UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS.

Análisis del Agua de Tinajitas, Municipio de Actópan, Estado de Veracruz

TESIS

Que presenta
para su examen profesional de
QUIMICO-FARMACEUTICO-BIOLOGO

Porfirio Sosa Arévalo

MEXICO, D. F.
1946

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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.

A la memoria de mi inolvidable Madrecita.

A mi Padre, con gratitud y veneración.

A mis hermanos: Emma, Mario y Margarita,
con todo cariño.

A mis tios y primos.

A la Srita Amparo Mora B.
cariñosa y respetuosamente.

A mis amigos y compañeros de ideal.

A mis Maestros con todo respeto.

CAPITULO I.

GENERALIDADES.

I.—Situación del Manantial.

Está situado apoximadamente a 19°-36.5' latitud Norte y a 96°-26.5' W. G. en el Municipio de Actopan, Estado de Veracruz.

II.—Origen de los Manantiales.

La superficie libre de las aguas (mares, lagos, rios, etc.) y aun la nieve y el hielo mismos, están emitiendo constantemente vapores bajo la acción, principalmente, del calor solar.

Cuando el aire en que estos vapores se difunden pasa de su estado de saturación por cualquier causa (enfriamiento), los vapores se condensan en gotitas que pueden caer a la superficie de la tierra, bajo la forma de lluvia o de nieve.

Una vez pricipitada esta agua, se dirigirá, obedeciendo a la gravedad, hacia las cuencas océanicas. Ahora bien, este transporte hacia las cuencas marinas no sólo tiene lugar por las corrientes superficiales, sino también, en mayor proporción por conductos subterraneos, debido a la absorción del agua por el suelo, cuando el terreno de éste sea permeable. El agua que con más o menos velocidad circular por el interior de la corteza terreste, puede estar en condición de brotar expontáneamente a la superficie, constituyéndose de ésta manera las fuentes o manantiales naturales.

Las reacciones quimicas interiores pueden ser, en algunos casos motivo de la temperatura elevada de ciertas aguas. Como

acontece en la formación de los volcanes. Pero en el caso mas general, la causa reside en el recorrido de estas aguas por trayectos profundos, que las ponen en contacto con capas de temperatura elevada. Estos origenes, no se excluyen unos a otros, y prescindiendo de las simples reacciones quimicas que, sin duda, tienen muy poca importancia, quedan reducidas a dos las categorías de aguas termales; las de trayecto subterraneo muy profundo y las que, sin alcanzar tan gran pofundidad, se calientan por el contacto con materiales volcanicos.

La temperatura a que broten las aguas dependerá, esencialmente, de la profundidad alcanzada en su trayecto subterraneo y del grado geo termico de la región, dato muy variable y generalmente poco conocido.

La actividad quimica del agua, por si misma y por las substancias que lleva en disolución, es enorme. Se comprende que en sus trayectos subterráneos se cargue de diversas substancias (de origen mineral u organico), tanto más, cuanto más largos sean esos trayectos y mas compleja la constitución de las rocas atravesadas. Por ésto, las aguas termales que vienen de grandes profundidades son generalmente aguas fuertemente mineralizadas. Por la elevación de temperatura del agua, que es el disolvente más generalizado, se aumenta la concentración de substancia en ellas disueltas.

III.—Clasificación de las aguas de los Manantiales.

Las aguas minerales pueden estudiarse desde diversos puntos de vista: Por su origen, por su temperatura, por su composición quimica o bien por su acción terapéutica.

Por su origen pueden ser meteóricas o neptunianas y virgenes o plutónicas. Las primeras son las que se obtienen de los meteoros: lluvia, granizo, nieve, deshielo etc. Las segundas son de origen interno.

Por su temperatura las aguas pueden ser: Frias, consideradas como tales las que tienen una temperatura inferior a 20°C, templadas las que oscilan entre los 20 y los 30°C y termales, las que tienen una temperatura superior a 30°C.

Por su composición quimica, la clasificación que se hace de las aguas es la de Gautier, modificada por el Maestro E. Alvarez y es la siguiente:

1er. Grupo.—Cloruradas: conteniendo cloruros, principalmente de sodio. Pueden ser: a).—Saladas comunes, las de los lagos, lagunas y manantiales. b).—Océanicas, las de los oceanos y tienen intenso sabor salado.

2o. Grupo.—Bromuradas. Comprenden: a).—Bromuradas propias, coneniendo solamente bromuros, pero para que se considere a una agua como de este grupo, debe tener por lo menos 10 Mg. de Bromuros por litro. b.—Bromo yoduradas, cuya composición se deduce facilmente por su nombre, son las más comunes de este grupo y no son fuertemente mineralizadas.

3er. Grupo.—Yoduradas. Estas pueden ser: a).—Yoduradas, conteniendo yoduros alcalinos; y para clasificarlas en este grupo deberá tener por lo mismo 10 Mg. por litro b).—Yodoorgánicas, generalmente son marinas y se encuentran en el plancton del mar a unos 800 metros de profundidad, estas aguas aún conteniendo poco yodo se les considera dentro de este grupo.

4o. Grupo.—Fluoruradas. Son las que contienen fluoruros, aunque sea en pequeña cantidad.

5o. Grupo.—Suforosas, que se subdividen en: a).—Sulfhidricas, conteniendo ácido sulfhidrico y teniendo un olor marcado a huevo podrido. b).—Sulfurosas naturales, generalmente tienen un sulfuro alcalino y una substancia llamada varegina (de Vareiges, Francia). La varegina es una substancia orgánica que contiene azufre y que en las aguas sulfurosas da coloraciones diversas. Las sulfurosas naturales contienen generalmente sulfuro de sodio, de 2.01 a 0.08 gr. por litro. c).—Las sulfurosas accidentales se llaman así porque originalmente no contenian ácido sulfhidrico o sulfuros, sino que estos provienen de la reducción de los sulfatos en las capas superficiales terrestres. También tienen olor a ácido sulfhidrico, olor que se pierde por aireación.

6o. Grupo.—Aguas sulfatadas. Se clasifican en a).—Sodicas. b).—Magnésicas. c.—Cálcicas, (antes selenitosas).

7o. Grupo.—Fosfatadas, generalmente contienen fosfato tricálcico ($Ca_3(PO_4)_2$, que es sobilizado a expensas del ácido carbónico de las aguas. Para considerarlas en este grupo deben contener 200 Mg. o más de un fosfato por litro.

8o. Grupo.—Arsenicales. Generalmente contienen arsénico, pentavalente, en forma de arséniato bisódico (Na_2HAsO_4). Muy frecuentemente estas aguas se encuentran acompañadas de las ferruginosas. Basta una pequeñisima cantidad de arsénico en ellas, para clasificarlas como arsenicales.

9o. Grupo.—Boratadas. Contienen ácido bórico (H_3BO_3) o bórax ($Na_2B_4O_7$). Generalmente son termales.

10. Grupo.—Carbónicas. Pueden ser: a).—Carbónicas propias, son las que tienen desprendimiento de CO_2, sabor picante; tienen no menos de 1000 cc. de CO_2 por litro. b).—Alcalinas, son las que tienen una reacción alcalina franca después de haber eliminado el CO_2 por agitación o eliminación con agua de barita y hacen efervescencia con los ácidos. Las aguas alcalinas pueden contener hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos. Se dosifican y diferencia con naranjado de metilo y fenolftaleina, esta reacción con los hidróxidos y bicarbonatos. Se titulan con ácido 1|50 N. Si lo gastado en la titulación con fenolftaleina es un medio de lo gastado con naranjado de metilo, entonces solo tienen carbonatos normales. Pero si al usar fenolftaleina se gasta más de la mitad de lo gastado al usar naranjado de metilo, entonces el agua contiene carbonatos e hidróxidos.

11o. Grupo.—Silicatadas. Generalmente contienen silice en forma de silicato de sodio, que se precipita como silice gelatinosa en presencia del HC1. Cuando una agua contiene 200 Mg. de silice como máximo, ya se considera como silicatada.

12o. Grupo.—Sódicas. Son las que contienen preferentemente el ión sodio.

13o. Grupo.—Liticas. Generalmente el litio se encuentra en forma de cloruro o de carbonato. Se caracterizan porque el residuo donde se elimina calcio y magnesio por precipitación da el espectro del litio.

14o. Grupo.—Cálcicas. Generalmente se encuentra contenido el calcio en forma de cloruros, de carbonatos y sulfatos, estas dos últimas formas se encuentran solubilizadas por el ácido carbónico que contienen las aguas. Si el cálcio existe en exceso se les llama entonces aguas auras.

15o. Grupo.—Magnésicas. Al igual que en las anteriores, el Mg. se halla en forma de cloruro, de sulfato y de carbonato. En combinación con el calcio dan la dureza total de las aguas.

