será la turbiedad (Vázquez González, 2017).

COLORO LIBRE

Cloro libre; es el cloro disuelto en el agua presente en forma de ácido hipocloroso (HOCl), ion hipoclorito (OCI) y cloro molecular disuelto, este se presenta cuando la cantidad de cloro agregado como desinfectante es suficientemente grande lo que provoca que no se reduzca o combine totalmente, por lo que una porción permanece libre. Y es que en la potabilización del agua el cloro se usa como gas (Cl_2) como desinfectante para el control de microorganismos causantes de enfermedades hídricas, para control de olores y sabores, oxidación de sulfuros, hierro, cianuro y manganeso, remoción de amoníaco y color orgánico. Sin embargo su concentración en el agua también está restringida por ser dañino para el cuerpo humano en altas concentraciones.

NITRITOS Y NITRATOS

La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares.

El principal riesgo para la salud del nitrito y el nitrato es la metahemoglobinemia, también llamada «síndrome del recién nacido cianótico». Pues el nitrato se reduce a nitrito en el estómago de los lactantes, y el nitrito puede oxidar la hemoglobina a metahemoglobina, que no puede transportar oxígeno por el organismo (OMS, 2006, pág. 331).

SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)

Se entiende por sólido disuelto todo residuo que queda después de filtrar en membranas de $1.2 \mu m$ de poro y evaporar el agua a $103^\circ C$. Contiene compuestos muy variados por lo que se dice que es una prueba global. Los sólidos incluyen tanto las sales inorgánicas (carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, fosfatos y nitratos de sodio, potasio, calcio, magnesio y hierro) como materia orgánica

Los sólidos disueltos pueden tener importantes efectos en el sabor, una concentración de SDT menor que 600 mg/l suele considerarse buena, sin embargo a valores muy bajos el agua puede considerarse insípida. Así mismo debido a que promueven la corrosión se considera inaceptable la presencia de concentraciones altas (Brito, 2007, pág. 24).

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias, pues para que la desinfección con cloro sea eficaz, es preferible que el pH sea menor que 8; no obstante, el agua con un pH más bajo será probablemente corrosiva, lo que dañaría las instalaciones domésticas. El pH óptimo necesario variará en distintos sistemas de abastecimiento en función de la composición del agua y la naturaleza de los materiales empleados en el sistema de distribución, pero suele oscilar entre 6,5 y 8 (OMS, 2006, pág. 188).

TRATAMIENTOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA, NOM - 127 - SSA1-1994

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad. Se deben aplicar los tratamientos específicos mostrados en la tabla I-8, cuando se excedan los límites permisibles (SSA, 2000).

Tabla I-8. Tratamientos de potabilización del agua según los contaminantes de acuerdo a la NOM – 127 – SSA1-1994

Contaminante(s)	Tratamiento
Contaminación biológica (Bacterias, helmintos, protozoarios y virus).	Desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta; plata iónica o coloidal; coagulación-sedimentación-filtración; filtración en múltiples etapas.
Características físicas y organolépticas (Color, olor, sabor y turbiedad).	Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado.
Arsénico	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.
Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; intercambio iónico u ósmosis inversa.
Cloruros	Intercambio iónico, ósmosis inversa o evaporación.
Dureza	Ablandamiento químico o intercambio iónico.
Fenoles o compuestos fenólicos	Adsorción en carbón activado u oxidación con ozono.
Fierro y/o manganeso	Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.
Fluoruros	Alúmina activada, carbón de hueso u ósmosis inversa.
Mercurio	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado granular u ósmosis inversa cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l. Adsorción en carbón activado en polvo cuando la fuente de abastecimiento contenga más de 10 microgramos/l.
Nitratos y nitritos	Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración.
Nitrógeno amoniacal	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, desgasificación o desorción en columna.
pH (potencial de hidrógeno)	Neutralización.
Plaguicidas	Adsorción en carbón activado granular.
Sodio	Intercambio iónico.
Sólidos disueltos totales	Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.
Sulfatos	Intercambio iónico u ósmosis inversa.
Sustancias activas al azul de metileno	Adsorción en carbón activado.

Contaminante(s)	Tratamiento
Trihalometanos	Oxidación con aireación u ozono y adsorción en carbón activado granular.
Zinc	Evaporación o intercambio iónico.

I.3 PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO DE AGUA, NOM-230-SSA1-2002

Se denomina muestreo a las actividades desarrolladas para obtener volúmenes de agua en sitios seleccionados del sistema de abastecimiento, de tal manera que sean representativos de éste, con el propósito de evaluar características físicas, químicas, microbiológicas y radiactivas (SSA, 2005).

La toma de muestras, su frecuencia y localización dependerá de los objetivos del estudio, así en los estudios de calidad del agua se tienen dos tipos:

- › **Muestra simple:** es aquella muestra individual representativa, tomada en un periodo corto, que únicamente nos da la concentración de constituyentes del agua, en el momento de la obtención.
- › **Muestra compuesta:** Es el resultado de mezclar varias muestras simples de igual volumen en un intervalo de tiempo y en un mismo sitio, lo cual nos proporciona una indicación precisa del promedio de componentes del agua.

Sin embargo los requisitos de cualquier muestreo deben tener las siguientes características:

- › El volumen de agua debe ser el suficiente para poder desarrollar un análisis correcto.
- › La toma debe hacerse en los puntos más representativos del sistema.
- › Se debe utilizar una metodología que evite la contaminación en el acto de extracción de la muestra.
- › Debe ser enviada a laboratorio en forma y en un lapso de tiempo tal que, no se modifiquen sus características originales. Los detalles del muestreo deben ser adecuadamente descritos en etiquetas apropiadas para evitar errores o confusiones (Brito, 2007).

La toma, preservación y almacenamiento de muestras para realizar el análisis microbiológico así como los análisis (físico, químico y radiactivo) se muestran en la figuras I.10 y I.11 respectivamente.

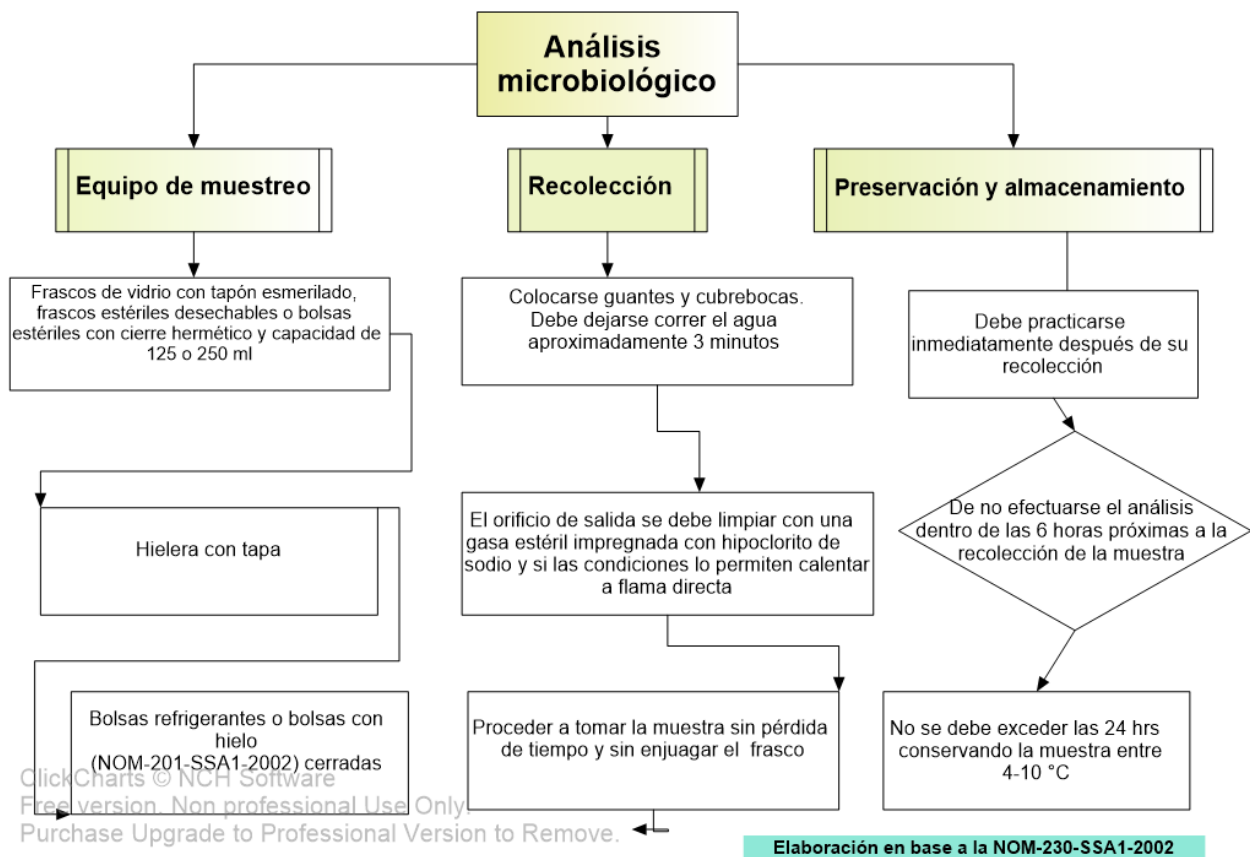


Figura I.12. Recolección, preservación y almacenamiento de muestras para el análisis microbiológico

Precauciones:

- > No debe efectuarse toma de muestra en grifos o válvulas que presenten fugas entre el tambor y el cuello.
- > No se deben congelar las muestras, se deben tener a una temperatura de 4 a 10 °C.
- > Deben removerse los accesorios o aditamentos externos como mangueras, boquillas y filtros de plástico o hule antes de tomar la muestra (SSA, 2005).

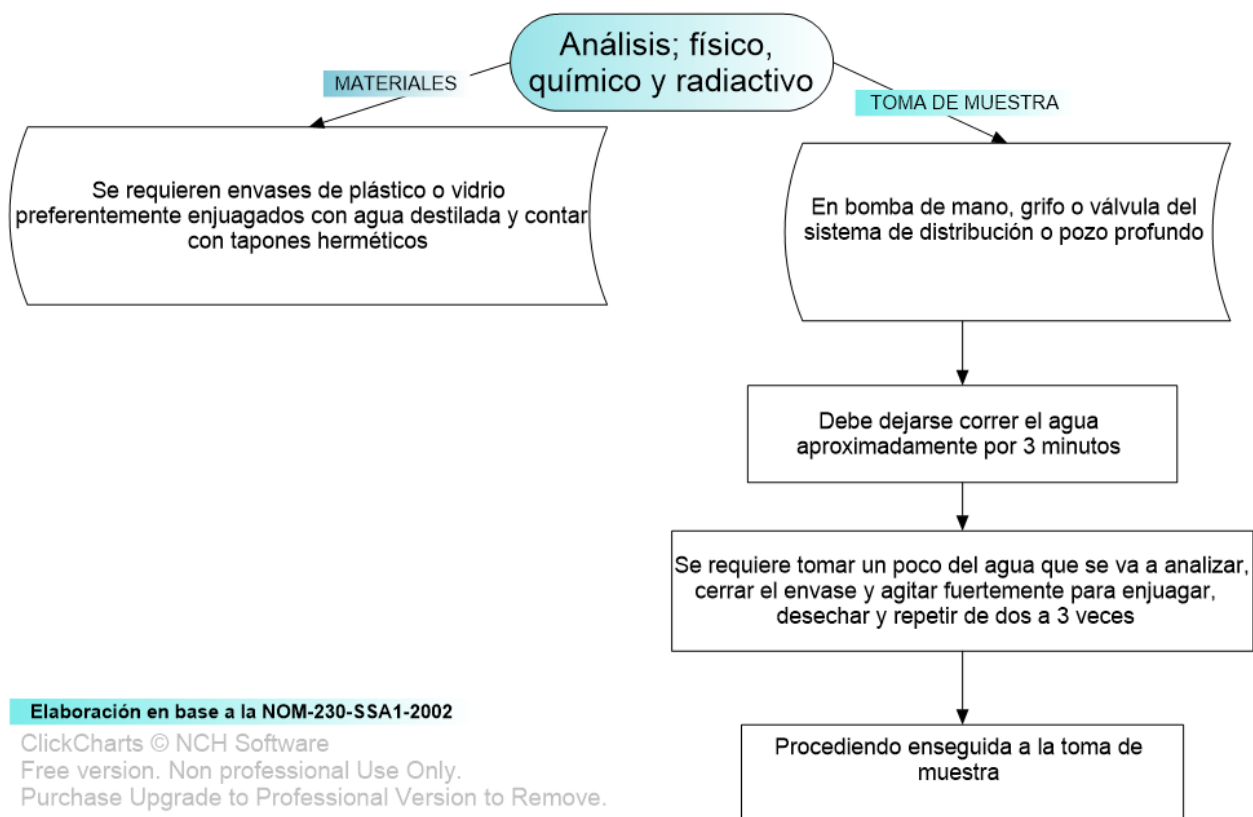


Figura I.13. Recolección, preservación y almacenamiento de muestras para análisis físicos y químicos

En la tabla I.9 se muestran la cantidad de muestra así como condiciones de preservación para los análisis físicos y químicos, para algunas pruebas representativas (SSA, 1994).

Tabla I-9. Cantidad de muestra y condiciones de preservación para análisis físicos y químicos. NOM-014-SSA1-1993

Determinación	Material de envase	Volumen mínimo (ml)	Preservación	Tiempo máximo almacenamiento
Alcalinidad total	p ¹³ ,v ¹⁴	200	4 a 10° C y en la oscuridad.	14 d
Arsénico	p,v	200	4 a 10° C y en la oscuridad.	14 d
Bario	p,v	100	4 a 10° C y en la oscuridad	28 d
Boro	p	100	No requiere	180 d
Cloro residual	p,v	---	Analizar inmediatamente	---
Cloruros	p,v	200	4 a 10° C y en la oscuridad	48 h
Color	p,v	100	4 a 10° C y en la oscuridad	48 h

13 (p) plástico
14 (v) vidrio

Determinación	Material de envase	Volumen mínimo (ml)	Preservación	Tiempo máximo almacenamiento
Conductividad	p,v	200	4 a 10° C y en la oscuridad	28 h
Dureza total	p,v	100	4 a 10° C y en la oscuridad	14 d
Fluoruros.	p,v	300	4 a 10° C	28 d
Fosfatos	v	100	Enjuagar el envase con ácido nítrico 1:1.	48 h
Nitritos	p,v	100	4 a 10° C y en la oscuridad	48 h
Nitratos	p,v	100	4 a 10° C y en la oscuridad	48 h
Nitrógeno amoniacal	p,v	500	Adicionar H2SO4 a pH<2 y refrigerar de 4 a 10° C y en la oscuridad	28 d
Olor	---	---	Detectar inmediatamente	---
Ph	p,v	---	Analizar inmediatamente	---
Plaguicidas.	s ¹⁵	1000	Extraídos los plaguicidas con solventes el tiempo de almacenamiento máximo será 40 días.	7 d
Sabor	---	---	Detectar inmediatamente	---
Sólidos	p,v	1000	4 a 10° C y en la oscuridad	7 d
Sulfatos	p,v	100	4 a 10° C y en la oscuridad	28 d
Temperatura	p,v	---	Determinar inmediatamente	---
Turbiedad	p,v	100	4 a 10° C y en la oscuridad	48 h

ETIQUETADO DE FRASCOS Y ENVASES

15 (s) vidrio enjuagado con solventes orgánicos; interior de la tapa del envase recubierta con teflón

Finalmente el etiquetado y el registro de datos deben hacerse con tinta indeleble, con al menos los siguientes datos:

- › Número de control para identificar la muestra.
- › Fecha y hora de muestreo.

Registro en formato establecido previamente:

- › Datos citados en el etiquetado.
- › Identificación del punto o sitio de muestreo.
- › Temperatura del agua, pH, cloro libre, gasto.
- › Tipo de análisis a efectuar.
- › Observaciones, y descripción cualitativa del olor y el color de las aguas muestreadas (SSA, 2005).

HIPÓTESIS

Las fuentes de agua existentes junto con las condiciones de infraestructura no permiten una dotación suficiente de agua por lo cual se percibe “escasez” en las viviendas de la localidad de Concepción Buenavista Oaxaca lo cual genera afectaciones en el desarrollo económico y social.

OBJETIVO GENERAL

Presentar y analizar los principales resultados del estudio de un proyecto dentro de las etapas de pre factibilidad y factibilidad a través de la exposición del panorama actual de las condiciones del recurso agua y los contextos; social y económico, que vive la localidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar las principales fuentes de agua que actualmente utiliza el municipio, su calidad y tratamiento.
- Conocer el rezago en dotación y cobertura del servicio de agua en la localidad.
- Realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua en base a la norma NOM – 127 – SSA1-1994.
- Contrastar los principales resultados arrojados del estudio social y los parámetros estudiados en laboratorio evaluados según los límites permisibles de calidad por norma.

ALCANCES

- La investigación se realizó en la localidad de Concepción Buenavista Oaxaca, cabecera del municipio con el mismo nombre.
- Se efectuó un plan de muestreo simple en la toma domiciliaria o en su defecto en el medio de almacenamiento de agua de las viviendas debido a la fluctuación con que se abastecen a la toma domiciliaria de las viviendas.
- Se utilizó la técnica de filtro de membrana para la caracterización microbiológica del agua.

II. METODOLOGÍA

II.1 ETAPA 1: CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Concepción Buenavista es un municipio perteneciente a Oaxaca, se encuentra entre los paralelos 17°50' y 18°07' de latitud norte; los meridianos 97°21' y 97°35' de longitud oeste; altitud entre 1 200 y 2 800 m (INEGI, 2009).

Es el municipio número 18 de los 570 en que está dividida la entidad ocupando el **0.24%** de la superficie del estado (225 km²), cuenta con **12 localidades** y pertenece a la región geográfica denominada “**Mixteca**” (CDI, 2000) (Ver figura II.1).



Figura II.1. Oaxaca región Mixteca (CDI., 2000)

Colinda al norte con el municipio de Santa Catarina Zapoquila y el estado de Puebla; al este con el municipio de Tepelmeme Villa de Morelos; al sur con los municipios de Tepelmeme Villa de Morelos y Santiago Ihuitlán Plumas; al oeste con los municipios de San Francisco Teopan y Santa Catarina Zapoquila (figura II.2) (INEGI, 2009).

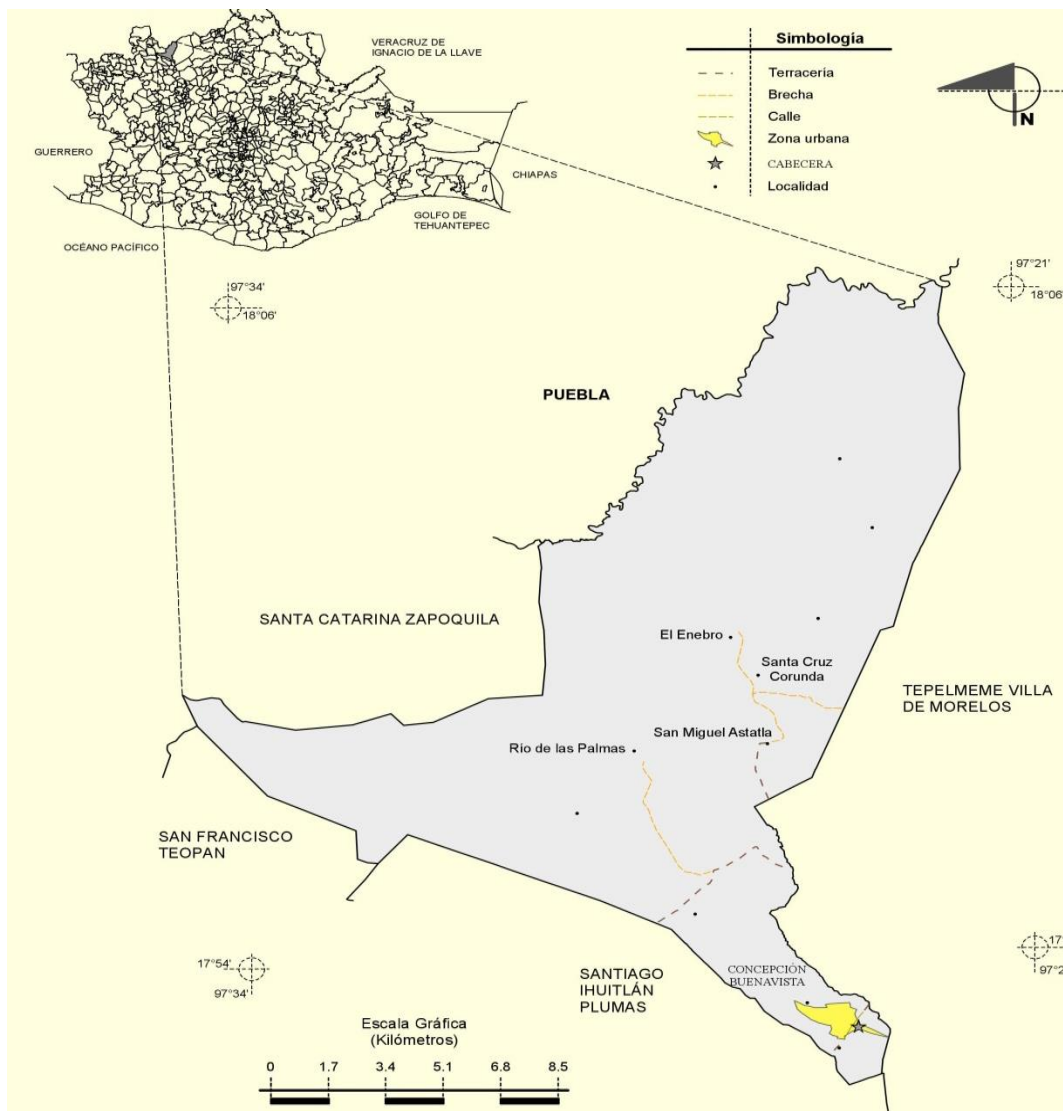


Figura II.2. Localidades e infraestructura para el transporte (INEGI, 2009)

CLIMA

Se tiene la siguiente distribución; semiseco semicálido (45.56%), semiseco templado (21.17%), templado subhúmedo con lluvias en verano (20.41%) y seco semicálido (12.86%). (Ver figura II.3). Además su rango de temperatura y precipitación oscilan entre los 14–22°C y 400–800 mm, respectivamente (INEGI, 2009).

