



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO DE 13  
MUNICIPIOS DEL ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O**

**PRESENTA:**

**LORENA FLORES TREJO**

**DIRECTORA DE TESIS:**

**QFB. ESPERANZA DEL SOCORRO ROBLES VALDERRAMA**

**LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA DE BAZ, ESTADO DE MÉXICO.**

**2015**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

...ESTE ES EL FIN DE UNA HISTORIA, PERO EL  
COMIENZO DE OTRA.

The Rum Diary

“Nunca digas soy, porque todo consiste en estar siendo... Y estar siendo es  
CAMBIAR. Porque somos y no somos al mismo tiempo”.

“Lo único que permanece es el cambio”.

LOBO, CCH-N.

# DEDICATORIAS

**A los increíbles y mejores padres que la vida me pudo regalar:**

Santiago Sergio Flores Genis y Maricela Trejo Martínez.

**A mis hermanos:**

Sergio, Antonio, Sandra, Gabriela y al que viene en camino.

A todos los miembros que forman parte de la **familia Flores Trejo**, en especial a todos los que han creído y confiado en mí, a los que me han mostrado su cariño; especialmente a los que han sido pilares en la familia: ¡mis abuelitos!

(Remigio y Esperanza, Amado e Isabel)

**A ti:** No sabes lo difícil y a la vez confortante que es para mí escribir esto, gracias a tus últimas palabras y consejos, esta gran meta en mi vida ¡se ha hecho realidad!

Logre lo que quisiste para mí y espero puedas estar orgulloso de ello, no sabes la falta que me haces.

Siempre te querré y te recordaré... **Remigio Flores Salvador †**

# AGRADECIMIENTOS FAMILIARES

Primero que nada la dedicación de este trabajo y el principal agradecimiento es para las personas que me regalaron el privilegio de vivir, para las personas que me han enseñado todo en la vida, principalmente a ser una persona con valores, a trabajar y a luchar por lo que uno quiere y por regalarme unos maravillosos hermanos: **Mis padres.**

**Mami:** Mi hermosa madre, ¡eres la mejor de todas!, mi amiga, mi todo; no sabría qué hacer sin ti. Te agradezco por ser la personita que eres, que nunca te das por vencida y no te dejas de nadie, eres la fortaleza de todos; mi ejemplo a seguir. Valoro todo lo que haces por nosotros, agradezco tus regañones cuando los necesito, pero sobretodo ese cariño que me das, tus cuidados y muchas cosas más... que por falta de espacio no podría poner. Te Amo.

**Papi:** ¿Qué te digo?... Te admiro como no tienes una idea, eres una personita muy especial en mi vida aunque no siempre te lo demuestre; agradezco todas tus palabras y consejos que me das, el ejemplo que has sembrado en mí de ser una persona razonable, preocupada por su futuro, trabajadora, pero sobretodo luchadora. No sabes lo mucho que agradezco que nos enseñes a ser una persona que no se da por vencida en nada y que para ti no existan barreras. Tantas cosas que ni en toda esta hoja terminaría por agradecerte. Eres mi ejemplo a seguir, mi vida no tendría sentido si tú no estuvieras. Te Amo.

**A mis hermanos: Sergio, Toño, Sandy y Gaby...** Ustedes son el motor que me obliga a echarle ganas en todo lo que hago. Espero ser un buen ejemplo para ustedes; eso de ser la mayor te da una gran responsabilidad y espero estarla cubriendo lo mejor posible. Son otra de las cosas que le da sentido a mi vida, no saben cuánto me hacen feliz, a pesar de que a veces peleemos. Los amo y espero en unos años, ustedes estén escribiendo una tesis... Sergio y Toño, ¡ustedes son los más cercanos a esto!

A toda mi familia (Flores Trejo): **a mis abuelitos** quienes han creído en mí, me han acompañado en momentos importantes en mi vida, pero sobretodo me han dado mucho cariño, GRACIAS; a mis **tíos y tías** por ambos lados de la familia, en especial a los que han demostrado quererme tal y como soy y me han animado a seguir, gracias también a los que aunque ya sea grande me siguen consintiendo y a los que se han vuelto un pilar de ayuda para mis abuelitos y para nosotros también. Gracias; a mis primos a quienes he aprendido a querer como hermanos (**Dani, Andrés, Cami, Eli y Arely**). Los quiero mucho; también a las primas que aunque no llevemos tanto de conocernos, nos llevamos genial **Andrea y Carmelita**; a **Clau** que me hizo cambiar para bien y cómo te extraño; a **Roxy y Susy**, que aparecieron de pronto y se volvieron parte importante en mi vida.

A todos de verdad... ¡Los Quiero Mucho!

# AGRADECIMIENTOS GENERALES

A todas las personas que se han cruzado en mi camino, dejando una huella importante en mi vida.

**Janely Solís, Arlette Juárez, Ilse Torres:** Ustedes niñas por brindarme la confianza que me han regalado, por permitirme ser cómplice de ustedes en muchas cosas, por todos los momentos juntas, por enseñarme a ser y hacerme una persona fuerte, por tantas risas, lágrimas y locuras compartidas, pero sobre todo por esta amistad tan sólida y bonita que sigue en pie a pesar de mucho. A ustedes tres... por compartir esta hermosa carrera conmigo, Las quiero hermanitas.

**Cris Sánchez, Mara Santillán, José Luis Arriaga, Soe Franco, Mónica Gallardo y mis tres niñas** antes escritas... aunque a veces nos cueste trabajo volver a reunirnos y muchas de las veces no esté yo ahí, los quiero mucho, con ustedes he tenido experiencias súper locas que en la vida pensé tener, me he reído a morir y cosas de ese estilo, les agradezco todos los momentos que hemos pasado juntos, pues hacen todo muy divertido. A **Gabriela Caridad:** por volver aparecer en mí vida y volverte mí consejera, Te quiero mucho.

A mis cómplices, compañeras, amigas y hermanas que compartieron conmigo desde primer semestre ésta increíble y hermosa carrera que es la Biología: **Acoyani y Sonia**, niñas muchas gracias por ser como son, por compartir conmigo cada proyecto de método aunque sé que en ocasiones soy muy dura en esos aspectos, por hacer equipo en todo, parejas de tres jajaja, por vivir cada práctica que pudimos juntas, cada locura... Les agradezco cada consejo, cada vivencia, cada ida a comer, cada día juntas. Las echaré de menos... Las quiero demasiado.

A todos y todas las personas que formaron parte del **grupo 55**, en donde hice grandes amigos y se vivieron tantas cosas. A los que nos mudamos de grupo y además tuvimos el honor de trabajar o compartir algunas aventuras en otro semestre... A las personitas que conformaron el grupo del que después fui parte: **51**, principalmente con los que compartí alguna vivencia o alguna buena e interesante plática. **Juan Carlos Carreón**, te volviste en un buen amigo, jajaja... tenemos situaciones similares en todo momento.

A mis compañeritos de laboratorio quienes me hicieron sonreír mientras estuve ahí, a los que me enseñaron y ayudaron, además compartir muy buenas charlas: **Pedro, Ignacio, Fanny, Carlos**. A mis segundos compañeritos y que considero se han vuelto unos grandes amigos, gracias por depositar su confianza en mí y darme la oportunidad de compartir lo que he aprendido, gracias por hacer mi estancia en el laboratorio muy amena y hacerme reír todo el tiempo... **Luis Alberto, Raúl Alberto, Javier y Miriam**. Y algunas otras personitas que también conocí en el laboratorio, pues fueron parte del monográfico o simplemente llegaron ahí, ya sea porque fui alumna o ayudante del mismo.

A mi asesora: **Esperanza del S. Robles Valderrama**, No sé cómo agradecerle todo lo que ha hecho por mí; primero que nada por permitirme entrar al mejor laboratorio de la UIICSE, por darme la oportunidad de empezar este trabajo a destiempo, por sus enseñanzas, sus consejos; por su apoyo en todos los sentidos. Por las pláticas; pero sobre todo por esa gran confianza que puso en mí y por creer en mí. Por darme la oportunidad de conocerla y de apoyarla, espero haberlo hecho bien. Por considerarme y dejarme trabajar en los proyectos que tiene. Me ha hecho aprender y crecer mucho como persona y profesionalmente. ¡Muchas Gracias! ¡La quiero mucho!

A las profesoras: **Guadalupe Saínez, Blanca Martínez y María Elena Martínez**: Gracias por cada enseñanza, el laboratorio sin ustedes no sería lo que es, son una parte fundamental en él y cuando alguna no está se les extraña mucho. Agradezco cada una de sus pláticas, sus consejos y que compartieran conmigo esa experiencia que tienen. ¡Las quiero mucho!

A mis revisores:

**Dr. Víctor Rivera** y a la **Mtra. Elizabeth Ramírez**: Por cada una de sus valiosas observaciones, sugerencias hechas, por su interés y su tiempo dedicado a este trabajo, dado que fueron importantes para el enriquecimiento de la tesis.

**Mtro. Ángel Durán**: Por su valiosa ayuda, enseñanza, explicaciones y tiempo dedicado a este trabajo, especialmente en lo estadístico.

**Biol. Blanca Martínez**: Por valorar mucho este trabajo y revisarlo con entusiasmo, por animarme tanto, por ayudarme a ver lo mucho que he podido crecer como persona, por creer en mí.

**QFB. Esperanza Robles**: Por todo el tiempo dedicado a este trabajo, que supongo fue demasiado... por hacer que quedara resumido y entendible, por sus valiosas observaciones y consejos.

A la **Dra. Ma. Del Rosario Sánchez Rodríguez**, por sus consejos, pláticas y enseñanzas tanto académicas como de vida, recibidas durante su monográfico ¡aprendí tanto de usted! A la **Dra. Patricia Bonilla Lemus**, por sus consejos, ayuda y enseñanzas recibidas durante y después del monográfico. Al **Dr. Francisco Torner Morales**, por sus explicaciones, préstamo de libros, pláticas y consejos, que han sido de gran ayuda. A **todos los profesores** que formaron parte de mi vida académica y más los que dejaron enseñanzas dentro de mí y ayudaron a forjar esta persona que soy hoy y que no menciono a todos por falta de espacio, pero están presentes en este momento.

A mis compañeritos que colaboraron en este trabajo con algunos municipios y se mencionan en la parte de resultados con sus nombres completos: Pedro, Estefani, Ignacio y Luis Alberto. A las personas que me hicieron favor de conseguir o traer muestra de casas como: Esmeralda García, Uriel Sánchez, Juan Pablo Ortiz, Janelly Solís, Arlette Juárez, a mí papá. ¡Muchas Gracias! Sin ustedes no hubiera sido posible el término de este trabajo.

... Y a todos los que alguna vez fueron pieza importante en mi vida pues con tan solo compartir experiencias en alguna etapa de mi vida o ser parte de mis vivencias dentro de esta maravillosa facultad, están presentes en estos momentos de escritura, pero me es imposible poner a todos.

## ÍNDICE

1. Introducción.....	9
2. Antecedentes.....	11
2.1. Antecedentes en México.....	12
2.2. Antecedentes en otros países.....	14
3. Marco Teórico.....	15
3.1. Parámetros Físicoquímicos.....	15
3.2. Parámetros Bacteriológicos.....	21
3.3. Calidad del Agua.....	23
4. Justificación.....	23
5. Objetivos.....	24
5.1. Objetivo	
General.....	24
5.2. Objetivos Particulares.....	24
6. Descripción del Área de Estudio.....	25
6.1. Descripción de los Municipios Estudiados.....	27
7. Material y Métodos.....	33
8. Resultados y Discusión.....	34
8.1. Resultados de cada Casa.....	35
8.2. Resultados por municipio.....	51
8.2.1. Diagramas de Caja.....	52
8.2.2. Calidad del agua entre los municipios de acuerdo a la NOM-127.....	60
8.2.3. Análisis Discriminante, Distancias de Mahalanobis y Diagrama de Dispersión.....	61
9. Conclusiones.....	65
10. Recomendaciones.....	66
11. Bibliografía.....	67
12. Anexo 1. ....	74
13. Anexo 2. ....	102
14. Anexo 3. ....	111

## RESUMEN

El elemento primordial en el equilibrio de la naturaleza, está representado por el agua, dado que aproximadamente el 75% del planeta es agua. De éste porcentaje, el 97.5% se encuentra en los océanos; el resto (2.5%) es agua dulce, de la cual la mayoría de los organismos es dependiente y no está completamente disponible. La importancia del agua es tal, que también nosotros los humanos dependemos de ella, no sólo para sobrevivir; sino también para diversas actividades como la industria y las cotidianas, es decir el uso doméstico. Este uso, por tener un contacto directo con el consumidor, es el que más debe vigilarse en su calidad; dado que el agua que no presente buena calidad, puede involucrarse con enfermedades, principalmente las diarreicas.

Últimamente el agua enfrenta serios problemas de contaminación, los cuales afectan la calidad del agua; pues modifican sus características físicas, químicas y biológicas. Para regular esta situación se han creado normas y en México la norma principal para el agua de uso y consumo humano, es la NOM-127- SSA1-1994, modificada en el 2000; utilizada en este estudio.

Por la importancia que posee este vital líquido, así como los problemas de contaminación que se han observado es necesario realizar estudios sobre la calidad del agua, principalmente en lugares con alta población y que han carecido de estudios; tal es el caso de los municipios de Estado de México. Es por ello que en este trabajo se analizó la calidad del agua de casas-habitación de trece municipios pertenecientes al Estado de México.

Como resultados se obtuvieron que 38 de las 39 casas analizadas rebasaron algún parámetro de la NOM-127. Los parámetros que no cumplían con la norma desde el primer punto muestreado, fueron el cloro libre, el manganeso y ambos tipos de coliformes. Con un mal manejo del agua por parte del consumidor en algunas de las casas, el manganeso, el cloro y los coliformes totales aumentaron su contaminación. Además de que en varias de las casas muestreadas en donde el agua en el suministro llegaba acorde con la norma; había contaminación intradomiciliaria por falta de mantenimiento o cuidado adecuado en los almacenes; siendo ambos tipos de coliformes y el cloro libre residual los parámetros más afectados.

En base al análisis discriminante se encontró que los parámetros como alcalinidad total, dureza total, dureza al calcio, sólidos disueltos, conductividad, cloro libre, nitratos y manganeso; explican el mayor porcentaje de variación encontrada entre los trece municipios muestreados; siendo Melchor Ocampo el municipio que marco más diferencias con respecto a los 12 restantes.

### **Palabras clave:**

Municipios del Estado de México, Parámetros Físicoquímicos, Parámetros bacteriológicos, calidad de agua

## 1. Introducción

En la naturaleza existe un equilibrio que está dado por los ciclos de los elementos que la conforman. Uno de estos elementos es el agua, dado que la mayoría de la Tierra está conformada por ella. Si se habla de porcentajes, este líquido en el planeta representa un 75%, y la cifra aproximada en hectómetros cúbicos es de 1, 386 billones. Su reciclamiento a través del ciclo hidrológico, hace pensar, como muchas personas, que el agua es muy abundante. Sin embargo la mayoría de este líquido se encuentra en los océanos con un 97.5% del total en el planeta, y es cuando la realidad se hace presente, porque solo un 2.5% es agua dulce (consumible por el ser humano), cantidad a la cual, si se resta el agua que no está disponible, es decir la que está congelada en los polos, glaciales, etc., reduce la cantidad quedando una cifra de 0.01%, la cual es insuficiente en comparación de la demanda, que aumenta cada vez más (Baird, 2001 y CONAGUA, 2013).

Con la situación planteada anteriormente se puede apreciar el caso tan crítico en el que se encuentra este elemento y con ello la existencia misma de la vida; pues en realidad el 0.007% es la cantidad que se puede aprovechar. Nuestra especie es la que más se beneficia con este recurso, pues se realizan distintas actividades como la agricultura, ganadería, industria, minería, el transporte y el uso doméstico, entre algunas otras (Jiménez, 2008 y Toledo, 2002).

En el caso de México, de los 1, 489 mil millones de m<sup>3</sup> que recibe el país en las lluvias, solo el 22.2%, se queda en las cuencas superficiales y el 6.2% se va a los acuíferos subterráneos, cabe mencionar que a pesar de las cifras que se muestran, la distribución en el país es demasiado irregular, pues en la parte norte hay una larga temporada de sequía y en el sur, la temporada de precipitación es mayor. De acuerdo al uso del agua en el país, se tiene que la agricultura ocupa el 76.6%, seguido por el abastecimiento público (que incluye el uso doméstico y a las industrias pequeñas) con el 14.5%, seguido por las industrias autoabastecidas, las cuales ocupan un 4% del agua y el otro 4.9% para la producción de energía eléctrica (CONAGUA, 2013).

Todos los usos que se le dan al agua y su mal aprovechamiento han provocado ciertas problemáticas en donde se encuentra la disminución de la cantidad y la calidad de este líquido por estas actividades. Con respecto a los porcentajes mostrados anteriormente, se puede observar que uno de los usos más relevantes para la población humana, es sin duda el doméstico. Este uso se relaciona principalmente con la higiene personal y la alimentación, poniendo en riesgo la salud

si la calidad del agua no es la adecuada. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en los estudios que han realizado menciona que las enfermedades que tienen una relación con el consumo de aguas contaminadas han tenido grandes repercusiones en la salud, poniendo como ejemplo a las enfermedades diarreicas que ocupan el sexto lugar de importancia en el mundo. La OMS en 2011 reportó la muerte de 2 millones de personas y el padecimiento de otras 4 millones de personas por las enfermedades diarreicas y menciona que podrían combatirse con una mejor calidad del agua (OMS, 2006, Howard & Bartram, 2003 y CONAGUA, 2013).

En la actualidad el agua, enfrenta serios problemas de contaminación como consecuencia del desarrollo urbano e industrial y ello modifica la calidad del agua, pues los contaminantes influyen en las características físicas, biológicas y químicas del agua y del ambiente en general. Para saber cuál es la calidad del agua se deben medir parámetros como el color, olor y sabor entre otros. Por otro lado para poder hacer una valoración de la calidad acuática también debe considerarse el tipo de usos que se le va a dar, además de evaluar constantemente si hay cambios en su naturaleza química, física o biológica (Garcés y Hernández, 2004).

Para regular la calidad del agua en nuestro país se han establecido ciertas normas, una de ellas es para el agua de uso y consumo humano, la NOM-127-SSA1-1994, modificada en el 2000, donde se mencionan los tratamientos a los que puede someterse el agua para su potabilización y los límites máximos permisibles en los parámetros de calidad, la cual toma en cuenta coliformes totales y fecales, color, olor, sabor, turbiedad, cloruros, dureza total, fluoruros, hidrocarburos, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, sólidos disueltos totales, plomo, sulfatos, entre muchos otros (SS, 2000).

Debido al uso que se le da al agua y a la importancia para la salud humana, que tiene contar con agua de buena calidad para su consumo, resulta necesario hacer evaluaciones periódicas para conocer el estado en el que se encuentra dicho líquido, preferentemente en zonas donde hay altas concentraciones de población y en donde desde épocas atrás, el agua ha sido un problema de distribución, sumado a la sobre explotación y al deterioro de su calidad. Tal es el caso de los municipios del Estado de México pertenecientes al área metropolitana y que carecen de estudios que evalúen la calidad del agua que llega a sus habitantes, así como del manejo de esa agua una vez que se encuentra en las manos del usuario (Galindo y col.. 2011; Birrichaga, 1999 y Aboites, 1999).

## **2. Antecedentes**

### **2.1. Antecedentes en México**

Dentro de los antecedentes de estudios que han evaluado la calidad del agua potable en nuestro país, se tiene un trabajo publicado en el año 2013 por Robles y col., quienes trabajaron en el acuífero de Tepalcingo-Axochiapan, ubicado en el Estado de Morelos en México; muestrearon ocho pozos pertenecientes a ese acuífero y un manantial; todos destinados como agua potable y las muestras fueron tomadas antes de la cloración. Ellos obtuvieron que las aguas de dicho acuífero fueron muy duras en todos los pozos muestreados. En las partes bajas del área de estudio vieron que había una mayor cantidad de sólidos disueltos. En cuestión de la calidad de los pozos, el manantial y un pozo sobrepasaron los límites bacteriológicos propuestos en la NOM-127. En cuestiones fisicoquímicas, tres pozos no se consideraron adecuados y proponen que esta contaminación es por falta de servicios que garanticen una buena calidad en el agua y eviten la contaminación como la falta de drenaje.

En 2009 Ramírez y col. trabajaron en el acuífero de Zacatepec, también en Morelos, evaluaron la calidad del agua tanto biológica como fisicoquímica, aplicaron la Norma Oficial antes mencionada. Encontraron que los parámetros bacteriológicos estaban fuera de los límites permisibles y concluyeron que el acuífero estaba siendo afectado por las descargas de aguas residuales directas al suelo, deteriorando la calidad del agua.

En el año 2008, Orozco y col., publicaron un trabajo que realizaron en el 2006 en el estado de Chiapas en México; este trabajo lo realizaron cerca de un arroyo y de un río que proveen de agua a 6 pozos que fue en donde se hicieron muestreos por siete meses y encontraron de acuerdo con la NOM-127 que el 100% de los pozos rebasaron los límites permitidos de coliformes y de color. Los demás parámetros no sobresalieron de la norma; pero el pH tendía hacia la acidez y concluyeron que era por los lixiviados de un basurero cercano a los pozos, los que contribuían a la contaminación.

En el estado de Yucatán, en el 2004, se realizó un estudio por Pacheco y col., quienes tomaron muestras de 106 cabeceras municipales de este estado para saber la calidad tanto microbiológica como fisicoquímica del agua subterránea usada como potable, esto debido al mal manejo de los desechos y los agroquímicos. En donde resultó que el 45% del agua del estado tiene algún tipo de

contaminación biológica y que en base de los parámetros que rebasaron la norma mexicana el 52.83% es de calidad media.

En el estado de Hidalgo, en el municipio de Zimapán, Pérez y col., en el 2003, realizaron 10 muestreos en 11 puntos del municipio, colectando agua subterránea y de distribución para caracterizarla químicamente; encontraron que el arsénico elemento dañino para la salud estaba en concentraciones mucho mayores a las permisibles por la NOM 127, pero que éstas, podrían deberse al tipo de suelo. Otro parámetro que también rebaso los límites establecidos por la norma fue el manganeso y a pesar de no ser tóxico, no descartan la posibilidad de futuras enfermedades a la población expuesta. También observaron que en época de lluvias los iones y demás valores de los parámetros se diluían; mientras que en época de sequía se concentraban.

Pérez y col., en el 2002, reportaron y mostraron su preocupación por la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas subterráneas cercanas a un basurero en el estado de Durango. Debido a este trabajo pudo concluirse que el 35% del agua analizada, sobrepasa los límites permisibles en cuestiones bacteriológicas; mientras que el 15% rebasa el valor permitido por la NOM 127 en el caso de los nitratos. Mientras que los valores de dureza, conductividad y cloruros aumentaron por los lixiviados infiltrados.

En el 2002, Mazari y col., evaluaron el agua subterránea perteneciente a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM); en donde se incluyen las delegaciones del Distrito Federal y algunos municipios del Estado de México. El estudio fue prospectivo y al azar y de los 1,575 pozos registrados, solo evaluaron a 30 en las distintas épocas del año. Sobresale la inestabilidad de los nitratos y las diferencias del pH y el Carbono orgánico total por temporadas. Los parámetros que rebasan la norma ponen en peligro la vida de los consumidores y como ejemplo de ello, están los nitratos causantes de cáncer por las nitrosaminas.

En cuestiones microbiológicas, ambos grupos de coliformes, totales y fecales rebasaron la norma y había presencia de estreptococos fecales; para los coliformes *Escherichia Coli* (E. Coli), fue la más abundante.

En el año 2000 Sánchez y col. publicaron un artículo en donde evaluaron la calidad bacteriológica del agua de consumo humano en las zonas de alta marginación de Chiapas. Ellos comentan las condiciones tan precarias en las que viven las personas de ese estado en la cuestión de abasto de agua. Encontraron que Chiapas es el estado que presenta más incidencia de enfermedades

intestinales relacionadas sean directa o indirectamente con el consumo de agua en la que hubo la presencia de coliformes totales y fecales, y en cuestiones de parasitosis encontraron la presencia de *Entamoeba Histolytica*.

En el año 2000, Marín y col., hicieron una recopilación de diversos trabajos con respecto a la hidrología y geología de la ciudad de Mérida, Yucatán. Encontrando que en la parte noroeste existen fracturas y una porosidad media, que permite una alta filtración y forma una fuente única para el acuífero. Este acuífero con ello presenta una alta vulnerabilidad a contaminarse debido a la permeabilidad del suelo y a la alta carga de aguas residuales que se producen en la ciudad por la concentración de población que aumenta año con año.

Gaytán y col., en 1997 realizaron un estudio del agua potable en 24 de 27 localidades pertenecientes al área metropolitana de la ciudad de México, tomando muestras del suministro, en ocasiones de cisternas, llaves de cocina, etc., y concluyeron que el 53% de los casos el agua distribuida por la red municipal fue buena y observaron una contaminación cuando el agua era traída por pipas o cuando se llevaba de pozos del estado de México. Además de que había una mayor contaminación en el agua tomada dentro de las viviendas.

En Yucatán, Medina y col., relacionaron en su estudio realizado en 1996 la prevalencia de la enfermedad litiasis urinaria con los factores genéticos y también como factor de riesgo señalaron el consumo de agua potable con durezas altas. Pues demostraron que con estos posibles causantes, las cifras estimadas son menores a las reales (Medina y col., 2002).

Mazari y col., en 1999 también realizaron un estudio sobre los indicadores de contaminación fecal en el acuífero sur de la Ciudad de México y contemplaron principalmente a virus y bacterias. Mencionan que el 70% del agua que se utiliza en la ciudad de México proviene del agua subterránea. Monitorearon 5 acuíferos de la ciudad por 10 meses, determinaron coliformes totales y fecales encontrando una importante contaminación que rebasa las normas de 3 a 7 veces y se liga este resultado con una cloración inadecuada. También hicieron la comparación entre los coliformes fecales, estreptococos fecales y bacteriófagos (colífagos), encontrando que a pesar de la relación que hay entre coliformes fecales y estreptococos fecales con los colífagos; no es suficiente para que siempre se encuentren juntos en donde ha habido contaminación fecal, sugiriendo que esto puede ser porque los colífagos tienen una tasa de sobrevivencia mayor a la de

los patógenos. Además de que una combinación del par de indicadores antes mencionados podría ser más eficiente como indicadores.

En 1995, Flores y col., realizaron un estudio bacteriológico, en la ciudad de Mérida, Yucatán; donde muestrearon 383 casas con una llave exterior y una al interior del domicilio, encontrando que la mayoría del agua que se distribuye en la ciudad es buena y que entra en la norma, aunque el problema residió en que no hay un buen mantenimiento en los almacenes intradomiciliarios, pues es ahí en donde el agua baja su calidad.

## **2.2. Antecedentes en otros países**

Como estudios del mismo estilo pero realizados en otros países, encontramos a Kumar y col. (2013), quienes realizaron un estudio en un distrito de la India para evaluar la calidad de agua potable que era llevada a dos distritos, principalmente por motivos de salud, se tomaron muestras y se hicieron análisis bacteriológicos en donde se obtuvo una alta contaminación en Mahabubnagar y el agua de Koilsagar presento poca contaminación bacteriana. En las cuestiones fisicoquímicas, a pesar de que hubo trazas de algunos hidrocarburos e incluso de metales, ninguno rebaso la normatividad de ese país.

Tabor y col. (2011), en la ciudad de Bahir Dar en Etiopia, tomaron 35 muestras de agua domiciliarias de grifo y de almacén; obtuvieron que el 77% estaba contaminada bacteriológicamente y que el 57% no tenía cloro libre residual y que aunado a esto; el mal manejo del agua incrementaba la contaminación.

Padilla y col. (2010), hicieron la caracterización bacteriológica y física del agua de la subcuenca Quiscab, Guatemala y evidenciaron de manera general, que no es apta de forma directa para el consumo de la población, en ninguna de las dos épocas.

En el año 2008, Lamrani y col., publicaron un estudio que realizaron en la ciudad de Marruecos, en dos zonas que consideraban vulnerables a alta contaminación por las acciones antropogénicas. El estudio se realizó a lo largo de un año de Abril del 2004 a Abril del 2005 en las aguas subterráneas de Marruecos. Obteniendo como resultados altos números de coliformes fecales, estreptococos fecales, también tomaron en cuenta en el estudio a *Pseudomonas aeruginosa* y *Vibrio Cholerae*, resultando en un grave problema sanitario para los consumidores de esta agua, principalmente con enfermedades diarreicas; dadas por el mal manejo de aguas residuales. También resultó que el agua estaba bastante mineralizada, es decir poseía valores importantes de conductividad, lo que

permitió ligar a estas conductividades de 2000  $\mu\text{S}$  con efectos laxantes para sus consumidores. Por otro lado el agua subterránea también poseía una dureza muy alta debido a la presencia de elementos como el calcio, sodio, cloro, sulfatos y potasio principalmente. Los componentes con variaciones en su concentración en las distintas estaciones anuales fueron calcio, amonio, nitritos y materia orgánica siendo mayores en periodos de calor y como consecuencia también del tipo de roca del pozo.

En la aldea de Telungupalayam, en la ciudad de Combaitore en la India; en el 2008 Shiamala y col., decidieron evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas subterráneas de esa región dado que una industria textil presentaba un sistema de drenaje inadecuado. Con este estudio se demostró que en algunas estaciones alguno de los parámetros evaluados (cloruros, pH, dureza total) rebasaban las normativas de ese país pero no con una vital importancia; mientras que los sólidos disueltos y la alcalinidad total si rebasaron la norma por lo cual sugirieron que antes de que llegue a la población se debe darle un tratamiento mínimo.

