

UNAM



16

TESIS-BCCT

495(350)

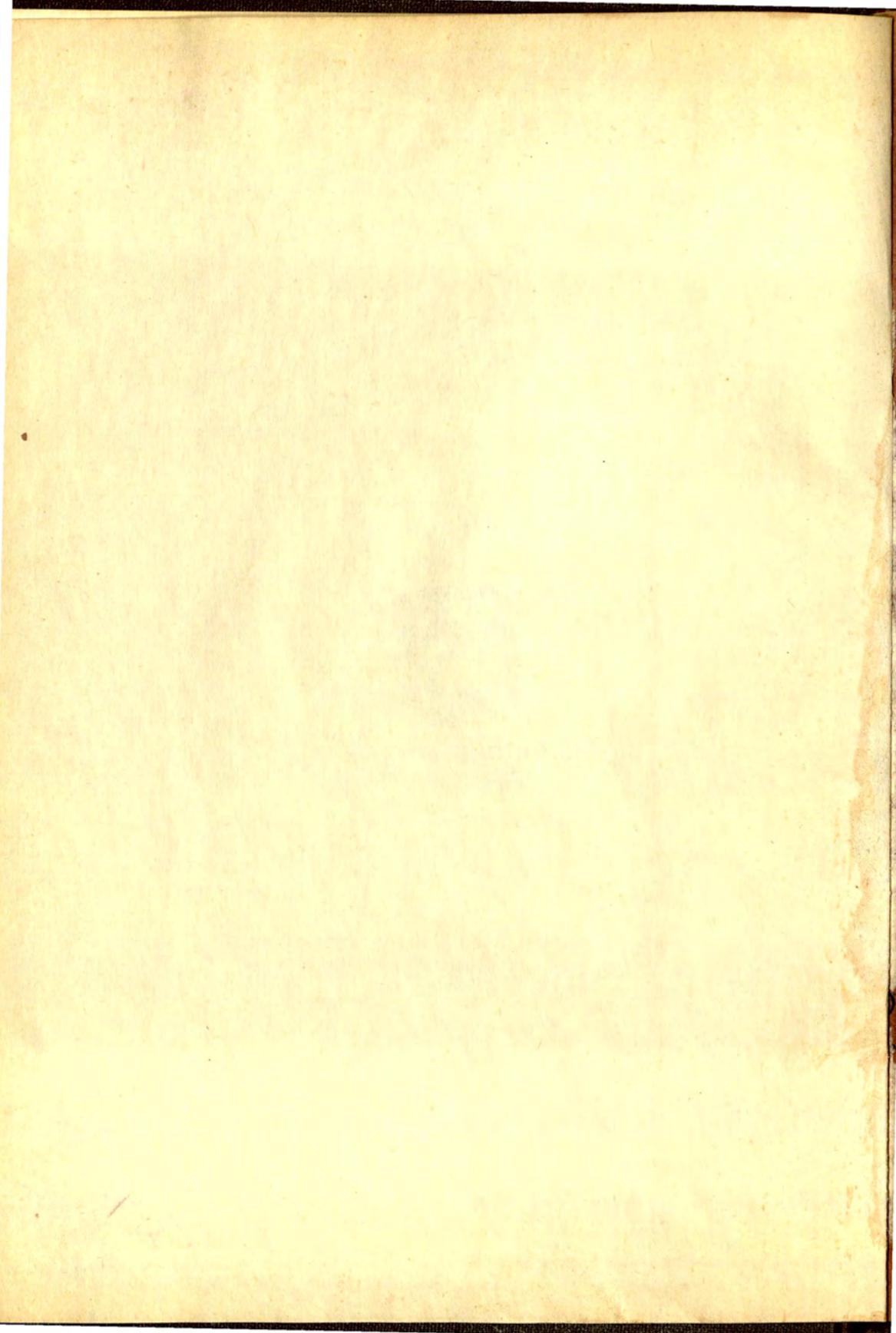
Un5a





INSTITUTO DE GEOGRAFIA Y ESTADISTICA
BIBLIOTECA

I-41
16



MARGARITA URIBE GUEROLA

Análisis de las Aguas Minerales de Apasco

Estado de México.



MEXICO
1984

16

5(350)
5a

158 1984

CLASSIF. UGM 1934 I.1
ADQUIS. I-41
FOIPA *encl 1005*
PROCD

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS E INDUSTRIAS QUIMICAS

Análisis de las Aguas Minerales de Apasco

Estado de México.



