

## EVOLUCIÓN Y TENDENCIA DE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE CD. VALLES, S.L.P.

### EVOLUTION AND TREND OF THE WATER QUALITY AT THE SUPPLY SYSTEM IN VALLES CITY, S.L.P.

Recibido: 30 de septiembre de 2022

Aceptado: 17 noviembre 2022

B. Ponce Medina<sup>1</sup>  
C. Wong Arguelles<sup>2\*</sup>

#### RESUMEN

El agua es el elemento más importante para la vida del ser humano. El objetivo del proyecto fue realizar el análisis de los resultados de la calidad del agua en el periodo 2007-2017 del sistema de abastecimiento del agua potable de Cd. Valles para evaluar la tendencia de cumplimiento con la NOM-127-SSA1-2021. La estrategia metodológica que se llevó a cabo en este trabajo para cumplir con el objetivo fue la revisión de los resultados de los parámetros fisicoquímicos de 2007 a 2017 analizados por el organismo operador (Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles) encargado de la distribución del agua potable en Ciudad Valles para verificar si existe el cumplimiento de las normas relativas al suministro de agua potable. Los resultados demuestran que en la temporada de estiaje existe un 87.5% de cumplimiento para la calidad del agua mientras que en la temporada de lluvias un 75%. Esto sugiere la necesidad de realizar monitoreos frecuentes y análisis de evolución y tendencia anual de los parámetros fisicoquímicos establecidos en la NOM-127-SSA1-2021 para su cumplimiento y sobre todo establecer estrategias y mejoras en el proceso de potabilización de este organismo.

**PALABRAS CLAVE:** potabilización, análisis, calidad, población, distribución.

#### ABSTRACT

Water is the most important element for human life. The objective of the project was to carry out the analysis of the results of the water quality in the period 2007-2017 of the drinking water supply system of Cd. Valles to evaluate the trend of compliance with NOM-127-SSA1-2021. The methodological strategy that was carried out in this work to meet the objective was the review of the results of the physicochemical parameters analyzed by the operating agency (Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles) in charge of water distribution. drinking water in Ciudad Valles to verify if there is compliance with the regulations related to the supply of drinking water. The results show that in the dry season there is 89% compliance for water quality while in the rainy season 78%. This suggests the need to carry out frequent monitoring and analysis of the evolution and annual trend of the physicochemical parameters established in NOM-127-SSA1-2021 for compliance and, above all, to establish strategies and improvements in the purification process of this organism.

**KEY WORDS:** purification, analysis, quality, population, distribution.

#### INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, un elemento esencial para la vida y uno de los derechos humanos básicos del hombre (WHO, 2017). Un manejo y tratamiento adecuado del agua es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales ya que está destinada para uso y consumo humano por lo que debe de contar

<sup>1</sup> Docente Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles.

<sup>2</sup> Docente Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Valles. [cynthia.wong@tecvalles.mx](mailto:cynthia.wong@tecvalles.mx)

(Correspondencia)

con una calidad adecuada para la población de acuerdo a los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2017) y en México por la Secretaría de salud a través de la NOM 127-SSA1-2021.

Ciudad Valles, S.L.P., tiene una población de 179, 371 habitantes de acuerdo al INEGI en 2020 y cuenta con una planta potabilizadora la cual tiene la finalidad de ofrecer a la población agua potable de calidad y cantidad, la cual a lo largo del tiempo ha enfrentado diversas problemáticas (asuntos políticos, abastecimiento ineficiente, temporada de estiaje y lluvia). La Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles (DAPA), es el órgano responsable y por lo tanto tiene la obligación de asegurar la calidad del agua que está enviando a los consumidores. Esto es importante porque está destinada para uso y consumo humano por lo que debe de contar con una calidad adecuada para la población, misma que cumpla con las características físicas, químicas y microbiológicas recomendada por la legislación mexicana (NOM-127-SSA1-2021). Por lo tanto, se debe garantizar a la población la calidad de agua potable con procedimientos mínimos y los valores de referencia específicos. Para que el agua cumpla con estas características es necesario una serie de procesos unitarios de tratamiento como la floculación, sedimentación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución, los cuales ayudaran a contrarrestar las enfermedades causadas por microorganismos patógenos, minerales y otras sustancias orgánicas que produzcan efectos fisiológicos adversos y que garanticen si es apta o no para consumo humano.

