

# DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA ALBERCA DE LA ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE GUANAJUATO

Edgar Fabián Vázquez Hernández (1), M. Irene Cano Rodríguez (2)

1 Licenciatura en Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas | fabian\_na@hotmail.com

2 Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato | Irene@ugto.mx

## Resumen

El propósito de esta investigación fue determinar la calidad del agua en una alberca; para el estudio se analizaron diferentes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos establecidos en la normatividad vigente de México. Como caso de estudio se eligió la alberca de la Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato (ENMSG), la cual tiene 25 m de largo por 12.5 m de ancho y cuya profundidad varía desde 1 m hasta 3.07 m. La investigación se dividió en: fase 1) muestreo del agua de la alberca durante su funcionamiento y fase 2) muestreo del agua en su descarga (efluente), analizando en ambas: pH, color verdadero, conductividad, cloro residual, turbiedad, dureza total y por calcio, alcalinidad, cloruros, sólidos totales, sólidos suspendidos totales y hierro, además los parámetros microbiológicos como coliformes totales y fecales. Los resultados fueron comparados con las Normas Oficiales Mexicanas para valorar la calidad del recurso hídrico. El análisis mostró que los parámetros fuera de los límites permisibles fueron los sólidos totales, los organismos coliformes totales y fecales, por lo que se concluye que la calidad del agua debe controlarse en paralelo con la actividad operativa de la alberca, para disminuir los riesgos en la salud pública de los usuarios.

## Abstract

The purpose of this research was to determine the quality of water in a swimming pool; for this study, various chemical and microbiological parameters established in the Mexican regulations were analyzed. As a case study the swimming pool of Superior Middle School Level of Guanajuato (ENMSG), which is 25 m long and 12.5 m wide and the depth varies from 1 m to 3.07 m, was chosen. The research was divided into: phase 1) sampling of water from swimming pool during operation and phase 2) water sampling from effluent, analyzing in both: pH, true color, conductivity, residual chlorine, turbidity, total hardness and calcium, alkalinity, chloride, total solids and total suspended solids, and iron, besides microbiological parameters such as total and fecal coliforms. The results were compared with the Mexican Official Standards to assess the quality of water resources. The analysis showed that the parameters outside the permissible limits were total solids, total and fecal coliforms, which concluded that the water quality should be monitored in parallel with the operational activities of the swimming pool, to reduce risks public health of users.

## Palabras Clave

Calidad del agua; Albercas; NOM.

## INTRODUCCIÓN

Las piscinas son establecimientos públicos o privados que deben ser supervisados permanentemente por agencias gubernamentales con el objetivo de preservar la calidad del agua y la salud pública. La Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato (ENMSG), cuenta dentro de su infraestructura con una alberca (Imagen 1) en la que se imparte la natación como actividad deportiva tanto a los alumnos como a usuarios externos (niños de 6 a 12 años, niños con capacidades especiales y adultos), quienes actúan como contaminantes al introducir en el agua de la alberca a través de las mucosas, piel y sistema genito-urinario, agentes que permiten la proliferación de microorganismos con alta factibilidad de contagio y que aceleran el deterioro de la calidad del agua representando esto un riesgo sanitario para los usuarios [1].



IMAGEN 1: Alberca de la ENMSG

La gestión eficiente del recurso hídrico involucra conceptos de mantenimiento de la calidad, reúso y aprovechamiento del agua. Estos aspectos y su control se encuentran relacionados con la normatividad del país, debido a que ésta marca los parámetros de mantenimiento de la calidad del agua en aspectos químicos, físicos y metodológicos; es importante mencionar que México cuenta en la actualidad con una normatividad para piscinas (NOM-245-SSA1-2010, Requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas [2]), que especifica los

parámetros de calidad del agua con los que debe cumplirse y límites máximos permisibles. Sin embargo, la NOM-245-SSA1-2010 no hace alusión a características como el volumen máximo de usuarios por m<sup>2</sup> en las piscinas, construcción, reparación, reforma, operación, mantenimiento de piscinas, características de ubicación, entre otros, los cuales se pueden observar claramente en normas de otros países, esta deficiencia normativa en el país no permite regular y estandarizar procedimientos y controles directos que eviten el deterioro del recurso hídrico.

El tratamiento aplicado al agua de la alberca de la ENMSG para mantenerla en óptimas condiciones consiste primeramente en una operación de filtrado continuo utilizando zeolita como medio filtrante y una limpieza periódica de bombas y desnatadores. Es utilizado cloro-bromo como agente sanitizante y eliminador de materia orgánica y shock preventivo para evitar la formación de la misma, así como productos específicos que previenen el crecimiento y desarrollo de algas (cristalin green); para el control de pH se emplea dependiendo del valor del mismo en el momento del chequeo productos para alcalinizar (alcalos) o acidificar (acidet) el agua de la alberca.

