

CARACTERIZACION FISICO QUIMICA DE LAS AGUAS
DEL LAGO ASOSOSCA

AUTORES

SYLVIA FUENTES HUELVA

KATIA MONTENEGRO RAYO

CONTRIBUCION AL PRIMER
CONGRESO CIENTIFICO DE LA UNAN MANAGUA
MAYO, 1991

CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN RECURSOS ACUATICOS
DE NICARAGUA (CIRA/UNAN)

RESUMEN

El estudio reporta el carácter Hidroquímico de las aguas del lago Asososca, basándose en la prevalencia de sus principales iones, del tipo $\text{HCO}_3\text{-Na}$, que coincide con el del Acuífero Las Sierras que es su principal fuente de Recarga.

El lago de Asososca se encuentra en peligro inminente de contaminación, de ahí la importancia de este estudio, tomando en cuenta el uso potable que se da a sus aguas.

El estudio se considera preliminar. Los datos presentados y discutidos son del nivel superficial del Lago, y corresponden a un año de muestreos.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un Test estadístico para comprobar el nivel de significancia de las diferencias encontradas entre la estación seca y la lluviosa. Desde el punto de vista fisico-químico las aguas de este lago cratérico son adecuadas para uso potable.

I. INTRODUCCION

El Lago de Asososca está situado en un cráter volcánico inactivo al oeste de Managua en las coordenadas $12^{\circ}-8'$ latitud norte y $86^{\circ}-19'$ longitud oeste.

Su forma es elíptica irregular con una longitud máxima de 1,140 mts y un ancho de 990 mts con una profundidad máxima de 90.85 mts siendo el área de la superficie libre del agua a 35 M.S.N.M de 0.78 Km^2 . El volumen de agua almacenado es de aproximadamente $44.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Montgomery-Santos & Heilemam Chan 1979).

El área de la cuenca del lago es de 151 Km^2 con una elevación máxima de 900 M.S.N.M. en la parte sur (Crucero) y una elevación de 39 M.S.N.M. en la parte norte (Lago de Managua).

Asososca se encuentra rodeada de varias fuentes contaminantes como son :

- 1.- El complejo industrial de Occidente de la Capital (Mayco, Penwalt, Hercasa, la Refinería de Petróleo ESSO situadas al norte del Lago).
- 2.- El Lago de Managua que recibe las aguas residuales de las mencionadas industrias además de las aguas servidas de la ciudad.
- 3.- El relleno sanitario de desechos sólidos y la percolación que pueda tener el basurero municipal.
- 4.- Posible infiltración de aguas de mala calidad de la Laguna de Nejapa, (Anónimo 1978).

Las extracciones diarias de agua del Lago de Asososca han aumentado desde un promedio de 3,785 m³ en el año 1930 hasta unos 83,270 m³ en 1976. Como resultado del aumento progresivo de las extracciones de agua el nivel del lago ha descendido paulatinamente causando desde el año 1968 un cambio general en la dirección de la pendiente del acuífero, la cual ahora va del Lago Xolotlán hacia el Lago de Asososca (Montgomery - Santos & Heileman - Chan 1979).

La calidad del agua de este lago está relacionada con la de sus fuentes de alimentación tanto subterránea como el agua de escurrimiento superficial que le llega de su pequeña cuenca tributaria, pero por efectos de las altas proporciones de infiltración que poseen los suelos de la región el agua se infiltra en cantidades considerables al subsuelo y pasa a ser la principal fuente de recarga del acuífero subterráneo que alimenta el lago.

Los efectos de la lluvia que cae directamente sobre el lago y los de la evaporación son insignificantes comparados con los cambios efectuados por las aportaciones de las aguas subterráneas y las extracciones de agua para el abastecimiento municipal.

En la actualidad el abastecimiento de la ciudad de Managua se realiza por bombeo a través de 3 fuentes principales :

- 1.- Lago de Asososca cuya producción promedio es de 80,999 m³
- 2.- Campos de pozos Carlos Fonseca con una producción promedio de 61,695 m³.
- 3.- Pozos dispersos en la ciudad con una producción promedio de 30,658 m³. (Pérez-Díaz 1989).

Dada la obvia importancia de este lago volcánico, es preciso conocer las características fisico-químicas y monitorear su evolución, ante posibles transformaciones antropogénicas.

Otro objetivo de nuestro estudio es determinar los principales iones del agua de Asososca para conocer el carácter Hidroquímico de sus aguas.

II. MATERIALES Y METODOS

El muestreo se realizó mensualmente por espacio de 1 año de Noviembre 89 a Octubre 90 en la parte central del lago.

Las muestras fueron captadas en los últimos días de cada mes entre las 9:00 am. y 1:00 pm. y transportadas al laboratorio en recipientes plásticos sin utilizar preservantes para la determinación de los parámetros físico-químicos, según los métodos descritos en el Standard Methods for the examination of Water and Wastewater (1985).

Para la determinación de oxígeno disuelto se tomaron las muestras a diferentes profundidades utilizando la botella de Van Dorn con ayuda de una manguerita para evitar la aeración de éstas que fueron colectadas en botellas de vidrio de 300 ml de capacidad y fijadas en el campo con 1 ml de $MnSO_4$ y 1 ml de una solución alcalina de $NaOH-NaI-NaN_3$ y transportadas al laboratorio para realizar el análisis del oxígeno disuelto. Las muestras de DBO fueron colectadas en frascos plásticos de 500 ml y preservadas a bajas temperaturas.

Para realizar el análisis de la DQO las muestras fueron colectadas en frascos de vidrio de 100 ml y fijadas con 1 ml de H_2SO_4 (conc.)

Los análisis fueron realizados :

1.- Por Medición de Emisión de Radiación.

Se utilizó un Fotómetro de llama CORNING Modelo 410 para la determinación de Sodio y Potasio.

2.- Por Medición de Absorción de Radiación.