16o. Grupo.—Ferruginosas. Contienen de preferencia el ion ferroso. Se les llama a veces aguas Zarcas, por el color verde que poseen, tienen un sabor estiptico (metálico astringente). Se les clasifica en: a.—Carbonatas, las que contienen carbonato de fierro b).—Crenatadas, son las que contienen el fierro en forma orgánica, crenatos o apocrenatos (derivados del ácido húmico, que es el que contenido en el humusu i de las tierras). c).—Sulfatadas, conteniendo el fierro al estado de sulfato ferroso.

17o. Grupo.—Radioactivas. Son aguas muy importantes y bastante abundantes; no contienen radio en solución, sino solo sus emanaciones.

CAPITULO II

ANALISIS QUIMICO

I.—Toma de la muestra.

Se usan recipientes de cristal con tapones de vidrio esmerilado o, en defecto, tapones de corcho muy limpios, procurando después de cerrados los frascos, parafinarlos.. Estos deben estar perfectamente limpios y se enjuagarán varias veces con el agua del manantial.

La cantidad que se utiliza para efectuar el analisis químico es variable, de treinta a cuarenta litros, generalmente.

II.—Caracteres fisicos.

Temperatura. En el agua a la salida del manantial 57. 5°C.

Temperatura ambiente..... ....29°C.

Sabor. Salino.

Olor. (a H2S) Sulfhidrico. ligeramente.

Color. O.

Es el producido únicamente por los cuerpos disueltos en el agua. Se usa para su medición el método de comparación con los tipos de solución de platino-cobalto, y la unidad de color será el color impartido al agua por un mg. de platino en solución en un litro de agua.

a).—Preparación de los tipos:

Se disuelven 1.245 g. de cloruro platinato de potasio (K2PtC16 conteniendo 0.5 g. de platino y un g. de cloruro de cobalto cristalizado (CoC12.6H20, conteniendo aproximadamente 0.248 g. de cobalto, en 200 a 300 cc. de agua con 100 cc. de HC1 concentrado, y se diluye a un litro con agua destilada. Esta solución tiene un color de 500.

Se preparan tipos que contienen los siguientes colores: 0-5-10-15-20-25-30-35-40-50--60—70, etc., disolviendo 0,0, 0.5, 1, 1.5 cc. de solución tipo en tubos de Nessler de capacidad de 50 cc. completando el volúmen con agua destilada a esta marca tapando los tubos para protegerlos del polvo y de la evaporación.

b).—Procedimiento.

El color de la muestra debe ser observado llenando un tubo de Nessler con el agua problema y comparandola con la de los tubos tipos. El tubo que contiene el problema es de la misma capacidad con respecto a los de la escala. La observación. se hace viendo verticalmente hacia abajo y a traves de los tubos sobre una superficie blanca o sobre un espejo colocado con un ángulo tal, que la luz pase a traves de los tubos por la columna del liquido.

Reacción. Con fenolftaleina: Negativa.
Con anaranjo de metilo: Alcalina.
Con papel tornasol : Neutra.

III.—Analisis Cualitativo.

Efectuado el análisis cualitativo se encontraron las siguientes substancias:

CATIONES	ANIONES.
Ca++	$SO_4^{=}$
Mg++	Cl^{-}
Na+	I^{-}
K+	$B_4O_7^{=}$

a).—Preparación de los tipos:

Se disuelven 1.245 g. de cloruro platinato de potasio (K2PtC16 conteniendo 0.5 g. de platino y un g. de cloruro de cobalto cristalizado (CoC12.6H20, conteniendo aproximadamente 0.248 g. de cobalto, en 200 a 300 cc. de agua con 100 cc. de HC1 concentrado, y se diluye a un litro con agua destilada. Esta solución tiene un color de 500.

Se preparan tipos que contienen los siguientes colores: 0-5-10-15-20-25-30-35-40-50--60—70, etc., disolviendo 0,0, 0.5, 1, 1.5 cc. de solución tipo en tubos de Nessler de capacidad de 50 cc. completando el volúmen con agua destilada a esta marca tapando los tubos para protegerlos del polvo y de la evaporación.

b).—Procedimiento.

El color de la muestra debe ser observado llenando un tubo de Nessler con el agua problema y comparandola con la de los tubos tipos. El tubo que contiene el problema es de la misma capacidad con respecto a los de la escala. La observación. se hace viendo verticalmente hacia abajo y a traves de los tubos sobre una superficie blanca o sobre un espejo colocado con un ángulo tal, que la luz pase a traves de los tubos por la columna del liquido.

Reacción. Con fenolftaleina: Negativa.
Con anaranjo de metilo: Alcalina.
Con papel tornasol : Neutra.

III.—Analisis Cualitativo.

Efectuado el análisis cualitativo se encontraron las siguientes substancias:

CATIONES	ANIONES.
Ca++	$SO_4^{=}$
Mg++	Cl^{-}
Na+	I^{-}
K+	$B_4O_7^{=}$

Li^+	$CO_3^=$
Mn^{++}	$SiO_3^=$
Fe^{+++}	$S^=$
Al^{+++}	

IV.—Análisis Cuantitativo.

Nitrógeno Amoniacal.

Reactivos: a).—Agua libre de amoniaco. b).—Reactivo de Nessler el cual se prepara disolviendo 30 g. de KI en a menor cantidad de agua libre de amoniaco. Se agrega solución saturada de $HgCl_2$ hasta que presente un ligero precipitado. Se añaden 400 cc. de solución 9N de NaOH o KOH clarificados por sedimentación, y se diluye a un litro, dejando reposar y finalmente decantado. Cinco minutos después de la adición de este reactivo debe dar color caracteristico con amoniaco. ?

c).—Solución tipo de NH_4Cl, hecha de tal manera que un cc. corresponda a 0.1 mg. de N equivalente a 0.01288 mg. de NH_4.

d).—Solución amortiguadora de fosfatos (M—2) con un pH de 7.4, se prepara disolviendo 14.3 g. de fosfato de potasio (KH_2PO_4, y 90.15 g. de fosfato de potasio dibástico, (K_2HPO_4. $3H_2O$), en 300 cc. de agua destilada y se completa a un litro.

Tecnica.—Se elimina el amoniaco del aparato por destilaciones rápidas de agua destilada hasta que el destilado no presente reacción con el reactivo de Nessler; se colocan entonces en el matraz 500cc, de la muestra o un volumen menor diluido a 500 cc con agua libre de amoniaco. Se añaden 10 cc. de la solución amortiguadora de fosfatos y se destilan, recogiendo el destilado en tubos de Nessler en cuatro porciones de 50 cc. Se preparan series de tubos de Nessler conteniendo los siguientes volúmenes de solución de NH_4Cl: 0.0, 0.1, 0.5, 07, 1.0, etc., diluyendo a 50cc. con agua libre de amoniaco, estos tipos contienen 0.01mg. de N por cada cc. de la solución tipo. Neslericense los tipos ya preparados de esta manera y las cuatro porciones del

destilado, agreguese un cc. del ractivo del Nessler a cada tipo. No es necesario agitar el contenido de los tubos después de la solución. La temperatura de los tipos y de las muestras preparadas debe ser practicamente la misma. Se dejan reposar los tubos durante diez minutos después de la adición del reactivo y se compara el color producido en las porciones del destilado en el de los tipos.

Nitrógeno Proteico.

Reactivos: a).—Solución alcalina de KMnO4, se prepara hirviendo 1.2 litros de agua destilada en un matraz durante 10 minutos para expulsar el amoniaco: se añade 16 gr. de KMnO4 y se agita hasta que estén en solución, se agregan 800 cc. de solución 9N de NaOH y agua libre de amoniaco hasta que se obtenga un volúmen de 2.5 litros. Se concentra a dos litros, determinando el amoniaco en 50 cc. del reactivo y se usa este resultado como base para la corrección de la determinacion.

Técnica.—Se agregan 50 cc. o más de la solución anterior al contenido del matraz que sirvió para la determinación del nitrógeno amoniacal y hágase nueva destilacion, recogiendo el amoniaco desprendido en cuatro o cinco tubos de 50 cc.—Nesslericense y comparese con los tipos. La cantidad de amoniaco recogida se apreciará en nitrogeno en la misma forma y con los mismos tipos que se usaron para la determinacón anterior.

Resultado:—0. 040 mg. por litro.

Nitrógeno en los Nitritos.