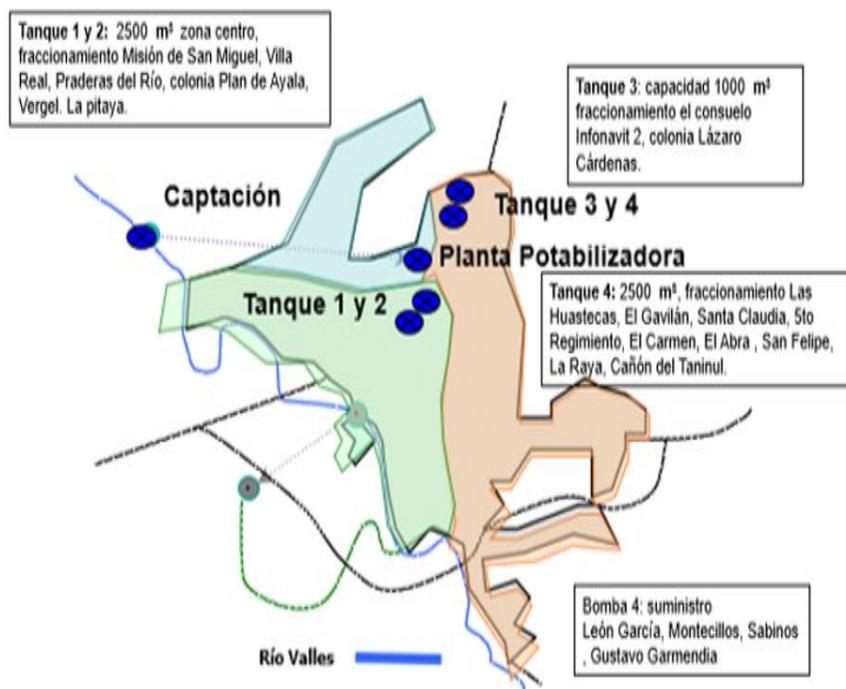
Como un elemento importante de gestión que coadyuve al manejo sustentable del recurso agua, el objetivo de esta investigación fue realizar un análisis de los resultados de la calidad del agua para determinar la evolución y tendencia en el periodo 2007-2017 para establecer un antecedente de la situación que guarda la operación, calidad y cantidad del agua potable del sistema de abastecimiento de la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles (DAPA) para evaluar el cumplimiento de la NOM-127-SSA1-2021. Con los resultados obtenidos se pueden emitir propuestas y estrategias integrales de solución a problemas que se han presentado a lo largo de los años en este organismo y con ello mejorar y eficientizar su sistema de potabilización a través de sus procesos unitarios y sus líneas de abastecimiento con la finalidad de que al usuario le llegue agua de calidad y cantidad suficiente para sus actividades.

## **METODOLOGÍA**

La estrategia metodológica que se llevó a cabo en este trabajo para cumplir con el objetivo fue la revisión de los resultados mensuales promedio de los parámetros fisicoquímicos analizados por el organismo operador (Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles) encargado de la distribución del agua potable en Ciudad Valles para verificar si existe el cumplimiento de las normas relativas al suministro de agua potable ya que ellas definen las funciones y responsabilidades de quienes suministran el servicio y constituyen la base para que la autoridad competente determine si se está prestando el servicio debido y además la evolución y tendencia de estos resultados a través del tiempo. En este aspecto el marco normativo está integrado por: la NOM-127-SSA1-2021 y las recomendaciones de la Guías para la calidad del agua de consumo humano de la Organización Mundial de la Salud.

