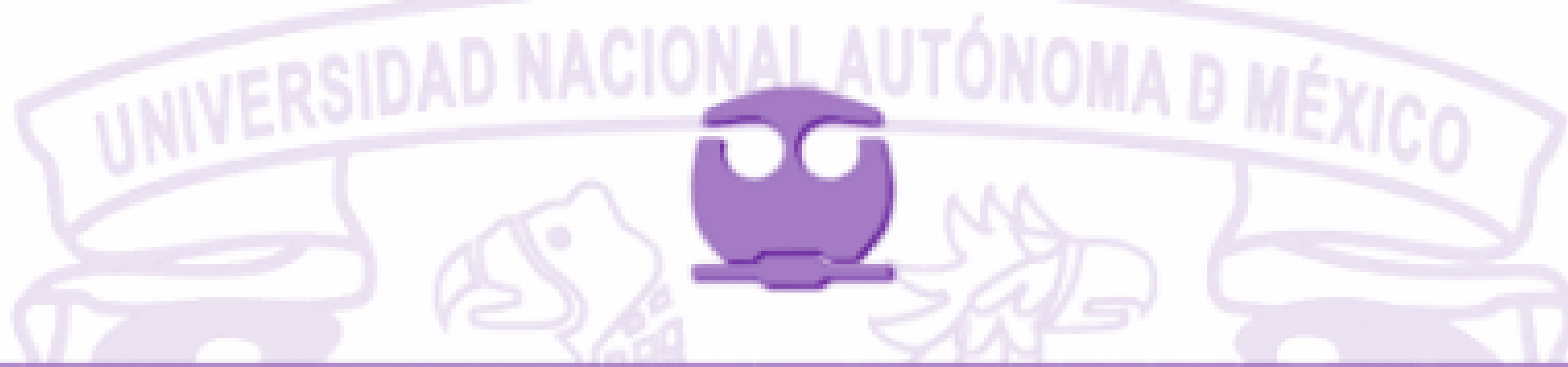




Programa de Estancias Cortas de Investigación

Evaluación de calidad de agua utilizando equipo multiparamétrico 8/Q/1635

Resumen

Utilizando un **multiparamétrico Hanna HI-9812-51**, se midieron el **pH, conductividad, sólidos totales disueltos y temperatura** de muestras de **agua para uso y consumo humano** directamente en grifos, y se obtuvieron mediciones en distintos puntos del proceso de potabilización de la Planta Potabilizadora del ITNM Milpa Alta. Para obtener las mediciones, se elaboró un **protocolo de muestreo, calibración de los parámetros y medición**, basado en las Normas Oficiales Mexicanas y en el manual del equipo multiparamétrico. Adicionalmente, se analizaron los parámetros del agua pluvial en la planta de captación de agua de lluvia del ITNM Milpa Alta.



Multiparamétrico Hanna HI-9812-51

Problema

El planteamiento de un método rápido y confiable de análisis de agua potable permite identificar problemas en el proceso de purificación y distribución, para prevenir problemas de salud en consumidores

Hipótesis

Los parámetros analizados en el agua potable cumplirán con los límites o intervalos establecidos en la NOM-127-SSA1-2021

Metodología

Preparación de material

Limpieza profunda de recipientes para muestreo. Almacenamiento adecuado para evitar contaminación.

Calibración y verificación del multiparamétrico

- Evaluación de precisión y exactitud del método**
 - Calibración con soluciones de calibración (Grado estándar de calibración)
 - Verificación con material de referencia certificado
- Calibración del equipo para muestras de agua**
 - Calibración con soluciones de calibración (Material de referencia certificado)
 - Verificación con soluciones de calibración (Material de Referencia Certificado)

Protocolo de muestreo

- Grifo de consumo**
Enjuagar envases, llenar directamente
- Efluente de la planta**
Enjuagar envases, permitir salida de agua, llenar.
- Reservorio o cisterna**
Enjuagar envase muestreador. Tomar muestra y llenar envase.

Protocolo de medición

Enjuagar electrodo con agua desionizada.

Secar, Enjuagar con muestra

pH Conductividad SDT

Temperatura

Disposición de residuos

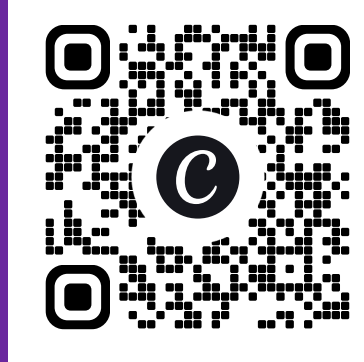
Muestras de agua:
No se clasifica como residuo químico.

