

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**

**FACULTAD DE QUIMICA.**

**ESTUDIO QUIMICO, MICROBIOLOGICO Y DE LA FAUNA  
DEL AGUA DE LOS POZOS DEL SISTEMA DEL LERMA.**

**AMALIA MARQUEZ OROZCO.**

**QUIMICO.**

**1967.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

**PRESIDENTE Prof : PABLO HOPE HOPE.**

**JURADO ASIGNADO VOCAL " : ALFREDO SANCHEZ MARROQUIN.**

**ORIGINALMENTE SECRETARIO " : SARA MANRIQUE RESIL.**

**SEGUN EL TEMA 1er. Suplente " : Mo. ELENA BRAVO V.**

**2do. Suplente " : FRANCISCO ESPARZA H.**

**LUGAR DONDE SE DESARROLLA EL TEMA : Laboratorio de la Dirección de  
Agua y Saneamiento del Departamento del Distrito Federal.**

**NOMBRE COMPLETO DEL SUSTENTANTE : AMALIA MARQUEZ OROZCO.**

**FIRMA DEL SUSTENTANTE : *Amalia Marquez O.***

**NOMBRE COMPLETO DEL ASESOR DEL TEMA : Ing. O. PABLO HOPE HOPE.**

**FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA: *Pablo Hope Hope***

**INDICE**

**ANTECEDENTES ..... pag 1**

**MATERIAL ..... pag 9**

**METODOS**

**ANALISIS QUIMICO ..... pag 11**

**ANALISIS BACTERIOLOGICO..... pag 19**

**RESULTADOS ..... pag 23**

**DISCUSION Y CONCLUSIONES ..... pag 54**

**RESUMEN ..... pag 63**

**BIBLIOGRAFIA ..... pag 65**

El origen del problema que representa el abastecimiento de agua potable al Distrito Federal, es del dominio público. El aumento que puede darse a la dotación de agua, no puede ir al ritmo del aumento de población; sin embargo se realizan grandes esfuerzos para lograr siempre sea por algunos años una resolución parcial, para ello hay necesidad de ampliar o crear captaciones. Uno de los sistemas que ha sufrido modificaciones constantemente, es el que reúne las aguas superficiales del valle donde se origina el río Lerma, estas modificaciones se reflejan en la calidad química y bacteriológica del agua siendo la aptitud del sistema del Lerma, la de mayor importancia para la ciudad, es de interés conocer su estado actual.

Desde su origen ha ocasionado la escasez e abundancia de agua en la ciudad de México, no en este tiempo, sino desde algunos años después de su fundación.

Los mexicanos se establecieron hacia 1325 (2) en la tierra que limita los reinos de Tencasco y Atecapualco, a la que le dan el nombre de Tenochtitlán. Es Tenochtitlán un valle rodeado por dos grandes lagos, hacia el nor-este el lago salado de Tencasco y de este a oeste el lago de aguas dulces de Xochimilco y Chalco, este lago se dirige al norte hasta incorporarse con el de Tencasco, tanto por la parte norte como por su parte oeste. (13).

Para el pueblo recién establecido el lago que las rotas rega

tiene un papel muy importante, de ahí se obtiene alimento, los tejidos las ofrecen fibras para la elaboración de ropas y utensilios y sobre todo, los provee de agua potable, la que se conduce a la población por medio de canales. En tierra es posible cavar pozos (12) y además existen manantiales. La subsistencia la hacen los mexicas en el comercio y para comerciar se transportan por medio de canoas. Así al cabo de casi un siglo de intenso tránsito y de recibir los donativos de la ciudad, el agua originalmente limpia está tan sucia que es imposible consumirla. La población se desarrolla rápidamente y con esa misma rapidez se agotan los pozos y los manantiales, es en esta época cuando se inicia la búsqueda del indispensable líquido.

Se pretende aprovechar los manantiales de Chapultepec, pero con propiedad del reino de Mecapotsalco y están volviendo para los mexicanos. Después de varias peticiones, en 1418 Tecuhtli se las concede a su nieto Chimalpopoca tercer rey de México. De inmediato se inicia la construcción de una calzada, bajo del acueducto que conducirá las aguas desde Chapultepec hasta el centro de la ciudad. La calzada se construye con bajadas de carrizo cubiertas con tiras que por medio de estacas se fijan al fondo del lago, con barro y troncos huecos se hace el conducto, que es poco resistente y al recibir el agua se destruye en partes. Nuevamente se recurre al señor de Mecapotsalco para pedirle materiales para reparar-

el acueducto, Tenozomoc se aliga a ayudaries y es tan grande su -  
disgusto que quedan en pie de guerra. La batalla se libra seis años  
después y constituye la primera de las muchas victorias que herón-  
de México en menos de dos siglos la poderosa y magnífica ciudad-  
que encuentran los españoles. (22).

Una vez pasada la época de guerras intensas, bajo el reinado -  
de Ahuizotl, octavo rey mexicano, se incrementa el sembrado de fr-  
boles y plantas de ornato, por lo tanto se necesita más agua para -  
su mantenimiento. (23).

Por la calzada que une a Xochimilco y Coyocacán con la ciudad,  
se construye un acueducto que capta el agua de Acuecuzcotl, cin-  
co manantiales cercanos a Coyocacán. Con grandes pompas se trans-  
porta el acueducto y el resultado primero es magnífico, los canales  
vuelven a tener agua, pero al cabo de 60 días de estar funcionando  
sobreviene una fuerte crecida que inunda la ciudad, los daños son  
graves pero al mismo tiempo hace subir el nivel de los manantiales  
de Chapultepec que ya son propiedad de México. La reconstrucción  
se inicia tan luego como descienden las aguas y en poco tiempo se  
surge una ciudad más bella que la anterior. (24). El acueducto de  
Chapultepec se refuerza con piedra y se le construye un doble ca-  
nal con el objeto de que uno se limpie mientras el otro conduce el  
agua. (14).

Moctezuma II mantiene el acueducto en buen estado y ordena

te existiendo la red de distribución, de modo que a la llegada de los españoles que eran artistas en la construcción de acueductos, se maravillan al ver la estructuración del de Chapultepec. (17).

Durante la dominación española, en el período comprendido entre los años de 1525 y 1582 se construye el acueducto de Belén (1) y se realizan las captaciones de Santa Fe. En cuanto a reparto de agua poco o nada se hace.

A fines del primer siglo de la Conquista de México, la red de distribución no es despreciable. Por el norte, en un acueducto de mampostería llegan aguas de Atzacotalco a Tlatelolco, por el poniente entra el acueducto de la Tlaxpana que principia arriba de Chapultepec, sigue por la Verónica, por la Tlaxpana y San Cosme para terminar en la Meriscales y Santa Isabel o sea detrás de lo que es hoy el Palacio de Bellas Artes. (10). Por la parte superior de este acueducto circulan las aguas de Santa Fe, las que se consideran blandas, pero en tiempo de lluvias son turbias porque atraviesan las ranjas de Molino del Rey. Por la parte inferior se conducen las aguas de la "alberca grande" de Chapultepec, el agua de la "alberca chica" se distribuía hasta San Pablo, y se conducía por la calzada que es actualmente Avenida Chapultepec. (11).

Hacia la primera mitad del siglo XVII, se inicia la sustitución de las cañerías de barro por tuberías de plomo, obra que se ve sugierida por la inundación que por espacio de cuatro años aqueja a -



la ciudad, los daños son tantos que se piensa en trasladarla a Pa-  
chuca. Se logra la desviación de algunos de los ríos que desembo-  
can al valle de México, el descenso de las aguas es lento ya que  
la cuenca del valle es una cuenca cerrada y las aguas no tienen ag-  
ilidad. La solución a este problema lo dan una serie de terremotos  
que al agrietar la tierra, conducen el agua al subsuelo. (29).

Para 1786 la población ha aumentado y el agua de Santa Fe y -  
la de Chapultepec son insuficientes, la captación del Diente de -  
los Leones se incorpora a la red de abastecimiento a la altura de -  
Molino del Rey. (11).

Durante la guerra de Independencia se suspenden todas las obras  
y la ciudad vive en un lamentable estado de inseguridad. El agua  
se toma de las fuentes públicas o particulares, distribuyéndose a la  
población por medio de aguadores. El sistema de reparto por los -  
aguadores, personas que se dedicaban a llevar de casa en casa por  
medio de una paja, el agua para beber, ya existe desde el tiempo  
de la colonia. (34).

La perforación de pozos tiene gran auge durante el gobierno de  
Don Porfirio Díaz, no existe reglamento alguno que impida las perfora-  
ciones, las que se practican en número aproximado de 1100, el -  
nivel del agua subterránea desciende tanto que con frecuencia se oye  
vaca un concurso del que se piensa obtener el mejor proyecto para  
la creación de una nueva fuente de aprovisionamiento. Se presentan

Finalmente dos proyectos: uno para el aprovechamiento de los manantiales de Xochimilco y el otro para los del Lerma, se decide por el primero, por ser el más cercano a la ciudad. Para el bombeo se utilizan por primera vez bombas eléctricas. En 1910, se termina la planta de bombeo de la Condessa, que es la encargada de distribuir los 2.4 m<sup>3</sup>/seg. que provee Xochimilco, la dotación media por habitante es de 166 litros por día, (19), cuando se tiene una población de 500 000 habitantes. (21).

México durante la revolución atraviesa un período crítico sufriendo un retroceso, palpable hasta 1920. Cuatro años después, se renueva el interés por la calidad y cantidad de agua que surte la ciudad y se retoma del servicio la captación de Chapultepec por considerarse contaminada. Al retirarse esta fuente, y con la creación de las trece delegaciones a la ciudad de México, para formar el Distrito Federal, en 1929, el problema de abastecimiento se agudiza, el sistema de Xochimilco duplica su capacidad con nuevas captaciones y es necesario perforar pozos en zonas urbanas (11). Así la dotación diaria por habitante que en 1914 es de 204 l, apenas aumenta a 216 l en 1930, pero la población ha aumentado poco más de una tercera parte. (21). Como consecuencia de la extracción del agua subterránea la ciudad principia a hundirse, las tuberías de agua potable sufren fugas y el drenaje se disloca, provocando inundaciones como las de 1946 o 1952.

La población que en 1930 es de 1 300 000 habitantes, para 1950 ha aumentado a 2 030 000 (21), hace necesaria la creación del sistema del Lirio que opera  $3.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  los que sirven para mejorar el servicio pero no para ampliarlo. (19).

En 1958 la ciudad cuenta con una dotación de 300 litros por habitante, para entonces la población es de 4 millones de habitantes. El reparto de agua no es el mismo en la parte sur que en la parte norte, en la que se cuenta por un servicio poco eficiente. Para subsanar estas deficiencias el sistema que capta el agua de Chicomaná, su parte en servicio, el que remedia las necesidades de 600 000 usuarios. (19). Al tener los  $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  del sistema Chicomaná se piensa en cerrar algunas pases, con el objeto de reducir el hundimiento de la ciudad, que ha aumentado de 4 cm por año en 1930 a 30 cm anuales en 1953, el proyecto no se lleva al cabo. Para 1953 el hundimiento mínimo anual es de 9 cm. y el máximo de 25 cm. (20).

Actualmente los principales puntos de distribución son: la planta de la Condesa que reparte 4500 l/seg., la planta de Xetepingo distribuye 4700 l/seg., Chicomaná 3400 l/seg. y la planta del Peñón con 500 l/seg. A la planta de la Condesa llegan las aguas del sistema Lirio, Xochimilco y Chalco, las dos últimas se reúnen estas en las bombas de Xetepingo.

Los  $32 \text{ m}^3/\text{seg.}$  con que cuenta el Distrito Federal, en 1966,-



## **MATERIAL.**

**Sistema del Lerma. (Ver mapa).-** La acumulación del agua procedente de la Serranía del Ajusco, en la depresión del Valle de Toluca forma las lagunas de Lerma en una zona volcánica formada por el Nevado de Toluca, el Ajusco y otras zonas volcánicas que circundan el valle. Al margen de las lagunas se construye el conducto para la captación de las aguas de Lerma, que se dirige a lo largo de 10.117 km. hasta el Distrito Federal, para que el conducto atraviese la Serranía del Ajusco que se interpone entre el valle de Toluca y el de México se perforan túneles y canales a los que se les da una inclinación de 0.60 y 0.12 m/km. respectivamente, para conservar la pendiente que hace posible el aprovechamiento de la energía del agua para la conducción del agua hacia la ciudad de México, esto se logra por el desnivel de 273 m que tiene el valle de Toluca entre el nivel del valle de México. El diámetro del conducto va aumentando a medida que avanza hacia su punto final, el conducto es de 2.63 a 3.25 m. el objeto es dar cabida al agua de las pozas que se incorporan en el trayecto, esto también provee un aumento en el caudal dado por nuevas captaciones o por una ampliación del propio sistema.