Reactivos:a) . Solución de ácido sulfanílico, se prepara disolviendo 8 g. de dicho ácido quimicamente puro en un litro de ácido acético 5N (D= 1.041. b.). Solución de acetato de alfa naftilamina, se prepara disolviendo 5 g. de esta sustancia en un litro de ácido acético 5N, filtrando después la solución a través de algodón absorbente lavado. c). Solución tipo de nitrito de sodio la cual se hace de tal manera que un cc. sea igual a 0.0005 mg. de N. o sea equivalente también a 0.001642 mg. de NO2.

Técnica: Se ponen en un tubo de Nessler 50 cc. de la muestra. Preparando también una serie de tubos tipo diluyendo a 50 cc. con agua destilada varias cantidades de la solucion tipo de ni-

trito de sodio, (0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, etc. cc.). Se le agrega a todos un cc. de solución de alfa naftilamina y un cc. de solución de ácido sulfanílico, se mezcla vigorosamente y se dejan en reposo durante algún tiempo haciéndose la comparación finalmente.

Resultado: Negativo.

Nitrógeno de los Nitratos.

Reactivos: a). Acido fenol disulfónico, se prepara disolviendo 25 gr. de fenol puro en 150 cc. de H_2SO_4 concentrado q.p. agregando 75 cc. de H_2SO_4 fumante (15-30%), se agita bien y se calienta por dos horas a B. M. b. Solución de KOH. Esta es aproximadamente 12N, 10 cc. de la cual deben neutralizar 4 cc. de ácido fenol disulfónico. c). Solución tipo de nitratos. Se prepara disolviendo 0.7216 g. de KNO_3 puro, cristalizado, en un litro de agua destilada evaporando 50 cc. de esta solución a sequedad en B. M., mezclando en residuo rápida y vigorosamente con 2 cc. de la solucion de ácido fenol disulfónico raspando con una varilla de vidrio para asegurarse del contacto intimo entre solución y residuo, diluyendo por último a 500 cc. Un cc. de esta solucion contiene 0.01 mg. de N o 0.04437 mg. de NO_3.

Técnica: Se evaporan a sequedad 100 cc. del agua problema hasta obtener residuo, añádanse 2 cc. de la solución de ácido fenol disulfónico con las mismas precauciones que en c); se diluye la mezcla con agua destilada y se agrega solución de KOH hasta persistencia de la coloración, filtrando a un tubo de Nesler aforando a 50 cc. con agua destilada. Se hace la comparación con la escala hecha en tubos de Nessler de la misma capacidad que el anterior, poniendo en estos volúmenes progresivos de la solución tipo de nitratos (0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, etc., cc.).

Resultado: Negativo.

Oxigeno consumido en medio ácido.

Reactivos: a). H_2SO_4 diluido al tercio con agua destilada, eliminándose de la solucion las substancias oxidables por adición de una solución de $KMnO_4$, hasta que aparezca una coloración débilmente rosada persistente. b). Solución de $(NH_4)_2C_2O_4$, se prepara disolviendo 0.8881 g. de la sal q.p. en agua destilada y se lleva a un litro. Un cc. de esta solución es equiva-

lente a 0.1 de oxigeno. c). Solución de KMnO4. Se prepara disolviendo 0.4 de la sal en agua destilada y se afora a un litro. Se titula de la manera siguiente: A 100 cc. del agua destilada se agregan 10 cc. de la solución de H2SO4, a) y 10 cc. de la solución de KMnO4, se digiere durante 30 minutos a la temperatura del baño de agua; se añade la cantidad equivalente (10 cc.) de la solución de oxalato de amonio, b). y titúlese el resto de las substancias oxidables con KMnO4. De esta manera la solución queda practicamente excenta de substancias oxidables, se agregan nuevamente 10 cc. de solución de oxalato de amonio y se titula con solución de KMnO4, de tal manera que sea equivalente a la solución de oxalato de amonio, es decir, que un cc. sea igual a 0.1 mg. de oxigeno.

Técnica:. En un matraz Erlenmeyer se ponen 100 cc. de la muestra, se añaden 10 cc. de la solución a) y 10 cc. de la solución c), se digiere exactamente 30 minutos en B. M., el nivel del cual debe estar a la misma altura que el contenido del matraz, si la cantidad de KMnO4 no ha sido suficiente para oxidar completamente, se repite la operación con menor cantidad de la muestra, agregando mayor cantidad de solución de KMnO4, de tal manera que al final de la operación haya cuando menos el equivalente a 5 cc. de la solución de KMnO4 en exceso. Añádanse 10 cc. de la solución de oxalato de amonio y se titula con solución de KMnO4 hasta que aparezca una coloración rosada persistente por 5 minutos. Si se han empleado 100 cc. el número de cc. de solución de KMnO4 representa mg. por litro de oxigeno consumido en el agua problema.

Resultado: 14.40 mg. por litro.
Alcalinidad.

Reactivos: a). Solución 0.02N de ácido sulfúrico. b). Indicador de anaranjado de metilo.

Técnica: Se agregan dos gotas del indicador a 50 cc. de la muestra y se titula con solución de ácido sulfúrico hasta el vire característico del indicador. La alcalinidad en mgr. por litro es igual al número de cc. de solución multiplicados por 20.

Resultado: 28.20 mg. por litro de CaCO3.
Determinación de Cloruros.

Reactivos: a). Solución de AgNO3 ajustada de tal manera que un cc. corresponda exactamente a 0.5 mg. de cloruros expresados en radical C1. b). Indicador de K2CrO4, se prepara disolviendo 50 g. de la sal pura en agua destilada, se agregan unas gotas de solución de AgNO3, dejando reposar por una o dos horas, se filtra y se lleva a un litro con agua destilada.

Técnica: Se efectúa la determinación en 50 cc. de la muestra pero si el análisis cualitativo indica la presencia de cloruros en fuerte cantidad, entonces se puede operar en menor cantidad de liquido problema, por ejemplo 5 o 10 cc.

Colocar el agua problema en una cápsula de porcelana agregando un cc. de indicador y titulando con la solución de nitrato de plata a), hasta la aparición de la coloración caracteristica amarillo-rojiza que indica el fin de la titulación. Los cc. gastados multiplicados por diez nos dan el resultado en mg. por litro.

Resultado: 1,408.35 mg. por litro.

Determinación de Silice.

Se mezcla perfectamente por agitación el agua problema utilizándose de 200 a 250 cc., los cuales se colocan en una cápsula de porcelana para evaporarlos, a sequedad en B.M. Se agregan antes unas gotas de HC1 concentrado; después de haber obtenido el residuo, se repite la adición de ácido y se añaden de 30 a 50 cc. de agua destilada procurando si es necesario agregar mas, para disolver completamente el sulfato de calcio. Se calienta a abullición por espacio de 10 minutos filtrando la solución por papel filtro cuantitativo, teniendo la precaución de lavar perfectamente con agua destilada pues la silice se adhiere a las paredes de la cápsula; se separa el papel filtro del embudo y se coloca cuidadosamente en un crisol de porcelana llevado antes a peso constante y pesado; se secan el precipitado y el papel en una estufa a 110°C y se calienta después con la flama de un mechero de gas hasta que se queme el papel; a continuación se introduce en una mufia que se tiene entre 750-800°C dejándose así durante media hora. Después de ésto se pone en un desecador para que se enfrie el crisol y el residuo pesándose por último en balanza analitica. Por diferencia se deduce el peso del precipitado, restando también el peso de las cenizas del papel filtro

y teniendo en consideración que el volumen usado fue de 200 cc. se relaciona a un litro.

Resultado: 37 mg. por litro.

Determinación de FIERRO Y ALUMINIO.

Para efectuar esta determinación debe hacerse antes la eliminación de silice siguiéndose el método que antecede. La solución filtrada se trata con unas gotas de agua de bromo, se calienta a ebullición por espacio de cinco minutos, colocando un vidrio de reloj sobre la boca del matraz en donde se encuentra el liquido problema, calentando y dejando hervir por algún tiempo ,a continuación se agregan 20 cc. de una solución al 10% de NH4C1 y se alcaliniza con NH4OH usando como indicador papel de tornasol; se hierve por unos cuantos minutos filtrando después por papel filtro de cenizas conocidas, se lleva èste junto con el precipitado a un crisol de porcelana tarado secar en una estufa después calcinar en la mufla a 650°C dejando enfriar en un desecador para pesar finalmente y deducir por diferencia el peso del residuo que se relaciona a un litro.

Resultado: 3.25 mg. por litro, de Fe2O3 y Al203.

Determinación de CALCIO.

Deben eliminarse usándose los métodos anteriores: Silice, Fierro y Aluminio.

La solución se calienta en un matraz y se precipita el calcio con solución de oxalato de amonio al 10% ; se deja reposar durante media hora en lugar caliente y se filtra lavando el residuo con pequeñas porciones de agua destilada caliente. Despues de lavado perfectamente la determinacion se continua como en los casos anteriores, hasta obtener por diferencia el peso del precipitado que multiplicado por el factor 0.7147 nos dará el resultado en Ca.