Soluciones estándar:
Etiquetadas y almacenadas para posterior disposición final.

Protocolo de medición



Protocolo de muestreo



Objetivos

- Investigación formativa en **normatividad ambiental** con aplicación al análisis de calidad de agua
- Propuesta de diseño experimental para **medición de parámetros fisicoquímicos utilizando equipo Hanna HI9812-51**
- Aplicación de metodología** analítica a muestras de agua
- Evaluación** de resultados obtenidos con base en **normatividad aplicable**

Conclusiones

- El multiparamétrico, con el protocolo diseñado permitió obtener mediciones rápidas y precisas de agua para uso y consumo humano.
- La ósmosis inversa fue la etapa que produjo la mayor disminución de conductividad y SDT.
- El sistema PUMAGUA presentó valores homogéneos en todos los puntos de muestreo analizados.
- En el agua tratada, los SDT disminuyeron considerablemente; sin embargo, el pH final se encontró por debajo del intervalo establecido en la NOM-127-SSA1-2021 para agua de consumo humano, posiblemente por el bajo contenido de minerales.

Agradecimientos

- Directora M.en D. Fátima Yarasel Mendoza Montero. Directora del Instituto Tecnológico Nacional de Milpa Alta
- QFB. Joaquina Villegas Castillo
- Ing. Jibrahan Homir Mondragón Santana
- Alumnas de la carrera de Ing. Bioquímica:
- Nayeli Iglesias Sánchez y Berenice Hernández Mejía
- Alumna de la carrera de QFB: Michelle García Gómez
- Alumna de la carrera de QFB: Frida Gabriela Arteaga Pereda

- Dra. Daniela Franco Bodek
- M. en C. Silvia Citalilli Gama González
- Dra. Anai Chiken Soriano
- Dra. Minerva Monroy Barreto
- Alumnos de la carrera de Q: Rodríguez Pacheco Oscar Uriel y Acoltzi Amador Diego
- Alumno de la carrera de QFB: Sustayta Azuara Manuel Arturo
- Alumno de la carrera de QA: Vera Jiménez Marcus Ian
- Alumno de la carrera de IQ: Tovar Facundo Elvis Alejandro
- C. Osvaldo Ríos

Resultados

Se eligió como objeto de estudio el **agua para uso y consumo humano**, utilizando como principal referente normativo la **NOM-127-SSA1-2021**. Se elaboró una metodología de muestreo y medición con base en métodos referenciados por dicha norma y procedimientos de medida descritos en el manual del equipo multiparamétrico. Se complementaron los límites no especificados con normas internacionales.

Se realizó el análisis de muestras de agua potable del sistema **Pumagua** en el grifo del laboratorio 3A, y en los dispensadores de la explanada de la Facultad de Química. Además, se realizaron análisis en distintos puntos del proceso de purificación de la planta purificadora y planta de captación de agua de lluvia del **ITNM Milpa Alta**, para estudiar la evolución de los parámetros estudiados.

Tabla 1. Evaluación de precisión como %Desviación Estándar Relativa y exactitud como % de recuperación

	pH			Conductividad (µS/cm)	SDT (ppm)
Valor verdadero	4	7	10	1413	1382
$\bar{x}$	4,07	7	9,83	1363,33	1380
%DER	1,42	0	0,59	4,72	0
%Recuperación	101,41	100	98,24	96,49	99,86

Tabla 2. Evaluación de precisión como % de desviación estándar relativa en la planta purificadora del ITNM Milpa Alta

Punto de muestreo	%DER (%)		
	pH	Conductividad	TDS
Cisterna	1,9	0	4,9
Suavizador	0,7	2,2	0
Ósmosis	0,8	57,7	43,3
Consumo	4,9	0	0

La **Tabla 1** refleja la evaluación del método de medición diseñado. La **Tabla 2**, construida con valores de muestras reales, confirma que el protocolo de muestreo es adecuado para agua de uso y consumo humano, sin embargo debe adaptarse para el estudio de procesos específicos de purificación (señalada, la ósmosis reversa)

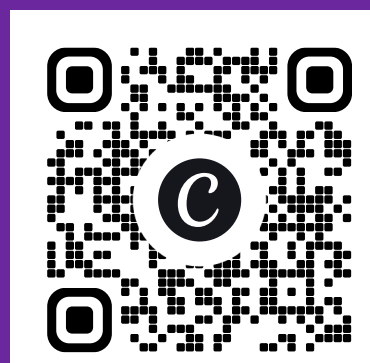
Tabla 3. Límites e intervalos de los parámetros evaluados, y muestras de agua potable no conformes