Las captaciones de los manantiales de Amulya del Río, Toluca, Alta Embresa, Amulya y 47 pozos perforados al margen de las lagunas, constituyen el sistema del Lerma cuando se inaugura

ra en 1953. A partir de esta fecha, hasta 1963, por el agotamiento de casi todos los manantiales, es necesario aumentar a 67 el número de pozos, de los cuales sólo 62 están en servicio, los pozos que substituyen a los manantiales, se perforan entre Ameyalco y Almoloya del Río, de Almoloya a Techuchulco no se hace ninguna perforación desde 1955. Los pozos comprendidos entre Ameyalco y Almoloya del Río, vierten su caudal directamente al acueducto principal, mientras que los pozos comprendidos entre Almoloya del Río y San Pedro Techuchulco, lo hacen a un acueducto menor, en cuya agülla está colocada una malla que filtra el agua (340. lit/sec), antes de ser tomada por una planta de bombeo que la incorpora al acueducto principal. Una vez que en el acueducto se reúne el agua de todos los pozos se inicia el trayecto gravitacional hacia la ciudad de México, siendo necesario reducir la velocidad adquirida por el agua durante su recorrido por medio de cuatro cascadas construidas en puntos estratégicos: San Bartolito, Río Borracho, Las Palmas y San Joaquín. Después de la cascada de Río Borracho el agua se hace pasar a unos tanques filtro con el objeto de retener gran parte de la materia orgánica que contiene, el sifón de Río Borracho restituye el caudal al acueducto y el agua continúa su curso hasta la planta de purificación donde recibe tratamiento de cloro y amoníaco, después pasa a la cámara de distribución y finalmente a los tanques de almacenamiento de Dolores.



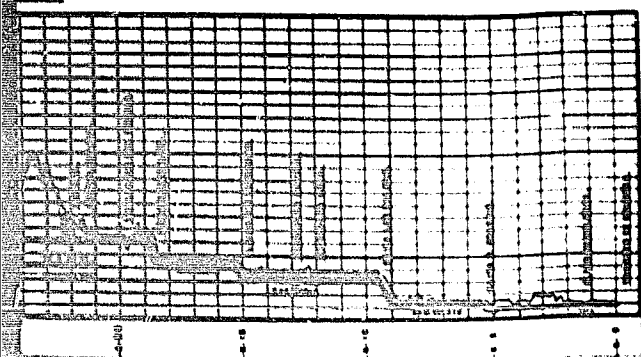
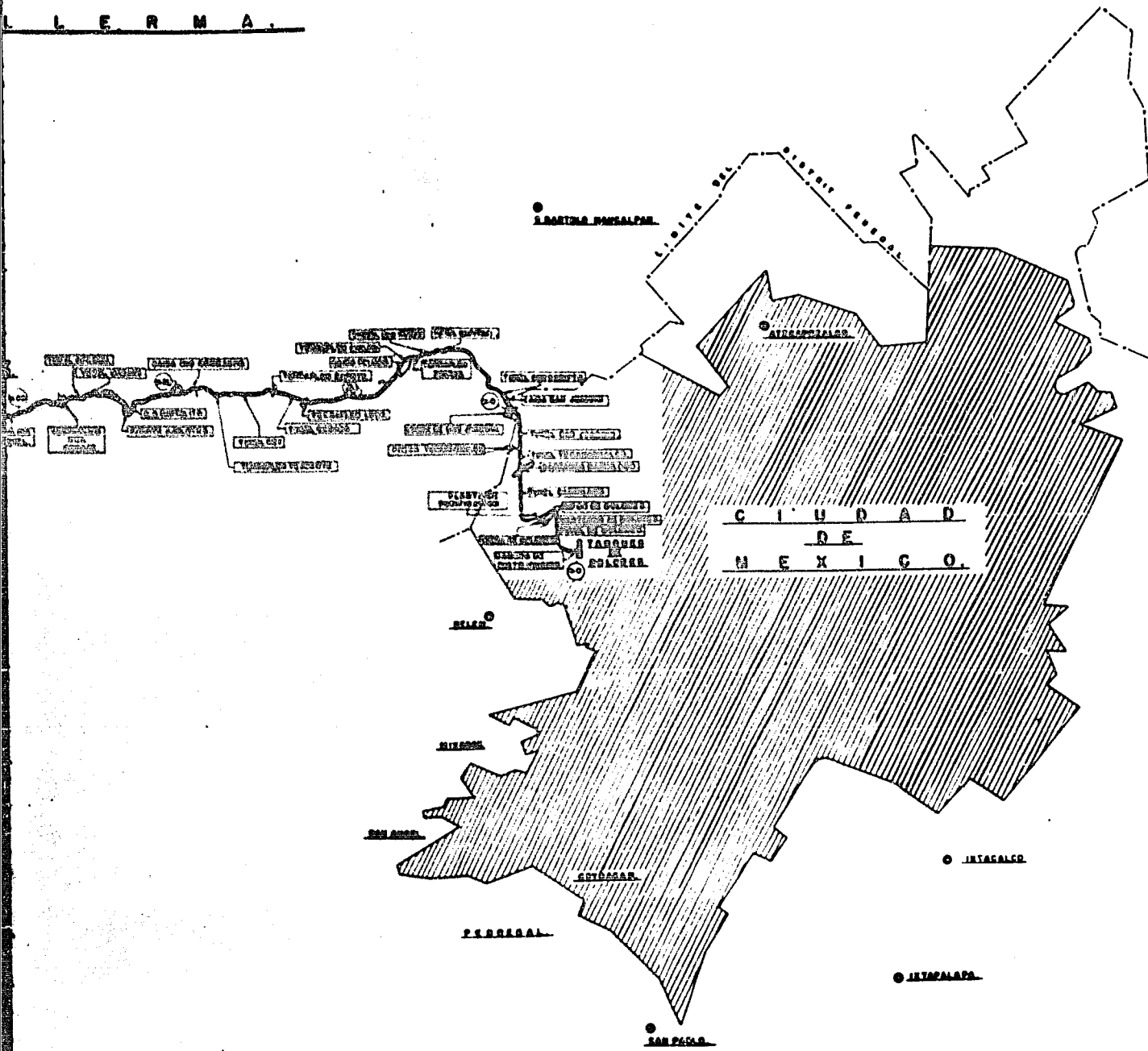




L D FEDERAL.

ERFIL

L E R M A.



ESCALA 1:50,000  
MEXICO, D.F. JUNIO 1951

## MÉTODOS.

### DETERMINACIONES QUÍMICAS.

Como los resultados de los análisis químicos se van a comparar para observar el agua en diferentes épocas, se toman muestras cada tres meses. Para facilitar la toma de muestras, el tubo de descarga de la bomba de cada uno de los pozos se ha adaptado un grifo. Antes de tomar las muestras hay que cerciorarse de que el pozo ha bajado sin interrupciones por lo menos durante 20 minutos. El grifo se abre y el agua se deja correr un tiempo conveniente, así se obtiene una muestra representativa. En un frasco de vidrio perfectamente limpio se toma la muestra, enjuegándolo 2 ó 3 veces con el agua del grifo, antes de llenarlo; una vez completamente lleno, se le adapta un tapón de plástico, debe tomarse la precaución de que en el frasco no queden burbujas. La muestra se envía al laboratorio para que se le practiquen las determinaciones que deben hacerse enseguida. Si después de que se han hecho las determinaciones inmediatas pH,  $CO_2$ , oxígeno disuelto y alcalinidad, la muestra que no puede seguirse analizando, puede conservarse en refrigerador a un punto cercano a la congelación. Como se va a efectuar una determinación de oxígeno disuelto, la muestra se debe tomar bajo las condiciones adecuadas. Se emplea un frasco de tapón esmerilado, de aproximadamente 200 o 250 ml., de éste frasco debe conocerse su volumen exacto. No se usará preservativo porque la determinación es post-

Se efectuaría después de hora y media de que se tomó la muestra. El llenado del franco se hace adaptando un tubo de hule al grifo, - por el que sigue corriendo el agua, el tubo de hule tiene el objeto de que la muestra llegue al fondo del frasco y así evitar la mezcla con aire, se tapa sin que al hacerlo se produzcan burbujas, se analiza sin pérdida de tiempo. La muestra para la determinación de sulfato, se toma con las mismas precauciones para una muestra ordinaria, pero haciendo uso de un frasco de polietileno.

**Temperatura.** Una vez tomadas las muestras, antes de cerrar el grifo, en un frasco de boca ancha, de no menos de un litro, se llena poco más de las tres cuartas partes con el agua, inmediatamente en el centro del líquido se coloca un termómetro de mercurio, cuando la columna de mercurio se establece, se toma la lectura.

En el laboratorio, lo primero a determinar es:

**Oxígeno disuelto:** se sigue el método de Winkler (5). Al frasco con la muestra se añaden 2 ml. de solución de sulfato manganeso y 2 ml. de reactivo de yoduro alcalino ( $\text{KI}, \text{NaOH}$ ), se invierte el frasco 2 o 3 veces, ya que se asientan los flocúlos se adicionan 2 ml. de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc. se mezcla perfectamente y se traslada toda la muestra a un matraz, se titula con solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  - 0.025 N usando solución de almidón como indicador. Durante la adición de los reactivos debe tenerse cuidado de no introducir burbujas al frasco.

Las otras determinaciones que se practican de inmediato son :

pH. Método potenciométrico ( 4 ). Se emplea un potenciómetro - eléctrico Beckman, con electrodos de vidrio y calomel y una muestra de 50 ml aproximadamente, el aparato se ajusta con solución de pH 4 o 7, según sea necesario. La lectura corresponde al pH.

CO<sub>2</sub>. Método de titulación ( 4 ). Se toma una muestra de 200 ml del frasco de muestra que no debe tener burbujas, se le ponen unas gotas de indicador de fenolftaleína y se titula con solución 0.02 N de NaOH.

Alcalinidad ( 4 ). A una muestra de 100 ml se le agregan unas - gotas de indicador de fenolftaleína, si hay coloración se titula con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N, al mismo matraz se le ponen unas gotas de indica - dor de anaranjado de metilo y se titula con el mismo ácido. Por me - dio de esta titulación pueden determinarse los hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos.

Manganeso. Método del Persulfato ( 4 ). Se agita bien el frasco de muestra y se toman 100 ml los que se colocan en un matraz - erlenmeyer, se le agrega 5 ml de solución especial para manganeso ( HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HgSO<sub>4</sub>, AgNO<sub>3</sub> ), y se hierve, se le añade aproxima - damente 1 g de persulfato de amonio, se hierve y se enfría en agua corriente. El color desarrollado se mide en un colorímetro de - Klett - Summerson. La gráfica se prepara en las mismas condiciones que el problema , haciendo uso de una solución de sulfato man -

gaseoso.

Nitritos. Método de diazoción. (4). La gráfica se prepara con una solución de nitrato de sodio; los tipos, al igual que el problema, se tratan de la siguiente forma: a una porción de agua de 50ml. ajustada a pH 7, se le agrega 1 ml. de reactivo de ácido sulfanílico (Ácido sulfanílico, HCl), después de 3 a 10 minutos se agrega 1 ml. de solución ácida (HCl), de alfa-naftilamina y 1 ml. de solución 2 M de acetato de sodio. Junto con el problema se hace un tipo de agua destilada. El color desarrollado se compara en el foto colorímetro de Klett.

El resto de las determinaciones pueden hacerse después, siempre que la muestra se conserve en refrigeración, debe analizarse lo antes posible. Una vez que la muestra ha adquirido naturalmente la temperatura ambiente se procede a hacer las siguientes determinaciones:

Color. Comparación visual usando el aparato de Hellige.

Una muestra clara (si es necesario se filtra), se coloca en un tubo del aparato, en el otro tubo se pone agua destilada, ambos tubos se adaptan al aparato y se compara con el disco de colores — correspondiente, los colores de los vidrios equivalen a unidades de color de la escala de cloroplatinato.

Turbiedad. Turbidímetro de Bujías de Jackson (4). La muestra — libre de sólidos sedimentables o de basuras, se va vertiendo poco

a poco en el tubo del aparato, hasta que deje de observar la llama de la buífa colocada en la parte baja del tubo. El volumen contenido en el tubo dará directamente la turbiedad, ya que se encuentra graduado en unidades de turbiedad de la escala de sílico.

Nitrógeno amoniacal. Método de destilación (4). Una muestra de 500 ml neutralizada a pH de 7, se coloca en un matraz de destilación al que se agregan 10 ml de solución reguladora con pH 7.4 ( $K_2HPO_4, KH_2PO_4$ ) y se destila hasta obtener 200 ml de destilado. A 50 ml del destilado se agrega 1 ml de reactivo de Nessler (Hgl,  $KI, NaOH$ ), se mezcla y después de 10 minutos se compara en el fotocolorímetro de Klett. El aparato se ajusta con un tipo de agua destilada libre de amoníaco, el que deberá estar bajo las mismas condiciones del problema. La gráfica se prepara con una solución de cloruro de amonio. El tiempo de contacto entre el reactivo y las tipos para preparar la gráfica debe ser el mismo que el del problema.

