



CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO ALTERNO DE LAS NORIAS EN EL POBLADO DE TEACAPÁN, SINALOA, SINALOA

TITULACIÓN INTEGRAL TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de
INGENIERO EN BIOQUÍMICA

Presenta
BRAMBILA PARDO DANIELA PATRICIA

No. de control
171000088

Mazatlán, Sin., Febrero de 2023



ITMAZ



9001:2015



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO

OFICIO DE IMPRESIÓN DE TESIS

Dedicatoria

A mis padres y hermano por todo su apoyo incondicional, sin ustedes no hubiese sido posible llegar a este momento. Por ser una mujer trabajadora y fuerte, por cada día confiar y creer en mí, por haberme ayudado a cumplir uno de mis sueños y eso te lo debo a ti mamá. A mi padre, gracias por enseñarme que todo es posible si se quiere, por sus sabios consejos dados durante todos estos años de estudios, por ello no me cansare en darle las gracias y mucho menos tendré como pagarle todo su apoyo.

Agradecimientos

Agradezco a mis docentes por la formación, en especial a mis tutores y asesores la Dr. Ana María Rivas Montaña y al Dr. Evaristo Méndez Gómez por su dedicación, paciencia, ayuda y por todo el nuevo conocimiento generado en este proceso

A mis padres y a mi hermano, por su apoyo incondicional y sabios consejos dados durante todos estos años de estudios.

A Tomas Flores Portillo y Karely Hernández de la Rosa por ser mis amigos y compañeros en esta bonita etapa de la vida, en la cual fueron de mucho apoyo en todo momento.

Resumen

La vigilancia sanitaria del agua para consumo humano es crucial para prevenir enfermedades transmitidas con el uso y consumo de agua, principalmente en zonas rurales donde no hay agua potable cuyo abastecimiento de agua son norias artesanales ubicados dentro del predio donde habitan. Por ello se determinó la calidad microbiológica sanitaria del agua de pozos, en Teacapán, Sinaloa se utilizó como indicadores de contaminación a las bacterias coliformes totales, fecales y *E. coli*, así mismo se determinó la salinidad. De diciembre del 2020 a mayo del 2022, se realizaron 7 muestreos, los valores de coliformes totales y fecales variaron entre 2 y ≥ 2400 tanto para coliformes totales y fecales en 100 mL en el tiempo se observa que los factores climatológicos como son las lloviznas o lluvias torrenciales aumentaron los niveles de contaminación en el agua de las norias debido al arrastre e infiltración de contaminantes, por ello la contaminación microbiológica en términos de contenido de coliformes totales, y fecales, rebasaron los límites máximos establecidos en la NOM-SSA 127. Todas las norias del poblado están potencialmente contaminadas, las muestras registraron niveles altos de contaminación fecal, pero esta fue mayor en la zona noreste y noroeste, que corresponden a las zonas más antiguas y densamente pobladas del poblado. La salinidad no es homogénea, en tiempo y espacios, se detecta una intrusión salina variable en función de la altura del terreno sobre el nivel del mar. Las condiciones de construcción, instalación y operación de las norias, no cumplen con la norma, situación que facilita la fuerte contaminación observada y aumenta el riesgo hacia la salud humana de todo el poblado, concluyéndose que: el agua de las norias, no es apta para uso y consumo humano y su uso es un riesgo inminente para los pobladores.

Palabras clave: Agua, norias, bacterias, salinidad, contaminación

Tabla de contenido

RESUMEN	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN.....	4
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
MARCO TEÓRICO	6
AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	6
TIPOS DE ACUÍFEROS	6
LA SALINIZACIÓN DE SUELO EN AGUA SUBTERRÁNEA.....	8
INDICADORES DE CONTAMINACIÓN FECAL EN AGUA Y ALIMENTOS.....	9
TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE (NMP).....	9
ESCHERICHIA COLI	11
METODOLOGÍA.....	13
ÁREA DE ESTUDIO	13
DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y FECALIS	16
ORGANISMOS COLIFORMES FECALIS (TERMOTOLERANTES)	18
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIÓN	32
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	41

Índice de Figuras

Figura 1. Acuífero libre según su estructura y funcionamiento. Tomado de Sistema Integrado de Información del Agua (SIIA)	6
Figura 2. Acuífero confinado según su estructura y funcionamiento. Tomado de Sistema Integrado de Información del Agua (SIIA)	7
Figura 3. Tipos de acuíferos según sus características hidrodinámicas. Tomado de Sistema Integrado de Información del Agua (SIIA)	7
Figura 4. El aumento del nivel del mar y extracción excesiva puede contaminar el agua subterránea. Tomado de Custodio E., 2017.....	8
Figura 5. El aumento del nivel del mar y extracción excesiva puede contaminar el agua subterránea. Tomado de Custodio E., 2017.....	15
Figura 6. Distribución de pozos en las zonas del poblado de Teacapán. El color representa el porcentaje de pozos registrado en cada zona.....	19
Figura 7. Valoración temporal de coniformes totales, fecales y sanidad en pozos en la zona noreste de Teacapán, Sinaloa. Los resultados en grafica marcados con 1800 y 2400 son iguales o mayores a este número.....	23
Figura 8. Valoración temporal de coliformes totales, fecales y sanidad en pozos en la zona sueste de Teacapán, Sinaloa. Los resultados en grafica marcados con 2400 son iguales o mayores a este número.....	24
Figura 9. Valoración temporal de coliformes totales, fecales y sanidad en pozos en la zona suroeste de Teacapán, Sinaloa Los resultados en grafica marcados con 2400 son iguales o mayores a este número.....	25
Figura 10. Valoración temporal de coliformes totales, fecales y sanidad en pozos en la zona noroeste de Teacapán, Sinaloa Los resultados en grafica marcados con 2400 son iguales o mayores a este número.....	26

Índice de Tablas

Tabla 1. Ubicacación de las zonas de estudio	14
Tabla 2. Fuentes de abastecimiento de agua combinada en Teacapán, Sinaloa.	20
Tabla 3. Porcentaje de viviendas que no cuentan con pozo para abasteciendo de agua en Teacapán, Sinaloa	20
Tabla 4. Encuestas de distribución hospedaje para turistas en Teacapán, Sinaloa.....	21
Tabla 5. Valores de NMP por cada 100 mL de muestra y 95 % de límite de confianza (cuando se utilizan cinco alícuotas de muestra de 10 mL, cinco de 1 mL y cinco de 0,1 mL).	46
Tabla 6. Infraestructura de suministro y usos del agua en viviendas de Teacapán, Sinaloa.	48

Anexos

Anexo 1. Fuentes de contaminación junto al pozo de abastecimiento	41
Anexo 2. Tapas inadecuadas para tapar un pozo de abastecimiento de agua	42
Anexo 3. Pozos de abastecimiento sin protección	43
Anexo 4. Pozo con borde de protección de altura baja.	44
Anexo 5. Pozo de abastecimiento inundado en periodo de lluvias.....	45

Introducción

El agua para consumo humano es una vía de transmisión de enfermedades, cuando está contaminada por microorganismos, el saneamiento deficiente se relaciona con enfermedades como fiebre tifoidea, cólera, disentería, la hepatitis A, otras diarreas y poliomielitis sin embargo también se presentan contaminantes químicos vertidos como desechos de las diferentes actividades humanas (World Health Organization, 2022). Los contaminantes vertidos en el agua sin control han generado un problema mundial conocido como falta de saneamiento que produce riesgos asociados a la calidad del agua afectando la vida acuática y la salud humana (Díaz et al., 2003).

Según las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud señalaron al 2019 quien cuanto a los referentes a la calidad del agua para uso y consumo de agua, 2,200 millones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable, aproximadamente 4,200 millones de personas, carecen de servicios de saneamiento; 2,000 millones de personas viven en países que sufren escasez de agua; 16 millones de personas en América latina y el Caribe, todavía defecan al aire libre, por ejemplo en alcantarillas, detrás de arbustos o en masas de agua; además, el 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas adecuadamente (Organización de las Naciones Unidas, 2020), factores que en forma directa o indirecta son la causa de muerte cada año de aproximadamente 297,000 niños menores de cinco años, debido a enfermedades diarreicas causadas por las malas condiciones sanitarias del agua de consumo no potable (Organización Mundial de la Salud, 2019).

En América Latina y el Caribe, las enfermedades diarreicas agudas (EDA), son una de las diez causas principales de muertes por año, debido a problemas en la calidad del agua, principalmente al manejo inadecuado de aguas residuales que contaminan los acuíferos (Rodríguez et al., 2016). En México el sistema de vigilancia epidemiológico registro entre el año 2008 a los 2017 seis millones de casos de EDA por año (Olaiz-Fernández et al., 2020). Para el 2019 el segundo lugar de enfermedad

más común que afecto a la población fueron las enfermedades diarreicas agudas, estimándose un total de 5,4 millones de casos. La mayoría de dichos casos se presentaron en adultos de entre los 25 a 44 años y en niños de uno a cuatro años. El grupo de edad con la menor cantidad de casos fueron las personas de más de 60 y menos de 65 años (Statista Research Department, 2021).

El problema de consumo de agua insalubre, surge principalmente en las zonas rurales, donde la mayoría de las comunidades no cuentan con infraestructura de saneamiento ni sistemas de potabilización del agua, por ello las enfermedades hacia el humano se incrementan de manera considerable, las cuales, en su mayoría corresponden a gastrointestinales, originadas por el consumo de agua contaminada, ocasionando Disentería bacteriana por *Shigelladysenteriae*; tifoidea por el bacilo *Salmonella typhi*; Salmonelosis por varias especies del género *Salmonella*; Cólera provocada por *Vibrio cholera* y varias cepas de *Escherichiacoli* (OMS, 2019).

El principal suministro de agua para las comunidades rurales en México, la constituye la extracción en pozos someros (norias), que los habitantes elaboran sin tener en cuenta que el agua puede estar contaminada de diferentes formas, pero principalmente con microorganismos patógenos. Uno de los principales orígenes de contaminación microbiológica fecal, son las fosas sépticas o letrinas, que usualmente están excavadas a una corta distancia del pozo de abastecimiento, generando infiltración del contenido de las heces fecales a través del suelo, hecho que sumado a la poca profundidad de los pozos, la porosidad del terreno y otros factores ambientales como precipitaciones y lixiviados de la crianza de animales de patio y animales domésticos, la establecen como insalubre para el uso y consumo humano (Laínez y Trejo, 2012).

La infiltración de contaminantes de origen fecal puede ser disminuida mediante diversos métodos, lo ideal sería que en esas comunidades se contaran con un sistema de drenaje y un tratamiento de las aguas. Las fosas sépticas en los patios de las casas no son una buena opción por la cercanía con los pozos de extracción de

agua. Los principales parámetros que se deben tomar en cuenta para lograr un tratamiento efectivo son de las aguas residuales para evitar la contaminación de los mantos freáticos son: El número de usuarios; El volumen de agua requerida; el volumen e intensidad de las lluvias que afectan los mantos freáticos; la infiltración de materia orgánica y otros contaminantes a través del suelo. Todos estos factores que afectan la calidad del agua colgada. Por ello, no se recomienda construirlas en zonas con capas freáticas altas o donde haya inundaciones frecuentes, para así evitar la contaminación. Sin embargo, aunque se cumplan con todos los lineamientos para la construcción de pozos, la tierra no es eficiente para la eliminación de nutrientes ni de patógenos, por tal motivo esta fuente de abastecimiento, se vuelve una fuente de contaminación para el agua subterránea y superficial (Tilley et al., 2020).