Se utilizó un Espectrofotómetro UV-Visible DMS 80 VARIAN para la determinación de los siguientes parámetros por métodos colorimétricos.

a- Boro (Método de la Curcumina)

b- Flúor (Método del SPANDS)

c- Fósforo total (Digestión H_2SO_4 - HNO_3 - Método colorimétrico del ácido ascórbico).

d- Hierro (Método de la Orto-Fenantrolina)

e- Nitrato (Método de la Brucina)

f- Nitrito (Método de la 1 - Naftil amina)

g- Sulfato (Método turbidimétrico utilizando $BaCl_2$)

3.- Por Método Potenciométrico.

Se realizó la medición del pH de las muestras utilizando un pH-meter 646 Digital - Knick .

4.- Por Método Conductométrico.

Se midió la conductividad de las muestras utilizando un Conductímetro CRISON Modelo 522.

5.- Por Medición de la Dispersión de Radiación.

Se midió la turbiedad de las muestras utilizando un turbidímetro Sargent-Welch.

6.- Por medición de Volumen.

- a- Alcalinidad Total (Utilizando H_2SO_4 0.02N como solución titulante e indicador mixto de verde de Bromocresol y Rojo de Metilo en alcohol etílico).
- b- Calcio (EDTA 0.01M como solución titulante utilizando NaOH 1N y murexida como indicador).
- c- Dureza Total (EDTA 0.01M como solución titulante utilizando Buffer Amoniacal y Negro de Eriocromo T. como indicador).
- d- Magnesio (Por diferencia de Dureza Total-Calcio).
- e- Cloruros (Método Argentométrico con Nitrato de Plata 0.0141N y Cromato de Potasio como indicador).
- f- Oxígeno Disuelto (Método de Modificación de la Azida con $Na_2S_2O_3$ 0.025 N como titulante y solución indicadora de almidón).
- g- DBO_5 (Método de Modificación de la Azida con $Na_2S_2O_3$ 0.025 N como titulante y solución indicadora de almidón. Determinándose el contenido inicial de oxígeno de la muestra, repitiéndose la determinación después de haberse incubado ésta durante 5 días a 20°C).
- h- DCO (Método del Reflujo Abierto con $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0.25 M como titulante y solución indicadora de ferroína).

Todos los datos obtenidos para la estación seca y lluviosa fueron sometidos a un Test-estadístico t-de student para la comparación de dos medias estimadas para conocer si la diferencia mostrada entre ambas estaciones para todos los parámetros era o no significativa; con un $\alpha=0.05$.

Hipótesis nula $H_0=0$ La diferencia no es significativa.

Hipótesis alternativa $H_0\neq 0$ La diferencia es significativa.

A cada muestra se le hizo su balance iónico (% de error) según la siguiente fórmula (Anónimo 1990):

$$BI(\% \text{ error}) = \frac{\sum \text{meq/l Cationes} - \sum \text{meq/l Aniones}}{\sum \text{meq/l (Iones en total)}}$$

Tomando los datos de los macroconstituyentes :

CATIONES

Calcio
Magnesio
Sodio
Potasio

ANIONES

Bicarbonatos
Cloruros
Carbonatos
Nitratos
Sulfatos

III. RESULTADOS Y DISCUSION

IIIa. Parámetros Físicos

Conductividad Eléctrica y Sólidos Totales Disueltos (STD)

Tanto la Conductividad Eléctrica como los STD se refieren a la cantidad de sales inorgánicas que contiene el agua. En Asososca el valor medio anual fue de 481.42 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para Cond. Eléctrica, no existe diferencia significativa entre ambas estaciones, no hay valor guía para agua potable pero generalmente ésta fluctúa entre 50 - 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En cuanto a los STD encontramos un valor medio anual de 360.5 mg/l, la diferencia encontrada entre ambas estaciones no es significativa. El valor guía según OPS es como máximo 1000 mg/l de STD para agua potable. Bruvold y Colaboradores (1967) han clasificado el sabor del agua potable según el valor de los STD, basándonos en esto el sabor del agua de Asososca es considerado como Bueno (300-600 mg/l).

Temperatura

La temperatura influye directa o indirectamente en los fenómenos limnológicos : crecimiento de microorganismos, olor, color, corrosión, Oxígeno disuelto, reacciones químicas, etc. El valor medio encontrado fue de 29.3°C, encontrando las más altas temperaturas en la estación lluviosa debido a que así como en la estación seca se recibe más radiación solar así se dá la mayor evaporación del año enfriando de esta manera la superficie del agua (Margalef, 1983). La diferencia de

temperatura de las dos estaciones es por tanto significativa.

Turbiedad

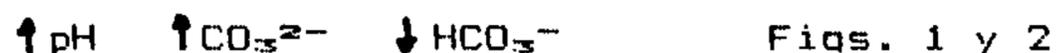
Asososca presenta un valor medio anual de turbiedad de 1.75 UTN (Unidades de Turbiedad Nefelométricas) que se encuentra muy por debajo del valor guía de 5 UTN según OPS para considerarla aceptable. Se encontro un valor mínimo anual de 0.58 UTN y un máximo anual de 2.92 UTN. Hay diferencia significativa entre los valores de los dos períodos debido al arrastre de sólidos en suspensión en la estación lluviosa.

IIIb. Parámetros Químicos

Alcalinidad Total, Carbonatos, Bicarbonatos

Se entiende por Alcalinidad en el agua como la cantidad y tipo de constituyentes en términos de CO_3^{2-} , HCO_3^- y OH^- (combinados o solos) que llevan el pH a un valor alcalino o neutro.

Existe una estrecha relación entre la variación de cada una de las especies con el pH de la siguiente forma :



El ión HCO_3^- es el anión principal de las aguas del lago de Asososca. No hay valores guías para agua potable en términos de alcalinidad total, CO_3^{2-} y HCO_3^- . La diferencia entre ambas estaciones no es significativa.