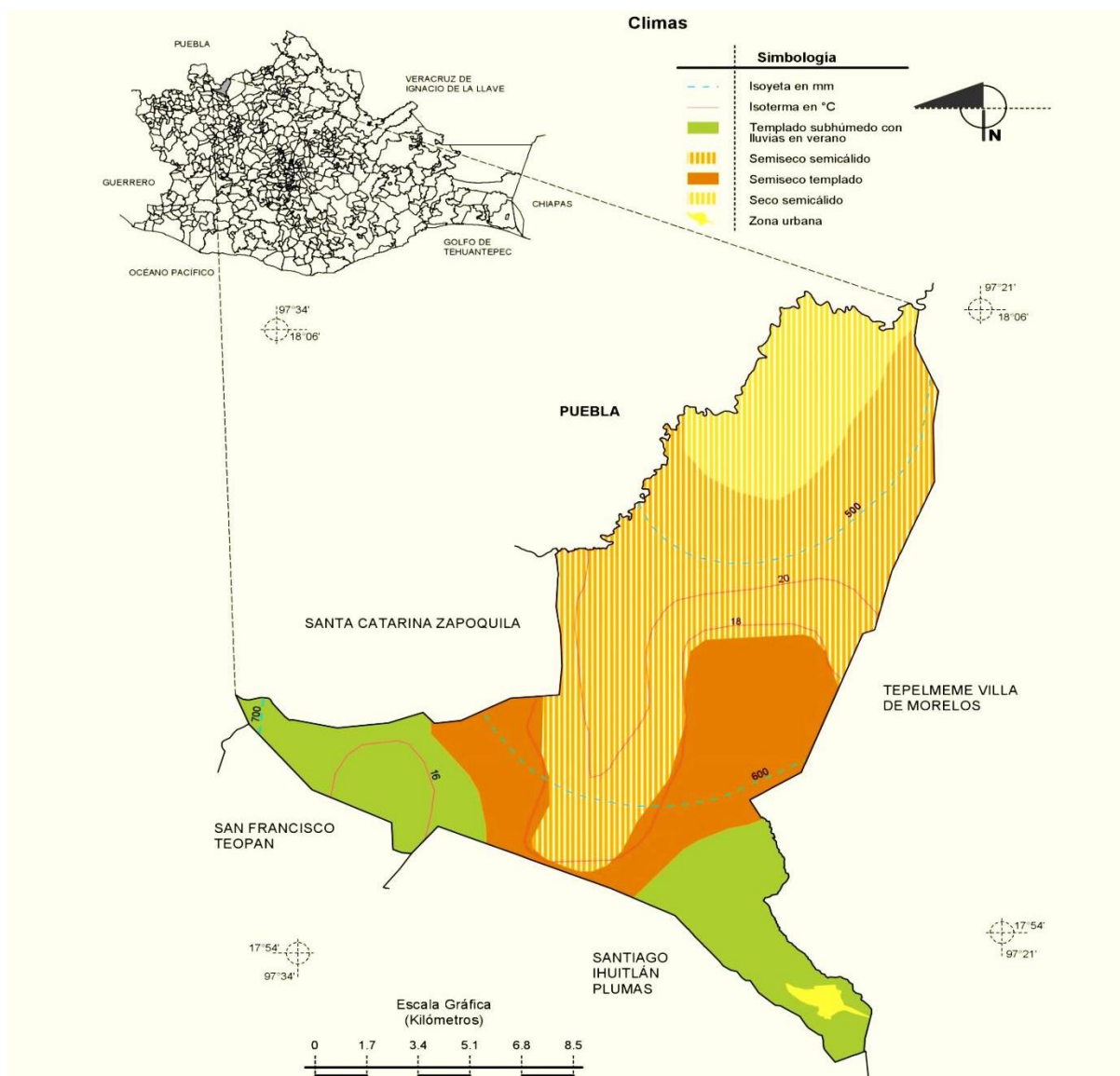


Figura II.3. Distribución de climas en Concepción Buenavista Oaxaca (CDI., 2000)

HIDROGRAFÍA

Oaxaca pertenece a la región-hidrológico administrativa V pacífico-sur. Sin embargo el municipio de Buenavista según sus límites naturales pertenece a los siguientes rubros:

- > **Región hidrológica:** Papaloapan (96.14%) y Balsas (3.86%).
- > **Cuenca:** R. Papaloapan (96.14%) y R. Atoyac (3.86%).
- > **Subcuenca:** R. Salado (96.14%) y R Mixteco (3.86%).
- > **Corrientes de agua:** Perennes: Hondo y La Matanza. Intermitentes: El Calvario, Chiquito, Del Arco y El Capulín (INEGI, 2009).

USO DEL SUELO

Se tiene como usos del suelo (ver figura II.4); Agricultura (0.96%) y zona urbana (0.60%). Se puede utilizar el suelo para la agricultura mecanizada continua (0.36%), agricultura de tracción animal estacional (0.18%), agricultura manual estacional (1.15%).

Dentro de la vegetación se tiene: Bosque (42.52%), pastizal inducido (30.09%), selva (23.70%) y matorral (2.13%) (INEGI, 2009).

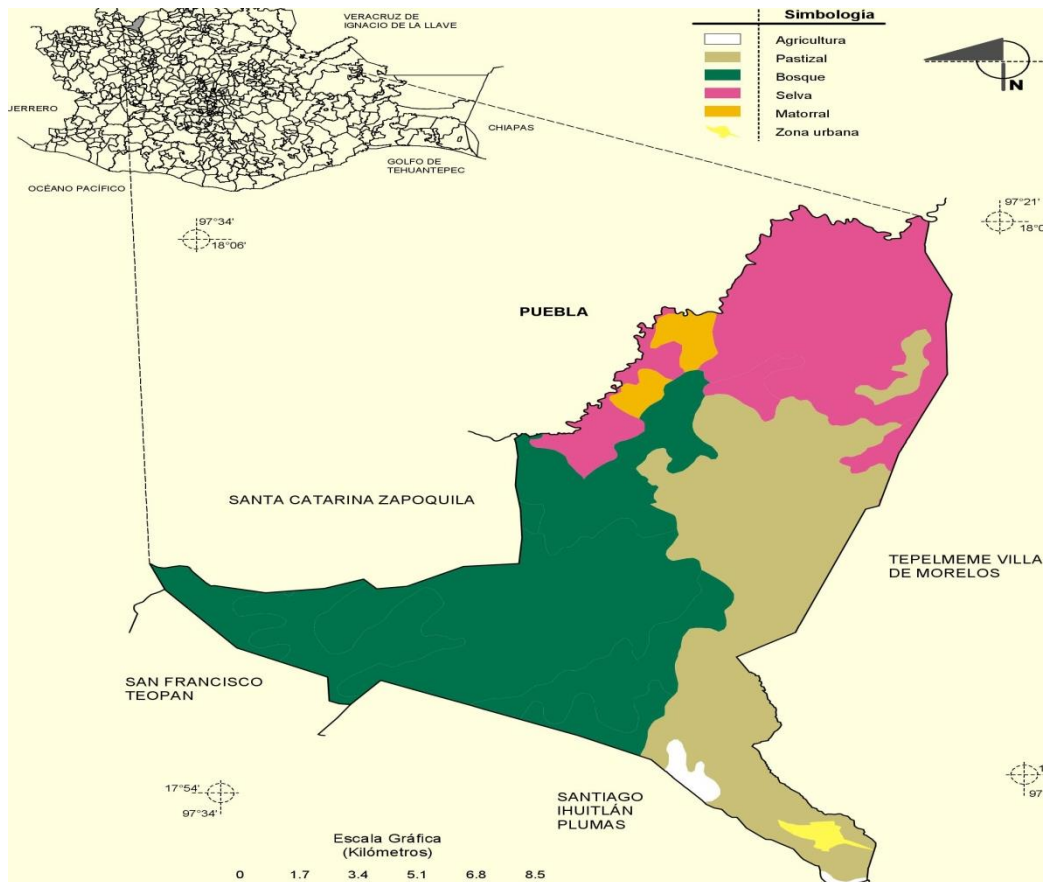


Figura II.4. Uso de suelo y vegetación (INEGI, 2009)

EDAFOLOGÍA

El suelo dominante se compone de los siguientes: Leptosol (42.31%), Regosol (33.03%), Phaeozem (20.56%), Cambisol (2.17%), Fluvisol (1.65%) y Vertisol (0.28%).

SOCIO DEMOGRAFÍA

A pesar de que el municipio tiene reportadas 12 localidades (ver figura II.5), solo 10 de ellas contando la cabecera municipal tienen registro de población (ver tabla II.1) por lo que se consideran como “activas”, sumando un total de **834 habitantes**, mientras que las 2 restantes tienen condición de “baja” pues para el año 2010 según la encuesta censal INEGI 2010 no se tiene registro de población en ellas (SEDESOL, 2013).

Tabla II-1. Localidades del municipio de Concepción Buenavista, Oaxaca (SEDESOL, 2013)

#	Nombre de la localidad	Población total	Grado de marginación de la localidad	Estatus*
1	Concepción Buenavista	316	Alto	Activa
2	El Enebro	213	Alto	Activa
3	Río de las Palmas	42	Alto	Activa
4	San Miguel Astatla	152	Alto	Activa
5	Santa Cruz Corunda	89	Alto	Activa
6	Barrio de la Cruz	15	Alto	Activa
7	Mislahuaca	2		Activa
8	El Zapote	1		Activa
9	Corral de Piedra	1		Activa
10	El Marrubio	0		Baja
11	Palma Cuata	0		Baja
12	Los Pirules	3		Activa
		834		

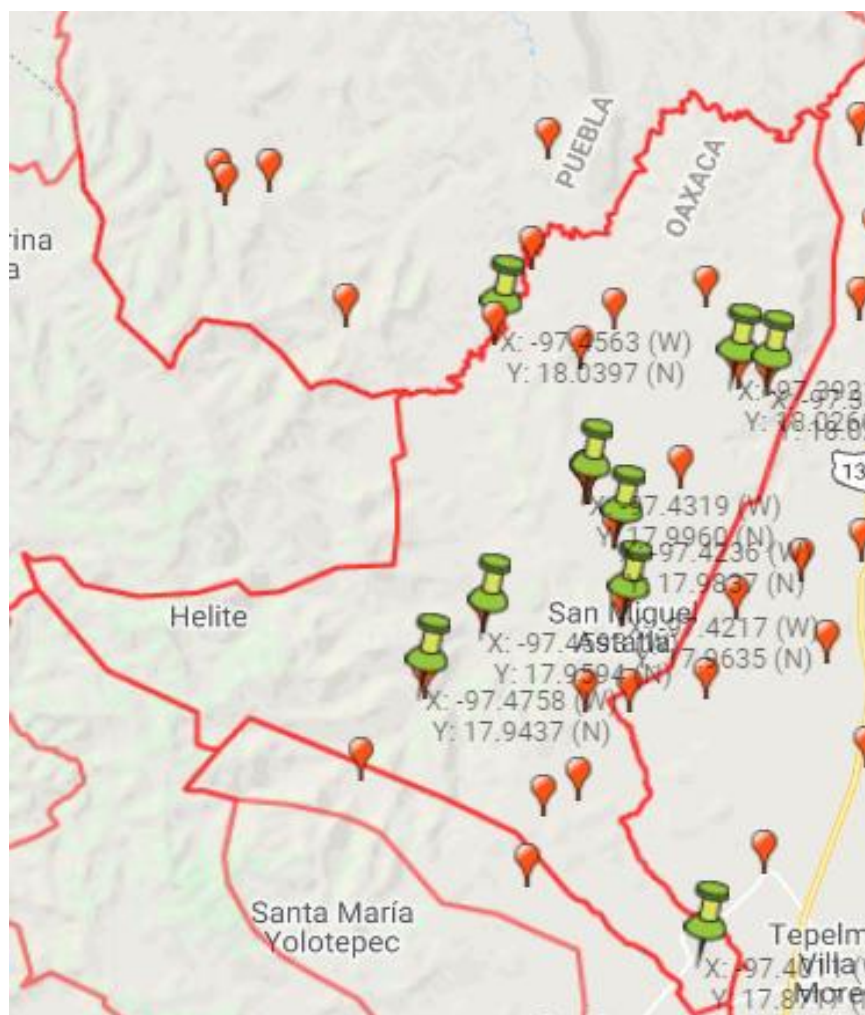


Figura II.5. Localidades activas en MCBO (SEDESOL, 2013)

Tabla II-2. Índices sintéticos e indicadores 2010 MCBO (CONEVAL, 2010)

Grado de marginación municipal	ALTO
Grado de rezago social municipal	MEDIO
Indicadores de carencia en vivienda	
Porcentaje de población en pobreza extrema	32.23
Población en pobreza extrema	267

INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS

INDICADOR	CONCEPCION BUENAVISTA (MUNICIPIO)
Población total, 2010	834
Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	237
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	3.5
Hogares con jefatura femenina, 2010	57
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	5.1
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	10
Personal médico (personas), 2010	1
Unidades médicas, 2010	1

Figura II.6. Indicadores sociodemográficos MCBO (CONEVAL, 2010)

Se debe observar en la figura II.7 que el 19.1% del municipio tiene alguna vulnerabilidad por carencia social, es decir las descritas en la figura II.8, de entre estas por el enfoque de este trabajo se resalta la de “carencia por servicios básicos en la vivienda” en la cual el porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 59.4%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 492 personas, es decir para más de la mitad de las personas del municipio (CONEVAL, 2010).

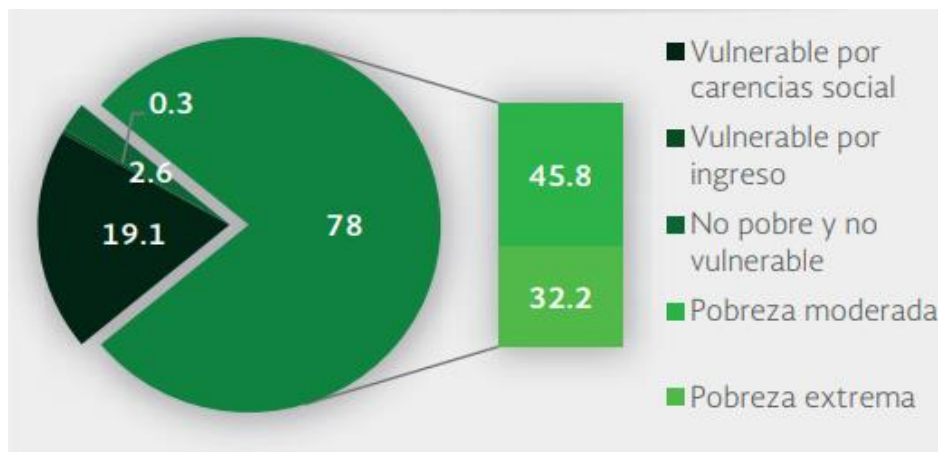


Figura II.7. Indicadores de pobreza y vulnerabilidad (porcentajes), 2010 MCBO (CONEVAL, 2010)

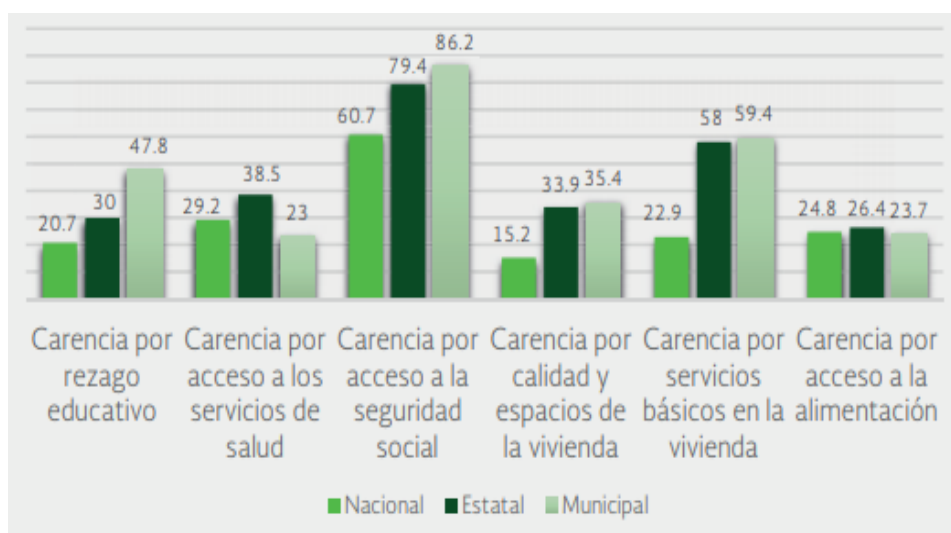


Figura II.8. Indicadores de carencia social (porcentajes), 2010. MCBO (CONEVAL, 2010)

ECONOMÍA

El rubro economía en todo el municipio presenta un dato alarmante, pues para el año 2010 (ver tabla II-3) se reportan **340** personas (30.59% hombres y 69.41% mujeres) quienes no tenían algún trabajo que les generara ingresos (INAFED, n.d.).

Tabla II-3. Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010 (INAFED, n.d.)

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	%	
				Hombres	Mujeres
Población económicamente activa (PEA) ¹⁶	277	184	93	66.43	33.57
Ocupada	267	174	93	65.17	34.83
Desocupada	10	10	0	100	0
Población no económicamente activa¹⁷	340	104	236	30.59	69.41

SERVICIOS EN LA VIVIENDA

Los servicios de vivienda como se puede ver en la tabla II.4, presentan carencias significativas principalmente en la infraestructura de agua potable y saneamiento.

¹⁶ Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia.

¹⁷ Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar.

Tabla II-4. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan, 2010 (INAFED, n.d.)

Tipo de servicio	Número de viviendas particulares habitadas	%
Disponen de excusado o sanitario	206	86.92
Disponen de drenaje	166	70.04
No disponen de drenaje	66	27.85
No se especifica disponibilidad de drenaje	5	2.11
Disponen de agua entubada de la red pública	210	88.61
No disponen de agua entubada de la red pública	26	10.97
No se especifica disponibilidad de drenaje de agua entubada de la red pública	1	0.42
Disponen de energía eléctrica	216	91.14
No disponen de energía eléctrica	20	8.44
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	1	0.42
Disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	148	62.45

MIGRACIÓN

En la tabla II.5 se puede observar que de las **834** personas que reporta la comunidad, la población que tiene como lugar de nacimiento el Municipio de Concepción Buenavista es de **740** personas de las cuales al menos para el año 2005 según la tabla II.6, solo **661** viven en la entidad.

Tabla II-5. Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010 (INAFED, n.d.)

Lugar de nacimiento	Población total		
	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	740	359	381
En otra entidad federativa	79	31	48
En los Estados Unidos de América	0	0	0
En otro país	0	0	0
No especificado	15	7	8
Total	834	397	437

Tabla II-6. Población de 5 años y más por lugar de residencia en junio de 2005 según sexo (INAFED, n.d.)

Lugar de residencia en junio 2005	Población de 5 años y más.		
	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	661	305	356
En otra entidad federativa	73	40	33
En los Estados Unidos de América	8	7	1
En otro país	0	0	0
No especificado	2	1	1
Total	744	353	391

LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA OAXACA

La micro localización de nuestro sitio de estudio, la **localidad de Concepción Buenavista (LCB)**, se puede ver en la figura II.9 Así mismo en la tabla II-7 Se muestra a detalle los servicios en la vivienda que tiene esta localidad.

Tabla II-7. Servicios en la vivienda. Localidad de Concepción Buenavista (INAFED, n.d.)

Nombre de la localidad	Población total	Viviendas particulares habitadas	No disponen de agua entubada	No disponen de drenaje	No disponen de energía eléctrica	Con piso de Tierra	Viviendas particulares habitadas que no disponen de sanitario o excusado	Grado de marginación de la localidad	Estatus*
Concepción Buenavista	316	102	10	11	7	11	9	Alto	Activa

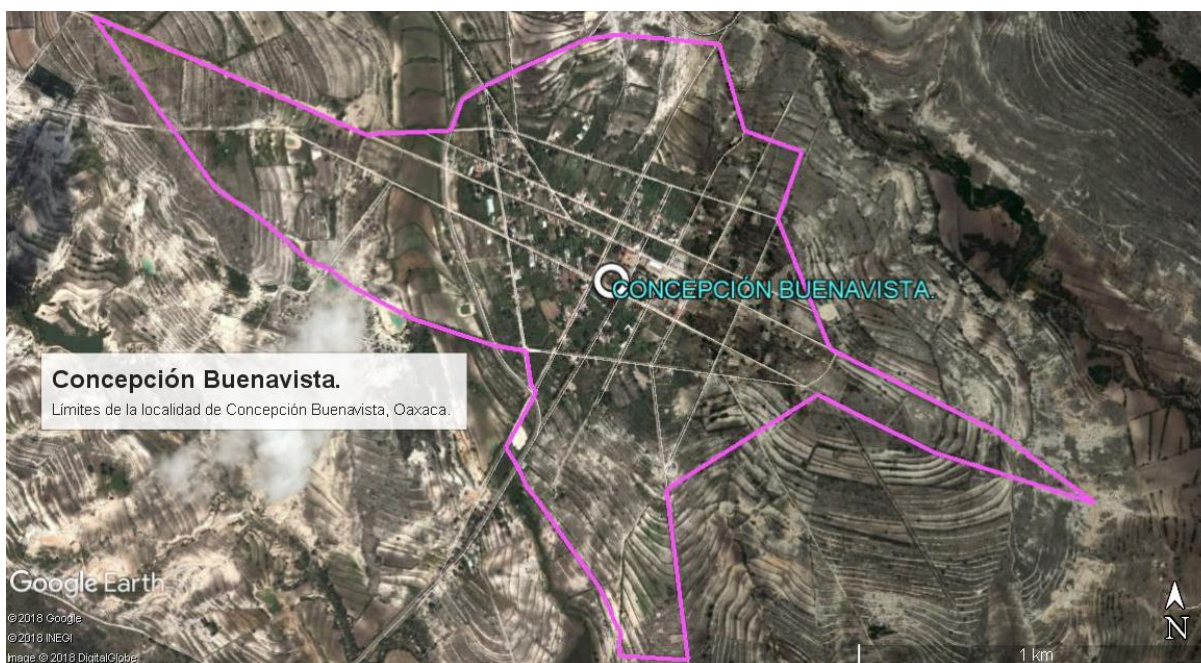


Figura II.9. Localidad de Concepción Buenavista (elaborado con GoogleEarth 2018)

II.2 ETAPA 3: TOMA DE MUESTRAS DE AGUA EN CAMPO

METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN CAMPO

La recolección de muestras se limitó a los medios de almacenamiento de las viviendas o en su defecto en la toma domiciliaria y no directamente en las fuentes que abastecen al municipio esto debido a que de ahí se obtienen los parámetros de calidad reales mismos de los que las personas hacen uso.

Debido al alcance del proyecto, a la seguridad de acceso y disponibilidad de los sitios se determinó realizar un muestreo simple en el que los puntos de muestreo tomaran en cuenta toda la localidad, por ello se decidió establecer 3 puntos representativos por cada cuadrante; NE, SE, NO, SO y uno central en la plaza municipal donde se encuentra la cisterna del ayuntamiento, quedando así establecidos **13 puntos de muestreo** (Ver figura II.12).

Se decidieron examinar parámetros representativos que marca la Nom 127 – SSA1-1994, para concluir acerca de la potabilidad del agua (se omitieron los análisis del rubro de características radiactivas por no haber alguna causa probable que los pudiera originar). Respecto a lo dicho en el capítulo I sobre la descripción de estos parámetros se resume en cada uno la importancia del porque fueron realizados:

Características bacteriológicas

- > **Coliformes totales y fecales:** para comprobar la inexistencia de organismos patógenos.

Características físicas y organolépticas:

- > **Color:** una escala “alta” de color representaría la existencia tanto de sustancias orgánicas como inorgánicas.

- > **Turbiedad:** encontrar mediciones altas de turbiedad significaría que el agua contiene una significativa cantidad de componentes orgánicos que fomentan el desarrollo de microorganismos patógenos.
- > **Olor y sabor:** para determinar la aceptabilidad y/o exigencia por parte de los consumidores.

Características químicas:

- > **Cloro libre (como Cl₂):** para determinar si existía el mínimo necesario para actuar como desinfectante del agua y/o saber si no existía en dosis altas dañinas para los consumidores.
- > **Nitratos y Nitritos:** debido a que algunos de los agricultores desvían agua de los ríos para regar sus cultivos donde el agua se puede contaminar de estos nutrientes de la tierra y llegar hasta los sitios de extracción.
- > **Sólidos disueltos totales:** debido a que estos incluyen tanto las sales inorgánicas como materia orgánica, lo cual comprobaría algún efecto en el sabor, pero sobre todo porque una alta concentración indicaría una alta probabilidad de corrosión en el sistema de abastecimiento.

El volumen de agua que debía satisfacer las pruebas anteriores (exceptuando las bacteriológicas) correspondía al volumen mínimo requerido para cada prueba según la tabla I-9, por lo que se decidió utilizar **13 envases de plástico de 1 litro de capacidad**, que supondría un excedente respecto a los aproximadamente 600 ml que se ocuparían en el total de las pruebas para un punto de muestreo.

Para prevenir los posibles errores en la realización de la prueba de los análisis microbiológicos, se decidió tomar un volumen tal que se hiciera al menos un duplicado por cada prueba realizada (en la metodología de la prueba se explica el volumen tomado por cada prueba), por lo cual se tomó un volumen de 300 ml en cada uno de los 13 frascos winkler.

Finalmente el material total utilizado para todos los análisis se muestra en la figura II.10.