TESIS

Que para su Examen Profesional
de Química Farmacéutica
presenta la alumna

MARGARITA URIBE GUEROLA

MEXICO
1934

16

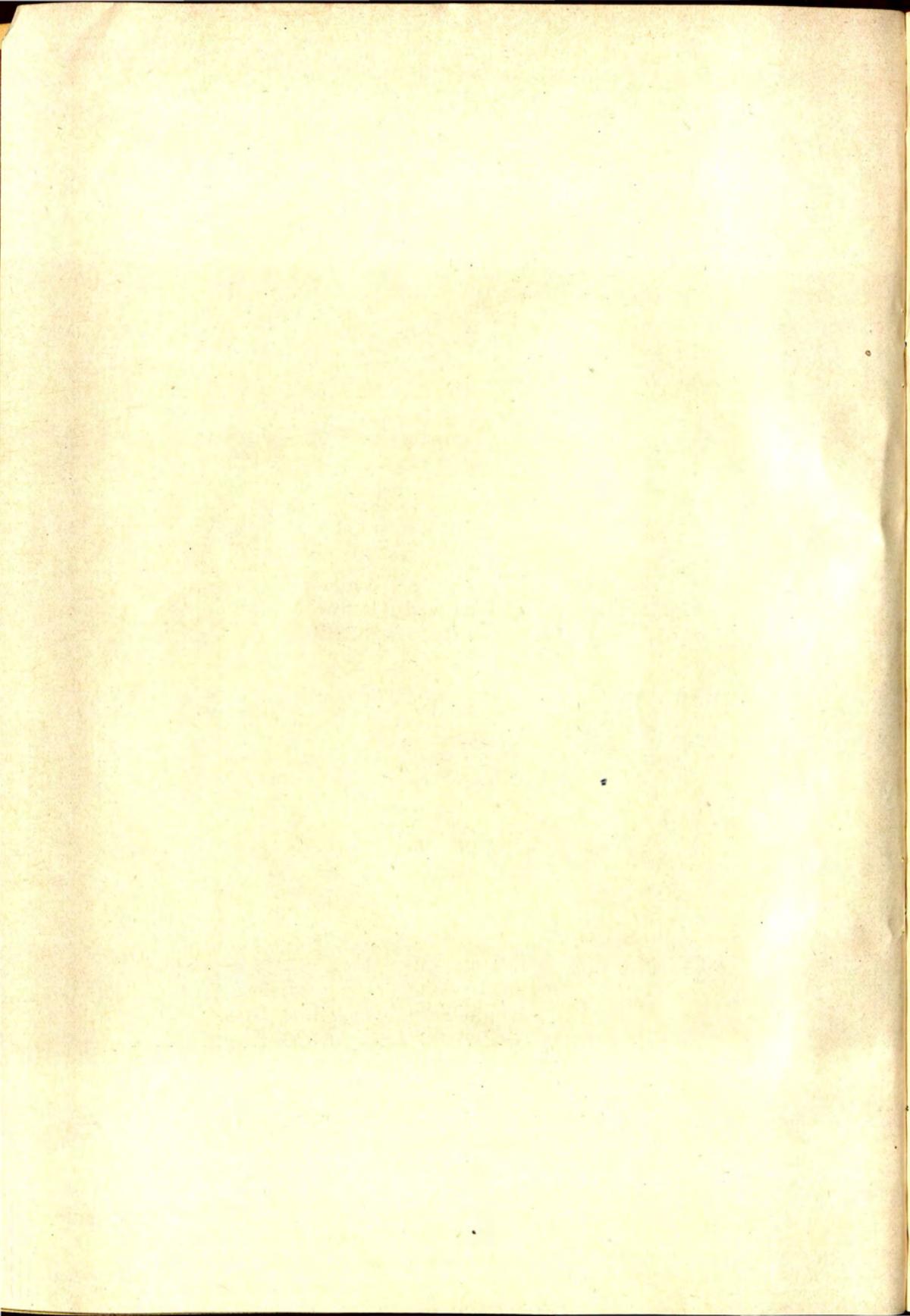
495 (350)