Nitrógeno proteico. (4). Se aprovecha el residuo de la destilación de nitrógeno amoniacal, al que se le agregan 50 ml de solución alcalina de permanganato ( $KMnO_4, NaOH$  ó  $EDH$ ), y se destila hasta obtener 200 ml de destilado. A 50 ml del destilado se le da el mismo tratamiento que al destilado para nitrógeno amoniacal, también se usa la misma gráfica para obtener los resultados.

Hierro. Método de la 1-10 orto-fenantrolina. (4). A 100 ml de muestra original se le agrgan 2 ml de HCl conc. y se hierve hag

se reduce su volumen a la mitad, ya esto se agrega 1 ml. de solución acuosa de clorhidrato de hidroxilamina, 10 ml. de solución acuosa de acetato de amonio y 10 ml. de solución acuosa de 1-10 ortotoluenolona, se permite que se desarrolle el color y se compara en un fotocolorímetro de Klett ajustado con agua destilada. La gráfica se prepara con una solución de sulfato ferroso amónico.

Nitratos. Métodos del ácido fenoldisulfónico (4). 100 ml. de muestra se evaporan a sequedad en una cápsula, en baño maría, al enfriarse la cápsula se le ponen 2 ml. de ácido fenoldisulfónico (fenol,  $H_2SO_4$  conc.  $H_2SO_4$  fumante), se disuelve el residuo, se agrega un poco de agua y 10 ml. de  $KOH$  12 N, se filtra la muestra y se eflora a 100 ml. El color desarrollado se lee en el fotocolorímetro de Klett. La gráfica se hace con una solución de nitrato de potasio.

Oxígeno consumido en medio ácido (5). A la muestra de 100 ml. y a un tipo de agua destilada (100 ml.), se les agregan 10 ml. de  $H_2SO_4$  12 y 10 ml. de solución de permanganato de potasio 0.0188 N y se digiere a baño maría por espacio de 30 minutos inmediatamente después se decolora el tipo con una solución de oxalato de amonio, la misma cantidad de oxalato que se agrega al tipo, se agrega al problema, al tipo ya decolorado se agrega solución valanga da de permanganato de la que se usa al principio, hasta obtener una coloración rosa, a esta misma coloración rosa se debe llevar el problema. A los mililitros que resulten de la titulación del problema

se le deducen los mililitros empleados para dar la coloración al tipo.

**Cloruros.** Método de Mohr (4). Una muestra de 50 ml. se titula con solución 0.0142 N de nitrato de plata, usando como indicador - una solución de cromato de potasio. Se determina el gasto de  $\text{AgNO}_3$  a un testigo, para restarlo al gasto del problema.

**Dureza total.** Procedimiento de la solución reguladora de amoníaco (4). A una muestra de 50 ml. se le añade 1 ml. de solución reguladora ( $\text{NH}_4\text{OH}, \text{NH}_4\text{Cl}$ ), unas gotas de indicador de eriocromo negro T (solución alcohólica), se titula con E.D.T.A. (1 ml. equivale a 1 mg. de carbonato de calcio).

**Dureza temporal.** Por cálculo. Se calcula comparando los ccm. de bicarbonatos y los de calcio, la menor entre los dos, convertida a términos de carbonato de calcio constituye la dureza temporal.

**Dureza permanente.** Calculada. Es la diferencia entre la dureza total y la temporal.

**Calcio.** Método para dureza cálcica. (4). A 50 ml. de muestra original se le añaden 2 ml. de solución reguladora ( $\text{NaOH } 2N$ ), y un poco de indicador sólido de purpurato de amonio (purpurato y  $\text{NaCl}$ ), se titula con E.D.T.A., del que se emplea para la determinación de dureza total. El viraje del indicador es del rosa al violeta.

**Magnésio.** (27). Una muestra de 50 ml. acidulada a la fenolftaleína con ácido clorhídrico se añaden 5 ml. de solución reguladora ( $\text{NH}_4\text{OH}, \text{NH}_4\text{Cl}$ ), se hierve y se agrega oxalato de amonio (10%),



hasta precipitación completa, se deja reposar y se filtra el precipitado lavándolo hasta que las aguas de lavado no precipiten una solución de cloruro de calcio, las aguas de lavado se reúnen, se les agregan 2 ml. de solución reguladora y una gota de eriocromo T (solución alcohólica), se titulan con E.D.T.A. (1 ml. equivale a 1 mg. de  $\text{CaCO}_3$ ).

Sólido. Método colorimétrico del molibdato para ámbito intermedio (4). De la muestra contenida en el frasco de polietileno se toma una muestra de 50 ml. o una alícuota menor diluida a ese volumen. Se agrega 1 ml. de HCl 1:1 y 2 ml. de solución de molibdato de amonio (sol. acuosa de molibdato de amonio ajustada a pH 7), se mezcla y después de 5 o 10 minutos se agregan 1.5 ml. de solución de ácido oxálico (10%), después de 2 minutos se compara en el colorímetro de Elst. La gráfica se prepara con una solución de metasilicato de sodio anhidratado, a esta solución se le determina el contenido de sílice por el método gravimétrico.

Sólidos totales. Método gravimétrico (4). En una cápsula pesada a peso constante y pasada se evaporan 50 ml. de la muestra perfectamente revuelta, se evaporan a baño maría, se ponen a peso constante en estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  y se pesan.

Sólidos en solución. Método gravimétrico. (4). Una muestra se filtra, del filtrado se toman 50 ml. y se evaporan en una cápsula tarada como se hizo para sólidos totales. Se pesa.

hasta precipitación completa, se deja reposar y se filtra el precipitado lavándolo hasta que las aguas de lavado no precipiten una solución de cloruro de calcio. Las aguas de lavado se reúnen, se les agregan 2 ml. de solución reguladora y una gota de eriocromo T (solución alcohólica), se titulan con E.D.T.A. (1 ml. equivale a 1 mg. de  $\text{Ca}^{++}$ ).

**Alfina. Método colorimétrico del silicocolibidato para ámbito intermedio (4).** De la muestra contenida en el frasco de polietileno se toma una muestra de 50ml, o una alícuota menor diluida a ese volumen. Se agrega 1 ml. de HCl 1:1 y 2 ml. de solución de molibdato de amonio (sol. acuosa de molibdato de amonio ajustada a pH 7), se mezcla y después de 5 o 10 minutos se agregan 1.5 ml. de solución de ácido oxálico (10%), después de 2 minutos se compara en el fotocolorímetro de Platt. La gráfica se prepara con una solución de metasilicato de sodio noahidratado, a esta solución se le determina el contenido de alfina por el método gravimétrico.

**Sólidos totales. Método gravimétrico (4).** En una cápsula puesta a peso constante y pesada se evaporan 50 ml. de la muestra perfectamente revuelta, se evaporan a baño maría, se ponen a peso constante en estufa a 105° C y se pesan.

**Sólidos en solución. Método gravimétrico. (4).** Una muestra — se filtra, del filtrado se toman 50 ml. y se evaporan en una cápsula tarada como se hizo para sólidos totales. Se pesa.

Sólidos en suspensión. Por diferencia ( 4 ) A los sólidos totales - se les restan los sólidos en solución, la diferencia, corresponde a los sólidos en suspensión.

#### ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO.

Las muestras para efectuar los análisis bacteriológicos se toman en frascos de vidrio con tapón esmerilado, de una capacidad aproximada de 125 ml. El frasco limpio y protegido con una capucha de aluminio, se esteriliza en horno por espacio de una hora a una temperatura de 167°C. Todo el material que se use para exámenes bacteriológicos debe esterilizarse bajo estas condiciones. Cuando se toman muestras que contengan cloro al frasco se pone una pequeña cantidad de tiosulfato de sodio anhidro antes de esterilizar, con esto se inhibe la acción bactericida del cloro, así el resultado del análisis correspondrá al momento de la toma de muestra.

El grifo se abre y se deja que el agua corra por algunos minutos, la capucha de aluminio se afloja y se retira junto con el tapón, debe tenerse cuidado para evitar una contaminación, se tapa y se conserva en hielo hasta que se analiza, lo cual debe ser lo más rápido posible.

Siembra en caldo lactosado ( 4 ) Se inoculan 10 ml de muestra a cada uno de cinco tubos que contienen 20 ml de caldo lactosado ( extracto de carne, peptonas, lactosa ), y se incuban por 48 hrs a 35°C.

Siembra en gelatina. Se toma una muestra de un mililitro de la -

muestra perfectamente agitada y se coloca en una caja de Petri a -  
ella se vierten 8 a 10 ml. de medio de gelatina (gelatina, peptona,  
extracto de carne), licuados y enfriados a 20° C, ya solidificada la  
placa se incuba a 20° C por 48 hrs.

Siembra en gelosa. Se toma una muestra de un mililitro y se ag-  
lora en una caja de Petri, a ella se vierten 8 a 10 ml. de medio de  
gelosa (Agar, peptona, extracto de carne), licuada y enfriada a una  
temperatura de 45° C, la placa ya sólida se incuba por 24 hrs. a -  
35° C.

Siembra en cristal violeta. Esta siembra se hace si en los tu-  
bos de caldo lactonado hay desprendimiento de gas, de ellos se ag-  
lecciona uno. Un tubo que contiene medio de cristal violeta, se lag-  
cula con 0.1 a 0.2 ml. del caldo que presenta desarrollo de gas. -  
Se incuba a 35° C por 24 hrs.

Siembra en el medio de Levine E.M.B. - Si el tubo que contie-  
ne medio de cristal violeta, presenta desprendimiento de gas, se -  
efectúa la siembra en el medio de Levine E.M.B. (peptona, lactosa  
K<sub>2</sub>SPO<sub>4</sub>, agar, eosina, azul de metileno), la siembra se hace con  
asa de platino, la placa se incuba a 35° C por 24 hrs.

Concentración de microorganismos. Método de Sedgwick-Rafter -  
(4). La parte terminal del embudo de Sedgwick-Rafter, se angosta -  
hasta tener aproximadamente 1.5 cm de diámetro, en esta parte se  
coloca un tapón horadado, al que se inserta un tubo en U, sobre -

el tapón se coloca un disco de tela, ya así, se vacía arena al embudo, hasta tener una columna de 12 mm, la arena se humedece y se hace pasar la muestra ( 200 a 1000 ml ), se puede ayudar la filtración, haciendo succión. Cuando en el embudo quedan de 1 a 2 ml de agua, se suspende la succión, se retira el tapón, dejando caer la arena a un vaso. El embudo se lava con 5 a 20 ml del filtrado, revolviéndose el agua del lavado en el vaso que contiene la arena, esto se agita suavemente para desprender los organismos adheridos a los granos de arena. Ya que la arena gruesa se sedimenta, se decanta, con 5 ml de agua se hace otro lavado y se vuelve a decantar, la muestra se lleva a un volumen definitivo.

**Cuenta de microorganismos ( 4 )** El residuo de la concentración se agita y se toma una porción con un tubo capilar del que se conoce su volumen ( no debe ser mayor que el admitido por el cubreobjetos ), se coloca en un portaobjetos y se cubre con un cubreobjetos. Con un microscopio calibrado, se hace la cuenta de organismos, observando varios campos, siguiendo bandas horizontales o verticales, se hace un promedio agrupando los organismos por grupos.

El número de microorganismos, lo da la relación entre el volumen del tubo capilar, el diámetro del campo y el volumen que pasó por el embudo.

**Identificación de microorganismos.** Por comparación con figuras que los representan. ( 23, 31, 32, 35, 39, 40, 41, 42 ).

**Clasificación de microorganismos. (41) Se sigue la clave dada en el libro de Ward y Whipple.**

Al estudiar el mundo de los microorganismos, el estudiante debe tener presente que los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio.

En el curso se estudian los organismos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio.

El estudio de los microorganismos en el laboratorio es un campo que ha crecido rápidamente en los últimos años. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio.

La importancia de los microorganismos en el mundo actual es cada vez mayor. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio. Los organismos que se estudian en este curso son aquellos que son capaces de reproducirse y vivir en el laboratorio.

## RESULTADOS.

Se practica análisis químico a todos los pozos del Sistema del Lerma, sus resultados se comparan con los obtenidos en años anteriores por el laboratorio de la Dirección de Aguas y Saneamiento del Departamento del Distrito Federal, se observa que mientras los pozos con -- profundidades entre el # 1 de Ameyalco y el # 29 " Santa Cruz ", mantienen su composición constante, los pozos del # 30 " Tepicacero " al -- # 47 " Tenochhuico ", tienen variaciones, en ese tramo hay representantes de varias calidades y se decide practicar un estudio.