En 2007, en Sivakasi, en la India; Radha y col., seleccionaron tres lugares diferentes para hacer un estudio comparativo en los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua potable, de pozo y de alcantarillado, concluyendo que en cuestiones fisicoquímicas como el pH, sólidos disueltos totales, alcalinidad total, durezas de calcio magnesio y la total, cloruros, entre otros; en su mayoría estaban en los límites permisibles. Mientras que en cuestiones biológicas todos los sitios superaron la norma por el mal manejo dado a las aguas residuales.

### **3. Marco Teórico**

#### **3.1. Parámetros Fisicoquímicos**

En esta sección, se analizarán algunos de los parámetros fisicoquímicos esenciales que la Norma Oficial Mexicana 127, pide que se determinen para el agua potable y de consumo humano, para esto se tiene que definir y conocer la importancia que tienen en la calidad del agua.

##### **Alcalinidad**

La alcalinidad del agua es su capacidad para neutralizar un ácido, o una base; es decir es la capacidad “buffer” del agua para recibir soluciones con distinto pH, sin tener cambios bruscos en su pH. La alcalinidad se da de manera principal en función de carbonatos, bicarbonatos e

hidróxidos contenidos en el agua. Se toma como la medida de los iones antes mencionados e incluso de iones como boratos, fosfatos, silicatos, si es que se encuentran presentes. En la industria puede ser perjudicial por las corrosiones e incrustaciones que pueden formarse, si es que son valores altos. Otra importancia que posee este parámetro, es que puede ser aceptor de carbono inorgánico, volviendo al agua un medio propicio para el desarrollo de organismos como algas. También es importante mencionar que si el pH de un agua tiene un valor de 8.3 o mayor, tendrá alcalinidad a la fenolftaleína, lo que nos indica que no solo los bicarbonatos conforman el agua (Manahan, 2007 y APHA, AWWA y WEF, 2012).

### **Cloro Libre Residual**

El uso del cloro como desinfectante en el agua, es casi esencial y aún más en nuestro país, dado a la normatividad existente para el agua de uso y consumo humano, pues al ser oxidante, tiene propiedades bactericidas, para que tenga un buen efecto, la concentración debe ser de 0.5 mg/L durante un mínimo de 30 minutos. El mantener estable un nivel de cloro libre residual, es decir entre 0.2-0.5 mg/L en el sistema que distribuye el líquido, reduce el riesgo de una reactivación bacteriana. A pesar del beneficio que representa usar el cloro como desinfectante, puede haber efectos adversos por la combinación del cloro con compuestos orgánicos, los cuales son potencialmente carcinogénicos o afectan a la vida acuática como las cloraminas. También debe mencionarse que el cloro en una solución acuosa es inestable porque depende de los cambios de temperatura, pH, y de las formas en que puede combinarse con las distintas moléculas existentes en el agua (OPS, 1988).

La capacidad de desinfección que posee el cloro se da gracias a que es un elemento muy reactivo. Al ser adicionado al agua comienza su unión con materia orgánica e inorgánica, esto hasta que la materia presente en el agua deje de estar disponible para cualquier unión. Después del término de esas reacciones, el cloro que siga siendo agregado comenzará a reaccionar con la molécula de agua, formando el ácido hipocloroso (HOCl-). Vuelve a haber una reacción, la cual separa al ión hidrógeno (H+) y al ión hipoclorito (OCl-), este posee la acción oxidante y por lo tanto desinfectante, aunque también el ión H+ reacciona y se complementa con oxígeno, logrando formar un ión OH- que es un oxidante aún más fuerte. Ambos iones, siendo radicales libres, tienen la capacidad de causar oxidaciones químicas y por lo tanto alterar el funcionamiento de las membranas, proteínas, enzimas que forman parte de las bacterias y otros seres vivos que tengan contacto con estos radicales (Tortora y col., 2007; Metcalf & Eddy, 1985 y Glynn & Gary, 1999).

## **Cloruros**

Es uno de los aniones inorgánicos más abundantes en el agua y generalmente se encuentran de manera natural en ella, pues están presentes en los suelos y por ello, el agua los contiene naturalmente. El exceso de cloruros en el agua suele aumentar el sabor salado, modificando sus características organolépticas y más si se encuentra combinado con el sodio; aunque también debe mencionarse que puede formar enlaces con los cationes calcio y magnesio, los cuales no dan un sabor salado al agua; pero al igual que el sodio, pueden ocasionar problemas en las tuberías y al igual que el cloro libre residual en conjunto con otros elementos, afectan el crecimiento de organismos, principalmente de algas (APHA, AWWA y WEF, 2012).

## **Color**

Tenemos muy en claro que todo cuanto nos rodea, a nuestra percepción posee un color, ¿pero qué sucede si el agua que utilizamos tiene algún color? La respuesta a esta pregunta se basa en los elementos que se encuentren en disolución con el agua, es decir si el agua presenta materia orgánica, o algún metal como el hierro o el manganeso, o simplemente porque ha sufrido algún tipo de contaminación, dada por alguna industria como una textilera. Debemos recalcar que para que un agua se considere potable, debe ser un líquido incoloro, como color real, que se refiere a eliminar las impurezas del agua por medio de filtración (OPS, 1988).

## **Conductividad**

La conductividad es la medida de la capacidad que posee el agua para conducir corriente eléctrica; se podría tomar como un hecho que a mayor cantidad de componentes inorgánicos que presente el agua, mayor será la capacidad de conducir electricidad, por lo que podemos decir que la conductividad es la totalidad de los iones presentes en el agua. Esto nos permite ligar de una manera indirecta a la salinidad del agua con la conductividad como una medida indirecta, pues debemos recordar que las sales son compuestos inorgánicos, al igual que los sólidos disueltos (OPS, 1985).

## **Dureza**

Mayoritariamente la dureza en el agua se encuentra dada por dos cationes metálicos disueltos en ella, principalmente, el Calcio y el Magnesio; aunque también puede darse por estroncio o bario y se expresa en miligramos por litro de  $\text{CaCO}_3$  (mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ). Principalmente a este parámetro se le ha relacionado con la capacidad del agua de formar espuma cuando se está usando un detergente; pues si un agua es muy dura, la espuma no se presenta. Además un valor de dureza muy alto, ocasiona grandes problemas de corrosión e incrustaciones en el sistema de distribución. Aunque el agua dura puede ser excelente como agua de riego, pues permite la permeabilidad del agua en el suelo, pues forma los cationes forman agregados con las partículas del suelo que dificultan la permeabilidad. La dureza se divide en dos, dureza carbonatada y la no carbonatada y se define el tipo de dureza en un agua comparando con el valor de la alcalinidad; pues es carbonatada cuando el valor de la alcalinidad es igual o menor al valor de la dureza total obtenida (Harris, 2007).

## **Fierro**

Este elemento es uno de los presentes en la corteza terrestre, se encuentra en minerales como la hematita, magnetita, pirita, entre otras, por ello se encuentra presente de manera natural en los cuerpos de agua o en las aguas subterráneas y por lo tanto sus rangos varían dependiendo si se encuentran en corriente (0.7mg/L) o en las subterráneas van del 0.1 a 10 mg/L. La solubilidad del fierro se controla por los carbonatos, niveles altos de fierro en el agua, causan manchas en tuberías y en la ropa, además de proporcionar sabores desagradables en comidas (APHA, AWWA y WEF, 2012).

## **Manganeso**

Al igual que el fierro, el manganeso es un elemento que se encuentra de una manera abundante en la corteza terrestre, en las aguas superficiales que tengan alguna corriente tienen una concentración aproximada de 7 mg/L, y en las aguas subterráneas, su valor se encuentra alrededor 0.1 mg/L. Se puede encontrar asociado con los minerales del fierro y cuando está en una solución acuosa, se encuentra en forma reducida  $\text{Mn}^{2+}$  y al igual que el fierro, la presencia del manganeso, puede ocasionar manchas en la ropa y en las tuberías (APHA, AWWA y WEF, 2012).

## **Nitratos, Nitritos y Nitrógeno Amoniacal**

Aunque se quiera separar a estos tres elementos presentes en el agua, resulta un poco difícil, pues para poder explicar alguno de ellos, es necesario tomar en cuenta a los demás, y esto se debe a que el Nitrógeno, componente de los nitratos, de los nitritos y del nitrógeno amoniacal forman parte del ciclo del nitrógeno.

Generalmente en el agua potable, el nitrógeno amoniacal, se encuentran naturalmente en trazas, es decir en valores pequeños, pues si estuviera en valores elevados significaría contaminación por materia orgánica; los nitritos, son los más inestables dentro del ciclo del nitrógeno, pues su química lo hace muy reactivo, son el estado intermedio en la oxidación y posee la capacidad de ser oxidante y reductor; por ello en el ambiente se encuentran concentraciones bajas. Los nitratos, son la forma más oxidada del nitrógeno, generalmente son de los elementos más encontrados de los pertenecientes al ciclo del Nitrógeno, pues son estables. Normalmente las concentraciones encontradas en el agua potable se deben al contacto y disolución de las piedras del subsuelo por donde pasa el agua subterránea. El nitrógeno amoniacal puede formar cloraminas cuando entra en contacto con el cloro usado para desinfectar.

Las concentraciones permisibles de estos compuestos en la norma oficial mexicana son: nitrógeno amoniacal hasta 0.5 mg/L, nitratos hasta 10.0 mg/L, nitritos hasta 1 mg/L. Cabe mencionar que los bajos límites permisibles en ambos parámetros se debe a los daños a la salud que podría ocasionar un exceso en éstos; pues a pesar de que el nitrato es un elemento más estable puede dar paso a los nitritos teniendo una toxicidad vasodilatadora en el sistema vascular o si hay un exceso en los nitritos, en combinación con otros compuestos pueden formar carcinógenos o mutágenos, y también se han considerado como el agente principal de la enfermedad metahemoglobinemia, esto es por ser altamente reactivo y puede ser un agente oxidante o reductor (Robles, *et al.* 2004 y Abarca, 2007 ).

## **pH**

El pH es la concentración de iones hidrógeno que se encuentran presentes en el agua; es decir es el potencial de hidrógeno. Lo que nos indica este parámetro, es, si el agua analizada es ácida o básica, y se basa en una escala de 1 (indica muy ácido) al 14 (indica muy alcalino), por consiguiente si el agua posee un valor de 7 nos indica que la solución es neutra, como debería ser un agua pura. Si recordamos los parámetros anteriormente mencionados, podemos ver que al pH

se le puede ligar con la alcalinidad, a mayor pH, hay una mayor alcalinidad, indicando mayor presencia de oxidrilos, carbonatos, bicarbonatos.

Además se debe mencionar que el pH es uno de los parámetros más usados, porque es un elemento esencial en la desinfección del agua, en la medición de la alcalinidad e incluso en el tratamiento de aguas residuales; pues la mayoría de las reacciones relacionadas con el agua se consideran pH-dependientes (Gillespie, *et al.* 1990 y APHA, AWWA y WEF, 2012).

### **Sólidos Disueltos Totales**

La medida de éste parámetro en el agua, valora la concentración aproximada de las sales minerales presentes, lo que se liga a la materia inorgánica, es por ello que la conductividad se relaciona con el resultado de los sólidos disueltos, pues representan la concentración de sales disueltas, ya que están constituidos por sustancias inorgánicas como el calcio, magnesio, el sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos.

Un exceso de sólidos en el agua, puede ocasionar problemas de salud para el consumidor, o incluso modificar el sabor del agua que se está consumiendo, pueden causar problemas en los procesos industriales pues interfieren en ellos, además de que pueden afectar los procesos químicos o biológicos en el tratamiento de aguas residuales, o simplemente la desinfección del agua potable se vuelve deficiente (OPS, 1985 y Rigola, 1990).

### **Sulfatos**

El ión  $SO_4^-$ , es uno de los más frecuentes en la naturaleza, generalmente se depositan en las aguas naturales y si se mezclan con otro elemento pueden volverse aún más solubles por la formación de sales. Las concentraciones que se pueden encontrar en el agua dulce son muy variables y dependen del suelo en el que se encuentre el agua. Un exceso de este ión en el agua puede provocar un efecto laxante en los consumidores no acostumbrados a altas concentraciones (OPS, 1985 y APHA, AWWA y WEF, 2012).

### **Turbiedad**

La turbiedad en el agua básicamente es la claridad o la ausencia de ésta en el agua que se está analizando. Principalmente es causada por las partículas en suspensión, como la materia orgánica e inorgánica que contiene, los microorganismos que puedan encontrarse en el agua o

simplemente arcillas, etc. También se puede relacionar como la capacidad que tiene esa agua para dispersar o absorber la luz que se le emita, que es en lo que se basa la determinación de este parámetro. Valores altos de turbiedad, hacen que se reduzca la eficiencia en el proceso de desinfección, ya que las bacterias pueden crecer mejor (OPS, 1988).

### **3.2. Parámetros Bacteriológicos**

En el año 2005, Tallón y col., realizaron una revisión de los distintos indicadores microbiológicos del agua y como se fueron eligiendo a lo largo de la historia los ahora conocidos indicadores bacteriológicos de la calidad del agua y se enfoca principalmente en los coliformes. En el siglo XIX comenzaron los grandes descubrimientos en este campo tratando de encontrar algún indicador que pudiera cumplir requisitos como que su presencia indique contaminación fecal en el agua que se esté analizando, que su cantidad se relacione con la cantidad de contaminante que esté presente; además de que sus métodos sean sencillos para su detección. También mencionan otros indicadores como los bacteriófagos, las bacterias formadoras de esporas como *Clostridium Perfringens*, contemplan a los enterococos fecales; algunos protozoos, como algunas amibas (*Giardia*). Los autores también se enfocan en los métodos empleados en la detección de estos organismos indicadores, aunque mencionan la conveniencia de usarlos en combinación con algún otro método que dé una seguridad completa como una prueba enzimática específica según el grupo manejado ( $\beta$ - Glucuronidasa o  $\beta$ -Galactosidasa). También mencionan los métodos que comienzan su apogeo y que futuramente se aplicarán como los métodos que implican el material genético como la reacción en cadena de la polimerasa, mejor conocida como PCR; pruebas inmunológicas como la ELISA o simplemente pruebas de patogenicidad.

Por definición los indicadores bacteriológicos de contaminación son aquellos organismos que al estar presentes indican una contaminación o una posible existencia de patógenos potenciales en el agua, generalmente se encuentran ahí por la acción del ser humano, por sus actividades o bien por sus excretas o de otros animales de sangre caliente (OPS, 1988. Y García, *et al.* 2005).

Un indicador bacteriológico de contaminación idealmente debe cumplir características que residen en la facilidad del método de detección o simplemente con las características biológicas propias del grupo bacteriano. Las características con que deben contar o por lo menos tener la mayoría de ellas son:

- 💧 Ser aplicable a todo el tipo de agua y estar ausentes en agua sin contaminación fecal.
- 💧 Estar siempre presente cuando estén los patógenos.
- 💧 Su densidad debe tener relación con los organismos patógenos y tener una proporción con la contaminación en el medio acuático.
- 💧 Debe tener un tiempo de supervivencia y resistencia a los desinfectantes o factores de depuración debe ser igual o mayor a la de los patógenos.
- 💧 Ausencia en agua potable.
- 💧 Los métodos de detección deben ser: sencillos, rápidos, baratos y aplicables a todos los tipos de agua.
- 💧 Sus características deben ser constantes.
- 💧 Estos organismos pueden no ser patógenos, pero si ligados a ellos (García y col., 2005).

### 💧 **Coliformes Totales:**

Se componen de varios géneros, comprenden bacterias aerobias y anaerobias facultativas, son bacilos, gram negativos, no esporulados y de las características distintivas es que fermentan lactosa, produciendo acidez y gas a 35°C (diferencia con coliformes fecales) a partir de las 24 o 48 horas. Se diferencian por las reacciones bioquímicas específicas y con crecimiento de colonias de ciertas características en medios específicos. Entre las ventajas como indicador, es su ausencia en el agua potable; si hay bacterias de origen intestinal, estas tienen un número más elevado; Su persistencia en el medio acuático es mayor que las bacterias patógenas; no son tan dañinas para el hombre y los métodos de determinación son sencillos. Como desventajas Es que algunos grupos de coliformes totales pueden multiplicarse en aguas con exceso de nutrientes y algunas *Pseudomonas* pueden tener reacciones positivas. Entre los géneros encontrados aquí están *Klebsiella*, *Escherichia* y *Enterobacter*.

### 💧 **Coliformes Fecales:**

Son bacilos cortos, gram negativos, no esporulados, fermentan lactosa con producción de gas y acidez a 44.5°C; se consideran termotolerantes y generalmente *E. coli* es el género exclusivo. Las ventajas de este grupo son: que la mayoría de estas bacterias de origen fecal dan positiva a la prueba de la temperatura; Están ausentes si la contaminación no es fecal; sobrevivencia mayor a los patógenos; No tienen una reproducción fuera de los organismos de sangre caliente y tienen técnicas de detección sencillas. En las desventajas de este grupo son: Algunos coliformes fecales no dan positivo a la temperatura, no hay una relación tan estrecha entre los totales y los fecales (Arcos y col., 2005).

Las técnicas que se usan y que la norma también menciona para evaluar la presencia de los coliformes en el agua son la Técnica del Número más probable y la de Filtro de membrana, siendo más adecuada esta última para agua potable.

### **3.3. Calidad del agua**

La calidad del agua, se refiere principalmente a las características que debe tener el agua dependiendo del uso que se le va a dar. Para ello existen normas que regulan los parámetros y sus límites máximos permisibles que debe tener el agua según su uso (Guerrero, 2000).

El agua para consumo humano debe contemplar ciertas características físicas, químicas y biológicas, como son los coliformes totales y fecales, el pH, los sólidos disueltos, la dureza, la concentración de hierro o manganeso, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, turbidez, color, entre muchos otros que se mencionan en la modificación de la norma oficial mexicana NOM 127-SSAI-1994 (Cirelli, 2011 y En línea<sup>1</sup>).

## **4. Justificación**

La necesidad del agua como parte de la vida, en la mayoría de nuestras actividades y más aún en el uso doméstico por su contacto directo con las personas, hace que estudios sobre su calidad se realicen para evitar daños a la salud. Por otro lado el crecimiento demográfico, la migración hacia las grandes ciudades o a las zonas metropolitanas, hacen que la demanda de consumo de agua crezca. Un ejemplo de ello es el Estado de México, quien primordialmente se abastece de aguas subterráneas, las cuales por la alta demanda de agua, la sobreexplotación de algunos acuíferos, el mal manejo de las aguas residuales o simplemente el escaso tratamiento que se le da a este tipo de aguas, provoca una fuerte contaminación y por lo tanto pone en peligro a sus consumidores. Es por ello, por los resultados de los antecedentes antes mencionados y por los escasos y no tan frecuentes estudios que se realizan en el área metropolitana del Estado de México que este trabajo se enfocó en conocer la calidad del agua de uso doméstico en casa-habitación que llega al usuario en 13 de sus municipios, además de analizar la situación intradomiliaria del agua potable (CONAGUA, 2013 y González y Ziccardio, 2011).

## 5. Objetivos

### 5.1. Objetivo General

- 💧 Determinar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de casas-habitación en trece municipios del Estado de México.

### 5.2. Objetivos Particulares

- 💧 Determinar los parámetros fisicoquímicos: pH, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, cloro libre residual, conductividad, sólidos disueltos, alcalinidad total y al a fenolftaleína, dureza total, de calcio y de magnesio, sulfatos, cloruros, turbiedad, color, manganeso y fierro.
- 💧 Determinar los parámetros bacteriológicos: coliformes totales y coliformes fecales
- 💧 Comparar los resultados con los límites máximos permisibles de la modificación a la Norma NOM 127-SSA1- 1994 para agua potable.
- 💧 Calcular los tipos de dureza del agua.
- 💧 Conocer la calidad del agua de cada casa-habitación.
- 💧 Comparar la calidad del agua entre municipios.

## 6. Descripción del área de estudio

El Estado de México cuenta con 22 351 Km<sup>2</sup> de territorio (1.1% de todo el territorio del país) (Figura 1). Su población es de 15 175 862 habitantes (13.5% de la población total del país) y este dato lo coloca en el primer estado más poblado de México; en su mayoría la población es urbana (En Línea<sup>2</sup> y En Línea<sup>3</sup>).



Fuente: INEGI, S/A.

Figura 1. Ubicación del Estado de México, (rojo) y gráfica que representa la porción de 1.1% del territorio,

El área que abarcan los trece municipios seleccionados se localiza principalmente en la parte norte y centro del estado (Figura 2). Su temperatura media oscila en los 14.7°C. Las lluvias se hacen presentes en el verano con una precipitación media anual de 900 mm. En relación al relieve (Figura 3), la parte norte y centro del estado pertenece de manera principal al eje Neovolcánico, se compone principalmente de sierras que presentan rocas de origen ígneo extrusivo o volcánico (En Línea<sup>4</sup>).



Fuente:INEGI, S/A.

Figura 2. Regiones geográficas a las que pertenece el Estado de México y se denota que el área de estudio de este trabajo pertenece al eje Neovolcánico (se señala con un ovalo el área de estudio aproximada).

Los 13 municipios en donde se realizó el estudio se muestran en la figura 3. Dichos municipios pertenecen a la Región Hidrológico-Administrativa XIII, Aguas del Valle de México.

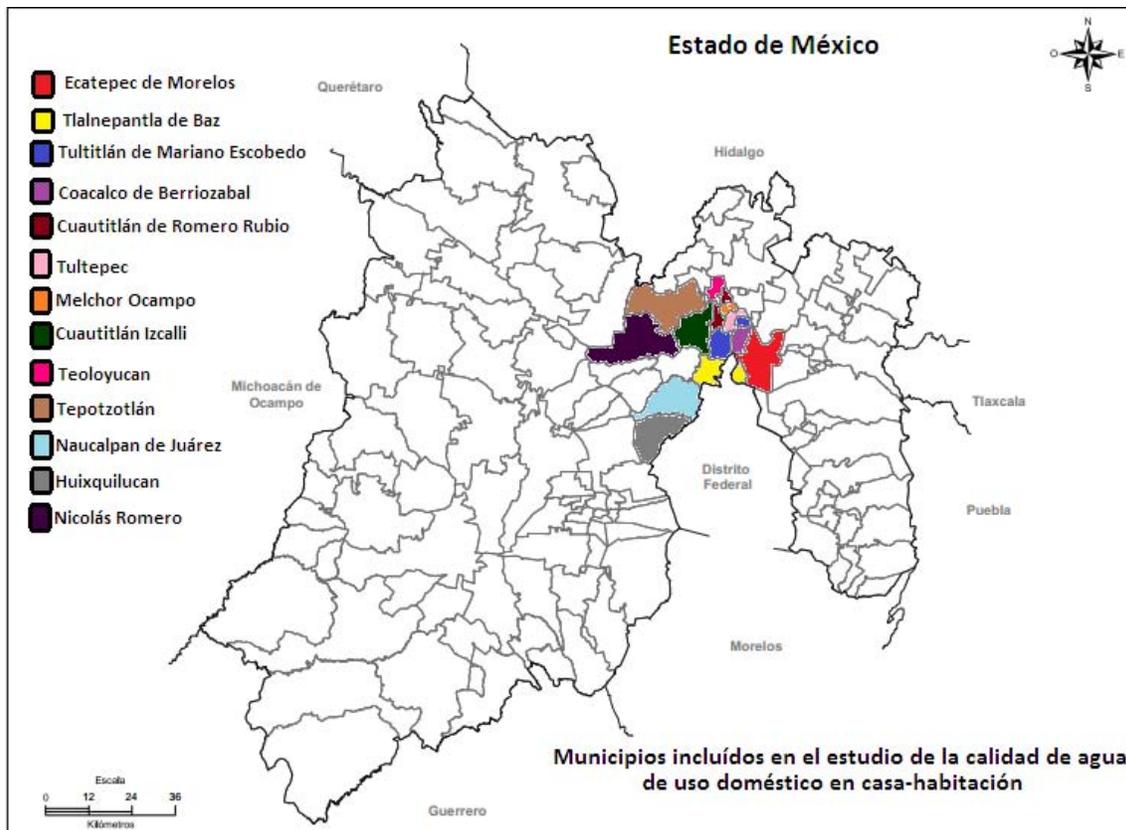


Figura 3. Municipios del Estado de México en donde se realizó el estudio

## 6.1 Descripción de los municipios estudiados

### Coacalco de Berriozábal

Coacalco se localiza en la parte centro-norte del Estado de México, colinda al norte y al poniente con el municipio de Tultitlán, al sur con el de Ecatepec y con el Distrito Federal y al oriente con Ecatepec nuevamente. Su localización es 19°37'16" latitud norte y 99°05' de longitud oeste. Cuenta con una población aproximada de 285 943 habitantes tiene una superficie territorial de 35.5 Km<sup>2</sup>.

Su precipitación media anual es de 600 a 800 mm aproximadamente. El municipio carece de algún arroyo o río importante, pues dentro de su territorio no cruza ninguno; cuenta con canales que recogen el agua pluvial en la sierra de Guadalupe. El municipio abastece de agua a sus habitantes gracias a 17 acuíferos y al sistema Cutzamala. Los acuíferos, se encuentran bajo rocas andesitas y

aluviones. El principal tipo de rocas que conforma al territorio del municipio es de rocas ígneas extrusivas (andesitas); también se han identificado orígenes sedimentarios conformados por aluviones y rocas sedimentarias de arenisca (GEM, 2007).

### **Cuautitlán Izcalli**

Las coordenadas del municipio de Cuautitlán Izcalli son en la latitud norte 19°40'50" y en longitud oeste 99°12'25", lo que nos indica que el municipio se localiza en la parte noroeste del estado. Colinda al norte con Tepetzotlán y con Cuautitlán de Romero Rubio; al sur con Tlalnepantla y Atizapán; al este nuevamente con Cuautitlán y con Tultitlán y en la parte oeste con Nicolás Romero y con Tepetzotlán. Posee 109.9 Km<sup>2</sup> y 498 021 habitantes es la cifra que posee este municipio.

La precipitación media anual oscila entre los 680.1 mm, también pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico; con una composición variable de suelos, pues posee suelos de tipo aluvial, rocas sedimentarias (areniscas), rocas ígneas (andesita y toba). En las cuestiones de agua, pertenece a la zona hidrológica Cuautitlán-Pachuca; el municipio es alimentado por varios ríos, además cuenta con tres presas: lago de Guadalupe, El Ángulo y El Rosario; entre otros cuerpos de agua sobresalientes (GEM, 2013).

### **Cuautitlán de Romero Rubio**

Este municipio tiene colindancias al norte con los municipios de Teoloyucan y de Zumpango; al sur con el municipio de Tultitlán; al poniente con Cuautitlán Izcalli y Tepetzotlán y al oriente con Melchor Ocampo, Jaltenco y Tultepec. Posee un extensión territorial de 42.5 Km<sup>2</sup>, tiene una población de 110 345 habitantes; sus coordenadas son 19°40' latitud norte y 99°11' de longitud oeste.

La precipitación media anual es de 564 a 623.9 mm. En la cuestión hidrológica, en la parte noroeste del municipio cruzan cinco arroyos, así como los ríos Cuautitlán y Emisor Poniente, todos con agua contaminada. También pasa el canal Castera que llega a la presa de Zumpango. El municipio también pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, presentando así como tipo de rocas las clásticas y volcanoclásticas; también cuentan con aluviones, areniscas y tobas (GEM, 2008).

### **Ecatepec de Morelos**

El municipio de Ecatepec, cuenta con una superficie territorial de 186.9 Km<sup>2</sup>, y en el habitan 1,688 258 pobladores aproximadamente. Se ubica geográficamente a los 19°19'24" de latitud norte y a los 99°19'49 de longitud oeste. Sus colindancias son: al norte con Tecámac, al sur con Netzahualcóyotl y el Distrito Federal, al poniente con Tlalnepantla y el Distrito y al oriente con Atenco y Acolman.

La precipitación media es de 584 y 600 mm anuales; en cuestión de agua, por el municipio corren cinco arroyos que bajan por la Sierra de Guadalupe y en época de lluvias causan inundaciones, en algunos lados se abastece del río de los Remedios y también pasa por el municipio el Gran Canal de Desagüe. En partes altas el suelo está compuesto por andesitas y en las partes bajas el suelo se compone de areniscas mezcladas con tobas, aluviales y lacustres también (GEM, 2004).

### **Huixquilucan**

Este municipio se localiza en la parte Oeste del Estado de México, tiene una superficie territorial de 143.52 Km<sup>2</sup> y lo habitan un alrededor de 233 152 pobladores. Sus colindancias se encuentran en el norte con Naucalpan, al sur con Cuajimalpa, perteneciente al Distrito Federal (D.F.), al oeste con Lerma y al este nuevamente con Cuajimalpa. Sus coordenadas geográficas son 19°18'07" latitud norte y de longitud oeste son: 99°24'15".

Su precipitación media anual oscila de los 900 a los 1 100 mm. En cuestiones hidrológicas cabe mencionar que a pesar de que antes tenía distintas fuentes de obtención, con el tiempo se fueron perdiendo por abastece al D.F., por ahora cuenta con algunos ríos entubados, algunos escurrimientos provenientes de las sierras cercanas que las aprovechan las poblaciones cercanas y los arroyos con que cuenta este municipio y algún río más son usados como descargas de aguas residuales. Cabe mencionar que en cuestiones geológicas, al igual que en otros municipios su mayoría es de rocas ígneas, principalmente tobas, seguidas por brechas volcánicas, permitiendo así la recarga de los acuíferos de la zona, pues este material permite una infiltración media. Además que en los ríos y arroyos predominan los aluviones (GEM, 2009).