Ur5a

A la memoria de mi padre el Dr.
ESTEBAN URIBE

A mi adorada madre la Sra.
CLARA G. VDA. DE URIBE

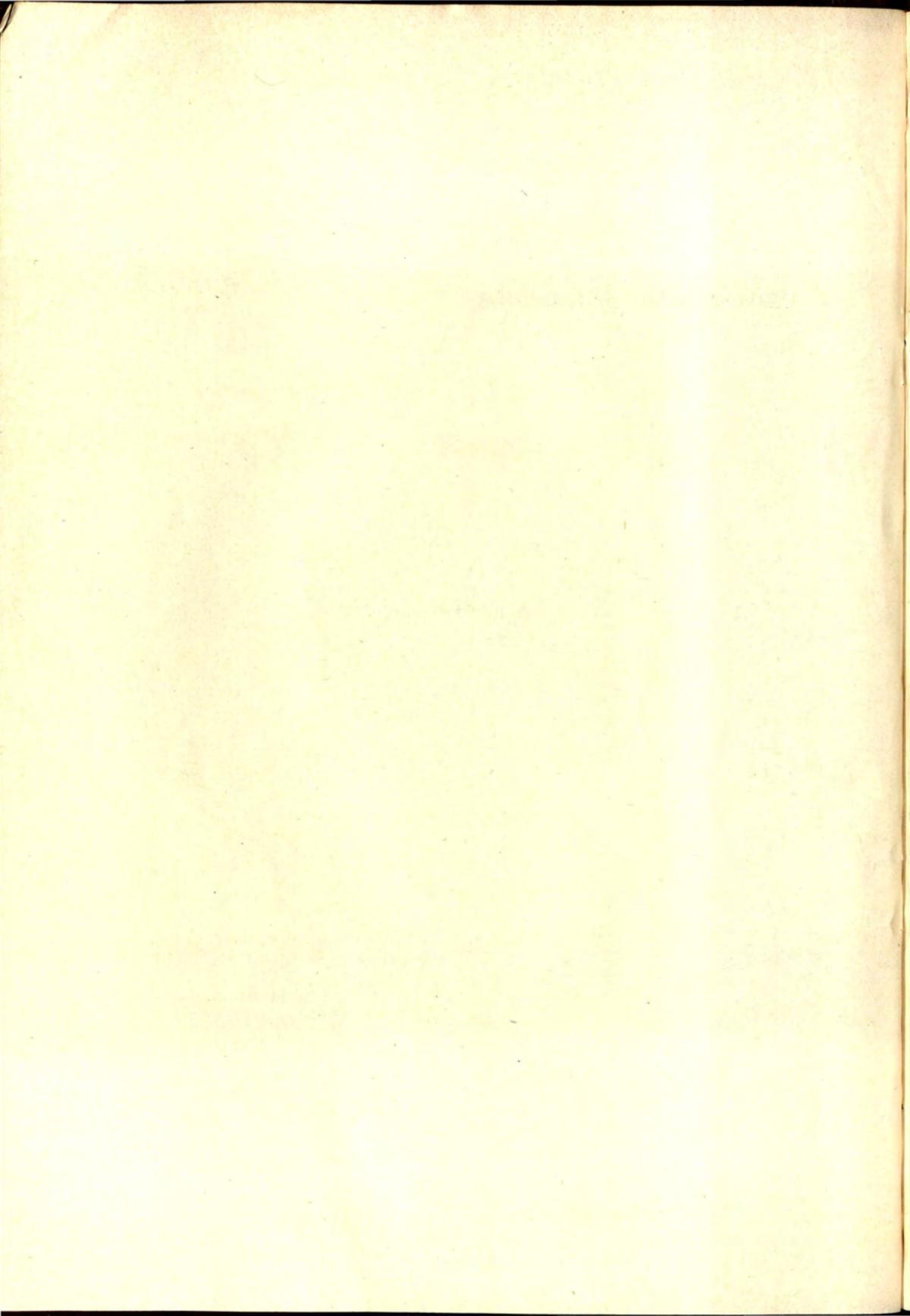
A la memoria de los Sres. Dres.
EDUARDO JOUBLANC y NICOLAS GUEROLA