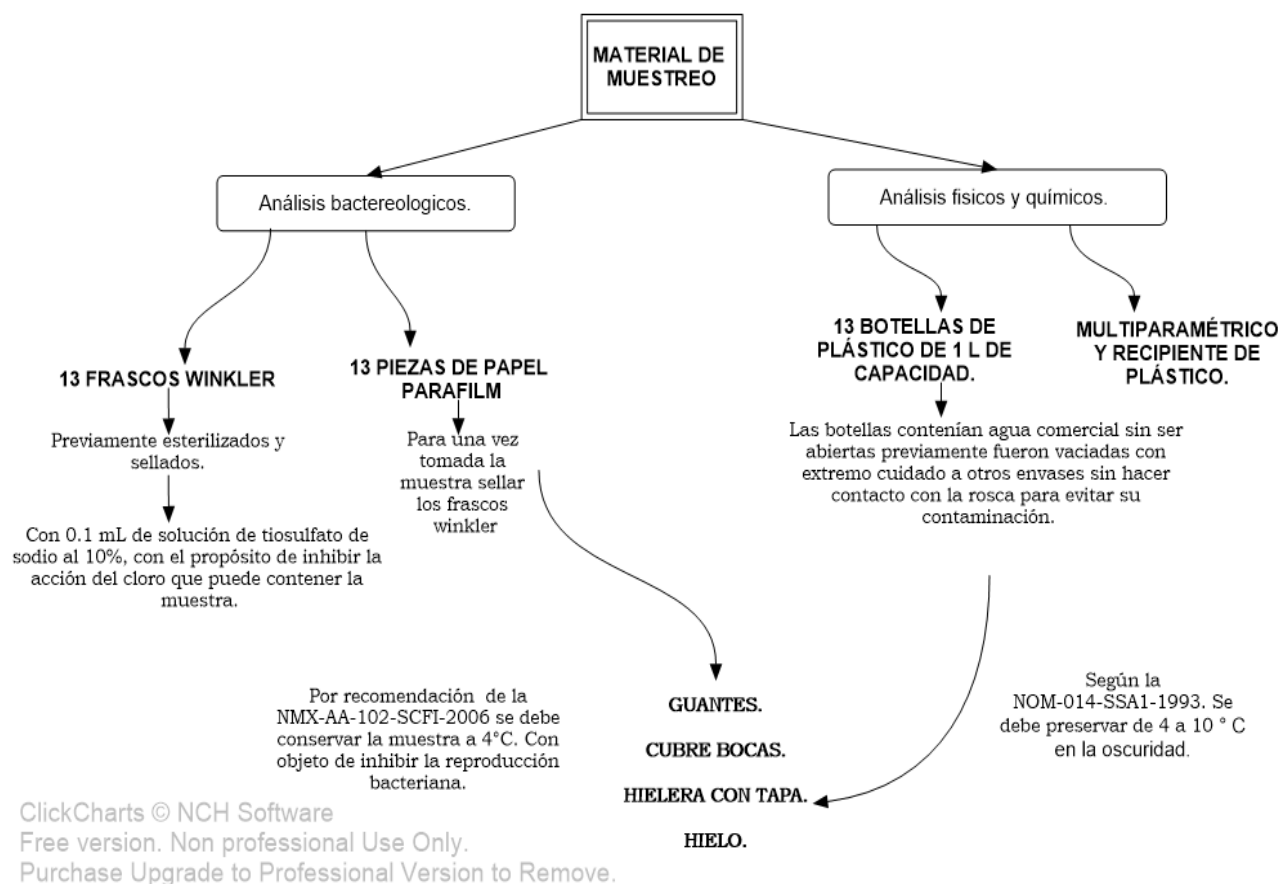


Figura II.10. Material de muestreo utilizado para los análisis físicos, químicos y bacteriológicos

ETIQUETADO

Para el etiquetado, se tomó el número del frasco winkler que estaba marcado en él y las botellas fueron enumeradas por orden y hora en que fueron tomadas. Finalmente cada punto se llenó según el formato (ver tabla II-8) previamente establecido según las recomendaciones en la NOM-230-SSA1-2002.

RECOLECCIÓN PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO

De acuerdo a las recomendaciones de la NOM-230-SSA1-2002 se describen los procedimientos de recolección preservación y almacenamiento.

Características bacteriológicas:

1. Se colocaron guantes y cubre bocas.
2. Se registró el número de winkler seleccionado y la información requerida en el formato de la tabla II-8.
3. Debido a las condiciones de la localidad, se dejó correr el agua de medio a 1 minuto en los casos en que se pudo muestrear agua de grifo, en otras condiciones fue imposible hacerlo, asimismo en los casos en que lo permitieron se calentó a flama directa el grifo con ayuda de un encendedor.
4. Se desprendió con precaución el sello de papel con el que se había recubierto la boca del frasco winkler, se prosiguió a tomar la muestra sin pérdida de tiempo y

sin enjuagar el frasco, teniendo la debida precaución de que se evitara hablar para evitar la contaminación de la muestra.

5. Se cerró el frasco winkler con su respectivo tapón, y se utilizó papel “parafilm” para sellar y evitar la contaminación de la boca del frasco.
6. Se coloca el frasco winkler en la hielera con hielo previamente colocado.

Características físicas, químicas y organolépticas:

1. Con tinta indeleble se colocó el número de botella según el orden del muestreo en la tapa. Asimismo la hora de la toma se colocó en un lugar visible.
2. Debido a las condiciones de la localidad, se dejó correr el agua de medio a 1 minuto en los casos en que se pudo muestrear agua de grifo, en otras condiciones fue imposible hacerlo.
3. Se abrió la botella sin tocar la parte interna de la rosca y se tomó el agua necesaria para poder enjuagar la botella.
4. Se cerró fuertemente y se procedió a enjuagar.
5. Se tomó agua necesaria hasta dejar un pequeño espacio para poder agitar antes de realizar la prueba en laboratorio.
6. Se colocó inmediatamente la botella en la hielera con hielo previamente colocado que permitiera condiciones de 4 a 10 °C.

PARÁMETROS TOMADOS EN CAMPO

Siguiendo las indicaciones de la norma NOM-014-SSA1-1993, sobre las condiciones de preservación que se muestran en la tabla I-9, los siguientes parámetros; **pH, conductividad, temperatura y sólidos disueltos**, fueron tomados en campo pues según lo marca la norma deben tomarse directamente en el sitio e inmediatamente, para ello se utilizó un multiparamétrico de la siguiente manera:

1. Se colocó aproximadamente medio litro del agua de interés en un recipiente de plástico.
2. Previo a encender el aparato se enjuago el electrodo con agua “destilada” en nuestro caso fue agua marca “e-pura” por tener la característica de ser baja en sales sirvió para el fin de no contaminar el agua de interés con los contenidos de otras muestras.
3. Una vez enjuagado el electrodo se colocó en el recipiente de plástico con el agua de interés y asegurándose que éste quedara cubierto por el agua se prosiguió a encenderlo y tomar la lectura correspondiente a los parámetros en las unidades que en automático da.



Figura II.11. Procedimiento de recolección de parámetros tomados en campo. LCB. 11/02/18

PUNTOS DE MUESTREO

Los diferentes medios de almacenamiento resultado de la intermitencia del servicio de abastecimiento, cobertura y distintas fuentes de abastecimiento, dieron como resultado que las muestras se obtuvieran en condiciones heterogéneas. Finalmente los 13 puntos de muestreo así como su información colectada se muestran en la figura II.12 y en la tabla II-8 respectivamente.



Figura II.12. Puntos de muestreo en la localidad de Concepción Buenavista, Oaxaca (elaboración propia con Google Earth)

Tabla II-8. Información recolectada en los 13 puntos de muestreo localizados en la localidad de Concepción Buenavista (11-02-18)

Punto ¹⁸		# de botella	pH	Conductividad	Temperatura	Sólidos disueltos	Coordenadas	Cuadrante	Observaciones	Hora toma de muestra
	Unidades			ms	°C	ppt	UTM	-	-	
A	P1W a) Winkler-429	1	8.68	0.72	17.2	0.36	669,832 1'977,380 Z=2136	NE I	Viene de una presa Agua de cisterna (tanque) Cada 2-3 días	10:03
B	P1W b) Winkler-93	2	8.26	0.72	17.6	0.36	669,826 1'977,552 Z=2136	NE I	Origen pozo. Agua de toma domiciliar (manguera)	10:15
C	P1W c) Winkler-299	3	8.17	0.71	17.4	0.36	669,843 1'977,604 Z=2121	NE I	Origen pozo Agua de toma (grifo) Cada 2-3 días	10:20
	Unidades			ms	°C	ppt	UTM	-	-	
D	P2W a) Winkler-15	4	8.39	0.73	16.4	0.36	669,059 1'977,919 Z=2124	NO II	Origen pozo Agua de pileta Cada 2-3 días	10:55
E	P2W b) Winkler-1	5	8.31	0.65	16.2	0.33	669,031 1'977,921 Z=2123	NO II	Origen pozo Agua de pileta	11:01
F	P2W c) Winkler-70	6	8.28	0.71	20.4	0.36	669,021 1'977,739 Z=2121	NO II	Origen pozo Agua de tinaco Cada 2-3 días	11:16
	Unidades			ms	°C	ppt	UTM	-	-	
G	P3W a) Winkler-97	7	8.38	0.66	20.8	0.33	669,101 1'977,384 Z=2114	SO III	Origen pozo Agua de tinaco Cada 2-3 días	11:25

¹⁸ Punto correspondiente al croquis de la figura II.12

Punto 18		# de botella	pH	Conductividad	Temperatura	Sólidos disueltos	Coordenadas	Cuadrante	Observaciones	Hora toma de muestra
H	P3W b) Winkler- 12	11	8.42	0.71	17.4	0.36	669,265 1'977,201 Z=2114	SO III	Origen pozo Agua de tina Cada 2-3 días	12:11
I	P3W c) Winkler- 130	12	8.35	0.73	20.1	0.36	669,253 1'977,269 Z=2120	SO III	Origen pozo Agua de una jarra Cada 2-3 días Hierve el agua en el fondo queda una nata blanca	12:23
	Unidades			ms	°C	ppt	UTM	-	-	
J	P4W a) Winkler- 144	8	8.58	0.69	18.7	0.34	669,739 1'977,212 Z=2129	SE IV	Origen pozo Agua de toma Cada 2-3 días	11:47
K	P4W b) Winkler- 205	9	8.52	0.71	18.8	0.36	669,699 1'977,159 Z=2130	SE IV	Origen pozo Agua de tambo Cada 2-3 días	11:54
L	P4W c) Winkler- 5	10	8.61	0.69	18.4	0.35	669,687 1'977,234 Z=2137	SE IV	Origen pozo Agua de toma Cada 2-3 días	12:00
	Unidades			ms	°C	ppt	UTM	-	-	
CENTRO	P5W a) Winkler- 371	13	8.82	0.33	20.6	0.16	669,532 Z=2135	Centro	Origen Rio "El pirul" Tanque naranja (grifo)	12:34

II.3 ETAPA 2: ESTUDIO SOCIAL

Fue pertinente realizar un diagnóstico detallado para encontrar información faltante sobre las condiciones actuales de infraestructura de abastecimiento de agua y de la realidad social y económica, para así identificar y describir el principal problema, los afectados, las causas y efectos que ha potenciado la problemática de la “escasez de agua” que los habitantes de la localidad en la etapa de reconocimiento manifestaban tener.

A través del *enfoque metodológico mixto*¹⁹, ocupando como instrumento de recolección de datos “el cuestionario” (anexos 3 y 4) y como técnica de recolección “la entrevista personal”, se planteó conocer las fuentes de agua disponibles, la infraestructura de abastecimiento y saneamiento así como la percepción de la calidad del agua. Enfocando esta indagación a conocer el grado de aceptación y aprobación del proyecto por parte de los ciudadanos de esta población.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento de recolección de datos fue un “cuestionario” que tenía el fin de conocer los aspectos; socioeconómicos, de infraestructura y calidad del agua con base en la percepción del consumidor, y se dividió en los rubros siguientes:

1. Perfil sociodemográfico.
2. Fuentes de acceso al agua.
3. Infraestructura, saneamiento y calidad del agua.
4. Acciones del gobierno y sus habitantes.
5. Percepción e importancia del servicio.
6. Cultura del agua.
7. Posibles soluciones al desabasto según la opinión de los entrevistados.

En general los cuestionarios (anexos 3 y 4) contaron de:

- > **Preguntas cerradas:** para reducir la ambigüedad y favorecer la comparación entre las respuestas.
- > **Preguntas abiertas:** para los temas en que se tenía desinformación acerca de las posibles respuestas y en las situaciones en las que se deseó profundizar la opinión de los entrevistados.
- > **Preguntas cualitativas:**
 1. “De opinión” (p. ej. ¿Cómo considera la calidad del agua que ocupa para uso doméstico?, ¿En la actualidad es más difícil acceder al agua potable que en años anteriores?, ¿Considera que el servicio de agua presenta escasez?, ¿Cree que la contaminación puede provocar problemas en la salud?).

¹⁹ Los métodos mixtos pueden definirse como “la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno. Este enfoque puede conjuntar las estructuras cuantitativa y cualitativa conservando sus estructuras y procedimientos originales o bien pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

2. “De conocimiento” (p. eje. ¿Se han presentado conflictos entre la población por el acceso al agua?, ¿Cómo sabe que el agua está contaminada?, ¿Sabe si hay algún proyecto en la actualidad para la prestación del servicio de agua?).
3. Y “de simulación” (p. ej. En caso de escasez de agua, ¿Usted compra agua embotellada?, Si usted tuviera agua en cantidad y calidad, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio?).

TRABAJO DE CAMPO

Los datos generales del trabajo de campo se describen en la tabla II-9, en este trabajo de campo participaron como entrevistadores los profesores; M.I Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose y la Dra. Ana Beatriz Carrera Aguilar adjuntos a las áreas de “Sanitaria y Ambiental” y “Sistemas, Planeación y Transporte” respectivamente de la División de Ingenierías Civil y Geomática (DICyG) de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, el resto fueron alumnos de la carrera de ingeniería civil y especialización en ingeniería sanitaria, los cuales se organizaron en equipos para recorrer el municipio en sus cuatro cuadrantes, distribuidos con ayuda de las autoridades del municipio.

Tabla II-9. Datos generales de la realización de trabajo de campo en la localidad de Concepción Buenavista

DATOS GENERALES	Primera muestra	Segunda muestra
Fuente	Habitantes del municipio.	Habitantes del municipio.
Fecha de encuesta	27 de Julio de 2017.	10 de febrero de 2018
Numero de encuestadores	8	9
Número de viviendas entrevistadas	73	48

Finalmente se realizó la consolidación de datos y el análisis de resultados de la estadística descriptiva obtenida, y se complementó con los resultados cualitativos; registro de observaciones y tendencias de respuestas en las preguntas abiertas.

II.4 ETAPA 4: ESTUDIOS DE LABORATORIO

DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES

En las pruebas bacteriológicas es de gran importancia la higiene de los equipos, cristalería y personal de laboratorio, motivo por el cual se esterilizan todos los aditamentos, se trabaja en una mesa estéril, con un par de mecheros encendidos para esterilizar también el área de trabajo (Vázquez, n.d.).

El método elegido para la realización de la prueba fue el **MÉTODO DE FILTRACIÓN EN MEMBRANA**, siguiendo las recomendaciones de la NMX-AA-102-SCFI-2006.

Material y equipo

Para la realización de este estudio se utilizó el siguiente material:

Cajas Petri estériles, membrana, cojín absorbente, matraz kitasato, matraz invertido estéril, embudo de cristal, soporte de borosilicato con tapón, rosca y embudo estéril, tapón de hule, mechero con manguera, bomba de vacío, pinzas y una incubadora. (Ver figura II.13)



Figura II.13. Material de laboratorio para pruebas bacteriológicas. LISA. 12/02/2018

Reactivos

Por facilidad de poder enumerar con un mismo medio de cultivo las colonias tanto de coliformes totales como fecales, se utilizó el medio de cultivo *coli-blue 24* (ver descripción en el anexo 1) el cual está probado por la United States Environmental Protection Agency (EPA).

Procedimiento

Se elaboraron etiquetas para la identificación de la muestra y del número de replicado (se propuso hacer un duplicado para cada una de las 13 muestras), así se colocó el número de frasco winkler (#W_), (P1 o P2) para la numeración del replicado y la fecha de análisis. (Ver figuras II.14 y II.15)

Para los replicados P1 y P2 de una misma muestra, con el material, mesa y ambiente estéril con los mecheros encendidos se hizo lo siguiente:

1. Se midieron 100 ml de agua de muestra en una probeta de 150 ml.
2. El matraz Kitasato se conectó a la bomba de vacío y se colocó el soporte de borosilicato en la boca del matraz.

3. Con las pinzas estériles y cerca de los mecheros se sacó un filtro de su empaque tomándolo de los extremos se colocó sobre el soporte de borosilicato de tal manera que quedara centrado y con la cuadrícula hacia arriba.
4. Se colocó el matraz invertido en la parte superior del matraz Kitasato y se ajustó la rosca del soporte con el matraz.
5. Se agregó al matraz invertido los 100 ml de agua medidos previamente y se hizo funcionar la bomba de vacío hasta que toda el agua pasará al matraz.
6. En una caja Petri se colocó un cojín absorbente con ayuda de las pinzas y se vació uniformemente una ampolleta del medio de cultivo *coli blue* sobre el cojín absorbente, cerca de los mecheros y se tapó inmediatamente la caja.
7. Con las pinzas estériles (pasándolas unos segundos por el mechero) se retiró el filtro del equipo, se colocó en la caja Petri con la cuadrícula hacia arriba y se cerró inmediatamente.
8. Se colocaron las cajas Petri en la incubadora a 35 [°C].
9. El día 13 de febrero, a las 24 horas de haber hecho la filtración se revisaron las cajas Petri para ver las formaciones de colonias de coliformes.

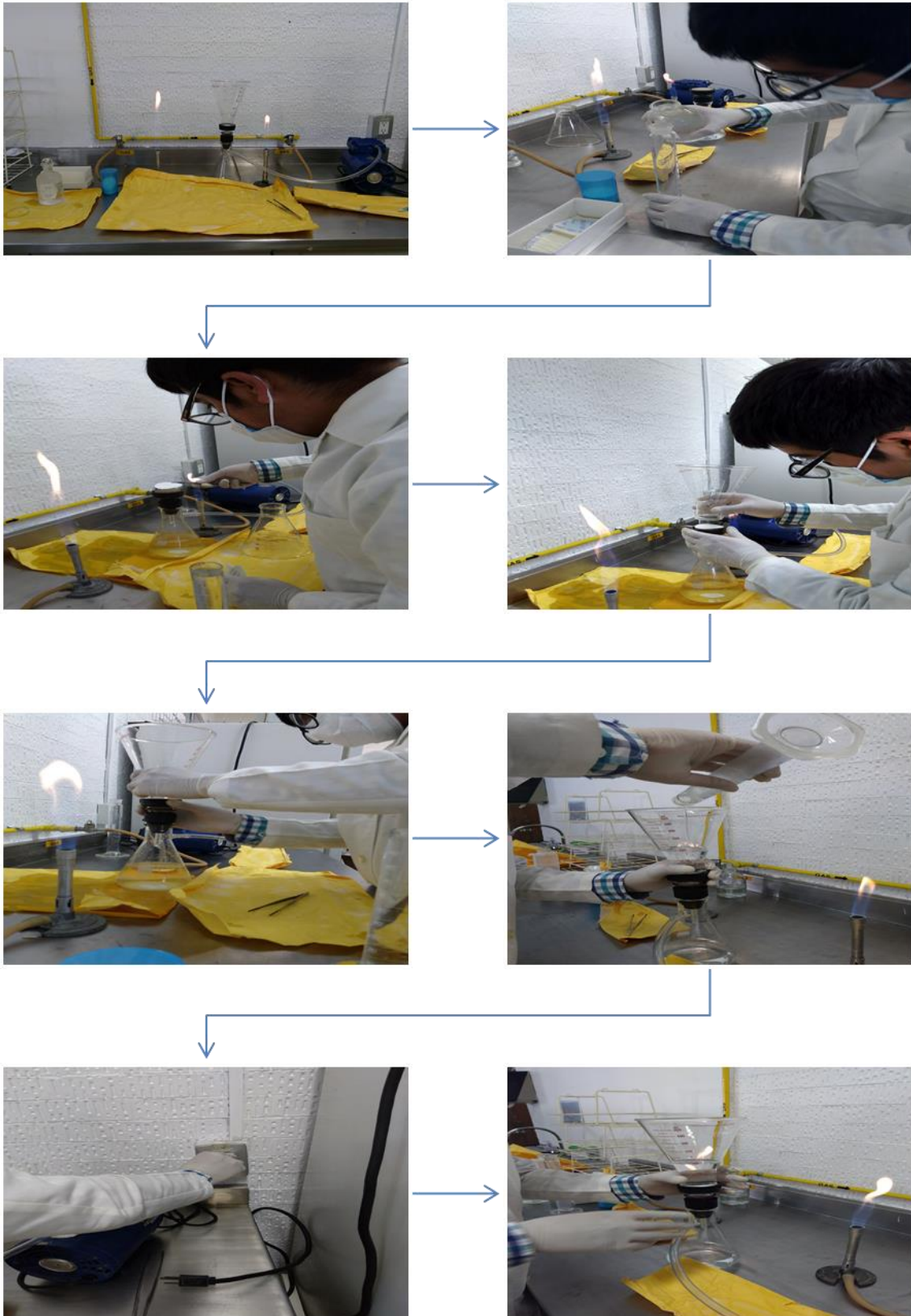


Figura II.14. Etapa 1 del procedimiento de realización de pruebas bacteriológicas. LISA. 12/02/18

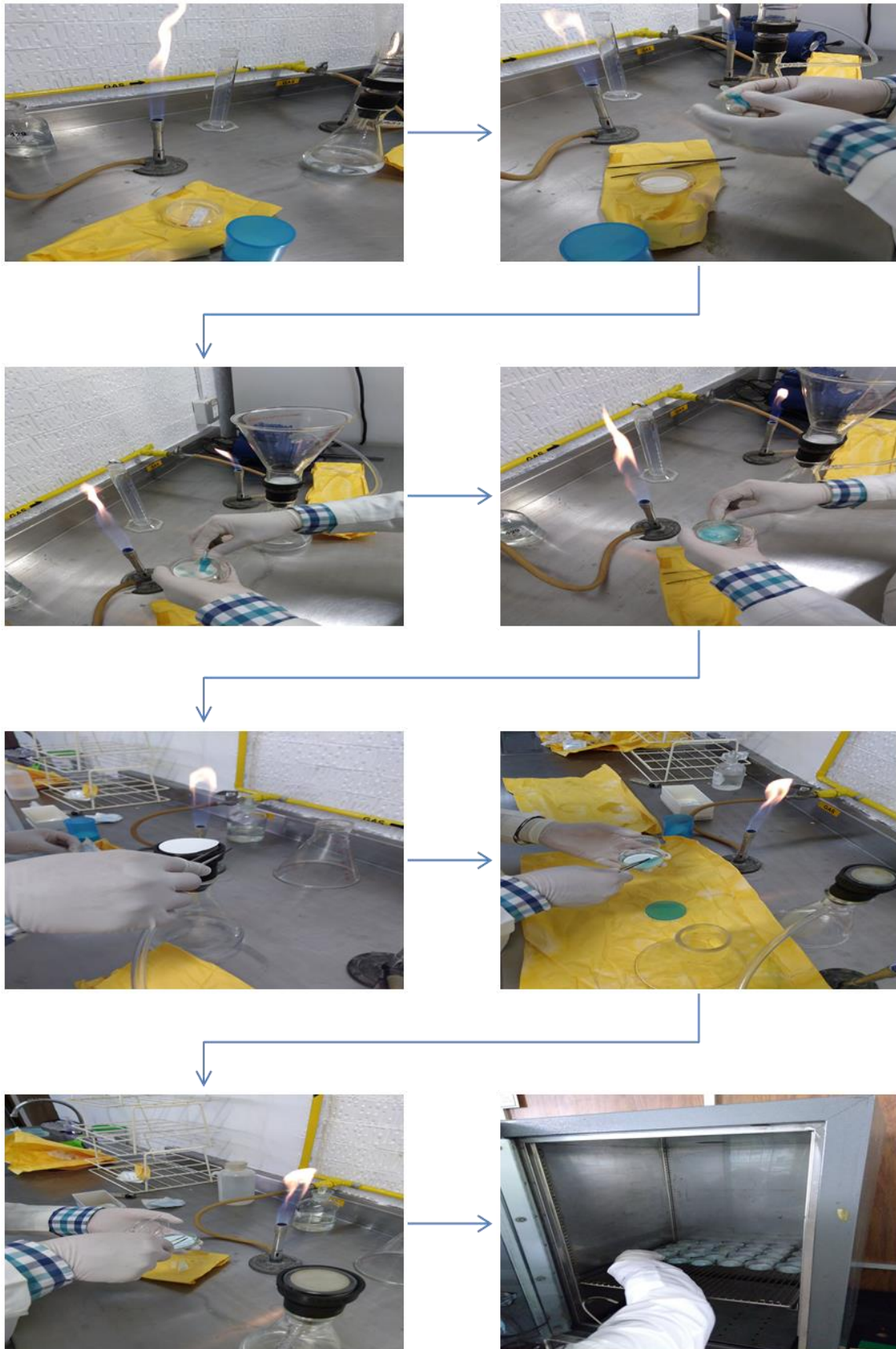


Figura II.15. Etapa 2 del procedimiento de realización de pruebas bacteriológicas. LISA. 12/02/18

Para realizar las pruebas de **cloro libre**, **nitritos y nitratos**, se escogieron 10 muestras representativas (tomando al menos dos por cada cuadrante) teniendo como referencia la fuente de la que fueron tomadas, incluyendo una del “centro” de la

cisterna del ayuntamiento, por lo que se eligieron las siguientes 10 botellas: 1, 2, 4, 6, 13, 12, 9, 8, 11 y 7 (ver la tabla II-8)

CLORO LIBRE

Material y equipo

Para la realización de este estudio se utilizó el siguiente material (ver figura II.16):

- > espectrómetro Marca HACH DR/2000, y
- > celdas de 10 ml con tapa.