### **Melchor Ocampo**

Municipio localizado en la región norte del Estado de México, cuenta con una superficie de 15.19 Km<sup>2</sup>, una población de 39 236 son los habitantes de este municipio. Limita al norte con el municipio de Zumpango, al sur con Cuautitlán y Tultepec, al este con Tultepec y Nextlalpan y al oeste con Cuautitlán. Sus coordenadas geográficas son 19°42'30" de latitud norte y 99°08'40" de longitud sur.

En la cuestión hidrológica, este municipio cuenta con algunos ríos y canales que pasan por él y se usan para riego, aunque hay que decir que son aguas negras, que se les da un mal manejo, ocasionando que el agua subterránea se contamine; pues para abastecer de agua potable, se usan 5 pozos, los cuales con el crecimiento de población se sobreexplotan y son insuficientes. Los suelos del territorio se consideran aluviones y materiales muy finos, cabe mencionar que los suelos son salitrosos, porque había manantiales salados. Su precipitación anual oscila entre los 500 a 800 mm (GEM2, 2013).

#### **Naucalpan de Juárez**

Naucalpan, geográficamente se encuentra en los 19°28' latitud norte y a los 99°14' longitud oeste, su altitud es de 2 220 msnm, colinda al norte con Atizapán y Tlalnepantla, al sur con la delegación Miguel Hidalgo y con Huixquilucan, al este limita con Azcapotzalco y al oeste con el municipio de Jilotzingo. Abarca una superficie de 149.86 Km<sup>2</sup>, el cual es habitado por un aproximado de 821 816 personas.

Al igual que los demás municipios, pertenece a la provincia del Eje Neovolcánico, lo que ocasiona que su suelo se conforme de rocas ígneas extrusivas, volcanoclásticas y de sedimentarias. En la cuestión del abastecimiento de agua, posee con siete presas dedicadas al abastecimiento doméstico e industrial, generalmente los cuerpos superficiales se encuentran gravemente contaminados y con poco tratamiento para su uso. En la cuestión de de aguas subterráneas, en la parte de la sierra es donde hay mayor cantidad de infiltración en época de lluvias. Aunque el acuífero se declaró en veda por una fuerte sobreexplotación. Su precipitación media anual oscila desde los 972.2 a los 1000 mm (GEM2, 2007).

#### **Nicolás Romero**

Este municipio se ubica en la parte noroeste del Estado de México, como coordenadas geográficas tiene: 19°33'50" en la latitud norte, 99°32'00" como longitud oeste. Su superficie

territorial es de 233.51 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 1.04% del total de la superficie del estado y en el habitan aproximadamente 316 906 personas. En su límite del norte colinda con Villa del Carbón y Tepetzotlán; en el sur colinda con Atizapán e Isidro Fabela, al este colinda con Cuautitlán Izcalli y al oeste colinda con Jiquipilco y Temoaya.

Su precipitación media anual va de 1000 a 1100 mm. Al igual que los demás municipios, pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, lo que hace que la mayoría de su suelo se componga de rocas volcánicas como andesitas, tobas y brechas volcánicas; también tiene rocas sedimentarias como areniscas y tobas, además de aluviones. En cuestiones hidrológicas, este municipio cuenta con tres ríos principales como cuerpos superficiales, los cuales son el Cuautitlán, el Salto y el Tepetzotlán, cabe mencionar que cada uno cuenta con pequeños arroyos. En el municipio también se cuenta con agua subterránea y las condiciones de los acuíferos son diversas y dependen del tipo de suelo que se presente en la zona donde se alojen (GEM, 2014).

### **Teoloyucan**

Se ubica en la parte nororiente del Estado de México, es habitado por un aproximado de 39 236 personas y cuenta con una superficie territorial de 15.19 Km<sup>2</sup> y colinda en el Norte con Coyotepec y Zumpango; al sur limita con los municipios de Tepetzotlán, Cuautitlán Izcalli y Melchor Ocampo; hacia la parte oriente colinda con Jaltenco, Melchor Ocampo y Nextlalpan y en la parte oriente limita con Coyotepec y Tepetzotlán nuevamente. Se encuentra en la latitud norte de 19°45' y el la longitud oeste de 99°11'.

Su precipitación media es de 600 a 700 mm anuales. En las cuestiones de abastecimiento de agua, en cuerpos superficiales encontramos al Emisor Poniente, Río Chiquito, el canal Castera y se conecta con la laguna de Zumpango. En aguas subterráneas, es una zona con varios pozos, pues es una zona de alta permeabilidad, aunque se le ha considerado una zona de veda. Su suelo es de origen volcanoclástico y también posee rocas sedimentarias (basaltos, andesitas y brechas volcánicas) (GEM2, 2004).

### **Tepetzotlán**

Tepetzotlán tiene como coordenadas geográficas: 19°38'50" de latitud norte y 99°25'10" de longitud oeste y su extensión territorial que es de 208.83 Km<sup>2</sup>, representa el 0.93% del total del estado; cuenta con un total aproximado de 69 804 habitantes. Tiene lluvias en verano con

precipitaciones oscilantes desde los 600 a los 700 mm. Al norte colinda con Huehuetoca y Coyotepec; al sur con Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero; al oriente con Cuautitlán Izcalli, Teoloyucan y Coyotepec y al oeste colinda con Villa del Carbón.

Se encuentra en la provincia del Eje Neovolcánico, por ello se encuentra la presencia de rocas volcánicas como ignimbritas, tobas y las más comunes en el municipio son las andesitas; además de encontrar en algunos lugares aluviones. En la cuestión hidrológica, al agua potable, se obtiene principalmente de los acuíferos de la zona, quienes al tener un suelo basado principalmente en andesitas, material apto para la captación de agua (GEM, 2005).

### **Tlalnepantla de Baz**

Este municipio se sitúa al noroeste del Estado de México, es el único que posee dos zonas, pues existe una división de territorio, pues en la parte media se encuentra el D.F. La zona Oriente limita al norte y al oriente con Ecatepec, al sur y al poniente con la Delegación Gustavo A. Madero. La zona poniente, que representa el 73.7% del territorio total de Tlalnepantla, colinda al norte con Tultitlán y Cuautitlán Izcalli, al sur con Naucalpan y la delegación Azcapotzalco, al oriente con la delegación Gustavo A. Madero y al poniente con Atizapán. Cuenta con una superficie territorial de 83.70Km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.37% de la totalidad del estado; cabe mencionar que es uno de los municipios más poblados del estado, contando con un aproximado de 685 141 habitantes. Geográficamente se encuentra situado a los 19°32' latitud norte y a los 99°11' de longitud oeste.

La precipitación promedio es de 682.6 mm. En la parte geológica cabe mencionar que por pertenecer a la provincia del Eje Neovolcánico, sus suelos se componen de rocas ígneas y sedimentarias; donde encontramos brechas, tobas, basaltos, riolitas y andesitas, estas últimas, son las más abundantes de todas. En la parte hidrológica cabe mencionar que posee tres grandes ríos, el Río de los Remedios, el Río San Javier y el Tlalnepantla, aunque los tres se usan para los desechos de la zona metropolitana en general. En algunos puntos del municipio se toma el agua potable de pozos (GEM2, 2008).

### **Tultepec**

Este municipio lo encontramos en la parte nororiente del Estado de México; en sus colindancias encontramos en el norte a los municipios de Melchor Ocampo y Nextlalpan, en el sur encontramos a Coacalco y Tultitlán, en el oriente colinda con Nextlalpan y Tultitlán y al poniente colinda con

Tultitlán y Cuautitlán; sus coordenadas geográficas son en la latitud norte 19°42'35'' y en la longitud oeste 99°08'36''. Cuenta con una extensión territorial de 19.02 Km<sup>2</sup>, y una población de 116 707 habitantes.

Su precipitación media anual es de 597.64 mm. Los suelos son aluviales y lacustres, también por rocas ígneas extrusivas como basaltos, toba y brecha volcánica; como rocas sedimentarias hay areniscas y tobas. Existen cuerpos superficiales, que son cinco canales que llevan aguas residuales, usados para riego. El agua potable usada para la población, se obtiene de 15 pozos, pues dadas las características del suelo, se permite la permeabilidad y por lo tanto la recarga de estos acuíferos (GEM, 2003).

### **Tultitlán de Mariano Escobedo**

Este municipio, se encuentra en la parte nororiente del Estado. Limita al norte con los municipios de Cuautitlán de Romero Rubio y Tultepec, al oriente con Jaltenco, Ecatepec y Coacalco, al sur con Tlalnepantla y el Distrito Federal y al poniente con Cuautitlán Izcalli; sus coordenadas geográficas son 19°39' de latitud norte y 99°10' de longitud oeste. Tiene una superficie territorial de 71.09 Km<sup>2</sup> y cuenta con una población aproximada de 498 120 habitantes.

En cuestiones hidrológicas solo cuenta con canales de riego, principalmente dos Cartagena y Acocila, ambos contaminados por aguas negras. Su precipitación media anual es de 642.28 mm. Por encontrarse en el Eje Neovolcánico, su suelo está formado por rocas ígneas, principalmente la andesita y por rocas sedimentarias como areniscas y tobas; también presenta depósito de aluviones y lacustres. Estos tipos de suelo al igual que en Tultepec, hace que haya una gran permeabilidad en el suelo, por lo que el agua potable es obtenida de 19 pozos (GEM2, 2003).

## **7. Material y Métodos**

Se muestrearon tres casas-habitación en localidades diferentes, por cada uno de los trece municipios; es decir un total de 39 casas. En cada casa se seleccionaron 3 o 4 puntos de muestreo (llave de entrada o de cocina, cisterna y/o tinaco, garrafón u otro punto que se consideró relevante). Las muestras para las determinaciones fisicoquímicas se tomaron en botellas de PET de 1.5 litros y para las bacteriológicas en frascos estériles con tiosulfato de sodio adicionado previamente a la esterilización.

En el laboratorio se determinaron 2 parámetros bacteriológicos: Coliformes totales y coliformes fecales por la técnica de filtración de membrana con sus respectivos controles de esterilidad y 18 parámetros fisicoquímicos por duplicado: pH con un potenciómetro marca Conductronic, modelo 10, conductividad con un conductímetro marca Conductronic modelo CL35, sólidos disueltos por método gravimétrico, alcalinidad total y a la fenolftaleína por titulación con ácido sulfúrico, dureza total y de calcio por titulación con EDTA, cloruros por titulación con nitrato de plata, nitritos, nitratos, cloro libre residual, manganeso y fierro con un colorímetro portátil DR 820 HACH, sulfatos técnica turbidimétrica con cloruro de bario, color con un colorímetro modelo HI 96727 HANNA, turbiedad con un turbidímetro marca HACH modelo 2100P. (Robles, *et al.* 2007).

Para realizar el análisis descriptivo de casas, y evitar tener una gran dispersión en los valores de media de coliformes, se utilizaron las medias geométricas.

Para conocer las diferencias entre municipios, se realizó un análisis estadístico descriptivo con los datos fisicoquímicos y bacteriológicos; calculando la media, mediana, desviación estándar y los valores máximos y mínimos, por mencionar algunos. Para fines estadísticos los parámetros bacteriológicos fueron transformados con la ecuación  $\sqrt{0.5 + valor}$ .

Posteriormente, para saber cuáles fueron los parámetros que explican la mayor variación de datos en los municipios, se utilizó el análisis discriminante y con este se calcularon las distancias de Mahalanobis y se hizo el diagrama de dispersión (Robles y col., 2013).

## **8. Resultados y Discusión**

Los resultados de los municipios Huixquilucan, Ecatepec y Naucalpan fueron obtenidos por José Ignacio Cortés de Jesús; Teoloyucan, Tepozotlán y Cuautitlán Izcalli por Estefani Peza Ortíz; Tlalnepantla por Pedro Hernández Colín y Nicolás Romero por Luis A. Ramírez Cortés.

En este trabajo se muestrearon y analizaron 5 municipios y se integraron los mencionados anteriormente para manejar y discutir en conjunto todos los resultados de los 13 municipios estudiados del Edo. De México.

## 8.1 Resultados de cada casa

En total se muestrearon 39 casas pertenecientes a 13 municipios del Estado de México; los resultados obtenidos por los puntos de muestreo de cada una y su comparación con los límites máximos permisibles de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1997 y en el caso de los que tuvieron garrafones de agua purificada con la NOM-201-SSA1-2002 se presentan en el anexo 1.

### Municipio Huixquilucan

La casa 1 se ubica en la colonia Magdalena Chichicaspa. En esta casa se encontró coliformes totales y fecales estando los primeros en los 4 puntos muestreados, mientras que los fecales solo en dos puntos quedando así fuera de la norma. La contaminación de los coliformes totales en esta casa, se presenta desde el suministro, aumentando al llegar a la cisterna. Esta contaminación desde el suministro se debe a que la concentración de cloro libre residual (CLR) está también fuera de la norma lo que coincide con Mazarí y col en 1999 quienes dicen que el valor de concentración de cloro se relaciona con la presencia de coliformes en el agua y el incremento en cisterna por falta de limpieza (Anexo 1, Tabla 1).

En la casa 2 de la colonia Avenida Morelos (Anexo 1, Tabla 2), el pH presentó una ligera acidez y el CLR, se encuentran por debajo de los límites de la NOM 127. Los pH's ácidos, suelen ser causantes de corrosión en tuberías que distribuyen el agua, se liga directamente con la alcalinidad y la dureza (OPS, 1985). El Cloro Libre, se encuentra en un valor inferior al que la norma indica que es óptimo como desinfectante.

En la muestra de garrafón de agua purificada, se encontró contaminación tanto de coliformes totales como fecales, también se presentó un valor un poco mayor de CLR en relación al permitido por la norma para agua envasada. En esta casa la calidad bacteriológica del suministro y en el interior es buena pudiendo consumirse en lugar de comprar garrafones contaminados por coliformes.

La casa 3 está ubicada en la colonia Laurel (Anexo 1, Tabla 3), aquí solo hubo problemas con el cloro, el cual también estuvo más alto del rango permisible lo cual coincide con la ausencia de coliformes. En esta casa al igual que la casa dos compran garrafón de agua purificada y en este caso también salió contaminado, siendo preferible que usen el agua que reciben de suministro o cambiar por otra marca.

En este municipio las tres casas presentaron agua suave; y el tipo de dureza fue carbonatada y el anión predominante en la alcalinidad es el  $\text{HCO}_3$  (bicarbonato).

### **Municipio de Tepetzotlán.**

La primera casa, se ubicó en la colonia Santiago Cuautlalpa (Tabla 4 en anexo 1). En suministro se presentó contaminación de ambos tipos de coliformes, agravándose más al entrar al tinaco del domicilio, lo que coincide con lo reportado por Gaytán, 1997 y Flores en 1995 en Mérida, Yucatán. Pues el caso manejado también es muy similar al presentado al de la casa 1 de Huixquilucan, en donde la falta de mantenimiento en el almacén de agua, provoca un aumento en los coliformes, deteriorando su calidad. El cloro libre residual es nulo en ésta casa y el manganeso estuvo fuera de la norma.

En esta casa se consume agua purificada de garrafón y este resultó contaminado tanto por coliformes totales como los fecales. Probablemente debido a la falta de mantenimiento en la purificadora.

En la segunda casa (Col. Capúla) los parámetros fuera de la norma son los coliformes totales y los fecales, ligados fuertemente con los bajos valores obtenidos del cloro libre residual; además de relacionarse también con los altos valores de color obtenidos en los puntos muestreados de la casa, pues dos de ellos excedieron los valores recomendados y el de la cocina se quedó en el límite. El manganeso también estuvo fuera de los límites permisibles (Tabla 5 en anexo 1). Cabe mencionar que el color en el agua, nos puede indicar la presencia de sustancias húmicas, metales como hierro y manganeso (OPS, 1988).

La tercera casa de este municipio (Anexo 1, Tabla 6), se encuentra en la colonia Santiago Centro, el agua que llega a esta casa, no presentó contaminación de coliformes; a pesar de presentar un bajo rango de CLR. Sin embargo, en el punto de muestreo “pileta”, por ser un tipo de almacén de agua al aire libre, los valores de ambos tipos de coliformes subieron.

En las tres casas muestreadas en Tepetzotlán, se presentó un agua moderadamente dura, la dureza presentada es de tipo carbonatada y el anión predominante es el bicarbonato como  $\text{mg}$  de  $\text{CaCO}_3$ .

El contenido de sales en estas casas y la ligera contaminación por manganeso en las dos primeras casas puede deberse a que este municipio, presenta como tipo de suelo andesitas, tobas e

ignimbritas, los cuales son de tipo volcánico; permitiendo así la filtración de agua al subsuelo y formando acuíferos, los utilizados para abastecer de agua potable al municipio. Cabe mencionar que este tipo de materiales volcánicos, se componen de óxidos de manganeso entre algunos otros minerales, al haber filtración de agua por las rocas también hay arrastre de manganeso y por ello su excedente (GEM, 2005; Galindo y col., 2001; Hernández y Huizar, 2003, y Galindo, y col., 2011).

### **Municipio de Tultitlán**

La primera casa muestreada se encuentra en la colonia Bello Horizonte (Anexo 1, Tabla 7). En el suministro o entrada, el agua llegó muy contaminada con coliformes totales y fecales, debido a que el cloro libre (0.1 mg/L) estaba por abajo del rango permitido para tener una buena desinfección. Sin embargo en el tinaco el valor del cloro libre aumento a 0.3mg/L, entrando en el rango sugerido en la norma obteniendo su capacidad como un desinfectante, notándose la ausencia de ambos tipos de coliformes. Cabe mencionar que el aumento en el valor del CLR se dio por la reciente limpieza hecha al tinaco con el uso de cloro, impidiendo el crecimiento bacteriano.

En esta casa el garrafón presentó contaminación por coliformes totales (1 ufc/100 ml), un pH un poco ácido y alta concentración de cloro libre residual para ser agua envasada, la cual debe ser desinfectada por otros procesos.

La casa 2 de la colonia La libertad (Anexo 1, Tabla 8), solo presentó un valor bajo en el cloro libre residual y sobrepaso los valores de manganeso.

En la tercera casa de la colonia Buena Vista solo rebasó la concentración del manganeso

El garrafón de agua purificada en esta casa también estuvo contaminado bacteriológicamente (32 UFC/ 100 ml de coliformes totales y 3 de fecales), el garrafón pertenece a una purificadora local, dejando ver que las condiciones en ese establecimiento no son las adecuadas (Anexo 1, Tabla 9).

Con respecto a la dureza las casas 1 y 3, presentaron agua dura, mientras que la segunda casa tuvo agua moderadamente dura. Al igual que en los municipios anteriores la dureza es de tipo carbonatada y el anión predominante son los bicarbonatos.

El manganeso salió del límite permisible en las tres diferentes casas muestreadas. Cabe mencionar que las tres colonias que fueron muestreadas para este estudio, son abastecidas de agua potable

por pozos, lo que liga y explica porque hay un valor de manganeso alto comparado con la norma. El caso es muy sencillo de explicar y todo coincide al igual que en el municipio anterior con el tipo de roca predominante en Tultitlán; pues tiene un suelo de origen ígneo con la mayoría de rocas andesitas, seguido de tobas y areniscas, que a su vez también contienen óxidos de manganeso, los cuales se disuelve en el agua cuando se lleva a cabo la filtración hacia la parte subterránea (GEM2, 2003; Hernández y Huizar, 2003, y Galindo y col., 2011).

### **Municipio de Ecatepec**

La casa 1 (Colonia Hank González) obtuvo un valor de 0.5 mg/L de cloro libre en el suministro pero dentro del domicilio se redujo la concentración a 0.1 y terminó estando ausente. Esto debido a la inestabilidad que posee el CLR cuando se encuentra en una solución, y con el tiempo se pierde aún más (OPS, 1988). Como consecuencia crecimiento bacteriano se hace presente. Los coliformes totales y fecales, se presentan desde el segundo punto donde empieza la disminución del cloro, resultado semejante a lo reportado por Tabor y col en 2011.

El último punto muestreado (pozo), presentó 28 UFC/100 ml de coliformes totales, ausencia de cloro libre y un alto valor de nitratos; posiblemente la exposición directa de este punto de muestreo al ambiente y la carencia de tapa, ocasionó la contaminación en dicho punto. Estos resultados son similares a los encontrados por Pérez y col, 2002; Mazarí y col, 2002 y Pacheco y col en 2004. (Anexo 1, tabla 10).

La casa 2, de la colonia San Pedro Xalostoc, presentó un valor de cloro libre inferior al establecido por la norma, impidiendo su función como desinfectante y ligado a la presencia de coliformes totales y fecales desde el suministro (entrada), aumentando el número de UFC al interior de la casa. El manganeso y los sólidos disueltos también estuvieron fuera de norma. Al comparar el garrafón con la NOM-201, el agua cumple con los límites permitidos por la norma. Aunque el manganeso rebasa la norma 127. (Anexo 1, Tabla 11).

La casa 3 (Colonia Santa Clara de Ecatepec), presentó un caso similar al de la casa anterior con respecto a los coliformes; en el suministro solo había una UFC de CT y ausencia de CF quedando fuera de norma, pero al pasar al interior de la casa los CT aumentaron a 200 y los CF aumentaron a 87 debido principalmente a la falta de limpieza en el tinaco y a la insuficiente cloración del agua. En garrafón, también sobrepasó los valores de coliformes y de cloro libre.

Las casas 2 y 3 de este municipio presentaron los sólidos disueltos totales fuera de norma (SDT). Estos resultados son parecidos a los reportados por Pérez y col en 2002 y por Shiamala y col en 2008. Tanto los SDT como la conductividad tuvieron valores similares, por la relación existente entre estos dos parámetros, (los sólidos disueltos son las sales que conducen la corriente y dan la conductividad del agua).

El suelo en Ecatepec, presenta tres tipos principalmente (leptosol, solonchak y feozem), predominando los dos primeros. El leptosol se compone de materiales calcáreos como el carbonato de calcio y el suelo solonchak es un suelo demasiado salino, tal vez ésta combinación de suelo es la que presentan los pozos de donde se distribuye el agua (En línea<sup>5</sup>; Hernández y col., 2006; OPS, 1985 y Robles y col., 2004).

Las 3 casas también rebasaron los límites permisibles del manganeso. Sugiriendo que su presencia en altas concentraciones es debido al tipo de roca encontrado en Ecatepec. Al pertenecer a la región del Eje Neovolcánico, la roca es de origen volcánico, siendo la andesita y el material volcanoclástico las más abundantes, por lo tanto hay presencia de óxidos de manganeso, los cuáles podrían disolverse en el agua (GEM, 2004; Galindo y col., 2001; Hernández y Huizar, 2003. Y Galindo y col., 2011).

De acuerdo a la alcalinidad las 3 casas, el anión presente es el bicarbonato. El tipo y grado de dureza en las casa 2 y 3 es agua muy dura con dureza carbonatada. Mientras que en la casa 1 el agua es moderadamente dura y posee agua carbonatada y no carbonatada.

### **Municipio de Cuautitlán Izcalli**

En la colonia La Aurora de, se encuentra la casa 1 quien presentó buena calidad en suministro. Sin embargo al interior si tuvo contaminación por coliformes en el tambo ocupado como almacén de agua, debido a falta de limpieza y de un buen manejo del agua. También se presentó la pérdida del cloro libre. (Anexo 1, Tabla 13). Los resultados vuelven a concordar con lo reportado por Gaytán y col en 1997 y por Flores y col en 1995.

La casa 2 en la colonia Tepalcapa de Cuautitlán Izcalli (Anexo 1, tabla 14), presentó un agua de buena calidad, incluyendo el agua de garrafón. Ningún parámetro rebasó los valores establecidos por la norma a excepción del CLR quien en interior estuvo por abajo del rango permitido.

La casa 3, (Colonia Santa María), al igual que la casa anterior presenta buena calidad, tanto en la entrada como en el interior de la casa. Solo el agua de garrafón excedió la NOM 201 en coliformes totales, tal vez por falta de limpieza en los equipos de la purificadora. (Anexo 1, Tabla 15).

Las casas 1 y 3 presentaron agua suave, la casa 2 presentó agua moderadamente dura; las casas 2 y 3 presentan dureza carbonatada, y la casa 1 presentó ambos tipos de dureza la carbonatada y la no carbonatada. La alcalinidad en las 3 casas fue del tipo de bicarbonatos

### **Municipio de Naucalpan.**

En la casa 1 (Col. El Molinito) el agua el suministro estuvo ligeramente abajo del límite inferior de cloro y el agua dentro del domicilio excedió ligeramente el límite de cloro y el manganeso. El garrafón presentó un pH ácido y rebasó el límite de la norma 127 en el manganeso (Anexo 1, Tabla 16).

La casa 2 (Col. San Francisco Cuautlalpan), tuvo una concentración inadecuada de cloro desde el suministro y por lo tanto también se presentó la contaminación de coliformes (CT y CF); agravándose al llegar al depósito (tambo). El manganeso también rebasó los valores establecidos por la norma. El agua de garrafón, también presentó coliformes totales y un valor mayor al de la norma en los nitritos, tal vez por la posible degradación de materia orgánica presente en el agua (Anexo 1, Tabla 17).

En la casa 3 (Col. Ricardo Flores Magón), la turbiedad rebasó la norma en el punto llamado “baño” y el manganeso en todos los puntos de muestreo. Los valores de turbiedad del agua no deben ser altos, para que la desinfección por cloro sea eficiente, pues si son muy altos, se estimula el crecimiento de bacterias. Aunque este no fue el caso (OPS, 1988).

Los parámetros analizados en el garrafón se encontraron dentro de las normas 201 y 127 (Anexo 1, Tabla 18).

El valor de manganeso mayor al establecido por la norma, se hizo presente en las tres casas de este municipio, siendo similar al de Ecatepec, pues Naucalpan también pertenece a la misma provincia fisiográfica, por lo tanto el tipo de roca presente es de origen volcánico. Las andesitas y el material volcanoclástico, son las rocas predominantes en el municipio, recordando que poseen presencia de óxidos de manganeso (GEM2, 2007).

Las tres casas analizadas en Naucalpan, tienen agua suave, presentan una dureza carbonatada y el tipo de anión según la alcalinidad son bicarbonatos  $\text{HCO}_3$  como mg de  $\text{CaCO}_3$ .

### **Municipio de Tultepec**

La casa 1 (Col. Santiago Teyahualco) presentó una deficiencia de cloro desde el suministro, y en consecuencia contaminación bacteriológica de 37 UFC en coliformes totales y fecales. En el segundo punto de muestreo (pileta), aumentaron los coliformes a 147 UFC. Posiblemente, esta contaminación del agua se dio por las condiciones que presentaba la casa; pues tenía un aspecto un tanto rural, algunas calles aledañas a la casa estaban sin pavimentar, en la casa había presencia de diversos animales domésticos (gallinas, patos, perros), además la pileta se encontraba cerca del suelo y en contacto directo con el viento; propiciando tal vez su contaminación con materia orgánica y por lo tanto creando condiciones óptimas para el crecimiento de los coliformes. Situación un poco similar a la encontrada por Pacheco y col en 2004. El manganeso también rebasó el límite de la norma. En cuestión con la NOM-201, el garrafón rebasó el valor de los nitritos y tuvo presencia de coliformes totales. (Anexo 1, Tabla 19).

La casa 2 (Col. Unidad CTM) al igual que en la mayoría de las casas anteriores la concentración de cloro fue menor a lo establecido por la norma, desde el suministro, sin embargo no hubo coliformes, lo cual se puede explicar con una fuente de suministro de buena calidad. El manganeso sobrepasó los límites establecidos desde el primer punto muestreado. El caso del garrafón los coliformes totales rebasaron el límite establecido (Anexo 1, Tabla 20).

En la casa 3 (Col. Fraccionamiento Hacienda Real), desde el suministro se obtuvieron valores de color y turbiedad que salieron de la norma. Situación que según el habitante tenía unas semanas que el agua llegaba a su casa con una coloración café y con sólidos suspendidos, influyendo en la turbiedad y coloración. Al interior se presentó pérdida de cloro libre y por lo tanto la presencia de coliformes totales; este resultado se relaciona con el valor de color y turbidez obtenido en el primer punto de muestreo, dado que el agua al tener color y presentar turbidez, no hace eficiente el proceso de desinfección. El color y la turbiedad disminuyeron al interior debido posiblemente a la sedimentación de las partículas suspendidas.

El garrafón analizado pertenece a una purificadora local y tal vez la contaminación de agua de la colonia, dio paso a que ambos tipos de coliformes estuvieran presentes (Anexo 1, Tabla 21).

El manganeso en el municipio de Tultepec, también rebaso la norma en las tres casas. Con la situación similar al de otros municipios, el tipo de rocas encontradas (material volcanoclástico y brechas volcánicas) e incluso al tipo de suelo (vertisol). Explican la presencia de trazas de diversos elementos como el manganeso y su movilidad de este elemento por el tipo de suelo encontrado. El agua distribuida del municipio es extraída de pozos. La conductividad también fue un parámetro que presentó valores altos, oscilantes entre los 700 a más de 1000  $\mu\text{S}$ . Sugiriendo que la relación conductividad-salinidad, es la causante de estos valores altos; pues Tultepec presenta el tipo de suelo salino que es el Solonchak (GEM, 2003; Hernández y col., 2006. y En Línea<sup>6</sup>).