A mi hermano el Dr.
EDUARDO URIBE GUEROLA

A mis hermanas

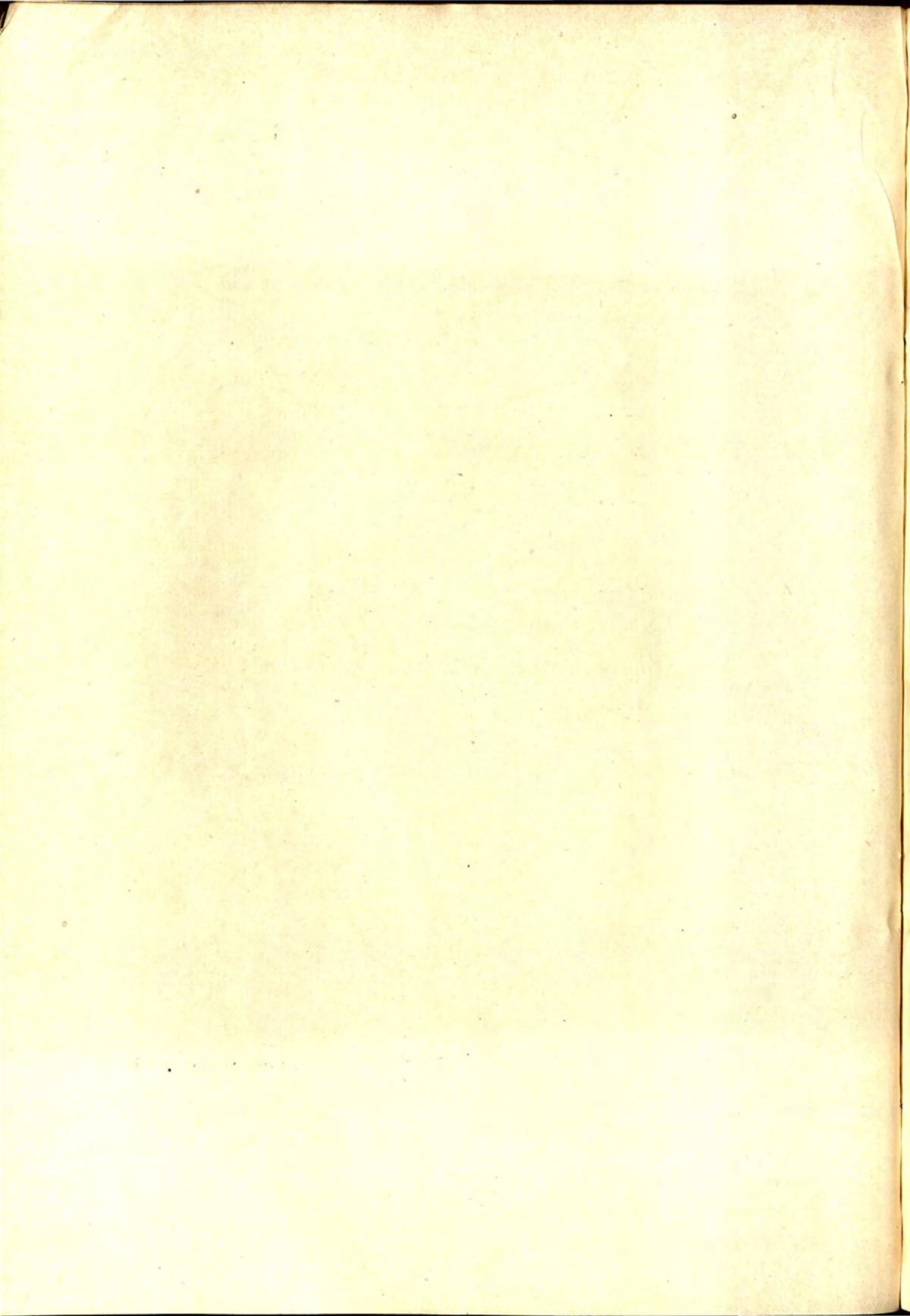
A la Srita.
ESTHER LUQUE,
con mi estimación y gratitud