Resultado: 674.3 mg. por litro.

Determinación de MAGNESIO.

Deben eliminarse: Silice, Fierro, Aluminio y Calcio siguiéndose los métodos ya asentados.

Se agrega cerca de un noveno de solución de NH4OH, con respecto al volumen total del liquido problema, se añaden tam-

bién gota a gota 10 cc. de solución de Na2HPO4 al 10%, se agita vigorosamente y se deja en reposo por espacio de cuatro horas. Filtrar y lavar con agua amoniacal al 3%. La determinación se sigue como en los cuanteos anteriores calcinando a una temperatura de 1100°C enfriando, pesando y determinando por diferencia el peso del residuo que multiplicado por el factor 0.2185 nos dará el resultado en mg. Se relaciona a un litro.

Resultado: 14.96 mg. por litro.
Determinación de SULFATOS.
Método volumétrico.

Agregar a 50 cc. de la muestra filtrada, 10 cc. de solución de Benzidina (Disolver 11,2 g. de clorhidrato de benzidina en 400 cc. de agua destilada y añadirle 100 cc. de solución de HCl al 5%), usando una pipeta graduada. Agitar vigorosamentte por espacio de algunos minutos y dejar reposar el precipitado formando hasta que el liquido que se encuentra en la parte superior esté claro. Se filtra lavando el matraz cuidadosamente, y verifica en el liquido filtrado precipitación completa, agregando unas gotas de solución de benzidina y observando no se forme ningún precipitado. El precipitado se lava perfectamente con agua destilada hasta que una pequeña parte de la solución que pasa no indique la presencia del anión cloruro. El mismo matraz donde se efectuó la precipitación, se coloca abajo del embudo y rompiendo el papel filtro con una varilla de vidrio se baja el precipitado con agua destilada, llevando a un volumen aproximdo de 200 cc. Se calienta a ebullición con objeto de efectuar la hidrólisis para poner en libertad ácido sulfúrico que se titula con solución 0.1N de hidróxido de sodio usando como indicador unas gotas de solución alcohólica de fenolftaleina. Antes de dejar como terminada la titulación el papel filtro que contenia el precipitado se introduce dentro del matraz y se sigue agregando solución de hidróxido de sodio hasta la aparición de un color rosa débil que nos indica la neutralización completa. Los cc. gastados multiplicados a un litro nos da la cantidad de sulfatos existentes dados en ion sulfato.

Utilicé este método por su sencillez y porque se ha visto que en la práctica da datos similares o que concuerdan con pequeñas diferencias con el método gravimétrico.

Resultado: 807.00 mg. por litro.

Determinación de FIERRO.

Método colorimétrico.

Se añaden a 100 cc. de la muestra unas gotas de HC1 concentrado y se evaporan a sequiedad en B. M. Después se trata con un cc. de HC1 al tercio asegurándose que el ácido se ponga en contacto con todo el residuo y se calienta a B.M. Se agregan 100 cc. de agua destilada y se filtra pasando la solución a un tubo de Nessler de 100 cc. procurando lavar perfectamente la cápsula con agua destilada.

En una serie de tubos Nessler en los que se han puesto 5 cc. de HC1 al tercio se ponen cantidades crecientes de una solución tipo de fierro (0.0, 0.1, 0.15, 0.2, etc., cc.) que se prepara disolviendo 0.722 g. de FeSO4. (NH4) 2SO4.6H20 cristalizado en 50 cc. de agua destilada agregando 20 cc. de ácido sulfúrico, se calienta y trata con una solución de KMnO4 al 6 por mil hasta que persista una coloración rosa débil; se diluye a un litro con aqua destilada. Esta solución se conserva poco tiempo y se hace de tal manera que un cc. sea igual a 0.1 mg. de fierro.

Habiendo puesto en cada uno de los tubos standards el HC1 al tercio y la solución tipo de fierro se le suman dos gotas de la solución de KMnO4 al seis por mil, se dejan reposar cinco minutos y si no persiste el color rosa se le agrega más solución de KMnO4. Se agitan y aforan con agua destilada a la marca todos los tubos, tanto el problema como los standards, se añaden cinco cc. de solución KSCN al 2% y se comparan los colores inmediatamente. El problema coincidió con el tubo que contenia 0.15 cc. de la solución standard de fierro.

Cálculos: $\frac{\text{cc. solución standard del Fe.X100}}{\text{cc. de la muestra,}}$ = p.p.m. de Fe total.

Resultado: 0.15 mg. por litro.

Determinación de MANGANESO.

Método colorimétrico.

A 100 cc. del agua problema se añade una gota de HNO3 concentrado y una solución diluida de AgNO3 en ligero exceso de la que se requiere para precipitar los cloruros. Se calienta a ebullición y se filtra, agregando al filtrado dos gramos de

K2S2O8 y se hierve por 10 minutos. El color rosa indica la presencia de Mn. Se pasa la solución a un tubo de Nessler de 100 cc. y se afora a la marca con agua destilada. La escala comparadora se hace con solución de KMnO4 de concentración conocida, hecha, diluyendo la solución de KMnO4 que se utiliza para la estimación del oxigeno consumido, tomando un cc. llevándolo a 100 con agua destilada poniendo en tubos cantidades crecientes de esta última solución que para el agua problema fueron (10, 10.5, 11. 11.5, etc. Todos se aforan a la marca con agua destilada y se efectúa la comparación colorimétrica después de dejar reposar unos minutos.

Resultado: 1.49 mg. por litro, de Mn.

Determinación de LITIO Y POTASIO.

Para efectuar esta determinación se utilizan de 5 a 15 litros de agua, o mas si es necesario, pues el litio se encuentra en pequeñas cantidades y su cuanteo es difícil de hacerlo en cantidades menores a las señaladas anteriormente.

Técnica: Evapórese el agua problema acidificando con HCl y eliminar la silice. Agregar al filtrado caliente una solución de BaC12 al 10% en ligero exceso; se deja reposar en lugar caliente por espacio de un cuarto de hora y se filtra. La solución que pasa se evapora y el residuo se calienta a fuego suave para eliminar las sales de amonio. Se añaden 25 a 100 cc. de agua destilada agregando en pequeño exceso solución saturada de Ba (OH)2 y se calienta a ebullicion. Filtrar después de un cuarto de hora y lavar el precipitado con agua caliente, agregando al filtrado NH4OH y (NH4)2CO3 en solución y calentar a B. M. hasta que los carbonatos de calcio y bario se sedimenten perfectamente. Filtrar, evaporar el filtrado a sequedad y calcinar al roio bajo para eliminar las sales de amonio. Se añaden unos cc. de agua destilada caliente, se filtra y lava procurando guardar pequeño volumen. Se repite la adición de NH4OH y (NH4)2CO3 y las sucesivas operaciones hasta que no precipite agregando de estos reactivos alguna cantidad. Se pasa el filtrado final a un crisol de porcelana tarado, se agregan unas gotas de HCl y se evapora a sequedad. Se calienta suavemente para eliminar las sales de amonio y finalmente se calienta poco a poco al roio bajo. El residuo contiene sodio, potasio y litio en forma de cloruros.

Determinación de LITIO.

El anterior residuo obtenido se disuelve en agua destilada llevándose a un matraz aforado de 50 cc. usando para determinar litio la mayor parte de esta solución. El metodo se basa en la solubilidad del cloruro de litio en una mezcla alcohol obsoluto y éter saturada de HCl gaseoso, mientras que los cloruros de sodio y potasio son insolubles.

Técnica: Se evapora la solución que tiene los cloruros en un pequeño matraz. Cuando el residuo obtenido está perfectamente seco, se coloca el matraz en un baño de aceite, se calienta a 140-150°C y se hace pasar una corriente de HCl gaseoso durante media hora, se quita luego el matraz del baño de aceite y se deja enfriar en corriente de gas clorhídrico; se agregan unos cc. de alcohol absoluto saturado de gas clorhídrico, se añaden un volumen igual de éter absoluto, se cierra el matraz con un tapón de vidrio esmerilado que ajuste bien y se deja así doce horas, agitando con frecuencia. Después se hace pasar la solucion por un filtro humedecido con alcohol-éter y se lava el residuo por decantación varias veces hasta que una partícula examinada al espectroscopio no indique la presencia del litio. Luego se evapora cuidadosamente a sequedad B.M. de agua tibia el líquido etereo-alcohólico de los lavados se disuelve el residuo en la menor cantidad de agua posible, después de agregar unas gotas de ácido sulfúrico diluído. Se pone en un crisol tarado, (se añade bastante H_2SO_4 diluído para transformar en sulfato de cloruro de litio existente), se evapora todo lo posible en B.M., se desaloja con cuidado el exceso de ácido sulfúrico se calcina suavemente y se pesa el Li_2SO_4 formado. Se relaciona al litro atendiendo diluciones.