Parámetro	Límite	Marco normativo	No conforme
pH	6.5- 8.5	NOM-127-SSA1-2021	Agua de llenado de garrafones ITNM Milpa Alta
Conductividad (µS/cm)	2500	S.I. No. 99/2023 (Unión Europea)	-
Sólidos totales disueltos (ppm)	1000	NOM-127-SSA1-2021	-

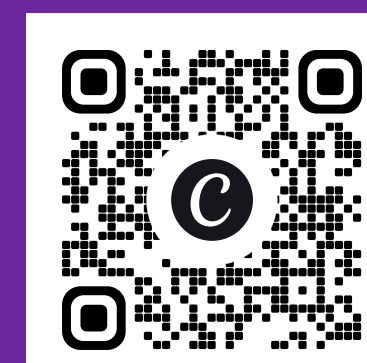
La **Tabla 3** indica los parámetros analizados y las muestras de agua potable no conformes con los límites establecidos. La única muestra no conforme presentó un pH = 5.4 ± 0.26 No necesariamente indica daño a la salud (OMS) y dado que las tuberías en la planta son de plástico, no incrementa el riesgo de contaminación por metales.

Causa: Disolución de CO₂ del ambiente debido al bajo valor de sólidos totales disueltos (10 ppm)

Datos experimentales



Brigada de muestreo



Referencias

- Hanna Instruments Chile. 2024. Sonda multiparamétrica de PH / CE / TDS - HI1285-51 | Hanna Instruments Chile. <https://hannachile.com/producto/sonda-multiparametrica-de-ph-ce-tds-hi1285-51>
- Secretaría de Economía. 2016. Análisis de agua - Medición del pH en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (NMX-AA-008-SCFI-2016). <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/166767/NMX-AA-008-SCFI-2016.pdf>
- Secretaría de Economía. 2000. NMX-AA-093-SCFI-2013. ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTROLÍTICA - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-093-1984). Dirección General de Normas.
- Secretaría de Economía. 2016. Análisis de agua - Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba (NMX-AA-034-SCFI-2015). Diario Oficial de la Federación. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/166146/nmx-aa-034-scfi-2015.pdf>
- Secretaría de Salud. 2022. NOM-127-SSA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Diario Oficial de la Federación. TF 20206306 Proyecto DGAPA-UNAM PAPIME PE201324.
- Lipps, W. C., Braun-Howland, E. B., & Baxter, T. E. 2023. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA Press.
- Guía para clientes. Muestreo de agua para análisis microbiológico. (s.f.). PRIMUS LABORATORIOS DE MÉXICO, S. DE R.L. DE C.V.
- Secretaría de Economía. NMX-AA-003/2-SCFI. Análisis de agua - Muestreo - Parte 2: Guía para las técnicas de muestreo. <http://legis.mex.mty.itesm.mx/normas/AA/prox0909/proy-nmx-aa-003-2-scfi008.pdf>
- Secretaría de Economía. NMX-AA-003/2-SCFI. Análisis de agua - Muestreo - Parte 3: Guía para la preservación y manejo de las muestras. <http://legis.mty.itesm.mx/normas/AA/prox0909/proy-nmx-aa-003-3-scfi008.pdf>
- Est. I.Q. Elvís Alejandro Tovar Facundo. 2026. Guía Residuos EAF 20260306 Proyecto DGAPA-UNAM PAPIME PE201324. https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/20154/mod_resource/content/2/Gu%C3%ADa%20Residuos%20EAF%2020260306.pdf
- El presente procedimiento corresponde al acondicionamiento interno establecido por el Grupo de Investigación Formativa en Química Analítica Ambiental (GIFQAA) para minimizar el riesgo de contaminación de los recipientes de muestreo. Este procedimiento complementa las recomendaciones generales para el manejo y acondicionamiento de envases descritas en la NMX-AA-003/2-SCFI y la NMX-AA-003/3-SCFI, relativas a la preservación y manejo de muestras de agua.
- Secretaría de Economía. (2013). NMX-AA-007-SCFI-2013. Análisis de agua—Medición de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas—Método de prueba (cancela la NMX-AA-007-SCFI-2000). Dirección General de Normas.
- European Union (Drinking Water Regulations 2023. S.I. 99/2023: Statutory Office, Dublin.
- Gemini. 2026. Flujoograma resumen del proceso de muestreo y análisis de agua (Generador de imágenes de IA). Google. <https://gemini.google.com>
- Islam, R. 2017. Assessment of pH and total dissolved substances (TDS) in the commercially available bottled drinking water. *IOSR Journal of Nursing and Health Science (IOSR-JNHS), 6(15), 35–40