Figura II.16. Material de laboratorio para la determinación de cloro libre. LISA. 12/02/18

Reactivos

Para la realización de este estudio se utilizó el reactivo; DPD²⁰, Reactivo para Cloro libre para 10 mL de muestra. Marca HACH PERMACHEM REAGENTS.

Procedimiento (ver figura II.17)

1. Según el manual de procedimiento del espectrofotómetro “Método 10069” se ingresa al programa almacenado para cloro libre.
2. Se giró la perilla hasta que la pantalla mostró 530 nm.
3. Se llenó con la muestra dos celdas limpias cada una hasta la marca de 10 ml.
4. Se agregó a una celda el contenido de una bolsa de polvo de cloro libre, se tapó e invirtió varias veces hasta disolver el polvo.
5. Con ayuda de un pañuelo se limpió una de las celdas sin reactivo y sin la tapa se colocó en el soporte de la celda y se cerró el escudo. En seguida se presionó “ZERO” y la pantalla mostro “0.00 mg/l Cl₂ HR”
6. Se colocó la celda con el reactivo y se cerró el escudo, finalmente se presionó “READ” y se tomó el resultado en mg/l de Cl₂.

²⁰ Dietilparafenilendiamina: método para la determinación de cloro residual fuera de campo

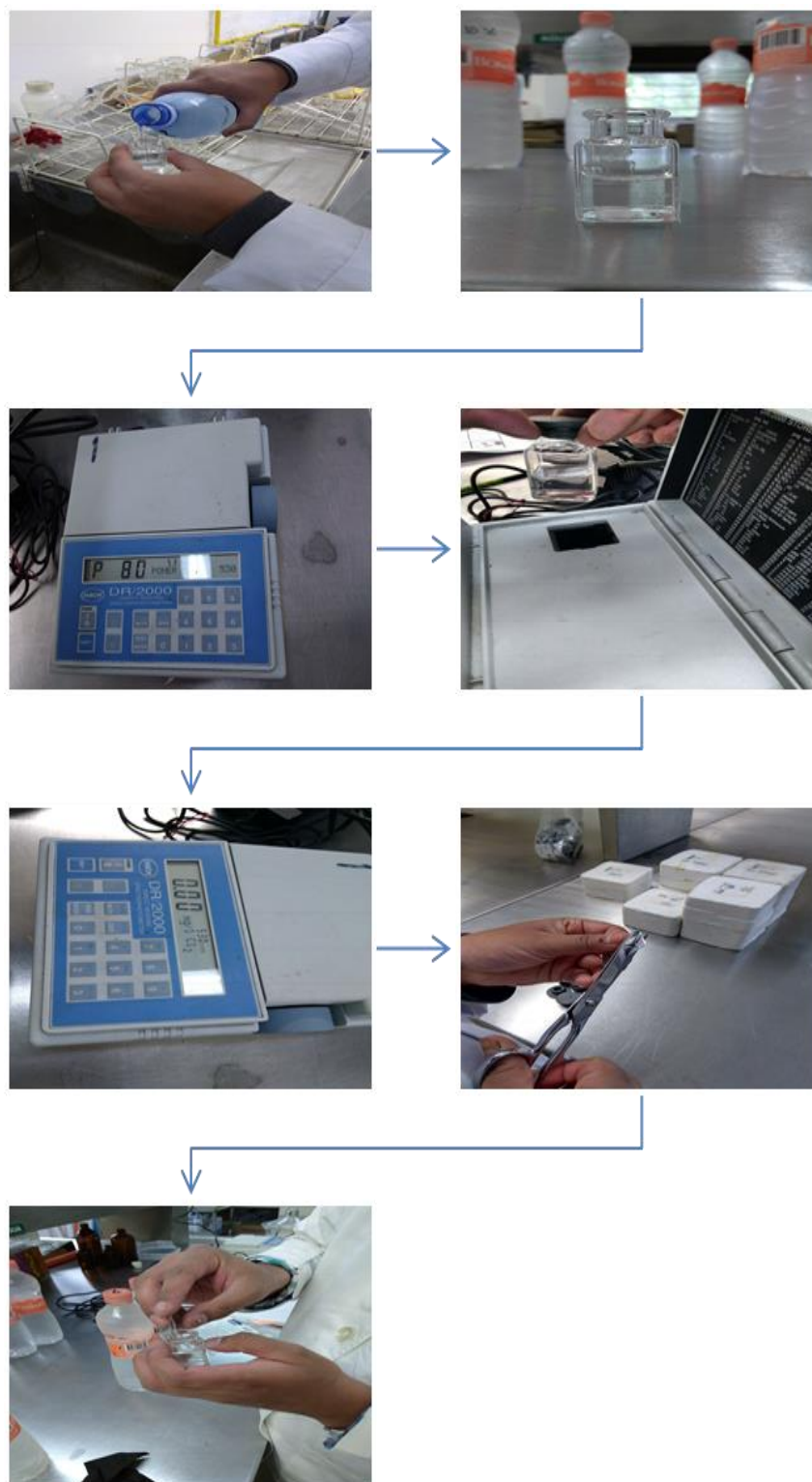


Figura II.17. Procedimiento para la determinación de cloro libre. LISA. 12/02/18

NITRITOS Y NITRATOS

Material y equipo

Para la realización de este estudio se utilizó el siguiente material (ver figura II.18):

- > 1 espectrómetro Marca HACH DR/2000, y
- > celdas de 10 ml con tapa.

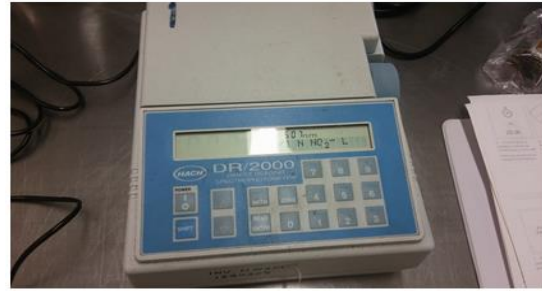


Figura II.18. Material de laboratorio para la determinación de nitritos y nitratos. LISA. 13/02/18

Reactivos

Para la realización de este estudio se utilizaron los siguientes reactivos: NitraVer 5 reactivo para Nitrato y NitriVer3 reactivo para Nitrito, ambos para 10 mL de muestra.

Procedimiento (ver figura II.19)

1. Según el manual de procedimiento del espectrofotómetro se ingresa al programa almacenado para cloro libre con las teclas "3","7","1", "READ/ENTER".
2. Se giró la perilla hasta que la pantalla mostró 507 nm.
3. Se llenó una celda de muestra con 10 ml de muestra y se le agregó el contenido de un sobre de reactivo, se tapó y se procedió a agitar para disolver.
4. Se pulsó "SHIFT TIMER" y se esperó un periodo de reacción de 15 minutos.
5. Cuando sonó el timbre se llenó una segunda celda con 10 ml, se limpió con un pañuelo y se colocó en el portacelda, una vez cerrada la tapa se pulsó "ZERO".
6. Se colocó la celda con el reactivo y se cerró el escudo, finalmente se presionó "READ" y se tomó el resultado.

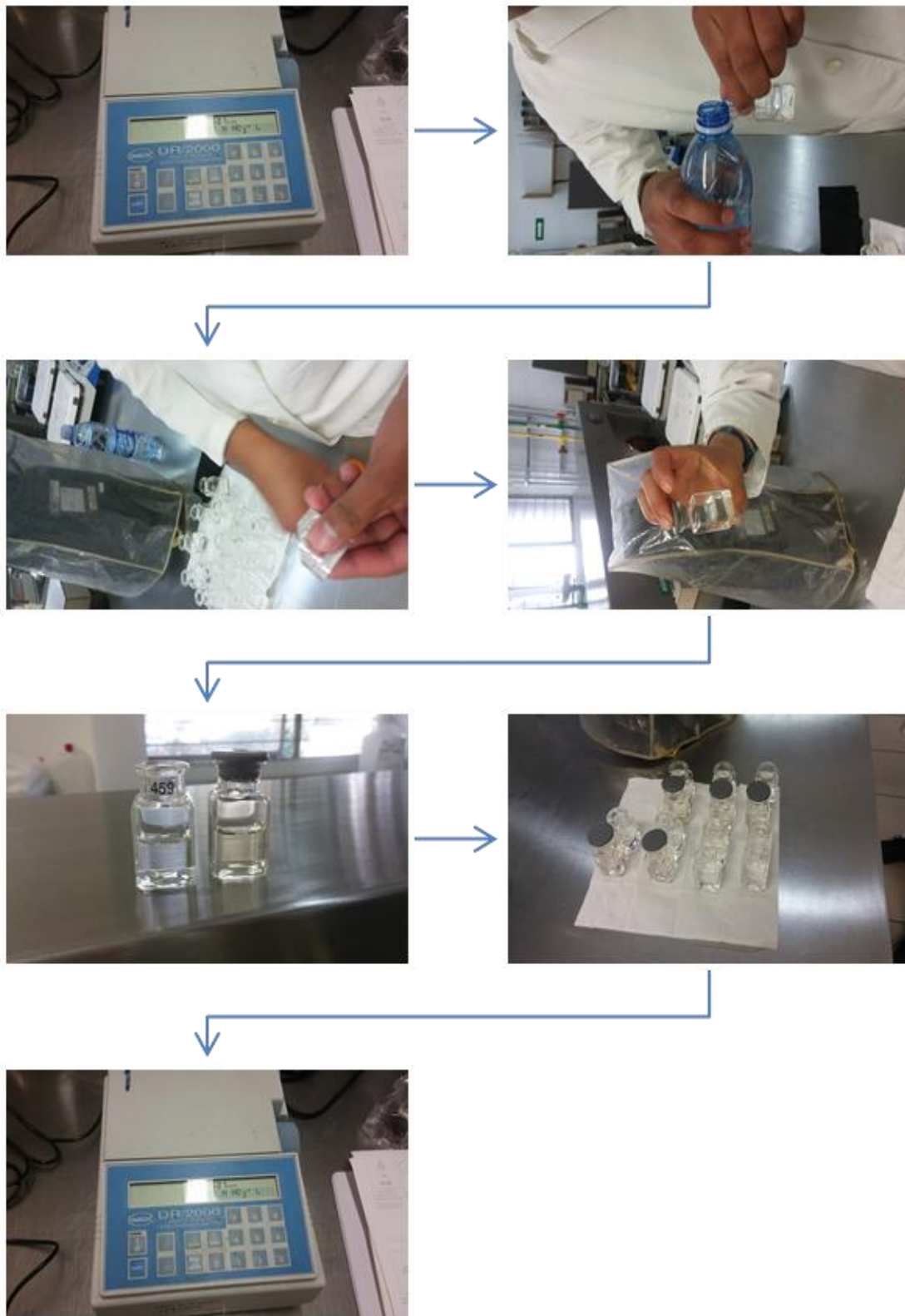


Figura II.19. Procedimiento de laboratorio para la determinación de nitritos y nitratos. LISA. 13/02/18
COLOR

Material y equipo

Para la realización de este estudio se utilizó (ver figura II.20):

- > 1 colorímetro, y
- > agua destilada.

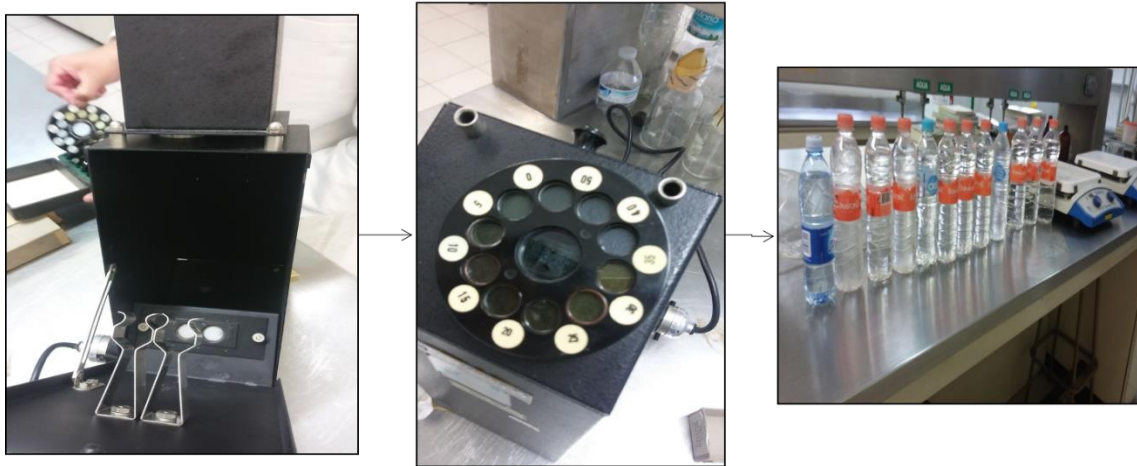


Figura II.20. Material de laboratorio para la determinación de color. LISA. 13/02/18

Procedimiento (ver figura II.21)

Según una observación rápida entre el color de las muestras de agua y las diferentes escalas de los discos del aparato, se escogió el disco con las escalas: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 50. Y se colocó en el aparato.

1. Se colocó hasta la marca el agua de muestra en una de las celdas del colorímetro y agua destilada en la otra.
2. Se introdujeron en la caja del colorímetro las celdas, en el orificio interno la muestra y en el externo el agua destilada.
3. Se giró el disco del aparato hasta que ambas celdas tuvieron un color similar y tomó la lectura en la parte inferior del disco.

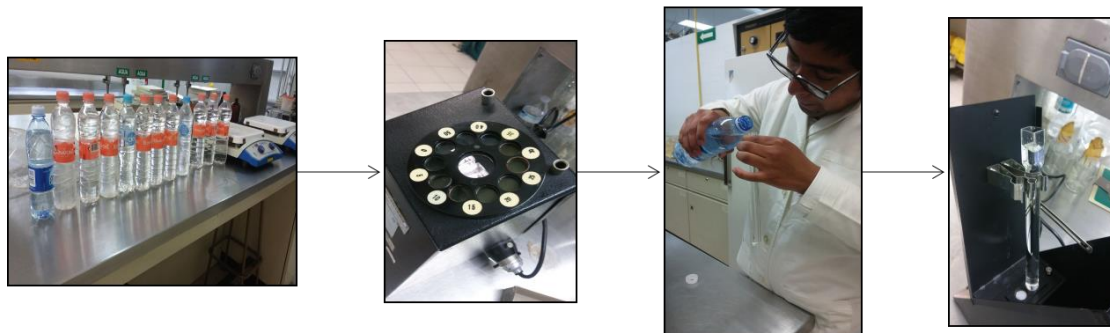


Figura II.21. Procedimiento de laboratorio para la determinación de color. LISA. 13/02/18

TURBIEDAD

Material y equipo

Para la realización de este estudio se utilizó:

- > 1 turbidímetro, y
- > agua destilada

Procedimiento

1. Se encendió el aparato 15 minutos previos a su uso para calentamiento.
2. Se colocó la muestra de agua en la celda del turbidímetro, y se limpió con una tela especial, para evitar el sesgo de la lectura debido a la grasa de las manos o el escurrimiento de la muestra al momento del vaciado.
3. Se cerró la tapa del equipo, para evitar la entrada externa de luz.

4. Se dejó estabilizar el quipo y se tomó la lectura en UTN.
5. Para la siguiente muestra se enjuagó la celda con agua destilada.

SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

Material y equipo

Para la realización de este estudio se utilizó:

1 horno de secado, 1 balanza analítica calibrada con una resolución de 0,1 mg, 1 parrilla de calentamiento, matraces kitasato, 1 bomba de vacío, cápsulas de porcelana, crisoles Gooch, filtros circulares, 1 desecador, pinzas para cápsulas, probetas de 100 ml y vasos de precipitado de 50 ml.

Está prueba para 5 puntos de muestreo (cada uno por duplicado), los correspondientes a las botellas; 1, 4, 12, 8 y 13 (ver la tabla II-8)

Procedimiento (ver figura II.22)

1. Con el material (cápsulas y crisoles) previamente preparados a peso constante y con la balanza analítica calibrada, se procedió a registrar sus pesos y nuevamente se dejaron (con ayuda de las pinzas) en el desecador para que no ganaran humedad.
2. En un filtro Gooch se colocó un papel filtro.
3. Se armó el dispositivo de filtración, es decir se conectó un matraz kitasato a la bomba de vacío y se colocó el filtro Gooch sobre el soporte de filtrado.
4. En una probeta de 100 ml se midieron 60 ml del agua de muestra, lo cual se vertió al Gooch y se encendió la bomba para facilitar el filtrado.
5. Se colocó agua destilada a manera de llenar en un 75% el vaso de precipitado, y se colocó en la parrilla de calentamiento, la cual enseguida se encendió a 150°C.
6. Se colocó la cápsula de porcelana sobre los vasos de precipitado.
7. Del filtrado se tomó 50 ml en otra probeta y se colocaron en la capsula de porcelana hasta esperar la evaporación a baño María, esto con la finalidad de que el calor evaporara el agua de la muestra dejando solamente los sólidos contenidos en el agua.
8. Se introdujo la cápsula de porcelana al horno de secado durante una hora a una temperatura de 104 °C, para que perdiera totalmente la humedad.
9. Después de una hora y a las 24 horas de haber estado las cápsulas en el horno se tomaron lecturas de los pesos de las cápsulas en la balanza analítica y se registraron los datos.

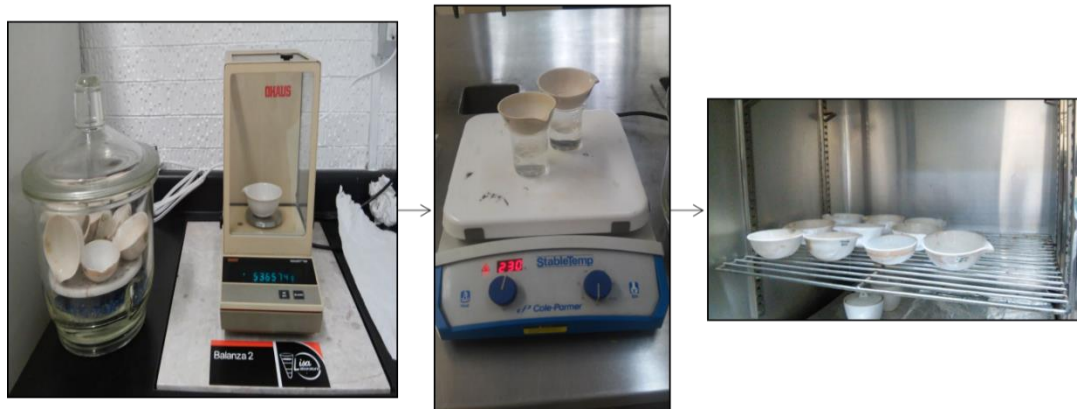


Figura II.22. Procedimiento de laboratorio para la determinación de sólidos disueltos totales. LISA. 14/02/18

Finalmente los parámetros estudiados se resumen en la tabla II-10, indicando el límite permisible, las unidades de medición y el método empleado para cada uno.

Tabla II-10. Resumen de los parámetros estudiados con sus respectivos límites permisibles y los métodos empleados para su realización

PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE	UNIDADES	MÉTODO
Coliformes totales y fecales.	Ausencia o no detectables	Unidades Formadoras de Colonias (UFC)	Filtro de Membrana.
Color:	20 Unidades de Color Verdadero (UCV)	Unidades de color en la escala Platino-Cobalto (UC Pt-Co)	Colorímetro
Olor y sabor:	Agradable.	Aceptabilidad	Sentidos.
Turbiedad:	5	Unidades de Turbiedad Nefelométricas (UTN)	Turbidímetro
Cloro libre	0.2-1.50	mg/l	Espectrómetro
Nitratos	10	mg/l	Espectrómetro
Nitritos	1	mg/l	Espectrómetro
Sólidos disueltos	1000	mg/l	Filtrado y desecación

III. RESULTADOS

III.1 RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE LABORATORIO Y COMPARACIÓN CON LA NORMA

DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Los resultados de la formación de colonias de coliformes totales “rojas” y fecales “azules” de los cultivos incubados por 24 horas a 35 °C, se organizan en las tablas III-1 y III-2, las cuales muestran por cada cuadrante: SE, NE, SW, NW y el punto denominado “centro”, los resultados de la contabilización visual de colonias por cada punto de muestreo (designado por el número de frasco winkler con el cual fue tomada la muestra). Además con base en el límite permisible “*no detectable*” estipulado en la NOM 127-SSA1-1994 se concluye sobre el cumplimiento en cada estudio y de su respectivo duplicado.