Del pozo # 1 de Ameyalco al # 29 "Santa Cruz", el agua es buena, la tabla # 1 así lo muestra, de estos pozos se obtiene aproximadamente un 62% del volumen que aporta el Sistema del Lerma, el 38% restante, se obtiene de los pozos # 30 al # 47, los resultados de sus análisis -- químicos se dan en la tabla # 2.

El agua que se reúne de todos los pozos del Sistema, llega com -- pletamente mezclada a la cámara de distribución, un análisis tipo de esta agua y un análisis representativo del agua de cada uno de los -- sistemas principales que abastece de agua potable al Distrito Federal, forman la tabla # 3.

Al abrir el grifo para tomar la muestra, se nota que algunas ve -- ces sale materia orgánica. Se recolecta la primera agua del grifo, se observa al microscopio y se encuentran microorganismos en actividad. Se hace una concentración tomando la muestra después de que el agua

ha corrido por el erifo, se pasan 5 litros por el embudo de Bedwrick-Kafter, no se obtiene ningun resultado.

El agua reunida de los pozos # 31 a # 47 antes de incorporarse al acueducto para el pal, se pasa al traves de una malla de tela de alambre muy fina, donde se retiene la materia organica, la malla se cambia cada 2 o 3 horas. En este punto se podia haber hecho una cuenta aproximada de microorganismos, si se conociera el volumen que a traves va en un tiempo fijo; esto no fue posible, ya que el bombeo en esta zona de pozos es irregular y el registro de volumen que de la planta de bombeo es poco exacto. No se hace hincapié en la cuenta de microorganismos, ya que si la materia organica se retira constantemente, se considera más importante un examen que pueda establecer la procedencia del los organismos. De la malla de tela de alambre, despues de una hora de filtración, se hacen observaciones (Tabla # 4).

En la tabla # 5 se da una clasificación comera de los géneros que se encuentran invariablemente.

En una muestra de agua de la laguna, se observan : Amoeba, Amoebae, Tracheomonas, Euglenas, Chlamydomonas, Euglenozoa, Codium -- ditum, Vorticella, Metonyma, Pennakia, Gyrodactylus, Navicula, Spirulina, Dactylo, y Ceratopoda.

Los microorganismos que se encuentran, se comparan con los que se mencionan en un trabajo de Rioja ( 36 ), que describe el plankton de la laguna de Lerma, se encuentran similitud entre sus resultados y



los que se obtienen por el examen microscópico del agua de los pozos.

Al agua de la cámara de distribución, se le hace una cuenta de - microorganismos. Se aprecian solamente en los meses de marzo, mayo, agosto, septiembre y octubre, obteniéndose la cuenta aproximada que muestra la tabla # 6.

El agua bacteriológicamente es potable. Según los datos proporcionados por el laboratorio de Aguas y Saneamiento del D.F., el agua procedente de Lerma, tiene una pureza de 99% en un año, el 1% restante indica un agua sospechosa, ya que la prueba de confirmación es negativa.

Tabla # 1.

Pozos # 1 al # 5 de Almoloya, # 1 y #2 Cuero, #3 a # 9 del Pedregal,  
# 1-A y # 1-B, # 4 a #9 Alta Empresa, # 1 de Amoyalco, # 2 a # 4 y del  
# 10 al # 29.

	Máximo		Mínimo	
	ppm	epm	ppm	epm
Color	5.0		0.0	
pH	7.5		6.8	
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.2	0.0	0.0	0.0
N preatox	0.2	0.0	0.0	0.0
N de nitros	0.005	0.0	0.0	0.0
N de nitrato	1.0	0.1	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	2.0	0.3	0.0	0.0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	153.0	2.5	72.0	1.2
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	24.0	0.7	3.0	0.1
CO <sub>2</sub>	40.0	2.0	4.0	0.2
Fe <sup>+++</sup>	2.0	0.1	0.0	0.0
Mn <sup>++</sup>	0.5	0.0	0.0	0.0
Ca <sup>++</sup>	18.0	0.9	6.0	0.0
Mg <sup>++</sup>	22.0	1.8	5.0	0.4
Dureza total	91.0	1.8	40.0	0.8
Sólidos totales	200.0		122.0	

Tabla 6 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Examen de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla 9 4

Pozo # 30 "Tepozoco"

Profundidad 25.51 m

Temperatura 16°C

	enero		marzo		junio		
	30		30		40		
	ppm	epm	ppm	epm	ppm	epm	
Color	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
pH	7.2		7.2		7.2		
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
N amoniacal	0.3	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	
N nitrato	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	
N de nitros	0.005	0.0	0.0	0.0	0.002	0.0	
N de nitros	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Oxígeno consumido en medio ácido	4.0	0.5	5.0	0.8	6.0	1.0	
Oxígeno disuelto					0.2	0.0	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	275.0	4.5	259.0	4.2	311.0	5.1	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Cl <sup>-</sup>	17.0	0.5	14.0	0.4	14.0	0.4	
CO <sub>2</sub>	28.0	1.4	21.0	1.0	35.0	1.6	
SiO <sub>2</sub>							
Fe +++	0.8	0.0	0.3	0.0	0.6	0.0	
Mn ++	3.0	0.1	4.0	0.1	4.0	0.2	
Ca ++	19.0	1.0	18.0	0.9	20.0	1.0	
Mg ++	24.0	1.9	22.0	1.8	23.0	1.9	
Na +	46.0	2.0	41.0	1.8	55.0	2.4	
Dureza total	140.0	2.8	132.0	2.6	156.0	3.1	
Dureza temporal	50.0	1.0	45.0	0.9	50.0	1.0	
Dureza permanente	90.0	1.8	87.0	1.7	106.0	2.1	
Sólidos totales	320.0		318.0		372.0		
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0		

Pozo # 30 "Tepozoco"

Profundidad 25.51 m

Temperatura 16°C

	enero		marzo		junio		septiembre		noviembre	
	30		30		40		30		45	
	ppm	epm	ppm	epm	ppm	epm	ppm	epm	ppm	epm
Color	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pH	7.2		7.2		7.2		7.2		7.2	
Turbiedad	0.3	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.8	0.0	0.6	0.0
N amoniacal	0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0
N nitrato	0.005	0.0	0.0	0.0	0.002	0.0	0.0	0.0	0.008	0.0
N de nitros	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	4.0	0.5	5.0	0.8	6.0	1.0	5.0	0.6	7.0	0.9
Oxígeno disuelto					0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	275.0	4.5	259.0	4.2	311.0	5.1	293.0	4.6	300.0	4.9
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	17.0	0.5	14.0	0.4	14.0	0.4	17.0	0.5	15.0	0.4
CO <sub>2</sub>	28.0	1.4	21.0	1.0	35.0	1.6	31.0	1.4	25.0	1.1
SiO <sub>2</sub>							53.0	1.8	66.0	2.2
Fe +++	0.8	0.0	0.3	0.0	0.6	0.0	1.2	0.1	1.2	0.1
Mn ++	3.0	0.1	4.0	0.1	4.0	0.2	4.7	0.2	3.6	0.1
Ca ++	19.0	1.0	18.0	0.9	20.0	1.0	18.0	0.9	17.0	0.9
Mg ++	24.0	1.9	22.0	1.8	23.0	1.9	22.0	1.8	21.0	1.8
Na +	46.0	2.0	41.0	1.8	55.0	2.4	53.0	2.3	48.0	2.4
Dureza total	140.0	2.8	132.0	2.6	156.0	3.1	151.0	3.0	142.0	2.8
Dureza temporal	50.0	1.0	45.0	0.9	50.0	1.0	45.0	0.9	45.0	0.9
Dureza permanente	90.0	1.8	87.0	1.7	106.0	2.1	106.0	2.1	97.0	1.9
Sólidos totales	320.0		318.0		372.0		388.0		320.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 31 "Totela"

Profundidad 25.51 m  
Temperatura 16°C

Color	enero		abril		julio		septiembre	
	80		80		25		25	
pH	7.1		7.1		7.1		7.1	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.9	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0
N proteico	0.4	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.4	0.0
N de nitratos	0.002	0.0	0.006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitritos	0.1	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.1	0.0
Oxígeno consumido en medio líquido	7.5	0.9	11.2	1.4	5.0	0.6	18.0	2.0
Oxígeno disuelto			0.4	0.1			0.7	0.1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	277.0	4.5	289.0	4.7	238.0	3.9	257.0	4.7
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	13.0	0.4	8.0	0.2	7.0	0.2	10.0	0.3
CO <sub>2</sub>	30.0	1.4	38.0	1.7	30.0	1.4	31.0	1.0
SiO <sub>2</sub>							42.0	1.0
Fe <sup>+++</sup>	1.6	0.1	2.1	0.1	1.3	0.1	1.7	0.1
Mn <sup>++</sup>	6.1	0.2	5.3	0.2	3.4	0.2	6.5	0.2
Ca <sup>++</sup>	20.0	1.0	22.0	1.1	17.0	0.9	25.0	1.0
Mg <sup>++</sup>	13.0	1.0	16.0	1.5	13.0	1.0	14.0	1.1
Na <sup>+</sup>	60.0	2.6	46.0	2.0	44.0	1.9	46.0	1.9
Dureza total	117.0	2.3	150.0	3.0	118.0	2.4	130.0	2.9
Dureza temporal	50.0	1.0	55.0	1.1	45.0	0.9	50.0	1.0
Dureza permanente	67.0	1.3	95.0	1.9	73.0	1.5	79.0	1.9
Sólidos totales	314.0		320.0		238.0		333.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 32 "Texcoapa"

Profundidad 198 m  
Temperatura 16°C

Color pH	enero		abril		julio		septiembre	
	5 7.3		10 7.3		5 7.3		6 7.5	
	ppm	opm	ppm	opm	ppm	opm	ppm	opm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
N proteico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitratos	0.002	0.0	0.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitritos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.3	0.0	1.1	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1
Oxígeno disuelto			1.5	0.2	1.0	0.1		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	141.0	2.3	157.0	2.6	153.0	2.5	149.0	1.1
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	11.0	0.3	10.0	0.3	10.0	0.3	11.0	0.3
CO <sub>2</sub>	12.0	0.5	10.0	0.5	13.0	0.5	15.0	0.1
SiO <sub>2</sub>					50.0	1.7	50.0	1.3
Fe +++	0.3	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0
Mn ++	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Ca ++	9.0	0.5	9.0	0.5	8.0	0.4	0.0	0.0
Mg ++	11.0	0.9	14.0	1.1	12.0	1.0	12.0	1.0
Na +	28.0	1.1	30.0	1.3	32.0	1.4	29.0	1.3
Dureza total	69.0	1.4	83.0	1.7	70.0	1.4	75.0	1.3
Dureza temporal	25.0	0.5	25.0	0.5	20.0	0.4	25.0	0.5
Dureza permanente	43.0	0.9	58.0	1.2	50.0	1.0	50.0	1.0
Sólidos totales	184.0		224.0		212.0		209.0	
Sólidos suspendidos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 32 "Texcoapa"

Profundidad 198 m  
Temperatura 16°C

Color pH	enero		abril		julio		octubre	
	5 7.3		10 7.3		5 7.3		0 7.3	
	ppm	opm	ppm	opm	ppm	opm	ppm	opm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
N proteico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitritos	0.002	0.0	0.004	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitratos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.3	0.0	1.1	0.1	0.5	0.1	0.4	0.1
Oxígeno disuelto			1.5	0.2	1.0	0.1		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	141.0	2.3	157.0	2.6	153.0	2.5	150.0	2.5
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	11.0	0.3	10.0	0.3	10.0	0.3	11.0	0.3
CO <sub>2</sub>	12.0	0.5	10.0	0.5	13.0	0.5	13.0	0.5
SiO <sub>2</sub>					50.0	1.7	50.0	1.9
Fe +++	0.3	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0
Mn ++	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Ca ++	9.0	0.5	9.0	0.5	8.0	0.4	9.0	0.5
Mg ++	11.0	0.9	14.0	1.1	12.0	1.0	12.0	1.0
Na +	28.0	1.1	30.0	1.3	32.0	1.4	29.0	1.3
Dureza total	68.0	1.4	83.0	1.7	70.0	1.4	75.0	1.5
Dureza temporal	25.0	0.5	25.0	0.5	20.0	0.4	25.0	0.5
Dureza permanente	43.0	0.9	58.0	1.2	50.0	1.0	50.0	1.0
Sólidos totales	164.0		224.0		212.0		200.0	
Sólidos suspendidos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 32-bis "Pretunza"