Escuinapa, Sinaloa, es uno de los municipios que presentan serios problemas en la calidad, distribución y abastecimiento de agua potable. En Teacapán, Sinaloa, poblado costero de este municipio, los habitantes utilizan agua provista desde Escuinapa, pero para complementar el abastecimiento deficiente, extraen de pozos someros localizados en los patios de sus viviendas, sin embargo esta contiene microorganismos fecales que pueden ser patógenos, incluidos: bacterias, virus, parásitos y huevos de helmintos, cuyo origen es la infiltración en el terreno de materia fecal procedente de animales y seres humanos, pero principalmente debido a las infiltraciones a partir de las fosas sépticas y letrinas que también se encuentran en los patios de las casas (Ríos-Tobón et al., 2017), generando problemas de salud pública entre los pobladores de Teacapán, Sinaloa, Sinaloa, por ello es necesario realizar un diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua en el Teacapán, Sinaloa.

Justificación

De acuerdo a la información de los Servicios de Salud de Sinaloa, en el municipio de Escuinapa, se han presentado episodios de EDA's en un número de casos significativos: en el 2020 con 1,859 casos; en septiembre del 2021 se registraron 1,663 casos, destacándose por ello que es de vital importancia que las fuentes de abastecimiento de agua, cumplan con los lineamientos o normas de calidad por esta razón se llevó a cabo este estudio que pretende establecer la calidad microbiológica del agua de los pozos(norias), ubicadas en los patios de las casas del poblado de Teacapán, Sinaloa, perteneciente al municipio de Escuinapa, Sinaloa.

Para la comunidad de Teacapán, Sinaloa es de suma importancia conocer la calidad del agua de sus pozos domiciliarios, debido a que esta comunidad tiene problemas de escases de agua y su fuente de abasto alternativa son los pozos. Por ello es de relevancia conocer las diversas problemáticas que surgen por localización, uso y mantenimiento inadecuado del pozo. No se busca señalar la problemática actual en la comunidad, sino que se pretende generar un conjunto de alternativas de solución para poder atacar la problemática de desabasto de agua y poder tener un medio ambiente más saludable y por consecuencia una mejor calidad de vida. En los últimos meses(10 meses) el agua de estos pozos se ha convertido la fuente principal de abastecimiento, lo que conlleva una problemática mayor, debido al uso y consumo de agua insalubre; están apareciendo brotes de enfermedades dérmicas y gastrointestinales las cuales causan malestar general en el cuerpo, fiebre, náuseas, vómitos, diarrea y deshidratación, enfermedades que en algunos casos puede llegar a causar hasta la muerte.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la calidad bacteriológica sanitaria del agua en los pozos someros (norias) en el poblado de Teacapán, Sinaloa, utilizando como indicadores a las bacterias coliformes totales, y coliformes fecales.

Objetivos Específicos

- Cuantificar el número de los pozos someros (norias) ubicados en el interior de los predios del poblado de Teacapán, Sinaloa
- Estimar la calidad sanitaria del agua de los pozos ubicados en el interior de las viviendas de Teacapán, Sinaloa, empleando como indicadores sanitarios el contenido de bacterias coliformes totales y coliformes fecales
- Establecer el nivel de cumplimiento de los valores obtenidos con respecto a los máximos permitidos en agua para consumo humano establecidos en la Norma Oficial Mexicana Nom-127-SSA-2021

Marco teórico

Aguas Subterráneas

Estas son masas de agua, se pueden conocer como manto acuífero están presentes bajo la superficie del suelo, es posible extraer agua en cualquier ciclo anual de la superficie del acuífero, tienen un papel de gran importancia en el desarrollo socioeconómico del país, debido a sus propiedades físicas que le permiten ser utilizadas de forma muy diversa, debido a su función como dique de almacenamiento y red de distribución. Además son filtros purificadores, conservando la calidad del agua (CONAGUA, 2019).

Tipos de acuíferos

Los acuíferos libres se encuentran la superficie libre y verdadera de agua almacenada en contacto con el aire y la presión atmosférica entre la superficie y el nivel freático se encuentra en la zona no saturada. La superficie alcanzada por el agua es determinada superficie freática cuando la superficie es cortada por un pozo, en este punto estamos hablando del nivel freático en Figura 1 se observa la superficie hasta donde llega el agua mostrada con líneas azules, indicando la superficie freática; algunas veces la superficie es cortada por un pozo se crea un nivel freático en ese espacio

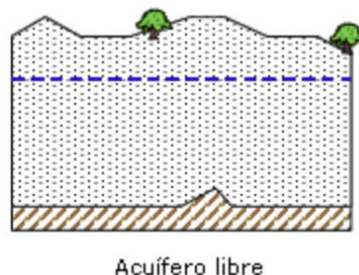
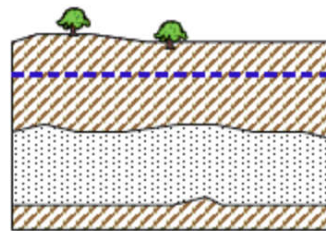


Figura 1. Acuífero libre según su estructura y funcionamiento. Tomado de Sistema Integrado de Información del Agua (SIIA)

Los acuíferos confinados estos se caracterizan por que el limite superior está sometido a una presión mayor a la atmosférica ocupando la totalidad de los orificios de la formación geológica, llevándolo hasta la saturación total. De manera que si se perfora para extraer agua, ningún poro se vacía, sólo se reduce la fuerza del agua. Al bajar la presión, podría generarse asentamientos y subsidencias del suelo. En Figuras 2, se presentan ejemplos de las dos formaciones de acuíferos.



Acuífero confinado

Figura 2. Acuífero confinado según su estructura y funcionamiento. Tomado de Sistema Integrado de Información del Agua (SIIA)

Los acuíferos semiconfinados: son los acuíferos más usuales, caracterizándose por ser apresion, sin embargo generalmente algunas de sus capas confinantes son semipermeable. En Figura 3 se observa los diferentes tipos de acuíferos confinados



Figura 3. Tipos de acuíferos según sus características hidrodinámicas. Tomado de Sistema Integrado de Información del Agua (SIIA)

(<https://hispagua.cedex.es/datos/hidrogeologia>)

La salinización de suelo en agua subterránea

La salinización de los terrenos y el incremento de aguas subterráneas salobres se genera por los índices elevados de evaporización en áreas de niveles poco profundos de agua subterránea, además de que se disuelven los minerales como carbonatos, sulfatos y cloruros de Na, K, Ca y Mg, otro factor es el agua salada en formación que se encuentra dentro de las rocas. Las aguas salobres se encuentran precisamente en aquellas aguas subterráneas ubicadas en zonas geológicas caracterizadas por formaciones sedimentarias antiguas, de bajo nivel, de procedencia marina y evaporítica, al interactuar del agua subterránea con el material geológico que genera un aumento significativo en sales (CONAGUA, 2019). En zonas costeras la intrusión marina en el acuífero es un fenómeno natural por la mayor densidad del agua de mar, y esto aumenta por la explotación del agua subterránea. Cuando un acuífero es aprovechado para la extracción del agua y se altera las condiciones de flujo en relación entre agua dulce y salada, provoca un desplazamiento lateral de la cuña de intrusión marina (Custodio E., 2017). En la Figura 5 se puede observar como la extracción masiva de agua dulce, induce que el agua salada se mezcle con el agua dulce.

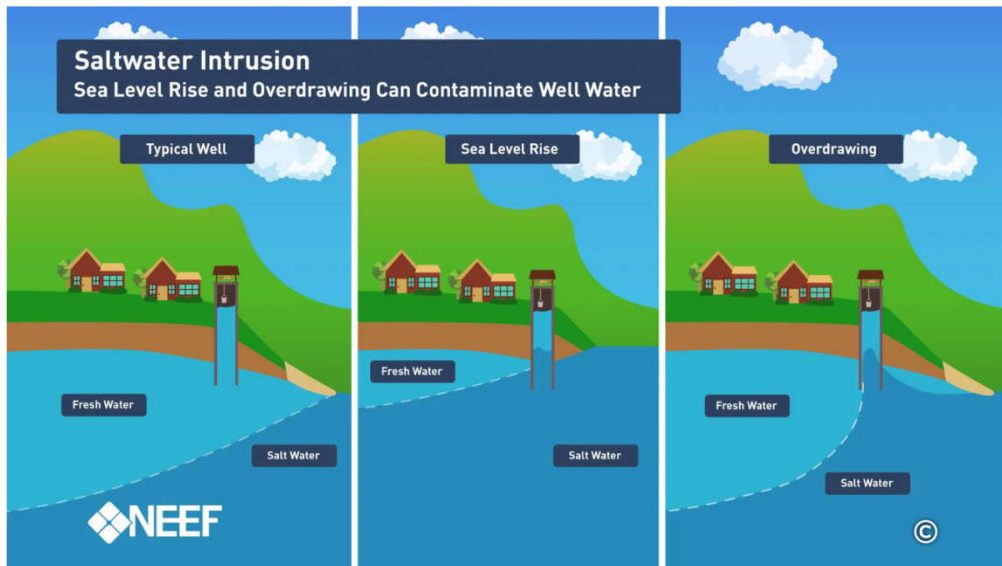


Figura 4. El aumento del nivel del mar y extracción excesiva puede contaminar el agua subterránea. Tomado de Custodio E., 2017.

Indicadores de contaminación fecal en agua y alimentos

Los microorganismos indicadores de contaminación fecal más utilizados son los coliformes totales, fecales y *E. coli*, estos se encuentran en la microbiota normal del intestino del humano y de los animales homeotermos, están presentes en grandes cantidades en intestino y estos son evacuado a través de las heces, así su presencia en las agua indica una contaminación fecal, estos indicadores son empleados para fines diversos como para monitorear y vigilar la contaminación fecal, verificar la eficacia de un proceso de desinfección o filtración así como vigilar la calidad del agua de un sistema de abastecimiento (World Health Organization, 2022).

Las bacterias coliformes son bacilos aerobios bacilos anaerobios facultativos, gramnegativos no producen esporas son capaces de crecer en presencia de concentraciones parcialmente altas de sales biliares y fermentan la lactosa y produciendo ácido y gas en 24 h de 35-37 °C. Los coliformes termotolerantes *Escherichia coli* y son un subgrupo del grupo de coliformes totales los cuales pueden fermentar la lactosa a altas temperaturas. Estas bacterias fermentan la lactosa, producen la enzima β -galactosidasa. Habitualmente, se consideraba que las bacterias coliformes lo conformaba los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*, pero el grupo es más heterogéneo e incluye otros géneros como *Serratia* y *Hafnia*. El grupo coliformes totales incluye especies fecales y ambientales. (World Health Organization, 2018)

Técnica del Número más Probable (NMP)

Es un método para estimar la probabilidad estadística de la densidad de bacteria presente en una muestra, fundamentada en la dilución de la misma e inoculada por réplicas de tubos de tal forma que todos los tubos con mayor dilución sean positivos y negativos los tubos con menor dilución. La prueba consiste en una prueba presuntiva y una confirmada con medios selectivos con serie de tres, cinco o diez tubos esto depende de el tipo de muestra a analizar. Un resultado positivo consiste se demuestra con la crecimiento bacteriano y la presencia de gas producto

de la fermentación de la lactosa. El resultado de los tubos positivos se obtienen el numero más probalble (NMP) en una tabla de probabilidad la cual contiene las siguientes condiciones

- ✓ Una distribucion aleatoria de las bacterias que existen en la muestra
- ✓ bacterias que se encuentran como entidades no agrupadas
- ✓ los microorganismos presentes en la muestra crecerán en el medio cuando son inoculados y se mantengan las condiciones adecuadas para su desarrollo.