El objetivo de este trabajo de investigación fue estudiar la calidad del agua de la alberca de la ENMSG, en la cual se hicieron pruebas físico-químicas y microbiológicas basadas en la NOM-245-SSA1-2010 y la modificación de la NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización [3].

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó la calidad del agua en dos fases, la primera de ellas con muestras provenientes de la alberca durante su periodo de funcionamiento (9/06/15) y la segunda con muestras provenientes de la salida (efluente) de la alberca en su vaciado (10/06/15). Para el desarrollo de la primera fase se tomaron las muestras en los puntos indicados según la NOM-245-SSA1-2010 en la sección de muestreo y métodos de prueba, mientras que en la fase dos se colectaron las muestras directamente de la manguera del efluente de la alberca; en ambos

casos se tomó una muestra simple por cada punto de muestreo.

Las dimensiones de la alberca de la ENMSG son: 25 m de largo por 12.5 m de ancho, donde la profundidad varía desde 1 m hasta 3.07 m. Se colectaron un total de 5 muestras, recogidas en bolsas estériles Whirlpack de 100 mL de capacidad con pastilla de tiosulfato sódico, para el análisis microbiológico (Imagen 2) y transportados en hielo para su análisis, de la misma manera 1 L de agua para el análisis fisicoquímico en cada una de las fases.



IMAGEN 2: Muestras para análisis microbiológico

La Imagen 3 muestra los puntos de muestreo seleccionados en base a la NOM-245-SSA1-2010.

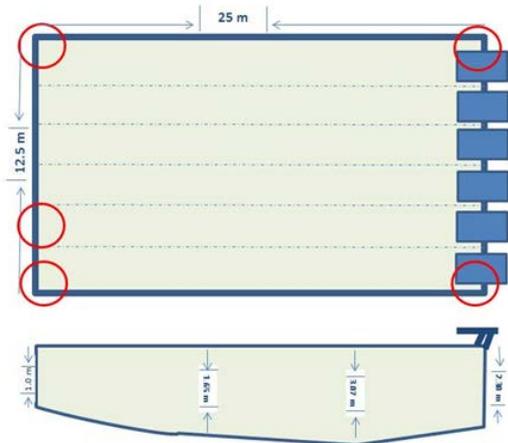


IMAGEN 3: Dimensiones y puntos de muestreo de la alberca de la ENMSG

Las técnicas analíticas utilizadas en las pruebas físico-químicas y microbiológicas se realizaron según las Normas Mexicanas y técnicas mencionadas a continuación:

Físicos: color verdadero (NMX-AA-045-SCFI-2001), conductividad (NMX-AA-093-SCFI-2000), cloro residual (NMX-AA-108-SCFI-2001), turbiedad (NMX-AA-038-SCFI-2001), sólidos totales (NMX-AA-034-SCFI-2001) y sólidos suspendidos totales (NMX-AA-034-SCFI-2001). La Imagen 4 muestra el área de trabajo para análisis fisicoquímicos.



IMAGEN 4: Área de trabajo para análisis fisicoquímico

Químicos: pH (NMX-AA-008-SCFI-2011) dureza total (NMX-AA-072-SCFI-2001) y dureza debida al calcio (NMX-AA-072-SCFI-2001), alcalinidad (NMX-AA-036-SCFI-2001), cloruros (NMX-AA-073-1981) y hierro (Espectrofotometría UV - Visible). Microbiológicos: coliformes totales (Colonias en 100 mL) y coliformes fecales (Colonias en 100 mL) (Imagen 5)



IMAGEN 5: Análisis microbiológico

Debido a que no existen normas mexicanas específicas que señalen los niveles máximos permisibles para la calidad del agua entre piscinas y sus descargas, fue necesario establecer el comparativo con base a los resultados obtenidos

tomando en cuenta la modificación de la NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Para evaluar los datos de ambas fases, se analizaron por separado cada una de las muestras obtenidas en las mismas, generando una tabla en la cual se registraron los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros para posteriormente aplicarles estadística descriptiva, con el fin de poder comparar los resultados con la normatividad vigente correspondiente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los valores obtenidos para los diferentes parámetros analizados en el agua de la alberca de la ENMSG y los límites máximos permisibles marcados en las normatividades NOM-245-SSA1-2010 y NOM-127-SSA1-1994.