Profundidad

Temperatura 15°C

Color pH	enero		abril		julio	
	5 7.0		3 7.0		0 7.0	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
N proteico	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
N de nitrato	0.005	0.0	0.001	0.0	0.001	0.0
N de nitrato	1.2	0.1	1.4	0.1	1.2	0.1
Oxígeno consumido en medio ácido	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Oxígeno disuelto					2.4	0.3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	67.0	1.1	76.0	1.2	69.0	1.1
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	5.0	0.1	3.0	0.1	2.0	0.1
CO <sub>2</sub>	11.0	0.5	15.0	0.7	12.0	0.6
SiO <sub>2</sub>			45.0	1.5		
Fe <sup>+++</sup>	1.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Mn <sup>++</sup>	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca <sup>++</sup>	6.0	0.3	6.0	0.3	6.0	0.3
Mg <sup>++</sup>	7.0	0.6	7.0	0.6	7.0	0.6
Na <sup>+</sup>	7.0	0.3	9.0	0.4	7.0	0.3
Dureza total	38.0	0.7	40.0	0.8	38.0	0.8
Dureza temporal	15.0	0.3	15.0	0.3	15.0	0.3
Dureza permanente	20.0	0.4	25.0	0.5	23.0	0.5
Sólidos totales	94.0		94.0		96.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Fozo # 33 "Tembladera"

Profundidad 162 m  
Temperatura 16°C

Color ppm	enero		junio		octubre	
	20 7.3		10 7.3		10 7.3	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0
N proteico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitrato	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitrato	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.7	0.1	0.7	0.1	0.6	0.1
Oxígeno disuelto					0.6	0.1
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	159.0	2.6	150.0	2.5	155.0	2.5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	15.0	0.4	13.0	0.4	10.0	0.3
CO <sub>2</sub>	12.0	0.6	12.0	0.6	13.0	0.6
SiO <sub>2</sub>					58.0	1.9
Fe <sup>++</sup>	1.2	0.1	1.0	0.1	0.9	0.1
Mn <sup>++</sup>	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
Ca <sup>++</sup>	8.0	0.4	8.0	0.4	8.0	0.4
Mg <sup>++</sup>	13.0	1.0	12.0	1.0	11.0	0.9
Na <sup>+</sup>	35.0	1.5	32.0	1.4	32.0	1.4
Dureza total	70.0	1.4	73.0	1.5	67.0	1.3
Dureza temporal	20.0	0.4	20.0	0.4	20.0	0.4
Dureza permanente	50.0	1.0	53.0	1.1	47.0	0.9
Sólidos totales	256.0		265.0		246.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0	



Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 34 "La Loma"

Profundidad 176 m  
Temperatura 16°C

Color pH	enero		junio	
	3 7.6		0 7.5	
	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.0	0.0	0.0	0.0
N nitrato	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitrosos	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitrosos	0.4	0.0	0.5	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno disuelto			3.5	0.4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	110.0	1.0	105.0	1.7
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	7.0	0.2	5.0	0.1
CO <sub>2</sub>	4.5	0.2	5.2	0.2
SiO <sub>2</sub>			50.0	1.9
Fe <sup>+++</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0
Mn <sup>++</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca <sup>++</sup>	0.0	0.4	7.0	0.4
Mg <sup>++</sup>	11.0	0.9	0.0	0.7
Na <sup>+</sup>	16.0	0.7	16.0	0.7
Dureza total	56.0	1.1	52.0	1.0
Dureza temporal	30.0	0.4	20.0	0.4
Dureza permanente	36.0	0.7	32.0	0.6
Sólidos totales	150.0		144.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 1

Pozo # 34-bis "Ixcachuyapa"

Profundidad 165 m  
Temperatura 15°C

Color pH	enero		junio	
	5 7.0		9 7.0	
	ppm	epm	ppm	epm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0
IF aniónica	0.0	0.0	0.0	0.0
IF proteico	0.0	0.0	0.0	0.0
IF de nitritos	0.002	0.0	0.001	0.0
IF de nitratos	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno disuelto			0.9	0.1
$HCO_3^-$	27.0	1.6	50.0	1.5
$SO_4^{2-}$	0.0	0.0	0.0	0.0
$Cl^-$	1.0	0.0	1.0	0.0
$CO_2$	13.0	0.5	16.0	0.7
$SiO_2$			22.0	0.7
Fe+++	0.1	0.0	0.1	0.0
Mn++	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca ++	6.0	0.4	7.0	0.7
Mg ++	9.0	0.7	8.0	0.7
Na +	12.0	0.5	9.0	0.4
Dureza total	45.0	0.9	50.0	1.0
Dureza temporal	20.0	0.4	20.0	0.4
Dureza permanente	25.0	0.5	30.0	0.6
Sólidos totales	110.0		105.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0	

Tabla 0 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla 0 2

Pozo # 35 'Ixachuyocapita'

Profundidad 164 m  
Temperatura 16°C

Color pH	enero		junio		octubre	
	3 7.0		0 7.0		5 7.0	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N proteico	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitratos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.004	0.0
N de nitritos	1.1	0.1	1.1	0.1	0.8	0.1
Oxígeno consumido en medio líquido	0.1	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0
Oxígeno disuelto					1.3	0.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	119.0	2.9	121.0	2.0	144.0	2.4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	3.0	0.1	6.0	0.2	5.0	0.1
CO <sub>2</sub>	15.0	0.7	20.0	1.0	20.0	1.0
SiO <sub>2</sub>					32.0	1.0
Fe <sup>+++</sup>	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Mn <sup>++</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca <sup>++</sup>	11.0	0.9	11.0	0.9	11.0	0.9
Mg <sup>++</sup>	12.0	1.0	9.0	0.7	12.0	1.0
Na <sup>+</sup>	5.0	0.2	14.0	0.6	14.0	0.6
Dureza total	76.0	1.5	75.0	1.5	80.0	1.6
Dureza temporal	45.0	0.9	45.0	0.9	45.0	0.9
Dureza permanente	31.0	0.6	30.0	0.6	35.0	0.7
Sólidos totales	124.0		134.0		140.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 36 "Rambata"

Profundidad 163 m

Temperatura 16°C

Categoría	enero		junio		octubre	
	0		0		0	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
pH	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
N proteico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitratos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitritos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Oxígeno disuelto					0.0	0.1
$\text{HCO}_3^-$	155.0	2.5	135.0	2.2	132.0	2.2
$\text{SO}_4^{2-}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\text{Cl}^-$	11.0	0.3	10.0	0.3	9.0	0.3
$\text{CO}_2$	3.0	0.1	3.0	0.1	3.0	0.1
$\text{SiO}_2$					59.0	1.0
$\text{Fe}^{+++}$	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
$\text{Mn}^{++}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\text{Ca}^{++}$	0.0	0.4	5.0	0.3	5.0	0.0
$\text{Mg}^{++}$	13.0	1.1	11.0	0.9	11.0	0.9
$\text{Na}^+$	30.0	1.3	30.0	1.3	28.0	1.0
Dureza total	70.0	1.4	60.0	1.2	65.0	1.0
Dureza temporal	20.0	0.4	15.0	0.3	15.0	0.3
Dureza permanente	50.0	1.0	45.0	0.9	50.0	1.0
Sólidos totales	194.0		190.0		180.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 37 "Tequimilencu"

Profundidad 193 m  
Temperatura 19°C

Color pH	enero		junio		octubre	
	5		9		9	
	7.7		7.7		7.7	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0
N nitroso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
N de nitrato	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitrito	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno disuelto					0.8	0.1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	176.0	6.9	162.0	2.7	164.0	3.7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	15.0	0.4	14.0	0.4	11.0	0.3
CO <sub>2</sub>	5.0	0.2	3.0	0.1	3.0	0.1
SiO <sub>2</sub>					60.0	2.0
Fe +++	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Mn ++	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca ++	11.0	0.5	6.0	0.3	6.0	0.3
Mg ++	13.0	1.0	12.0	1.0	12.0	1.0
Na +	39.0	1.7	41.0	1.8	38.0	1.7
Dureza total	84.0	1.7	77.0	1.5	73.0	1.6
Dureza temporal	36.0	0.6	15.0	0.3	15.0	0.3
Dureza permanente	54.0	1.1	62.0	1.2	58.0	1.2
Sólidos totales	232.0		220.0		214.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 38 "El Paredón"

Profundidad 163 m  
Temperatura 16°C

Color pH	enero		junio		octubre	
	3 7.5		5 7.5		10 7.5	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	0.3	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0
N proteico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
N de nitrato	0.002	0.0	0.0	0.0	0.004	0.0
N de nitrito	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0
Oxígeno disuelto					0.9	0.1
$\text{HCO}_3^-$	173.0	2.8	175.0	2.9	167.0	2.2
$\text{SO}_4^{2-}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\text{Cl}^-$	14.0	0.4	14.0	0.4	11.0	0.3
$\text{CO}_2$	0.0	0.4	7.0	0.3	0.0	0.4
$\text{SiO}_2$					60.0	2.0
Fe +++	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0
Mn ++	0.0	0.0	ind	0.0	0.0	0.0
Ca ++	7.0	0.4	7.0	0.4	7.0	0.0
Mg ++	15.0	1.3	16.0	1.3	14.0	1.3
Na +	34.0	1.5	37.0	1.6	30.0	1.7
Dureza total	62.0	1.6	65.0	1.7	79.0	1.5
Dureza temporal	20.0	0.4	20.0	0.4	20.0	0.4
Dureza permanente	62.0	1.2	65.0	1.3	59.0	1.2
Sólidos totales	224.0		222.0		222.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 41 - Arenal \*

Profundidad 215 m  
Temperatura 19°C

Color pH	enero		agosto	
	69		30	
	7.9		7.0	
Turbiedad	ppm	ppm	ppm	ppm
N amoniacal	0.0	0.0	0.0	0.0
N proteico	4.0	0.3	3.4	0.2
N de nitrato	0.1	0.0	0.1	0.0
N de nitrito	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno disuelto	3.0		2.2	
-			0.2	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	333.0	5.5	330.0	5.4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	32.0	0.9	27.0	0.0
CO <sub>2</sub>	50.0	2.7	40.0	1.0
SiO <sub>2</sub>			04.0	2.0
Fe +++	1.7	0.1	1.7	0.1
Mn ++	0.5	0.0	0.3	0.0
Ca ++	20.0	1.0	18.0	0.9
Mg ++	24.0	2.0	27.0	2.2
Na +	76.0	3.3	69.0	3.0
Dureza total	154.0	3.1	160.0	3.2
Dureza temporal	50.0	1.0	45.0	0.9
Dureza permanente	104.0	2.1	115.0	2.3
Sólidos totales	392.0		380.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 44 " El Mimbre "

Profundidad 300 m  
 Temperatura 21°C

Color pH	enero		agosto	
	30		25	
	ppm	ppm	ppm	ppm
	7.1		7.1	
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	2.0	0.1	1.7	0.1
N nitrato	0.1	0.0	0.1	0.0
N de nitrato	0.004	0.0	0.006	0.0
N de nitrito	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	2.0		1.6	
Oxígeno disuelto			1.8	
$\text{HCO}_3^-$	247.0	4.0	251.0	4.1
$\text{SO}_4^{--}$	0.0	0.0	0.0	0.0
$\text{Cl}^-$	15.0	0.4	17.0	0.5
$\text{CO}_2$	39.0	1.4	22.0	1.0
$\text{SiO}_2$			83.0	2.8
$\text{Fe}^{+++}$	1.0	0.1	1.0	0.1
$\text{Mn}^{++}$	0.3	0.0	0.3	0.0
$\text{Ca}^{++}$	16.0	0.8	14.0	0.7
$\text{Mg}^{++}$	18.0	1.4	20.0	1.7
$\text{Na}^+$	48.0	2.1	51.0	2.2
Dureza total	118 .0	2.4	122.0	2.4
Dureza temporal	48.0	0.8	16.0	0.7
Dureza permanente	78.0	1.6	87.0	1.7
Sólidos totales	298.0		306.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0	



Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 45 " Obacayaco "

Profundidad 106 m  
 Temperatura 21°C

Color pH	enero		abril		agosto	
	10		35		35	
	7.1		7.1		7.1	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N. amoniacal	2.0	0.1	1.7	0.1	1.9	0.1
N. proteico	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
N. de nitrato	0.001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N. de nitrito	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en media hora	2.0		2.1		1.5	
Oxígeno disuelto					0.0	
$\text{HCO}_3^-$	345.0	5.7	353.0	5.8	345.0	5.7
$\text{SO}_4^{2-}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\text{Cl}^-$	11.0	0.9	33.0	0.9	30.0	0.0
$\text{CO}_2$	48.0	2.2	45.0	2.0	45.0	2.0
$\text{SiO}_2$					09.0	3.0
$\text{Fe}^{+++}$	0.7	0.0	1.3	0.1	1.3	0.1
$\text{Mn}^{++}$	0.1	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0
$\text{Ca}^{++}$	18.0	0.9	19.0	0.9	10.0	0.0
$\text{Mg}^{++}$	30.0	2.5	30.0	2.5	28.0	2.5
$\text{Na}^+$	74.0	3.2	74.0	3.2	74.0	3.2
Dureza total	164.0	3.3	170.0	3.4	167.0	3.3
Dureza temporal	45.0	0.9	45.0	0.9	45.0	0.9
Dureza permanente	119.0	2.4	125.0	2.5	122.0	2.4
Sólidos totales	400.0		410.0		425.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Análisis cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 46 Encino Grande