Los valores mínimos medios y máximos anuales encontrados en Asososca son:

Mínimos	Medios	Máximo	
124.95	141.28	149.6	mg/l como CaCO_3 (Alc.Total)
7.56	18.54	23.76	mg/l CO_3^{2-}
112.53	134.54	161.56	mg/l HCO_3^-

Boro

Es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas. En las aguas naturales es rarísimo encontrar más de 1 mg/l, generalmente los valores se acercan a 0.1 mg/l, por eso no hay valores guías de Boro en el agua potable. En Asososca los valores anuales encontrados fueron un mínimo de 0.096 mg/l una media de 0.17 mg/l y un máximo de 0.23 mg/l, la pequeña diferencia observada entre las estaciones no es significativa.

Cloruros

El Cl^- es uno de los iones más comúnmente encontrados en el agua. En Asososca es el segundo anión en importancia presentando valores anuales mínimos de 44.36 mg/l, media de 53.69 mg/l y máximo de 63.98 mg/l, teniendo una diferencia significativa entre los valores encontrados en la estación seca y lluviosa. Detectamos cierta anomalía del cloruro al aumentar su concentración en la estación lluviosa, suponemos que esto no se debe al aporte de las aguas de lluvias (bajos

Cl⁻) sino que pudiera atribuirse al ascenso de aguas profundas a través de fallas y fracturas debido a la saturación del acuífero, estas aguas profundas tienen un carácter hidroquímico Na-Cl. (Krasny y López 1988). El valor guía para la concentración de cloruro es de un máximo de 250 mg/l (según OPS) teniendo como base consideraciones organolépticas, los Cl⁻ de Asososca se encuentran muy por debajo de este valor.

Calcio, Magnesio y Dureza Total

La dureza del agua es una forma de expresar su contenido en iones alcalino-térreos, principalmente de iones Calcio y Magnesio. La dureza total media anual de Asososca es de 72.1 mg/l como CaCO₃, que según J.D. Hem es considerado por tanto como medianamente dura (60-120 mg/l), lo que la hace aceptable ya que proporciona un equilibrio entre corrosión (producida por agua muy blanda) y los problemas de incrustaciones (se recomienda 100 mg/l de Dureza Total para esto).

Desde el punto de vista estético se recomienda un nivel máximo de 500 mg/l como valor guía. En Asososca el Calcio es el segundo catión en importancia, seguido por el magnesio presentando medias anuales de 17.32 mg/l y 7.03 mg/l respectivamente. Los valores umbrales de sabor para las sales de calcio varían entre 100-300 mg/l (según OPS), y para magnesio son inferiores. Por lo tanto ambos cumplen con los niveles umbrales. Tanto el calcio como el magnesio presentan diferencias significativas entre las estaciones debido a su

dependencia del pH. (Fig. 3)

Fluoruro

El flúor se encuentra presente en diversos minerales, en las aguas naturales es normal encontrar concentraciones <1mg/l que es considerado (OPS) como inocuo para consumo humano ya que previene la caries dental en los niños, por el contrario altos valores de flúor producen manchas en los dientes y fluorosis (enfermedad en que la estructura ósea se ve afectada). En el caso de Asososca encontramos un valor medio anual de 0.4 mg/l, considerado como aceptable para consumo humano. No hay diferencia significativa entre ambas estaciones.

Fósforo Total

El fósforo es un elemento esencial en el crecimiento de los micro-organismos y puede ser el nutriente que limite la productividad primaria de un cuerpo de agua. Es un micro-constituyente de las aguas naturales. En Asososca encontramos un valor máximo de 0.067 mg/l en la estación seca y un valor mínimo de <0.01 mg/l en la estación lluviosa coincidiendo con los valores máximos y mínimos de productividad primaria (Saavedra 1991). La diferencia en ambas estaciones es significativa debido al efecto de dilución producido por las lluvias.

Hierro

Su presencia en las aguas naturales puede ser consecuencia de la disolución de rocas y minerales.

Asososca presenta valores bajísimos de hierro que van desde <0.02 mg/l hasta 0.090 mg/l cumpliendo con el valor guía de OPS de 0.3 mg/l como máximo suponemos que sus bajas concentraciones se deben a su oxidación y posterior precipitación en aguas bien oxigenadas como Asososca.

Nitrato y Nitrito

El N₂ inorgánico en las aguas se encuentra en diversos estados de oxidación N₂, $\frac{NH_3}{NH_4^+}$, $\frac{HNO_2}{NO_2^-}$, $\frac{HNO_3}{NO_3^-}$.

Su presencia en las aguas se debe a la oxidación del N₂ atmosférico por acción de las bacterias y por la descomposición de materia orgánica. En el Lago de Asososca los valores encontrados fueron :

NO₃⁻ Máx. 1.77 (Est. seca) y Mín. <0.5 (Est. lluv)

NO₂⁻ <0.05 mg/l en ambas estaciones.

Cumpliendo ambos valores con las guías que son 43.3 mg/l (NO₃²⁻) y <0.05 (NO₂⁻) según OPS.

Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)₅ y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El OD contenido en las aguas resulta de las actividades fotosintéticas y de respiración de la biota, así como del

gradiente de difusión en la interfase aire-agua y su distribución por la acción de los vientos (Brown et al 1970). Asososca presenta un promedio anual superficial de OD de 7.35 mg/l. Debido a la importancia del OD tanto para la vida como para las reacciones de oxidación-reducción que conllevan a problemas de corrosión, mal olor, disminución de la biota hemos realizados perfiles de O_2 durante todo el año, encontrando que la estación seca presenta un valor medio de 6.28 mg/l entre 0-18 mts de profundidad siendo la estación con más y mejor distribuido OD. La estación lluviosa presenta un valor promedio de 5.69 mg/l entre 0-10 mts de profundidad siendo la estación con menos OD. No hay valor guía para el OD en agua potable debido a que él depende de muchos factores como son : Temperatura, Presión, STD, etc. Pero consideramos que el OD en Asososca es suficiente para la vida acuática y no presenta problemas de olor ni sabor. (Tablas 1 y 2) y Fig. 4.

La DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días) es una prueba muy importante ya que por medio de ella se evalúa la demanda de Oxígeno del agua para llevar a cabo sus procesos bioquímicos de oxidación durante 5 días. El valor de la DBO_5 es utilizado en la regulación de los procesos de tratamiento de las aguas. Asososca presenta una media anual superficial de 1.7 mg/l cumpliendo con las normas internacionales para agua potable de la OMS que es de un máximo de 6 mg/l de O_2 . La diferencia mostrada entre las estaciones no es significativa.

La DQO (Demanda Química de Oxígeno) es utilizada para medir el contenido de materia orgánica y es la cantidad de oxígeno de ésta que puede oxidarse utilizando un fuerte agente químico ($K_2Cr_2O_7$). La DQO es generalmente mayor que la DBO porque es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que biológicamente. Asososca presenta un valor medio de 29.3 mg/l, siendo significativa la diferencia entre ambas estaciones ya que la DQO depende de algunos factores como son material originario, organismos presentes (de su descomposición) y de algunas características físico-químicas.

Sodio y Potasio

El sodio es el elemento más abundante de los metales alcalinos en las aguas. En el caso del Lago de Asososca es el catión principal de sus aguas con un valor medio anual de 82.05 mg/l, presentando diferencia significativa entre ambas estaciones. El valor máximo fue encontrado en la estación lluviosa debido al aporte hecho por la Cuenca cuyo catión principal es el sodio y también pudieramos atribuirlos al aporte de las aguas profundas con carácter hidroquímico Na-Cl. Notamos la dependencia que hay entre el sodio, calcio y pH de la siguiente manera :

pH Na Ca.

El valor guía recomendado para sodio es 200 mg/l teniendo como base los niveles umbrales de sabor, no en consideraciones de salud según OPS.

El Potasio es en Asososca el catión menos abundante mostrando una media anual de 15.32 mg/l, la diferencia apreciada entre ambas estaciones no es significativa esto es debido a su naturaleza conservativa. No hay valores guías de potasio para agua potable.

pH

El pH en un sistema acuoso es una medida del equilibrio ácido-base alcanzado por diversos compuestos disueltos y en la mayor parte de las aguas naturales esta controlado por el sistema de equilibrio $\text{CO}_2\text{-HCO}_3^-\text{-CO}_3^{2-}$, que a su vez involucra varios equilibrios con diversos componentes como Na, K, Ca y Mg afectados por la temperatura (OPS 1987). En Asososca el pH de ambas estaciones tiene una diferencia significativa debido a las variaciones de los componentes que influyen en él. El valor guía de pH para agua potable según OPS es 6.5 - 8.5, por lo tanto, el pH de Asososca con su valor medio anual de 8.45 cumple y es clasificado como ligeramente alcalino.

Sulfatos

Casi todas las sales de sulfatos son solubles en agua. En Asososca es uno de los aniones presente en menor concentración, con una media anual de 31.27 mg/l, no presenta diferencia significativa entre ambas estaciones. Se propone por OPS un valor guía de SO_4^{2-} para agua potable de 400 mg/l basándose en las concentraciones umbrales de sabor para la mayoría de sus sales que están relacionadas con el efecto catártico de los Sulfatos.

IV. CONCLUSIONES

1.- El carácter hidroquímico del lago Asososca es del tipo genético HCO_3^- -Na que es característico de la zona de descarga del acuífero Las Sierras, comprobando de esta manera que la calidad del agua de este lago depende de sus fuentes de alimentación subterránea.

2.- En orden decreciente, los principales iones de las aguas de Asososca son los siguientes:

Aniones



Cationes



3.- Según el valor promedio anual de pH de 8.45, las aguas del lago se consideran ligeramente alcalinas.

4.- Según su valor promedio anual de Dureza Total de 72.1 mg/l, las aguas de Asososca se consideran medianamente duras.

5.- Haciendo comparaciones entre los valores obtenidos para cada parámetro analizado y los valores guías de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para la calidad del agua potable, concluimos que las aguas de Asososca cumplen con los requisitos indispensables para ser utilizadas como agua potable.

6.- Partiendo del balance iónico que le fue realizado a cada muestra de agua de Asososca, este dió de 5 - 10%. Consideramos que los análisis realizados fueron buenos.

7.- Haciendo comparaciones entre nuestro estudio y otros realizados en años anteriores no es notorio ningún cambio en la calidad físico-química de las aguas de Asososca.

8.- Consideramos este estudio como preliminar debido a que sus datos corresponden a un año de muestreo y además son superficiales, pensamos prolongar este estudio por algún tiempo y hacerlo más ampliamente realizando el muestreo a diferentes profundidades.

V. RECOMENDACIONES

1.- Debido a la gran influencia que ejerce en la calidad físico - química de las aguas de Asososca el Acuífero de Las Sierras, recomendamos exigir un buen manejo de su cuenca y sus alrededores, esto debe conllevar en primera instancia un control de la deforestación y uso del suelo.

2.- Exigir a las industrias que rodean el Lago de Asososca un monitoreo de sus efluentes con el objetivo de poder mantener bajo control todos los contaminantes que se derivan de éstas.

VI. AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento a la Agencia Danesa para el Desarrollo y la Cooperación (DANIDA) y a la Organización de Estados Americanos (OEA) por el soporte financiero en la elaboración de este trabajo.

También agradecemos a los compañeros de aguas residuales y aguas naturales por su esfuerzo y dedicación en la realización de los análisis físico-químicos de las muestras del Lago Asososca los cuales hicieron posible se llevara a cabo este estudio.