Se observa que los parámetros que no cumplen con el valor máximo permisible marcado en la NOM son: sólidos totales, organismos coliformes totales y fecales. El hecho de que el parámetro sólidos totales se encuentre fuera de los límites permisibles

Tabla 1: Calidad del agua en la alberca de la ENMSG

Parámetro				
	Unidad	Fase 1	Fase 2	NOM
1. pH	-----	6.59	7.24	6.5-8.5
2. Color verdadero	UPC	0	0	20
3. Conductividad	µS/cm	2276	2390	N.E.
4. Cloro residual	ppm	0.2	0.5	1.5-5.0
5. Turbidez	UTN	1.40	1.03	5
6. Dureza total	ppm	189.66	189.66	500
7. Dureza por calcio	ppm	104.51	112.25	N.E.
8. Alcalinidad	ppm	70.91	78.50	N.E.
9. Cloruros	ppm	210.98	214.52	250
10. Sólidos totales	ppm	<b>1880</b>	<b>1800</b>	1000
11. Sólidos suspendidos totales	ppm	1	1	N.E.
12. Hierro	ppm	0.118	0.116	0.30
13. Coliformes fecales	UFC/100 mL	<b>1</b>	0	0
14. Coliformes totales	UFC/100 mL	<b>100</b>	<b>80</b>	0

indica que el tratamiento actual empleado es deficiente en cuanto al proceso de filtrado. La Imagen 6 muestra las unidades formadoras de colonias en 100 mL para el caso de organismos coliformes totales en la fase 2. Es importante mencionar que para la determinación de organismos coliformes totales y fecales se utilizó la técnica de filtración por membrana sobre medios selectivos en lugar de la técnica del número más probable (NMP) indicada en la NOM-245-SSA1-2010.



IMAGEN 6: UFC/100mL Organismos coliformes totales, fase 2

Es importante apreciar que la calidad del agua de la alberca no tuvo variaciones importantes entre las dos fases de muestreo.

Para el caso de sólidos totales es posible apreciar que existe un decremento de la cantidad de los mismos entre la fase 2 y la fase 1 de muestreo, lo cual está en concordancia con las condiciones en las que se llevó a cabo el muestreo, entre mayor sea el número de usuarios es mayor el valor de sólidos disueltos totales. La misma consideración cabe para las coliformes fecales que muestran diferencia entre la primer y segunda fase de muestreo, debe tenerse presente que un individuo habitualmente presenta 0.14 g de materia fecal en la zona perianal y un niño puede tener hasta 10 g, que, en contacto con el agua de las piscinas se diluye convirtiéndose en un factor contaminante [4].

La calidad del recurso hídrico está directamente relacionada al número de usuarios, por lo que es necesario incluir un proyecto de norma Mexicana respecto a los volúmenes máximos de usuario por metro cuadrado en albercas, con el fin de controlar este aspecto, disminuyendo los procesos de contaminación y los riesgos en salud pública para los usuarios.

Un factor altamente contaminante y que constituye la principal causa de riesgos a la salud pública es la falta de cultura del usuario al no cumplir normas básicas como el ducharse antes de entrar a la alberca, no orinar dentro de ella, escupir o sonarse dentro de la misma; es necesario contar con campañas de educación para los usuarios dándoles a conocer los riesgos en salud que pueden ocasionar las prácticas inadecuadas en estos establecimientos.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo sobre la calidad del agua de la alberca en estudio fueron comparados con las Normas Oficiales Mexicanas. El análisis mostró que los parámetros fuera de los límites permisibles fueron los sólidos totales, los organismos coliformes totales y fecales, por lo que se concluye que la calidad del agua debe controlarse en paralelo con la actividad operativa de la alberca, poniéndose de manifiesto la necesidad de controlar la cantidad de usuarios por m<sup>2</sup> para disminuir los riesgos en la salud pública de los mismos.

De la misma manera es posible concluir que es necesaria la implementación de un nuevo tratamiento para el agua de la alberca que sea realmente eficiente y responda a las necesidades que el tratamiento actual no satisface, por lo cual éste debe basarse en un adecuado proceso de filtración de sólidos y desinfección, principalmente.

Es importante concluir que en este trabajo también se adquirió la habilidad para determinar los parámetros que permiten evaluar la calidad del agua en general, así como la importancia del conocimiento y cumplimiento de la normatividad vigente.

## AGRADECIMIENTOS

A la Q.F.B. Victoria Méndez Ramírez y al personal del laboratorio de calidad del agua de la comisión estatal del agua de Guanajuato (CEAG), así como a las instalaciones e infraestructura del laboratorio de Química y Tecnología Ambiental de la DCNE de la UG, Campus Guanajuato y especialmente a la DINPO por el apoyo para la realización de este verano de investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Díaz – Solano B. H. et. Al. (2011). Calidad físico – química y microbiológica del agua en parques acuáticos. *Hidrobiológica*, 21(1), pp. 49 – 62.
- [2] DOF: 25/06/2012 NOM-245-SSA1-2010 Requisitos sanitarios y calidad del agua que deben cumplir las albercas
- [3] DOF: 20/10/2000 NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- [4] Castor, M. L. & M. J. Beach. (2004). Reducing illness transmission from disinfected recreational water venues-swimming, diarrhea and the emergence of a new public health concern. *Pediatric Infectious Diseases Journal* 23: pp. 866-870.