El análisis realizado a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos están comprendidos

desde la fuente de abastecimiento subcuenca Río Valles la cual presenta un caudal de 1,295 millones de metros cúbicos y una extracción de 806,070 metros cúbicos/mes lo que equivale a 26,869,000 L/día con una recarga pluvial de 1000 a 2000 mm anuales, esta extracción del líquido de 26,400 metros cúbicos/día o 482 L/s, es conducida a la planta potabilizadora con entrada al parshall (fuente de abastecimiento), posterior a su potabilización es distribuida a través de las bombas (3 y 4) y almacenada en los diferentes tanques almacenamiento (1 al 4) y zona rural norte y este (Figura 1) para la población de Ciudad Valles; realizando un monitoreo diario del vital líquido y referenciar el resultado al cumplimiento de la NOM-127-SSA1-2021. De los resultados obtenidos de la calidad de agua por el Departamento de Productividad y Calidad del periodo 2007-2017 del organismo operador, se hizo un análisis bajo los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-2021 para evaluar la evolución y tendencia de los mismos a lo largo de estos 10 años y visualizar las mejoras de la calidad del agua.

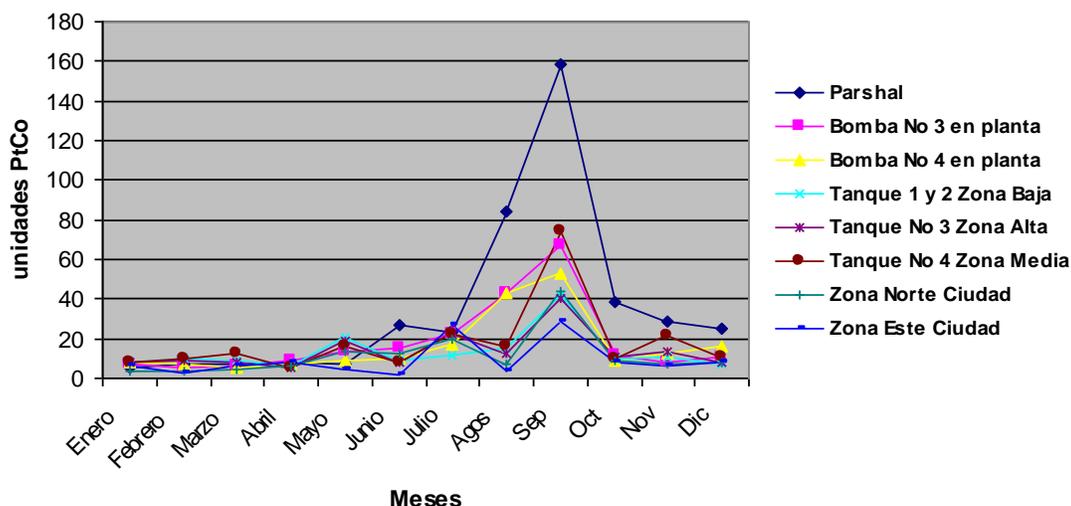


**Figura 1. Mapa de distribución del agua potable de la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles. (Documento Interno DAPAS)**

## RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de los comportamientos de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua potable de la fuente de abastecimiento (Parshall), planta potabilizadora (Bomba No. 3 y 4), zona urbana (Tanque 1, 2, 3 y 4) y zona rural norte y este.