(NOM-210-SSA1-2014).

Para detectar y cuantificar contaminación fecal en del agua de pozo se hace una prueba decoliformes totales y facales., además de *Escherichia coli* el monitoro se debe ralizar anualmente. (Committee on Environmental Health y Committee on Infectious Diseases, 2009)

Los patógenos que más incidencia presentan en la población que consume agua de mala calidad sanitaria en Teacapán, Sinaloa, Sinaloa son: *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Vibrio cholerae* (Sánchez-Martínez, 2017). Esto es una problemática antigua, sin embargo, en la actualidad a un sigue afectado severamente alrededor del mundo, según la OMS cada año mueren 1.8 millones de personas, representadas en con un 90% en infantes menores de 5 años, debido a enfermedades diarreicas, deficiente saneamiento del agua (ONU, 2020). En México uno de los principales problemas de salud pública son as enfermedades gastrointestinales las cuales se transmiten, ya sea por vía fecal-oral, o por el consumo de agua y alimentos contaminados, siendo población infantil, los adultos mayores y las personas con su sistema inmune deficiente los mas vulnerables. Su incidencia y prevalencia dependen del nivel socioeconómico de las personas, que determinan su entorno e infra estructura de saneamiento (Hernández et al., 2011).

Escherichia coli

Pernece a la familia Enterobacteriaceae, bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa forma parte del microbiota normal del intestino del ser humano y los animales de sangre caliente, es la más abundante de las bacterias anaerobias facultativas intestinales. Una persona o un animal excreta al día heces entre 10^8 y 10^9 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por g^{-1} (Larrea-Murrell et al., 2009).

E. coli, a pesar de que es una de las bacterias Gram negativas que colonizan simbióticamente el intestino del hombre y animales de sangre caliente, por lo que se consideran como parte de la flora normal, cuatro grupos descritos que son bien conocidos por ser patógenos la toxina shiga es producida por *E. coli*. existen 6 serotipos de *E. coli* que son enteropatógenas:

- ✓ *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) daña el revestimiento de la pared intestinal y causa diarrea con sangre;
- ✓ *E. coli* enteroinvasiva (EIEC) produce una enfermedad similar a la shigelosis, la dosis infectiva es de aproximadamente 10^6 bacterias;
- ✓ *E. coli* enteropatógena (EPEC), la cual induce una diarrea acuosa generalmente auto limitante aunque en ocasiones puede ser crónica, además es una de las causas importantes de diarrea en los lactantes.
- ✓ *E. coli*. adherencia difusa (DAEC), ataca principalmente a personas mayores de 50 años y a niños menores de 8 años (Rodríguez-Ángeles, 2002).
- ✓ *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) agente causal de la diarrea del viajero, la sintomatología que provoca se caracteriza por diarreas acuosas con o sin fiebre. Para una infección bacteriana, se requiere una la dosis infectiva en adultos que ha sido calculada en aproximadamente 10^8 células, en jóvenes y ancianos la dosis infectiva puede ser más baja, sin embargo *E. coli* O157 causa infecciones que son muy peligrosas, con o sin el antígeno H7. (Eaton et al., 2009)

En México las EDA son causadas principalmente por diversas cepas de *E. coli*, que ocurren principalmente en las zonas marginadas, periurbanas y rurales. Aunque esta situación no es un problema reciente, el uso excesivo del agua tanto superficial como subterránea, el crecimiento de la población y el aumento progresivo en la demanda en el consumo poblacional del agua, son factores que generan descargas de agua residual que contaminan las fuentes de aprovisionamiento que han contribuido al decremento de la calidad (Larrea-Murrell et al., 2013).

Metodología

Área de estudio

Teacapán, pertenece al municipio de Escuinapa, Sinaloa, El acuífero del Valle de Escuinapa, se localiza en la porción suroriental del estado de Sinaloa, entre los paralelos 22°41'11" y 22°56'14" de latitud norte y 105°37'03" y 105°53'26" de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 369 km². Limita al norte, noreste y noroeste con el acuífero Baluarte; al este y sureste con río Cañas; al sur y oeste con el acuífero Laguna Agua Grande, todos ellos pertenecientes al estado de Sinaloa.

El clima es cálido subhúmedo que se caracteriza por registrar precipitaciones de verano entre 1,000 y 2,000 mm anuales, temperaturas máximas mayores a 35 °C, mínimas inferiores a 23 °C y media anual mayor a 22°C. Presenta régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10 del total, el promedio de la precipitación del mes más seco es de menos de 60 mm. El cociente entre la precipitación y la temperatura es menor a 43.2.

La región está expuesta a dos regímenes de precipitación: las lluvias de verano y las de invierno; las primeras son producidas por la temporada normal de lluvias y eventos hidroclimatológicos extremos, como los ciclones, los cuales se presentan con regularidad; generalmente estas lluvias se presentan en los meses de junio a octubre; las cuales suelen ser intensas y de corta duración, generando fuertes avenidas, que producen inundaciones en las partes bajas del valle. La segunda temporada de lluvias es invernal, producida por los frentes fríos que se presentan durante los meses de noviembre a enero, de menor intensidad que las de verano. Por otro lado, el periodo de estiaje, donde las precipitaciones son prácticamente nulas, ocurre de febrero a mayo(https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sinaloa/DR_2511.pdf).

El valle presenta una forma pseudo rectangular con una orientación de norte-sur, colinda en su flanco oriente con una zona de lagunas y el estero de Teacapán la

presencia de masas de agua salina que limita lateralmente a Teacapán condiciona la presencia del agua subterránea, reduciéndola a un delgado lente de agua dulce que sobreyace al agua salada. El acuífero se considera de tipo libre. La extracción media anual es de 0.6 millones de metros² y se lleva a cabo mediante la operación de 33 aprovechamientos, incluyendo pozos y norias con gastos promedios de 2 l.ps. y profundidades que oscilan de 2.5 a 5 m. La recarga media anual se estima en 3 millones de metro³ y es generada principalmente por la infiltración de la lluvia, precipitada sobre su superficie. (libro de Dr. Evaristo)

La zona de estudio se dividió en cuatro cuadrantes, éstos no son espacios homogéneos, el cuadrante con mayor área es el sureste, mientras que el cuadrante más chico es el noreste, así mismo en este cuadrante se encuentra la mayor altura que corresponde a 8 metros sobre el nivel del mar, y también la menor altura sobre el nivel del mar debido a que el poblado está entre dunas, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Ubicacación de las zonas de estudio

Cuadrante	Localización	Área aproximada en Ha	Perímetro en Km	%de área del total	Nivel del terreno con respecto al nivel del mar en metros
1	Noreste	32. 47 Ha	2.30 Km	32.12%	3 a 5 m
2	Sureste	32.80 Ha	2.33 Km	32.45%	3 a 7 m
3	Suroeste	19.11 Ha	1.68 Km	18.90%	2 a7 m
4	Noroeste	17.22 Ha	1.69 Km	17.03%	1 a 8 m

En Figura 5 se muestra, la república mexicana resaltando el estado de Sinaloa, la segunda imagen se muestra el municipio de Escuinapa, y la tercera muestra la zona de estudio de Teacapán, Sinaloa donde se observa los puntos de muestreo marcados con pinchetas.



Figura 5. El aumento del nivel del mar y extracción excesiva puede contaminar el agua subterránea.
Tomado de Custodio E., 2017.

Las muestras se recolectaron en recipientes estériles con un volumen de muestra de 150 mL. para la extracción del agua se consideró lo siguiente:

- El pozo está provisto de bomba de mano, bombear durante 5 minutos para que el agua fluya libremente antes de colectada la muestra.
- El pozo está dotado de bomba mecánica, coleccionar la muestra en una llave previamente desinfectada de la descarga dejando que fluya el agua libremente durante 5 minutos antes de coleccionar la muestra.
- Cuando no se cuenta con equipo de bombeo, coleccionar la muestra directamente del pozo por medio de un frasco estéril o con algún otro dispositivo adecuado previamente desinfectado.

Una vez que se tiene la muestra en el frasco, se etiquetó y se colocó en refrigeración hasta que llegar al laboratorio donde se analizaron las muestras antes de 6 horas.

En anexos (1-4) se muestran imágenes de algunos pozos donde fueron coleccionadas las muestras. Para la toma de muestra y el proceso de análisis en el laboratorio, se aplicó lo establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-042-SCFI-2015, Análisis de agua - enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* – Método del número más probable en tubos

múltiples, la cual especifica el método enumeración en agua de organismos coliformes, organismos coliformes fecales (termo tolerantes) y *Escherichia coli* (*E. coli*) mediante cultivo en un medio líquido contenido en tubos múltiples y cálculo de su número más probable en la muestra, en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la especialidad de Evaluación y Protección Ambiental del Tecnológico Nacional de México, campus Mazatlán, siguiendo las siguientes etapas:

Detección y cuantificación de coliformes totales y fecales

1. Prueba Presuntiva: Se mezcla la muestra agitándola vigorosamente para lograr una distribución uniforme de los microorganismos dependiendo de la naturaleza del agua y el contenido bacteriano esperado, hacer las diluciones necesarias en esta etapa, realizar diluciones e inocular alícuotas en el medio presuntivo. Para alícuotas superiores o iguales a 10 mL, usar tubos conteniendo medio de cultivo de doble concentración. Utilizar series que constan 3 diluciones: 10 mL, 1,0 mL y 0,1 mL con cinco repeticiones cada dilución. Inocular los tubos e incubarlos de 24 h a 48 h $\pm$ 3 h a 35 °C $\pm$ 0,5 °C. Examinar los tubos inoculados a las 24 h de incubación y registrar como reacción positiva aquellos que muestren turbidez y formación de gas en el interior del tubo invertido (tubo de Durham). Continuar la incubación por 24 h $\pm$ 3 h en aquellos tubos que no presenten estos cambios y examinar nuevamente.
2. Prueba confirmativa: Resembrar cada uno de los tubos con reacción positiva en tubos con caldo bilis verde brillante e incubarlos de 24 h a 48 h $\pm$ 3 h a 35 °C $\pm$ 0,5 °C. Examinar los tubos inoculados a las 24 h de incubación y registrar como reacción positiva aquellos tubos que muestren turbidez y formación de gas en el interior del tubo invertido (tubo de Durham). Continuar la incubación por 24 h $\pm$ 3 h en aquellos tubos que no presenten estos cambios y examinar nuevamente. Registrar como reacción positiva aquellos tubos que muestren turbidez y formación de gas en el interior del tubo invertido (tubo de Durham).

Organismos coliformes fecales (termotolerantes)

Para confirmar la presencia de *E. coli*, incubar los tubos positivos de la prueba confirmada (tubos con caldo bilis verde brillante) en caldo EC (*Escherichia coli*) e incubar a $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$. Examinar los tubos inoculados a las 24 h de incubación y registrar como reacción positiva aquellos tubos que muestren turbidez y formación de gas en el interior del tubo invertido (tubo de Durham).