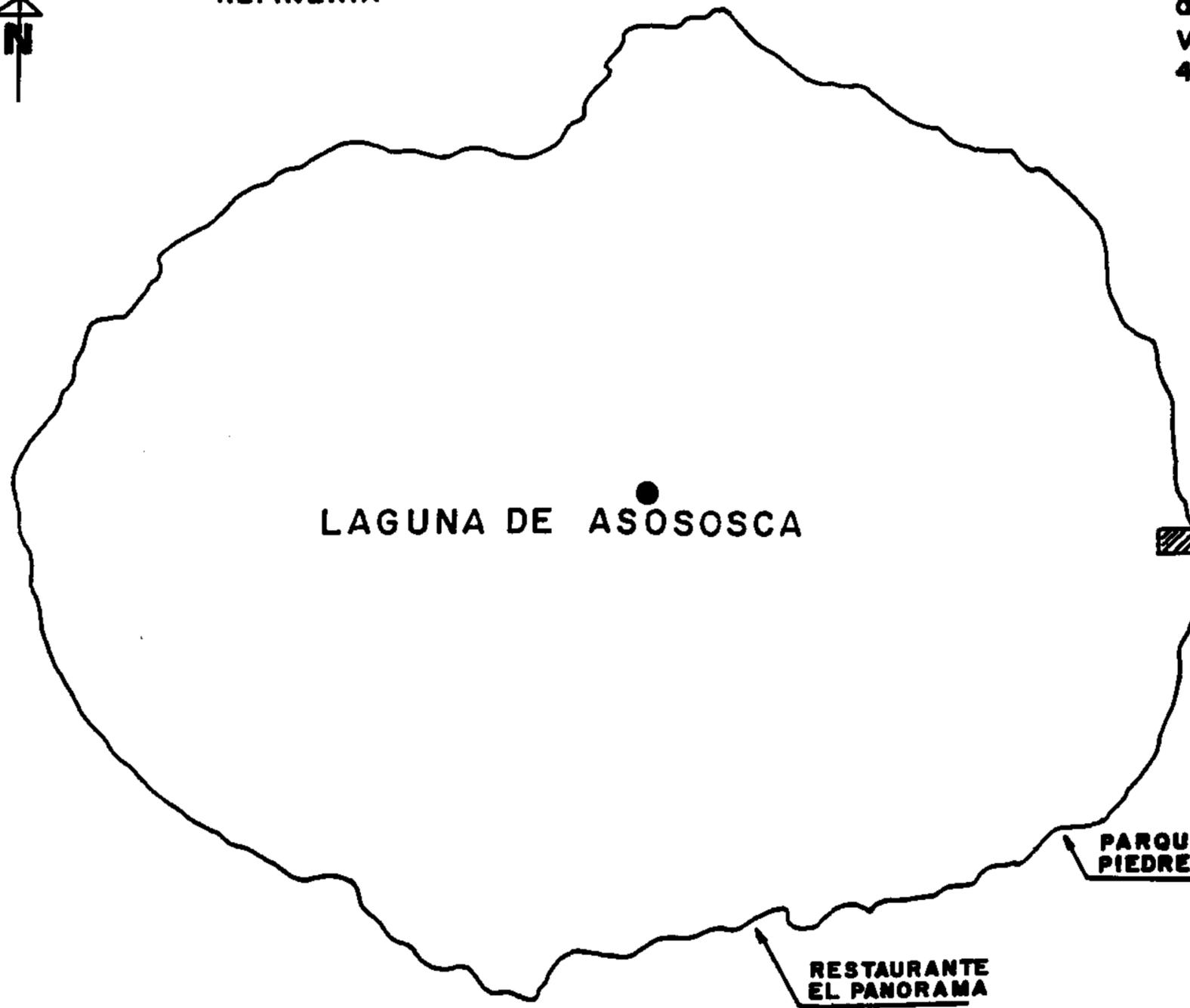
VII BIBLIOGRAFIA

- 1.- Montgomery - Santos y Heilemann - Chan. 1979. Informe sobre el estudio Hidrogeológico de las Areas de las Lagunas de Nejapa, Asososca y Acahualinca. EMPRESA AGUADORA DE MANAGUA.
- 2.- Anónimo, 1987. Investigación de la Calidad del Agua de la Laguna de Asososca. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA - EMPRESA AGUADORA DE MANAGUA.
- 3.- Krásny, J. y López, A. 1988. "Más agua para Managua... ¿Pero de Dónde?. Dirección Gral de Hidrometeorología y Suelos Dpto de Hidrogeología. INETER.
- 4.- Hem J.D. "Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water" U.S. Geol. Surv.
- 5.- Anónimo 1990. The How and Why of Sampling Groundwater. Waterloo Centre for Groundwater Research. University of Waterloo.
- 6.- APHA - AWWA-WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th Edition.



REFINERIA

Longitud máxima - 1140 m
Ancho - 990 m.
Profundidad - 90.85 m. (centro)
Area de la superficie libre del
del agua a 35 MSNM = 0.78 km²
Volumen de agua almacenado
44.4 MMC.