A mis maestros con profundo agradecimiento

Al Instituto de Geología por su eficaz ayuda

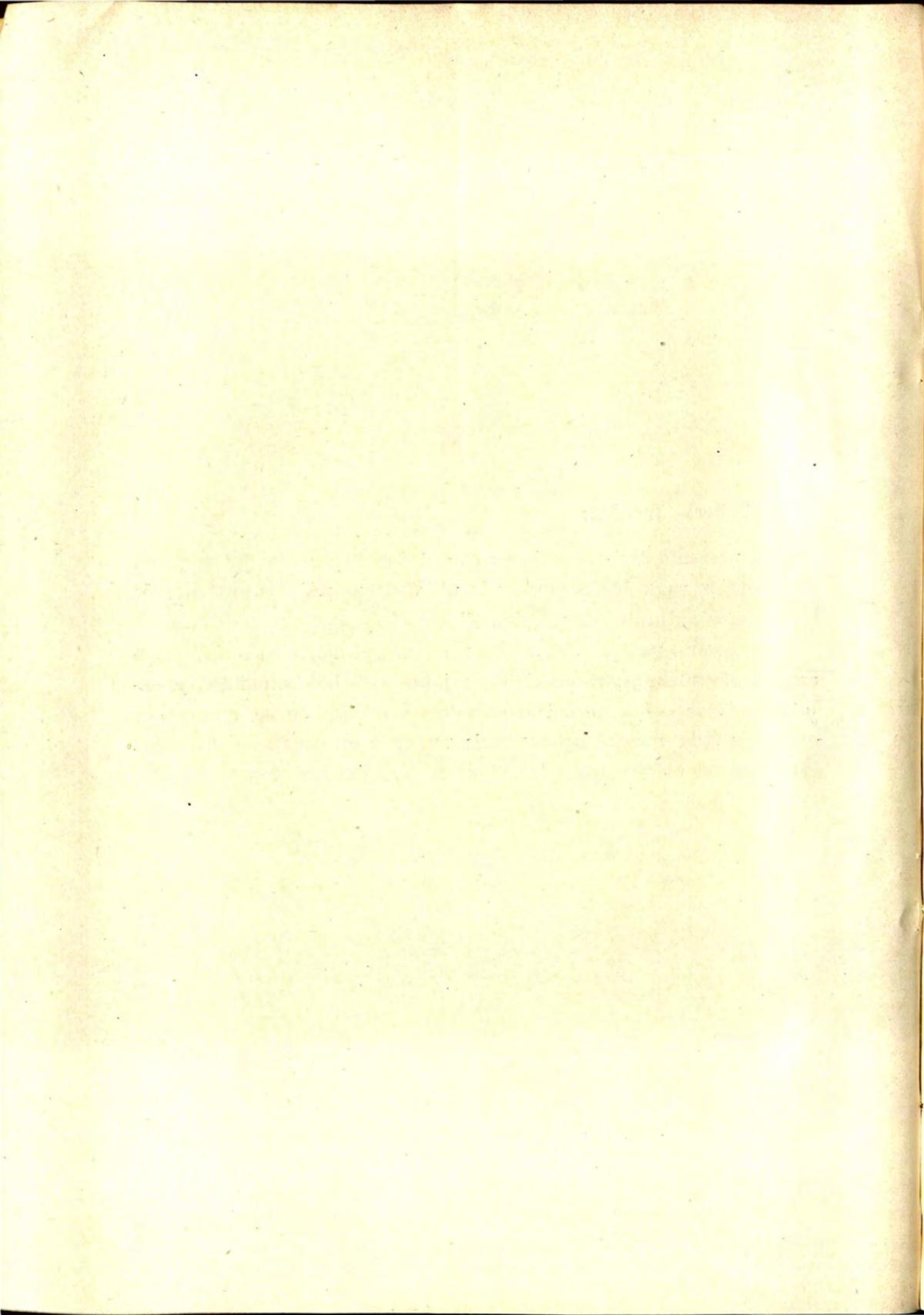
A mis compañeros



Señores Jurados:

El presente trabajo lo hago con el deseo de poner mi pequeña contribución para dar a conocer la utilidad que podemos obtener de las fuentes naturales de nuestro País.

No cuento para su desarrollo sino con mi mejor voluntad y escasos conocimientos, reconociendo mi falta de intelectualidad y experiencia por lo que encontraréis faltas y errores en las que espero apliquéis toda vuestra benevolencia teniendo en cuenta además que representa el primer paso de mi iniciación, del que espero vuestra aprobación.



ORDEN DE LOS CAPITULOS

Introducción.

Capítulo I.—Situación de Apasco, datos geográficos y naturaleza del terreno que rodea el manantial.