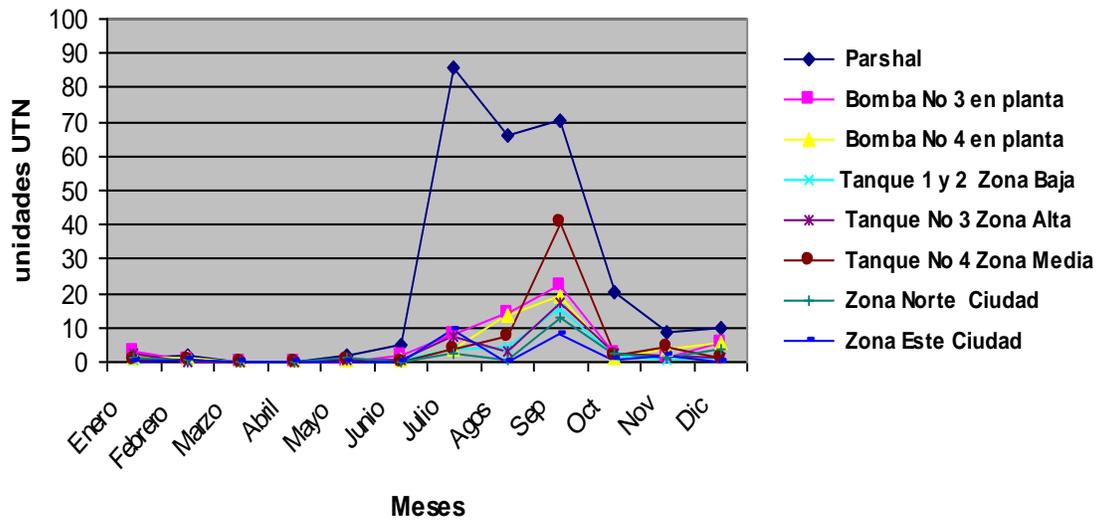
En la figura 2, se puede observar que en la temporada de estiaje (enero a junio y octubre a diciembre) a través de los años, el parámetro de color está por debajo del límite máximo permisible de 15 UC (Unidades de Color); el cual garantiza que no existe la presencia de materia orgánica, sustancias humitas o metales como el Fe y Mn en el agua.



**Figura 2: Tendencia del color (UC) en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad Valles, S.L.P.**

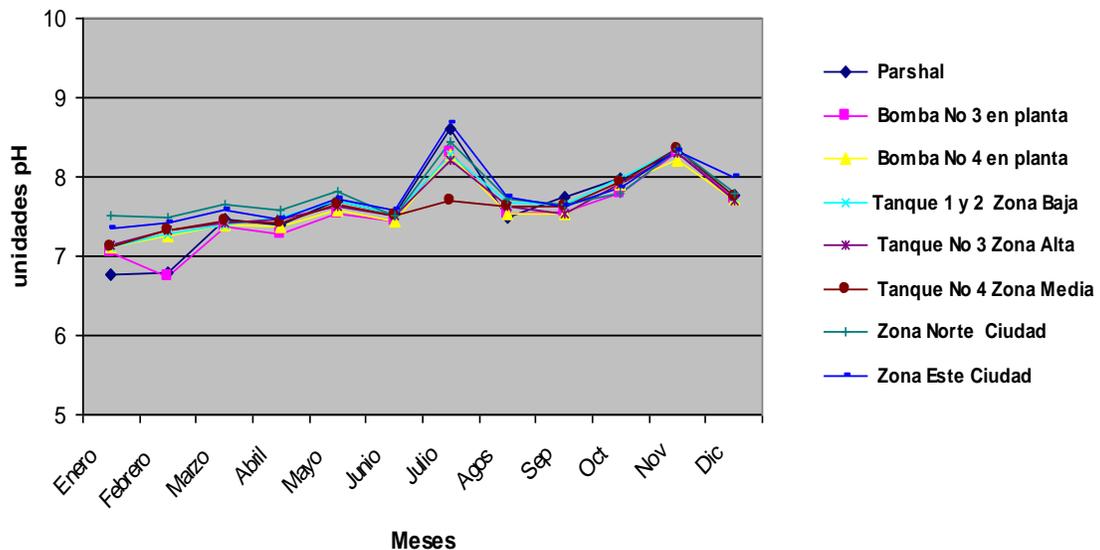
Mientras que, en la temporada de lluvias (junio a octubre) los valores obtenidos de color rebasan el límite máximo permisible en el Parshal, lo cual indica la presencia de materia particulada debido a la erosión del suelo y ante lo cual los consumidores pueden considerar que el agua muy turbia, con mucho color, o con un sabor u olor desagradables es insalubre y rechazarla. El agua de uso y consumo humano no debe tener ningún color visible y la presencia de color se puede deber a la materia orgánica (ácidos húmicos y fúlvicos) asociada al humus del suelo.