Profundidad 289 m  
Temperatura 22°C

Color pH	enero		abril		agosto		ppm	ppm
	20		20		18			
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		
	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2		
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
N amoniacal	1.3	0.1	1.3	0.1	1.1	0.0		
N proteico	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0		
N de nitratos	0.001	0.0	0.0	0.0	0.006	0.0		
N de nitritos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Oxígeno consumido en medio ácido	1.1	0.0	0.9		1.0			
Oxígeno disuelto					1.0			
$\text{HCO}_3^-$	250.0	4.1	247.0	4.0	260.0	4.7		
$\text{SO}_4^{2-}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
$\text{Cl}^-$	21.0	0.6	20.0	0.6	23.0	0.6		
$\text{CO}_2$	30.0	1.4	32.0	1.5	27.0	1.2		
$\text{SiO}_2$					84.0	2.8		
Fe ++	1.3	0.1	0.9	0.1	1.0	0.1		
Mn ++	0.1	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0		
Ca ++	12.0	0.6	13.0	0.7	13.0	0.7		
Mg ++	22.0	1.8	22.0	1.8	20.0	1.7		
Na +	51.0	2.2	46.0	2.0	55.0	2.4		
Dureza total	115.0	2.3	120.0	2.4	123.0	2.6		
Dureza temporal	30.0	0.6	35.0	0.7	35.0	0.7		
Dureza permanente	85.0	1.7	85.0	1.7	88.0	1.9		
Sólidos totales	320.0		330.0		316.0			
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0			

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 46 ' Encino Grande '

Profundidad 289 m

Temperatura 22°C

Color pH	enero		abril		agosto		noviembre	
	20		20		18		20	
	7.2		7.2		7.2		7.2	
	ppm	opm	ppm	opm	ppm	opm	ppm	opm
Turbiedad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N amoniacal	1.3	0.1	1.3	0.1	1.1	0.0	1.3	0.1
N proteico	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
N de nitratos	0.001	0.0	0.0	0.0	0.005	0.0	0.0	0.0
N de nitritos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	1.1	0.0	0.9		1.0		1.4	
Oxígeno disuelto					1.0			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	250.0	4.1	247.0	4.0	260.0	4.3	251.0	4.1
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	21.0	0.6	20.0	0.6	23.0	0.6	21.0	0.6
CO <sub>2</sub>	30.0	1.4	32.0	1.5	27.0	1.2	21.0	1.0
SiO <sub>2</sub>					84.0	2.8		
Fe +++	1.3	0.1	0.9	0.1	1.0	0.1	0.8	0.0
Mn ++	0.1	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0
Ca ++	12.0	0.6	13.0	0.7	13.0	0.7	13.0	0.7
Mg ++	22.0	1.8	22.0	1.8	20.0	1.7	21.0	1.7
Na +	51.0	2.2	46.0	2.0	55.0	2.4	53.0	2.3
Dureza total	115.0	2.3	120.0	2.4	123.0	2.5	121.0	2.4
Dureza temporal	30.0	0.6	35.0	0.7	35.0	0.7	35.0	0.7
Dureza permanente	85.0	1.7	85.0	1.7	88.0	1.8	86.0	1.7
Sólidos totales	320.0		330.0		316.0		328.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0		0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 2

Pozo # 47 "Techuchilco"

Profundidad 100 m  
 Temperatura 22°C

	enero		agosto	
	25 7.1 ppm	epm	35 7.1 ppm	epm
Color				
pH				
Turbiedad	0.0	0	0.0	0.0
N amoniacal	1.4	0.1	1.4	0.1
N proteico	0.1	0.0	0.1	0.0
N de nitratos	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitritos	0.0	0.0	0.0	0.0
Oxígeno consumido en medio ácido	1.3	0.2	2.3	0.3
Oxígeno disuelto			0.4	0.1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	284.0	4.7	281.0	4.6
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0
Cl <sup>-</sup>	23.0	0.6	24.0	0.7
CO <sub>2</sub>	24.0	1.1	30.0	1.4
SiO <sub>2</sub>			86.0	2.9
Fe+++	0.7	0.0	0.9	0.0
Mn++	0.1	0.0	0.2	0.0
Ca ++	8.0	0.4	14.0	0.7
Mg ++	24.0	2.0	22.0	1.8
Na +	67.0	2.9	62.0	2.7
Dureza total	125.0	2.5	131.0	2.5
Dureza temporal	20.0	0.4	35.0	0.7
Dureza permanente	105.0	2.1	96.0	1.9
Sólidos totales	350.0		360.0	
Sólidos suspendidos	0.0		0.0	

Tabla # 4

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

Tabla # 3

	Sistema del Peñón		Sistema Chiconautla		Sistema Xicoc
	ppm	epm	ppm	epm	ppm
Color	0.0		0.0		0.0
pH	8.1		7.9		7.0
N amoniacal	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1
N proteico	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
N de nitritos	0.006	0.0	0.0	0.0	0.0
N de nitratos	0.01	0.0	1.6	0.1	0.7
Oxígeno consumido en medio ácido	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	173.0	3.5	292.0	5.8	92.0
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	3.0	0.0	25.0	0.5	-
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	0.4	0.0	25.0	0.7	18.0
Silice (SiO <sub>2</sub> )	38.0	1.3	15.0	0.5	39.0
Hierro(Fe <sup>+++</sup> )	0.01	0.0	0.1	0.0	0.0
Manganeso(Mn <sup>++</sup> )	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Calcio(Ca <sup>++</sup> )	15.0	0.8	31.0	1.6	10.0
Magnesio(Mg <sup>++</sup> )	9.0	0.7	30.0	2.5	12.0
Dureza total	52.0	1.0	204.0	4.1	72.0
Sólidos totales	362.0		480.0		280.0

titativo de la materia orgánica retenida en la malla de -

	Sistema del Peñón		Sistema Chiconautla		Sistema Xochimilco		Sistema del Lerma (cámara de distribución)	
	0.0		0.0		0.0		10.0	
	8.1		7.9		7.4		7.9	
	ppm	epm	ppm	epm	ppm	epm	ppm	epm
	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
	0.006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.01	0.0	1.6	0.1	0.7	0.1	0.4	0.0
Consumido	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1
Acido								
total (CaCO <sub>3</sub> )	173.0	3.5	292.0	5.8	92.0	1.8	90.0	1.8
Ca <sup>2+</sup> )	3.0	0.0	25.0	0.5	-	-	5.0	0.1
Mg <sup>2+</sup> )	0.4	0.0	25.0	0.7	18.0	0.5	7.0	0.2
Na <sup>+</sup> )	38.0	1.3	15.0	0.5	19.0	1.3	45.0	1.5
K <sup>+</sup> )	0.01	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
(Mn <sup>++</sup> )	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Ind.	0.0
Fe <sup>++</sup> )	15.0	0.8	31.0	1.6	10.0	0.5	8.0	0.4
Zn <sup>++</sup> )	9.0	0.7	30.0	2.5	12.0	1.0	8.0	0.7
Al	52.0	1.0	204.0	4.1	72.0	1.4	55.0	1.1
Totales	362.0		480.0		200.0		145.0	

Examen cualitativo de la materia orgánica retenida en la malla de alambre.

Febrero (primera mitad) La materia orgánica es de color café rojizo. Olor pútrido.

Macroscópicamente: se observan partes de insectos e Isópodos.

Microscópicamente: predominan los ciliados y los rotíferos, las bacterias son abundantes.

Marzo (primera mitad) La materia orgánica conserva su color. — (no han principiado las lluvias).

Macroscópicamente: se observan Daphnias, Copépodos, — partes de insectos (patas, alas), restos de arácnidos e Isópodos.

Microscópicamente: Amibas, Euglenas, ciliados (Trachelocerca, Sirostomum, Colpidium, Chlorella y Microspora poco verdes.

Abril (primera mitad) Materia orgánica de color café rojizo claro. (principiaron las lluvias), se nota una disminución — del olor pútrido.

Macroscópicamente: predominan los Isópodos, hay larvas de insecto, Daphnias, Copépodos, restos de insectos y arácnidos, Lombrices de tierra muertas y acosillas.

Microscópicamente: No se encuentran amibas ni ciliados

hay clorofíceas y cianofitas, Chlorella, Boaglistoa, Gallio-  
nella y esporas.

**Abril (primera mitad)** Materia orgánica de color café verdoso, (au-  
mentan las lluvias), hay una disminución del olor pútri-  
do, se percibe ligero olor a yerba.

Macroscópicamente: no hay cambio.

Microscópicamente: resto de tejido vegetal en descompo-  
sición, predominancia de algas verdes (Microsporas, Os-  
gillasteria, Anabaenae, Spinulinas), nemátodos y bacterias fe-  
ruginosas.

**Mayo (segunda mitad)** La materia orgánica conserva su color.

Macroscópicamente: no hay cambio.

Microscópicamente: no hay cambio.

**Junio (segunda mitad)** La materia orgánica conserva su color.

Macroscópicamente: desaparecen los Isópodos y las lag-  
vas de insecto.

Microscópicamente: hay predominio de amibas y flage-  
lados.

**Julio (segunda mitad)** La materia orgánica es de color gris ver-  
doso. ( las lluvias han aumentado ).

Macroscópicamente y microscópicamente: no hay cam-  
bio.

**Agosto (segunda mitad)** La materia orgánica es de color café -  
rojizo claro. Se nota nuevamente el olor pútrido. ( lige-  
ro descenso en las lluvias ).



Macroscópicamente: hay restos de algas, posiblemente -  
Chara.

Microscópicamente: Amoeba, Euglena, Anisonemas, Chlamydomonas, Metozoa, Colpidium, ciliados propios de cultivos pétricos (Cycolidium), Spinulias, Micropanora, Chlorella, Verticella, y esporas de algas cíclicas.

Septiembre (segunda mitad) Materia orgánica de color café verdoso. Se nota una ligera disminución del residuo. (lluvias intensas).

Macroscópicamente: aparecen algunos isópodos y pequeñas masas gelatinosas (posiblemente una asociación de algas y bacterias).

Microscópicamente: amebas, Euglenas, Peritrichas, Centropyge, Metozoa, nemátodos, Thyrodina, diatomeas (Nannoula, Cyclotella), bacterias ferruginosas.

Octubre (primera mitad) No hay cambio en el aspecto de la materia orgánica (lluvias intensas).

Macroscópicamente: no hay cambio.

Microscópicamente: se observan los mismos organismos que en el mes anterior, predomina Paramecium.

Octubre (segunda mitad) Materia orgánica de color gris verdoso, en la parte superior de la malla se acumulan filamentos muy largos. (las lluvias han disminuido).

Macroscópicamente: Isópodos, Cyclops, Daphnias, Larvas



Clasificación de organismos

DIVISION .- Schizophyta.

Clase .- Schizomycetes .  
Orden .- Eubacteriales .  
Familia .- Gallionellaceae .  
Género .- Gallionella .

Clase .- Schizomycetes .  
Orden .- Pseudomonadales .  
Familia .- Eggliaceae .  
Género .- Eggliella .

DIVISION .- Cyanophyta .

Clase .- Schyzophyceae .  
Orden .- Hormogonales .  
Familia .- Nostocaceae .  
Género .- Anabaena .

Clase .- Schyzophyceae .  
orden .- Hormogonales .  
Familia .- Oscillatoriaceae .  
Género .- Oscillatoria .

Clase .- Scruyzophyceae .  
Orden .- Hormogonales .  
Familia .- Oscillatoriaceae .  
Género .- Scruzillatoria .

DIVISION - Cyanophyta .

Orden .- Coocogonales .  
Familia .- Chroococcaceae .  
Género .- Chroococcus .

DIVISION .- Euglenophyta .

Orden .- Euglenales .  
Familia .- Euglenaceae .  
Género .- Euglena .

Orden .- Euglenales .  
Familia .- Euglenaceae .  
Género .- Paramecium .

Orden .- Euglenales .  
Familia .- Euglenaceae .  
Género .- Anisonema .

**DIVISION . - Bacillariophyta .**

Orden . - Pennales .  
Familia . - Naviculariaceae .  
Género . - Navicula .

Orden . - Pennales .  
Familia . - Naviculariaceae .  
Género . - Pinnularia .

Orden . - Pennales .  
Familia . - Actinanthaceae .  
Género . - Cocconeis .