La temperatura se determinó en base a la norma mexicana NMX-AA-007-SCFI-2013 medición de la temperatura en aguas naturales. La determinación de temperatura se efectuó in situ, la muestra fue recolectada en un recipiente de 1 L se introdujo el termómetro en la muestra hasta obtener una medición constante, la lectura se obtuvo directamente en la escala del termómetro y se reporta en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

La salinidad se determinó con un refractómetro marca FISHER con ayuda del piceta colocando 2 gotas de agua destilada sobre el prisma del refractómetro y cerrando la cubierta del prisma. posteriormente se observó por el lente del refractómetro la escala graduada, perpendicularmente a ésta podrá ver una sombra la cual debe estar en el punto cero de la escala, si no lo está, gire el tornillo que está en la parte superior hasta que la sombra coincida con el punto cero de la escala, ponga unas 2 gotas de la muestra sobre el prisma del refractómetro, cubra el prisma con su cubierta y mire nuevamente por el lente, donde finalizará la sombra sobre la escala esa será la salinidad.

Resultados

Para cuantificar el número de pozos someros (norias) ubicados en el interior de los predios del poblado de Teacapán, Sinaloa, se realizaron 141 encuestas en casas, distribuidas en cuatro cuadrantes del poblado de Teacapán, Sinaloa, Sinaloa; el 93 % de las casas contaban con pozos de estos el 58% de los pozos se encontraron distribuidos en las zonas noroeste y sureste, y 42% fueron de las zonas suroeste y noroeste como se muestra en la Figura 6.

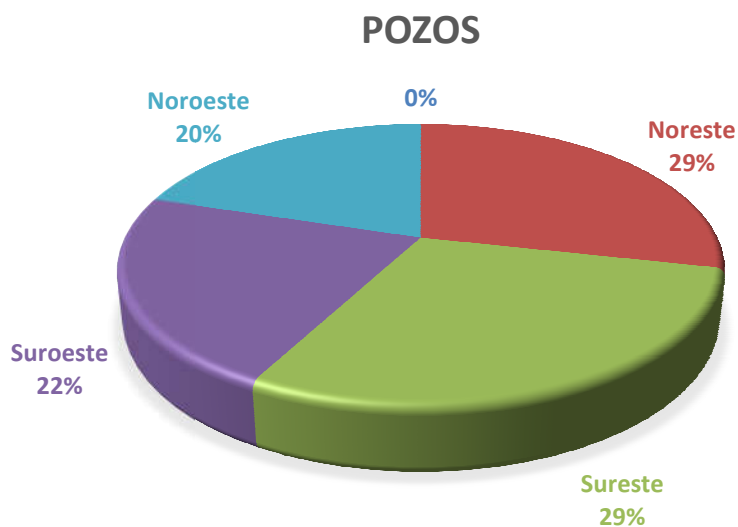


Figura 6. Distribución de pozos en las zonas del poblado de Teacapán. El color representa el porcentaje de pozos registrado en cada zona.

El abastecimiento de agua en vivienda, en algunas casas era combinando agua de pozo y agua suministrada por pipa, el agua suministrada por la pipa provenía de la red de distribución de agua en Teacapán, Sinaloa, Sinaloa y norias. En Tabla 2 se muestra el suministro de agua combinada, donde se puede observar que las zonas noroeste y suroeste cuentan con mayor suministro de agua combinada, zonas ubicadas aledañas al mar, el uso del agua combinada en esta se debe a que la mayoría de los establecimientos en estas zonas son negocios. En zona sureste el suministro de agua fue solo de pozos, y en la zona noreste el suministro en

combinado, pero en un bajo porcentaje esto debido a que son casas y no negocios. En Tabla 3 se observa el porcentaje por zonas de casas que no cuentan con pozos, cuyo suministro de agua era con pipa, algunas casas tenían aljibe que era llevando con agua de la pipa o en escamante con agua de la red domiciliaria, otras casas que no tenían aljibe, los vecinos le suministraban agua de pozo.

Tabla 2. Fuentes de abastecimiento de agua combinada en Teacapán, Sinaloa.

Cuadrante	Suministro de agua (Pipa y pozo)
Noreste	2.82%
Sureste	0%
Suroeste	12.69%
Noroeste	15.51%

Tabla 3. Porcentaje de viviendas que no cuentan con pozo para abasteciendo de agua en Teacapán, Sinaloa

Cuadrante	Sin pozo
Noreste	0%
Sureste	5.6%
Suroeste	1.4%
Noroeste	7.0%

En Tabla 4 se muestran los resultados de una segunda etapa de encuestas que se llevó a cabo el 26 de noviembre del 2021, enfocada solo en servicios de hospedaje para servicios turísticos, se realizaron 25 encuestas, las cuales se obtuvo más información.

Tabla 4. Encuestas de distribución hospedaje para turistas en Teacapán, Sinaloa.

Cuadrante	Encuesta	Hotel	condominio
Noreste	4	2	0
Sureste	5	0	4
Suroeste	5	9	1
Noroeste	11	11	5
Total	25	22	10

Con relación a las encuestas realizadas para conocer el suministro de agua potable en zonas turísticas de Teacapán, Sinaloa, Sinaloa, en zona sureste se aplicaron 5 encuestas en comercios establecidos, la información recabada indica que 3 comercios tienen calle de tierra y 2 calle pavimentada. El abastecimiento de agua en 2 comercios tiene pozo, tubo y bomba, 2 de los 5 comercios tienen pozo, tubo y bomba, además compran agua que es suministrada por una pipa y solo un comercio cuenta con noria. Ningún comercio cuenta con drenaje.

En cuadrante suroeste se aplicaron 6 encuestas en comercios establecidos la información recabada indica que 5 comercios tienen calle de tierra, 1 con calle pavimentada. El abastecimiento de agua en 3 comercios tiene pozo, tubo y bomba, 2 comercios tienen noria y un comercio tienen pozo, tubo y bomba, además compran agua que es suministrada por una pipa. Ningún comercio cuenta con drenaje.

En cuadrante noroeste se aplicaron 11 encuestas donde se ubican algunos comercios establecidos, de los cuales se encuentran 2 hoteles, 1 condominio, y una casa de renta vacacional, los cuales cuentan con alberca. La información recabada indica que 7 establecimientos tienen calle de tierra, 3 calle pavimentada y una con calle de piedra. El abastecimiento de agua en 5 comercios tiene pozo, tubo y bomba, además, compran agua que es suministrada por una pipa, y 4 de los 11 comercios cuentan con noria, 2 con pozo, tubo y bomba. Ningún comercio cuenta con drenaje.

En cuadrante noreste se aplicaron cuatro encuestas en comercios establecidos los resultados indica que 3 negocios tienen calle de tierra, uno con calle pavimentada. El abastecimiento de agua en 2 comercios tiene pozo, tubo y bomba además compran agua que es suministrada por una pipa. Un comercio compra agua que es suministrada por una pipa y un comercio cuenta con pozo tubo y bomba. Ningún comercio cuenta con drenaje.

Las encuestas además incluyeron temas como las características y calidad del agua que percibían las personas, el uso y consumo del agua, incidencia de diversas enfermedades que padece en la comunidad relacionadas con el agua, así como aspectos de saneamiento de la comunidad, no se cuenta con una red de drenaje, además la red de agua potable no funciona, por ello los pobladores recurren a fuentes secundaria como la construcción de pozos en sus patios y comprar compran agua que es suministrada por una pipa. El agua de las fuentes secundarias no se percibe de buena calidad, no es incolora y presenta olores. Otra problemática son las calles del poblado que solo dos están pavimentadas, una tiene piedra bola, y el resto son de tierra. Todos los comercios compran agua que es suministrada por una pipa. Datos mostrados en Tabla 5 mostrada en anexos.

Infraestructura de suministro y usos del agua en viviendas de Teacapán, Sinaloa, Sinaloa, es similar en la mayoría de las viviendas, ya que el 100% de las personas entrevistadas comentan que el suministro de agua es irregular e insuficiente, ya que pueden pasar largos periodos sin abastecimiento de agua a través de la red domiciliaria, por ello en las viviendas se construyen pozos, estos pueden ser de dos tipos: Norias o pozos artesanos (cuenta con tubo y bomba), la calidad del agua de estos pozos se describe con un olor a barro o cieno, pocas veces se encuentra sin aroma, con respecto a la transparencia va de clara a turbia, otro problema que solo 3 calles están pavimentadas, otra es de piedra bola, el resto de las calles son de tierra, en los periodos de lluvias el problema se intensifica ya que en las calles que no están pavimentadas el agua se estanca por varios días, lo mismo sucede en los patios de las viviendas, siendo un vector para la proliferación de enfermedades y la contaminación para el pozo.

Para determinar la presencia de coliformes totales, fecales, E. coli y salinidad se realizaron 7 muestreos, colectando 45 muestras de agua en pozos del poblado de Teacapán, Sinaloa, Sinaloa un el periodo de diciembre 2020 a febrero del 2022. La zona de estudio se dividió en cuatro secciones en la zona noroeste se colectando 10 muestras en la Figura 7, se observa la variación a través del tiempo de coliformes totales, fecales y salinidad, los valores máximos de coliformes se registraron el mes de marzo del 2020, septiembre y octubre del 2021 con ≥ 2400 C.T y C.F/100 mL y en agosto se registró el valor más bajo de 11 C.T y 2 C.F/100 mL. La salinidad osciló entre 0 ups y 6 ups; se puede observar que el mes de junio se registró el mayor valor de salinidad que corresponde a la época de sequía, sin embargo, en los meses de agosto y septiembre que son los meses de lluvia disminuye la salinidad registrando un mínimo de 1 ups. Con respecto a la salinidad y los coliformes se observa que tanto aun cuando sea agua dulce o salada se detecta la presencia de coliformes.

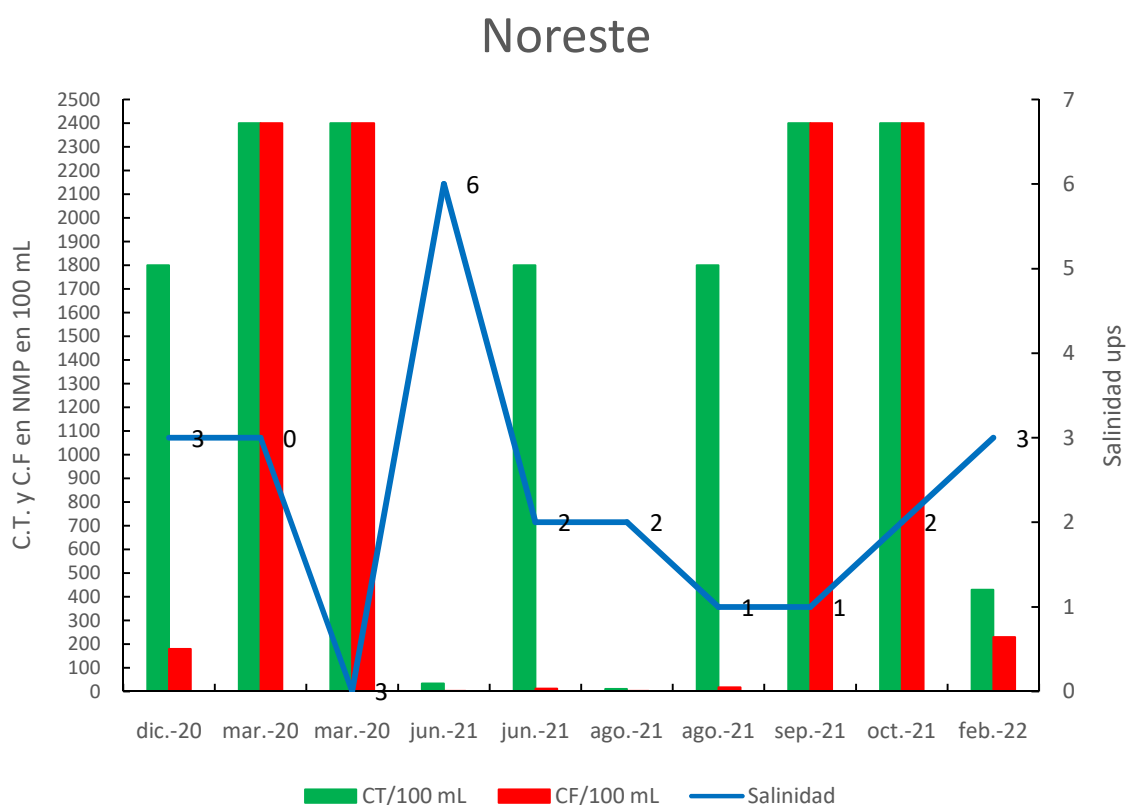


Figura 7. Valoración temporal de coniformes totales, fecales y sanidad en pozos en la zona noreste de Teacapán, Sinaloa. Los resultados en grafica marcados con 1800 y 2400 son iguales o mayores a este número.