Resultado: 0.266 mg. por litro de Li_2SO_4.
6.916 mg. por litro de Li.

Determinación de POTASIO.

En el volumen sobrante de los 50 cc. se determina potasio.

Técnica. Se coloca en un pequeño matraz la solución que contiene en forma de cloruros al sodio y al potasio y poniendolo sobre hielo se hace pasar una corriente de HCl gaseoso, haciendo que el sodio precipite por sobre-saturación de dicho gas, en cambio el KCl no precipita, queda en solucion. Se filtra a tra-

vés de un Gooch y lava
centrado. Después la s
sio se calienta en B. M
trata con ácido cloropla
cia de jarabe en B.M.,
de laboratorio; se trata
tra. Se lava el precipit
hasta que el filtrado no
do y disuelve en agua
quedad en crisol de po
el peso del potasio en f
litro.

Resultado: 1580 m
1580 x 0.168=265.44 m

Determinación de

Se evaporan de ur
quedad, después de la
hierve el residuo asi ob
filtro y se lava perfecta
lución filtrada a un volu
naciones de iodo y ácid

Iodo.—Se evapora
B.M., se agregan despu
para que se disuelva y
ción de los cloruros. S
el procedimiento varias
10% y se evapora a seq
de agua el residuo y añ
calentando y filtrando
de solución de NaOH e
siduo en poca cantidad
al quinto agregando un
paración, se añaden cu
mil y cinco cc. de cloro
el iodo sea extraido to
leta pasando después a

Un cc. de una solu
se lleva a 100 cc. con a

vés de un Gooch y lavando el residuo con ácido clorhídrico concentrado. Después la solución que contiene el cloruro de potasio se calienta en B. M. para eliminar el ácido clorhídrico y se trata con ácido cloroplatínico al 10%. Se evapora hasta consistencia de jarabe en B.M., entonces se deja secar a la temperatura de laboratorio; se trata el residuo frío con alcohol a 80% y filtra. Se lava el precipitado con alcohol de dicha concentración hasta que el filtrado no esté coloreado, luego se seca el precipitado y disuelve en agua caliente evaporando la solución hasta sequedad en crisol de porcelana tarado y por diferencia se obtiene el peso del potasio en forma de cloroplatinato. Se relaciona a un litro.

Resultado: 1580 mg. de K2PtC16 por litro.

1580 x 0.168=265.44 mg. K. 265.44 x 1.9069=506.167 mg. KCl.

Determinación de IODO Y ACIDO BORICO.

Se evaporan de uno a cinco litros de agua problema a sequedad, después de la adición de carbonato de sodio sólido, se hierve el residuo así obtenido con agua destilada, se pasa a un filtro y se lava perfectamente con agua caliente. Se diluye la solución filtrada a un volumen conocido y se usa para las determinaciones de iodo y ácido bórico.

Iodo.—Se evapora una parte del filtrado alcalino a sequedad B.M., se agregan después al residuo unos cc. de agua destilada para que se disuelva y se añade alcohol a 95% hasta precipitación de los cloruros. Se calienta a ebullición, filtra y se repite el procedimiento varias veces. Sumar unas gotas de NaOH a 10% y se evapora a sequedad disolviéndolo en pequeña cantidad de agua el residuo y añadiendo alcohol, se repite la precipitación, calentando y filtrando después. Se suma a la solución una gota de solución de NaOH evaporando a sequedad, disolviendo el residuo en poca cantidad de agua destilada se acidifica con H2SO4 al quinto agregando un ligero exceso y llevar a un matraz de separación, se añaden cuatro gotas de nitrito de sodio al dos por mil y cinco cc. de cloroformo, agitando perfectamente hasta que el iodo sea extraído tomando el cloroformo una coloración violeta pasando después a un tubo de Nessler.

Un cc. de una solución de iodo de concentración conocida, se lleva a 100 cc. con agua destilada, tomándose cantidades cre-

cientes (0.0, 0.1, 0.2, 0.3, etc. cc.), que se colocan en tubos de Nessler, y se sigue la técnica en ellos acidificando con ácido sulfúrico al quinto, agregando unas gotas de solución de nitrito de sodio y sumándoles a todos, por último cinco cc. de cloroformo. Se efectúa la comparación colorimétrica llevando el resultado después a un litro.

Resultado: 400 gamas por litro.

Acido Bórico.—Otra parte del filtrado alcalino se evapora a sequedad, se trata con uno o dos cc. de agua destilada y se dula ligeramente con HCl (1-1), se agregan 25 cc. de alcohol de 95°. se hierve, filtra y repite la extracción del residuo. Se caliniza ligeramente el filtrado con solución de NaOH y se evapora a sequedad. Se añade una pequeña cantidad de agua destilda, se acidula con HCl y se introduce una tira de papel de Cúrcuma en el líquido, evaporar a sequedad en B. M. y continuar el calentamiento hasta que se seque el papel. Una coloración fresa nos indica la presencia del anion bórico.

La escala comparadora se hace embebiendo tirillas de papel de Curcuma en soluciones que contenga diferente concentración de ácido bórico y se sigue la técnica anterior. Comparando con la escala colorimétricamente.

Resultado: 0.35 mg. por litro.

Determinación de ACIDO SULFHIDRICO.

En un frasco que tenga tapón esmerilado se colocan 500 cc. de agua problema y se le agregan 10 cc. de solución 0.01 N de iodo. Se tapa el frasco y se agita vigorosamente, después se titula el exceso de Iodo con solución 0.01N de tiosulfato de sodio. Se hace una prueba en blanco usando agua destilada para titular la solución de Iodo.

La diferencia entre las dos determinaciones debe multiplicarse por el factor 0.3408 relacionándose después a un litro.

Resultado: 0.1727 mg. por litro, de ácido sulfhidrico libre y combinado (total).

Determinación de RESIDUOS TOTALES.

Se colocan de 50 a 100 cc. de aqua filtrada en cápsula de Platino tarada y se evaporan en B.M. El residuo obtenido se seca

a 100-110°C y después a 150°C media hora, se enfria en desecador y finalmente se pesa, esto, dá la cantidad de sales en disolución. El residuo asi obtenido, se calcina a 400°C, se enfria y se pesa. La diferencia entre estos dos residuos dá la cantidad de substancias volátiles, que el agua contiene ,tales como amoniaco, CO2, etc.

A este último residuo calcinado a 400°C se le agrega ácido sulfúrico hasta cubrirlo calentándose cuidadosamente a sequedad, desprendiéndose humos blancos y densos de SO2 y cuando ya no se efectúa esto se enfria en desecador y pesa. Este residuo es igual a las sales fijas contenidas en el agua y transformadas en Sulfatos.

Estos tres residuos se relacionan a un litro.

Resultado:

Residuo a 150°C	3.616 gr.
Residuo a 400°C	3.264 gr.
Residuo transformado en Sulfatos	4.076 gr.
Pérdida al rojo (400°C)	0.340 gr.

Determinación de SODIO.

Se calcula el sodio por diferencia, transformando los cationes determinados anteriormente, en sulfatos, sumándolos junto con la silice y los óxidos de Fe y Al que no se modifican, restando dicha suma del Residuo transformado en Sulfatos.

El resultado es Sulfato de Sodio y multiplicando esta cantidad por el factor 0.3238 se obtiene el Sodio correspondiente y existente en un litro de agua problema.

Ca X 3.3967	CaSO4.
Mg X 4.9473	MgSO4.
K X 2.22	K2SO4.
Mn X 2.7476	MnSO4.
Li X 7.857	Li2SO4.

CaSO4	2290.394 mg.
MgSO4	74.001 mg.
K2SO4	589.276 mg.
MnSO4	4.093 mg.
Li2SO4	54.339 mg.
SiO2	37.000 mg.
FE2O3 y Al2O3	3.250 mg.
	3052.353 mg.

Residuo transformado en Sulfatos	4076.000 mg.
Suma de los Sulfatos de los Cationes	3054.353 mg.
Na2SO4	1021.647

Na2SO4 x 0.3238 = Na.

RESULTADO: 330.809 Mg. de Na por litro.

Determinación de pH.

Existen dos procedimientos para la determinación de pH, que son el electrométrico y el colorimétrico.

El segundo se basa en el empleo de substancias que reciben el nombre de indicadores y que tienen la propiedad de cambiar de coloración en una zona determinada de pH debido a la disociación parcial de la substancia en iones de un radical por lo general ácido, de color distinto al de las moléculas de origen.