Orden . - Pennales .  
Familia . - Gomphonemaceae .  
Género . - Gomphonema .

Orden . - Pennales .  
Familia . - Fragiliariaceae .  
Género . - Fragilaria .

**DIVISION . - Chlorophyta .**

Orden . - Chlorococcales .  
Familia . - Oocystaceae .  
Género . - Chlorella .

Orden . - Volvocales .  
Familia . - Chlamydomonaceae .  
Género . - Chlamydomonas .

Orden . - Volvocales .  
Familia . - Volvocaceae .  
Género . - Volvox .

Orden . - Ulvotrichales .  
Familia . - Microsporaceae .  
Género . - Microspora .

**SUPERCLASE . - Rhizopoda .**

Clase . - Lobosa .  
Orden . - Amoebea .  
Familia . - Amoebidae .  
Género . - Pelomyxa .

Clase .- Lobosa .  
Orden .- Testaceolobosa .  
Familia .- Oostropytidae .  
Género .- Oostropytis .

Clase .- Lobosa .  
Orden .- Testaceolobosa .  
Familia .- Diffugiidae .  
Género .- Diffugia .

Clase .- Lobosa .  
Orden .- Testaceolobosa .  
Familia .- Arcellidae .  
Género .- Arcella .

**PHYLUM .- Protozoa .**

Clase .- Ciliata .  
Familia .- Pleuronematidae .  
Género .- Cyrtidium .

Clase .- Ciliata .  
Familia .- Parameciidae .  
Género .- Paramecium .

Clase .- Ciliata .  
Familia .- Frontonitidae .  
Género .- Colpidium .

Clase .- Ciliata .  
Familia .- Oxytrichidae .  
Género .- Oxytricha .

Clase .- Ciliata .  
Familia .- Halteritidae .  
Género .- Halteria .

Clase .- Ciliata .  
Familia .- Spirostomidae .  
Género .- Spirostomon .

Clase .- Ciliata .  
Familia .- Metopidae .  
Género .- Metopus .

**PHYLUM . - Rotifera .**

**Clase . - Eotsonidae .**  
**Familia . - Philodinidae .**  
**Género . - Philodina .**

**PHYLUM . - Arthropoda .**

**Clase . - Crustacea .**  
**Familia . - Cyclopidae .**  
**Género . - Cyclops .**

**Clase . - Crustacea .**  
**Familia . - Daphnidae .**  
**Género . - Daphnia .**

**Clase . - Crustacea .**  
**Familia . - Asellidae .**  
**Género . - Asella .**

Tabla # 6.

Cuenta de microorganismos en el agua de Lerma.

Marzo.- Cloro residual 0.4 ppm.

Diatomeas 250 /l

Clorofíceas 75 /l

Bacterias ferruginosas 100 /l

Nemátodos 15 /l, restos de insecto.

Mayo.- Cloro residual 0.6 ppm.

Diatomeas 325 /l

Amibas 20 /l

Clorofíceas 45 /l

Bacterias ferruginosas 70 /l

Agosto.- Cloro residual 0.4 ppm.

Diatomeas 90 /l

Clorofíceas 40 /l

Bacterias ferruginosas 170 /l

Septiembre.- Cloro residual 0.2 ppm.

Diatomeas 130 /l

Amibas 75 /l

Clorofíceas 300 /l

Cianofíceas 50 /l

Nemátodos 40 /l

Octubre.- Cloro residual 0.4 ppm.

Diatomeas 110 /1

Clorofíceas 55 /1

Amibas 35 /1

Rotíferos 15 /1

Nemátodos 50 /1

Bacterias ferruginosas 80 /1



## DISCUSION Y CONCLUSIONES.

El agua de pozos mantiene su composición química por algunos años si el manto acuífero es grande y sobre todo si no hay influencia extraña. El análisis químico revela una contaminación; la variación en cualquiera de las deformaciones o la aparición de indicios de metales ajenos a su composición original, demuestran una comunicación entre mantos acuíferos, el aumento en el nitrógeno amoniacal, nitrógeno proteico, oxígeno consumido y cloruros, con pruebas de contacto con aguas de drenaje, debe completarse el análisis químico con un examen bacteriológico, que revela la presencia de organismos del grupo coliforme, índice de contaminación fecal. Si la contaminación es por aguas superficiales, es útil un examen de microorganismos, de los que algunos están considerados como indicadores -vivientes del medio de donde proceden, el conocimiento de este último punto, es útil para el estudio del agua de los pozos 6 10, 11, 12 15 y 16, en los que se encuentren microorganismos que no pueden sobrevivir en las condiciones que prevalecen en los pozos, indicando que proceden de aguas superficiales.

Los organismos pueden presentarse con predominancia en una zona horizontal, así se encontrará únicamente especies que viven en la superficie del agua, en la parte media o en el fondo, por el examen microscópico se puede afirmar que la infiltración es vertical, - se observan tanto organismos planctónicos (amibas), como nectóni-

nes (rotíferos ) y bentónicos (diatomeas y vorticelias).

Las amibas se enquistan por cambios bruscos de pH. Los protozoarios, aunque en su protoplasma existe un sistema regulador, a base de carbonatos y fosfatos, (42), no son muy resistentes a cambios de acidez o alcalinidad, esto aumenta o disminuye la permeabilidad de su protoplasma; un aumento en el calcio del agua, baja su actividad metabólica. El agua de pozo por contener sales y dióxido de carbono puede favorecer en general el desarrollo de microorganismos, todas las especies que viven en un tipo de agua, no sufrirán ningún daño si se les traslada a otra agua de condiciones químicas parecidas. La vitalidad de los organismos que se encuentran en los pozos, confirma que provienen de un medio con condiciones químicas semejantes a las de las aguas de los pozos.

Las algas verdes necesitan de luz para efectuar su fotosíntesis, las amibas necesitan de oxígeno para vivir, la presencia en los pozos de algas verdes, de amibas y de gran parte de los organismos que se encuentran en la laguna, comprueba que hay una comunicación entre los pozos y la laguna.

La contaminación con aguas superficiales, a las que pueden tener acceso personas y animales, debe reflejarse en el análisis bacteriológico, sin embargo este revela que el agua es potable.

Se afirma que por medio de esta prueba se puede detectar un organismo coliforme, en cien mililitros de agua, en este caso, el

coli está presente en una proporción menor, o su supervivencia en agua con materia orgánica, es poca, o la prueba deja mucho que desear, la presencia de virus no es detectable por ella. La resistencia de los virus, es mucho mayor que la del bacilo coliforme, resisten perfectamente un tratamiento ordinario de cloro o cloro y amoníaco aún cuando los efectos bactericidas de este último sean más prolongados (9). Un tratamiento de 1 ppm. de cloro, durante 30 minutos, no llega a destruirlos, además de su resistencia natural, se protegen de los tratamientos, en sus huéspedes intermedios, aunque estos mueran, los copépodos y nemátodos pueden ser portadores de virus (17). Los nemátodos pueden vivir en un agua que contenga de 1 a 10 ppm. de cloro residual (17).

Se ha comprobado que el agua además de ser transmisora de amibas que causan la disentería, de bacilos que causan tifoideas y paratifoideas, es transmisora de hepatitis infecciosa, y posiblemente de poliomielitis. (9).

Un agua distribuida con organismos vivos o en descomposición, aún cuando sean pocos e inofensivos, puede ser un foco de infección si permanece en depósitos al aire libre, en los que se favorece el desarrollo de nuevas colonias. Si bien el análisis bacteriológico que se practica dos veces al día al agua procedente del Lerma, indica que el tratamiento de cloro es adecuado, ya que se encuentra siempre muy cerca del máximo de potabilidad, esto es que

el caldo lactosado no presenta gas, y que la cuenta de colonias en placa de gelosa y gelatina, va generalmente de 0 a 20 por ml. durante casi todo el año, la presencia ocasional de nemátodos y de algas, provoca la duda de si esa agua al llegar a un tinaco destapado, puede ser un foco de contaminación.

Por el análisis químico y de microorganismos la zona de pozos en estudio, puede dividirse en 4 partes: 1a. Los pozos que no cambian de composición. 2a. Los que cambian de composición por influencia de bacterias. 3a. Los que esporádicamente presentan microorganismos. 4a. Los que francamente están en contacto con aguas superficiales.

1a. El análisis químico de los pozos # 32-bis, 34, 34-bis, 36 y 37, se mantiene constante, indica que el agua de cada uno de ellos procede de manos acuíferos diferentes.

Al primer grupo pertenecen los pozos # 32-bis, 34, 34-bis, 36 y 37, porque mantienen su composición constante, y está dentro de los límites de estabilidad. No contienen nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico y nítrico, solamente en el pozo # 32-bis, hay nitratos y oxígeno consumido. Los cloruros y bicarbonatos se encuentran en baja proporción, no hay sulfatos y la dureza total es aproximadamente una cuarta parte del límite establecido, que permite 300 ppm. en  $\text{CaCO}_3$ . Los sólidos totales de estos pozos, varían entre 94 y - 220 ppm. siendo el límite de 500 a 1000 ppm. Su profundidad osci-

la entre 163 y 191 m. La cantidad de aniones y cationes, entre un pozo y otro es distinta, esto indica que el agua procede de mantos acuíferos diferentes

Los pozos # 41, 44, 45, 46 y 47, forman el segundo grupo — que corresponde a los pozos que tienen variaciones por la presencia de bacterias. Exceptuando las determinaciones de color, fierro y manganeso, todas las otras determinaciones se encuentran dentro de los límites de potabilidad; es notable en este grupo la aparición de nitrógeno amoniacal y oxígeno consumido en pequeña cantidad.

El color está en íntima relación con la cantidad de fierro y manganeso, estos aumentan por la acción de bacterias ferruginosas y pseudomonas, que los reducen y depositan en sus cápsulas mucilaginosas (6). El fierro puede presentarse también disuelto, en forma de coloides y aún en suspensión.

El nitrógeno amoniacal es un producto metabólico de algunas bacterias, y la presencia de materia orgánica da un aumento en el oxígeno consumido.

Estos pozos al igual que los del primer grupo proceden de mantos acuíferos diferentes. La mayor concentración de sales disueltas en el agua de estos pozos se debe a que son más profundas (entre 196 y 308 m.), y el agua para formar los mantos acuíferos tuvo que atravesar mayor número de estratos. La disolución de minerales por el dióxido de carbono disuelto en el agua está en relación directa —

con el tiempo y el contacto.

El pozo # 33, pertenece a este grupo, pero por ser un poco -  
menos profundo, 162 m., las sales disueltas también están en me-  
nor proporción.

Al tercer grupo pertenecen los pozos # 32, 35, 36, en los que  
ocasionalmente se encuentran microorganismos, pero que casi no in-  
fluyen en las determinaciones de nitrógeno amoniacal, nitrógeno pro-  
téico, fierro, manganeso, color y oxígeno consumido, las que au-  
mentan un poco cuando aparecen dichos organismos, que proceden -  
de laguna, pero que influyen irregularmente.

La cantidad de sales disueltas, es semejante a la del primer  
grupo; sus profundidades son 190 m., 164 m., y 161 m., respectiva-  
mente. Al igual que los anteriores proceden de cuarteros diferentes.

La influencia exterior se manifiesta fuertemente en los pozos  
# 10 y 11, que forman el cuarto grupo.

En la materia orgánica se encuentran bacterias, restos de al-  
gas y protozoarios poco activos. La influencia de las bacterias se  
manifiestan por el aumento de color, de fierro y manganeso. El ni-  
trógeno protéico aumenta por la materia orgánica en descomposición,  
tanto de animales como de vegetales. El nitrógeno amoniacal es -  
producto de la actividad bacteriana, y un desecho de los organis-  
mos animales, tanto los organismos vivos como en desintegración,  
provocan un aumento en el oxígeno consumido en medio ácido.

El agua de estos pozos es de color café-verdoso, el tono café lo dá el fierro y manganeso, el verde lo puede dar la clorofila de las algas.

Si se acepta que hay una amplia comunicación entre estos pozos y la laguna, el análisis químico debía variar conforme a la época de lluvias y sequías. La materia orgánica debe aumentar cuando el nivel de la laguna es más bajo y su concentración es mayor, y disminuir en tiempo de lluvias, o sea cuando la materia orgánica se encuentra más dispersa. Un factor que probablemente influye para que estas condiciones no sean tan marcadas, es que el terreno presenta constantes resacas, que pueden hacer que las grietas por las que se realiza la contaminación, varíen en abertura, regulando así el paso de microorganismos, independientemente de las condiciones que prevalezcan en la laguna. Sin embargo se nota en los análisis la influencia de los períodos de lluvias y sequías. El período de lluvias en Lerma, comprende desde fines de abril hasta principios de octubre, siendo más abundante en los meses de julio, agosto y septiembre; esto hace que en ambos pozos, la materia orgánica disminuya hacia julio y septiembre, en cambio en los meses de sequía, aumenta más hacia noviembre que hacia enero.