En las casas 1 y 3 el agua es dura, en la casa 2, el tipo de agua presente fue agua muy dura; mientras que el tipo de dureza presentada fue carbonatada en las casas 1 y 2, mientras que la casa 3 tuvo dureza no carbonatada. El tipo de anión según la alcalinidad fue bicarbonatos.

### **Municipio de Coacalco**

En la casa 1 (Col. Bosques del Valle) se presentó una cloración insuficiente desde el suministro y como consecuencia, una alta cantidad de CT y de CF, los cuales aumentaron al pasar al interior de la casa. El manganeso, sigue siendo el parámetro fuera de norma. El garrafón excedió el valor obtenido de coliformes totales y fecales, tal vez por no dar adecuado mantenimiento a los equipos de purificación. (Anexo 1, Tabla 22).

En la casa 2 (Col. San Lorenzo Tetistlac), también presenta una insuficiente cloración desde el suministro, disminuyendo en el interior de la casa; Sin embargo en suministro y tinaco no hubo contaminación bacteriana, lo cual indica una buena fuente de suministro. Pero el almacenamiento de esta en el punto de muestreo llamado almacén, tuvo una alta concentración de UFC de coliformes, debido a que este sitio no presentaba las condiciones adecuadas para este uso, como carecer de tapa, falta de cloro y almacenamiento sugiriendo una posible contaminación orgánica y como consecuencia la elevada cifra de coliformes, como lo reportado por Pérez y col en 2002. Además de este parámetro, el manganeso también rebasa los límites establecidos por la norma. El garrafón, también presentó contaminación de coliformes totales y fecales (Anexo 1, Tabla 23).

En la casa 3 (Col. Rinconada San Felipe) el agua presentó una ligera acidez, quedando así el pH, el CLR y el manganeso fuera de norma.

El garrafón de esta casa, presenta un alto número de UFC de coliformes totales y el valor de los nitratos tampoco cumple la norma, tal vez por la descomposición de la materia orgánica presente en el agua y sugiriendo el consumo de la MO por los coliformes; resultado similar al obtenido por Mazarí en 2002, quienes también encontraron los coliformes y los nitratos altos, pero en agua potable.

El manganeso encontrado en las tres casas de este municipio sugieren que las rocas andesitas son las responsables de su presencia en el agua, dado que presentan óxido de manganeso, como se había planteado antes (GEM, 2007).

El agua presentada en las tres casas es agua dura del tipo carbonatada en su totalidad; mientras que el tipo de anión predominante es el bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ).

### **Municipio de Teoloyucan**

La casa 1, presentó en el interior una ligera contaminación por coliformes totales y un valor de cloro libre muy bajo, el cual se redujo a cero al pasar al segundo punto; lo que concuerda con la presencia de 2 UFC de coliformes totales. Los nitratos y el CLR están fuera de la norma. El garrafón solo presentó una ligera acidez (Anexo 1, Tabla 25).

La casa 2 (Col. Santo Tomás) solo presentó dos puntos de muestreo: entrada y garrafón. En la entrada la concentración de cloro fue menor a lo establecido por la norma. En el garrafón los Coliformes totales y los fecales así como los nitratos rebasaron lo establecido por la norma (Anexo 1, Tabla 26).

La casa 3 en el punto cocina el cloro estuvo por debajo del límite y los nitratos ligeramente arriba del máximo permisible, sin embargo en la pileta dado el bajo cloro, la intemperie y acumulación del agua dio un alta contaminación de coliformes. El garrafón al igual que las otras dos casas, excedió los límites de Coliformes totales, fecales y de los nitratos (Anexo 1. Tabla 27).

Teoloyucan presenta el mismo caso que Coacalco, pues las tres casas; tienen un agua dura, con el tipo de dureza carbonatada y el anión predominante es el bicarbonato.

### **Municipio de Tlalnepantla**

La casa 1 tuvo fuera de norma los coliformes totales y los fecales, los nitratos y una cloración ineficiente. En el garrafón, los coliformes totales y los nitritos rebasaron los límites establecidos (Anexo 1, Tabla 28).

La casa 2 (Anexo 1, Tabla 29) presentó en el interior, desde el primer punto muestreado, una insuficiente concentración de cloro, por lo tanto hay un excedente de UFC de ambos tipos de coliformes. Lo que muestra, que la insuficiente cloración tal vez ocurre desde el suministro de agua el cual no pudo ser tomado, dicha situación es similar a lo reportado por Sánchez y col en el 2000.

Esta casa al igual que un punto de la casa anterior presentan un pH ácido, si a esta situación se le agrega que el agua distribuida en la mayoría del municipio es agua subterránea, se puede sugerir que es debido a ello. Pues las aguas subterráneas presentan pH's inferiores a 5 o incluso superiores, pero el intervalo más frecuente va de 6 a 8 (Robles y col., 2004).

En la casa 3 (Col. Los Reyes Iztacala) (Anexo 1. Tabla 30), el CLR es inferior al rango de la norma, sin embargo la entrada no tuvo coliformes, mostrando buena calidad de fuente de suministro, pero en el interior la baja cloración fue insuficiente y sumado posiblemente a la falta de limpieza del tinaco, en este punto si hubo alta contaminación de coliformes.

Con respecto a la NOM-201, una de las marcas de garrafón excedió ambos tipos de coliformes y el otro garrafón de la otra marca no sobrepasó ningún parámetro de dicha norma.

El manganeso, también excedió los límites de la norma en las casas 1 y 3. La posible explicación a esta situación es similar al obtenido y sugerido en el municipio de Ecatepec, dado que también posee en su mayoría rocas andesitas y material volcanoclástico, que puede ser el responsable de la presencia del manganeso.

La casa 1, presenta agua muy dura; la casa 2 agua suave y la casa 3 agua moderadamente dura. En la casa 2, se tienen durezas carbonatada y no carbonatada; en las casas 1 y 3 solo dureza carbonatada. El anión presente según la alcalinidad es el bicarbonato.

### **Municipio de Nicolás Romero**

En la casa 1 (Col. La Joya) se tiene una inadecuada cloración desde la entrada, perdiéndose totalmente en los demás puntos muestreados. Los CT y CF, estaban ausentes en la entrada aún

con la baja cloración; pero en la cisterna y la cocina el número de UFC de coliformes, tuvieron un aumento muy evidente. El manganeso también excedió los valores de la norma. El garrafón rebasó el límite de la norma para ambos coliformes (Anexo 1, Tabla 31).

En la casa 2, (Col. San Isidro) el cloro presentó una concentración inadecuada en todos los puntos de muestreo encontrando contaminación por coliformes solo en los dos depósitos. El nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), salió del límite de la norma. El manganeso también se encontró en una concentración un poco más elevada a lo establecido. En el garrafón los coliformes también se presentaron, rebasando lo establecido por la norma además de presentar más cloración de lo permitido por la norma (Anexo 1, Tabla 32).

La casa 3 (Col. Vista Hermosa) también tuvo una concentración inadecuada del CLR en todos los puntos. El manganeso, también rebasó la norma. El garrafón rebasó los coliformes totales y fecales establecidos por la norma, al igual que el pH (Anexo 1, Tabla 33).

La presencia del manganeso en este municipio puede ser a que también forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y las rocas que abundan son las andesitas, tobas y brechas volcánicas, quienes contienen trazas de manganeso u óxidos de Mn (GEM, 2014).

Las tres casas analizadas, tienen un agua dura, del tipo de dureza carbonatada y el anión predominante es el bicarbonato HCO<sub>3</sub>.

### **Municipio de Cuautitlán de Romero Rubio**

En la casa 1 (Col. Hacienda Cuautitlán), el primer punto fue en un cuarto de lavado el cual difiere de los otros dos puntos de muestreo en los nitratos, color y turbiedad y este cuarto tienen el nivel más bajo de cloración que los otros dos, aunque los tres puntos están por abajo del límite mínimo permisible. En este mismo cuarto se encontró una ligera contaminación por coliformes, mientras que los otros dos puntos se encuentran dentro de norma salvo el cloro que definitivamente es más alto que en el cuarto de lavado (Anexo 1, Tabla 34).

La casa 2 (Col. Amado Nervo) presentó elevada contaminación por coliformes totales y fecales en todos los puntos de muestreo y el color salió fuera de la norma. La cloración en la entrada estaba en el valor mínimo del rango de CLR para desinfección, disminuyendo en el tambo, probablemente por el almacenamiento y su exposición directa al ambiente que podrían ligarse con las condiciones ambientales que rodean a la casa; la cual se encuentra cerca de una amplia carretera, carece de

alguna barda de concreto bien hecha; además está rodeada de terrenos que aún aparentan ser baldíos y la llave en donde llega el agua parece estar a la intemperie, causando tal vez un deterioro de la llave, esta situación concuerda con lo reportado por Pacheco y col en 2004.

El agua de garrafón, tuvo ambos tipos de coliformes rebasando lo establecido por la norma; el garrafón proviene de una purificadora local y tal vez tenga relación con el tipo de agua que llega en la colonia (Anexo 1, Tabla 35).

La casa 3 , en la entrada el agua tuvo una ligera contaminación por coliformes totales y fecales la cual disminuyó eliminando los coliformes fecales al pasar por un filtro pero mantuvo los coliformes totales disminuidos respecto a la entrada.

Las tres casas de este municipio tienen agua moderadamente dura, del tipo carbonatada y el anión predominante es el bicarbonato  $\text{HCO}_3$ .

### **Municipio de Melchor Ocampo**

La casa 1 (Col. San Francisco Tenopalco) en la entrada aunque no se detectó CLR tampoco hubo contaminación por coliformes, lo que indica una buena fuente de suministro. Sin embargo los dos depósitos tinaco y cisterna ya presentaron coliformes debido a la falta de limpieza de éstos. El manganeso también fue mayor al establecido por la norma (Anexo 1, Tabla 37).

La casa 2 (Col. Visitación), presentó una situación igual a la de la casa 1, pues el manganeso en concentración alta y la cloración inadecuada se presentaron desde el primer punto muestreado. Los Coliformes totales, se presentaron solo en la cisterna, debido a una inadecuada limpieza e influye también que el agua en este almacén permanece más tiempo estancada. El garrafón tuvo contaminación de ambos tipos de coliformes, además de sobrepasar los límites de nitratos y nitritos, sugiriendo también un inadecuado mantenimiento en los equipos de purificación, en donde el agua es envasada (Anexo 1, Tabla 38).

La casa 3 (Col. Centro) la entrada y en el interior a pesar de la baja cloración no hubo contaminación por coliformes. Pero los nitratos y el manganeso estuvieron fuera de la norma como lo reportado por Pérez y col en 2002, y Pacheco y col en 2004, entre algunos otros (GEM2, 2013). El garrafón tuvo problemas en los valores de coliformes totales, fecales, nitratos y nitritos; rebasaron el límite de la norma. (Anexo 1, Tabla 39).

La presencia del manganeso en las tres casas de este municipio, tal vez se da por que las brechas volcánicas y el material volcanoclástico son las principales rocas en el municipio, recordando que presentan trazas de Mn (En Línea<sup>7</sup>).

Las tres casas presentan agua dura, el tipo carbonatada y el anión predominante es el bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ).

### **Resumen de las casas**

Se muestrearon en total 39 casas de 13 municipios, 38 rebasaron la norma 127 en algún parámetro; Solo una casa cumplió con la norma, en el resto la contaminación se dio en el interior de las casas. También se muestrearon 31 garrafones en total 29 de ellos, son los que rebasaron las normas 201 y/o 127 en algún parámetro.

De las 39 casas, en 13 el agua llegó contaminada bacteriológicamente desde el suministro y en 30 el suministro presentó valores de cloro libre residual fuera de norma, con excepción de un caso que excedió el límite superior (sobreclorada) el resto estuvo por debajo del límite inferior ocasionando con ello en la mayoría de los casos la contaminación bacteriológica y en pocos casos en que el cloro fue deficiente en suministro pero no hubo coliformes, solo indicó la excelente calidad bacteriológica del agua de la fuente de suministro.

Huixquilucan, Cuautitlán Izcalli, Teoloyucan y Cuautitlán de Romero no tuvieron problemas de contaminación por manganeso, mientras que el resto de las casas si sobrepasaron la norma siendo el municipio de Melchor Ocampo presentó los valores más altos.

Los suministros de las casas de Cuautitlán Izcalli fueron los únicos que tuvieron los parámetros analizados dentro de la norma 127.

En la figura 4, se presentan por parámetro el número de casas que salieron de la norma en el primer sitio muestreado (suministro). Así se tuvo que el cloro libre fue el parámetro que en más casas (30), presentó problemas, por concentraciones menores a las establecidas por la norma. Relacionado a la inestabilidad y reactividad del cloro. Situación que posiblemente se relaciona con el tercer y cuarto lugar, que fueron CT y CF, respectivamente. El segundo parámetro que también presentó contaminación desde su llegada a las casas, fue el manganeso con 24 casas, probablemente relacionado con que los municipios se encuentran en la provincia fisiográfica del

Eje Neovolcánico y en su mayoría tienen rocas volcánicas que en su composición suelen poseer trazas de ciertos elementos como el manganeso.

En la figura 5, se encuentran los parámetros que estuvieron fuera de norma desde el primer punto muestreado, y que al pasar al interior de la casa, su situación empeoraba. El Mn se encuentra en primer lugar con 17 casas, seguido del CLR con 13 casas y los coliformes totales ocupan el tercer lugar.

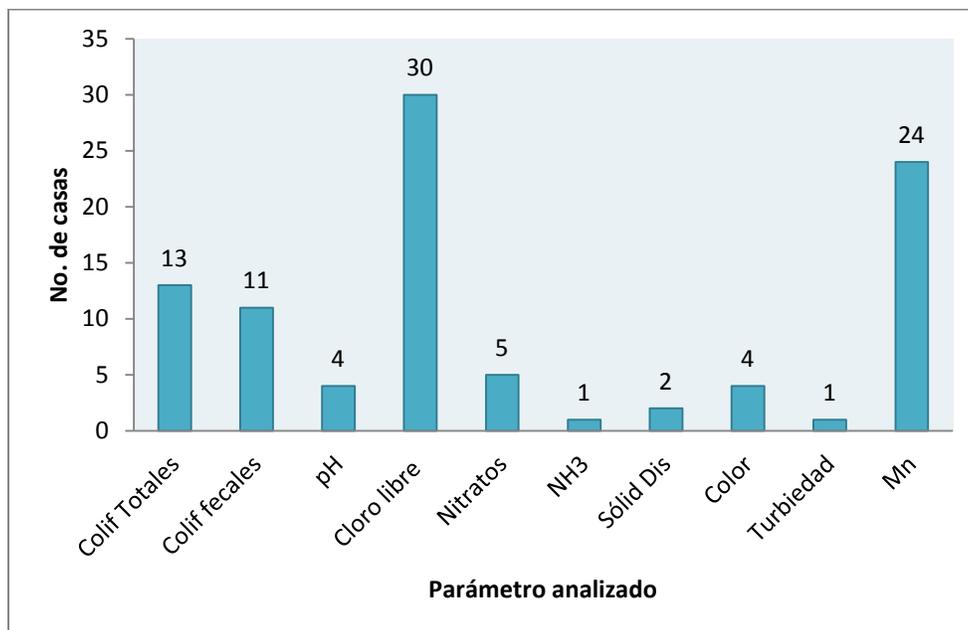


Figura 4. Casas con parámetros fuera de la Norma Oficial Mexicana 127 desde el suministro.

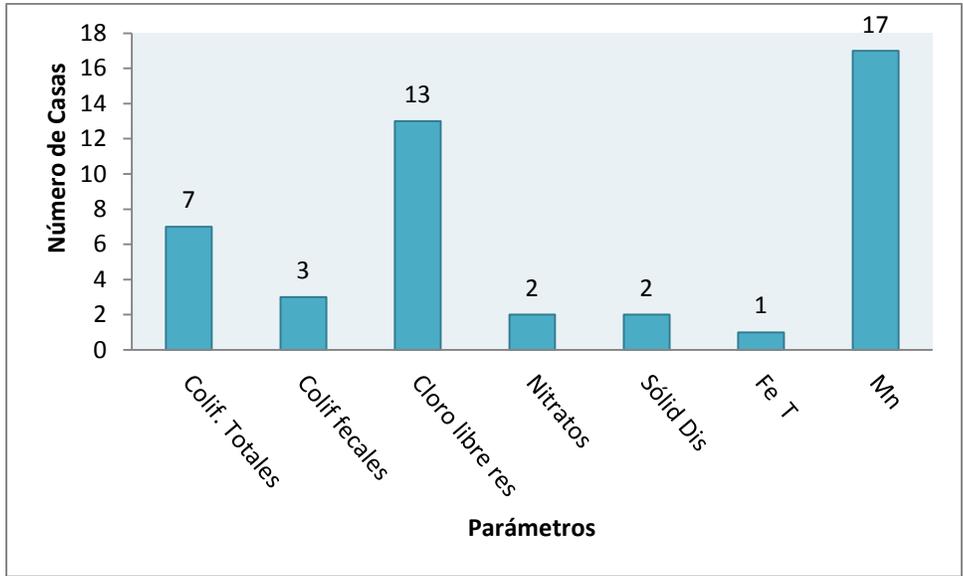


Figura 5. Casas con parámetros fuera de la Norma Oficial Mexicana 127 que incrementarán más la contaminación en el interior.

En la Figura 6 se presenta el número de casas que tuvo problemas de contaminación solo en el interior de la casa. Los parámetros que salieron de norma solo en el interior de las casas fueron coliformes totales en 13 casas; seguido por los coliformes fecales en 10 casas, esto debido probablemente con la falta de cloración o pérdida del cloro que fue insuficiente en 7 casas.

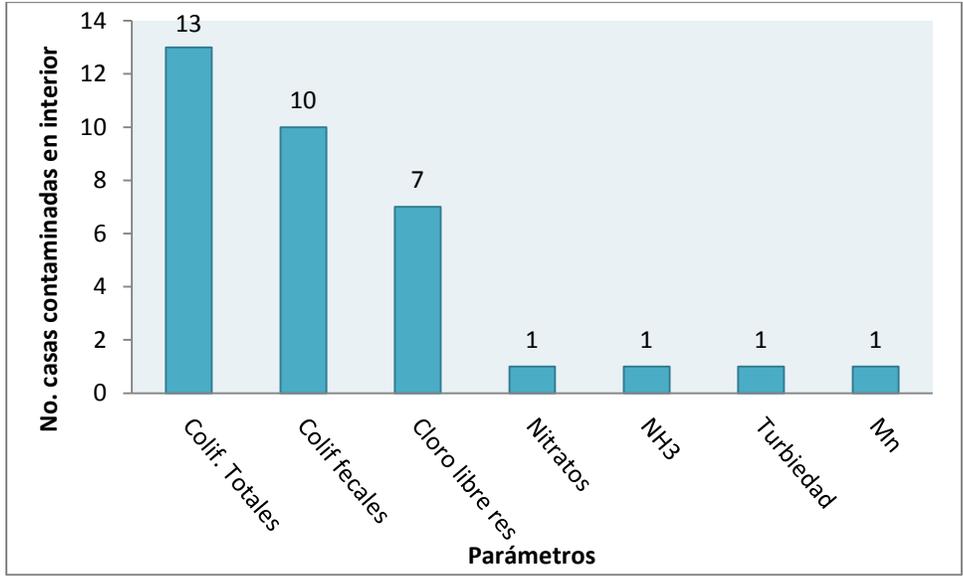


Figura 6. Parámetros que presentaron contaminación interna en la casa,

De las casas analizadas en 30 se compraba garrafón de agua purificada, incluso en una casa compraban dos marcas) haciendo un total de 31 garrafones de los cuales 24 presentaron coliformes totales quedando fuera de la NOM-201, seguido por los CF con 17 garrafones; lo que sugiere mal lavado de los garrafones en las purificadoras y/o mantenimiento inadecuado al equipo usado en la purificación. El cloro libre también sobrepasó esta norma. Comparando los resultados con la NOM 127 el manganeso fue el tercer parámetro que rebasó la norma con 10 garrafones (Figura 7).

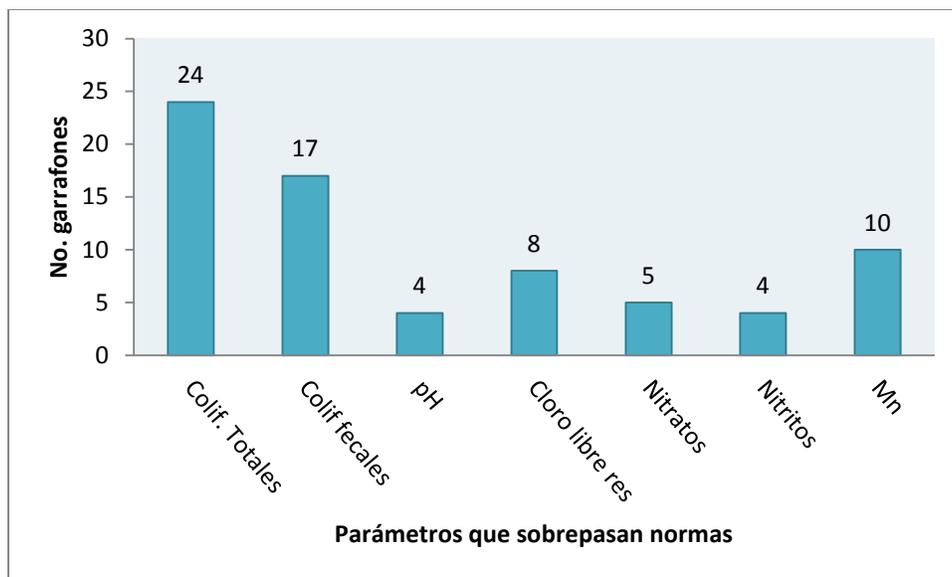


Figura 7. Parámetros que rebasan los límites de la norma 201 y la 127 en los garrafones  
 En relación a la dureza, 14 casas (36%), tuvieron agua dura; 12 casas (31%), es decir suave con un y 6 casas presentó agua muy dura (Figura 8).

En relación al tipo de dureza se obtuvo que el 90% de las casas, es decir 35 casas presentaron dureza carbonatada, el resto fue una combinación de dureza carbonatada y no carbonatada. También el 100% de las casas obtuvieron como anión predominante según la alcalinidad al bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ).

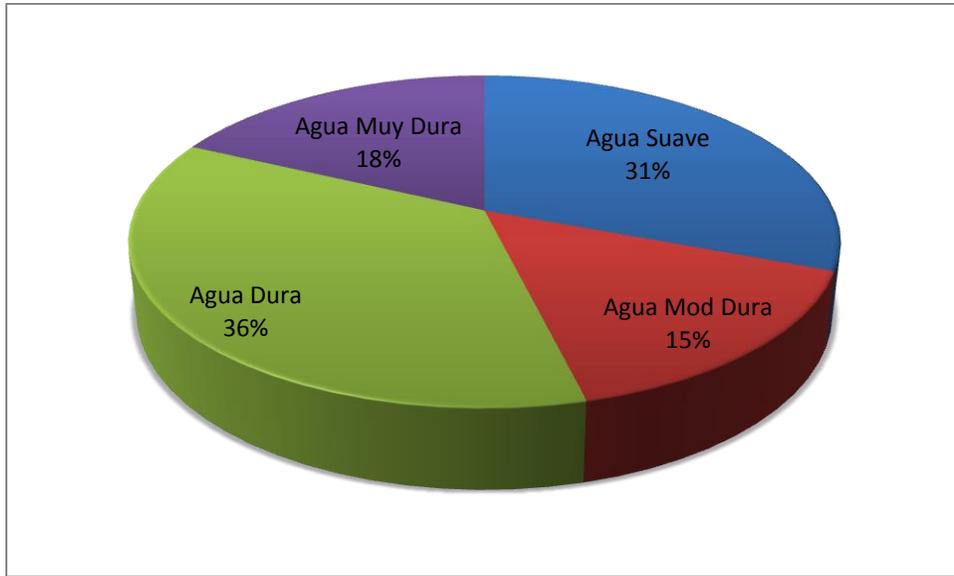


Figura 8. Grado de dureza que presentaron las casas en porcentaje

## 8.2 Resultados por municipio.

Para manejar los datos estadísticamente se les asigno un número a cada municipio (Tabla 1)

Tabla 1. Número asignado a cada municipio

Número asignado a los municipios			
Número	Municipio	Número	Municipio
1	Huixquilucan	7	Tultepec
2	Tepotzotlán	8	Coacalco
3	Tultitlán	9	Teoloyucan
4	Ecatepec	10	Tlalnepantla
5	Cuautitlán Izcalli	11	Nicolás Romero
6	Naucalpan	12	Cuautitlán de R.R.
		13	Melchor Ocampo

### 8.2.1. Diagramas de caja.

Para ver las diferencias entre los municipios por cada parámetro se calcularon los parámetros estadísticos descriptivos con los cuales se obtuvieron los diagramas de caja (Anexo 2)

pH: En la figura 8a, se observa que los municipios 9, 7, 5 y 13 tuvieron la mediana de pH más alta con valores de 8.2, 7.9, 7.4 y 7.4 respectivamente. Las medianas más bajas estuvieron en los municipios 10, 8 y 12 con valores de 6.57, 6.7 y 7.04. El valor más alto de pH fue 8.2 y el más bajo 5.5. La menor dispersión de datos la presentó el municipio 9 y la mayor dispersión estuvo en el 10. Los valores de pH en general se encuentran en el intervalo entre 6 y 8, lo que coincide con los valores de las aguas subterráneas, recordando que la mayoría de los municipios muestreados se abastecen de este tipo de agua (Robles y col., 2004).

Color: (figura 8b), el municipio 2 fue el único que presentó una mediana alta en color con un valor de 20 unidades y la mediana más baja fue de cero, la cual se presentó en los 12 municipios restantes. El valor mínimo de color fue de 0 y el máximo de 40 unidades. En los municipios 7 y 1 se presentan "outliers, es decir casos fuera del comportamiento del resto de los datos, esto puede deberse al problema de contaminación con sólidos y por ende de color, encontrada desde el agua de entrada en Tultepec (municipio 7) y por la contaminación intradomiciliaria en una casa de Huixquilucan (municipio 1).

La menor dispersión en los datos se dio en los municipios 3 al 6, 8 al 10 y el 13, pues no hubo variación significativa en los resultados, mientras que las mayores dispersiones se dieron en los municipios 2, 10, 11 y 12.

Turbiedad: (figura 8c), las medianas más altas fueron las de los municipios 6, 5, 10 y 7, con valores de 0.72, 0.68, 0.63, y 0.52 respectivamente. En esta figura también el "outlier" no fue considerado ya que solo se presentó en un punto del municipio 7 (Tultepec), este problema probablemente se debió al exceso de contaminación presentado en el punto de entrada, resultado que se relaciona con el obtenido en el parámetro de color. Los municipios que presentaron las medianas más bajas fueron el 8, 12, 2 y 9, con valores de 0.2295, 0.307, 0.31 y 0.345. El valor mínimo fue de 0.2125 y 2.86 y el máximo fue de 9.21.

Para explicar la dispersión de los datos, que se presentó principalmente en los municipios 4, 10 y 9 se debe relacionar con la contaminación intradomiciliaria que también fue causante de varios outliers (8 aproximadamente).

Sólidos disueltos: (figura 8d), los municipios que presentaron medianas más altas fueron el 4, 7, 9 y 8 con valores de 1033, 654, 548 y 522.5 respectivamente. Los municipios con las medianas más bajas fueron el 11, 6, 1 y 5 con valores de 101, 153, 175 y 183.

El valor más bajo fue de 75 y el más de 1083. Los municipios 2, 6 y 11 casi no tuvieron dispersión de los datos; mientras que la dispersión mayor se dio en los municipios 4, 10 y 9. Esto se podría explicar por la diferencia que existe entre los municipios en relación al tipo de suelo. En el caso del municipio 4, también pudo ser al mal manejo del agua, (no almacenarla de adecuadamente), contaminándose con los sólidos que se encuentran en el ambiente, ocasionando altas concentraciones en algunos puntos de muestreo.

Conductividad: (figura 8e), las medianas más altas fueron las de los municipios 4, 7, 9 y 8 con valores de 1449, 971, 761 y 725 y las más bajas se presentaron en los municipios 11, 1, 6 y 5, con valores de 124, 181, 213 y 229.

El valor mínimo de conductividad fue 102 y el más alto fue de 1572. La dispersión de los datos, fue baja en los municipios 2, 6 y 11 y fue alta en el 4, 10 y 9. En general los datos fueron muy similares a los obtenidos en el diagrama de los sólidos disueltos. Se sugiere que esta situación está dada por el tipo de suelo que contiene el agua subterránea, dado que los iones que contiene el suelo van cambiando y con ello los sólidos disueltos y la conductividad; esta situación es similar a la encontrada por Pérez en el 2002, donde encontró una correlación alta entre conductividad y los sólidos disueltos, atribuida a la materia inorgánica presente en el agua y que forma parte de estos dos parámetros como se mencionó anteriormente.