Programa de Estancias Cortas de Investigación

Química Analítica Ambiental - Calidad de Agua 8/Q/1635

Resumen

Utilizando un **multiparamétrico Hanna HI-9812-51**, se midieron el **pH, conductividad, sólidos totales disueltos y temperatura** de muestras de **agua para uso y consumo humano** directamente en grifos, y se obtuvieron mediciones en distintos puntos del proceso de potabilización de la Planta Potabilizadora del ITNM Milpa Alta. Para obtener las mediciones, se elaboró un procedimiento de toma de muestras, calibración de los parámetros y medición, basado en las Normas Oficiales Mexicanas y en el manual del equipo multiparamétrico.

Adicionalmente, se analizaron los parámetros del agua pluvial en la planta de captación de agua de lluvia del ITNM Milpa Alta.



Multiparamétrico
Hanna HI-9812-51

Problema

El planteamiento de un método rápido y confiable de análisis de agua potable permite identificar problemas en el proceso de purificación y distribución, para prevenir problemas de salud en consumidores

Hipótesis

Los parámetros analizados en el agua potable cumplirán con los límites o intervalos establecidos en la NOM-127-SSA1-2021

Objetivos

- Investigación formativa en **normatividad ambiental** con aplicación al análisis de calidad de agua
- Propuesta de diseño experimental para el **análisis de la calidad del agua empleando equipo multiparamétrico**.
- Medir parámetros fisicoquímicos (pH, STD, Temperatura y Conductividad) con el equipo multiparamétrico y evaluar si el agua se considera de uso y consumo humano según lo estipulado en normatividad mexicana e internacional (EPA)

Metodología

Resultados

Tabla 1. Evaluación de precisión y exactitud

pH = 5.4 ± 0.26

No necesariamente indica daño a la salud (OMS)

Dado que las tuberías en la planta son de plástico, no provoca contaminación por metales.

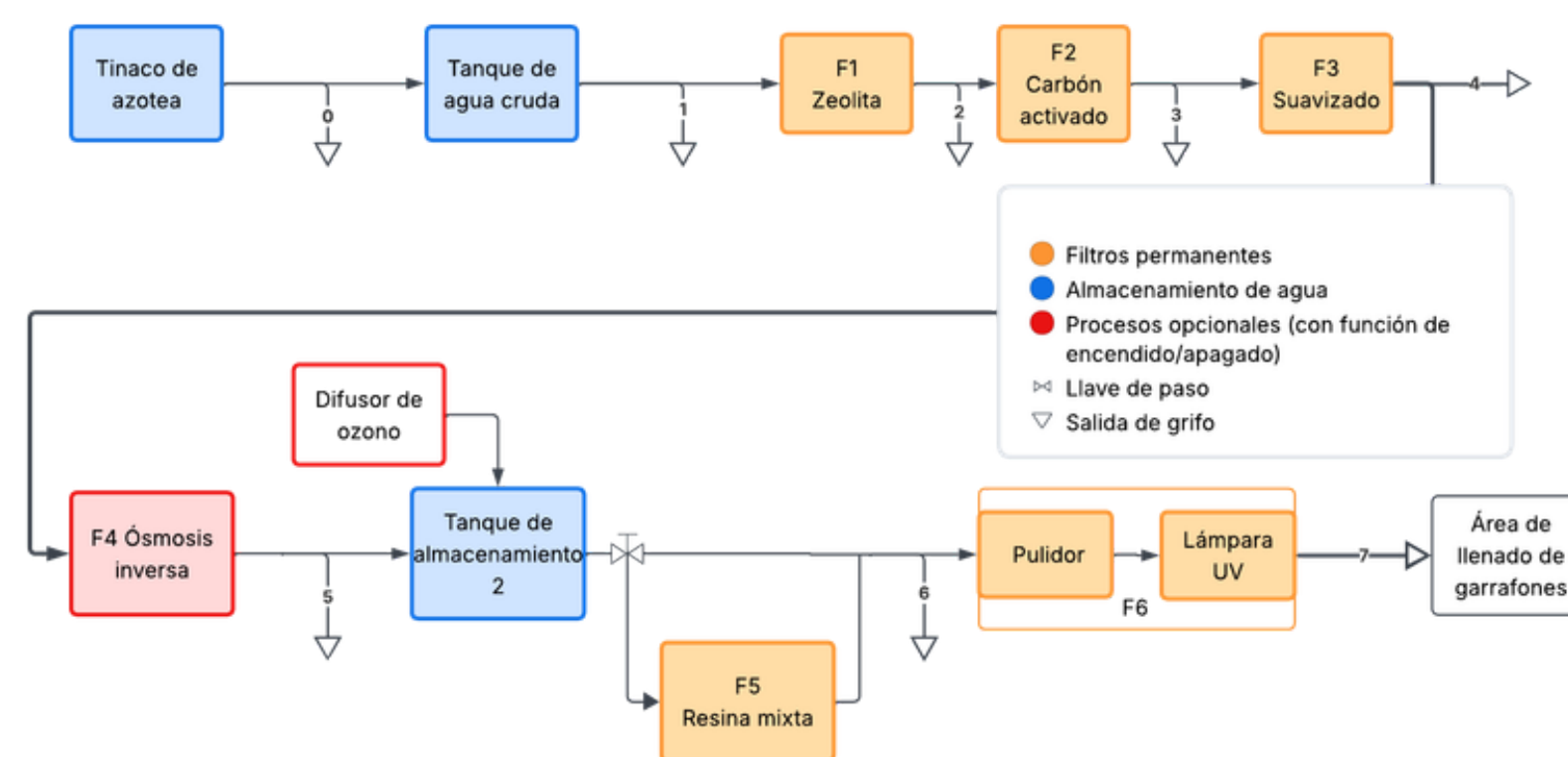
Causa: Disolución de CO₂ del ambiente debido al bajo valor de sólidos totales disueltos (10 ppm)