LAGUNA DE ASOSOSCA

ESTACION DE BOMBEO

PARQUE LAS
PIEDRECITAS

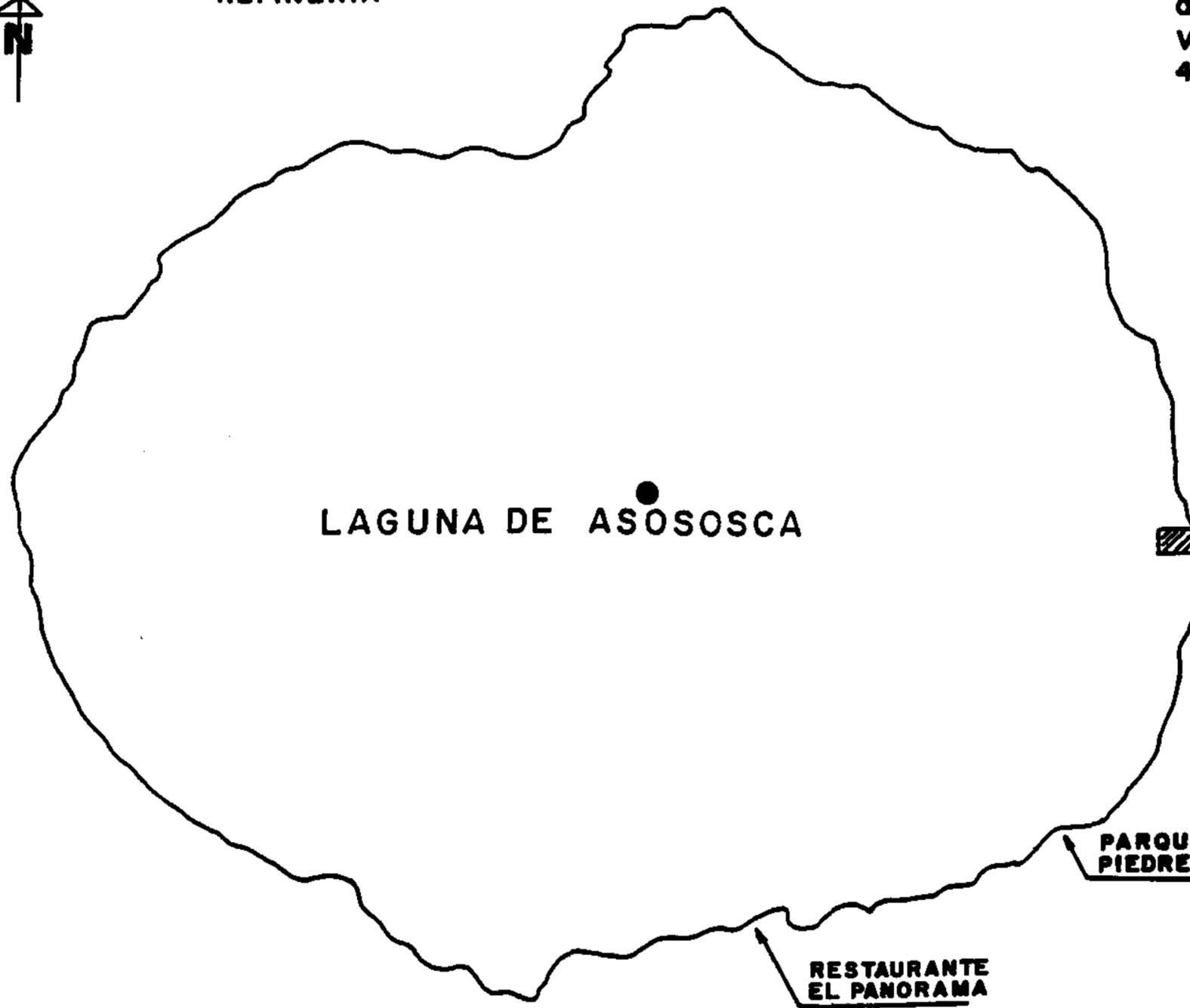
RESTAURANTE
EL PANORAMA

● PUNTO DE MUESTREO



REFINERIA

Longitud máxima - 1140 m
Ancho - 990 m.
Profundidad - 90.85 m. (centro)
Area de la superficie libre del
del agua a 35 MSNM = 0.78 km²
Volumen de agua almacenado
44.4 MMC.



LAGUNA DE ASOSOSCA

ESTACION DE BOMBEO

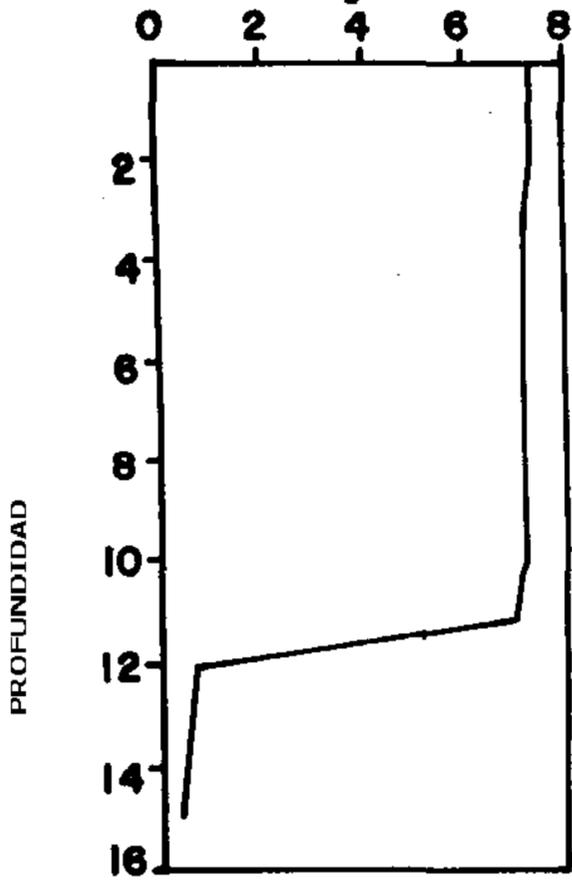
PARQUE LAS PIEDRECITAS

RESTAURANTE EL PANORAMA

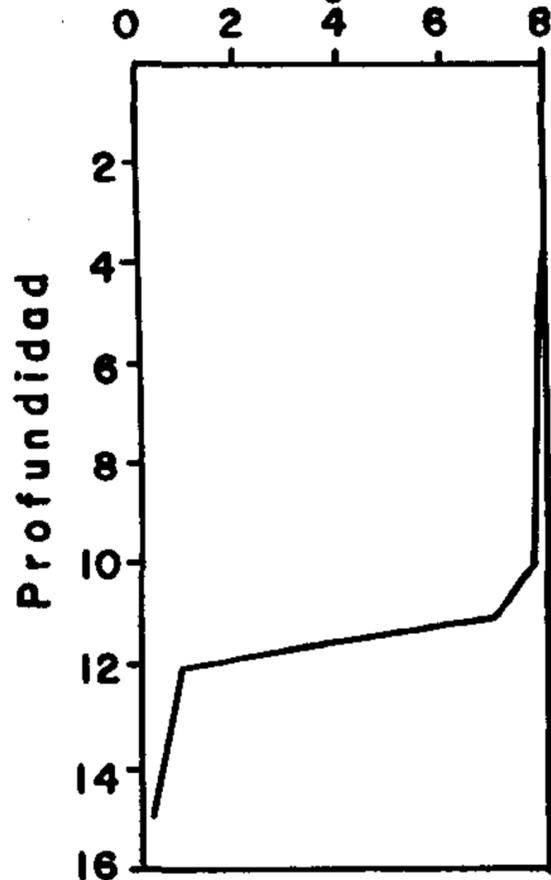
● PUNTO DE MUESTREO

LAGO DE ASOSOSCA (Estación seca)
Perfiles de Oxígeno Disuelto (mg/l) Vr. Profundidad (mts)