Para los resultados de turbiedad, se observa en la figura 3, que en la temporada de estiaje (enero a junio y octubre a diciembre) los valores se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 4 UTN, el cual responde al aspecto aceptable del agua para el consumidor. A partir de julio cuando comienzan las lluvias, se observa que en el Parshall este parámetro es muy alto, lo cual genera efectos negativos ya que la alta turbiedad esporádica de la fuente de agua puede saturar los procesos de tratamiento, permitiendo el ingreso de agentes patógenos en el tratamiento de potabilización y en el sistema de distribución (WHO, 2017). Además, puede interferir sobre todo en el proceso de desinfección, ya que ayuda a la protección de los microorganismos contra los efectos de desinfección y estimula la proliferación de bacterias e interfiere con las pruebas microbiológicas del agua. Un valor por encima de la normatividad además de lo anterior, provoca que el tratamiento de potabilización se lleve a cabo utilizando productos químicos como sulfato de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) y el polímero catiónico AMERFLOC® para poder regular los procesos de floculación, coagulación, sedimentación y filtración en la potabilización del agua.



**Figura 3: Tendencia de turbiedad (UTN) en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad Valles, S.L.P.**

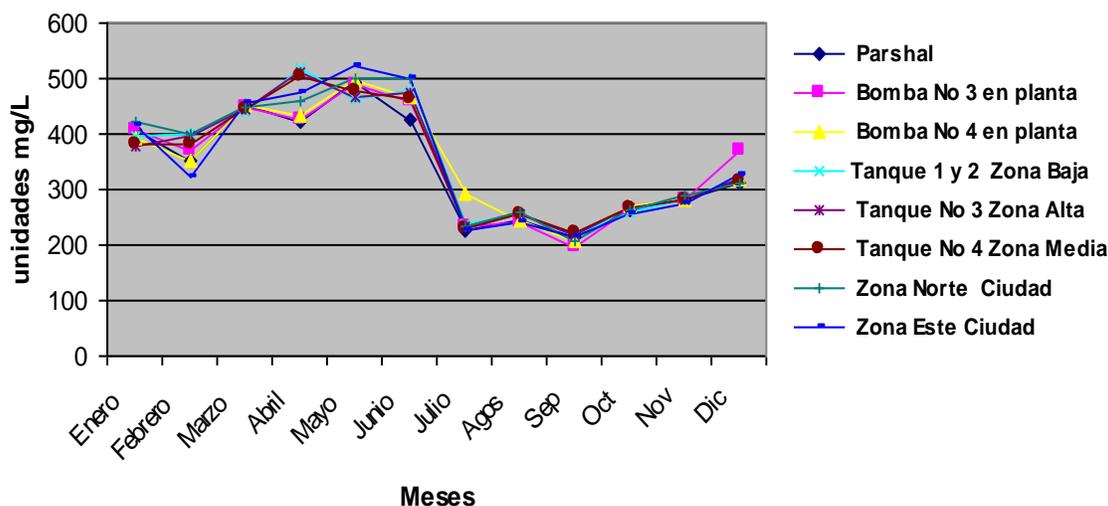
De acuerdo con la NOM-127-SSA1-2021 el rango de pH permisible para calidad del agua para uso y consumo humano es de 6.5-8.5, por lo que en la temporada de estiaje como de lluvia los valores se encuentran dentro del rango (Figura 4); esto los conserva en un equilibrio químico y permite que el cloro se active, y el valor de su comportamiento ayuda a que la clarificación y desinfección sean satisfactorios, lo que no afecta directamente a los consumidores en la calidad del agua.