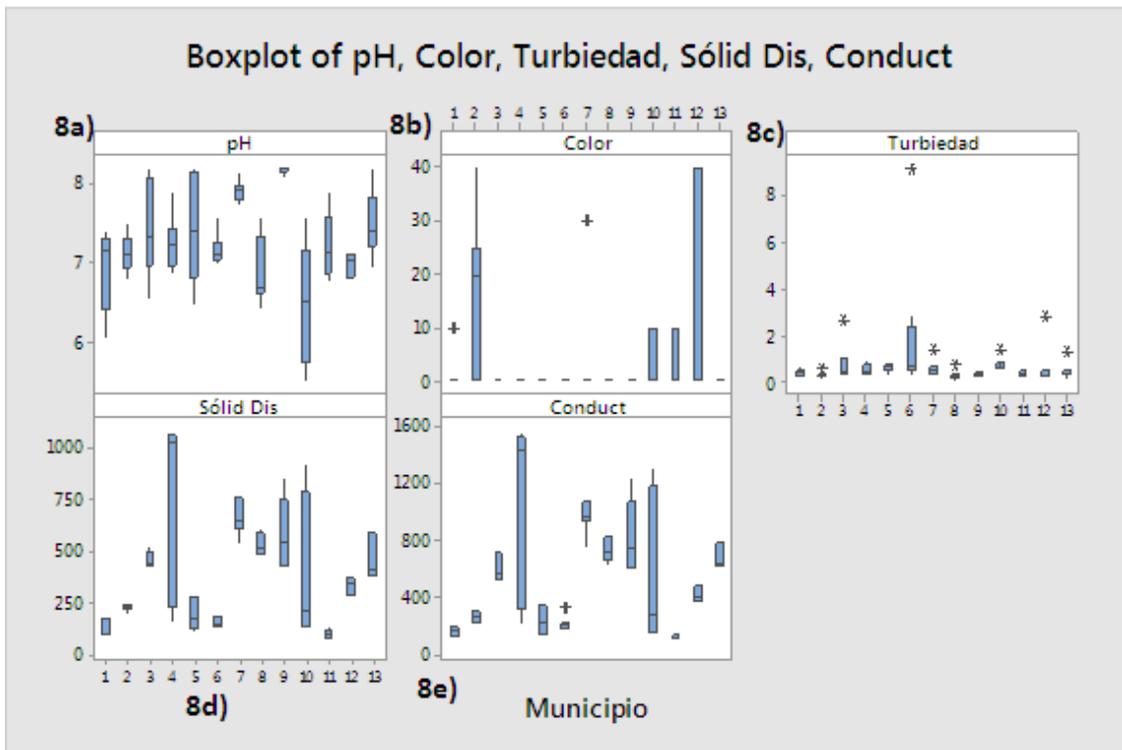


Figura 8. Diagramas de cajas de los parámetros pH, color, turbidez, sólidos disueltos y conductividad entre los municipios.

Nitratos: (figura 9a), los municipios que obtuvieron las medianas más altas fueron el 9, 8, 12 y 11 presentando valores de 10.98, 7.38, 6 y 5.90. Las medianas más bajas estuvieron en los municipios 2, 4, 6 y 5 con valores de 0.600, 1.25, 1.6 y 1.6 mg/L de nitratos respectivamente. Los nitratos oscilaron entre 0 y 14.40 mg/L. Aquí también se tuvo un “outlier” en el cuarto municipio, en donde es probable que uno de los puntos muestreados se contaminó por tener contacto directo con el ambiente y el mal manejo del agua.

La dispersión de los datos, fue baja en los municipios 1, 3, 11 y 2; y alta en los municipios 9, 13, 10 y 8. Cabe mencionar que generalmente los nitratos en el agua potable solo se encuentran en cantidades bajas, con límite de 10 mg/L, lo que se cumplió en la mayoría de los municipios (APHA, AWWA y WEF, 2012).

Nitritos: (figura 9b), los municipios con medianas más altas, fueron el 10, 7, 13 y 8 con valores de 0.0785, 0.0415, 0.0330 y 0.0240 respectivamente; y las más bajas fueron el 2, 5, 1 y 6 con 0.005, 0.007, 0.0085 y 0.009. Los nitritos oscilaron entre 0 y 1.6 mg/L de nitritos.

La dispersión de los datos fue alta en tres de los municipios (6,10 y 7), además de haber presentado “outliers” en los municipios 13, 8 y 3; situación similar a los nitratos.

Nitrógeno amoniaco: (figura 9c), aquí las medianas más altas fueron en los municipios 13, 7, 10 y 6, siendo 0.145, 0.120, 0.05 y 0.04 en ese orden los valores correspondientes. El intervalo en la variación de los valores fue de 0 a 0.2 mg/L. Las medianas más bajas pertenecen a los municipios del 1 al 5 y el 9 con 0 mg/L de N-NH3. La variación de los datos en estos municipios se encontró entre el 0 al 0.63.

La dispersión de los datos fue baja en los municipios 1, 2,3 y 5 y alta en los municipios 7, 6, 12 y 11; además de tener la presencia de “outliers” en el municipio 11 y en el 4, situación similar a la presentada en los nitratos y nitritos. Los valores obtenidos en este parámetro, según los intervalos de variación en los datos, fueron pequeñas, lo que coincide con lo propuesto por la literatura para aguas limpias (APHA, AWWA y WEF, 2012; Robles y col., 2004 y Abarca, 2007).

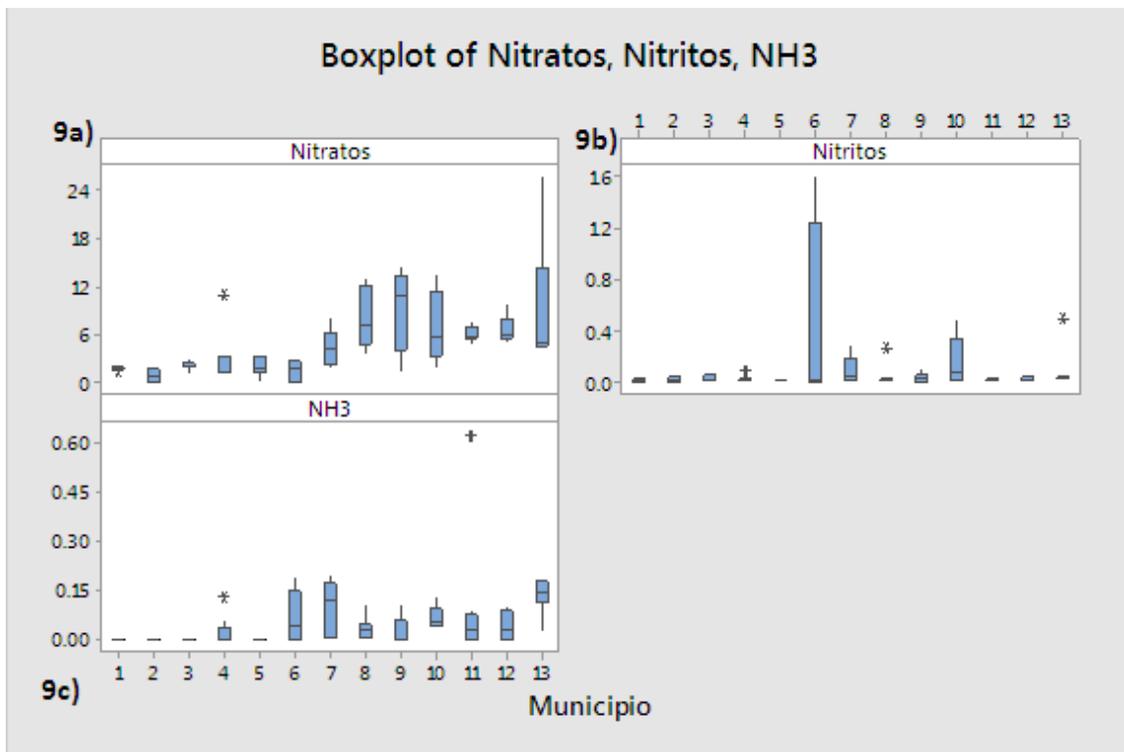


Figura 9. Diagramas de cajas de los parámetros nitratos, nitritos y nitrógeno amoniaco entre los municipios.

Cloro libre residual: (figura 10a), las medianas más altas, fueron las de los municipios 6, 5, 3 y 12 con 0.9, 0.3, 0.29 y 0.16 mg/L de cloro libre. Las medianas más bajas se encontraron en los municipios 2, 11, 13 y 7 con 0.02 los municipios 2 y 11, con 0.035 y 0.045 los demás. La variación osciló entre 0 y 2 mg/L. La dispersión de los datos, fue alta en los municipios 6, 5, 3 y 1 debido probablemente a su capacidad de reaccionar con los factores físicos y químicos del agua, dándole una inestabilidad.

Fierro total: (figura 10b), las medianas más altas, estuvieron en los municipios 3, 7 y 6 con 0.03 en los dos primeros y el municipio 6 con 0.05 mg/L. Los demás municipios tuvieron un valor de 0. La variación en los datos osciló entre el 0 al 0.3 mg/L de fierro total.

La dispersión de los datos observada en el diagrama, fue casi nula en los municipios 2, 11 y 8, pues casi no existe una diferencia muy relevante en las concentraciones de fierro. La alta dispersión de los datos en la mayoría de los municipios, como el 10, 6 y 13; además de los outliers en los municipios 6 y el 10, podría explicarse por la abundancia natural que tiene la corteza terrestre de ciertos minerales como el fierro y hace que las concentraciones varíen dependiendo del tipo de roca del acuífero, e incluso de la corrosión de las tuberías que también logran disolver más fierro, (APHA, AWWA y WEF, 2012 y Rocha, 2010).

Manganeso: (figura 10c). Las medianas más altas, fueron de los municipios 13, 4, 7 y 11 con 1.75, 0.55 y 0.50 en los últimos dos municipios; las concentraciones más altas e incluso la presencia de Mn, pudo deberse al tipo de roca encontrado en estos municipios ya explicado mejor anteriormente. Las medianas más bajas, presentaron valores de 0 y pertenecen a los municipios 1, 5, 9 y 12. El manganeso osciló entre 0 y 2.8 mg/L (Rocha, 2010).

La dispersión de los datos fue alta en los municipios 11 y 13, pues presentaron concentraciones un tanto altas a comparación de otros municipios y con oscilaciones dentro de las casas y puntos que fueron muestreados.

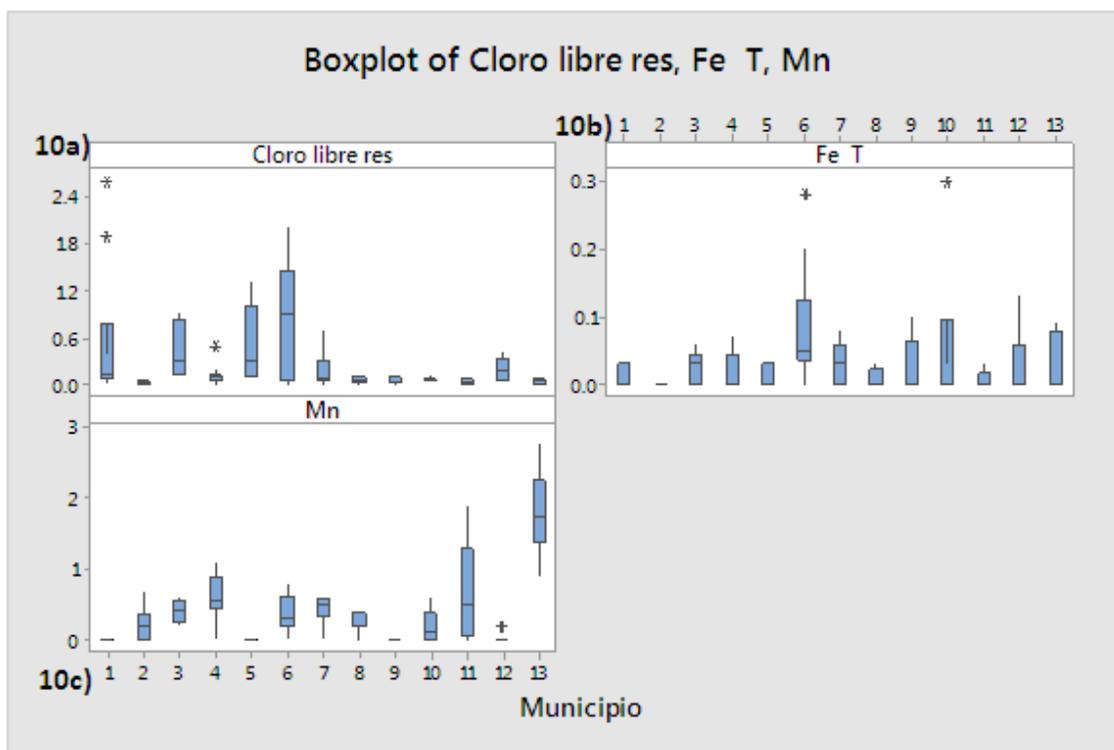


Figura 10. Diagramas de cajas de los parámetros cloro libre residual, el hierro total y el manganeso entre los municipios.

Coliformes totales: (figura 11a), los municipios 2, 10, 12 y 4 tuvieron medianas altas con valores de 8.40, 4.48, 1.58 y 1.55 UFC/100 ml. Las medianas más bajas se encontraron en los municipios 3,5, 6, 8, 9, 11 y 13 con 0.71; Los valores de coliformes totales oscilaron entre 0.71 y 14.16. La dispersión de los datos, solo fue baja en tres de los municipios, el 5, 3 y 1; en los demás municipios, se presentó una dispersión alta. También se presentaron 6 casos de “outliers” (1, 3, 4, 5, 6 y 13).

Coliformes fecales: (figura 11b), los municipios con las medianas más altas fueron el 2 y el 10 con 4.06 y 2.25 UFC/100 ml. Las medianas más bajas pertenecen a los municipios 1, del 3 al 9 y del 11 al 13 con un valor constante para todos de 0.71 UFC. El intervalo osciló entre 0 y 14.16.

La dispersión de los datos fue poca en los municipios 1, 3, 5, 6 y 13; mientras que los municipios restantes presentaron una dispersión de datos más alta. También se presentaron 7 “outliers”.

Para poder dar una posible explicación de la dispersión y de los “outliers” en ambos tipos de coliformes, se puede decir que el agua generalmente presentó una evidente contaminación que

en algunos casos se agravaba causando este tipo de comportamiento en los diagramas; situación de contaminación interna compartida con algunos de los antecedentes consultados, entre los que encontramos a Gaytán en 1997 y a Flores en 1995.

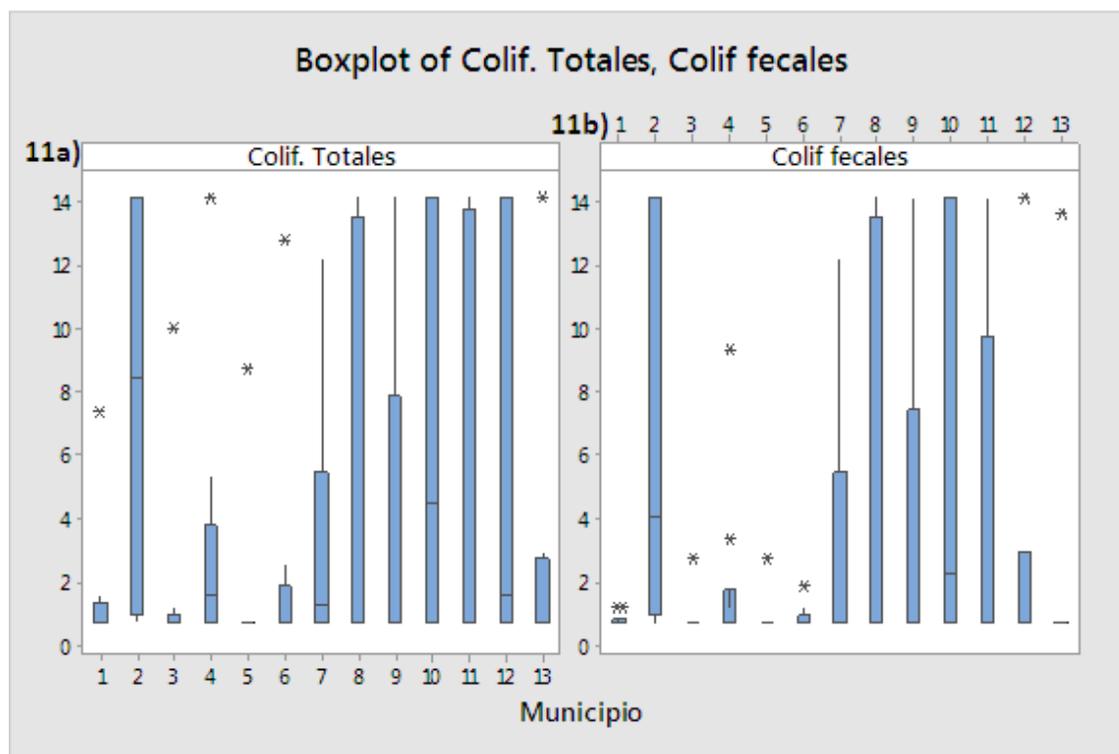


Figura 11. Diagramas de cajas de los coliformes totales y fecales.

Alcalinidad: (figura 12a), los municipios que presentaron las medianas más altas fueron el 4, 7, 9 y 8 con valores de 407.5, 374, 346 y 305.5 respectivamente. Los municipios que presentaron medianas bajas fueron el 5, 6, 11 y 1 con valores de 111, 92.6, 71.3 y 69.6. En general los valores oscilaron entre 58.7 y 522 mg/L como CaCO<sub>3</sub>

La dispersión de los datos, fue alta en los municipios 4, 10, 5 y 9; mientras que los demás tuvieron una dispersión más baja. A pesar de que la mayoría del agua muestreada proviene de pozos, el suelo está compuesto de diversas rocas, principalmente las rocas carbonatadas, son las que brindan al agua diversos iones como carbonatos, bicarbonatos, etc. que causan variación en los mg/L de alcalinidad que se encuentran en el agua (Rodríguez y Marín, 1999).

Dureza total: (figura 12b) las medianas más altas pertenecieron a los municipios 4, 8, 7 y 9 con 313.5, 249, 248 y 211 mg/L. Las medianas más bajas las tuvieron los municipios 6, 11, 5 y 1 con

valores de 41.2, 44.8, 67.28 y 69.70 respectivamente. Los valores de dureza total oscilaron entre 29.1 y 522. La mayor dispersión estuvo en los municipios 10, 4, 7 y 8; los demás municipios presentaban dispersión baja y media de los datos.

Dureza de calcio: (figura 12c), aquí las medianas más altas coinciden la dureza total, los municipios fueron el 4, 7, 8 y 9 con valores de mg/L de dureza de calcio de 131.5, 123, 111 y 111. Las medianas más baja están en los municipios 11, 6, 1 y 5 con 16.1, 31.7, 32.35 y 46.20 r El intervalo de variación osciló entre 10.8 y 213mg/L. La dispersión fue más alta en los municipios 4, 7 y 10 y en los demás municipios, se presentó una dispersión media de los datos.

Dureza de magnesio (figura 12d), las medianas más altas, pertenecen a los municipios 8, 4, 7 y 13 con 149, 137, 123 y 117.5 mg/L. Las medianas más bajas fueron de los municipios 6, 11, 1 y 5 con valores de 9.5, 30.5, 31.75 y 34.3. El intervalo de variación osciló entre el 1 y 209 mg/L.

La alta dispersión de datos solo se observó en tres de los municipios que fueron el 10, 4 y 8, caso similar a la dureza de Ca y a la total; pues los diez municipios restantes tuvieron dispersión media o baja en los datos.

Sulfatos: (figura 12e), en donde los municipios con las medianas más altas fueron el 7, 4, 8 y 10 con valores de 47.06, 46, 22.48 y 17.12 mg/L. Las medianas más bajas se encontraron en los municipios 2, 12, 11 y 9 con valores de 3.58, 6.15, 6.88 y 10. El valor mínimo fue de 3.08 y el máximo de 84.3. La dispersión de los datos fue alta en los municipios 7 y 4, mientras que los municipios 2 y 11 tuvieron una dispersión baja.

Cloruros: (figura 12f), las medianas más altas, fueron las de los municipios 4, 7, 8 y 10 con valores de 127.5, 94.55, 68.86 y 64.7 mg/L. Las medianas más bajas, se encontraron en los municipios 11, 2, 5 y 6, con valores de 2.89, 3.13, 8.4 y 8.62. El valor mínimo del intervalo de variación fue de 0.96 y el valor máximo fue de 127.5.

La dispersión fue baja en los municipios 1, 2, 5, 6 y 11; mientras que las más altas se presentaron en solo en los municipios 10, 4 y 9. La variación de los cloruros en el agua, depende de manera primordial de los cloruros que se encuentren en el ambiente y de los que se vayan disolviendo en el agua (Rocha, 2010).

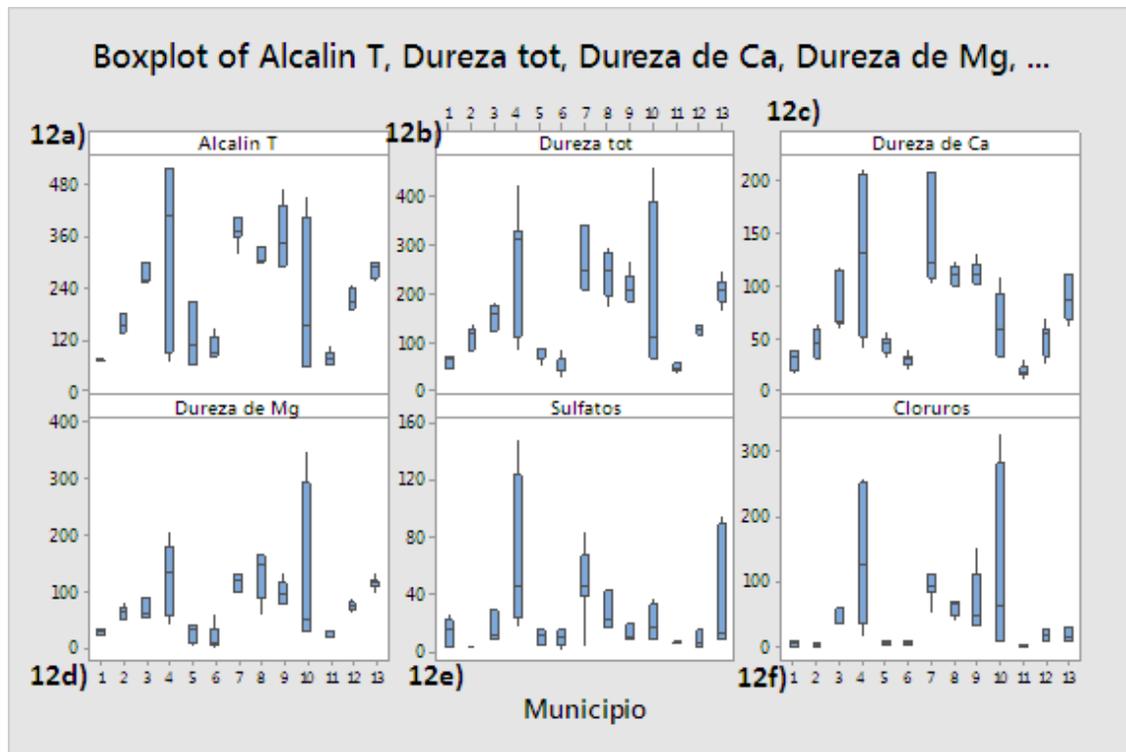


Figura 12. Diagramas de cajas de los parámetros: alcalinidad total; durezas total, de calcio, magnesio; sulfatos y cloruros.

### 8.2.2 Calidad del agua entre los municipios de acuerdo a la norma oficial mexicana 127

Para comparar los resultados por municipio con la norma se calcularon las medias (Anexo 3, tablas 1, 2 y 3).

Los resultados se pueden observar en la figura 13 y de acuerdo a ellos se tiene que los parámetros que rebasaron la norma en la totalidad de los municipios fueron los coliformes totales y fecales. Seguidos del manganeso con 9 municipios; el tercer parámetro fue el cloro libre residual en donde 8 municipios no cumplieron con el rango establecido por la norma, El pH y los nitratos solo en un municipio.

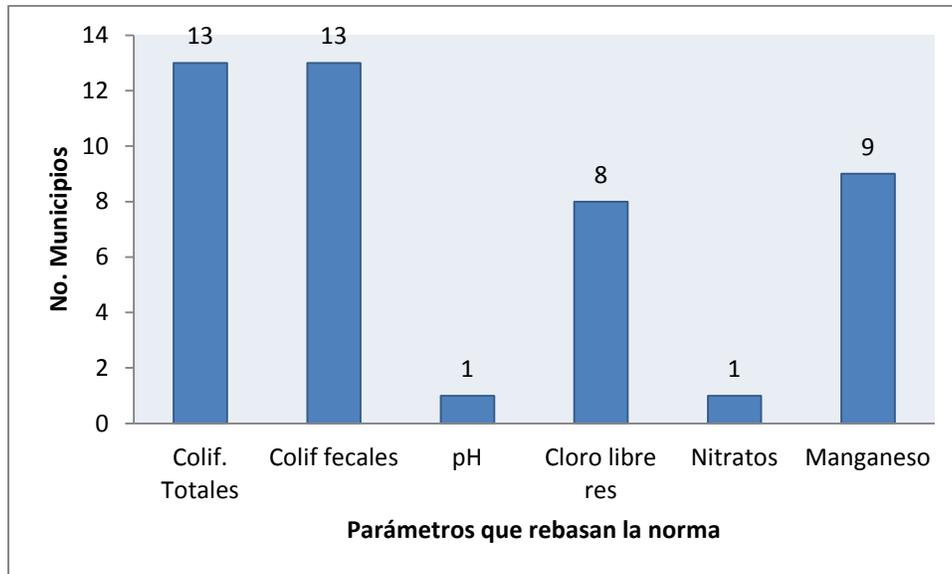


Figura 13. Medias de los parámetros que rebasaron la norma 127 por municipio

### 8.2.3. Análisis discriminante, distancias de Mahalanobis y diagrama de dispersión

Para ver la variabilidad entre los municipios, se realizó el análisis discriminante en el cual se obtuvieron tres funciones que en conjunto describen el 73.1 % de la variación y que estuvieron formadas por los siguientes parámetros: La función 1 estuvo integrada por la alcalinidad total, dureza de calcio y el manganeso y explicó el 38.17 % de la variabilidad; la función 2 estuvo conformada por dureza total, sólidos disueltos y conductividad y esta función explicó el 60.72% de la variabilidad y la función 3 se integró por los nitratos, cloro libre y sulfatos y esta explicó el 73.1 % de la variabilidad de los datos (Tabla 2).

**Tabla 44. Funciones discriminantes significativas.**

Funciones	Valor característico	$X^2$	Porcentaje de varianza acumulado	Variables incluidas
1	7.30	756.25	38.17	Alcal. Tot, Dureza Ca, Mn

2	4.31	568.99	60.72	Dureza Tot., Solid.dis., conduct.
3	2.37	421.20	73.10	Nitratos, cloro libre, sulfatos.

Con los resultados del análisis discriminante se calcularon las distancias de Mahalanobis (Tabla 3).

Tabla 45. Distancias de Mahalanobis  
(p-level = 0.000)

Mun icipi o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2	21.9											
3	18.4	14.7										
4	33.7	49.4	29.8									
5	2.6	16.6	11.2	35.3								
6	15.8	46.6	31.9	49.6	20.1							
7	43.1	40.1	22.8	19.3	33.1	60.9						
8	32.5	25.7	15.1	30.5	25.8	55.4	16.7					
9	42.3	28.8	16.8	41.4	28.7	64.9	14.8	16.3				
10	29.7	40.7	44.4	56.2	31.4	91.3	59.7	37.6	64.3			
11	18.1	31.3	32.9	35.8	20.1	28.9	41.2	34.1	44.2	23.9		
12	19.2	9.3	10.4	43.6	14.8	36.4	34.3	16.7	19.9	35.9	26.5	
13	82.7	84.6	64.7	40.1	82.0	87.2	43.6	49.1	63.5	99.7	47.8	71.4

El municipio 13 fue el que presentó las distancias más grandes con respecto a los otros municipios especialmente con los municipios 1, 2, 5, 6 y 10 siguiendo con el municipio 12, 3 y 9 y medianamente separados de 4, 7, 8 y 11, esto se puede apreciar en la figura 9 del diagrama de dispersión. La diferencia se debió básicamente a las tres funciones formadas por los parámetros: alcalinidad, dureza de calcio, manganeso, sólidos disueltos, conductividad, nitratos, cloro libre residual y sulfatos. El municipio 10 presentó una distancia grande con respecto al municipio 6 con un valor de 91.3; además de estar separado medianamente por los municipios 9, 7 y 4 respectivamente; situación apreciada claramente en el diagrama de dispersión (Figura 14).

La gran diferencia del municipio 13 con respecto a los 5 municipios con las mayores distancias; pudo deberse principalmente a la lejanía que existe de Melchor Ocampo con respecto a estos 5 municipios, pues por lo menos existe un municipio intermedio entre Melchor Ocampo y alguno de los otros 5. Además que los valores altos en los parámetros que representan a las 3 funciones que describen el porcentaje de variación, fueron más altos posiblemente explicados por el tipo de formación del suelo de este municipio, pues además de presentar rocas de tipo volcánico que explica el manganeso presente. También el acarreo de materiales finos para la formación del suelo por medio de escurrimiento de aguas y el lago salino anteriormente ubicado en la zona de asentamiento de Melchor Ocampo explica la alta concentración de sólidos disueltos y conductividad, así como de materia inorgánica en forma de iones como el Ca o los carbonatos (En Línea<sup>8</sup>).

El caso del municipio 10 (Tlalnepantla de Baz) que presenta una diferencia alta con respecto al municipio 6 (Naucalpan), tal vez se debe al tipo de suelo dominante en ambos municipios; pues Tlalnepantla solo posee dos tipos de suelos dominantes que son Leptosol y phaeozem, mientras que Naucalpan presenta 6 tipos de suelo dominante, donde el phaeozem es el único que se presenta en ambos. Brindando así a ambos municipios diversas características, entre ellas los iones dominantes, situación que influye en las características fisicoquímicas de las aguas subterráneas (En Línea<sup>9</sup> y En Línea<sup>10</sup>).