Los principales indicadores empleados y que llenan toda la zona desde pH1 hasta 14, son:

INDICADORES	ZONA DE pH	Cambio de Color
Azul de Timol	1.2 a 2.8	De rojo a amarillo.
Azul de Bromofenol	3.0 a 4.6	De amarillo a azul.
Rojo de Metilo	4.4 a 6.0	De rojo a amarillo.
Púrpura de Bromocresol	5.2 a 6.8	De amarillo a púrpura.
Azul de Bromotimol	6.0 a 7.6	De amarillo a azul.
Rojo de Fenol	6.8 a 8.4	De amarillo a rojo.
Rojo de Cresol	7.2 a 8.8	De amarillo a rojo.
Rojo de Ftaleina	8.2 a 9.8	De incoloro a rojo.
Anaranjado Sulfo	10.0 a 12.6	De amar. a anaranjado.
Violeta La Motte	12.0 a 13.6	De rojo a azul.

Estos indicadores son generalmetne usados a una concentración de 0.004.

La determinación colorimétrica del pH se verifica comparando el problema, adicionado del indicador adecuado a la zona en que está su pH con soluciones que llevan el nombre de "Reguladores" las cuales tienen definido su pH y a las que se ha agregado la misma cantidad de indicador.

Se puede emplear para la formacion de la solución reguladora la fórmula de Soerense del fosfato monopotásico q.p. adicionaado de fosfato disódico q.p. y se forma la escala de la manera siguiente:

Soluciones:—Fosfato Monopotásico q.p.: se disuelven en un matraz aforado de 1,000 cc. 9.078 gr. con agua destilada. Fosfato disódico q.p.: Se disuelven en un matraz aforado de 1.000 cc. 11,876 gr. en agua destilada.

Fosfato Monopotásico	Fosfato Disódico	Zona de pH.
9.75 cc.	0.25 cc.	5.288
9.0 ,,	1.0 ,,	5.906
8.0 ,,	2.0 ,,	6.239
7.0 ,,	3.0 ,,	6.468
6.0 ,,	4.0 ,,	6.643
5.0 ,,	5.0 ,,	6.813
4.0 ,,	6.0 ,,	6.979
3.0 ,,	7.0 ,,	7.168
2.0 ,,	8.0 ,,	7.381
1.0 ,,	9.0 ,,	7.731
0.5 ,,	9.5 ,,	8.043

Determinación:

Para efectuar la determinación del pH en el agua problema utilicé las escalas comparadoras que expende la casa La Motte Chemical, Products Co., después de haber tomado 10 cc. del agua y 0.5 cc. del indicador Rojo de Fenol.

Resultado del pH con Rojo de Fenol: 7.5.

Determinación del pH usando el Potenciómetro Beckman Modelo M.

Método Electrométrico.

Descripción del aparato: Consta de una caja de madera la cual contiene en su interior y repartidas en su superficie inferior un circuito de baterías que poseen un voltaje mínimo como sigue:

Batería A	1.3	volts.
Batería B	19.0	,,
Batería C	6.5	,,
Batería D	1.3	,,

En la superficie externa y superior se halla una doble escala "A" graduada de izquierda a derecha de 7 a 14 en números negros y cada unidad dividida en décimos también; y una serie de

botones rodeando a dicha escala que sirven tanto para ajustar el aparato como para efectuar la determinación del pH, ya sea presionandolos y dándoles vuelta. Junto con el aparato vienen como partes accesorias dos electrodos: Uno de vidrio "V" y otro de calomel "C", a éste rodea un tubo de vidrio "v", abierto cerca de su extremo superior por una pequeña tubulatura "t", poseyendo un tapón de goma para obturarla cuando no se usa el electrodo, además termina en una varilla de plomo "p", teniendo la particularidad el tubo de vidrio de poseer en su extremidad inferior un protector de goma que se quita cuando se va a hacer uso del aparato. El otro electrodo es todo de vidrio, teniendo en su extremidad superior una terminal del mismo material "v". Dos frascos: uno con solución Buffer "B", ajustada de tal manera que posee un pH de 7 y el otro "K", con solución saturada de KCl. Un vaso de precipitados de 125 cc. de capacidad "Q".

En un soporte "X" que posee el aparato se montan los electrodos y se fijan por medio de un tornillo "J", sosteniendose cada uno dentro de un anillo pudiendo hacerlos subir o bajar a voluntad cuando sea necesario de tal manera que el electrodo de calomel se proyecta más abajo que el electrodo de vidrio y se esté seguro que no toquen el fondo del vaso cuando se hace la determinación y cuando se efectuá esta o el ajuste del aparato se establece el contacto eléctrico entre los electrodos y la solución por una pequeña fibra porosa que se encuentra en sus extremos más bajos.

Cuando sea necesario se llena el tubo en que está el electrodo "C" con solución de KCl, sirviendo esta solución para conducir la corriente eléctrica, pues al paso de esta se ioniza, es por lo tanto un electrolito en solución.

La terminal superior del electrodo "C", se introduce en una clavija "f" y la terminal superior del electrodo "V" se introduce también en una clavija "h" fijándose además por un pequeño tornillo poniéndose dichos electrodos de esta manera en contacto con la serie de baterias.

Ajuste del aparato.

1.—Cuando el botón de control o switch "R", está en la posición de fuera (off) la lectura que se hace en la escala debe ser de un pH de 7.0 exactamente.

2.—Conectar o llevar a la marca ON, pasar el switch hasta 7-14, si la aguja oscila se ajusta con el botón "M" a 7.0 pH, después se lleva hasta la marca 0-7 y si la aguja se mueve oscilando se hace el ajuste con el botón "Z", quedando el aparato disponible para efectuar las determinaciones exactas.

3.—Standarización con solución Buffer. Se ponen 50 cc. de solución Buffer en el vaso limpio y seco y se sumergen los electrodos en la solución efectuándose la operación descrita en 2; en caso de que la aguja no coincida con 7.0 pH se ajusta con el botón "T" en condiciones normales no debe sufrir ninguna variación la lectura del pH de la escala que debe ser de 7.0.

Medición del pH en una muestra problema.

Se lavan perfectamente los electrodos y el vaso de precipitados con agua destilada varias veces y se secan perfectamente. Se llena el vaso hasta la mitad con la muestra problema. Se sumergen los electrodos en esta última y se efectúa lo descrito en 2, presionando el botón "Y", dándosele un movimiento hacia la izquierda para fijarlo; automáticamente la aguja indicará el pH, si se trata de una solución alcalina, leyéndose el resultado en la graduación superior, pero si la solución posee un pH ácido, la aguja tenderá a irse hacia la izquierda, saliéndose de la escala, movimiento que se convierte en inverso cuando el switch se lleva hacia la marca 0-7 pues la aguja indicará el pH ácido correspondiente, leyéndose en la graduación de la escala.

RESULTADO: pH igual con 7.25.

Correcciones por temperatura.

El aparato descrito está eléctricamente calibrado para hacer lecturas directas de pH a 25°C, y las correcciones por variación de temperatura en el caso de que ésta sea próxima a 25°C. o a un pH cercano a 7.0 pueden omitirse ya que los errores son de pequeña magnitud, pudiendo no tomarse en consideración.

Cuando se hace la determinación de pH a temperaturas lejanas de 25°C., se calcula la corrección por medio de la formula, siguiente:

$$C.T.-(7.00-pH3)\ \frac{(t°C. - 25°C.)}{t°C. + 2730.}$$

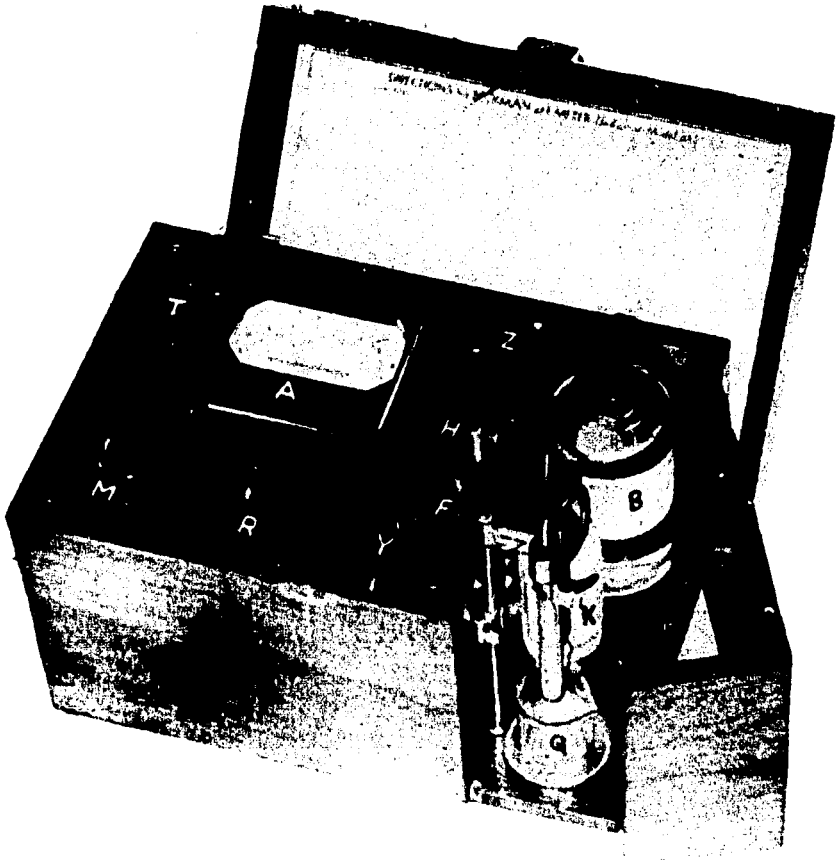
en donde C. T. es igual con corrección por temperatura.