**Figura 4: Tendencia del pH en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad**

**Valles, S.L.P.**

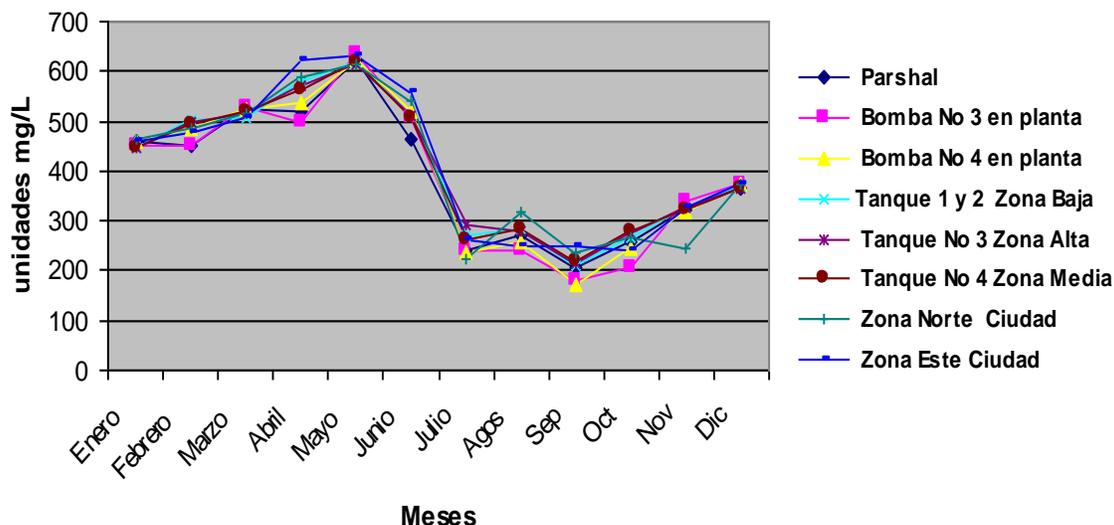
Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos). Si los niveles de SDT en agua exceden los 1000 mg/L se considera no apta para el consumo humano (DOF, 1989; SSA, 2021); de acuerdo con este criterio todos los valores obtenidos en las dos temporadas se encuentran por debajo de este valor (Figura 5), lo cual la hace aceptable para consumo humano y su utilización no genera incrustaciones en tuberías.



**Figura 5: Tendencia de STD (mg/L) en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad Valles, S.L.P.**

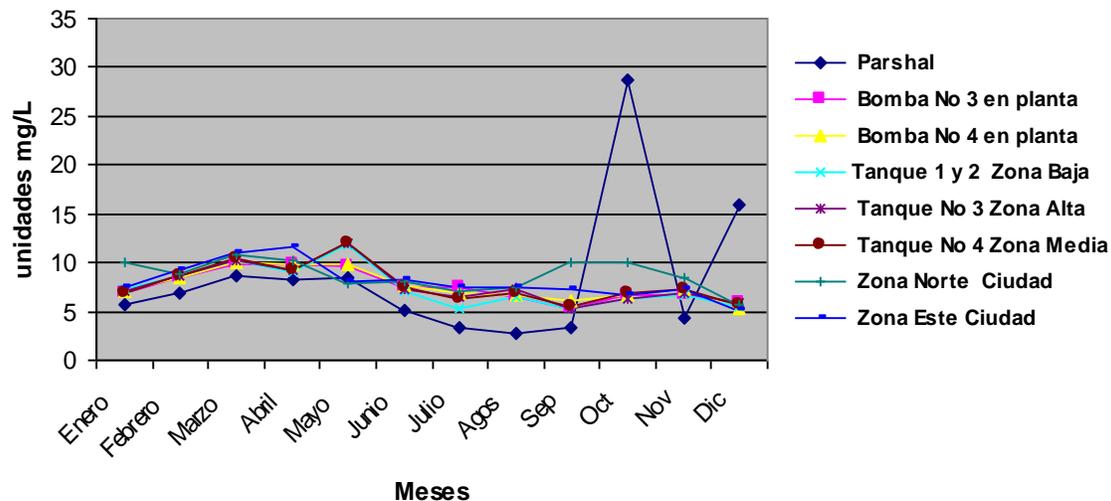
En la figura 6 se muestran los valores para la dureza total, en donde se puede observar que en la temporada de estiaje este parámetro se encuentra por encima del límite máximo permisible de 500 mg/L, lo cual es derivado de la presencia calcio y magnesio. El agua con una dureza mayor a aproximadamente 200 mg/l, en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede provocar la formación de incrustaciones en las instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución, y las tuberías y depósitos de los edificios (WHO, 2017).