Tabla III-1. Contabilización de colonias de coliformes totales “rojas” y fecales “azules”, localización por cuadrante y comparación con la NOM -127-SSA1-1994

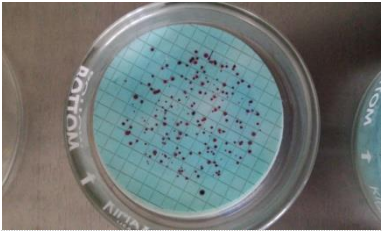
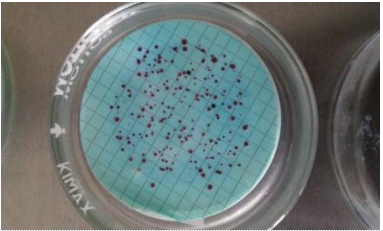
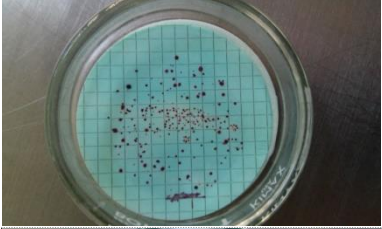
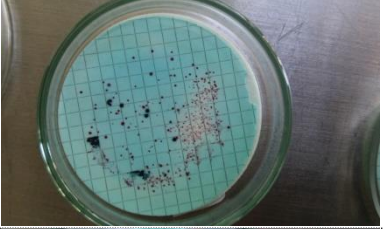
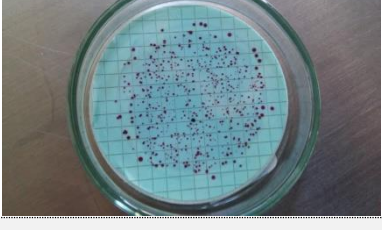
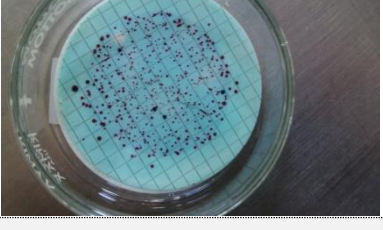
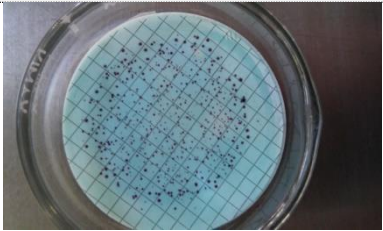
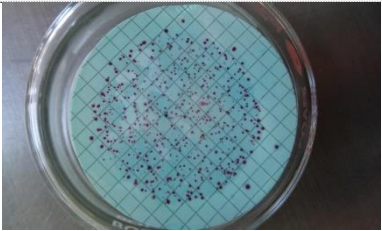
SE	Colonias “azules”					Colonias "rojas"		
	No. De muestra	P1 ²¹		P2 ²²	Conclusión	P1 ²⁰	P2 ²¹	Conclusión
	5	2	No cumple	2	No cumple	No cumple	>50	No cumple
	205	2	No cumple	>5	No cumple	No cumple	>50	No cumple
	144	1	No cumple	4	No cumple	No cumple	>50	No cumple
NE	Colonias “azules”					Colonias "rojas"		
No. De muestra	P1 ²⁰		P2 ²¹		Conclusión	P1 ²⁰	P2 ²¹	Conclusión
	429	1	No cumple	1	No cumple	No cumple	>50	No cumple
	93	1	No cumple	0	Cumple	No cumple	>50	No cumple
	299	1	No cumple	3	No cumple	No cumple	>50	No cumple
Centro	Colonias “azules”					Colonias "rojas"		
No. De muestra	P1 ²⁰		P2 ²¹		Conclusión	P1 ²⁰	P2 ²¹	Conclusión
	371	>5	No cumple	>5	No cumple	No cumple	>50	No cumple
SW	Colonias “azules”					Colonias "rojas"		
No. De muestra	P1 ²⁰		P2 ²¹		Conclusión	P1 ²⁰	P2 ²¹	Conclusión

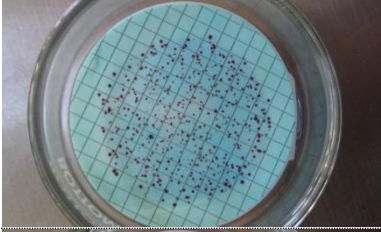
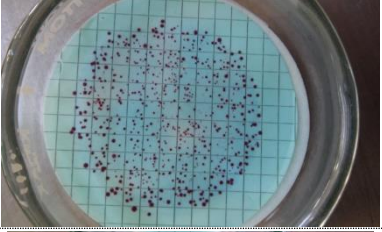
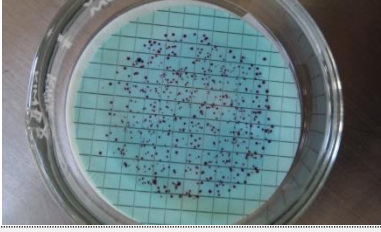
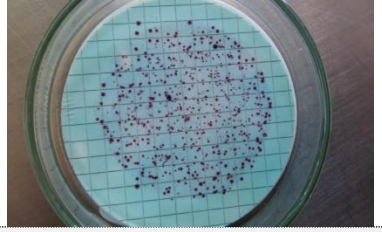
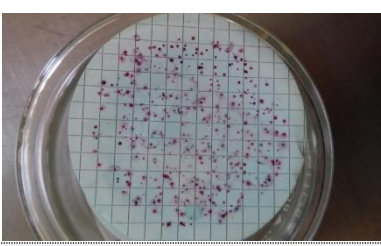
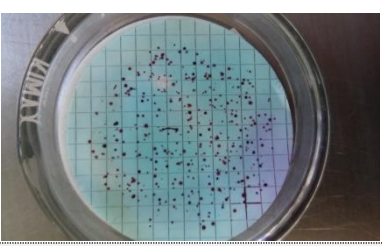
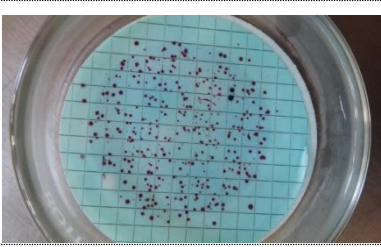
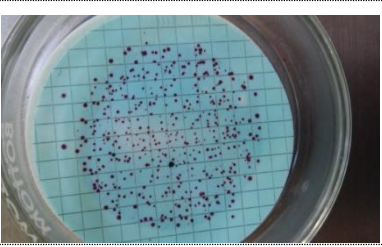
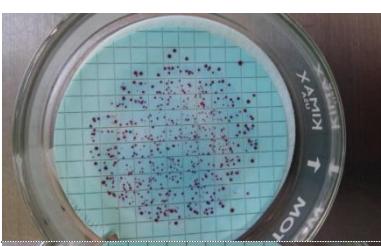
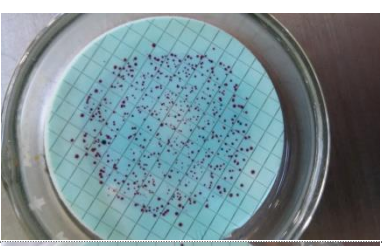
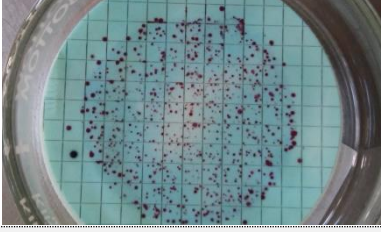
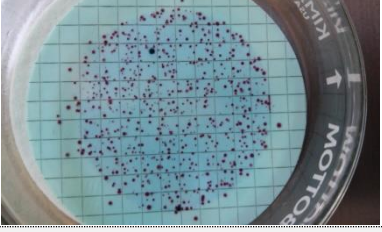
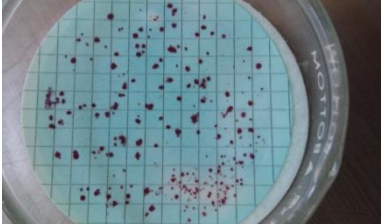
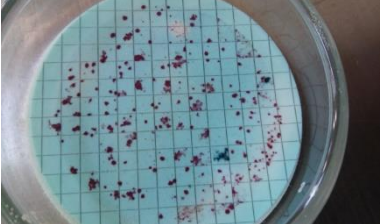
²¹ Prueba 1

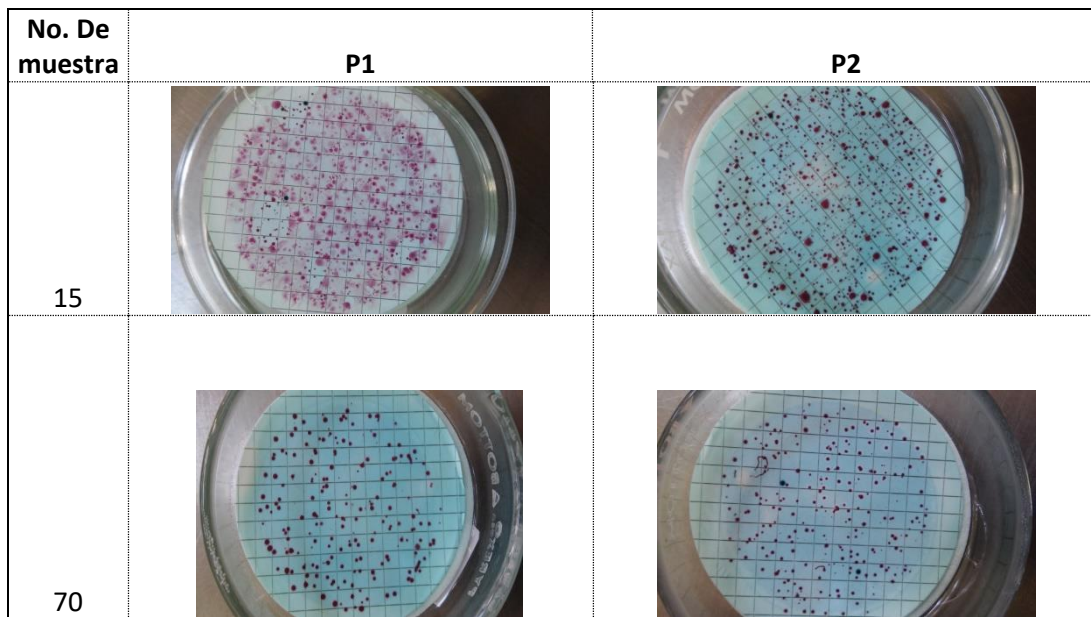
²² Prueba 2 (duplicado por muestra)

97	2	No cumple	2	No cumple	No cumple	>50	No cumple	
130	>5	No cumple	>5	No cumple	No cumple	>50	No cumple	
12	1	No cumple	1	No cumple	No cumple	>50	No cumple	
NW	Colonias "azules"				Colonias "rojas"			
No. De muestra	P1 ²⁰		P2 ²¹		Conclusión	P1 ²⁰	P2 ²¹	Conclusión
1	0	Cumple	2	No cumple	No cumple	>50		No cumple
15	2	No cumple	1	No cumple	No cumple	>50		No cumple
70	0	Cumple	2	No cumple	No cumple	>50		No cumple

Tabla III-2. Comparación visual de formación de colonias de coliformes entre las pruebas 1 y 2 de cada muestra y organización por cuadrante

No. De muestra	P1	P2
Sureste		
5		
205		
144		
Noreste		
429		

No. De muestra	P1	P2
93		
299		
Centro		
371		
Suroeste		
97		
130		
12		
Noroeste		
1		



COLOR

Los resultados del parámetro “color” para los 3 puntos de muestreo por cada cuadrante y uno en el denominado “centro”, designados según el número de botella con la cual fue tomada la muestra, se muestran en la **(tabla III-3)**, así mismo se concluye respecto al cumplimiento en cada estudio con base en el límite permisible “**20 (UC pt-Co)**” estipulado en la NOM 127-SSA1-1994.

Tabla III-3. Resultados de las unidades de color por número de muestra y comparación contra el límite máximo de la NOM -127-SSA1-1994

Cuadrante	Núm. de botella (tabla II-11)	Color (UC Pt-Co)	20 (UC pt-Co) Observación
NE	1	10	Si cumple
	2	10	Si cumple
	3	10	Si cumple
NO	4	10	Si cumple
	5	10	Si cumple
	6	5	Si cumple
SO	7	10	Si cumple
	11	5	Si cumple
	12	10	Si cumple
SE	8	5	Si cumple
	9	5	Si cumple
	10	5	Si cumple
Centro	13	10	Si cumple

TURBIEDAD

Los resultados del parámetro “turbiedad” para los 3 puntos de muestreo por cada cuadrante y uno en el denominado “centro”, designados según el número de botella con la cual fue tomada la muestra, se muestran en la (tabla III-4), así mismo se concluye respecto al cumplimiento en cada estudio con base en el límite permisible “**20 (UTN)**” estipulado en la NOM 127-SSA1-1994.

Tabla III-4. Resultados de las unidades de turbiedad por número de muestra y comparación contra el límite máximo de la NOM -127-SSA1-1994

Cuadrante	Núm. de botella (tabla II-11)	Turbiedad [UTN]	20 (UTN) Observación
NE	1	0.703	Si cumple
	2	0.626	Si cumple
	3	0.68	Si cumple
NO	4	0.766	Si cumple
	5	0.97	Si cumple
	6	0.62	Si cumple
SO	7	0.59	Si cumple
	11	0.65	Si cumple
	12	0.708	Si cumple
SE	8	0.675	Si cumple
	9	0.503	Si cumple
	10	0.52	Si cumple
Centro	13	0.282	Si cumple

CLORO LIBRE

Los resultados del parámetro “cloro libre” para los puntos de muestreo por cada cuadrante y uno en el denominado “centro”, designados según el número de botella con la cual fue tomada la muestra, se muestran en la (tabla III-5) así mismo se concluye respecto al cumplimiento en cada estudio con base en el límite permisible “**0.2 - 1.50 (mg/l)**” estipulado en la NOM 127-SSA1-1994.

Tabla III-5. Resultados de la concentración de cloro libre por número de muestra y comparación contra el límite máximo de la NOM -127-SSA1-1994

Cuadrante	Núm. de muestra (tabla II-11)	Cloro libre [mg/l]	0.2 - 1.50 (mg/l)
			Observación
NE	1	0.03	No cumple
	2	0.02	No cumple
NO	4	0.01	No cumple
	6	0.03	No cumple
Centro	13	0	No cumple

Cuadrante	Núm. de muestra (tabla II-11)	Cloro libre [mg/l]	0.2 - 1.50 (mg/l)
			Observación
SO	12	0.01	No cumple
	11	0.03	No cumple
	7	0.02	No cumple
SE	9	0.03	No cumple
	8	0.02	No cumple

NITRITOS

Los resultados del parámetro “nitritos” para los puntos de muestreo por cada cuadrante y uno en el denominado “centro”, designados según el número de botella con la cual fue tomada la muestra, se muestran en la (tabla III-6), así mismo se concluye respecto al cumplimiento en cada estudio con base en el límite permisible “**1 (mg/l)**” estipulado en la NOM 127-SSA1-1994.

Tabla III-6. Resultados de la concentración de nitritos por número de muestra y comparación contra el límite máximo de la NOM -127-SSA1-1994

Cuadrante	Núm. de botella (tabla II-11)	Nitritos [mg/l]	1 (mg/l)
			Observación
NE	1	0.009	Si cumple
	2	0.008	Si cumple
NO	4	0.008	Si cumple
	6	0.006	Si cumple
Centro	13	0.006	Si cumple
SO	12	0.009	Si cumple
	11	0.007	Si cumple
	7	0.004	Si cumple
SE	9	0.007	Si cumple
	8	0.005	Si cumple

NITRATOS

Los resultados del parámetro “nitratos” para los puntos de muestreo por cada cuadrante y uno en el denominado “centro”, designados según el número de botella con la cual fue tomada la muestra, se muestran en la (tabla III-7), así mismo se concluye respecto al cumplimiento en cada estudio con base en el límite permisible “**10 (mg/l)**” estipulado en la NOM 127-SSA1-1994.

Tabla III-7. Resultados de la concentración de nitratos por número de muestra y comparación contra el límite máximo de la NOM -127-SSA1-1994

Cuadrante	Núm. de botella (tabla II-11)	Nitratos mg/l N	10 (mg/l)
			Observación
NE	1	1.1	Si cumple

Cuadrante	Núm. de botella (tabla II-11)	Nitratos mg/l N	10 (mg/l) Observación
	2	1.2	Si cumple
NO	4	0.7	Si cumple
	6	1.1	Si cumple
Centro	13	1.1	Si cumple
SO	12	1.3	Si cumple
	11	1.2	Si cumple
	7	1	Si cumple
SE	9	1.7	Si cumple
	8	1.5	Si cumple

SÓLIDOS DISUELTOS

Los resultados del parámetro “sólidos disueltos” para los puntos de muestreo por cada cuadrante y uno en el denominado “centro”, designados según el número de botella con la cual fue tomada la muestra, se muestran en la (tabla III-8), así mismo se concluye respecto al cumplimiento en cada estudio con base en el límite permisible “1,000 (mg/l)” estipulado en la NOM 127-SSA1-1994.

Tabla III-8. Concentración de sólidos disueltos de las muestras con el menor porcentaje de error obtenido entre los resultados de laboratorio y los tomados en sitio con el “multiparamétrico” y comparación contra el límite máximo de la NOM -127-SSA1-1994

Cuadrante	Núm. de botella (tabla II-11)	Sólidos disueltos [mg/l]	1,000 (mg/l) Observación
NE	1	346	Si cumple
NO	4	402	Si cumple
SO	12	368	Si cumple
SE	8	370	Si cumple
Centro	13	198	Si cumple

Tabla III-9. Datos registrados en laboratorio y tomados en sitio para la obtención de sólidos disueltos.

# de botella	Cápsula	W0	W3	Resultado del laboratorio					Resultados tomados en sitio		
				peso		volumen		Sólidos disueltos	Sólidos disueltos		
		14/02/2018	15/02/2018	g	mg	ml	L	mg/l	ppt	mg/l	% error
1	I	52.7619	52.7792	0.0173	17.3	50	0.05	346	0.36	360	3.89
4	III	52.4955	52.5156	0.0201	20.1	50	0.05	402	0.36	360	11.67
12	VI	37.143	37.1614	0.0184	18.4	50	0.05	368	0.36	360	2.22
8	VII	52.4975	52.516	0.0185	18.5	50	0.05	370	0.34	340	8.82
13	IX	37.685	37.6949	0.0099	9.9	50	0.05	198	0.16	160	23.75

III.2 RESULTADOS ENTREGADOS POR EL CUESTIONARIO

FUENTES DE ACCESO AL AGUA

Las fuentes de agua que actualmente son utilizadas para abastecer a las viviendas a través de las tomas domiciliarias y la “cisterna del ayuntamiento” son diferentes.

El agua que proviene del río “El Pirul” se almacena en la “cisterna del ayuntamiento” que se encuentra en la plaza municipal punto de estudio que se ha denominado “centro” (ver anexo 2), mientras que las fuentes restantes que son un par de pozos y el agua del río “El enebro” abastecen los tanques elevados y a su vez éstos a la toma domiciliaria de las viviendas.

La figura III.1 muestra las diferentes alternativas de acceso al agua disponibles en la LCB de las cuales actualmente la población hace uso ya sea para consumo o para uso doméstico.

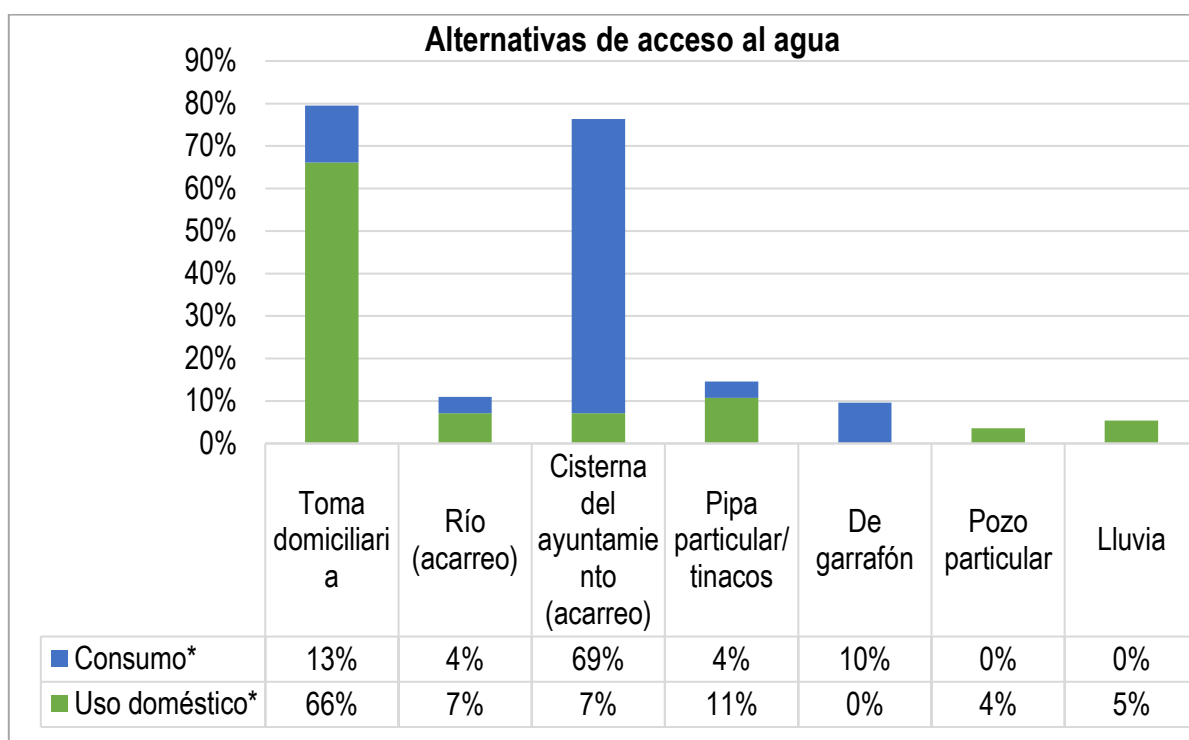


Figura III.1. Distribución porcentual por uso (consumo/ uso doméstico) de las alternativas de acceso al agua utilizadas en la vivienda. Elaboración propia (Cuestionario 11/02/18)

De las principales formas de acceso al agua; toma domiciliaria y cisterna del ayuntamiento, se presentan los resultados de la percepción de los entrevistados respecto a su calidad así como el tipo de tratamiento proporcionado según el uso (consumo/uso doméstico) (ver figuras III.2 a la III.5)

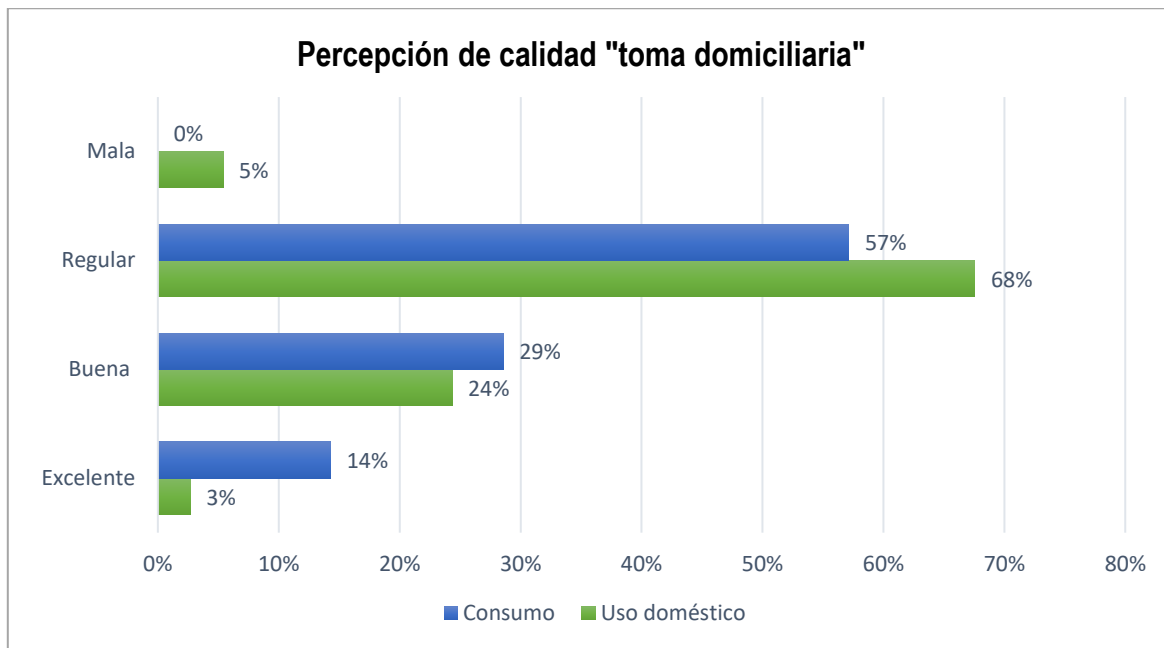


Figura III.2. Percepción de la calidad del agua de la toma domiciliaria para los usos (consumo/uso doméstico). Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