Las determinaciones de color, nitrógeno amoniacal, nitrógeno proteico, fierro, manganeso y oxígeno consumido, están fuera de los límites de potabilidad, las otras determinaciones son altas pero

no rebasan las normas. Los aniones y cationes son demasiado altos para la baja profundidad a la que se encuentra el manto, el terreno en esta zona debe ser muy rico en carbonatos de calcio y magnesio y cloruro de sodio.

Los pozos # 30 y 31, están francamente contaminados.

Los pozos de los cuatro grupos tienen como característica común el que la cantidad de magnesio es siempre mayor que la del calcio, o sea que los carbonatos predominantes en el suelo son los de magnesio; no existen sulfatos en el agua esto significa que no hay zonas de yesos en ese terreno.

El agua al llegar a la cámara de distribución, está perfectamente mezclada, por su análisis se puede concluir que química y bacteriológicamente está dentro de los límites de potabilidad establecidos por la S.E.A.

El agua del Lerma es un agua blanda, porque su dureza total es menor de 300 ppm. de carbonato de calcio, su porcentaje de sodio la hace buena para el riego, contiene 45%, hasta un 60%, puede considerarse buena de 60% a 70% regular y de 70% en adelante mala (28).

Por su dureza el agua es útil para calderas de 9 a 150 psi., por ser menor de 80 ppm. se puede usar sin ningún tratamiento, en la elaboración de bebidas carbonatadas, en cervecería, curtidería, empaquetadoras de alimentos en general, en el proceso de pulpa mecá



nica y de sosa en la industria del papel, en fábricas de telas, siendo impropia para calderas de 150 a 400 psi, cambiadores de calor, - fábricas de fierro y aceros, lavanderías, en procesos de rayón pulpa- y en textiles en general, pero puede ser empleada después de un tratamiento.

De entre los cuatro sistemas que abastecen de agua al Distrito Federal, el agua de Lerma, como agua potable es la de mayor calidad, su composición química es comparable a la del agua de Xochimilco-Chalco. El agua de Chiconautla contiene aproximadamente un 70% más de sales que el agua de Lerma. El agua del Pañón tiene un 50% más de alcalinidad y un 70% más de sólidos totales que el agua de Lerma.

El agua de Lerma a 25°C tiene un pH de saturación de 8.6. Por el índice de Langgeller se puede saber si un agua es corrosiva o incrustante; la relación entre temperatura, sólidos totales, alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$ , y ppm de calcio, da el pH de saturación, la diferencia entre el pH actual y el pH de saturación, es el índice de Langgeller, si este es negativo el agua es corrosiva, si es positivo es incrustante, - para el agua de Lerma a 25°C es de -0.7, por lo tanto a esa temperatura es un agua corrosiva.

## RESUMEN.

A pesar de los esfuerzos que se hacen para dotar de suficiente agua potable a la Ciudad de México, el problema de abastecimiento no se ha resuelto.

El Distrito Federal dispone de 22 m<sup>3</sup>/seg. de agua potable que se obtiene de cinco sistemas principales cuyas aportaciones son: — Sistema del Lerma, 4.7 m<sup>3</sup>/seg. Sistema Kochimilco— Chalco, 3.4 m<sup>3</sup>/seg. Sistema Chiconauhtla, 0.5 m<sup>3</sup>/seg. Sistema del Peñón, 5.0 m<sup>3</sup>/seg. se obtiene de pozos municipales y 3.4 m<sup>3</sup>/seg. de acueductos menores.

Por ser el Sistema del Lerma, la mayor fuente de aprovisionamiento para la Ciudad de México, se considera conveniente practicar un estudio: este Sistema conduce por gravedad desde el valle de Toluca hasta el valle de México, el agua que capta de 52 pozos perforados al margen de las lagunas de Lerma, por medio de un acueducto que atraviesa la Serranía Ajusco.

Los pozos del sistema se agrupan en 2 categorías: primera, del pozo # 1 de Ameyalco al # 29 'Santa Cruz', en estos el análisis químico del agua se mantiene constante, el 82% del volumen total del sistema lo dan este grupo de pozos y su agua es buena, la segunda categoría comprende del pozo # 30 'Tepozaco' al # 47 'Techuahuilco', en los que el análisis químico presenta variaciones, se les practica análisis microbiológicos, encontrándose representantes de —

varias calidades. Por las variaciones que se observan y por la presencia de microorganismos vivos, propios de aguas superficiales, se deduce que tienen comunicación con el agua de la laguna, que contamina a los pozos # 30 y 31. En los pozos # 32, 35 y 36, aparecen microorganismos esporádicamente, no alterando demasiado los resultados de las determinaciones químicas. La presencia de bacterias ferruginosas y pseudomonas no nota en los pozos # 33, 1, 44, 45, 46 y 7. Los pozos # 32-bis, 34, 34-bis, 36 y 37 no presentan variaciones y su agua es buena, y sirven de punto de comparación en esta segunda categoría de pozos de los que se obtiene el 18% del volumen del sistema.

En la cámara de distribución, punto final del sistema, el análisis es representativo de su agua. El análisis químico y el bacteriológico se apegan a las normas de potabilidad establecidas por la S.S.A. aún cuando el examen bacteriológico revela la existencia de organismos que sobreviven al tratamiento de cloro y amoníaco.

El agua del Sistema del Lerma, es la de mayor calidad química con la que cuenta el Distrito Federal, por su dureza baja es útil, sin tratamiento en industrias como las del papel (pulpa mecánica y de cesa), empacadoras de alimentos, elaboración de bebidas carbonatadas, y para usos generales donde se necesitan menos de 80 ppm. de dureza. Por ser su contenido de sodio de 45%, se considera buena para riego.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Alaman L. - Historia de México. Ed. V. Agüeros y Comp. Mé-  
xico, Tomo I, 1993.
- 2.- Alvarado T.P. - Crónicas Mexicoyca. - Imp. Universitaria. - Mé-  
xico, D.F., 1949.
- 3.- American Public Health Association, A.W.W.A., W.P.C.F. - -  
Standard Methods for the Examination of Water and  
Sewage. A.P.H. Assoc. Inc. - Broadway, N.Y., 9a.  
Ed., 1946.
- 4.- American Public Health Association, A.W.W.A., Fed. of Sewa-  
ge & Ind. Wastes Assoc. - Métodos Normales para  
los Exámenes de aguas, aguas Negras y Desechos  
Industriales. - Ed. División de Salubridad, Bienes-  
tar y Habitación del Ins. de Asuntos Interamerica-  
nos. - México, D.F., 1a. Ed. en español, 1955.
- 5.- American Public Health Association, A.W.W.A., W.P.C.F. - Stan-  
dard Methods for the Examination of Water and -  
Wastewater. A.P.H., Assoc. Inc. - Broadway, N.Y.  
11a. Ed., 1960.
- 6.- American Public Health Association, A.W.W.A., W.P.C.F. - Stan-  
dard Methods for the Examination of Water and -  
Wastewater. A.P.H., Assoc. Inc. - Broadway, N.Y.,  
12a. Ed., 1963.

- 7.- American Water Works Association.-Manual of Water Quality and Treatment.-A.W.W.,Assoc. Inc.-Albany, N.Y., 1a.Ed.- 1949.
- 8.- American Water Works Assoc.-Task Group Report: Physiologic — and Health Aspects of Water Quality.-Jour. A.W.W.A. 51: 1354 (1951).
- 9.- Boylts J.R. and R.H. Kuchta Jr.- Value and Limitations of Chlorine Residuals in Distribution Systems.- Jour.A.W.W. A. 51: 216 (1959).
- 10.- Bribiesca C.J.L.- El agua Potable en la República Mexicana.— Ing. Hidráulica en México.- 12: 356 (1958).
- 11.- Bribiesca C.J.L.- El agua Potable en la República Mexicana.— Ing. Hidráulica en México.- 13: 228 (1959).
- 12.- Clarke N.A. and S.L. Chang.- Enteric Viruses in Water.- Jour. A.W.W.A.- 51: 1299 (1959).
- 13.- Clavijero F.J.- Historia Antigua de México.- Ed. Porrúa.- México, D.F., (1958).
- 14.- Cortes H.- Cartas de Relación de la Conquista de México.- Ed. Espasa Calpa.- Argentina, Buenos Aires, 1a. Ed. — (1957).
- 15.- Chang S.L.- Studies on Endamoeba histolytica.- Jour. Infect. - Dis. 74: 232-241 (1949).
- 16.- Chang S.L.- Viruses, Amoebas and Nematodes and Public Wa-

- ter Supplies.- Jour.A.W.W.A. - 53: 288-290 (1961).
- 17.- Chang S.L., J.H. Austin, H.W. Poston & R.L. Woodward.- Occurrence of Nematode Worm in a City Water Supply. - Jour. A.W.W.A. - 51: 671-680 (1959).
- 18.- Chang S.L.- Survival and Protection Against Chlorination of Human Enteric Pathogens in Free-living Nematodes Isolated from Water Supplies.- Jour. AM. Trop. Med. Hyg. - 9: 156-54 (1950).
- 19.- Departamento del Distrito Federal.- Sistema de Abastecimiento de agua de Chiconautla. Memoria Sintética .- México, D.F., 1957.
- 20.- Departamento del Distrito Federal.- Sistema del Lerma.- México, D.F. 1953.
- 21.- Departamento de Estadística Nacional.- Censo General de Habitantes 1921-1960, Resumen.- México, D.F., 1960.
- 22.- Duran D. Fray.- Historia de las Indias de Nueva España y las de Tierra Firme.- Ed. Nacional.- México, D.F. 1951.
- 23.- Fernández G.E.- Morfología y Biología de los Protozoos.- Ed. - Calpe .- Madrid, 1921.
- 24.- García Cubas A.- El libro de Mis Recuerdos.- Ed. Patria, México, 1950.
- 25.- Gilcreas P.W. and M.F. Kelly.- Significance of the Coliform - Test in relation to Intestinal Viruses Pollution of Wa-

- ter. - Jour. New, Eng. Works Assoc. - 68; 265 (1954).
26. - González F. - Sub-Dirección de Aguas y Saneamiento del D.D.  
F. - Comunicación personal.
27. - Hope H.P. - Aguas y Tratamiento. - Fac. Nat. de C.  
Q. (1964).
28. - Hope H.P. - Comunicación personal.
29. - Howe B.H. - Perfilio Dñan en Biografía. - Compañía Histórica de  
México. - México. (1997).
30. - Ingols R.S. and R.D. Wilory. - Mechanisms of Manganese Solu-  
tion in Lake Waters. - Jour.A.W.W.A. - 55; 203 (1961).
31. - John. - How to Know the Protozoa. - W.M.C. Brown Co. - Dubuque,  
Iowa, (1949).
32. - Knud R.R. - Handbook of Protozoology. - Charles C. Thomas. - -  
Springfield, Ill., 4a. Ed.(1952).
33. - Marsell R. - Comentarios sobre el Estudio acerca de la Influen-  
cia Relativa que Ejerce en el Hundimiento de la Ciu-  
dad de México las extracciones de Agua del Subsuelo  
que por medio de pozos profundos se Efectúan en la  
Propia Ciudad y en los Municipios Colindantes del Es-  
tado de México. - E.R.H., C.H.C.V.M. - Tomo I: 32 —  
(1960).
34. - Palmer D.M. - Algae and Others Organisms in Water of Chesa-  
peake Area. - Jour.A.W.W.A. - 50; 939 (1958).

- 35.- Palmer D.M. - Algas en los Abastecimientos de Agua.-Ed. Inte  
ramericana.- México,D.F., (1962).
- 36.- Rioja E. y T. Herrera.- Ensayo Ecológico sobre el Limnobia -  
de Lerma y sus Alrededores.- Anales del Instituto de  
Biología 22: 565 (1951).
- 37.- Romero de Terreros M.- Los acueductos de México en la Hig  
toria y en el Arte.- U.N.A.M.- México,D.F., (1949).
- 38.- Secretaría de Salubridad y Asistencia.- Reglamento Federal eg  
bre Obras de Provisión de Agua Potable.-Dirección de  
Ingeniería Sanitaria.- México,D.F., (1953).
- 39.- Smith M.G.- Fresh Water Algae of the United States.-Mc. -  
Graw Hill Book Co.- New York, (1933).
- 40.- Tilden E.J.- The Algae and their Life Relations.- The Univ. -  
of Minnesota Press.- Minneapolis Minn., (1935).
- 41.- Ward H.B. and Whipple G.C.- Fresh-Water Biology.-John Wi  
ley & Sons.- New York, (1927) (1959).
- 42.- Whipple G.C.- The Microscopy of Drinking Water.- John Wi  
ley & Sons.- New York, (1927).