Para la temporada de lluvias, los valores de dureza del agua se comportan por debajo del límite permisible lo cual indica la disminución de calcio y magnesio, y puede beneficiar a la formación de espuma rápida en el jabón para conseguir la limpieza deseada, la reducción de la precipitación de restos de jabón y que no se lleve a cabo la precipitación de carbonato cálcico. La aceptabilidad por parte de la población del grado de dureza del agua puede variar considerablemente de una comunidad a otra y de acuerdo a la Organización Mundial de Salud (WHO, 2017), no existe un valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la dureza del agua de uso y consumo humano.



**Figura 6: Tendencia de Dureza total (mg/L) en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad Valles, S.L.P.**

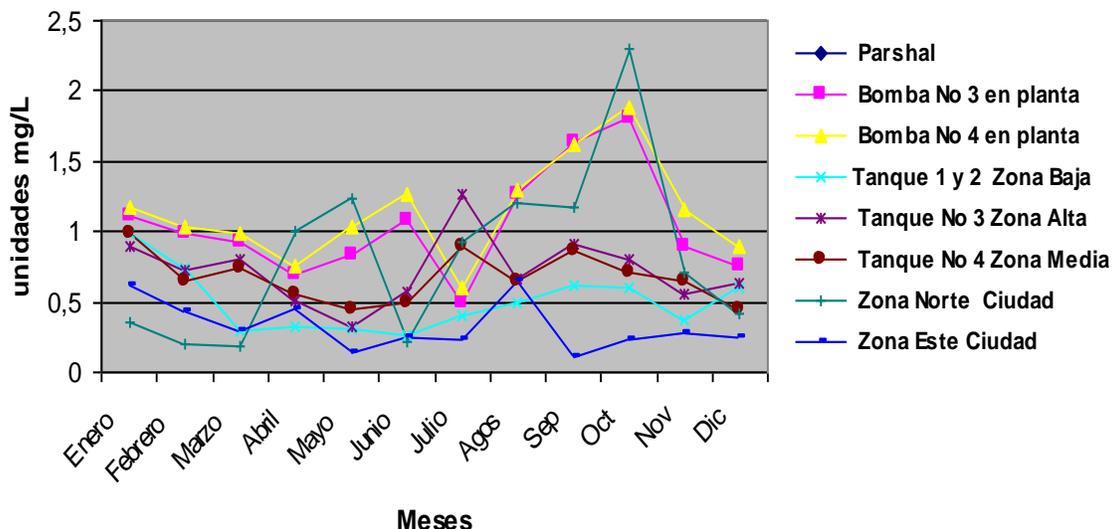
En la temporada de estiaje y lluvia los valores de cloruros (Figura 7), se encuentran por debajo del límite máximo permisible de 250 mg/L., lo cual indica que al tener bajas concentraciones de cloruros no interfieren en el sabor salado del agua potable, su valor no genera efectos sobre la salud en el agua de consumo (WHO, 2017).