Los municipios que presentaron distancias más cortas, es decir los municipios que presentaron una mayor similitud de los parámetros representados en las funciones antes mencionadas con respecto a otros fueron el municipio 2 con el 1 con una distancia de 21.9; el 3 con el 1 (18.4) y el 2 (14.7); el municipio 5 con el 1 (2.6), 2 (16.6) y el 3 (11.2); el sexto municipio con el 1 (15.8) y el 5 (20.1); el 7 con el 4 (19.3); el municipio 8 con el 3 (15.1) y con el 7 (16.7); el 9 con el 3 (16.8), 7

(14.8) y 8 (16.3); el municipio 11 con el 1 (18.1) y 5 (20.1) y por último el municipio 12 con los municipios 1 (19.2), 2 (9.3), 3 (10.3), 5 (14.8), 8 (16.7) y 9 (19.9). Situación que también puede observarse en la figura 14.

Los municipios que fueron similares con respecto a otros en estos parámetros, pudieron presentar esta situación por la cercanía que existe de un municipio con otro (como el 5 con el 1 y el 3; el 6 con el 1; el 11 con el 5 y por último el 12 con el 3, 5, 8 y 9). Así como el tipo de suelo dominante, pues todos los municipios que presentaron similitud con algún otro, estén o no cercanos; suelen tener una composición similar, dominando principalmente el vertisol, phaeozem, leptosol, entre otros; además de presentar generalmente el mismo tipo de roca como la andesita (GEM, 2007; GEM, 2013; GEM, 2008; GEM, 2007; GEM, 2014; GEM2, 2004; GEM, 2005; GEM, 2003 y GEM2, 2003).

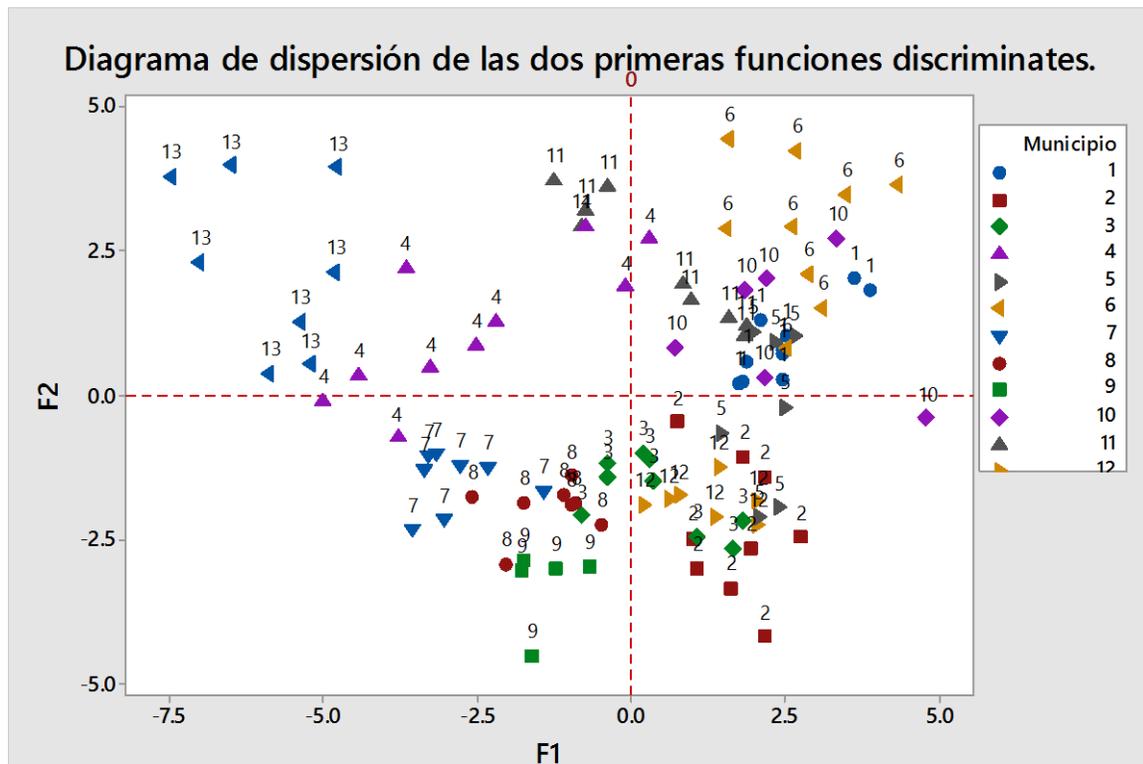


Figura 14. Diagrama de dispersión de la función 1 contra la función 2.

## 9. Conclusiones

- 38 de las 39 casas muestreadas en este estudio, rebasaron la NOM-127 en algún parámetro.
- El cloro libre residual fue el parámetro que menos cumplió la norma 127, con 30 casas fuera de ella; seguido del manganeso con 24 casas y después por los coliformes totales y los fecales con 13 y 11 casas respectivamente.
- La contaminación del agua de suministro que proporcionan los municipios no es la más adecuada ya que el manganeso, excedió los límites permisibles en 17 casas; seguido del cloro libre con 13 casas y los coliformes totales con 7 casas.
- La contaminación intradomiciliaria es otro grave problema ya que en estas casas, aunque el agua de suministro llegó bien, la falta de limpieza y/o mantenimiento en los depósitos y en tuberías fueron el principal problema para que 13 casas se contaminaran por coliformes totales, 10 casas con coliformes fecales y 7 casas con límites inferiores al ámbito de cloración necesaria para evitar la contaminación bacteriológica.
- Las condiciones ambientales (atmósfera o suelo), que rodean al lugar en donde se encuentre la llave o almacén de agua; influyen también en la modificación de la calidad del agua.
- Con respecto al número de parámetros contaminados por casa, tenemos que solo 2 casas (5%) rebasaron la norma-127 con 7 parámetros; 13 casas (33%) rebasaron la norma en 4 parámetros y 7 casas (18%) con 2 parámetros.
- Se obtuvo que el 53% de las casas tiene un nivel alto de contaminación (21 casas).
- El tipo de agua que predominó fue el agua dura con un 36% (14 casas); seguido por el agua suave con 31% (12 casas); 18% agua muy dura y 15% agua moderadamente dura.
- El 90% de las casas (35), presentaron dureza carbonatada y el 100% tuvo como anión predominante el bicarbonato.
- El municipio Melchor Ocampo fue el que presentó la mayor diferencia principalmente en los parámetros alcalinidad total, dureza total y de calcio, manganeso y sólidos disueltos con respecto a los demás municipios, debido a la lejanía que hay entre este municipio y los demás y en consecuencia a la diferencia de tipo suelo
- 30 de los 32 garrafones muestreados en este estudio, rebasaron la NOM-201 y/o la NOM-127 en algún parámetro. Los coliformes totales estuvieron en 24 garrafones; los

coliformes fecales en 17 garrafones debiendo estar ausentes de acuerdo a la NOM 201 y el manganeso, aunque este último rebasó los límites de la NOM 127 en 10 garrafones.

- 💧 Por último la obtención de agua envasada no necesariamente significa contar con agua de buena calidad habiendo casos en que el agua envasada resultó contaminada mientras que el agua de suministro como la de los depósitos de algunas casas presentaron buena calidad.

## 10. Recomendaciones

- 💧 Realizar trabajos de este tipo con una mayor frecuencia, principalmente en lugares donde la demanda de agua sea grande (alta demografía); abarcando casi la totalidad de colonias y aumentando las zonas de estudio.
- 💧 Revisar los lugares de desecho y tal vez pensar en la posibilidad de dar un manejo distinto a las aguas residuales, dado que suelen ser las causantes de la contaminación de aguas subterráneas, al igual que la sobreexplotación de los pozos, alterando su calidad.
- 💧 Hacer difusión sobre la limpieza o buen cuidado de los almacenes de agua a los consumidores, para así evitar una gran contaminación intradomiciliaria y evitando enfermedades, principalmente intestinales.
- 💧 Comentar a alguna autoridad correspondiente la necesidad de hacer cumplir las normas oficiales mexicanas, principalmente por los resultados obtenidos con el agua embotellada; para obligar a las empresas purificadoras a vender agua de calidad y mantener a la población sana, en cuestiones relacionadas con el consumo de agua.
- 💧 Dar capacitación a purificadoras independientes, para hacer entender que el mantenimiento adecuado de su equipo de purificación, después de que la vida media de estos ha terminado; es necesario para poder vender agua de calidad.

## 11. Bibliografía

- 💧 Abarca, F.J. 2007. Técnicas para evaluación y monitoreo del estado de humedales y otros ecosistemas acuáticos en: *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Instituto Nacional de Ecología INE-SEMARNAT. México, D.F. 123-127 pp.
- 💧 Aboites, A.L. 1999. La hacienda de Toshi y la disputa por el tiempo inexistente (1907-1916). *Boletín del Archivo Histórico del Agua*. (15): 46-50.
- 💧 APHA; AWWA. Y WEF. 2012. Standard Methods (for the examination of water and wastewater). 22ª. Joint Editorial Board. Washington, DC. 2-5, 2-12, 2-13 2-34 – 2-37, 2-44, 2-45, 2-55, 2-56, 2-62 – 2-65, 3-76,3-77, 3-85, 4-58, 4-59, 4-69, 4-72, 4-73, 4-91 – 4-95, 4-104, 4-105, 4-188, 4-189 pp.
- 💧 Arcos, P.M.P; Ávila, De N.S.L; Estupiñán, T.S.M. y Gómez, P.A.C. 2005. Indicadores Microbiológicos de Contaminación de las Fuentes de Agua. *NOVA*. 3 (4), 69-79.
- 💧 Baird, C. y Cann, M. 2001. Química Ambiental. 2ª. Reverté. Barcelona, España. 433-434 pp.
- 💧 Birrichaga, D. 1999. Las haciendas y el monopolio del agua. Haciendas La Grande y La Chica, Estado de México (1838-1870). *Boletín del Archivo Histórico del Agua*. (15): 40-45.
- 💧 Cirelli, F.A. 2011. Calidad del agua. En: Una visión multidisciplinaria de la gestión del agua en el Mercosur. EMGIA. Buenos Aires, Argentina. 35-61 pp.
- 💧 Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2013. Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua. México. 2, 16, 46-47, 134-136, 147 pp.
- 💧 Flores, A.J.J; Suárez, H.G.J; Puc, F.M.A; Heredia, N.M.R; Vivas, R.M.L. y Franco, R.J. 1995. Calidad bacteriológica del agua potable de Mérida, Yucatán. *Revista Biomédica*. México. 6:127-134.
- 💧 Galindo, C.E; Otazo, S.M.E; Gordillo, M.A.J; Arellano, I.S; González, R.C.A. y Reyes, G.L.R. 2011. Sobreexplotación del acuífero Cuautitlán-Pachuca: Balance hídrico 1990-2010. En *Avances en impacto, tecnología y toxicología ambiental*. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo. México. 9-12 pp.
- 💧 Galindo, C.E; Otazo, S.E.M; Reyes, G.L.R; Arellano, I.S.M; Gordillo, M.A. y González, R.C.A. 2001. Balance hídrico y afectaciones a la recarga para el año 2021 en el acuífero Cuautitlán-Pachuca. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de Información Geográfica* (10): 65-90.

- 💧 Garcés, L.F. y Hernández, A.M.L. 2004. La lluvia ácida: un fenómeno de ocurrencia local. *Revista Lasallista de investigación*. 1: 67-72.
- 💧 García, H.M; Martínez, C.F; Utrilla, A.A; Morillo, C. R.M; Ania, P.J.M; Cardeñosa, M.M.J; Castilla, A.M.C; Caballero, O.A; Fernández, De la F.N; Bueno, M.C; Torres, M.J; Rico, C.M.A; Rodríguez, S.M.A; García, B.M.J; Alés, R.M; Junquera, V.C.R; Martín, F.A.C; Muñoz, A.D; Rojas, S.M; Flores, De la T. M; Matos, R.M; Boceta, O.J; Valverde, G.E; Fernández, R.V; Ochoa, G.O; Alarcón, D.R; Peris, G.C. y Azañón, H. R. 2005. ATS/DUE Junta de Extremadura. 2ª. Editorial MAD, S.L. España. 137-141, 598-601 pp.
- 💧 Gaytán, M; Castro, T; Bonilla, P; Lugo, A. y Vilaclara, G. 1997. Preliminary study of selected drinking water samples in Mexico City. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 13(2): 73-78.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2007. Plan municipal de desarrollo urbano Coacalco. Estado de México. 7, 12-17 pp.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2013. Plan municipal de desarrollo urbano Cuautitlán Izcalli. H. Ayuntamiento de Cuautitlán Izcalli. Estado de México. 20, 48-53 pp.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2008. Plan municipal de desarrollo urbano Cuautitlán. Estado de México. 7, 12-15 pp.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2004. Plan municipal de desarrollo urbano Ecatepec de Morelos. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Estado de México. 11-12, 15-18 pp.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2009. Plan municipal de desarrollo urbano Huixquilucan, Estado de México. Honorable ayuntamiento de Huixquilucan. Estado de México. 20, 26-30 pp.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2014. Plan municipal de desarrollo urbano Nicolás Romero. Estado de México. 6-7, 22-40 pp.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2005. Plan municipal de desarrollo urbano Tepotzotlán. Estado de México. 12-13, 18-30 pp.
- 💧 GEM (Gobierno del Estado de México). 2003. Plan municipal de desarrollo urbano Tultepec. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Estado de México. 8-9, 14-18 pp.
- 💧 GEM2 (Gobierno del Estado de México). 2013. Plan municipal de desarrollo urbano Melchor Ocampo. H. Ayuntamiento Constitucional de Melchor Ocampo. Estado de México. 24-33 pp.

- 💧 GEM2 Gobierno del Estado de México. 2007. Plan municipal de desarrollo urbano Naucalpan de Juárez. Dirección General de Desarrollo Urbano, H. Ayuntamiento Constitucional de Naucalpan de Juárez. Estado de México. 4, 7-10 pp.
- 💧 GEM2 (Gobierno del Estado de México). 2004. Plan municipal de desarrollo urbano Teoloyucan. Estado de México. 11, 24-34 pp.
- 💧 GEM2 (Gobierno del Estado de México). 2008. Plan municipal de desarrollo urbano Tlalnepantla de Baz. Estado de México. 7-8, 15-17 pp.
- 💧 GEM2 (Gobierno del Estado de México). 2003. Modificación del plan municipal de desarrollo urbano Tultitlán. H. Ayuntamiento de Tultitlán Estado de México. 9-10, 15-17 pp.
- 💧 Gillespie, R.J; Humphreys, D.A; Baird, N.C. y Robinson, E.A. 1990. Química. Reverté. España. 665-666 pp.
- 💧 Glynn, H.J. y Gary, W.H. 1999. Ingeniería Ambiental. Prentice Hall. México. 404-405 pp.
- 💧 González, R.A. y Ziccardio, C.A. 2011. Pobreza, agua y cambio climático en la Ciudad de México. Informe Final. Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinación de Humanidades. Programa Universitario de Estudios Sobre la Ciudad. 24-36 pp.
- 💧 Guerrero, V.G. 2000. Prólogo. En: Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Plaza y Valdés, S.A. de C.V. México. 11-12 pp.
- 💧 Harris, D.C. 2007. Análisis químico cuantitativo. 3ª. Reverté. España. 277 pp.
- 💧 Hernández, G.G. y Huizar, A.R. 2003. Groundwater abstraction in the Zumpango-Pachuca, region central Mexico and its environmental effects. *RMZ Materials and Geoenvironment*. 50(1):141-144.
- 💧 Hernández, J.A; Ascanio, G.M.O; Morales, D.M; Bojórquez, S.J.I; García, C.N.E. y García, P.J.D. 2006. El suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. Universidad Autónoma de Nayarit. México. 129-136 pp.
- 💧 Howard, G. y Bartram, J. 2003. Domestic Water Quantity, Service Level and Health. World Health Organization. Geneva, Switzerland. 1-2, 9-12,15 pp.
- 💧 Jiménez, C. B. 2008. Calidad del agua en México: principales retos. En: El agua potable en México: Historia reciente, actores, historia, procesos y propuestas, Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México, A.C. México. 159-161pp.

- 💧 Kumar, P.P; Raghuveer, Y.P. y Kodaparthi, A. 2013. Bacteriological and Physico-Chemical Quality of Main Drinking Water Sources. *Polish Journal of Environmental Studies*. 22(3):825-830.
- 💧 Lamrani, A.H; Oufdou, K. y Mezrioui, N. 2008. Environmental pollutions impacts on the bacteriological and physicochemical quality of suburban and rural groundwater supplies in Marrakesh area (Morocco). *Environmental monitoring and assessment*.145: 195-207.
- 💧 Manahan, S.E. 2007. Introducción a la química ambiental. Reverté. España. 46-47 pp.
- 💧 Marín, L.E; Steinich, B; Pacheco, J. y Escolero, O.A. 2000.Hidrogeology of a contaminated sole-source karst aquifer, Mérida, Yucatán, Mexico. *Geofísica Internacional*. 39(004): 359-365.
- 💧 Mazarí, H.M; López, V.Y; Ponce, De L.S; Calva, M.J.J; Rojo, C.F; Islas, M.P; Castillo, R.G; Sandoval, C.J; Amieva, F.R.I; Barrios, L.B; Vega, M.X. y Velázquez, M.E. 2002. Calidad del agua para usos y consumo humano en la Ciudad de México. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México. 27 al 31 de Octubre del 2012.
- 💧 Medina, E. M; Zaidi, M; Real de León, Q. E. y Orozco, R.S. 2002. Prevalencia y factores de riesgo en Yucatán, México, para litiasis urinaria. *Salud Pública de México*. 44(6): 541-545.
- 💧 Metcalf & Eddy. 1985. Ingeniería Sanitaria, Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. 2ª. Editorial Labor, S.A. Barcelona, España. 319-332 pp.
- 💧 Organización Mundial de la Salud. 2006. Guías para la calidad del agua potable. Primer apéndice a la tercera edición, Recomendaciones. Biblioteca de la OMS. Suiza. 11-15 pp.
- 💧 Organización Panamericana de la Salud. 1985. Guías para la calidad del agua potable. Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C. EUA. 84-90 p.
- 💧 Organización Panamericana de la Salud. 1988. Guías para la calidad del agua potable. Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. Organización Panamericana de la Salud. Vol. 3. Washington, D.C. EUA. 2, 4, 36-38 pp.
- 💧 Orozco, M.C; Ramírez, A.F. y Cruz, L.J. 2008. Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos en la Costa de Chiapas (México). *Higiene y Sanidad Ambiental*. (8): 348-354.

- 💧 Pacheco, A.J; Cabrera, S. A. y Pérez, C.R. 2004. Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el estado de Yucatán, México. *Ingeniería*. 8(2):165-179.
- 💧 Padilla, C. T.A., García A. N., Pérez D. W. 2010. Caracterización físico-química y bacteriológica, en dos épocas del año, de la subcuenca del río Quiscab, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 19(3): 43-46.
- 💧 Pérez, L.M.E; Vicencio de la Rosa, M.G; Alarcón, H.T. y Vaca, M. 2002. Influencia del basurero municipal en la calidad del agua del acuífero de la ciudad de Durango, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 18(3): 111-116.
- 💧 Pérez, M.F; Prieto, G.F; Rojas, H.A; Galán, V.C.A; Marmolejo, S.Y; Romo, G.C; Castañeda, O.A; Rodríguez, A.J.A. y Barrado, E.E. 2003. Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México. *Hidrobiológica*. 13(2):95-102.
- 💧 Radha, K. R; Dharmaraj, K. y Ranjitha, K.B.D. 2007. A comparative study on the physicochemical and bacterial analysis of drinking, borewell and sewage water in the three different places of Sivasaki. *Journal of Environmental Biology*. 28(1): 105-108.
- 💧 Ramírez, E; Robles, E; Sáinz, M.G; Ayala, R. y Campoy, E. 2009. Calidad microbiológica del acuífero de Zacatepec, Morelos, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 25(4):247-255.
- 💧 Rigola, L.M. 1990. Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales. Alfaomega Marcombo. España. 31-32 pp.
- 💧 Robles, V. E.; González, A. M.E. y Castillo, N. P. 2004. Contaminantes físicos y químicos del agua: sus efectos en el hombre y en el medio ambiente. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 3, 21-24, 28-29, 35-36, 42, 52, 60-68, 73-74, 91-95, 103-105pp.
- 💧 Robles, E; González, ME; Sáinz, MG; Martínez, ME. y Ayala, R. 2007. Análisis de aguas. Métodos fisicoquímicos y bacteriológicos. UNAM FESI. México. 12-13, 41-42, 61-62, 65-66, 132, 136-137, 150-152, 159-161pp.
- 💧 Robles, E.S; Ramírez, E; Durán, A; 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.

- 💧 Rocha, C.E. 2010. Ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. 10-1 – 10-4 pp.
- 💧 Rodríguez, M.J.M. y Marín, G.R. 1999. Fisicoquímica de aguas. Díaz de Santos, S.A. Madrid, España. 145-159 pp.
- 💧 Sánchez, P.H.J; Vargas, M.M.G. y Méndez, S.J.D. 2000. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. *Salud Pública de México*. 42(5): 397-406.
- 💧 Shiamala, R; Shanti, M. y Lalitha, P. 2008. Physicochemical analysis of borewell water samples of telungupalayam area in Combaitore district, Tamilnadu, India. *E-Journal of Chemistry*. 5(4): 924-929.
- 💧 Tabor, M; Kibret, M. y Abera, B. 2011 Bacteriological and physicochemical quality of drinking water and Hygiene-sanitation practices of the consumers in Bahir Dar City, Ethiopia. *Ethiopia Journal of Health Science*. 21(1):19-26.
- 💧 Toledo, A. 2002. El agua en México y el mundo. *Gaceta Ecológica*. (64): 9-18.
- 💧 Tortora, G.J; Funke, R.B. y Case, L.C. 2007. Introducción a la microbiología. 9ª. Editorial Médica Panamericana S.A. Buenos Aires, Argentina. 200-201.

**En línea:**

- 💧 SS (Secretaría de Salud), 2000. Modificación a la NOM-127-SSA1-1994. S/A. Consultado en: [http://salud.edomex.gob.mx/html../doctos/docestoma/normas/127\\_ssa.pdf](http://salud.edomex.gob.mx/html../doctos/docestoma/normas/127_ssa.pdf). (Vi: 11/Diciembre/2014).
- 💧 En Línea<sup>2</sup>. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Información por entidad. Estado de México. Consultado en: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/default.aspx?tema=mee&e=15>. (Vi: 12/Diciembre/2014).
- 💧 En línea<sup>3</sup>. Gobierno del Estado de México. Consejo Estatal de Población. Indicadores Sociodemográficos. 2011. Consultado en: [http://coespo.edomex.gob.mx/indicadores\\_sociodemograficos](http://coespo.edomex.gob.mx/indicadores_sociodemograficos). (Vi: 12/Diciembre/2014).

- En Línea<sup>4</sup>. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Información por entidad. Estado de México. Territorio. <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/territorio/default.aspx?tema=me&e=15>. (Vi: 12/Diciembre/2014).
- En Línea<sup>5</sup>. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ecatepec de Morelos, México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15033.pdf>. (Vi: 31/ Enero/2015).
- En Línea<sup>6</sup>. Rocas Ígneas. <http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/Ccias tierra tarbuck-Ch4-Rslg.pdf>. (Vi: 01/Febrero/2015).
- En Línea<sup>7</sup>. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Melchor Ocampo, México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15053.pdf>. (Vi: 08/Febrero/20015).
- En Línea<sup>8</sup>. H. Ayuntamiento Constitucional de Melchor Ocampo, Estado de México. 2013. Plan de Desarrollo Municipal. Consultado en: <http://melchor-ocampo.gob.mx/contenidos/melchor-ocampo/pdfs/PDM1.pdf> (Vi: 02/Abril/2015).
- En Línea<sup>9</sup>. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tlalnepantla de Baz, México. Consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15104.pdf> (Vi: 02/Abril/2015).
- En Línea<sup>10</sup>. 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Naucalpan de Juárez, México. Consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/15/15057.pdf> (Vi: 02/Abril/2015).

## 12. ANEXO 1

### Resultados de cada casa

Acotaciones	
	Parámetro no contemplado en la norma
	Parámetro fuera de la norma 127
	Parámetro fuera de la norma 201
	Parámetro encontrado en el límite de la norma

Tabla 1. Municipio: Huixquilucan						
Casa 1						
Colonia: Magdalena Chichicarpa						
Parámetro	Entrada	Cisterna	Tinaco	Cocina	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	2	54	1	1	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	1	0	1	0	Ausentes	
pH	7,2	7,4	7,3	7,3	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,08	0,06	0,06	0,02	0.2-1.50	0,1
Nitratos	1,9	1,9	2,1	1,8	10	10
Nitritos	0,02	0,018	0,018	0,017	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	66,15	72,14	67,73	69,3		
Cloruros	0	0	0	0	250	
Dureza total	44,84	44,84	43,25	42,44	500	
Dureza de Ca	19,22	19,54	19,22	16,02		
Dureza de Mg	25,62	25,3	24,03	26,42		
Sulfatos	3,1	3,5	3	4,37	400	
Conductividad	145	136	136	138		
Sólidos Disueltos	105	113	108	103	1000	
Color	0	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,31	0,3	0,31	0,315	5	5
Fierro Total	0,03	0	0	0	0,3	
Manganeso	0	0	0	0	0,15	

Tabla 2. Municipio: Huixquilucan						
Casa 2						
Colonia: Avenida Morelos						
Parámetro	Cisterna	Tinaco	Cocina	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	0	16	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	0	1	Ausentes	
pH	6,3	6,45	6,06	7,09	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,12	0,13	0,13	0,15	0.2-1.50	0,1
Nitratos	1,9	1,4	1,8	1,9	10	10
Nitritos	0	0	0	0	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenoltaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	69,7	69,5	67,8	5,7		
Cloruros	7,31	7,09	6,77	6	250	
Dureza total	69,2	65,35	71,1	17,3	500	
Dureza de Ca	38,4	30,7	38,4	11,5		
Dureza de Mg	30,8	34,65	32,7	5,8		
Sulfatos	16,6	14,6	21,5	4,51	400	
Conductividad	181	183	181	59,4		
Sólidos Disueltos	175	180	175	45	1000	
Color	0	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,55	0,55	0,67	0,36	5	5
Fierro Total	0	0	0	0	0,3	
Manganeso	0	0	0	0	0,15	

Tabla 3 Municipio: Huixquilucan						
Casa 3						
Colonia: Laurel						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Llave	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	0	291	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	0	287	Ausentes	
pH	7,15	7,15	7,12	7,27	6.5-8.5	
Cloro libre res	1,9	0,4	2,6	0,1	0.2-1.50	0,1
Nitratos	1,6	2	1,8	1,1	10	10
Nitritos	0,027	0	0	0	1	0,05

NH <sub>3</sub>	0	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	74,89	73,8	74,46	68,98		
Cloruros	10,9	8,9	10,3	10	250	
Dureza total	71,1	71,1	73	69,2	500	
Dureza de Ca	38,4	34	34,6	32,6		
Dureza de Mg	32,7	37,1	38,4	36,6		
Sulfatos	26,7	24,9	19,2	25	400	
Conductividad	204	207	207	192		
Sólidos Disueltos	190	180	175	158	1000	
Color	0	0	10	0	20	15
Turbiedad	0,32	0,52	0,55	0,4	5	5
Fierro Total	0,03	0,03	0,03	0	0,3	
Manganeso	0	0	0	0	0,15	

Tabla 4. Municipio: Tepetzotlán						
Casa 1						
Colonia: Santiago Cuautlalpa						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Llave	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	16	70	1	2	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	16	70	1	2	Ausentes	
pH	7,2	6,8	7,5	8,1	6.5-8.5	
Cloro libre res	0	0	0	0	0.2-1.50	0,1
Nitratos	0,6	1	1,8	0,6	10	10
Nitritos	0,005	0	0,005	0,007	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	139	145	135	78		
Cloruros	3,13	2,23	3,13	3,57	250	
Dureza total	78,8	86,5	84,6	88,4	500	
Dureza de Ca	30,8	32,7	30,8	30,8		
Dureza de Mg	48	53,8	53,8	57,6		
Sulfatos	3,8	3,58	3,58	3,51	400	
Conductividad	225	226	222	246		
Sólidos Disueltos	225	225	200	218	1000	
Color	0	0	0	0	20	15

<b>Turbiedad</b>	0,39	0,365	0,58	0,375	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,4	0,2	0,7	0,2	0,15	

Tabla 5. Municipio: Tepetzotlán					
Casa 2					
Colonia: Capula					
Parámetro	Entrada	Cisterna	Cocina	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	200	200	200	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	200	200	200	Ausentes	
<b>pH</b>	6,9	7	7	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,05	0,07	0,04	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	1,7	0,3	1,4	10	10
<b>Nitritos</b>	0,047	0,033	0,044	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	183	183	182		
<b>Cloruros</b>	5,81	6,7	6,25	250	
<b>Dureza total</b>	125	131	129	500	
<b>Dureza de Ca</b>	58,3	60,4	62,5		
<b>Dureza de Mg</b>	66,7	70,6	66,5		
<b>Sulfatos</b>	3,8	3,87	3,72	400	
<b>Conductividad</b>	308	318	317		
<b>Sólidos Disueltos</b>	238	235	245	1000	
<b>Color</b>	40	30	20	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,285	0,24	0,155	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,2	0,3	0,3	0,15	