Posible solución: Introducir un proceso de mineralización después del pulidor y lámpara UV

Tabla 2. Evaluación de precisión como % de desviación estándar relativa en la planta purificadora del ITNM Milpa Alta

	%DER (%)		
	pH	Conductividad	TDS
Cisterna	1,9	0	4,9
Suavizador	0,7	2,2	0
Ósmosis	0,8	57,7	43,3
Consumo	4,9	0	0

Diagrama de planta purificadora ITNM Milpa Alta



Conclusiones

- El multiparamétrico, con el protocolo diseñado permitió obtener mediciones rápidas y precisas de agua para uso y consumo humano.
- La ósmosis inversa fue la etapa que produjo la mayor disminución de conductividad y SDT.
- El sistema PUMAGUA presentó valores homogéneos en todos los puntos de muestreo.
- El agua pluvial presentó baja mineralización y un pH ácido.
- En el agua tratada, los SDT disminuyeron considerablemente; sin embargo, el pH final se encontró por debajo del intervalo establecido en la NOM-127-SSA1-2021 para agua de consumo humano, posiblemente por el bajo contenido de minerales.

Agradecimientos

Directora M.en D. Fátima Yaraset Mendoza Montero,
Directora del Instituto Tecnológico Nacional de Milpa Alta
QFB. Joaquina Villegas Castillo
Ing. Jibrahan Homir Mondragón Santana
Alumnas de la carrera de Ing. Bioquímica:
Nayeli Iglesias Sánchez y Berenice Hernández Mejía
Dra. Daniela Franco Bodek

M. en C. Silvia Citlali Gama González
Dra. Anai Chiken Soriano
Dra. Minerva Monroy Barreto
Alumnos de la carrera de Q: Rodríguez Pacheco Oscar Uriel y Acoltzi Amador Diego
Alumno de la carrera de QFB: Sustayta Azuara Manuel Arturo
Alumno de la carrera de QA: Vera Jiménez Marcus Ian
Alumno de la carrera de IQ: Tovar Facundo Elvis Alejandro
C. Osvaldo Rios
Alumna de la carrera de QFB: Michelle García Gómez
Alumna de la carrera de QFB: Frida Gabriela Arteaga Peredai

Referencias

- Hanna Instruments Chile. (2024, 3 junio). Sonda multiparamétrica de PH / CE / TDS - HI1285-51 | Hanna Instruments Chile. <https://hannachile.com/producto/sonda-multiparametrica-de-ph-ce-tds-hi1285-51>
- NMX-AA-008-SCFI-2016
- Secretaría de Economía. (2000). NMX-AA-093-SCFI-2013. ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTROLÍTICA - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-093-1984). Dirección General de Normas.
- NMX-AA-034-SCFI-2015
- Secretaría de Salud. (2022). NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Diario Oficial de la Federación.
- Lipps, W. C., Braun-Howland, E. B., & Baxter, T. E. (2023). Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA Press.