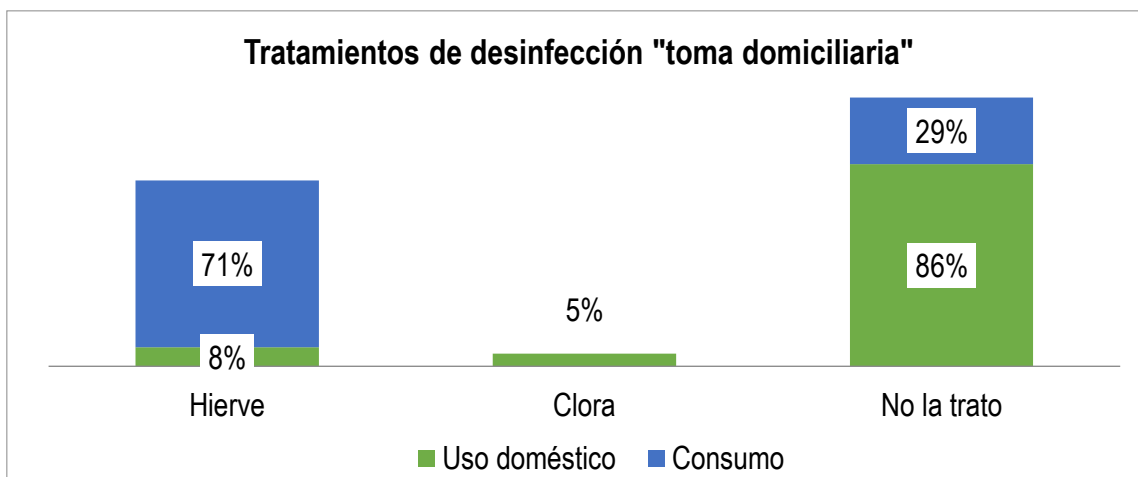


Figura III.3. Tratamientos utilizados para desinfectar el agua de la "toma domiciliaria" utilizada para los usos (consumo/uso doméstico). Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

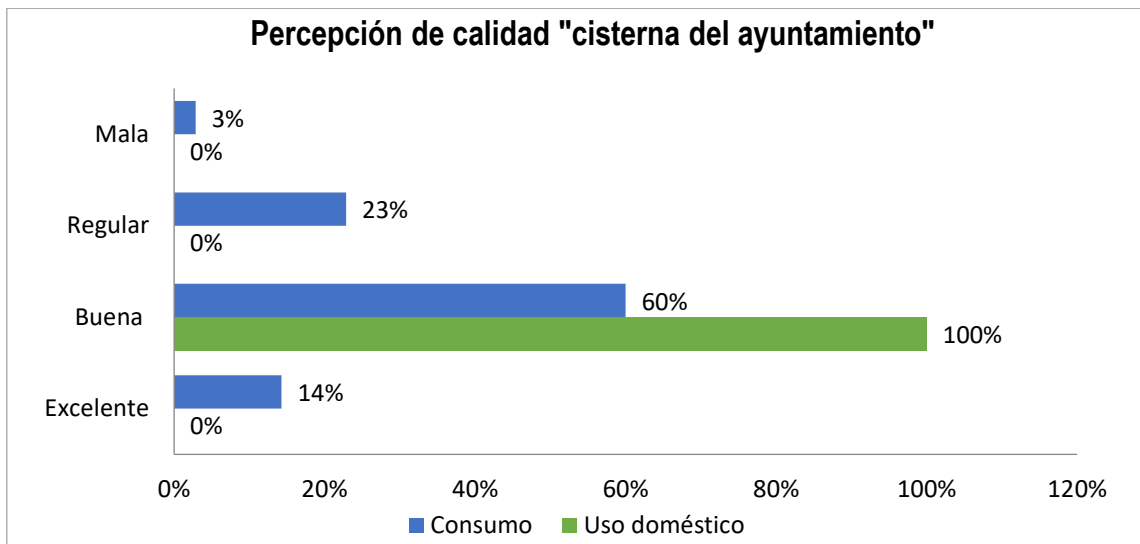


Figura III.4. Percepción de la calidad del agua de la "cisterna del ayuntamiento" para los usos (consumo/uso doméstico). Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

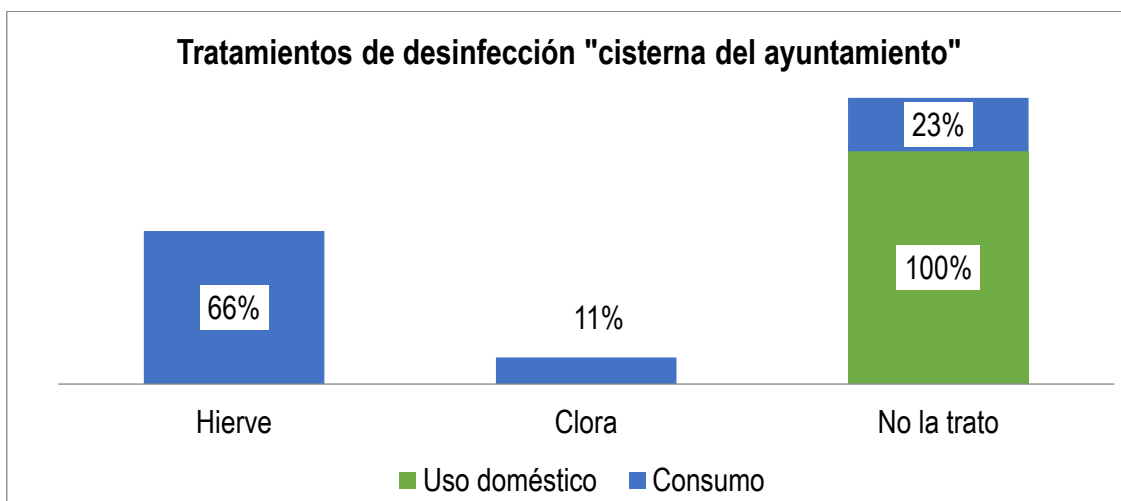


Figura III.5. Tratamientos utilizados para desinfectar el agua de la "cisterna del ayuntamiento" utilizada para los usos (consumo/uso doméstico). Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

Respecto al gasto que produce a los hogares la compra de agua, la figura III.6 muestra la distribución porcentual de los hogares que aceptaron comprar agua para el fin consumo y/o uso doméstico.

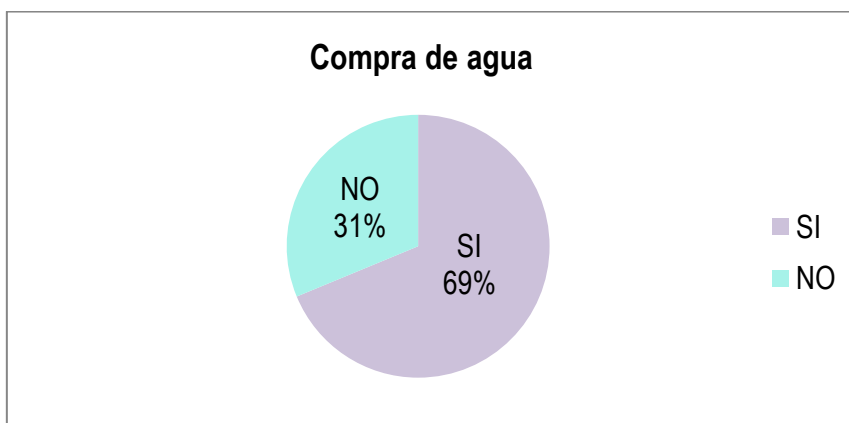


Figura III.6. Distribución porcentual de la compra de agua (cuestionario 11/02/18)

Las figuras III.7 y III.8 muestran respectivamente las presentaciones de compra de agua y la distribución porcentual de los usos que se le da en los hogares. Así mismo la figura III.9 muestra la distribución de gasto mensual de agua en las viviendas.

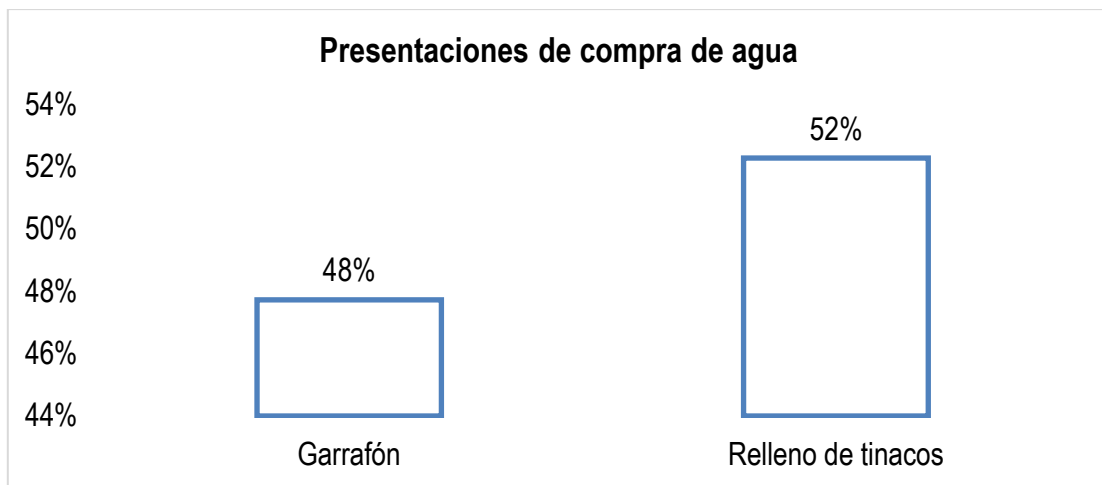


Figura III.7. Presentaciones de compra de agua. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

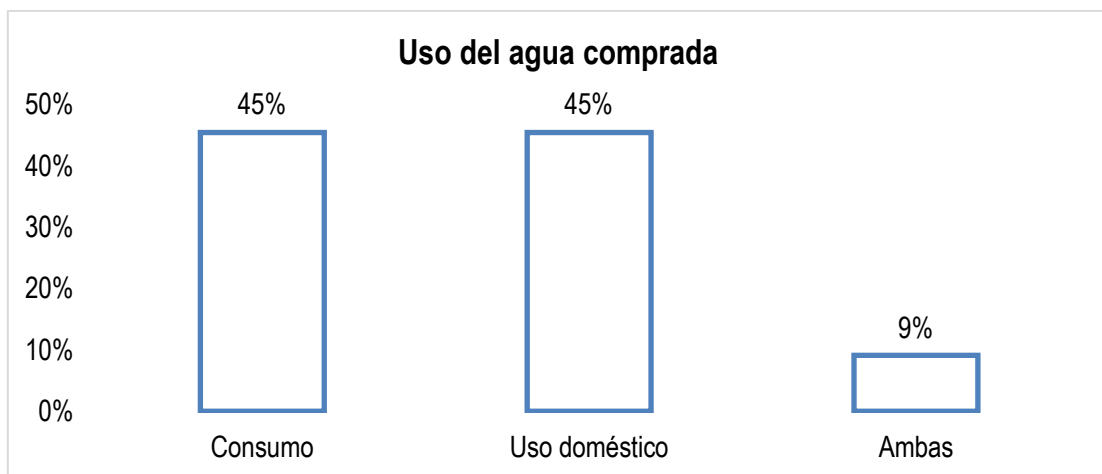


Figura III.8. Distribución porcentual de los usos que se le da al agua comprada. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

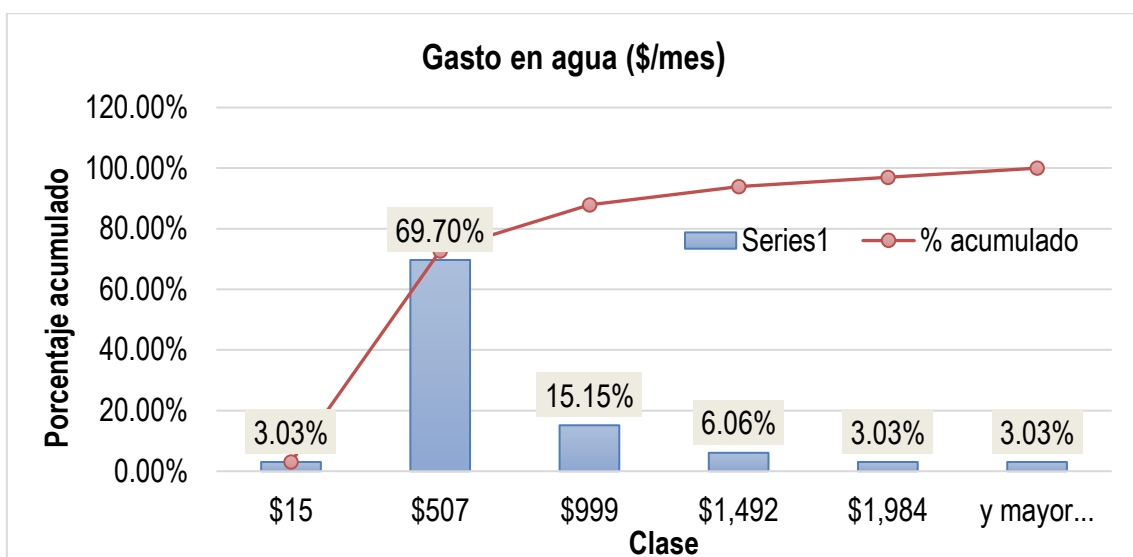


Figura III.9. Distribución por clases del gasto mensual de agua en la vivienda. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

INFRAESTRUCTURA Y SANEAMIENTO

La figura III.10 muestra la continuidad del servicio de abastecimiento de agua que va de los tanques elevados (ver anexo 2) a las tomas domiciliarias.

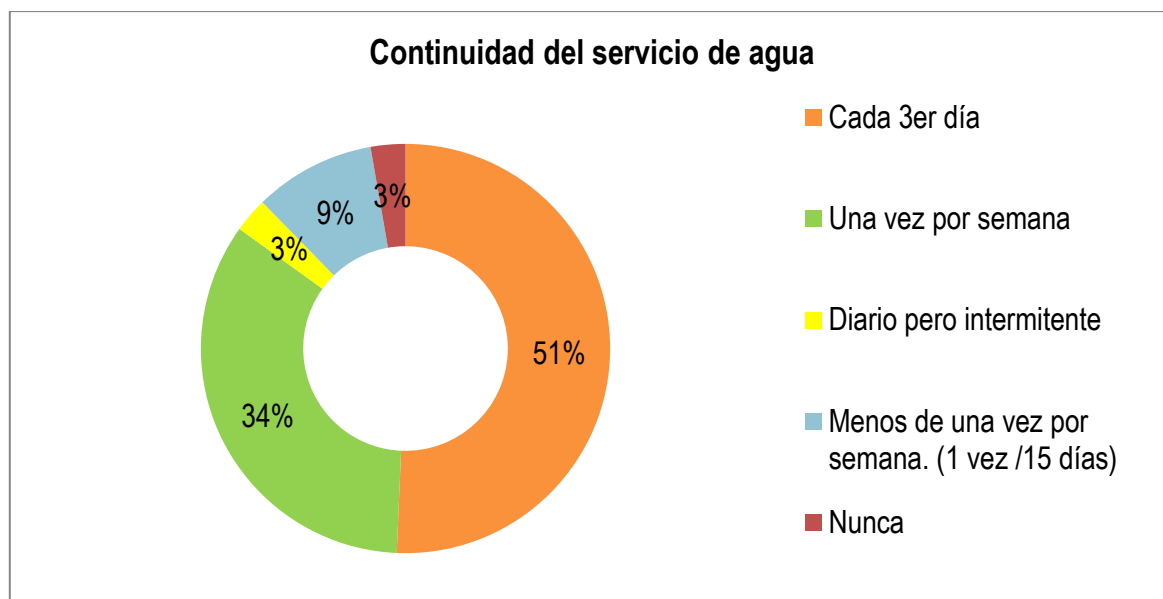


Figura III.10. Continuidad del servicio de distribución de agua. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

Para mostrar las condiciones generales del rubro saneamiento de agua residual doméstica, la figura III.11 muestra la distribución porcentual de la disposición del agua residual doméstica generada, la figura III.12 la percepción sobre la existencia de contaminación en las fuentes de agua y la figura III.13 las causas que se perciben originan la contaminación en las mismas.

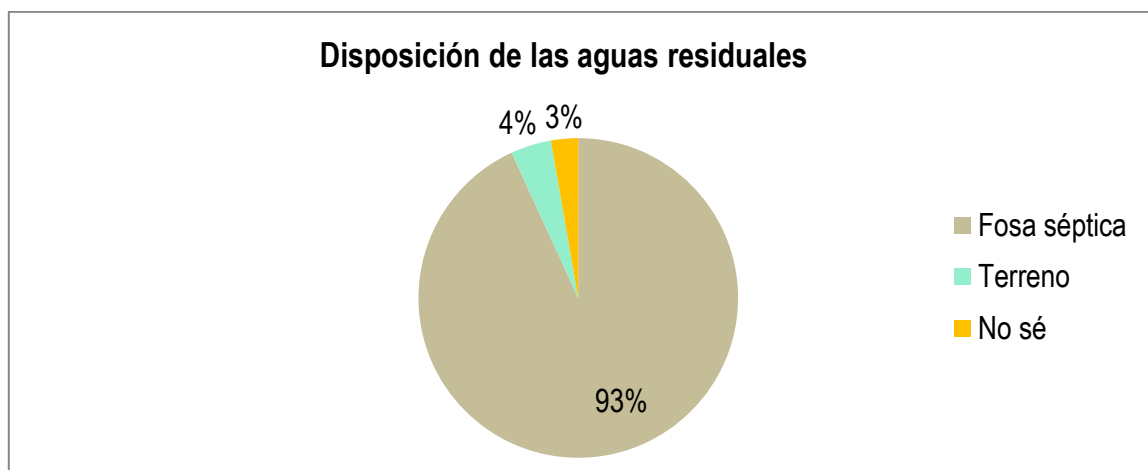


Figura III.11. Disposición del agua residual de las viviendas. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

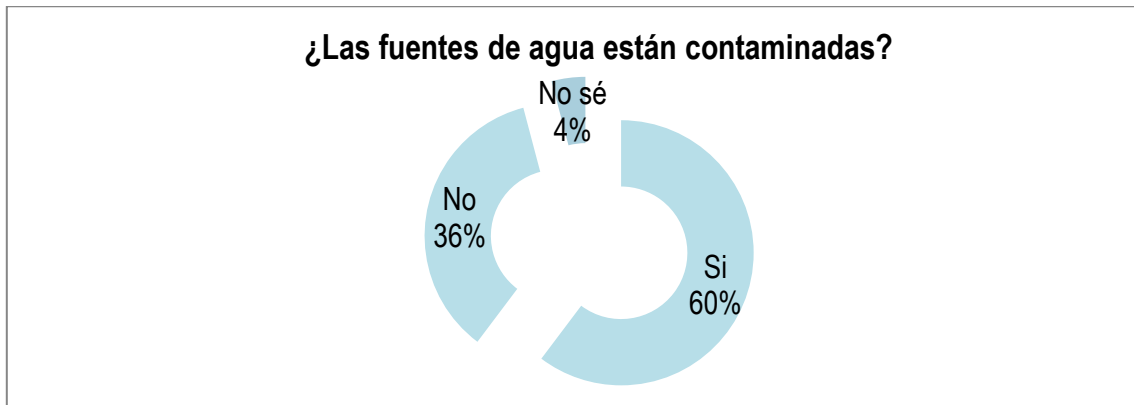


Figura III.12. Percepción sobre la existencia de contaminación en las fuentes de agua. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

Dado la respuesta sí a la pregunta 22, se tiene:

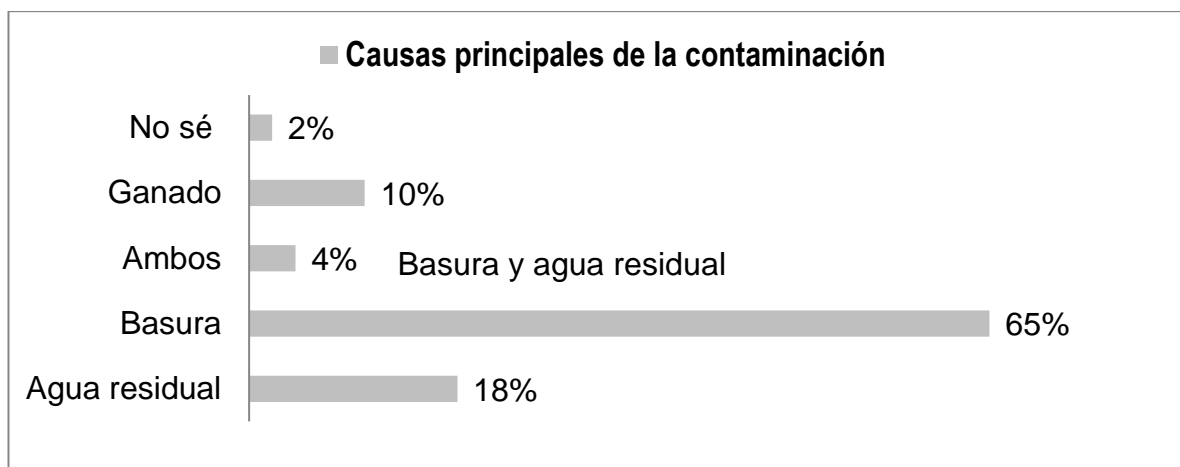


Figura III.13. Percepción sobre las causas que originan la contaminación de las fuentes de agua. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

Para indagar acerca de las consecuencias de la posible contaminación del agua que se consume en los hogares, las figuras III.14 a la III.16 muestran las declaraciones respecto al padecimiento de enfermedades de alguno de los miembros del hogar a causa del consumo de agua así como el tipo de enfermedad atribuida y su frecuencia.

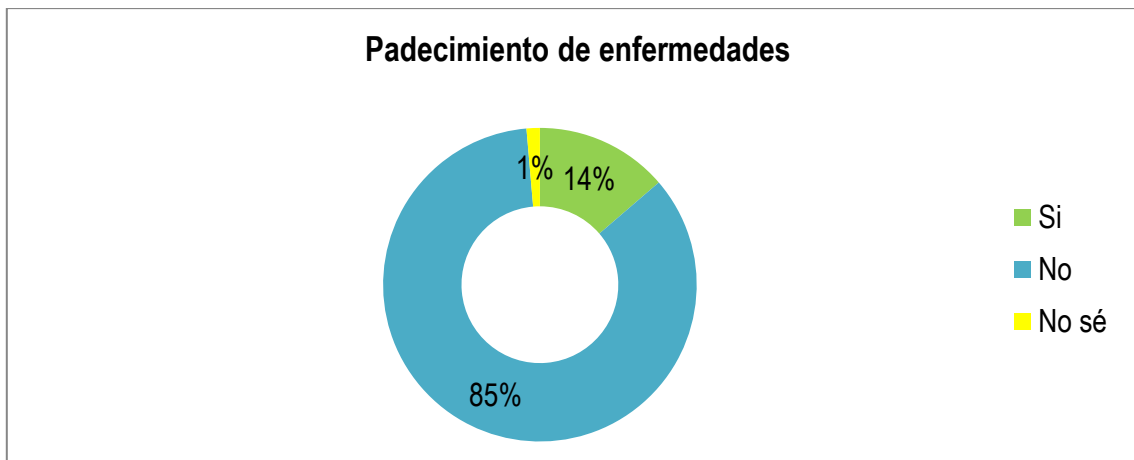


Figura III.14. Declaración de padecimiento de enfermedades a causa del consumo de agua. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

Dado sí a la pregunta 24 se tiene las figuras III.15 y III.16

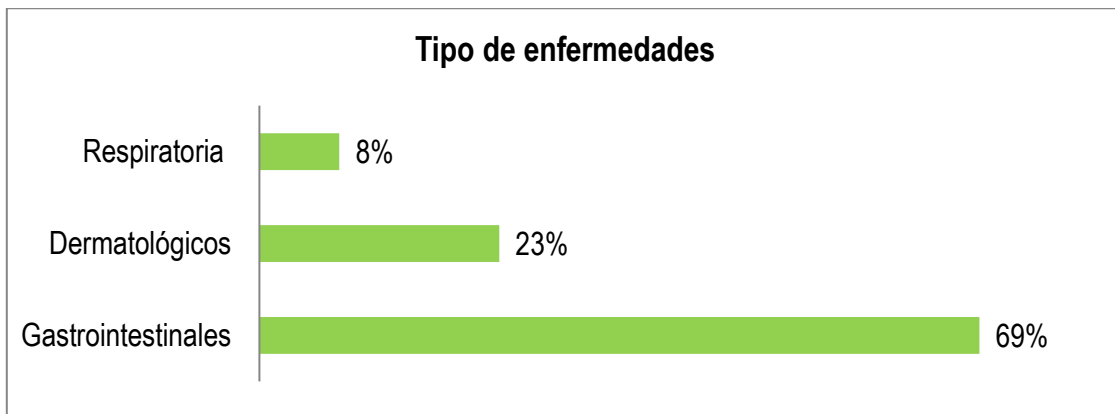


Figura III.15. Declaración del tipo de enfermedades atribuidas al consumo de agua. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

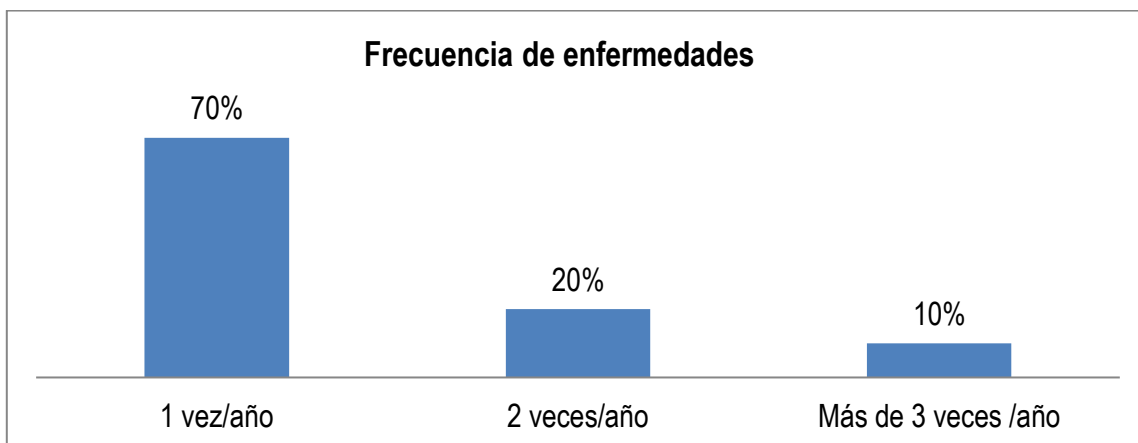


Figura III.16. Frecuencia de enfermedades atribuidas al consumo de agua. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

PERCEPCIÓN E IMPORTANCIA DEL SERVICIO

Se pidió a los entrevistados enumerar en orden de importancia 7 servicios en una escala del 1 al 7, los resultados se muestran en la tabla III-10 donde 1 describe el servicio que se percibe como el más importante y el 7 como el menos importante.