**Figura 7: Tendencia de cloruros (mg/L) en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad Valles, S.L.P.**

Para el parámetro de cloro residual, su presencia se observa tanto en temporada de estiaje como temporada de lluvia (Figura 8); lo cual garantiza el procedimiento de desinfección o destrucción de microorganismos patógenos. Su baja concentración (menor a 2 mg/L) en el proceso de potabilización hace obtener un sabor agradable del agua y ayuda a que no se produzcan en alta concentración compuestos como los trihalometanos que son cancerígenos

para el ser humano. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2017), la tasa y el grado de formación de THM aumentan en función de la concentración de cloro y de



ácidos húmicos, la temperatura y el pH.

**Figura 8: Tendencia de cloro residual (mg/L) en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad Valles, S.L.P.**

Los coliformes totales, son uno de los parámetros de calidad del agua más importantes debido a su uso como indicador bacteriano de la contaminación fecal en aguas naturales ya que puede tener el potencial de propagar enfermedades como el cólera, tifoidea o diarrea (Leite *et al.*, 2018). En la tabla 1 podemos observar que en el Parshall existe presencia de coliformes totales lo cual no cumple con lo establecido en la NOM-127-SSA1-2021 que es ausencia o no detección de estos a través de los años en el área de abastecimiento o Parshall. El consumo de agua potable contaminada con microorganismos patógenos puede ocasionar enfermedades de origen entérico, la eliminación de estos microorganismos patógenos es una operación fundamental a través de la dosificación del reactivo de cloro, esta desinfección constituye una barrera eficaz contra numerosos agentes patógenos durante el tratamiento de agua para consumo humano (WHO, 2017).

**Tabla1: Tendencia de coliformes totales en la calidad del agua del sistema de abastecimiento de Ciudad Valles, S.L.P.**

Mes	Parshall	Bomba 3	Bomba 4	Tanque 1-2 Zona baja	Tanque 3 zona alta	Tanque 4 zona media	Zona norte	Zona este
Enero	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Febrero	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Marzo	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Abril	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Mes	Parshall	Bomba 3	Bomba 4	Tanque 1-2 Zona baja	Tanque 3 zona alta	Tanque 4 zona media	Zona norte	Zona este
Mayo	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Junio	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Agosto	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Septiembre	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Octubre	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Noviembre	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Diciembre	Presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

En cambio una vez potabilizada el agua y en sistema de abastecimiento y distribución se puede observar la ausencia de los mismos cumpliendo el parámetro que establece lo siguiente “*Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml; en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50 000 habitantes; estos organismos deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año*”.

## CONCLUSIONES

La calidad del agua del sistema de abastecimiento de la Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Ciudad Valles, se ve afectada por la temporada de estiaje y lluvias desde 2007 a 2017. Este análisis de los resultados mensuales promedio de cada año arroja que en la temporada de estiaje exista un 87.5% de cumplimiento para la calidad del agua mientras que en la temporada de lluvias un 75%. Esto sugiere la necesidad de realizar monitoreos frecuentes y análisis de evolución y tendencia anual y actual de los parámetros fisicoquímicos establecidos en la NOM-127-SSA1-2021 para su cumplimiento y sobre todo establecer estrategias y mejoras en el proceso de potabilización de este organismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- DOF, Diario Oficial de la Federación. (1989). Criterios ecológicos de calidad del agua. CEE-CCA-001/89. Diario Oficial de la Federación, 2 de diciembre, 26-36.
- INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Leite N., Stolberg J., Purin S., Tavela A., Safanelli J., Marchini H., Exterkoetter R., Johnson, M. (2018). Hydrochemistry of shallow groundwater and springs used for potable supply in Southern Brazil. *Environmental Earth Sciences*, 77. DOI:10.1007/s12665-018-7254-4.
- SSA (2021). NOM-127-SSA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Secretaría de Salud Ambiental. Diario Oficial de la Federación.
- WHO (2017). Guidelines for drinking water quality, 4th ed. World Health Organization, Geneva Switzerland.

Documento Interno Dirección Agua Potable Alcantarillado Cd. Valles (Plano Ciudad)