Tabla 6. Municipio: Tepetzotlán					
Casa 3					
Colonia: Santiago Centro					
Parámetro	Entrada	Cocina	Pileta	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	0	130	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	14	Ausentes	
<b>pH</b>	7,4	7,2	7,1	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0	0,02	0,04	0.2-1.50	0,1

Nitratos	0,01	0	0	10	10
Nitritos	0,005	0	0,008	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0		
Alcalinidad Total	182	131	154		
Cloruros	2,23	2,46	2,23	250	
Dureza total	135	122	94,1	500	
Dureza de Ca	51	47,1	35,3		
Dureza de Mg	84	74,9	58,8		
Sulfatos	3,37	3,23	3,08	400	
Conductividad	285	268	277		
Sólidos Disueltos	253	248	243	1000	
Color	20	20	20	20	15
Turbiedad	0,3	0,35	0,31	5	5
Fierro Total	0	0	0	0,3	
Manganeso	0	0	0	0,15	

Tabla 7. Municipio: Tultitlán						
Casa 1						
Colonia: Bello Horizonte						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Cocina	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	100	0	1	1	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	7	0	0	0	Ausentes	
pH	6,55	7,34	7,2	6,08	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,1	0,3	0,8	0,5	0.2-1.50	0,1
Nitratos	2,3	2,3	1,6	1,5	10	10
Nitritos	0,07	0,07	0,038	0,01	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	257	258	258	11,86		
Cloruros	37,49	38,38	39,28	0,89	250	
Dureza total	159	156	161	20,83	500	
Dureza de Ca	63,54	66,66	67,7	0		
Dureza de Mg	95,46	89,34	93,3	20,83		
Sulfatos	12,72	9,01	19,13	3,15	400	
Conductividad	573	570	580	34		
Sólidos Disueltos	435	440	435	23	1000	

<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	1,005	2,695	1,13	0,48	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0,06	0,03	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,6	0,5	0,6	0,8	0,15	

Tabla 8. Municipio: Tultitlán						
Casa 2						
Colonia: La Libertad						
Parámetro	Entrada	Lavadero	Cisterna	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	0	0	0	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	0	0	Ausentes	
<b>pH</b>	6,95	6,98	7,4	7,13	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,11	0,13	0,11	0,04	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	2,2	1,2	2,2	1,3	10	10
<b>Nitritos</b>	0,014	0,007	0,01	0	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	257	256	256	12,4		
<b>Cloruros</b>	38,99	38,99	38,54	0,68	250	
<b>Dureza total</b>	125	121,00	123	0	500	
<b>Dureza de Ca</b>	60,3	66,3	68,3	0		
<b>Dureza de Mg</b>	64,7	54,7	54,7	0		
<b>Sulfatos</b>	8,59	9,3	8,45	3,08	400	
<b>Conductividad</b>	527	532	541	14		
<b>Sólidos Disueltos</b>	443	438	443	12	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,79	0,38	0,47	0,51	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,04	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,3	0,2	0,3	0,2	0,15	

Tabla 9. Municipio: Tultitlán						
Casa 3						
Colonia: Buena Vista Parte Baja						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Lavadero	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	0	0	32	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	0	3	Ausentes	

<b>pH</b>	7,93	8,2	8,2	8,2	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,9	0,29	0,86	0,03	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	2,98	2,48	2,48	2,09	10	10
<b>Nitritos</b>	0,012	0,012	0,015	0,008	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenoltaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	299	299	301	71,6		
<b>Cloruros</b>	62,12	64,84	61,21	16,78	250	
<b>Dureza total</b>	173	183	179	66,3	500	
<b>Dureza de Ca</b>	113	117	118	57,3		
<b>Dureza de Mg</b>	60	66	61	9		
<b>Sulfatos</b>	30,46	30,82	29,6	17,06	400	
<b>Conductividad</b>	745	732	733	196		
<b>Sólidos Disueltos</b>	533	495	512	63	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,33	0,4	0,31	1,73	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,03	0,03	0,05	0,04	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,4	0,2	0,4	0,2	0,15	

Tabla 10. Municipio: Ecatepec						
Casa 1						
Colonia: Hank González						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Cocina	Pozo	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	1	0	28	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	1	0	1	Ausentes	
<b>pH</b>	6,96	7,26	7,34	6,86	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,5	0,1	0,1	0	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	1,3	1,1	0,9	11	10	10
<b>Nitritos</b>	0,008	0,008	0,013	0,006	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0,01	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenoltaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	67,68	73,11	98,21	338		
<b>Cloruros</b>	17,47	21,3	41,22	97,94	250	
<b>Dureza total</b>	82,71	88,02	119	422	500	
<b>Dureza de Ca</b>	40,1	41,67	55,62	213		
<b>Dureza de Mg</b>	42,61	46,35	63,38	209		
<b>Sulfatos</b>	19,98	18,91	26,25	50,42	400	

<b>Conductividad</b>	226	245	358	1057		
<b>Sólidos Disueltos</b>	163	173	253	785	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,3	0,41	0,75	0,93	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0,04	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,8	1,1	0,5	0,5	0,15	

Tabla 11. Municipio: Ecatepec						
Casa 2						
Colonia: San Pedro Xalostoc						
Parámetro	Entrada	Cisterna	Lavadero	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	3	6	10	0	Ausentes	menor 1.1
<b>Coliformes fecales</b>	0	5	0	0	Ausentes	NMP/100 ml
<b>pH</b>	7,19	7,6	7,89	7,42	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,1	0,2	0,1	0,1	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	1,2	0,9	1,2	2,5	10	10
<b>Nitritos</b>	0,029	0,01	0,018	0,14	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	522	516	520	169		
<b>Cloruros</b>	126	129	132	133	250	
<b>Dureza total</b>	293	310	321	121	500	
<b>Dureza de Ca</b>	129	134	125	57,29		
<b>Dureza de Mg</b>	164	176	196	63,71		
<b>Sulfatos</b>	150	141	120	4,29	400	
<b>Conductividad</b>	1443	1459	1455	293		
<b>Sólidos Disueltos</b>	1063	1050	1083	248	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,465	0,26	0,325	0,56	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,07	0,06	0	0,04	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,5	0,6	1,1	1,1	0,15	

Tabla 12. Municipio: Ecatepec						
Casa 3						
Colonia: Santa Clara						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Lavadero	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	1	200	0	34	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	87	0	22	Ausentes	
pH	6,95	7,38	7,1	7,43	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,03	0,06	0,04	0,15	0.2-1.50	0,1
Nitratos	3,5	3,2	2,5	3,6	10	10
Nitritos	0,014	0,019	0,083	0,019	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,13	0,03	0,06	0,02	0,5	
Alcalinidad Fenoltaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	425	426	390	150		
Cloruros	256	253	261	6,35	250	
Dureza total	322	349	317	88,9	500	
Dureza de Ca	211	206	185	52,26		
Dureza de Mg	111	143	132	36,64		
Sulfatos	49,71	42,37	39,09	4,51	400	
Conductividad	1572	1559	1524	277		
Sólidos Disueltos	1053	1075	1015	232	1000	
Color	0	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,36	0,545	0,78	0,35	5	5
Fierro Total	0	0	0	0	0,3	
Manganeso	0,7	0,3	0	0	0,15	

Tabla 13. Municipio: Cuautitlán Izcalli					
Casa 1					
Colonia: La Aurora					
Parámetro	Entrada	Llave Patio	Tambo	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	75	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	7	Ausentes	
pH	6,86	6,48	6,82	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,3	0,1	0,1	0.2-1.50	0,1
Nitratos	1,8	1,1	0,25	10	10
Nitritos	0,005	0,008	0,012	1	0,05

NH <sub>3</sub>	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0		
Alcalinidad Total	53,4	56,7	57,7		
Cloruros	9,5	9,8	10,3	250	
Dureza total	66,6	69,7	70,8	500	
Dureza de Ca	36,4	31,2	36,5		
Dureza de Mg	30,2	38,5	34,3		
Sulfatos	16,13	17,34	16,34	400	
Conductividad	149	150	160		
Sólidos Disueltos	110	130	138	1000	
Color	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,68	0,58	0,55	5	5
Fierro Total	0	0	0	0,3	
Manganeso	0	0	0	0,15	

Tabla 14. Municipio: Cuautitlán Izcalli					
Casa 2					
Colonia: Tepalcapa					
Parámetro	Cisterna	Llave	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	0	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	0	Ausentes	
pH	7,5	7,4	6,6	6.5-8.5	
Cloro libre res	1,3	0,1	0,02	0.2-1.50	0,1
Nitratos	1,6	1,6	1,4	10	10
Nitritos	0,007	0	0	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0		
Alcalinidad Total	112	111	58		
Cloruros	8,4	8,03	8,9	250	
Dureza total	92,4	88,4	68,3	500	
Dureza de Ca	46,2	46,2	32,6		
Dureza de Mg	46,2	42,2	35,7		
Sulfatos	12,07	12,49	26,97	400	
Conductividad	229	234	210		
Sólidos Disueltos	190	183	170	1000	
Color	0	0	10	20	15

<b>Turbiedad</b>	0,735	0,36	0,35	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0	0	0	0,15	

Tabla 15. Municipio: Cuautitlán Izcalli					
Casa 3					
Colonia: Santa María					
Parámetro	Tinaco	Baño	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	0	19	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	0	Ausentes	
<b>pH</b>	8,14	8,2	8,3	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,96	1,02	0	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	3,5	3,3	4	10	10
<b>Nitritos</b>	0,01	0,005	0,02	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	5,92		
<b>Alcalinidad Total</b>	210	208	267		
<b>Cloruros</b>	3,4	3,6	5,4	250	
<b>Dureza total</b>	67	53,6	93,8	500	
<b>Dureza de Ca</b>	55,2	50,2	83,7		
<b>Dureza de Mg</b>	11,8	3,4	10,1		
<b>Sulfatos</b>	5,15	5,29	8,14	400	
<b>Conductividad</b>	358	355	450		
<b>Sólidos Disueltos</b>	283	295	404	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,755	0,79	0,215	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,03	0,03	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0	0	0	0,15	

Tabla 16. Municipio: Naucalpan						
Casa 1						
Colonia: El molinito						
Parámetro	Entrada	Fregadero	Regadera	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	0	0	0	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes</b>	0	0	0	0	Ausentes	

<b>fecales</b>						
<b>pH</b>	6,98	7,13	7,1	5,14	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,15	1,6	2	0,1	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	2,4	2,9	2,7	0,6	10	10
<b>Nitritos</b>	0,009	0,009	0,008	0,007	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	92,6	95,4	92,1	18,9		
<b>Cloruros</b>	10,43	9,07	10,88	14,28	250	
<b>Dureza total</b>	37,2	41,2	39,2	35,2	500	
<b>Dureza de Ca</b>	30,7	34,7	38,2	27,6		
<b>Dureza de Mg</b>	6,5	6,5	1	7,6		
<b>Sulfatos</b>	15,06	16,63	17,27	11,07	400	
<b>Conductividad</b>	213	231	232	48,5		
<b>Sólidos Disueltos</b>	185	185	183	17,5	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,315	0,72	0,71	0,63	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,03	0,05	0,04	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0	0,2	0,5	0,7	0,15	

Tabla 17. Municipio: Naucalpan						
Casa 2						
Colonia: San Francisco Cuautlalpan						
Parámetro	Entrada	Tambo	Cocina	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	6	163	1	3	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	1	3	0	0	Ausentes	
<b>pH</b>	7,3	7,55	7,05	7,55	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0	0,07	0	0,03	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	0	0,011	0,014	0	10	10
<b>Nitritos</b>	1	1,5	1,6	3,1	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,14	0,19	0,16	0,24	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	147	139	114	166		
<b>Cloruros</b>	3,13	2,9	3,57	12,06	250	
<b>Dureza total</b>	77,9	84,4	29,1	89,4	500	
<b>Dureza de Ca</b>	25,1	22,6	20,1	55,8		
<b>Dureza de Mg</b>	52,8	61,8	9	33,6		

<b>Sulfatos</b>	4,29	5,08	3,01	7,93	400	
<b>Conductividad</b>	242	344	193	344		
<b>Sólidos Disueltos</b>	165	145	128	253	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,525	2,855	0,81	0,355	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,05	0,05	0	0,04	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,2	0,3	0,2	0	0,15	

Tabla 18. Municipio: Naucalpan						
Casa 3						
Colonia: Ricardo Flores Magón						
Parámetro	Entrada	Baño	Fregadero	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	0	0	0	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	0	0	Ausentes	
<b>pH</b>	7,04	7,21	7,11	7,48	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	1,3	0,9	1,1	0,1	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	1,6	1,2	1,7	0,6	10	10
<b>Nitritos</b>	0	0	0	0,037	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,04	0,07	0,04	0,19	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	79,53	79,04	79,53	84,97		
<b>Cloruros</b>	8,85	8,62	8,62	9,76	250	
<b>Dureza total</b>	42,2	50,3	41,2	47,2	500	
<b>Dureza de Ca</b>	32,7	33,7	31,7	35,2		
<b>Dureza de Mg</b>	9,5	16,6	9,5	12		
<b>Sulfatos</b>	10,93	11,14	12,99	10,43	400	
<b>Conductividad</b>	187	191	189	207		
<b>Sólidos Disueltos</b>	153	145	148	163	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	2,03	9,21	0,47	0,81	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,2	0,28	0,04	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,5	0,7	0,8	0	0,15	

Tabla 19. Municipio: Tultepec						
Casa 1						
Colonia: Santiago Teyahualco						
Parámetro	Entrada	Pileta	Baño	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	37	147	11	7	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	37	147	11	0	Ausentes	
pH	7,78	7,96	7,96	7,44	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,14	0	0,39	0,02	0.2-1.50	0,1
Nitratos	4,39	1,79	6,67	4,9	10	10
Nitritos	0,011	0,014	0,026	0,296	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0,02	0	0,04	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	404	404	404	269		
Cloruros	112	114	114	9,51	250	
Dureza total	207	209	207	222	500	
Dureza de Ca	107	103	109	116		
Dureza de Mg	100	106	98	106		
Sulfatos	53,91	51,62	42,5	20,26	400	
Conductividad	1093	1102	1086	570		
Sólidos Disueltos	770	776	765	398	1000	
Color	0	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,42	1,435	0,325	0,655	5	5
Fierro Total	0	0	0,03	0,04	0,3	
Manganeso	0,3	0,4	0	0,2	0,15	

Tabla 20. Municipio: Tultepec						
Casa 2						
Colonia: Unidad CTM						
Parámetro	Entrada	Lavadero	Baño	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	0	23	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	0	0	Ausentes	
pH	7,73	7,83	7,98	8,2	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,08	0,07	0,04	0,05	0.2-1.50	0,1
Nitratos	4,12	8,06	3,02	7,89	10	10
Nitritos	0,084	0,235	0,283	0,01	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,13	0,18	0,15	0,04	0,5	
Alcalinidad	0	0	0	0		

<b>Fenolftaleína</b>						
<b>Alcalinidad Total</b>	375	373	358	178		
<b>Cloruros</b>	87,1	86,6	87,1	30,4	250	
<b>Dureza total</b>	341	343	343	148	500	
<b>Dureza de Ca</b>	210	208	210	71,4		
<b>Dureza de Mg</b>	131	135	133	76,6		
<b>Sulfatos</b>	84,3	5,5	73,46	74,75	400	
<b>Conductividad</b>	955	952	944	404		
<b>Sólidos Disueltos</b>	613	612	623	310	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,52	0,35	0,66	0,41	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,07	0,08	0,03	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,5	0,6	0,5	0,2	0,15	

Tabla 21. Municipio: Tultepec					
Casa 3					
Colonia: Fraccionamiento Hacienda Real de Tultepec					
Parámetro	Entrada	Lavadero	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	3	35	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	10	Ausentes	
<b>pH</b>	7,91	8,14	7,23	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,69	0,04	0	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	1,84	5,39	8,49	10	10
<b>Nitritos</b>	0,057	0,006	0,008	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,2	0,11	0,04	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	317	367	125		
<b>Cloruros</b>	52,58	102	4,57	250	
<b>Dureza total</b>	239	257	82,32	500	
<b>Dureza de Ca</b>	124	122	37,74		
<b>Dureza de Mg</b>	115	135	44,58		
<b>Sulfatos</b>	41,38	38,24	10,89	400	
<b>Conductividad</b>	767	988	254		
<b>Sólidos Disueltos</b>	545	685	248	1000	
<b>Color</b>	30	0	0	20	15

<b>Turbiedad</b>	30,2	0,68	0,27	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,03	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,5	0,6	0,4	0,15	

Tabla 22. Municipio: Coacalco					
Casa 1					
Colonia: Bosques del Valle					
Parámetro	Entrada	Tinaco	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	137	200	200	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	137	200	200	Ausentes	
<b>pH</b>	7,56	7,53	7,62	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,05	0,04	0,04	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	6,58	7,08	7,56	10	10
<b>Nitritos</b>	0,025	0,023	0,044	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0,02	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	298	306	296		
<b>Cloruros</b>	41,32	42,24	40,4	250	
<b>Dureza total</b>	171	182	192	500	
<b>Dureza de Ca</b>	112	110	90,78		
<b>Dureza de Mg</b>	59	72	101		
<b>Sulfatos</b>	23,84	17,71	18,05	400	
<b>Conductividad</b>	650	642	669		
<b>Sólidos Disueltos</b>	487,5	487,5	477,5	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,236	0,067	0,26	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0,03	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,4	0,3	0	0,15	

Tabla 23. Municipio: Coacalco						
Casa 2						
Colonia: San Lorenzo Tetistlac						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Almacén	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	200	1	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	200	1	Ausentes	
pH	6,66	6,78	6,74	7,56	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,1	0,1	0,04	0,03	0.2-1.50	0,1
Nitratos	12,04	12,28	12,77	3,77	10	10
Nitritos	0,263	0,017	0,029	0,027	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,03	0,03	0,04	0,06	0,5	
Alcalinidad Fenoltaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	338	341	337	15,31		
Cloruros	69,32	68,86	68,86	2,75	250	
Dureza total	292	284	284	10,2	500	
Dureza de Ca	122	120	114	4,08		
Dureza de Mg	170	164	170	6,12		
Sulfatos	17,71	16,71	21,13	2,94	400	
Conductividad	821	837	836	31,2		
Sólidos Disueltos	570	598	613	22,5	1000	
Color	0	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,21	0,28	0,737	0,14	5	5
Fierro Total	0,03	0	0	0	0,3	
Manganeso	0,2	0	0,2	0,2	0,15	

Tabla 24. Municipio: Coacalco						
Casa 3						
Colonia: Rinconada San Felipe						
Parámetro	Entrada	Tinaco	Lavadero	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	0	173	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	0	0	Ausentes	
pH	6,43	6,62	6,62	6,97	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,02	0	0,09	0	0.2-1.50	0,1
Nitratos	7,67	3,68	4,29	14,05	10	10
Nitritos	0,026	0,016	0,009	0,046	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,05	0	0,11	0,06	0,5	
Alcalinidad	0	0	0	0		

<b>Fenolftaleína</b>						
<b>Alcalinidad Total</b>	299	305	305	147		
<b>Cloruros</b>	68,4	69,32	69,32	5,97	250	
<b>Dureza total</b>	249	249	245	121	500	
<b>Dureza de Ca</b>	99,96	99,96	99,96	51		
<b>Dureza de Mg</b>	149	149	145	70		
<b>Sulfatos</b>	42,67	44,38	43,24	21,41	400	
<b>Conductividad</b>	721	726	724	287		
<b>Sólidos Disueltos</b>	520	525	500	218	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,22	0,36	0,223	0,21	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,2	0,4	0,2	0	0,15	

Tabla 25. Municipio: Teoloyucan					
Casa 1					
Colonia: -----					
Parámetro	Tinaco	Cocina	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	2	0	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	0	Ausentes	
<b>pH</b>	8,08	8,2	6,2	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,05	0	0	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	14,4	12,49	0,691	10	10
<b>Nitritos</b>	0,005	0	0,009	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	292	288	18,8		
<b>Cloruros</b>	35,71	36,16	12,95	250	
<b>Dureza total</b>	211	211	10,1	500	
<b>Dureza de Ca</b>	111	113	6		
<b>Dureza de Mg</b>	100	98	4,1		
<b>Sulfatos</b>	9,43	9,64	7,73	400	
<b>Conductividad</b>	618	620	62,6		
<b>Sólidos Disueltos</b>	428	446	46	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,345	0,23	0,48	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0,03	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0	0	0	0,15	

Tabla 26. Municipio: Teoloyucan				
Casa 2				
Colonia: Santo Tomás				
Parámetro	Entrada	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	200	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	180	Ausentes	
pH	8,2	7,95	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,08	0	0.2-1.50	0,1
Nitratos	1,48	11,88	10	10
Nitritos	0,021	0,017	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,01	0,1	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0		
Alcalinidad Total	468	192		
Cloruros	154	12,85	250	
Dureza total	267	112	500	
Dureza de Ca	130	60,2		
Dureza de Mg	137	51,8		
Sulfatos	20,26	8,57	400	
Conductividad	1248	392		
Sólidos Disueltos	863	300	1000	
Color	0	0	20	15
Turbiedad	0,405	0,35	5	5
Fierro Total	0	0	0,3	
Manganeso	0	0	0,15	

Tabla 27. Municipio: Teoloyucan					
Casa 3					
Colonia: -----					
Parámetro	Cocina	Pileta	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	200	1	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	200	1	Ausentes	
pH	8,2	8,2	8,15	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,08	0,09	0,1	0.2-1.50	0,1
Nitratos	10,98	6,81	10,77	10	10
Nitritos	0,022	0,095	0,032	1	0,05

NH <sub>3</sub>	0	0,11	0,04	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0		
Alcalinidad Total	346	393	153		
Cloruros	49,12	74,37	4,36	250	
Dureza total	188	180	107	500	
Dureza de Ca	104	102	58,1		
Dureza de Mg	84	78	48,9		
Sulfatos	10	19,98	4,29	400	
Conductividad	761	916	285		
Sólidos Disueltos	548	650	240	1000	
Color	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,325	0,430	1,035	5	5
Fierro Total	0,1	0	0	0,3	
Manganeso	0	0	0	0,15	

Tabla 28. Municipio: Tlalnepantla					
Casa 1					
Colonia: -----					
Parámetro	Entrada	Cocina	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	9	9	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	8	2	0	Ausentes	
pH	6,48	6,56	7,12	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,12	0,04	0,03	0.2-1.50	0,1
Nitratos	13,42	10,61	5,78	10	10
Nitritos	0,479	0,291	0,72	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,04	0,13	0,02	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0		
Alcalinidad Total	450	391	116		
Cloruros	331	270	0,92	250	
Dureza total	461	367	63,2	500	
Dureza de Ca	108	87,7	25,5		
Dureza de Mg	353	279	37,7		
Sulfatos	32,17	38,09	3,23	400	
Conductividad	1314	1155	211		
Sólidos Disueltos	928	753	190	1000	
Color	0	0	0	20	15

<b>Turbiedad</b>	0,62	0,63	0,63	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0,3	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,3	0	0	0,15	

Tabla 29. Municipio: Tlalnepantla					
Casa 2					
Colonia: -----					
Parámetro	Cocina	Lavabo	Baño	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	200	200	24	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	200	200	24	Ausentes	
<b>pH</b>	5,5	5,8	5,53	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,05	0,05	0	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	1,78	3,97	2,78	10	10
<b>Nitritos</b>	0,018	0,03	0,022	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,08	0,06	0,08	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	53,4	55,3	53,4		
<b>Cloruros</b>	9,64	9,64	9,64	250	
<b>Dureza total</b>	63,2	67,3	63,2	500	
<b>Dureza de Ca</b>	32,6	32,6	34,7		
<b>Dureza de Mg</b>	30,6	34,7	28,5		
<b>Sulfatos</b>	21,55	12,69	21,48	400	
<b>Conductividad</b>	170	169	169		
<b>Sólidos Disueltos</b>	148	140	128	1000	
<b>Color</b>	10	10	10	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,63	0,63	0,63	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0	0	0	0,15	

Tabla 30. Municipio: Tlalnepantla						
Casa 3						
Colonia: Los Reyes Iztacala						
Parámetro	Entrada	Tinaco	e-pura	Fonafont	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	34	4	0	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	4	0	Ausentes	
<b>pH</b>	7,55	7,02	7,59	7,26	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,04	0,06	0	0,03	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	5,47	6	2,89	5,68	10	10

<b>Nitritos</b>	0,127	0	0,009	0,019	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,04	0,04	0	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	160	147	10,4	62,7		
<b>Cloruros</b>	66,1	63,35	3,67	7,8	250	
<b>Dureza total</b>	135	91,8	6,1	54,1	500	
<b>Dureza de Ca</b>	69,4	51	5,1	21,4		
<b>Dureza de Mg</b>	65,6	40,8	1	32,7		
<b>Sulfatos</b>	8,71	8,79	3,37	3,87	400	
<b>Conductividad</b>	393	158	4,27	35		
<b>Sólidos Disueltos</b>	280	130	3,8	32	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,63	1,42	0,21	0,18	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0,03	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,6	0,2	0,3	0,4	0,15	

Tabla 31. Municipio: Nicolás Romero						
Casa 1						
Colonia: La Joya						
Parámetro	Entrada	Cisterna	Cocina	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	200	4	80	Ausentes	menor 1.1
<b>Coliformes fecales</b>	0	200	4	80	Ausentes	NMP/100 ml
<b>pH</b>	6,93	6,92	7,14	7,25	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,02	0	0	0,02	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	6,5	5,3	4,7	4,6	10	10
<b>Nitritos</b>	0,016	0,015	0,026	0,029	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,02	0,06	0,03	0,09	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	59,6	59,6	58,7	58,2		
<b>Cloruros</b>	2,89	4,33	2,89	4,09	250	
<b>Dureza total</b>	53,8	52	55,6	21,5	500	
<b>Dureza de Ca</b>	19,7	19,7	23,3	6,3		
<b>Dureza de Mg</b>	34,1	32,3	32,3	15,2		
<b>Sulfatos</b>	6,17	6,59	7,88	4,01	400	
<b>Conductividad</b>	120	102	133	144		
<b>Sólidos</b>	101	90	117	112	1000	

<b>Disueltos</b>						
<b>Color</b>	0	10	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,447	0,393	0,52	0,28	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0,03	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,5	0	0	0,4	0,15	

Tabla 32. Municipio: Nicolás Romero						
Casa 2						
Colonia: San Isidro						
Parámetro	Entrada	Cisterna	Tinaco	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	200	180	5	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	110	80	5	Ausentes	
<b>pH</b>	6,76	7,73	7,43	6,61	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,06	0,07	0,09	0,42	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	5,8	7,4	6,7	8,9	10	10
<b>Nitritos</b>	0,015	0,015	0,01	0,026	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,63	0	0,04	0	0,5	
<b>Alcalinidad Fenoltaleína</b>	0	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	87,5	103	93	79,4		
<b>Cloruros</b>	2,89	3,37	2,89	2,65	250	
<b>Dureza total</b>	37,7	59,2	44,8	39,5	500	
<b>Dureza de Ca</b>	16,1	28,7	14,3	13,5		
<b>Dureza de Mg</b>	21,6	30,5	30,5	26		
<b>Sulfatos</b>	8,02	6,88	7,59	4,58	400	
<b>Conductividad</b>	146	169	154	144		
<b>Sólidos Disueltos</b>	125	139	118	114	1000	
<b>Color</b>	10	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,2	0,59	0,28	0,43	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,8	1,4	0,4	1,3	0,15	

Tabla 33. Municipio: Nicolás Romero						
Casa 3						
Colonia: Vista Hermosa						
Parámetro	Entrada	Cisterna	Tinaco	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	0	0	23	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	0	20	Ausentes	
pH	6,81	7,87	7,13	5,3	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,03	0	0,02	0	0.2-1.50	0,1
Nitratos	7,2	5,9	5,6	7,8	10	10
Nitritos	0,028	0,022	0,022	0,022	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0	0,09	0	0	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	64,1	71,3	71,3	19,9		
Cloruros	2,89	0,96	1,44	1,44	250	
Dureza total	34,1	39,5	43	3,6	500	
Dureza de Ca	10,8	16,1	16,1	0		
Dureza de Mg	23,3	23,4	26,9	3,6		
Sulfatos	5,58	6,72	7,86	4,65	400	
Conductividad	111	124	122	25		
Sólidos Disueltos	75	85	95	18	1000	
Color	0	0	10	0	20	15
Turbiedad	0,187	0,34	0,37	0,267	5	5
Fierro Total	0	0,03	0	0	0,3	
Manganeso	0,09	1,2	1,9	0,8	0,15	

Tabla 34. Municipio: Cuautitlán de Romero Rubio					
Casa 1					
Colonia: Hacienda Cuautitlán					
Parámetro	Cuarto Lavado	Cocina	Baño	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	2	0	0	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
Coliformes fecales	0	0	0	Ausentes	
pH	7,13	7,04	7,11	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,04	0,41	0,14	0.2-1.50	0,1
Nitratos	9,7	5,1	6	10	10
Nitritos	0,045	0,017	0,015	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,015	0,03	0,1	0,5	
Alcalinidad	0	0	0		