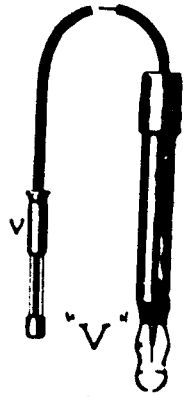
t°C igual con temperatura de la solución.

Resultado: $C.T.=(7-7.2')\ \frac{(22.5 - 25)}{22.5 + 273} = 7.271$ pH?

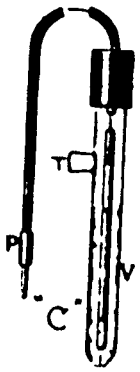
en donde pH es igual con 7.25.

t°C. es igual con 25°C.





4990



4970

CAPITULO III.

ANALISIS BACTERIOLOGICO

I.—Toma de la muestra.

Desde el punto de vista higiénico consideré debería efectuar el análisis bacteriológico donde el agua es utilizada por los habitantes del lugar con fines curativos bebiéndola y bañándose con ella.

El agua del manantial en estudio asi como la procedente de las montañas y de otros pequeños manantiales cercanos a aquel, forman un riachuelo que siguiendo su curso llega hasta el mar, no lejano.

Tiene la particularidad el manantial de enconrtarse en un nivel más alto (alrededor de medio metro), con respecto a la superficie del riachuelo, formando una poza de no muy grandes dimensiones, tiene su temperatura menor, y donde la muestra fué tomada.

El alto porcentaje de impurificación considero es debido a la falta de precaución de las personas que transitan, asi como las bestias que como aquellas hacen sus necesidades cerca y aun en el mismo manantial, siendo el agua buen campo para el desarrollo de gérmenes del genero Escherichia. Asi como también influyó el tiempo que tarde en trasladarla al laboratorio, a pesar de las precauciones que procure tener para tomar la muestra y conservarla en hielo en la mayor parte del trayecto.

II.—Técnica.

Comprende la investigación del género Escherichia y la numeración de colonias bacterianas desarrolladas en medios de cultivo apropiados.

Investigación de bacterias del género Escherichia:

a).—Se siembran 5 tubos de fermentación de Smith, conteniendo caldo lactosado de la formula siguiente:

Agua destilada	1000 cc.
Extracto de carne	3 gr.
Lactosa	5 gr.
Peptona de Witte	5 gr.
Cloruro de Sodio q. p.	5 gr.

poniendo en cada uno 10 cc. del agua para analizar y se llevan a la incubadora a 37°C. durante 48 horas.

b).—Se examinan los tubos de fermentación a las 24 y 48 horas de practicada la siembra para investigar en ellos la presencia de gas anotando como positivos los resultados en que dicho gas ocupe por lo menos la décima parte de la campana de tubos de fermentación y como negativos los demás; la observación debe prolongarse hasta las 48 horas, porque algunos tubos negativos al primer dia pueden ser francamente positivos el segundo día después de la siembra.

c).—Partiendo de uno de los tubos con resultado positivo, y ya sea a las 24 o a las 48 horas de la observación, se lleva una asa de platino del cultivo en caldo a una placa de gelosa de Endo, senmbrándola en estria y se incuba dicha placa a 37°C. durante 24 horas.

d).—Al cabo de este tiempo, se observa la placa para investigar en ella la presencia de colonias francamente rojas; si las hay, se continuará el tiempo siguiente y en caso contrario, se esperan otras horas, quedando la placa en la estufa.

e).—Con asa de Pt. se toma una de las colonias rojas sospechosas desarrolladas en la placa de Endo a las 24 o a las 48 horas y se lleva a un nuevo tubo de fermentación con caldo lactosa, que se incubará a 37°C. durante 24 horas.

f).—Transcurrid
mentación, y si hay
menos la décima par
mo positivo; si no ha
ma parte de la camp
el resultado definitiv
cumplirse las 48, se e
ción, anotando en la
los tiempos señalado
mentación y el exam
lo que se llama Prue
Endo y el exámen p
cialmente confirmada
mentación y el exám
mente Confirmada, to
de bacterias del géner

Si las tres prueb
agua que se examina
nos ocupan, en mayor
la primera, (la prueb
entonces no puede a
género Escherichia y
suplementaria reserva
das en la placa de En
incubará a 37°C. 24 h
via coloración por el
objeto de averiguar lo
los microbios que se h

Estimación del nú

Habiendo sembra
tros cúbicos de agua,
de acuerdo con el eje

f).—Transcurrido ese tiempo, se examinara el tubo de fermentación, y si hay en el desarrollo gaseoso que ocupe por lo menos la décima parte de la campana, se anota el resultado como positivo; si no hay desarrollo gaseoso o es menor de la décima parte de la campana, se esperan otras 24 horas para conocer el resultado definitivo, quedando el tubo en la incubadora. Al cumplirse las 48, se examina nuevamente el tubo de la fermentación, anotando en la forma antes mencionada el resultado. De los tiempos señalados, la siembra del agua en los tubos de fermentación y el examen de estos a las 24-48 horas, constituyen lo que se llama Prueba de Presunción; la siembra en gelosa de Endo y el exámen porterior de esta, constituyen la Prueba Parcialmente confirmada, y la resiembra en un último tubo de fermentación y el exámen del mismo, constiuyen la Prueba Plenamente Confirmada, todas ellas en lo que atañe a la investigación de bacterias del género Escherichia a que venimos refiriendonos.

Si las tres pruebas son positivas, puede afirmarse que el agua que se examina está contaminada por los gérmenes que nos ocupan, en mayor o menor proporción. Si solo es positiva la la primera, (la prueba de Presunción), y negativas las demás, entonces no puede afirmarse que el agua tenga gérmenes del género Escherichia y será necesario llevar a cabo una prueba suplementaria reservando las colonias sospechosas desarrolladas en la placa de Endo en un tubo con gelosa inclinada, que se incubará a 37°C. 24 horas, para examinar el miscroscópio previa coloración por el método Gram, el cultivo obtenido, con el objeto de averiguar los caracteres morfológicos y tintoriales de los microbios que se hayan desarrollado.

Estimación del número de gérmenes por litro de agua.

Habiendo sembrado 5 tubos, cada uno con diez centimetros cúbicos de agua, la apreciacion de los resultados se hará de acuerdo con el ejemplo siguiente:

Tubos	I	II	III	IV	V	Gérmenes del género Escherichia	
cc	10	10	10	10	10	por 1000 cc.	
	+	+	+	+	+	100 o más	Agua Impropia
	+	+	+	+	—	80	Agua Impropia
	+	+	+	—	—	60	Agua Impropia
	+	+	—	—	—	40	Agua Propia
	+	—	—	—	—	20	Agua Propia

Debe hacerse notar que las cifras anteriores, no indican números exactos en lo que se refiere a cantidades de gérmenes, sino únicamente cifras aproximadas que permiten establecer un limite de tolerancia para distiguir las aguas potables de las que no lo son.

Resultado en el agua problema.

Tubos	I	II	III	IV	V	
	+	+	+	+	+	Más de 100 Coli por litro.

Para hacer la determinación con exactitud tomé 5, 2, 1, 1, 0.1 cc. y los sembré en 5 tubos de caldo lactosado llevándolos a incubar a 37°C. y observando a las 24 horas obtuve los siguientes resultados:

Tubos	I	II	III	IV	V
cc.	5	2	1	1	0.1
	+	+	+	—	—

Por lo tanto atendiéndo a las diluciones determiné el resultado siguiente:

500 Coli por litro.
Numeración de colonias bacterianas.

Para llevarla a cabo se dispondrá de medios de cultivo a base de gelosa y de gelatina preparados usando caldo simple al cual se le agregan 12 gr. de agar-agar seco en la estufa, para obtener la gelosa por cada 1000 cc. de caldo y de 150 a 200 gr. de gelatina por cada litro de caldo para obtener éste último medio de cultivo; el pH de ambos medios a que se hace referencia deberá oscilar de 6.4 a 7.0.