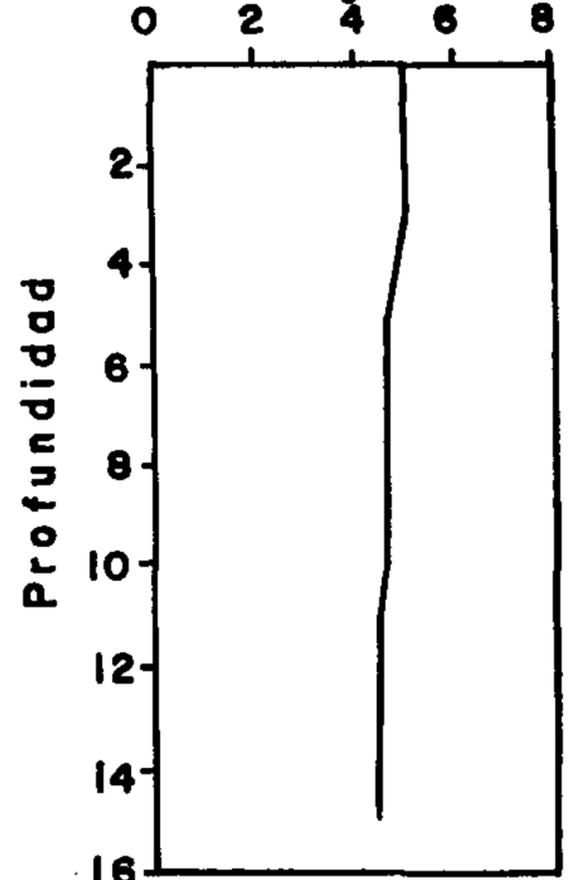
Noviembre 89
O.D mg./l



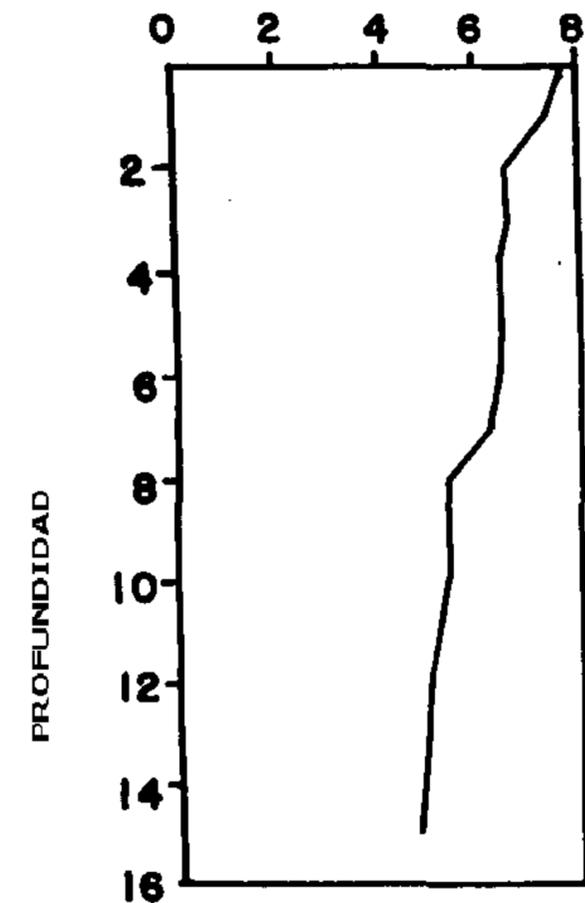
Diciembre 89
O.D mg./l



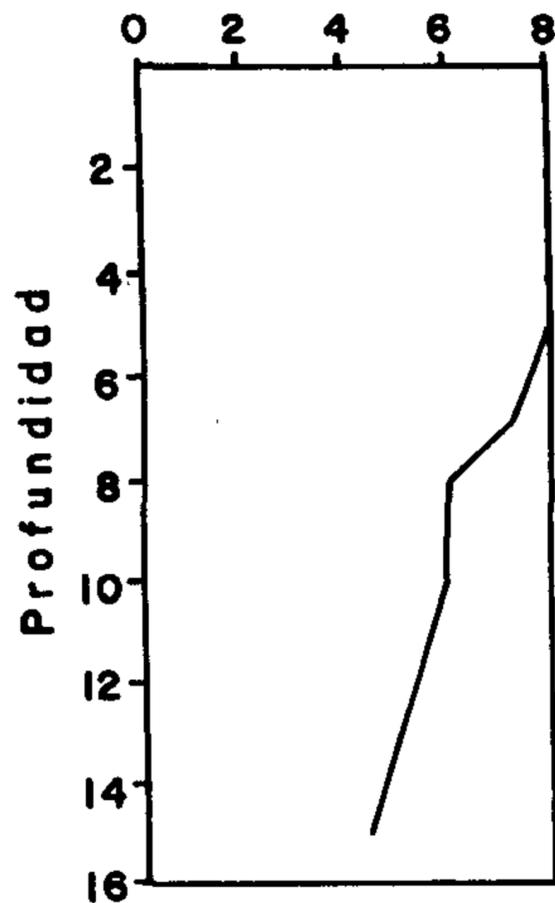
Enero 90
O.D mg./l



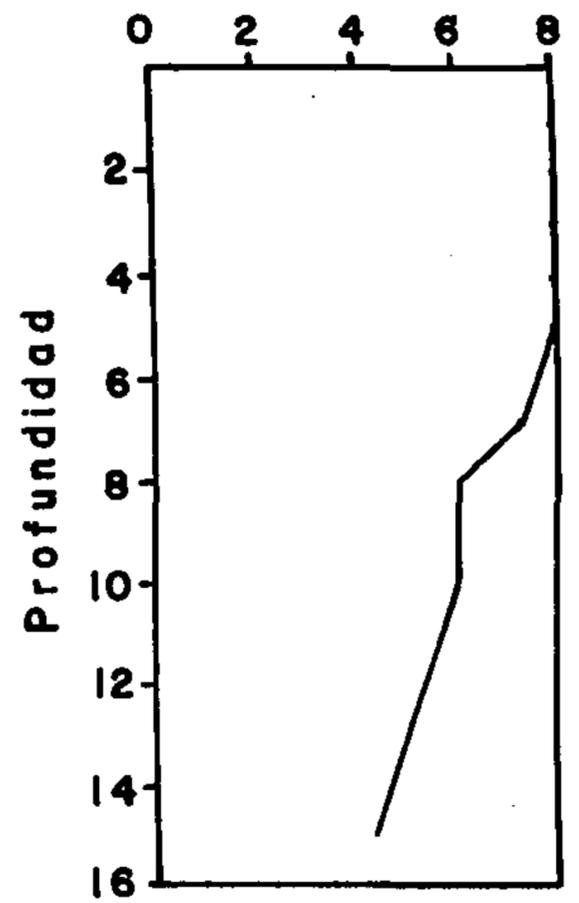
Fébrero 90



Marzo 90



Abril 90



PROMEDIO DE LOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICO (MAX. DE LA LAGUNA DE ASOSOSCA)

Parámetros	Estación seca			Estación lluviosa			Anual		
	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo
Conductividad $\mu\text{s}/\text{cm}$	428	481	513	432	481.8	518	428	481.4	518
S.T.D.	346.16	355.44	362.59	348.21	365.60	389.21	346.16	360.5	389.
Temperatura °C	27.8	28.58	29.9	29.0	30.0	31.5	27.8	29.3	31.
Turbiedad (UTN)	0.36	0.58	0.81	1.40	2.92	4.10	0.36	1.75	4.
Alcalinidad total	133.45	142.98	149.60	124.95	139.58	155.25	124.95	141.28	149.
Boro	0.15	0.18	0.20	0.096	0.16	0.23	0.096	0.17	0.
Calcio	18.84	21.16	23.96	9.43	13.48	16.03	9.43	17.32	23.
Cloruros	44.36	49.04	54.96	48.45	58.34	63.98	44.36	53.69	63.9
Carbonatos	7.56	18.17	23.62	12.73	18.90	23.78	7.56	18.54	23.7
Bicarbonatos	115.51	137.18	161.56	112.53	131.91	146.8	112.53	134.54	161.5
Dureza total	71.65	76.11	82.70	60.15	68.09	76.0	60.15	72.10	82.7
Fluoruro	0.174	0.447	0.832	0.19	0.35	0.74	0.17	0.40	0.8
Fósforo total	<0.01	—	0.067	<0.01	—	0.02	<0.01	—	0.0
Hierro	<0.02	—	0.089	<0.02	—	0.09	<0.02	—	0.0
Magnesio	4.35	5.67	7.42	6.88	8.38	11.43	4.35	7.03	11.4