Tabla III-10. Numeración por orden de importancia de 7 servicios en la vivienda. Elaboración propia

Orden de importancia.	Descripción
1	Agua
2	Luz
3	Gas
4	Transporte
5	Celular
6	Celular
7	T.V. de paga

Así mismo la figura III.17 muestra en distribución porcentual los servicios considerados como los más importantes en la vivienda por los entrevistados.

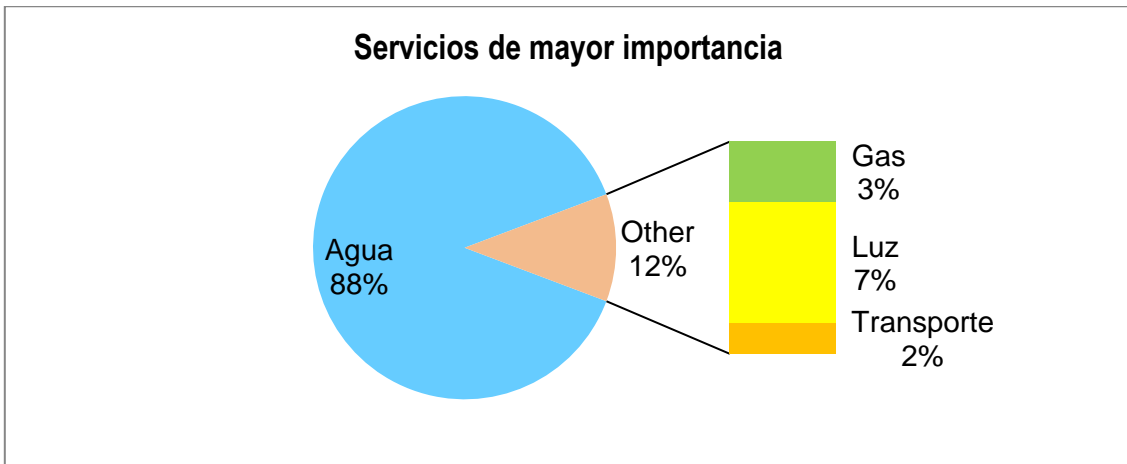


Figura III.17. Distribución en porcentaje de los servicios considerados en el nivel 1 de 7 más importantes en la vivienda. Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

Por otro lado la disposición de pago anual que los entrevistados estarían dispuestos a costear por un servicio de abastecimiento de agua continuo y de calidad, se muestra en la figura III.18.

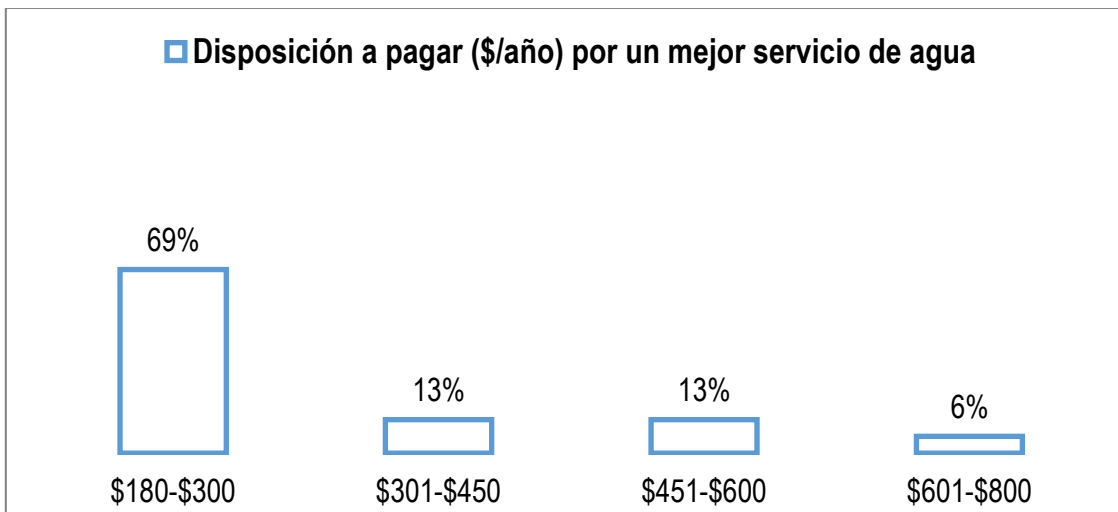


Figura III.18. Disposición a pagar (\$/año) por un mejor servicio de agua. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO

Complemento a los estudios de calidad del agua realizados, las figuras III.19 a la III.22 muestran los resultados más relevantes referentes al perfil sociodemográfico que vive actualmente la localidad, ello para entender la realidad social a intervenir la cual se aprecia como negativa y sobre la cual se actuará para producir el cambio esperado hacia una situación mejor (Roman C, 2016).

La distribución de edad de la población entrevistada (hombres y mujeres) se muestra en la figura III.19 y a su vez la figura III.20 ilustra la distribución porcentual de los entrevistados por sector económico al que pertenecen.

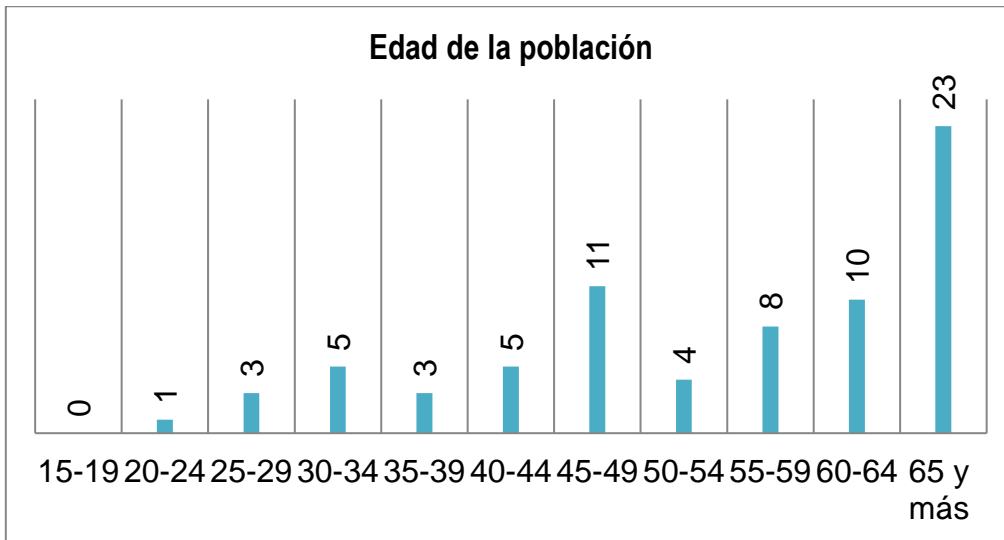


Figura III.19. Edades de la población mayor de edad entrevistada (hombres y mujeres). Elaboración propia (cuestionario 27/07/17)

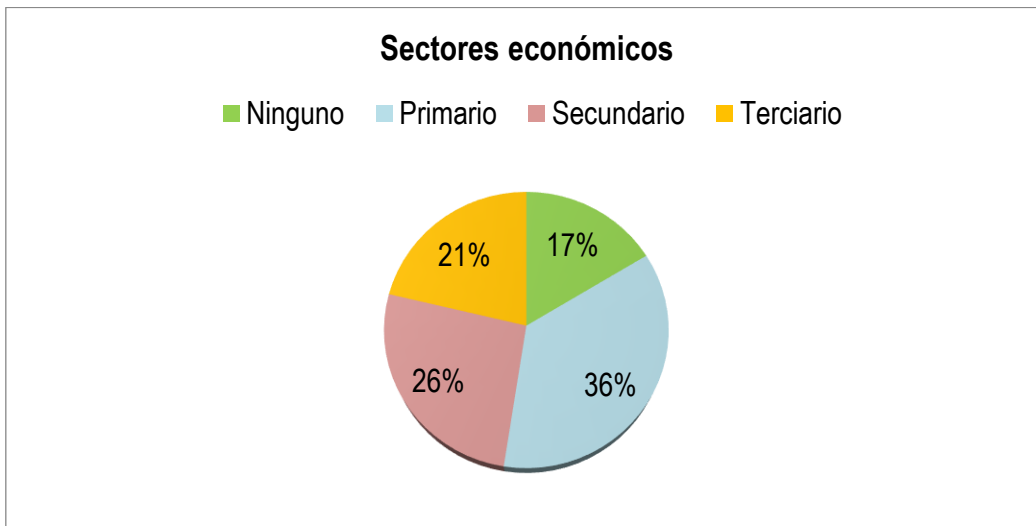


Figura III.20. Distribución porcentual de los sectores económicos en la LCB. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

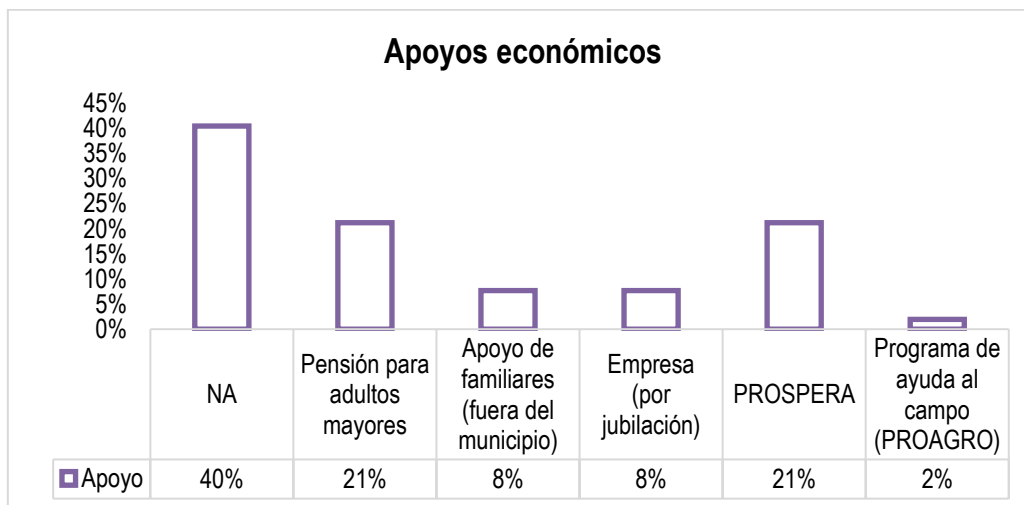


Figura III.21. Tipos de apoyos económicos que generan ingreso a las viviendas. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

Debido a que el sector económico primario es el que domina en la localidad las figuras III.22 y III.23 muestran respectivamente; la distribución porcentual del destino económico de la agricultura y los productos agrícolas cosechados tanto para venta como para autoconsumo.

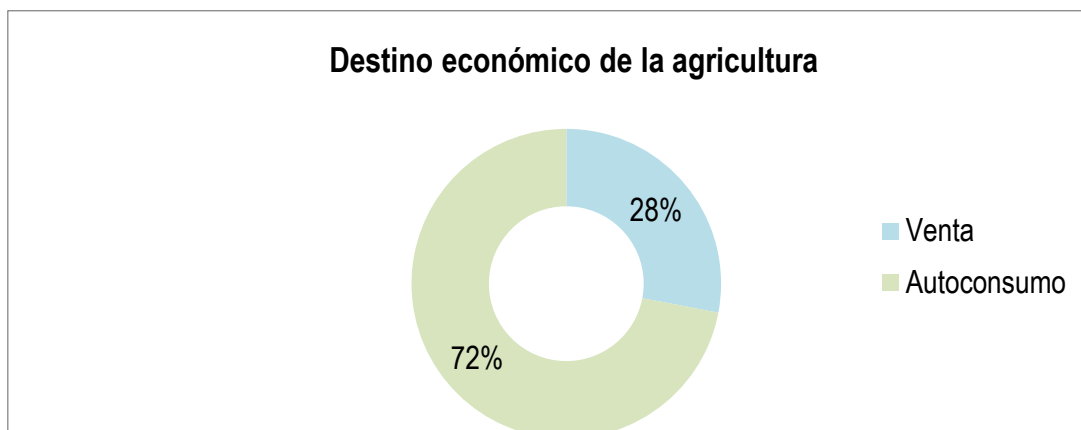


Figura III.22. Distribución porcentual del destino económico de la agricultura. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

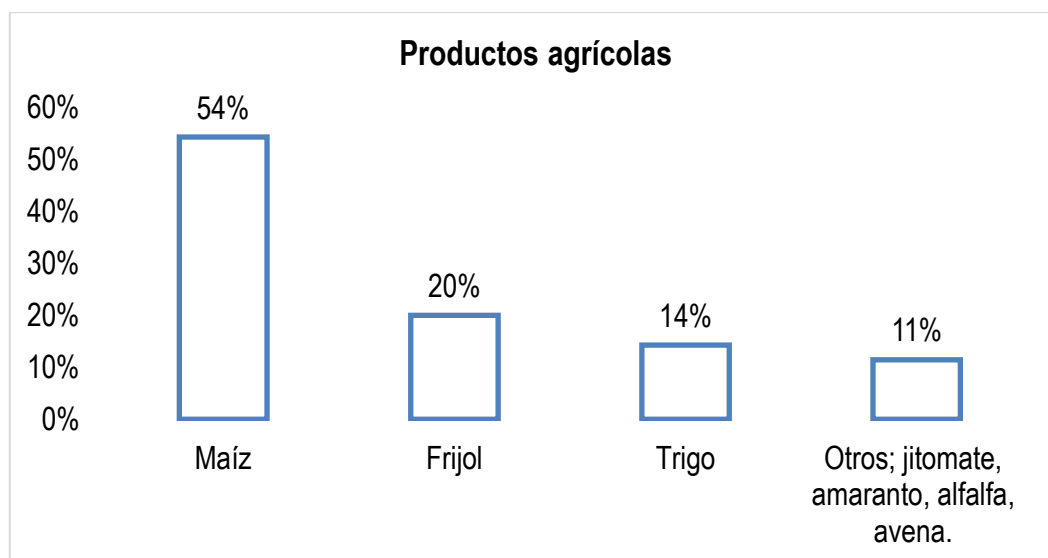


Figura III.23. Productos agrícolas cosechados en la LCB tanto para venta como para autoconsumo. Elaboración propia (cuestionario 11/02/18)

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Cumplimiento de los límites máximos permisibles para los parámetros obtenidos en laboratorio, según la NOM – 127 – SSA1-1994

A partir de la determinación de coliformes totales y fecales utilizando la técnica de filtro de membrana, se observan los resultados de la contabilización de colonias de coliformes en la tabla III-1, coliformes totales “rojas” y fecales “azules” (tabla III-2) con su respectiva localización por cuadrante, con ello según la tabla I-5 del capítulo 1, sobre los límites permisibles para características bacteriológicas, se concluye que el 100 % de las muestras **no cumplen** con el límite **“no detectable”** de colonias para una filtración por muestra de 100 ml, ya que se contabilizaron más de 50 colonias de coliformes totales para todos los casos y en todos los duplicados, así mismo en la contabilización de coliformes fecales en todos los casos se encontró al menos 1 colonia.

Resultado de los cuestionarios aplicados (anexos 3 y 4) se encontró que existen 7 formas de acceso al agua en la LCB, pero se presta especial atención a la muestra número 371 “centro” que corresponde a la “cisterna del ayuntamiento” pues ésta es la alternativa más utilizada (69 % de las viviendas) para el fin consumo según la figura III.1, la cual fue calificada en un 60% como **“buena”** para el fin mencionado, siendo además que en el 66 % de las viviendas en que se ocupa para ello se tiene como principal tratamiento de **desinfección “hervirla”** (figuras III.2 y III.3).

Además se encontró que el agua suministrada por las **“tomas domiciliarias”** con un 66 % de utilización es la alternativa más ocupada para el **uso doméstico** en las viviendas. Fue calificada en un 68 % de **calidad regular** la cual para su fin no **recibe ningún tratamiento de desinfección** en un 86 % (figuras III.4 y III.5).

Por otro lado los resultados de las características físicas; color y turbiedad que se muestran en las tablas III-3 y III-4 respectivamente, se observa que los límites máximos de: 20 (UC Pt-Co) y 20 (UTN) respectivamente no son rebasados, por lo tanto se concluye que ambos parámetros cumplen para todas las muestras estudiadas.

Se debe observar que la mínima unidad de color fue de 5 que correspondió a aquellas muestras tomadas de; tinacos, tinas y de las tomas domiciliarias con origen de la fuente “pozo” (tabla II-8). En contraste la unidad de color máxima que se alcanzó fue de 10 UC, siendo el origen del agua la fuente “pozo” para almacenamientos similares y “rio” para la “cisterna del ayuntamiento” (tabla II-8).

El máximo valor de turbiedad se registró en la muestra 5 con 0.97 (UTN) (tabla III-4) que correspondió al muestreo en una “pileta de concreto”. En contraste la muestra que presentó menores unidades de turbiedad fue la número 13 correspondiente al agua de la “cisterna del ayuntamiento” con 0.282 (UTN).

Dentro de las características químicas, los resultados de la concentración de cloro libre para todas las muestras estudiadas (tabla III-5) fueron menores al mínimo necesario de 0.2 (mg/l) por lo tanto se concluye que ninguna muestra cumple con la norma para este parámetro.

Respecto a los resultados de la concentración de nitritos, nitratos y sólidos disueltos para las muestras estudiadas (tablas III-6 a III-8) resultaron menores a los límites máximos permisibles de; 1 (mg/l), 10 (mg/l) y 1,000 (mg/l) respectivamente en todos los casos, por lo tanto estos parámetros cumplen con la norma.

Detalladamente se debe observar que las muestras con mayores concentraciones de nitritos y nitratos fueron; la 1 y 12 para nitritos con 0.009 (mg/l) y la muestra 9 para nitratos con 1.7 (mg/l), concentraciones que están en gran porcentaje debajo de lo permisible.

Se debe destacar además que la menor concentración de sólidos disueltos se encontró en la muestra número 13 (tabla III-11) con 198 (mg/l) la cual corresponde al muestreo del agua de la “cisterna del ayuntamiento”. Mientras que la mayor concentración se encontró en la muestra 4 correspondiente al almacenamiento “pileta” con 402 (mg/l) con procedencia de la fuente “pozo”.

La comparación entre los resultados de laboratorio y la percepción de los habitantes permitió visualizar una posible relación entre la aceptación del padecimiento de enfermedades de 14 % de los entrevistados que por dicho declararon haber padecido a causa del consumo de agua (figura III.14) y el 23 % de las viviendas estudiadas que admitieron no tratar de ningún modo el agua extraída de la cisterna del ayuntamiento, siendo ésta la principal fuente ocupada para el uso “consumo” (figura III.5) y de la cual el agua muestreada no cumplió los límites permisibles para las características bacteriológicas y de cloro libre mínimo necesario.

Es necesario prestar atención al saneamiento del agua y las aguas residuales generadas así como la falta de cobertura de alcantarillado que genera la utilización de fosas sépticas en un 93 % de las viviendas mientras que el 4 % la disponen simplemente en algún “terreno” (figura III.11) lo que pudieran estar generando problemas de contaminación a las fuentes de abastecimiento de agua actuales hecho que incrementa la validez de alguna de las posibles fuentes contaminantes que los encuestados perciben, siendo que 60 % de los entrevistados contestó apreciar algún tipo de contaminación quienes a su vez distinguen la principales causas 65 % basura y un 18 % agua residual (figuras III.12 y III.13).

- Análisis de resultados de las entrevistas

Resultado del análisis estadístico se encontró que la población entrevistada tiene una edad promedio de 56 años, la mínima entrevistada fue de 20 y la máxima de 88 años además la mayor parte se concentró en los 55 años (figura III.19).

En el aspecto economía la figura III.20 muestra que en 83 % de las viviendas al menos existe una persona económicamente activa que se identifica en algún sector, distribuyéndose 36 % en el sector primario, 26 % secundario y 21 % en el terciario. En el sector primario la agricultura se realiza en un 72% para autoconsumo y en un 28% para venta, cosechando como productos principales el maíz 54 %, frijol 20 % y trigo 14% (figura III.22).

Es necesario tener en cuenta que el 21 % de las viviendas en que no hay personas económicamente activas, se aceptó tener como ingreso algún apoyo como; pensión

para adultos mayores, prospera, apoyo de familiares, o algún programa de ayuda para el campo.

Las figuras III.6–III.8 muestran que actualmente en 69 % de las viviendas se compra agua en las presentaciones “garrafón” 48 % y “relleno de tinacos” 52 %. El uso de esta agua se destina para consumo y uso doméstico en igual porcentaje (45 %). Y además en la figura III.9 se observa que 70 % de las viviendas que compran agua en cualquier presentación tienen un gasto mensual promedio de \$ 507.00 mensuales y un 15 % destinan hasta \$ 999.00 mensuales en promedio para la compra de agua.

Una de las observaciones de los entrevistados fue que existe una mala distribución del agua y argumentaron que es a causa de la mala planeación de la red de abastecimiento, ello puede comprobarse, en la figura III.10 en la que se muestra la continuidad del servicio en las tomas domiciliarias distribuyéndose de la siguiente forma; 51 % cada tercer día, 34 % una vez por semana, 3 % diario pero intermitente, 9 % menos de una vez por semana (1 vez cada 15 días) y finalmente 3 % argumenta que nunca ha tenido servicio de agua pese a que cuenta con una toma domiciliaria. Tomando en cuenta la anterior; distribución de cobertura y continuidad del servicio, 92 % consideró que el servicio presenta “escasez”.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta investigación presentó el panorama del recurso agua y los contextos; social y económico de la localidad de Concepción Buenavista, Oaxaca entre el periodo 2017 y 2018 basándose en el estudio de un proyecto en las etapas de pre factibilidad y factibilidad bajo una metodología de investigación mixta. Desglosando punto por punto este trabajo permitió lo siguiente:

1. Se presentaron las principales fuentes de agua que actualmente utiliza el municipio, su calidad y tratamiento.
2. Se conoció el rezago en dotación y cobertura del servicio de agua en la localidad.
3. Se realizó una caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua en base a la norma NOM – 127 – SSA1-1994.
4. Se contrastaron los principales resultados arrojados del estudio social y los parámetros estudiados en laboratorio evaluados según los límites permisibles de calidad por norma.