En zona sureste se colectando 8 muestras, en la Figura 8 se visualizala variación temporal de coliformes totales, fecales y salinidad, observando que los valores de coliformes oscilaron entre 3 y ≥ 2400 CT. y CF. /100 mL, los meses de marzo y septiembre del 2021 se presentaron los mayores valores, la salinidad fluctuó entre 0 ups y 5 ups; se observa que el mes de febrero se registró el mayor valor de salinidad que corresponde a la época de sequía, sin embargo, en los meses de diciembre del 2020 y junio septiembre del 2021 la salinidad fue de 0. Con respecto a la salinidad y los coliformes se observa que aun cuando sea agua dulce o salada se detecta la presencia del coliformes.

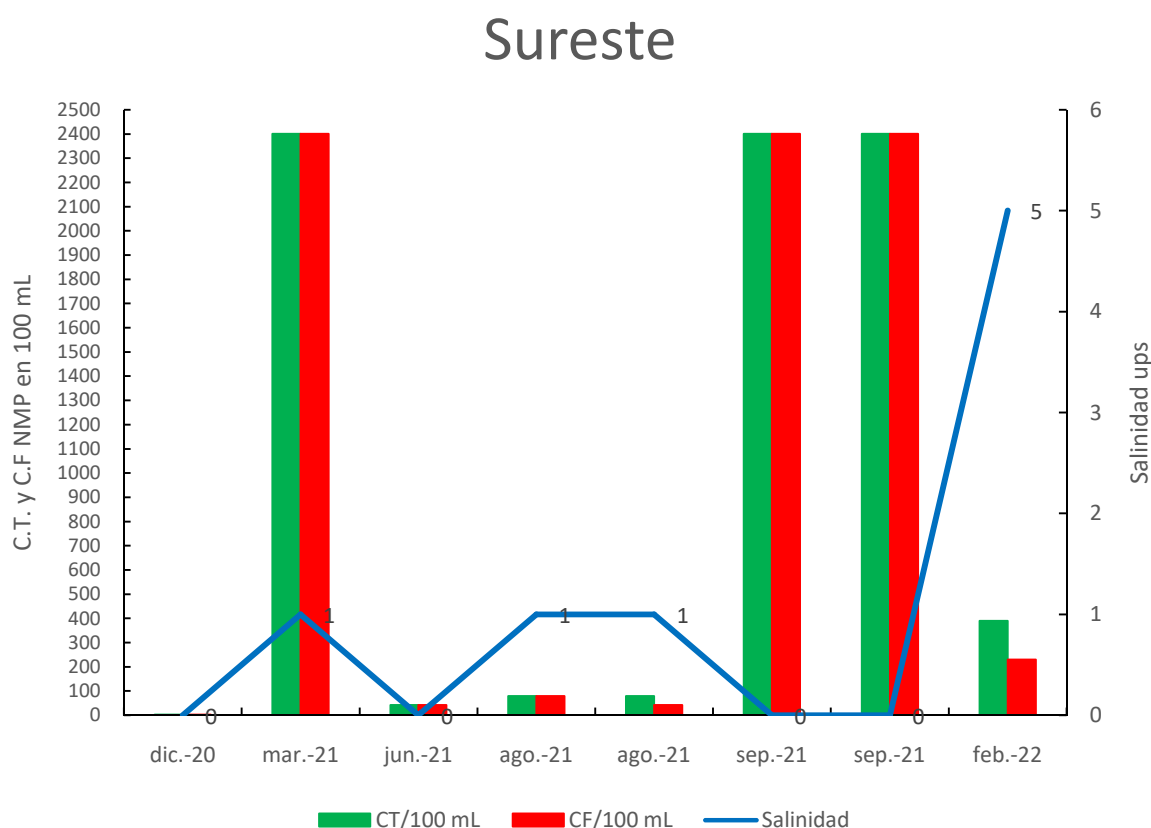


Figura 8. Valoración temporal de coliformes totales, fecales y sanidad en pozos en la zona sueste de Teacapán, Sinaloa. Los resultados en grafica marcados con 2400 son iguales o mayores a este número.

En zona suroeste se colectando 12 muestras, los resultados de la variación a través del tiempo de coliformes totales, fecales y salinidad, es observando en Figura 9 los valores de coliformes oscilaron entre 9 y ≥ 2400 CT. y CF. /100 mL, en el mes de marzo de 2021 se presentaron valores altos de coliformes totales, pero no fecales y en septiembre del 2021 se presentaron los mayores valores, tanto de coliformes totales como de fecales, en éste último mes correspondió a la época de lluvia: La salinidad fluctuó entre 0 ups y 5 ups; se observa la salinidad fue constante en los meses de diciembre 2021 a septiembre del 2021, que el mes de febrero se registró el mayor valor de salinidad que corresponde a la época de sequía, sin embargo en los meses de diciembre del 2020 y junio septiembre del 2021 la salinidad fue de 0 ups y los meses de octubre y febrero fue donde se registró salinidad en pozos. Con respecto a la salinidad y los coliformes se observa que aun cuando sea agua dulce o salada se detecta la presencia del coliformes.

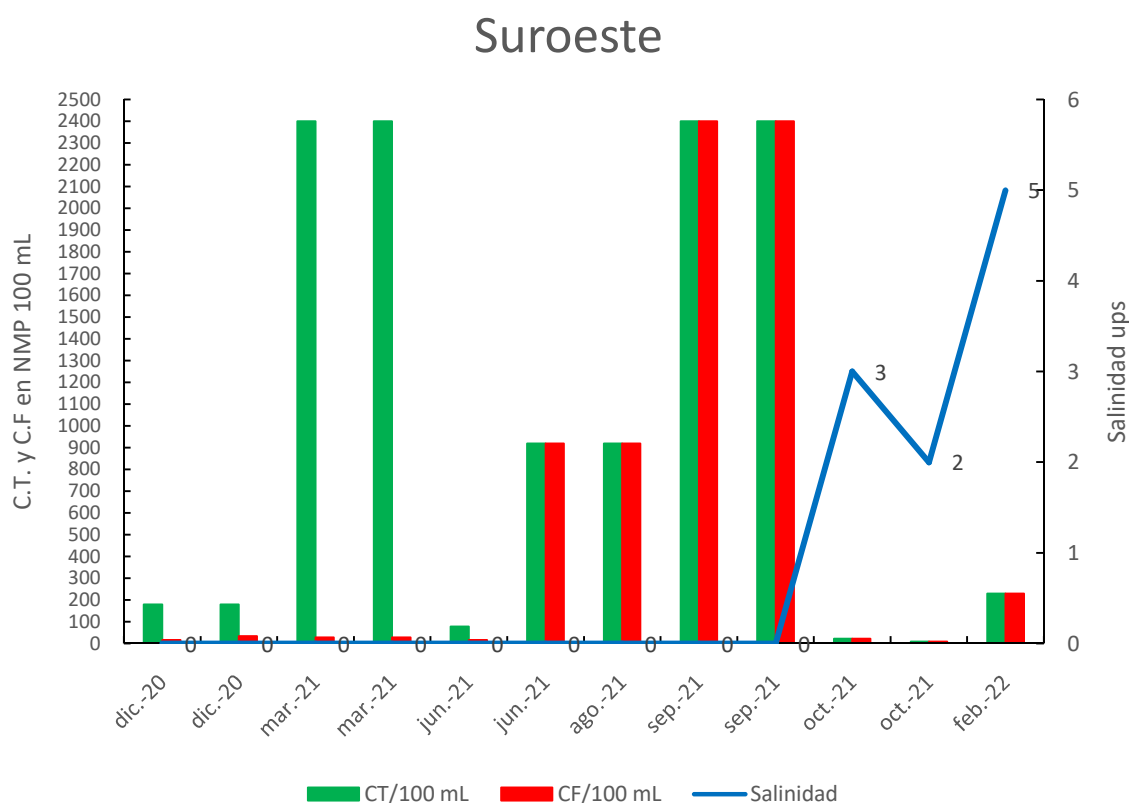


Figura 9. Valoración temporal de coliformes totales, fecales y sanidad en pozos en la zona suroeste de Teacapán, Sinaloa Los resultados en grafica marcados con 2400 son iguales o mayores a este número.