Nitrato	<0.5	—	1.77	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	—	1.7
Nitrito	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.0
Oxígeno disuelto	5.0	7.4	8.0	7.0	7.3	7.8	5.0	7.35	8.0
DBO	0.5	1.3	3.5	0.5	2.1	4.0	0.5	1.7	4.0
DQO	17.40	19.83	26.40	21.59	38.34	73.4	17.40	29.36	73.4
pH	7.83	8.15	8.51	8.37	8.75	8.95	7.83	8.45	8.9
Potasio	14.60	15.31	16.0	14.15	15.33	15.90	14.15	15.32	16.0
Sodio	72.0	77.3	79.0	84.0	86.8	89.5	72.0	82.05	89.5
Sulfatos	28.15	30.55	32.42	27.24	31.98	34.48	27.24	31.27	34.4

Comparación entre los valores encontrados por el CIRA-UNAN en la laguna de Asososca y las guías para la calidad del agua potable de la Organización Panamericana de la Salud.

Párametros	Media Anual	Guías de la OPS
Conductividad	481.4 $\mu\text{s}/\text{cm}$	—
STD	360.5 mg/l	1000 mg/l
Temperatura	29.3 °c	—
Turbiedad	1.75 UTN	5. UTN
Alcalinidad total	141.28 mg/l	—
Boro	0.17 mg/l	—
Calcio	17.32 mg/l	Máximo (100-300 mg/l)
Cloruros	53.69 mg/l	Máximo (250 mg/l)
Carbonatos	18.54 mg/l	—
Bicarbonatos	134.54 mg/l	—
Dureza total	72.10 mg/l	Máximo (500 mg/l)
Fluoruro	0.40 mg/l	<1 mg/l
Fósforo total	<0.01-0.067 mg/l	—
Hierro	<0.02-0.090 mg/l	Máximo (0.3 mg/l)
Magnesio	7.03 mg/l	<100-300 mg/l
Nitrato	<0.05-1.77 mg/l	<43.4 mg/l
Nitrito	<0.05 mg/l	< 0.05 mg/l
Oxígeno Disuelto	7.35 mg/l	—
DBO	1.7 mg/l	Máximo 6 mg/l (OMS)
BQO	29.36 mg/l	—
pH	8.45	6.5 - 8.5
Potasio	15.32 mg/l	—
Sodio	82.05 mg/l	Máximo 200 mg/l
Sulfatos	31.27 mg/l	Máximo 400 mg/l