Obtenidos los m

a).—Tan pronto
diatamente después
de fermentación se h
Petri, poniéndo en c
y vaciándo luego en l
de gelatina en la otra
das placas que se inc
de gelatina 48 horas
ta no pasa de 20°C.

b).—A las 24 h
merándo las colonias q
ple vista o empleand
sultado.

c).—También a l
tina y si el número de
ble, se anotará desde
las 48 horas; si las c
esperará hasta las 48
promediara con el d
para conocer el núme
agua en estudio.

Resultado: Gelosa
Gelatin

Obtenidos los medios de cultivo, se procede como sigue:

a).—Tan pronto como se inicia un análisis de agua e inmediatamente después de que se há sembrado ésta en los tubos de fermentación se hace una nueva siembra ahora en 2 cajas de Petri, poniéndo en cada una de ellas un cc. del agua en estudio y vaciándo luego en las mismas 100 cc. de gelosa en una y 10 cc. de gelatina en la otra, ambas fundidas y tibias para formar sendas placas que se incubarán la de gelosa, 24 horas a 37°C. y la de gelatina 48 horas a 20°C o a la temperatura ambiente si ésta no pasa de 20°C.

b).—A las 24 horas se examinan las cajas de gelosa numerándo las colonias que se hayan desarrollado ya sea a la simple vista o empleando una lente de aumento y se anota el resultado.

c).—También a las 24 horas se revisarán las cajas de gelatina y si el número de colonias formado en ellas es ya incontable, se anotará desde luego, sin que sea necesario esperar a las 48 horas; si las colonias formadas son todavía escasas, se esperará hasta las 48 horas para saber su número definitivo promediara con el de las colonias formadas en gelosa para conocer el número final de las que corresponden al cc. del agua en estudio.

Resultado: Gelosa..... colonias incontables..
Gelatina. colonias 10.

CAPITULO IV.

COMPOSICION PROBABLE.

Determinaciones analiticas.

CATIONES.		ANIONES.	
Ca	674,3 mg.	CO3	17.49 mg.
Na	331.150 mg.	Cl	1408.35 mg.
K	265.863 mg.	SO4	807.00 mg.
Li	6.916 mg.	B407	0.219 mg.
Mn	1.490 mg.	I	0.400 mg.
Mg	14.96 mg.	Si03	46.856 mg.
Fe	0.15 mg.		
Al	1.603 mg.		

De acuerdo con la anterior lista de cationes y aniones, procedi a hacer la composición Probable combinandolos, quedando dicha composición de la manera siguiente:

CaCO3	29.208 mg.
CaS04	1143.519 mg.
CaC12	903.471 mg.
MgC12	58.643 mg.
Mncl2	3.415 mg.
KCl	506.167 mg.

·Cl	41.987 mg.
ıCl	840.289 mg.
SiO2	37.000 mg.
Fe203 y A1203	3.250 mg.
Na2B407	0.284 mg.
NaI	0.470 mg.
Total	3567.703 mg.

Restando este residuo del obtenido a 150°C.

Residuo de la COMPOSICION PROBABLE	3567.703 mg.
Residuo a 150°C.	3616.000 mg.
Pérdida y NO DOSIFICADO	48.297 mg.

Manantia
especialment
una radioacti
tividad son re
dades medici
vidad tempor
de radio será
y terrenos qu
es recolectad
algunos dias
yoria de las
permanente
en solución,
emanación, p
descomposici
muestra que
dad de radio

El exáme
dioactividad
radio presente
muestra y la
solución.

El princip
es el siguiente

CAPITULO V

RADIOACTIVIDAD

Manantiales Radioactivos.—Ciertas aguas de manantiales, especialmente mineralizadas y de temperatura elevada, tienen una radioactividad alta y medible. Las aguas que poseen radioactividad son reputadas como que tienen gran valor por sus propiedades medicinales. Las aguas naturales pueden tener radioactividad temporal o permanente. En el primer caso, la emanación de radio será encontrada disuelta en el agua tomada de las rocas y terrenos que el agua ha atravesado, pero que tan pronto ésta, es recolectada, la emanación presente comienza a decaer y en algunos dias se encontrará casi toda descompuesta. La mayoria de las aguas son de ésta naturaleza. Una radioactividad permanente en el agua indicará la existencia de sales de radio en solución, y ésto, necesariamente asegura la presencia de la emanación, pues está siendo constantemente renovada por la descomposición del radio. Los resultados de la investigación muestra que el contenido de las aguas es una pequeña cantidad de radio en solución.

El exámen de las aguas naturales para determinar su radioactividad asegura dos mediciones: La emanación total de radio presente en el agua en el tiempo de la recolección de la muestra y la cantidad de sales de radio que se encuentran en solución.

El principio empleado en la medición de la radioactividad es el siguiente: Las substancias radioactivas causan que el radio

que las rodea llegue a ser un conductor de la electrecidad y de ahí que un cuerpo aislado cargado electricamente cambie en su interior y se descargue gradualmente. El grado de descarga del cuerpo cargado es una medición de la conductividad o ionización del aire, y de ahí que la fuerza de substancia radioactiva sea responsable de la ionización.

El instrumento empleado usualmente para este proposito consiste esencialmente en un vaso de metal atravesado desde su carga superior e introduciendose en el una varilla de metal aislada de la parte superior del vaso por un collar de ámbar, azufre, lacre o alguna otra subtancia aisladora. La varilla lleva en su más alta extremidad una hoja pequeña de oro o de aluminio bajando como una bandera en su asta. Cuando a la varilla se le carga electricamente, la hoja es repelida de su posición vertical adquiriendo una posición inclinada y entonces se abate gradualmente, y la carga de la varilla se escapa.

Por una adecuada colocación la proporción de la caida puede ser determinada. El vaso de metal es usualmente llamado Vaso de Ionización o de ensaye, mientras que la porción más alta de la varilla junto con una camara envolvente para prevenir la acción de la humedad sobre la lamina de oro, es llamada "ELECTROSCOPIO".

Debido a la poca radioactividad de la tierra y del aire, hay siempre una proporción baja en la caida de la hoja. Esto se dice es normal, pero si cuando se quiere determinar la radioactividad de una muestra y es mezclada con el aire la proporción del movimiento de la hoja es acelerado considerablemente.

Los resultados de las mediciones de la radioactividad son más convenientemente expresados cuando la cantidad de la emanación de radio es dada en términos de la cantidad de radio con el cual está en equilibrio. Por eso se utiliza un método de comparación que cuantitativamente determina la cantidad de emanación. La cantidad de emanación de radio en equilibrio con un g. de radio es llamada: un "CURIE", esta cantidad es comparativamente hablando muy grande por lo que se utiliza una unidad más conveniente: el millón por millón o sea 10 elevado a menos 12 CURIE.

Resultado:

o sean

Y

Este dato
dependencia de

Resultado:	175.5x10-12 CURIES:—Radioactividad Total.
	8.2x10-12 CURIES:—Radioavtividad Permanente.
o sean	175.5 Unidades por litro de Radioactividad Total.
Y	8.2 Unidades por litro de Radioactividad Permanente.

Este dato fué proporcionado por el Instituto de Geología dependencia de la Universidad Nacional.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES.

Es una agua termal salina: litica, sulfatada, clorurada y Radioactiva.

Puede emplearse en baños o bebida, aunque para éste último caso dabe ser previamente purificada, ya que está contaminada, como puede verse por el examen bacteriológico. Considerándose como útil en la diuresis y parcialmente digestiva.

BIBLIOGRAFIA.

AGUAS SUBTERRANEAS: Régimen, Investigación y Aprovechamiento:
Lucas Fernándes Navarro. 1922

APUNTES DE ANALISIS BROMATOLOGICOS: R. Caturegli.

APUNTES DE FARMACIA QUIMICA INORGANICA: E. Alvarez.

ANALYSIS OF WATER AND SEWAGE: Theroux Eldridge and Mallman. 1936

EXAMINATION AND WATERS AND WATER SUPPLIES: Ernest Victor - - -
Suckling. 1933

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND SEWAGE: - - -
American Public Health Assn. 1936

MANUEL DE BACTERIOLOGIA: Dopter 8 Sacquepie. 1931

DIARIO OFICIAL PARA ANALISIS DE AGUAS DEL D. S. P. DE 1935 CORREGIDO EN 1943.