En zona noroeste se obtuvo la mayor cantidad de muestras además presento mayor densidad de coliformes con un promedio de 1509 NMP CT/100 mL y 983 NMP CF/100 mL, la presencia de coliformes no fue homogénea en la zona ya en marzo en algunos pozos se detectaron valores altos en algunos pozos y en otros valores muy bajos como puede observar en la Figura 10, en septiembre las muestras fueron muy altas. Con respecto a la salinidad fluctuó entre 0 ups y 6 ups; se observa que esta fue alta en todas las muestras excepto en una muestra marzo 2021

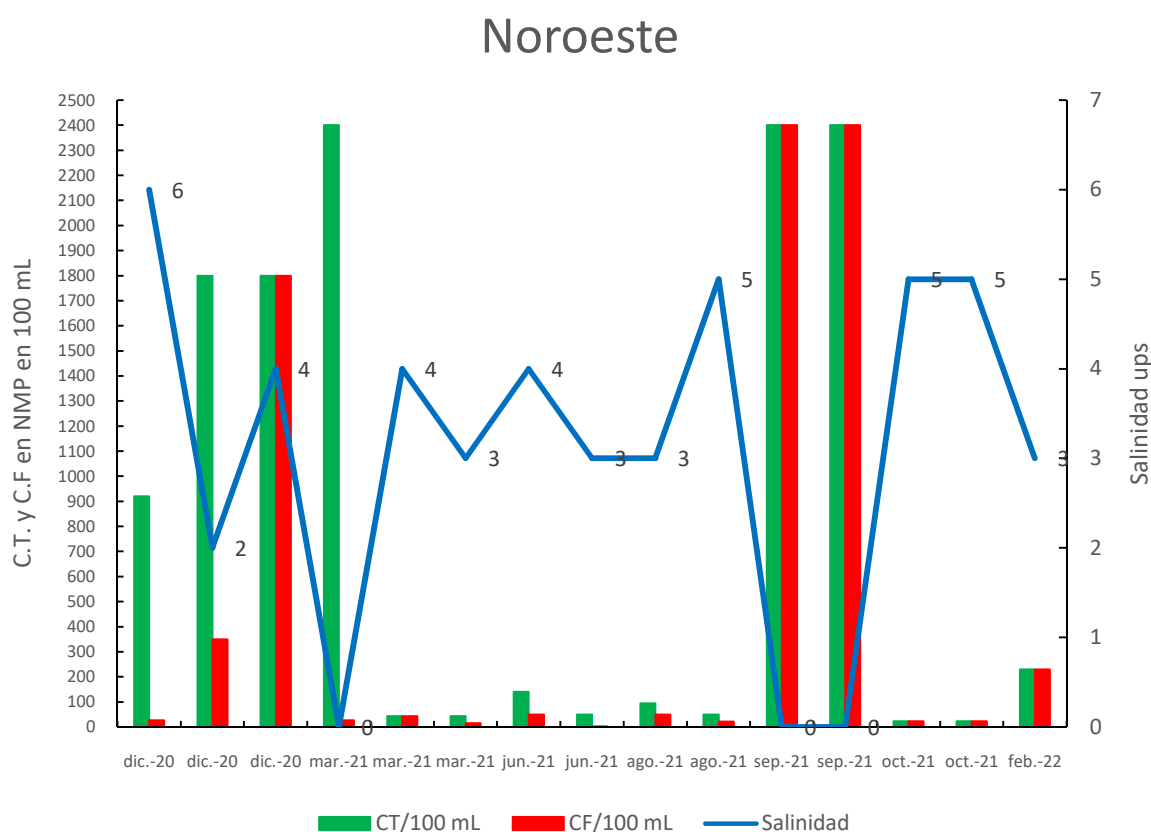


Figura 10. Valoración temporal de coliformes totales, fecales y salinidad en pozos en la zona noroeste de Teacapán, Sinaloa Los resultados en grafica marcados con 2400 son iguales o mayores a este número.

Discusión

En algunas poblaciones el suministro de agua para consumo humano proviene de aguas subterráneas y mediante camiones cisterna (Organización Mundial de la Salud, 2018), México administra 653 acuíferos que abastece el 39.2% del volumen de agua utilizada en nuestro país con un volumen con 34,839 hm³ al año al 2018 (CONAGUA, 2019), siendo el caso de Teacapán, Sinaloa, Sinaloa donde el agua freática es la principal fuente de abastecimiento de agua potable para los habitantes, aproximadamente el 80% de las casas cuenta con pozos artesanales con promedio entre 2 y 8 metros.

El suministro de agua para uso y consumo humano debe ser adecuado y de calidad para prevenir y propagar enfermedades con el agua, por lo tanto, los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos como protozoos y helmintos (WHO, 2022).

Aunque el agua puede ser una fuente muy importante de organismos infecciosos, muchas de las enfermedades que pueden transmitirse por el agua también pueden hacerlo por otras vías, como inhalación (gotitas y aerosoles), contacto, así como la ingesta de forma directa o indirecta a través de alimentos, ocasionando brotes epidemiológicos (WHO, 2022)

La norma mexicana para uso y consumo humano establece que E. coli o coliformes termotolerantes no deben ser detectado en el agua, sin embargo, en el presente estudio se detectó la presencia de estos microorganismos que son indicadores de contaminación fecal lo cual indicando un riesgo para la salud de los habitantes en Teacapán, Sinaloa.

Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que 98% de la población se abastece de agua de pozo, y el 100% de las muestras se detectaron bacterias coliformes totales y fecales, sin embargo, la presencia de estos varió en espacio y tiempo en las cuatro zonas.

Pocas investigaciones se han realizados para determinar estos microorganismos en pozos, en nuestro país, algunas de ellos fueron llevadas a

caboenMorelos por Ramírez et al.,(2009)reportando que todos los pozos analizados registraron valores entre 28 y 600 C.T.en UFC/100 mL y de 25 y 600 C.F. UFC/100 mL, así mismo Robles et al.,(2013)obtuvieron valores entre 0.998 y 2064coliformes totales en UFC/100 mL; Sarabia et al.,(2011) en San Luis Potosíregistraron un promedio de 964.05 C.T. NMP/100 mL y 2400 C.F. NMP/100 mL;en Chihuahua Olivas et al.,(2013) determinaron que el 92% de las muestras registraron la presencia de coliformes totales con un valor máximo de 100 UFC/100 mL, además analizaron la presencia de*Escherichia. coli*, sin embargo, no fue detectada, pero se registró la presencia de *Cryptosporidium* y *Gardia* en el 92.3% de las muestras. Por otra parte en Sonora se registró que el 50.9%de las muestras registraron C.T. el 39.6% contaminación por C.F. y el 8.5% de las muestras se detectó *E. coli*; sin embargo, *Salmonella* spp., no fue detectada (Anduro et al., 2017), estas investigaciones presentaron valores altos de contaminación no obstante algunos de estos pozos fueron pozos profundos y algunos de ellos se registró asentamientos humanos cercano a la zona de estudio,al igual que estos estudios la presente investigación también se registraron valores de altos de coliformes totales y fecales, sin embargo los pozos en eran someras.

Lesser-Carrilloetal.,(2011) en Hidalgo registraron que el 20% de las muestras se detectaron bacterias coliformes totales y fecales sin embargo los valores fueron bajos entre 1.1 y >8 CT y CF NMP/100 mLesto debido a que los pozos en el Valle del Mezquital a pesar de que están cerca de la población estos son pozos profundos lo cual evita la contaminación directa por las aguas superficiales, Rubio et al.,(2015)reportaron que cerca del 80% de las muestras de agua fueron positivo para CT y CF los resultados oscilaron entre 0.5 y 25.5 UFC/100 mL de C.T. y 0.5 y 10.5 UFC/100 mL de C.F.así mismo Meza et al., 2020 evaluó pozos municipales ubicados cerca de áreas agrícolas y de uno de los ríos más contaminados del país, el río Atoyac, registrando valores >8.0 CT NMP/100 mL <1.1 CF NMP/100 mLresultados bajos en comparación a los obtenidos en presente investigación esto debido probablemente a que los resultados en el presente estudio son mayores registrado valores ≥ 2400 tanto para C.T. y C.F. NMP/100 mL.

En zona costeras solo se han registrado dos investigaciones una en Yucatán, que determinaron la calidad microbiológica en agua subterránea indicando que el 83.1% de los pozos analizados presentaron coliformes totales y fecales los valores oscilaron entre 0-745 C.T UFC/100 mL y de 0 a 470 C.F. UFC/100 mL, los pozos muestreados tenían niveles estáticos de entre menos de 15 m en las zonas costeras a 50 m en el cono sur (Méndez et al., 2015), la otra investigación fue realizada en Tecuala, Nayarit un municipio que colinda con Teacapán, Sinaloa, Sinaloa registrando 43-180 C.T y C.F NMP/100 mL (Mora-Bueno et al., 2017), ambos resultados se encuentran por debajo de los reportados en la presente investigación, probablemente esto se deba a que las zonas de estudio no se encontraban cercanas a fosas sépticas como es el caso de la presente investigación.

Se puede observar que la mayoría de las investigaciones realizadas en nuestro país rebasan la normatividad de la calidad microbiológica del agua que marca la NOM-127-SSA1-2021, agua para uso y consumo humano. E. colio coliformes termotolerantes < 1.1 o No detectable NMP/100 mL o UFC/100 mL, indicando una contaminación fecal reciente, aun y cuando algunos de los pozos son profundos, además que la mayoría de esta agua extraída no recibe tratamiento de desinfección.

Lo cual representa un riesgo para la salud pública principalmente mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños, así como las personas que tienen su sistema inmune debilitado y adultos mayores, especialmente los que viven en condiciones antihigiénicas (WHO, 2022); esto ha sido corroborado por varias investigaciones como Sánchez-Pérez et al., (2000) quienes indican que en Chiapas es uno de los estados mexicanos con mayor incidencia en varias enfermedades gastrointestinales asociadas directa o indirectamente al consumo del agua, con sus respectivas implicaciones en términos de retraso en el crecimiento y malnutrición de menores, mortalidad y costos de atención, tanto para los servicios de salud como para la población.

De esta manera Loyola et al., (2020) encontraron niños con una alta prevalencia de bacterias entéricas patógenas asociada al consumo de agua potable en sus hogares, siendo estos portadores de bacterias entéricas indicando además que esta asociación sugiere que el agua potable contaminada juega un papel importante en la generación de portadores para diseminación de estas bacterias y debe considerarse una amenaza para la salud del niño y la familia. Así mismo Bonkougou et al., (2021) detectaron la presencia de *E. coli* diarreica, particularmente *E. coli* enterotoxigénica y *E. coli* enteropatógeno, en heces de pacientes con diarrea, así como en agua potable, sugiriendo que el agua consumida de forma rutinaria es una potencial fuente de contaminación por *E. coli* diarreica en humanos con mayor efecto en niños menores de cinco años, además sugieren que el agua potable es una fuente potencial de transmisión de *E. coli* diarreica.

En cuanto a la salinidad registrada en el presente estudio la SEMARNAT menciona que el agua salobre se localizan especialmente en aquellas aguas subterráneas ubicadas en provincias geológicas que se caracterizan por formaciones sedimentarias, poco profundas y marinas donde la interacción del agua subterránea con material geológico produce salinidad, en México hay 40 acuíferos salinos y agua salobre ubicados en la Península de Baja California y el altiplano mexicano y 18 acuíferos costeros con intrusión salina (CONAGUA, 2019), siendo uno de ellos Teacapán ya que la salinidad encontrada varía desde 2 hasta 6 ups lo cual nos indica intrusión salina.

El área de protección entre un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo como lo marca la NOM-003-CNA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

Sin embargo el agua de los pozos en Teacapán, Sinaloa ponen en evidencia la contaminación del acuífero, lo cual fue demostrado con la presencia de coliformes totales y fecales en las muestras de agua y esto es ocasionado por el uso de fosas

sépticas cercanas a los pozos ya que la población no cuenta con servicio de drenaje, sumado a esta problemática de saneamiento los pobladores de Teacapán, Sinaloa acostumbran a tener animales de crianza en sus patios (gallinas, patos, puercos, etc.) lo que simple vista es un foco de infección, también se vuelve un problema de contaminación para el agua colgada.

Según la normatividad El área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo (NOM-003-CNA-1996) ningún pozo cumple esta normativa.

Conclusión

El agua utilizada como agua potable en Teacapán, Sinaloa, Sinaloa no es apta para consumo humano de acuerdo con la norma oficial mexicana, debido a la presencia de microorganismo fecales en todas las muestras representando un riesgo potencial de enfermedades gastrointestinales y dérmicas para la población que consume esta agua. Se requiere con urgencia un programa de concientización de las personas para la desinfección del agua y con ello evitar problemas a la salud pública.