<b>Fenolftaleína</b>					
<b>Alcalinidad Total</b>	248	243	242		
<b>Cloruros</b>	18,78	18,29	19,26	250	
<b>Dureza total</b>	130	132	130	500	
<b>Dureza de Ca</b>	58,3	56,6	53,3		
<b>Dureza de Mg</b>	71,7	75,4	76,7		
<b>Sulfatos</b>	17,57	14,44	16,15	400	
<b>Conductividad</b>	490	495	490		
<b>Sólidos Disueltos</b>	380	368	375	1000	
<b>Color</b>	10	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	2,86	0,23	0,23	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,06	0,13	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0	0	0	0,15	

Tabla 35. Municipio: Cuautitlán de Romero Rubio					
Casa 2					
Colonia: Prolongación Amado Nervo					
Parámetro	Entrada	Tambo	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	200	200	200	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	200	8	200	Ausentes	
<b>pH</b>	6,8	6,82	7,04	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,21	0,16	0,03	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	5,8	6,1	6,6	10	10
<b>Nitritos</b>	0,035	0,015	0,101	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0,04	0,42	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	192	189	192		
<b>Cloruros</b>	29,37	28,88	4,33	250	
<b>Dureza total</b>	117	115	122	500	
<b>Dureza de Ca</b>	33,3	25	37,5		
<b>Dureza de Mg</b>	83,7	90	84,5		
<b>Sulfatos</b>	6,01	6,15	3,65	400	
<b>Conductividad</b>	408	409	328		
<b>Sólidos Disueltos</b>	345	293	260	1000	
<b>Color</b>	40	40	10	20	15

<b>Turbiedad</b>	0,377	0,53	0,877	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	0	0	0	0,15	

Tabla 36. Municipio: Cuautitlán de Romero Rubio				
Casa 3				
Colonia: -----				
Parámetro	Entrada	Filtro	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	4	2	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	1	0	Ausentes	
<b>pH</b>	6,95	7,04	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,33	0,02	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	8	5,6	10	10
<b>Nitritos</b>	0,024	0,015	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0,09	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	208	203		
<b>Cloruros</b>	9,15	9,87	250	
<b>Dureza total</b>	136	136	500	
<b>Dureza de Ca</b>	68,2	59,2		
<b>Dureza de Mg</b>	67,8	76,8		
<b>Sulfatos</b>	3,01	3,37	400	
<b>Conductividad</b>	378	372		
<b>Sólidos Disueltos</b>	290	318	1000	
<b>Color</b>	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,307	0,287	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0,03	0,3	
<b>Manganeso</b>	0,2	0	0,15	

Tabla 37. Municipio: Melchor Ocampo						
Casa 1						
Colonia: San Francisco Tenopalco						
Parámetro	Entrada	Cisterna	Tinaco	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	8	5	0	Ausentes	menor 1.1
<b>Coliformes</b>	0	0	0	0	Ausentes	NMP/100

fecales						ml
pH	7,58	7,9	8,18	8,37	6.5-8.5	
Cloro libre res	0	0,06	0,04	0	0.2-1.50	0,1
Nitratos	4,6	5,7	4,5	4,7	10	10
Nitritos	0,49	0,019	0,018	0,016	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,13	0,11	0,03	0,15	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	11,73		
Alcalinidad Total	299	300	300	300		
Cloruros	31,77	31,77	31,77	32,74	250	
Dureza total	208	208	206	206	500	
Dureza de Ca	87,8	84,2	87,8	80,6		
Dureza de Mg	120	124	118	125		
Sulfatos	91,8	83,6	95,7	83,9	400	
Conductividad	798	796	793	780		
Sólidos Disueltos	580	598	598	603	1000	
Color	0	0	0	0	20	15
Turbiedad	0,54	0,173	1,34	0,223	5	5
Fierro Total	0	0	0	0	0,3	
Manganeso	1,6	1,3	2,4	2,4	0,15	

Tabla 38. Municipio: Melchor Ocampo						
Casa 2						
Colonia: Visitación						
Parámetro	Entrada	Cisterna	Tinaco	Garrafón	NOM-127	NOM-201
Coliformes Totales	0	200	0	121	Ausentes	menor 1.1
Coliformes fecales	0	185	0	7	Ausentes	NMP/100 ml
pH	6,93	7,34	7,18	7,43	6.5-8.5	
Cloro libre res	0,02	0,09	0,05	0,04	0.2-1.50	0,1
Nitratos	5,5	4,4	4,5	79	10	10
Nitritos	0,034	0,032	0,028	0,052	1	0,05
NH <sub>3</sub>	0,17	0,15	0,18	0,11	0,5	
Alcalinidad Fenolftaleína	0	0	0	0		
Alcalinidad Total	292	292	290	319		
Cloruros	11,55	9,63	11,55	34,18	250	
Dureza total	246	228	222	41,3	500	
Dureza de Ca	111	111	111	10,8		
Dureza de Mg	135	117	111	30,5		

<b>Sulfatos</b>	13,21	13,42	11,5	66,54	400	
<b>Conductividad</b>	641	651	648	1056		
<b>Sólidos Disueltos</b>	423	400	403	660	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,47	0,53	0,49	0,2	5	5
<b>Fierro Total</b>	0,09	0,05	0,09	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	1,9	1,7	2,8	3,1	0,15	

Tabla 39. Municipio: Melchor Ocampo					
Casa 3					
Colonia: Centro					
Parámetro	Entrada	Tinaco	Garrafón	NOM-127	NOM-201
<b>Coliformes Totales</b>	0	0	62	Ausentes	menor 1.1 NMP/100 ml
<b>Coliformes fecales</b>	0	0	9	Ausentes	
<b>pH</b>	7,26	7,47	7,78	6.5-8.5	
<b>Cloro libre res</b>	0,03	0	0	0.2-1.50	0,1
<b>Nitratos</b>	25,7	17,2	17	10	10
<b>Nitritos</b>	0,038	0,034	0,034	1	0,05
<b>NH<sub>3</sub></b>	0,14	0,18	0,17	0,5	
<b>Alcalinidad Fenolftaleína</b>	0	0	0		
<b>Alcalinidad Total</b>	257	258	256		
<b>Cloruros</b>	16	16	16,5	250	
<b>Dureza total</b>	176	163	144	500	
<b>Dureza de Ca</b>	61	62,8	43		
<b>Dureza de Mg</b>	115	100	101		
<b>Sulfatos</b>	9,14	9,36	9,5	400	
<b>Conductividad</b>	613	619	613		
<b>Sólidos Disueltos</b>	383	388	373	1000	
<b>Color</b>	0	0	0	20	15
<b>Turbiedad</b>	0,42	0,303	0,213	5	5
<b>Fierro Total</b>	0	0	0	0,3	
<b>Manganeso</b>	1,8	0,9	2,1	0,15	

### 13. ANEXO 2.

#### Parámetros descriptivos por municipio

Tabla 1. Valores obtenidos de Coliformes Totales.

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
Coliformes Totales	1	0,707	0,707	1,566	2,068	0,707	1,3414	7,382
	2	0,97	8,4	7,67	6,05	0,71	14,16	14,16
	3	0,71	0,71	1,8	3,09	0,71	0,97	10,03
	4	0,71	1,55	3,17	4,13	0,71	3,76	14,16
	5	0,71	0,7	1,85	3,02	0,71	0,71	8,69
	6	0,71	0,71	2,31	3,98	0,71	1,89	12,79
	7	0,71	1,29	3,29	4,06	0,71	5,44	12,15
	8	0,71	0,71	5,45	6,59	0,71	13,55	14,16
	9	0,71	0,71	3,57	5,93	0,71	7,87	14,16
	10	0,71	4,48	6,45	6,27	0,71	14,16	14,16
	11	0,71	0,71	5,27	6,51	0,71	13,8	14,16
	12	0,71	1,58	5	6,28	0,71	14,16	14,16
	13	0,71	0,7	2,87	4,65	0,71	2,77	14,16

Tabla 2. Valores obtenidos de Coliformes Fecales.

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
Coliformes Fecales	1	0,707	0,707	0,8106	0,2184	0,707	0,8365	1,225
	2	0,97	4,06	6,82	5,99	0,71	14,16	14,16
	3	0,707	0,707	0,933	0,677	0,707	0,707	2,739
	4	0,707	0,707	1,939	2,73	0,707	1,755	9,354
	5	0,707	0,707	0,997	0,768	0,707	0,707	2,738
	6	0,707	0,707	0,894	0,404	0,707	0,966	1,871
	7	0,71	0,71	3,15	4,13	0,71	5,44	12,15
	8	0,71	0,71	5,45	6,59	0,71	13,55	14,16
	9	0,71	0,71	3,4	6,02	0,71	7,43	14,16
	10	0,71	2,25	5,71	6,6	0,71	14,16	14,16
	11	0,71	0,71	4,37	5,33	0,71	9,74	14,16
	12	0,71	0,71	3,02	4,98	0,71	2,92	14,16
	13	0,71	0,71	2,32	4,57	0,71	0,71	13,62

**Tabla 3. Valores obtenidos de pH.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
pH	1	6,413	7,15	6,943	0,481	6,06	7,3	7,4
	2	6,95	7,1	7,1222	0,2279	6,8	7,3	7,5
	3	6,965	7,34	7,417	0,581	6,55	8,065	8,2
	4	6,957	7,225	7,253	0,318	6,86	7,435	7,89
	5	6,82	7,4	7,343	0,664	6,48	8,14	8,2
	6	7,045	7,11	7,1633	0,1732	6,98	7,255	7,55
	7	7,7925	7,935	7,9112	0,1301	7,73	7,975	8,14
	8	6,62	6,7	6,867	0,431	6,43	7,343	7,56
	9	8,14	8,2	8,176	0,0537	8,08	8,2	8,2
	10	5,725	6,52	6,845	0,757	5,5	7,152	7,55
	11	6,865	7,13	7,191	0,401	6,76	7,58	7,87
	12	6,82	7,04	6,9843	0,1325	6,8	7,11	7,13
	13	7,2	7,405	7,48	0,403	6,93	7,82	8,18

**Tabla 4. Valores obtenidos del Cloro Libre Residual.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
Cloro Libre Residual	1	0,06	0,125	0,55	0,97	0,02	0,775	2,6
	2	0	0,02	0,02444	0,02651	0	0,045	0,07
	3	0,11	0,29	0,4	0,349	0,1	0,83	0,9
	4	0,0375	0,1	0,123	0,1433	0	0,125	0,5
	5	0,1	0,3	0,554	0,52	0,1	1,02	1,3
	6	0,035	0,9	0,791	0,764	0	1,45	2
	7	0,04	0,075	0,1812	0,2389	0	0,3275	0,69
	8	0,025	0,045	0,055	0,0378	0	0,0975	0,1
	9	0,025	0,08	0,06	0,067	0	0,085	0,09
	10	0,04	0,05	0,06	0,0303	0,04	0,075	0,12
	11	0	0,02	0,0322	0,0335	0	0,065	0,09
	12	0,04	0,16	0,1871	0,1433	0,02	0,33	0,41
	13	0,005	0,035	0,0363	0,0307	0	0,0575	0,09

**Tabla 5. Valores obtenidos de Nitratos.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Nitratos</b>	1	1,75	1,85	1,82	0,1989	1,4	1,925	2,1
	2	0,005	0,6	0,757	0,741	0	1,55	1,8
	3	1,9	2,3	2,193	0,518	1,2	2,48	2,98
	4	1,05	1,25	2,68	3,079	0,9	3,275	11
	5	1,1	1,6	1,879	1,16	0,25	3,3	3,5
	6	0,013	1,6	1,392	1,168	0	2,55	2,9
	7	2,135	4,255	4,41	2,232	1,79	6,35	8,06
	8	4,86	7,38	8,3	3,63	3,68	12,22	12,77
	9	4,14	10,98	9,23	5,16	1,48	13,45	14,4
	10	3,42	5,73	6,88	4,33	1,78	11,31	13,42
	11	5,45	5,9	6,122	0,894	4,7	6,95	7,4
	12	5,6	6	6,614	1,636	5,1	8	9,7
	13	4,5	5,05	9,01	8,02	4,4	14,32	25,7

**Tabla 6. Valores obtenidos de Nitritos.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Nitritos</b>	1	0	0,0085	0,01	0,01088	0	0,0185	0,027
	2	0,0025	0,005	0,01633	0,01927	0	0,0385	0,047
	3	0,011	0,014	0,02756	0,02566	0,007	0,054	0,07
	4	0,008	0,0135	0,0208	0,02289	0,006	0,0215	0,083
	5	0,005	0,007	0,00671	0,0039	0	0,01	0,012
	6	0	0,009	0,458	0,7	0	1,25	1,6
	7	0,0118	0,0415	0,0895	0,1086	0,006	0,1972	0,283
	8	0,0163	0,024	0,051	0,0859	0,009	0,0283	0,263
	9	0,0025	0,021	0,0286	0,0384	0	0,0585	0,095
	10	0,0135	0,0785	0,1575	0,1911	0	0,338	0,479
	11	0,015	0,016	0,01878	0,00597	0,01	0,024	0,028
	12	0,015	0,017	0,02371	0,01193	0,015	0,035	0,045
	13	0,0212	0,033	0,0866	0,1631	0,018	0,037	0,49

**Tabla 7. Valores obtenidos de Nitrógeno Amoniacal.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Nitrógeno Amoniacal</b>	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0,023	0,0424	0	0,0375	0,13
	5	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0,04	0,0711	0,0741	0	0,15	0,19
	7	0,005	0,12	0,0987	0,0813	0	0,1725	0,2
	8	0,005	0,03	0,035	0,0351	0	0,0475	0,11
	9	0	0	0,024	0,0483	0	0,06	0,11
	10	0,04	0,05	0,064	0,0356	0,04	0,0925	0,13
	11	0	0,03	0,0967	0,2023	0	0,075	0,63
	12	0	0,03	0,0393	0,0409	0	0,09	0,1
	13	0,115	0,145	0,1363	0,0496	0,03	0,1775	0,18

**Tabla 8. Valores obtenidos de Alcalinidad Total.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Alcalinidad Total</b>	1	67,782	69,6	70,547	3,082	66,15	73,965	74,89
	2	137	154	159,33	22,89	131	182,5	183
	3	256,5	258	271,22	21,35	256	299	301
	4	91,9	407,5	337,6	187,8	67,7	517	522
	5	56,7	111	115,5	68,5	53,4	208	210
	6	79,53	92,6	102,02	25,75	79,04	126,5	147
	7	360,3	374	375,3	29,9	317	404	404
	8	300,5	305	316,13	18,92	298	337,75	341
	9	290	346	357,4	75,4	288	430,5	468
	10	54,8	153,5	209,4	170,5	53,4	405,8	450
	11	59,6	71,3	74,23	16,38	58,7	90,25	103
	12	192	208	217,86	25,63	189	243	248
	13	266	292	286	18,02	257	299,75	300

**Tabla 9. Valores obtenidos de Cloruros.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Cloruros</b>	1	0	6,93	5,13	4,6	0	9,25	10,9
	2	2,23	3,13	3,797	1,889	2,023	6,03	6,7
	3	38,46	38,99	46,65	12,1	37,49	61,66	64,84
	4	36,2	127,5	133,5	95,1	17,5	253,8	261
	5	3,6	8,4	7,58	2,89	3,4	9,8	10,3
	6	3,35	8,62	7,34	3,21	2,9	9,75	10,88
	7	86,72	94,55	94,42	20,88	52,58	113,5	114
	8	48,78	68,86	62,2	12,61	41,32	69,32	69,32
	9	35,9	49,1	69,9	49,6	35,7	114,2	154
	10	9,6	64,7	125	139,5	9,6	285,3	331
	11	2,165	2,89	2,728	0,993	0,96	3,13	4,33
	12	9,87	18,78	19,09	8,02	9,15	28,88	29,37
	13	11,55	16	20	9,99	9,63	31,77	31,77

**Tabla 10. Valores obtenidos de Dureza Total.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Dureza Total</b>	1	44,44	67,28	59,62	13,74	42,44	71,1	73
	2	85,55	122	109,56	22,96	78,8	130	135
	3	124	159	153,33	24,47	121	176	183
	4	111,3	313,5	262,4	119,9	82,7	328,8	422
	5	66,6	69,7	72,64	13,43	53,6	88,4	92,4
	6	38,2	41,2	49,19	19	29,1	64,1	84,4
	7	207,5	248	268,3	63,8	207	342,5	343
	8	197,8	249	244,5	45,9	170	284	292
	9	184	211	211,4	34	180	239	267
	10	66,3	113,4	197,5	172,2	63,2	390,5	461
	11	38,6	44,8	46,63	8,82	34,1	54,7	59,2
	12	117	130	128	8,58	115	136	136
	13	183,5	208	207,13	26,96	163	226,5	246

**Tabla 11. Valores obtenidos de Dureza de Calcio.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Dureza de Calcio</b>	1	19,22	32,35	28,85	9,27	16,02	38,4	38,4
	2	31,75	47,1	45,43	13,26	30,8	59,35	62,5
	3	64,92	67,7	82,31	25,41	60,3	115	118
	4	52,1	131,5	134	69,6	40,1	207,3	213
	5	36,4	46,2	43,13	8,62	31,2	50,2	55,2
	6	23,85	31,7	29,94	6,03	20,1	34,2	38,2
	7	107,5	123	149,1	50,4	103	209,5	210
	8	99,96	111	109,74	8,99	99,96	118,5	122
	9	103	111	112	11,07	102	121,5	130
	10	32,6	60,2	63,5	30,6	32,6	92,8	108
	11	15,2	16,1	18,31	5,29	10,8	21,5	28,7
	12	33,3	56,6	50,56	15,5	25	59,2	68,2
	13	68,15	87,8	89,57	20,51	61	111	111

**Tabla 12. Valores obtenidos de Dureza de Magnesio.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Dureza de Magnesio</b>	1	25,54	31,75	30,77	5,18	24,03	35,26	38,4
	2	53,8	66,8	64,12	11,55	48	73,75	84
	3	57,35	64,7	71,02	16,77	54,7	91,32	95,46
	4	59,1	137,5	128,3	61	42,6	181	209
	5	11,8	34,3	29,51	16,02	3,4	42,2	46,2
	6	6,5	9,5	19,24	22,07	1	34,7	61,8
	7	101,5	123	119,13	16,21	98	134,5	135
	8	90,3	149	134,8	44	59	168,5	170
	9	81	98	99,4	23	78	118,5	137
	10	33,7	53,2	134	143,5	30,6	297,5	353
	11	23,35	30,5	28,32	4,63	21,6	32,3	34,1
	12	71,7	76,7	77,44	7,39	67,8	83,7	90
	13	112	117,5	117,5	10,07	100	123	135

**Tabla 13. Valores obtenidos de Sulfatos.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
Sulfatos	1	3,4	15,6	13,75	9,5	3	22,35	26,7
	2	3,3	3,58	3,5589	0,2768	3,08	3,8	3,87
	3	8,8	12,72	17,56	10,11	8,45	30,03	30,82
	4	24,7	46	65,8	50,9	18,9	125,3	150
	5	5,29	12,49	12,12	5,11	5,15	16,34	17,34
	6	4,69	11,14	10,71	5,42	3,01	15,84	17,27
	7	39,02	47,06	48,86	23,86	5,5	68,57	84,3
	8	17,71	22,48	28,42	12,64	16,71	43,1	44,38
	9	9,54	10	13,86	5,72	9,43	20,12	20,26
	10	8,77	17,12	20,33	12,52	8,71	33,65	38,09
	11	6,38	6,88	7,032	0,856	5,58	7,87	8,02
	12	3,37	6,15	9,53	6,28	3,01	16,15	17,57
	13	9,9	13,3	41	41,1	9,1	89,8	95,7

**Tabla 14. Valores obtenidos de Conductividad.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
Conductividad	1	137,5	181	171,8	30,25	136	204,75	207
	2	225,5	277	271,8	39,5	222	312,5	318
	3	536,5	573	614,8	93,3	527	732,5	745
	4	330	1449	1090	580	226	1533	1572
	5	150	229	233,6	91,1	149	355	358
	6	190	213	224,7	49,5	187	237	344
	7	946	971,5	985,9	111,3	767	1091,3	1102
	8	667,8	725	744,6	78,9	642	832,3	837
	9	619	761	833	263	618	1082	1248
	10	166	282	560	532	158	1195	1314
	11	115,5	124	131,22	21,49	102	150	169
	12	378	409	434,6	55,2	372	490	495
	13	624,5	649,5	694,9	84,5	613	795,3	798

**Tabla 15. Valores obtenidos de Sólidos Disueltos.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Sólidos Disueltos</b>	1	107,3	175	150,4	37,5	103	180	190
	2	225	238	234,67	16,16	200	246,5	253
	3	436,5	443	463,8	38,5	435	503,5	533
	4	233	1033	771	407	163	1066	1083
	5	130	183	189,9	73,5	110	283	295
	6	145	153	159,67	20,83	128	184	185
	7	612,3	654	673,6	88,5	545	768,8	776
	8	490,6	522,5	537,6	49,7	487,5	591	613
	9	437	548	587	178,1	428	756,5	863
	10	138	214	397	353	130	797	928
	11	87,5	101	105	20,95	75	121,5	139
	12	293	345	338,4	38,3	290	375	380
	13	391	413	471,6	100,5	383	593,5	598

**Tabla 16. Valores obtenidos de Color.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Color</b>	1	0	0	1	3,16	0	0	10
	2	0	20	16,67	14,14	0	25	40
	3	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	3,75	10,61	0	0	30
	8	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	3,33	5,16	0	10	10
	11	0	0	3,33	5	0	10	10
	12	0	0	12,86	18,9	0	40	40
	13	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 17. Valores obtenidos de Turbiedad.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Turbiedad</b>	1	0,31	0,42	0,4395	0,141	0,3	0,55	0,67
	2	0,2625	0,31	0,3306	0,1171	0,155	0,3775	0,58
	3	0,355	0,47	0,834	0,761	0,31	1,067	2,695
	4	0,3188	0,4375	0,5125	0,2318	0,26	0,7575	0,93
	5	0,55	0,68	0,6357	0,1507	0,36	0,755	0,79
	6	0,498	0,72	1,961	2,846	0,315	2,442	9,21
	7	0,35	0,52	0,627	0,383	0,33	0,68	1,435
	8	0,2125	0,2295	0,2916	0,1976	0,067	0,34	0,737
	9	0,2775	0,345	0,347	0,0782	0,23	0,4175	0,43
	10	0,628	0,63	0,76	0,323	0,62	0,828	1,42
	11	0,24	0,37	0,3697	0,1364	0,187	0,4835	0,59
	12	0,23	0,307	0,689	0,963	0,23	0,53	2,86
	13	0,332	0,48	0,533	0,349	0,173	0,538	1,34

**Tabla 18. Valores obtenidos de Hierro Total.**

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
<b>Hierro total</b>	1	0	0	0,012	0,01549	0	0,03	0,03
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0,03	0,02667	0,02236	0	0,045	0,06
	4	0	0	0,017	0,0283	0	0,045	0,07
	5	0	0	0,00857	0,01464	0	0,03	0,03
	6	0,035	0,05	0,0822	0,093	0	0,125	0,28
	7	0	0,03	0,03	0,0312	0	0,06	0,08
	8	0	0	0,0075	0,01389	0	0,0225	0,03
	9	0	0	0,026	0,0434	0	0,065	0,1
	10	0	0	0,055	0,1206	0	0,0975	0,3
	11	0	0	0,00667	0,01323	0	0,015	0,03
	12	0	0	0,0314	0,0491	0	0,06	0,13
	13	0	0	0,0288	0,0416	0	0,08	0,09

Tabla 19. Valores obtenidos de Manganeso.

Parámetro	Municipio	Quartil 1	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Quartil 3	Máximo
Manganeso	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0,2	0,2333	0,2291	0	0,35	0,7
	3	0,25	0,4	0,3889	0,1537	0,2	0,55	0,6
	4	0,45	0,55	0,61	0,338	0	0,875	1,1
	5	0	0	0	0	0	0	0
	6	0,2	0,3	0,3778	0,2635	0	0,6	0,8
	7	0,325	0,5	0,425	0,1982	0	0,575	0,6
	8	0,2	0,2	0,2375	0,1302	0	0,375	0,4
	9	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0,1	0,1833	0,2401	0	0,375	0,6
	11	0,045	0,5	0,699	0,678	0	1,3	1,9
	12	0	0	0,0286	0,0756	0	0	0,2
	13	1,375	1,75	1,8	0,595	0,9	2,275	2,8

## 14. ANEXO 3

### Comparación de las medias de los parámetros por municipio con la NOM 127

Tabla 1. Municipios: Huixquilucan, Tepotzotlán, Tultitlán y Ecatepec.

Comparación de los municipios con la NOM-SSA-127					
Parámetro	Media Huixquilucan	Media Tepotzotlán	Media Tultitlán	Media Ecatepec	NOM-127
Colif. Totales	1,21	70,65	0,81	3,10	Ausentes
Colif fecales	0,18	70,46	0,20	0,55	Ausentes
pH	6,90	7,19	7,42	7,27	6.5-8.5
Cloro libre res	0,61	0,01	0,40	0,12	0.2-1.50
Nitratos	1,81	0,76	2,19	2,58	10
Nitritos	0,009	0,004	0,028	0,022	1
NH <sub>3</sub>	0	0	0	0,025	0,5
Alcalin F	0	0	0	0	
Alcalin T	70,74	145,00	271,22	359,08	
Cloruros	5,70	2,66	46,65	143,38	250
Dureza tot	61,38	94,54	153,33	271,76	500
Dureza de Ca	30,00	35,78	82,31	139,20	
Dureza de	31,38	58,77	71,02	132,56	

<b>Mg</b>					
<b>Sulfatos</b>	14,89	3,51	17,56	69,87	400
<b>Conduct</b>	175,47	241,78	614,78	1158,50	
<b>Sólid Dis</b>	155,19	227,11	463,78	818,83	1000
<b>Color</b>	1,11	6,67	0	0	20
<b>Turbiedad</b>	0,45	0,40	0,83	0,50	5
<b>Fe T</b>	0,01	0	0,03	0,02	0,3
<b>Mn</b>	0	0,29	0,39	0,60	0,15

**Tabla 2. Municipios: Cuautitlán Izcalli, Naucalpan, Tultepec y Coacalco**

<b>Comparación de los municipios con la NOM-SSA-127</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>Media Cuautitlán Izcalli</b>	<b>Media Naucalpan</b>	<b>Media Tultepec</b>	<b>Media Coacalco</b>	<b>NOM-127</b>
<b>Colif. Totales</b>	0,37	3,50	13,31	55,66	Ausentes
<b>Colif fecales</b>	0,20	0,30	13,16	55,66	Ausentes
<b>pH</b>	7,45	7,16	7,66	6,94	6.5-8.5
<b>Cloro libre res</b>	0,62	0,79	0,51	0,05	0.2-1.50
<b>Nitratos</b>	2,02	1,39	3,39	8,14	10
<b>Nitritos</b>	0,006	0,458	0,077	0,048	1
<b>NH<sub>3</sub></b>	0	0,071	0,119	0,032	0,5
<b>Alcalin F</b>	0	0	0	0	
<b>Alcalin T</b>	125,48	102,02	263,34	314,56	
<b>Cloruros</b>	7,19	7,34	57,64	59,94	250
<b>Dureza tot</b>	73,24	49,19	211,63	236,94	500
<b>Dureza de Ca</b>	44,53	29,94	121,68	109,88	
<b>Dureza de Mg</b>	28,71	19,24	89,96	127,06	
<b>Sulfatos</b>	11,37	10,71	35,31	27,57	400
<b>Conduct</b>	247,00	224,67	672,28	733,67	
<b>Sólid Dis</b>	200,50	159,67	459,89	532,06	1000
<b>Color</b>	0	0	5,00	0	20
<b>Turbiedad</b>	0,64	1,96	6,62	0,28	5
<b>Fe T</b>	0,01	0,08	0,08	0,01	0,3
<b>Mn</b>	0	0,38	0,58	0,25	0,15

**Tabla 3. Municipios: Teoloyucan, Tlalnepantla, Nicolás Romero, Cuautitlán de Romero Rubio y Melchor Ocampo.**

Comparación de los municipios con la NOM-SSA-127						
Parámetro	Media Teoloyucan	Media Tlalnepantla	Media Nicolás Romero	Media Cuautitlán de Romero Rubio	Media Melchor Ocampo	NOM-127
Colif. Totales	1,68	33,87	6,59	67,77	0,99	Ausentes
Colif fecales	1,56	34,35	4,68	13,56	0,48	Ausentes
pH	8,18	6,47	7,19	6,97	7,47	6.5-8.5
Cloro libres	0,06	0,05	0,03	0,19	0,03	0.2-1.50
Nitratos	7,94	6,86	6,12	6,56	10,39	10
Nitritos	0,027	0,157	0,019	0,023	0,081	1
NH <sub>3</sub>	0,022	0,066	0,097	0,038	0,139	0,5
Alcalin F	0	0	0	0	0	
Alcalin T	375,83	209,34	74,23	213,44	282,83	
Cloruros	83,89	124,96	2,73	19,14	19,56	250
Dureza tot	220,67	197,32	46,63	127,56	202,94	500
Dureza de Ca	115,00	63,78	18,31	49,64	86,50	
Dureza de Mg	105,67	133,49	28,32	77,92	116,39	
Sulfatos	14,93	20,82	7,03	8,44	37,44	400
Conduct	901,83	559,78	131,22	425,06	686,11	
Sólid Dis	633,00	394,72	105,00	332,44	462,06	1000
Color	0	3,33	3,33	14,44	0	20
Turbiedad	0,36	0,76	0,37	0,62	0,51	5
Fe T	0,02	0,06	0,01	0,03	0,03	0,3
Mn	0	0,18	0,70	0,03	1,75	0,15