De los resultados presentados respecto a las condiciones de abasto, acceso y cobertura hídrica y de la bibliografía consultada en este trabajo se puede definir como “escasez” el problema hídrico que los habitantes perciben tener, la cual en este caso de estudio se manifiesta de manera física, organizacional y de rendición de cuentas. La escasez se presenta como desabasto del recurso físico agua, que refiere a la no disponibilidad en cantidad ni calidad aceptable resultado de recursos hídricos insuficientes, ausencia de infraestructura y del inadecuado mantenimiento de las mismas. Pero además los resultados también revelan que existe escasez de tipo organizacional y de rendición de cuentas lo cual se refiere a la incapacidad de las instituciones y las autoridades gubernamentales de capturar y distribuir apropiadamente el recurso.

De los resultados de los análisis de laboratorio se concluye que la fuente de agua “pozo” y los diferentes depósitos en los que los habitantes almacenan esta agua así como el agua proveniente del río “El pirul” almacenada en la cisterna del ayuntamiento, no es agua potable y por lo tanto no es apta para el uso y consumo humano en restricto apego a la NOM-127-SSA1-1994 por no cumplir con los límites permisibles para las características bacteriológicas y para cloro libre.

El estudio social permitió incrementar la validez de los resultados de laboratorio y éstos a su vez ayudaron a dar una mayor capacidad de explicación a la percepción de los habitantes captada en las entrevistas.

Por otro lado una de las mayores ventajas que brindó el estudio social fue que se generaron hipótesis específicamente de las condiciones de calidad del agua así como de la aceptación e importancia del servicio, lo cual permitió tener una línea base para generar la propuesta de recolección de muestras de laboratorio.

Además la metodología de investigación mixta permitió obtener observaciones cualitativas de las cuales hay que tomar como importante la siguiente: “Los hogares entrevistados dieron preferencia de contestar al jefe del hogar es decir al hombre, en los casos en que no se encontraba en algunos casos no se respondió a los ingresos, egresos o pérdidas económicas justificando que las mujeres no sabían de ello”. Por

lo anterior en futuras líneas de investigación hay que tomar en cuenta que los habitantes de la localidad tienen por costumbre jerárquica al hombre del hogar y otras cuestiones como el periodo presidencial en que rotan a las autoridades municipales cada dos años.

- Recomendaciones

A partir de lo descrito pueden derivarse las líneas de investigación siguientes:

La realización de muestreos adicionales directos en las fuentes de agua en especial en las que abastecen a la cisterna del ayuntamiento. Así como realizar una investigación para exploración de las posibles fuentes de contaminación en especial las descritas en este trabajo.

Con base a los estudios de laboratorio se concluye que el tren de tratamiento para la potabilización del agua según las condiciones actuales no ocupará la remoción de color, turbiedad, sólidos disueltos, nitritos o nitratos. En cambio será necesario atender la eliminación de coliformes así como permitir una concentración de cloro libre en el rango de 0.2 - 1.50 (mg/l), esto es a atender la desinfección del agua.

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
División de Ingenierías Civil y Geomática (DICyG)
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (LISA)
Localidad de Concepción Buenavista (LCB)
Municipio de Concepción Buenavista Oaxaca (MCBO)
Registro Público de Derechos de Agua (REPDA)

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS:

FIGURA I.1 GRADO DE REZAGO SOCIAL POR MUNICIPIO, 2015 (CONAGUA, 2016A)	4
FIGURA I.2 DESARROLLO Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA, 2015 (CONAGUA, 2016A)	5
FIGURA I.3 CONTRASTES REGIONALES ENTRE EL AGUA RENOVABLE Y EL DESARROLLO (CONAGUA, 2016A)	5
FIGURA I.4 AGUA RENOVABLE PER CÁPITA 2015 (CONAGUA, 2016A).	6
FIGURA I.5 DISTRIBUCIÓN DE VOLÚMENES CONCESIONADOS POR USOS AGRUPADOS CONSUNTIVOS, 2015 (CONAGUA, 2016A)	7
FIGURA I.6 DISPONIBILIDAD NATURAL MEDIA PER CÁPITA (M ³ /HAB/AÑO). INEGI. AGUA CUÉNTAME MÉXICO. RECUPERADO DE HTTP://CUENTAME.INEGI.ORG.MX/TERRITORIO/AGUA/DISPON.ASPX?TEMA=T	8
FIGURA I.7 COBERTURA DE AGUA POTABLE EN MÉXICO, 2015 (CONAGUA, 2016)	9
FIGURA I.8. AGUA PRODUCIDA Y DESINFECTADA POR ORIGEN (M ³ /S) (CONAGUA, 2011)	10
FIGURA I.9 DEFINICIONES CONVENCIONALES DE NIVELES DE ESTRÉS HÍDRICO (FAO, 2013)	13
FIGURA I.10. VÍAS DE TRANSMISIÓN Y EJEMPLOS DE AGENTES PATÓGENOS RELACIONADOS CON EL AGUA (OMS, 2006, PÁG. 107)	17
FIGURA I.11. VOLÚMENES DE MUESTRA RECOMENDADOS PARA LA PRUEBA DE FILTRO DE MEMBRANA EN COLIFORMES FECALIS (PAHO, N.D., PÁG. 9)	19
FIGURA I.12. RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	24
FIGURA I.13. RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS	25
FIGURA II.1. OAXACA REGIÓN MIXTECA (CDI., 2000)	29
FIGURA II.2. LOCALIDADES E INFRAESTRUCTURA PARA EL TRANSPORTE (INEGI, 2009)	30
FIGURA II.3. DISTRIBUCIÓN DE CLIMAS EN CONCEPCIÓN BUENAVISTA OAXACA (CDI., 2000)	31
FIGURA II.4. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (INEGI, 2009)	32
FIGURA II.5. LOCALIDADES ACTIVAS EN MCBO (SEDESOL, 2013)	34
FIGURA II.6. INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS MCBO (CONEVAL, 2010)	35
FIGURA II.7. INDICADORES DE POBREZA Y VULNERABILIDAD (PORCENTAJES), 2010 MCBO (CONEVAL, 2010)	35
FIGURA II.8. INDICADORES DE CARENCIA SOCIAL (PORCENTAJES), 2010. MCBO (CONEVAL, 2010)	36
FIGURA II.9. LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA (ELABORADO CON GOOGLEEARTH 2018)	39
FIGURA II.10. MATERIAL DE MUESTREO UTILIZADO PARA LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS	41
FIGURA II.11. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS TOMADOS EN CAMPO. LCB. 11/02/18	43
FIGURA II.12. PUNTOS DE MUESTREO EN LA LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA, OAXACA (ELABORACIÓN PROPIA CON GOOGLE EARTH)	44
FIGURA II.13. MATERIAL DE LABORATORIO PARA PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS. LISA. 12/02/2018	49

FIGURA II.14. ETAPA 1 DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS. LISA. 12/02/18	51
FIGURA II.15. ETAPA 2 DEL PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS. LISA. 12/02/18	52
FIGURA II.16. MATERIAL DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE CLORO LIBRE. LISA. 12/02/18	53
FIGURA II.17. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE CLORO LIBRE. LISA. 12/02/18	54
FIGURA II.18. MATERIAL DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE NITRITOS Y NITRATOS. LISA. 13/02/18	55
FIGURA II.19. PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE NITRITOS Y NITRATOS. LISA. 13/02/18	56
FIGURA II.20. MATERIAL DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE COLOR. LISA. 13/02/18	57
FIGURA II.21. PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE COLOR. LISA. 13/02/18	57
FIGURA II.22. PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES. LISA. 14/02/18	59
FIGURA III.1. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR USO (CONSUMO/ USO DOMÉSTICO) DE LAS ALTERNATIVAS DE ACCESO AL AGUA UTILIZADAS EN LA VIVIENDA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	67
FIGURA III.2. PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA TOMA DOMICILIARIA PARA LOS USOS (CONSUMO/USO DOMÉSTICO). ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	68
FIGURA III.3. TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA DESINFECTAR EL AGUA DE LA "TOMA DOMICILIARIA" UTILIZADA PARA LOS USOS (CONSUMO/USO DOMÉSTICO). ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	68
FIGURA III.4. PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA "CISTERNA DEL AYUNTAMIENTO" PARA LOS USOS (CONSUMO/USO DOMÉSTICO). ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	69
FIGURA III.5. TRATAMIENTOS UTILIZADOS PARA DESINFECTAR EL AGUA DE LA "CISTERNA DEL AYUNTAMIENTO" UTILIZADA PARA LOS USOS (CONSUMO/USO DOMÉSTICO). ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	69
FIGURA III.6. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA COMPRA DE AGUA (CUESTIONARIO 11/02/18)	69
FIGURA III.7. PRESENTACIONES DE COMPRA DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	70
FIGURA III.8. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS USOS QUE SE LE DA AL AGUA COMPRADA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	70
FIGURA III.9. DISTRIBUCIÓN POR CLASES DEL GASTO MENSUAL DE AGUA EN LA VIVIENDA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	70
FIGURA III.10. CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	71
FIGURA III.11. DISPOSICIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LAS VIVIENDAS. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	71
FIGURA III.12. PERCEPCIÓN SOBRE LA EXISTENCIA DE CONTAMINACIÓN EN LAS FUENTES DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	72
FIGURA III.13. PERCEPCIÓN SOBRE LAS CAUSAS QUE ORIGINAN LA CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	72
FIGURA III.14. DECLARACIÓN DE PADECIMIENTO DE ENFERMEDADES A CAUSA DEL CONSUMO DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	72
FIGURA III.15. DECLARACIÓN DEL TIPO DE ENFERMEDADES ATRIBUIDAS AL CONSUMO DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	73
FIGURA III.16. FRECUENCIA DE ENFERMEDADES ATRIBUIDAS AL CONSUMO DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	73
FIGURA III.17. DISTRIBUCIÓN EN PORCENTAJE DE LOS SERVICIOS CONSIDERADOS EN EL NIVEL 1 DE 7 MÁS IMPORTANTES EN LA VIVIENDA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	74
FIGURA III.18. DISPOSICIÓN A PAGAR (\$/AÑO) POR UN MEJOR SERVICIO DE AGUA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	74

FIGURA III.19. EDADES DE LA POBLACIÓN MAYOR DE EDAD ENTREVISTADA (HOMBRES Y MUJERES). ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 27/07/17)	75
FIGURA III.20. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS SECTORES ECONÓMICOS EN LA LCB. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	75
FIGURA III.21. TIPOS DE APOYOS ECONÓMICOS QUE GENERAN INGRESO A LAS VIVIENDAS. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	75
FIGURA III.22. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL DESTINO ECONÓMICO DE LA AGRICULTURA. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	76
FIGURA III.23. PRODUCTOS AGRÍCOLAS COSECHADOS EN LA LCB TANTO PARA VENTA COMO PARA AUTOCONSUMO. ELABORACIÓN PROPIA (CUESTIONARIO 11/02/18)	76

TABLAS:

TABLA I-1 AGRUPACIÓN DE USOS DE LA CLASIFICACIÓN DEL REDPA (CONAGUA, 2016B, PÁG. 70)	7
TABLA I-2. RESUMEN DE LA COBERTURA DE AGUA POTABLE (ENCUESTA INTERCENSAL INEGI, 2015)	9
TABLA I-3 RESUMEN DE LOS REQUISITOS DEL NIVEL DEL SERVICIO DE AGUA PARA PROMOVER LA SALUD (OMS 2003)	11
TABLA I-4. NORMAS MEXICANAS RELACIONADAS CON EL SECTOR AGUA, SECTOR SALUD (CONAGUA, 2016B)	14
TABLA I-5. LÍMITES PERMISIBLES PARA CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS. NOM – 127 – SSA1-1994 (22 DE NOVIEMBRE DE 2000)	14
TABLA I-6. LÍMITES PERMISIBLES PARA CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS. NOM – 127 – SSA1-1994 (22 DE NOVIEMBRE DE 2000)	15
TABLA I-7. LÍMITES PERMISIBLES PARA CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS. NOM – 127 – SSA1-1994 (22 DE NOVIEMBRE DE 2000)	15
TABLA I-8. TRATAMIENTOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA SEGÚN LOS CONTAMINANTES DE ACUERDO A LA NOM – 127 – SSA1-1994	22
TABLA I-9. CANTIDAD DE MUESTRA Y CONDICIONES DE PRESERVACIÓN PARA ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS. NOM-014-SSA1-1993	25
TABLA II-1. LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA, OAXACA (SEDESOL, 2013)	33
TABLA II-2. ÍNDICES SINTÉTICOS E INDICADORES 2010 MCBO (CONEVAL, 2010)	34
TABLA II-3. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR CONDICIÓN DE ACTIVIDAD ECONÓMICA SEGÚN SEXO, 2010 (INAFED, N.D.)	36
TABLA II-4. VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS POR TIPO DE SERVICIOS CON LOS QUE CUENTAN, 2010 (INAFED, N.D.)	37
TABLA II-5. POBLACIÓN TOTAL POR LUGAR DE NACIMIENTO SEGÚN SEXO, 2010 (INAFED, N.D.)	37
TABLA II-6. POBLACIÓN DE 5 AÑOS Y MÁS POR LUGAR DE RESIDENCIA EN JUNIO DE 2005 SEGÚN SEXO (INAFED, N.D.)	38
TABLA II-7. SERVICIOS EN LA VIVIENDA. LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA (INAFED, N.D.)	38
TABLA II-8. INFORMACIÓN RECOLECTADA EN LOS 13 PUNTOS DE MUESTREO LOCALIZADOS EN LA LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA	45
TABLA II-9. DATOS GENERALES DE LA REALIZACIÓN DE TRABAJO DE CAMPO EN LA LOCALIDAD DE CONCEPCIÓN BUENAVISTA	48
TABLA II-10. RESUMEN DE LOS PARÁMETROS ESTUDIADOS CON SUS RESPECTIVOS LÍMITES PERMISIBLES Y LOS MÉTODOS EMPLEADOS PARA SU REALIZACIÓN	59
TABLA III-1. CONTABILIZACIÓN DE COLONIAS DE COLIFORMES TOTALES “ROJAS” Y FECALAS “AZULES”, LOCALIZACIÓN POR CUADRANTE Y COMPARACIÓN CON LA NOM -127-SSA1-1994	60
TABLA III-2. COMPARACIÓN VISUAL DE FORMACIÓN DE COLONIAS DE COLIFORMES ENTRE LAS PRUEBAS 1 Y 2 DE CADA MUESTRA Y ORGANIZACIÓN POR CUADRANTE	61
TABLA III-3. RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE COLOR POR NÚMERO DE MUESTRA Y COMPARACIÓN CONTRA EL LÍMITE MÁXIMO DE LA NOM -127-SSA1-1994	63
TABLA III-4. RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE TURBIEDAD POR NÚMERO DE MUESTRA Y COMPARACIÓN CONTRA EL LÍMITE MÁXIMO DE LA NOM -127-SSA1-1994	64

TABLA III-5. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO LIBRE POR NÚMERO DE MUESTRA Y COMPARACIÓN CONTRA EL LÍMITE MÁXIMO DE LA NOM -127-SSA1-1994	64
TABLA III-6. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRITOS POR NÚMERO DE MUESTRA Y COMPARACIÓN CONTRA EL LÍMITE MÁXIMO DE LA NOM -127-SSA1-1994	65
TABLA III-7. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS POR NÚMERO DE MUESTRA Y COMPARACIÓN CONTRA EL LÍMITE MÁXIMO DE LA NOM -127-SSA1-1994	65
TABLA III-8. CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS DE LAS MUESTRAS CON EL MENOR PORCENTAJE DE ERROR OBTENIDO ENTRE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO Y LOS TOMADOS EN SITIO CON EL “MULTIPARAMÉTRICO” Y COMPARACIÓN CONTRA EL LÍMITE MÁXIMO DE LA NOM -127-SSA1-1994	66
TABLA III-9. DATOS REGISTRADOS EN LABORATORIO Y TOMADOS EN SITIO PARA LA OBTENCIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS.	66
TABLA III-10. NUMERACIÓN POR ORDEN DE IMPORTANCIA DE 7 SERVICIOS EN LA VIVIENDA. ELABORACIÓN PROPIA	73

REFERENCIAS

- Brito, N. V. (2007). *Alternativas de potabilización para el agua que abastecerá a la ampliación del aeropuerto internacional de la Ciudad de México*. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
- CDI, C. N. para el D. de los pueblos I. (2000). *Mapas_regiones_oaxaca. Sistema de Indicadores sobre la Población Indígena de México, con base en INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda, México*.
- CONAGUA. (2011). Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, 31 y 136. Retrieved from www.gob.mx/semarnat
- CONAGUA. (2014). Programa Nacional Hídrico 2014-2018. *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 Del Gobierno de La República*, 139. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- CONAGUA. (2016a). Atlas del Agua en México 2016. *Comisión Nacional Del Agua. Subdirección General de Planeación.*, 135. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- CONAGUA. (2016b). Estadísticas del agua en México, 282.
- CONEVAL. (2010). Informe Anual Sobre La Situación De Pobreza y Rezago Social. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/34351/Oaxaca_018.pdf
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2013). *Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria*FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2013). *Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. Informe Sobre Temas. Informe Sobre Temas Hídricos no. 38*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del pilar. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta edi). México, D.F: McGRAW- HILL.
- Howard, G., & Bartram, J. (2003). OMS | La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud. *WHO(World Health Organization)*. Retrieved from http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/
- INAFED, I. N. para el F. y el D. M. (n.d.). Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). Retrieved April 15, 2018, from <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- INEGI. (n.d.). Agua. Cuéntame de México. Retrieved April 3, 2018, from <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>
- INEGI. (2009). Prontuario de Información Geográfica Municipal. Concepción Buenavista, Oaxaca Clave geoestadística 20018., 9.
- OMS, O. M. de la S. (2006). Guidelines for Drinking-water Quality. In *Atención Primaria* (Vol. 23, p. 7). Retrieved from http://201.147.150.252:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1262/Investigao_e_evoloio.pdf?sequence=1
- OMS, O. M. de la S. (2017). OMS | Agua. *World Health Organization (WHO)*. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
- PAHO, Pan American Health Organization. BVSDE, B. V. en D. S. y S. A. (n.d.). Exámenes bacteriológicos y calida del agua.
- Roman C, M. (2016). Guía Práctica para el Diseño de Proyectos Sociales. *Cide*, 38. <https://doi.org/10.18359/ravi.1425>
- SEDESOL. (2013). Catálogo Localidades. Retrieved April 15, 2018, from <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo>

=loc&ent=20&mun=018

SSA. NOM-014-SSA1-1993 (1994). Retrieved from <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/014ssa13.html>

SSA. Modificación a la NOM-127-SSA1-1994. (2000). Retrieved from <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html>

SSA. NOM-230-SSA1-2002. (2005). México.

Vázquez, A. B. (n.d.). Manual de Prácticas del Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Vázquez González, A. B. (2017). Características físicas y químicas, 1–15.

ANEXOS

Ficha técnica del medio “m-colibblue24”

M00PMCB24 | Caldo m-ColiBlue24®

Para el análisis del agua potable y el agua ambiental. Detección de coliformes totales y de *E. coli*.

Descripción	
Número de catálogo	M00PMCB24
Descripción	Caldo m-ColiBlue24®
Visión de conjunto	Compatible with Absorbent Pads EO sterilized items AP10047E0 or Milliflex® Liquid Media Cassette. Do not use Gamma sterilized Millipore items.

Información del producto	
Dispositivo aplicable	<ul style="list-style-type: none">• Método MF• Microfil• Milliflex• MicropreSure
Tipo de ensayo	<ul style="list-style-type: none">• Carga biológica• Límites microbiológicos

Información biológica	
Aspecto del microorganismo	Las coliformes totales forman colonias rojas. <i>E. coli</i> forma colonias azules
Medio de agar prellenado	m-ColiBlue
Organismos de control de calidad	<ul style="list-style-type: none">• <i>E. cloacae</i> (ATCC 23355)• <i>E. coli</i> (ATCC 25922)• <i>K. pneumoniae</i> (ATCC 13883)• <i>P. aeruginosa</i> (ATCC 27853)
Microorganismos seleccionados	<ul style="list-style-type: none">• Total coliforms and <i>E. Coli</i>
Temperatura de incubación	35 °C ± 0.5
Tiempo de incubación	24 hrs
Color del medio	Azul
Forma de los medios	Líquido

Declaraciones de uso del producto	
Certificado incluido (S/N)	Y
Cumplimiento de las normas	Aprobado por la EPA

Fotografías



Fotografía. 1. Tanques elevados y la cisterna del ayuntamiento. LCB 2017, fotografía propia.



Fotografía. 2. Comedor comunitario, municipal. LCB 2017, fotografía propia.



Fotografía. 3. Presidencia municipal. LCB 2017, fotografía propia.



Fotografía. 4. Maquinaria para el corte de cantera. LCB 2018, fotografía propia.



Fotografía. 5. Mosaico para piso en cantera. LCB 2018, fotografía propia.



Fotografía. 6. Sistema de recolección de agua de lluvia. LCB 2018, fotografía propia.



Fotografía. 7. Equipo de bombeo para pozo. LCB 2018, fotografía tomada por la brigada de trabajo.



Fotografía. 8. Río "El Enebro" para abastecimiento de los tanques elevados. LCB 2018, fotografía tomada por la brigada de trabajo.



Fotografía. 9. Brigada de trabajo. LCB 2018, fotografía tomada por la brigada de trabajo.

Formato de cuestionario 10-febrero-18



Universidad Nacional Autónoma de México.
Facultad de Ingeniería.
División de Ingenierías Civil y Geomática



Instrumento de análisis para la percepción del abastecimiento de agua potable, saneamiento y repercusión en el bienestar de Concepción Buenavista, Oaxaca.

- ¿En su hogar hay personas que realizan alguna actividad económica por la cual obtienen dinero?
a) SI__ ¿Cuántas?_____ b) NO.
- ¿Su hogar recibe algún apoyo como...?

Programa.	Número de beneficiarios.	Monto del apoyo. (\$)	Frecuencia de obtención.	Apoyo mensual.
a) Pensión para adultos mayores.				
b) Apoyo de familiares (fuera del municipio).				
c) Empresa (por jubilación).				
d) PROSPERA/ otro programa de gobierno.				
			Total.	

- ¿Qué actividades generan ingreso a su hogar? **De acuerdo a la pregunta 1.**

a) Sector primario.	Agricultura	Ganadería.	Minería.	Explotación forestal
b) Sector secundario.	Construcción	Artesanías.	Fábrica/ taller/cantera.	
c) Sector terciario.	Comercio.	Servicios públicos.	Servicios profesionales.	Servicios domésticos (remunerados)

Sector (a), (b), (c).	¿Cuánto gana al día? Semana/mes	¿Cuántos días remunerados trabaja a la semana?	Ingreso total (\$/mes)

En caso de agricultura. Producto agrícola principal: _____

a) Agricultura (venta)	¿Cuántas veces siembra al año?	¿Cuánto (ton, kilos, costales) obtiene en una cosecha?	¿Cuál es su precio en el mercado?	Ingreso total (\$/mes)
b) Para autoconsumo		¿Cuántos productos vende al mes?	¿Costo de cada producto?	

- ¿De dónde obtiene el agua que utiliza en su domicilio? 1. Uso doméstico. 2. Consumo humano.

	Fuente	1	2	Calidad	1	2	¿Para beber cocinar qué hace?	1	2
a)	Toma domiciliaria			Excelente			La hiervo.		
b)	Río (Acarreo).			Buena			La cloro.		
c)	Cisterna del ayuntamiento. (Acarreo).			Regular			Gotas/pastillas.		
d)	Pipa particular/tinacos.			Mala			No la trato.		
e)	De garrafón						Otro.		