Bibliografía

- Anduro, J. J. A., Cantú S, E. U., Campas B, O. N., López C, J., Sánchez M, D. I., y Félix F, A. (2017). DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD SANITARIA DEL AGUA DE POZO EN COMUNIDADES DEL SUR DE SONORA, MÉXICO. *RESPYN Revista de Salud Pública y Nutrición*, 16(1), 1–8. <https://doi.org/10.29105/respyn16.1-1>
- Bonkougou, O. J. I., Siourimè, N., Traoré, O., Sibiri, B., Garba, Z., Drabo, K. M., y Barro, N. (2021). DETECTION OF DIARRHEAGENIC ESCHERICHIA COLI IN HUMAN DIARRHEIC STOOL AND DRINKING WATER SAMPLES IN OUAGADOUGOU, BURKINA FASO. *J. Infect. Dis*, 15(1), 53–58. <https://doi.org/10.21010/ajid>
- Comisión Nacional del Agua. (2020). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero valle de Escuinapa (2511), estado de Sinaloa. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sinaloa/DR_2511.pdf
- Comisión Nacional del Agua (2019). Estadísticas del Agua en México 2019.
- Committee on Environmental Health y Committee on Infectious Diseases. (2009). Consumo de agua de pozos particulares y riesgos para los niños. *El Server*. 67 (6),363-369 <https://www.elsevier.es/es-revista-pediatrics-10-articulo-consumo-agua pozos-particulares-riesgos-13139825>
- Custodio, Gimena E., Universidad Politécnica de Catalunya. Grupo de Hidrología Subterránea., y CETaqua. (2017). *Salinización de las aguas subterráneas en los acuíferos costeros mediterráneos e insulares españoles*. Iniciativa Digital Politécnica, Oficina de Publicacions Académiques Digitals de la UPC. <http://hdl.handle.net/2117/111515>
- Díaz, D. C., Fall, C, Q., Jiménez, M. C., Esteller, A. M., Garrido, H. S., López, V C. y García, P. D. (2003). Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos

avanzados de aguas residuales domésticas. (2 ed.). RIPDA-CYTED.155-164.
http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_13.pdf

Hernández, C. C., Aguilera, A. M., Castro, E. G. (2011). Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enfermedades infecciosas y microbiología*, 31(4),137.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2011/ei114f.pdf>

Hispagua Sistema español de la información del agua. (2022). Hidrología.
<https://hispagua.cedex.es/datos/hidrogeologia>

CONAGUA. (2020). ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA EN EL ACUÍFERO VALLE DE ESCUINAPA (2511), ESTADO DE SINALOA.
https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sinaloa/DR_2511.pdf

Eaton A., L. Clesceri, E. Rice y A. Greenberg. 2009. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22st Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation

Laínez, R. K., y Trejo, F. W. (2012). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS DE LA COLONIA LA CARMENZA, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL, [Tesis de Químico Bióloga Universidad de El Salvador]
<http://sb.ues.edu.sv/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=39386>

Larrea-Murrell, J., Rojas-Badía, M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N. M., y Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3),24-34.
<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>

Larrea-Murrell, J., Rojas-Badía, M., Heydrich-Pérez, M., Romeu-Álvarez, B. (2009). Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del Complejo Turístico Las Terrazas, Pinar del Río Cuba. *Hig. Sanid. Ambient.*, 492-504.

https://www.researchgate.net/publication/257957195_Evaluacion_de_la_calidad_microbiologica_de_las_aguas_del_Complejo_Turistico_Las_Terrazas_Pinar_del_Rio_Cuba

Lesser-Carrillo, L.E., Lesser-Illades, J.M., Arellano-Islas, S. y González-Posadas, D.(2011). Balance hídrico y calidad del agua subterránea en el acuífero del Valle del Mezquital, México central. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(3), 323-336.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102687742011000300001#:~:text=Este%20valle%20recibe%20aproximadamente%2050,conducen%2C%0recarga%20directamente%20al%20acu%C3%ADfero.

Loyola, S., Sánchez, J. F., Maguiña, E., Canal, E., Castillo, R., Bernal, M., Meza, Y., Tilley, D., Oswald, W,E., Heitzinger, K.,Lescano, A y Rocha CA. (2020).Fecal Contamination of Drinking Water Was Associated with Diarrheal Pathogen Carriage among Children Younger than 5 Years in Three Peruvian Rural Communities **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, 102(6),1279–1285.

<https://doi:10.4269/ajtmh.19-0337>

Méndez, R.I., Pacheco, J. G., Castillo, E. R., Cabrera, A., Vázquez, E.R. y Cabañas, D. D. (2015). Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México.*Ingeniería*, 19 (1), 51-61.

<https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/14>

Meza, M. (2020). Evaluación de la calidad del agua potable en el municipio de Tepetitla de lardizábal, Tlaxcala. [Tesis de maestra en ciencias en sistemas del ambiente]

<https://cigya.uatx.mx/Tesis/2017MMM.pdf>

Mora-Bueno, D., Sánchez-Pena, C., González-Arias, C., Medina-Díaz, M., Robledo-Marengo, L., y Rojas-García, A. (2012). Presencia de arsénico y coliformes en agua potable del municipio de Tecuala, Nayarit, México. *Rev. Int. Contam.Ambient*, .28

(2).http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-

49992012000200003

Narváez, S., Gómez, M., y Acosta J. (2008). Coliformes termotolerantes en aguas de las poblaciones costeras y palafíticas de La Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Acta Biol. Colombia*, 13 (3), 111-120.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2008000300009

Norma Mexicana NMX-AA-042-SCFI-2015. Análisis de agua - Enumeración De Organismos Coliformes Totales, Organismos Coliformes Fecales (termotolerantes) y *Escherichiacoli* – Método Del Número Más Probable En Tubos Múltiples (Cancela A La NMX-AA-42-1987).
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166147/nmx-aa-042-scfi-2015.pdf>

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2063863&fecha=31/12/1969

Norma Mexicana NMX-AA-007-SCFI-2000 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-007-1980)
<https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNMX.xhtml?pidn=THB2YUVSaW1CUHhDWTM5akRPaDQ2dz09>

Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
[https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866103&fecha=03/02/1997#gsc.ta
b=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866103&fecha=03/02/1997#gsc.tab=0)

NORMA MEXICANA NMX-AA-042-SCFI-2015, ANÁLISIS DE AGUA - ENUMERACIÓN DE ORGANISMOS COLIFORMES TOTALES, ORGANISMOS COLIFORMES FECAL (TERMOTOLERANTES) Y *Escherichiacoli* – MÉTODO DEL NÚMERO MÁS

PROBABLE EN TUBOS MÚLTIPLES

(<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166147/nmx-aa-042-scfi-2015.pdf>)

NORMA Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

<https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/DetalleNorma.xhtml?pidn=cjBP U0g2ZWJuZEc5NE1MYjhjSHNqQT09>

Olaiz-Fernández, G., Gómez-Peña E., y Juárez-Flores A. (2020). Panorama histórico de la enfermedad diarreica aguda en México y el futuro de su prevención. *Salud pública*. 62(1). 25-35.

<https://www.medigraphic.com/cgibin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=90983>

Olivas, E., Flores, J.P., Di Giovanni, G., Corral, B., y Osuna, P. (2013). Contaminación fecal en agua potable del Valle de Juárez. *Terra Latinoamericana*, 31(2), 135-143.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018757792013000300135&script=sci_abstract

Organización Mundial de la Salud. (2019). Luchas contra las enfermedades transmitidas por el agua. Red internacional para la promoción del tratamiento y el almacenamiento seguro del agua doméstica.

https://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease_es.pdf

World Health Organization's (WHO) 2022. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>

Organización Mundial de la Salud. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición.

<https://us05web.zoom.us/j/83596245273?pwd=SDQwaVpQ0YwWkdTajlPRkNLMIZX>

Organización Mundial de la Salud. (2019) Saneamiento datos y cifras.

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

Organización de la Naciones Unidas. (2020). Los desafíos del agua

. <https://www.un.org/es/global-issues/water>

Ramírez, E., Robles, E., Sainz, M., Ayala, R., y Campoy Emilia. (2009). Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Rev. Int. Contam. Ambient*, 25 (4), 247-255.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018849992009000400005#:~:text=Todos%20los%20pozos%20presentaron%20contaminaci%C3%B3n,de%20107%20UFC%2F100%20mL.

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R., y Gutiérrez-Builes, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 35(2), 236-247. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

Robles, E, S., Ramírez, E., Durán, Á., Martínez, M. E. y González, M.E. (2013). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo Axochiapan, Morelos, México. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(1).19-28
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323627689002>

Rodríguez-Ángeles, G. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichiacoli*. *Salud pública de México*, 44(5),464-475.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342002000500011

- Rodríguez-Miranda, J., García-Ubaque, C., y García-Ubaque, J. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de salud pública*, 18(5), 738-745. <https://www.redalyc.org/pdf/422/42249785004.pdf>
- Rompré Annie, Servais P, Baudart J, De Roubin MR, Laurent P. (2002). Methods of detection and enumeration of coliforms in drinking water: a review. *J Microbiol. Methods*; 49,31-54. doi:10.1016/s0167-7012(01)00351-7
- Rubio, H, O., Balderrama, L, R., Burrola, E., Aguilar, G, N. y Saucedo, R, A.(2015).Niveles de contaminación del agua potable en la cabecera municipal de Ascensión, Chihuahua, México. *Revista Electrónica Nova Scientia*. 7 (4). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000200178
- Sánchez-Martínez, D. V. La falta de potabilización del agua y su relación con las enfermedades gastrointestinales en México. (2017). *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 4(8). <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/atotonilco/n8/e1.htm>
- Sánchez-Pérez, H, Vargas-Morales, M., y Méndez-Sánchez, J. D. (2000). Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. *Salud pública de México*, 42,397-406 <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6257>
- Sarabia, I, F., Cisneros, R., Aceves, J., Durán, H, M. y Castro, J. (2011). Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del valle de San Luis Potosí, México. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 27 (2). 103-113 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37019853002>
- Secretaria de Salud y Dirección General de Epidemiología. (2021). *boletín epidemiológico* semana epidemiológica no. 40 correspondiente del 3/octubre/202. <http://saludsinaloa.gob.mx/index.php/boletines-de-epidemiologia/>

Statista Research Department (2021). México: infecciones intestinales 2019, por edad. estadísticas.
<https://es.statista.com/estadisticas/1149418/infeccionesintestinales-mexico-grupo-edad/>

Tilley E., Ulrich Lukas., Lüthi Christoph, Philippe Reymond, Schertenleib Roland y Zurbrügg Christian. (2020). Septic tanks.

Zambrano, H, J. (2016). *Letrinas sanitarias y disposición de excreta*. [Tesis de Licenciatura, Politécnico Santiago Marino].
<https://es.slideshare.net/jlzambranobravo/calculo-y-disposicion-de-le>

Anexos



Anexo 1. Fuentes de contaminación junto al pozo de abastecimiento

La basura identificada alrededor de los pozos inspeccionados. Lo cual, crea las condiciones idóneas para el crecimiento y supervivencia de microorganismos. Asimismo, favorece el hábitat y proliferación de insectos, roedores y otros animales portadores potenciales de enfermedades.



Anexo 2. Tapas inadecuadas para tapar un pozo de abastecimiento de agua

Pocos pozos cuentan tapas, de estos la mayoría son inadecuadas. Lo cual permite el ingreso de partículas contaminantes (por ejemplo, heces de aves) y objetos extraños al interior del pozo (hojas de los árboles).



Anexo 3. Pozos de abastecimiento sin protección

Un pozo sin borde de protección (brocal), de los cuales se encontraron muy pocos de este tipo en el poblado de Teacapán, Sinaloa. Este es uno de los principales factores de contaminación, constituye una puerta de entrada la contaminación directa del pozo con polvo y basura.



Anexo 4. Pozo con borde de protección de altura baja.

En Teacapán, Sinaloa la mayoría de los pozos que tienen brocal no es de la altura establecida en la norma, sino que tienen una altura muy baja, lo que vuelve vulnerable ante las inundaciones.



Anexo 5. Pozo de abastecimiento inundado en periodo de lluvias

Pozo en el patio de una casa después de lluvias intensas e inundaciones por fenómenos meteorológicos extremos están ocurriendo en muchas áreas del país y están impactando los pozos.

Tabla 5. Valores de NMP por cada 100 mL de muestra y 95 % de límite de confianza (cuando se utilizan cinco alícuotas de muestra de 10 mL, cinco de 1 mL y cinco de 0,1 mL).

Número de tubos que dieron reacción positiva			NMP por 100 mL	Límite de confianza al 95 %	
5 de 10 mL	5 de 1 mL	5 de 0,1 mL		Inferior	Superior
2	1	1	9	2	21
2	2	0	9	2	21
2	3	0	12	3	28
3	0	0	8	1	19
3	0	1	11	2	25
3	1	0	11	2	25
3	1	1	14	4	34
3	2	0	14	4	34
3	2	1	17	5	46
3	3	0	17	5	46
4	0	0	13	3	31
4	0	1	17	5	46
4	1	0	17	5	46
4	1	1	21	7	63
4	1	2	26	9	78
4	2	0	22	7	67
4	2	1	26	9	78
4	3	0	27	9	80
4	3	1	33	11	93
4	4	0	34	12	93
5	0	0	23	7	70
5	0	1	31	11	89
5	0	2	43	15	110
5	1	0	33	11	93
5	1	1	46	16	120
5	1	2	63	21	150
5	2	0	49	17	130
5	2	1	70	23	170
5	2	2	94	28	220
5	3	0	79	25	190

Número de tubos que dieron reacción positiva			NMP por 100 mL	Límite de confianza al 95 %	
5 de 10 mL	5 de 1 mL	5 de 0,1 mL		Inferior	Superior
0	0	0	< 2	< 1	7
0	1	0	2	< 1	7
0	2	0	4	< 1	11
1	0	0	2	< 1	7
1	0	1	4	< 1	11
1	1	0	4	< 1	11
1	1	1	6	< 1	15
1	2	0	6	< 1	15
2	0	0	5	< 1	13
2	0	1	7	1	17
2	1	0	7	1	17

Número de tubos que dieron reacción positiva			NMP por 100 mL	Límite de confianza al 95 %	
5 de 10 mL	5 de 1 mL	5 de 0,1 mL		Inferior	Superior
5	3	1	110	31	250
5	3	2	140	37	340
5	3	3	180	44	500
5	4	0	130	35	300
5	4	1	170	43	490
5	4	2	220	57	700
5	4	3	280	90	850
5	4	4	350	120	1 000
5	5	0	240	68	750
5	5	1	350	120	1 000
5	5	2	540	180	1 400
5	5	3	920	300	3200
5	5	4	1600	640	5800
5	5	5	≥ 1800	-	-

Tabla 6. Infraestructura de suministro y usos del agua en viviendas de Teacapán, Sinaloa.

Cuadrante muestreado y fecha	Tipo de Calle	Conexión al drenaje	Tipo de Vivienda	Giro comercial que hay en la vivienda	Habitantes por vivienda	No. de habitaciones en la vivienda	Uso del agua contenida en piletas o aljibes	Fuentes de abastecimiento de agua en la vivienda	Frecuencia de abastecimiento	Calidad aparente del agua*	Dotación** y cobro del agua provista
Sureste 26-11-21	Tierra	No	Pluri-familiar	Abarrotes	6	3 recamaras Sala Comedor Lavadero 2 baños	Si Trastes Ropa Mariscos	Pozo Tubo y bomba	Insuficiente e Irregular	Con olor a barro, Sin Color, Transparente	Dotación: A) irregular Cobro Mensual
Sureste 26-11-21	Concreto	No	Unifamiliar	Pollos asados 3 lavadero Lavabo	2	2 recamaras Sala Comedor lavadero cocina	Si Trastes Ropa Mariscos Pollos	Pipas	Insuficiente e Irregular	Con olor a cianofitas y barro Color café Turbia	Dotación: A) irregular B) Cobro Mensual
Noroeste 26-11-21	Tierra	No	Pluri-familiar	Tarja Lavadero Baño Jardín	6	2 recamara 2 baños Sala Comedor lavadero cocina	Si Trastes Ropa Mariscos	Pozo de block	Insuficiente e Irregular	A) Si nol or B)sin color C)transparente	Dotación: A) irregular B) Cobro Bimestral
Noroeste 26-11-21	Piedra bola	No	Plurifamiliar	Abarrotes Lavadero Lavabo	8	2 recamara 2 baños Sala	Si Trastes Ropa	Pozo	Insuficiente e Irregular	Con olor a cieno y barro	Dotación: A) irregular B) Cobro Mensual

				½ Baño		Comedor lavadero cocina	Mariscos		A) C ol or ca fé B) T ur bi a		
Noroeste 26-11-21	Tierra	No	Con domi nios	Hospedaje		4 cuartos 4 cuartos de lavado 4 cocinetas	No	Pozo	Insuficiente e Irregular	Sin color Sin olor Transparente	Dotación: A) irregular B) Cobro Bimestral
Sureste 26-26- 11-21	Tierra	No	Plurif amili ar	5		3recamara 1 baños Sala Comedor lavadero cocina Jardín	Si Trastes Ropa Mariscos Bañarse	Pozo	Insuficiente e Irregular	Con olor a barro Color amarillo Turbia	Dotación: A) irregular B) Cobro Mensual
Sureste 26-11-21	Tierra	No	Unifa milia r	Pescados y mariscos Tarja Lavadero Baño	1	3recamara 2 baños Sala Comedor lavadero cocina	Si Trastes Mariscos	Pozo block	Insuficiente e Irregular	Sin olor Sin Color C)Transparent e	Dotación: A) irregular B) Cobro Tarifa anual fija
Noroeste 26-11-21	Concret o	No	Unifa milia	Tortillería 2 Tarja	2	2recamara 2 baños	Si Trastes	Pozo	Insuficiente e Irregular	Con olor a barro	Dotación: A)

			r	Lavabo		Sala	Ropa			Color amarillo	irregular
						Comedor				Turbia	B) Cobro Mensual
Suroeste 26-11-21	Concret o	No	Plirif amili ar	Pescados y mariscos Tarja Lavadero baño	3	1 recamara 1 cocina	Si Trastes Ropa	Pozo	Insuficiente e Irregular	Transparente	Dotación: A) irregular Cobro Mensual
Noreste 26-11-21	Tierra	No	Plurif amili ar	Abarrotes	9	3recamara 1 ½ baños Sala Comedor	Si Trastes Ropa	Pozo block	Insuficiente e Irregular	Con olor a barro. Color café y amarilla Turbia	Dotación: A) irregular B) Cobro Mensual
Noroeste 26-11-21	Concret o	No		Hotel los Mangos 32 cuartos 32 baños 1 cuarto de lavado 1 cocina Jardín 2 alberca			Si Trastes	Pozo y pipa	Insuficiente e Irregular	Olor a ciano Color café Turbia	Dotación: A) irregular B) Cobro Tarifa anual fija
Noreste 26-11-21	Concret o	No		Villas María Fenarda 18 cuartos 2 villas 22 baños				Pozo y pipa	Insuficiente e Irregular	Olor a ciano Sin color transparente	Dotación: A) irregular B) Cobro Tarifa anual fija

Noroeste 26-11-21	concret o	No	Lavandería Lavadero 6 lavadoras y secadoras Jardín 1 baño	Si Ropa Plantas Trastes	Pipas	Insuficiente e irregular	Con olor barro, con color café y turbia	Dotación : A) irregular B) tarifa fija l
Sureste 26-11-21	Concret o	No	Mariscos Gina 3 tarja 2 lavabos 1 cocina 2 baños	Si, Trastes Mariscos	Pipa y agua garrafón	Insuficiente e irregular	Con olor a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro mensual
Noreste 26-11-21	Tierra	No	Pescadería 2 piletas	Si, Taras Mariscos Pescado	Pipa Pozo	Insuficiente e irregular	Con olor a cieno, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro mensual
Noreste 26-11-21	Tierra	No	Luci snack 2 tarjas 1 cocina 1 baño Area para comer Jardín	Si, Trastes Muebles	Pipa	Insuficiente e irregular	barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro anual

Noroeste 26-11-21	Tierra	No	Hotel Alfa y omega 10 cuartos Jardín 1cuarto de lavado	Si, Aseo de cuartos Trastes	Pipa y pozo	Insuficiente e irregular	barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro tarifa fija
Noroeste 26-11-21	Tierra	No	Carnicería El cuate Cocina	Si, trastes	Pozo y pipa	Insuficiente e irregular	Olor a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro mensual
Noroeste 26-11-21	Tierra	No	Estética 3 tajas	Si, instrumento s y aseo del lugar	Pozo y pipa	Insuficiente e irregular	Olo r a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro anual
Noroeste 26-11-21	Tierra	No	Cocina económica Tarja 1baño Jardín	Si, trastes, muebles y Aseo del ,lugar	Pipa	Insuficiente e irregular	Olor a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro bimestral
Noroeste 26-11-21	Tierra	No	El faro 5 habitacion es 2 baños 1 alberca	Si, para la alberca y aseo del lugar	Pipa y pozo	Insuficiente e irregular	Olor a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro tarifan fija
Suroeste 26-11-21	Tierra	No	Expendio de	Si, para taras y	Pozo	Insuficiente e irregular	Olor a barro,	Dotación : A)

				mariscos			mariscos			color café	irregular
				2 barras de trabajo						Turbia	B) cobro bimestral
				3 tarjas							
				1 pileta							
Suroeste 26-11-21	Tierra	No		Comedor comunitario			Si, trastes, muebles	Pozo	Insuficiente e irregular	Olor a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro
Suroeste 26-11-21	Tierra	No		Cuartos de renta 15 cuartos 2 baños 1 cocina Jardín			Si, ropa, trastes, aseso del lugar	Pozo block	Insuficiente e irregular	Olor a Ciano Color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro mensual
Suroeste 26-11-21	Tierra	No	Plurifamiliar	Estérica	8	3 recamaras 2 baños Sala	Si, trastes, ropa, maricos, y local	Pozo y pipa	Insuficiente e irregular	Olor a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro mensual
Suroeste 26-11-21	Tierra	No	Plurifamiliar	Abarrotes	6	2 recamaras Sala Comedor 1 baño Jardín	Si, trastes, ropa, maricos	Pozo block	Insuficiente e irregular	Olor a barro, color café Turbia	Dotación : A) irregular B) cobro mensual

*Calidad aparente del agua: son tres opciones con respecto a las características organolépticas:

a) cianofitas, b) barro o c) sin olor, para la apariencia son dos las alternativas) turbia,

b) transparente.

**Dotación: con referencia a la frecuencia del abasto de agua; a) regular o b) irregular

*Con olor a barroB) sin color