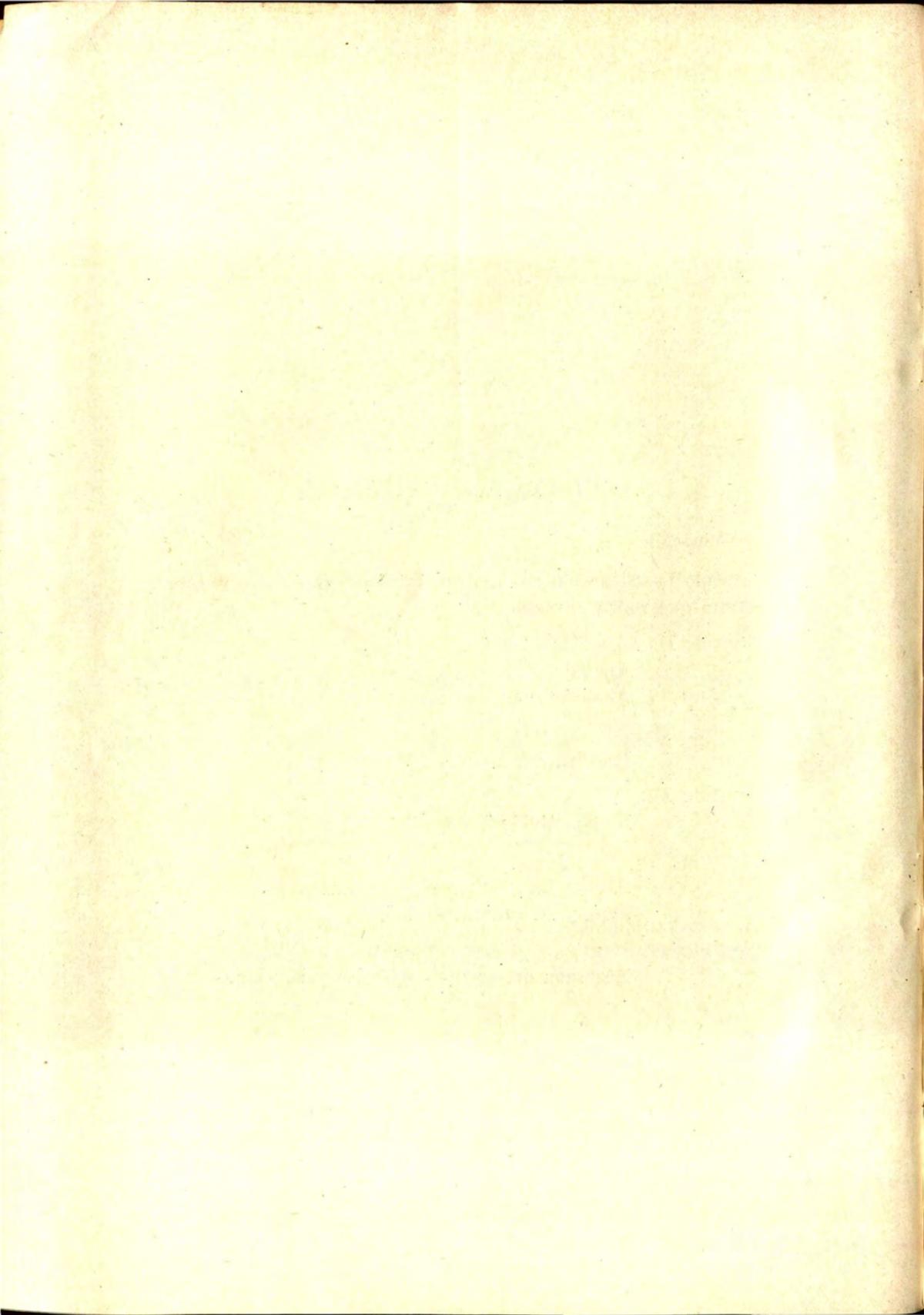
Capítulo II.—Análisis Químico.
Análisis cualitativo.
Análisis cuantitativo.

Capítulo III.
Hidrotimetría.

Capítulo IV.
Radioactividad.

Capítulo V.
Acción terapéutica de los elementos contenidos en agua y su radioactividad.

Capítulo VI.
Resumen del análisis químico y conclusiones.



INTRODUCCION

Se llaman Aguas Minerales a aquellas que contienen un porcentaje elevado de sustancias disueltas o a aquellas cuya temperatura es superior a la media ambiente.

La naturaleza de los terrenos por que atraviesa es visible en su composición.

En ellas se encuentran además de sustancias sólidas como carbonatos de sodio, calcio, hierro, etc., gases como: anhídrido carbónico, sulfhídrico y deben tomarse muy en cuenta las emanaciones radioactivas originadas por la desintegración de las sustancias radioactivas.

Se cree que la temperatura en las aguas es debida a los procesos químicos que se verifican en el interior de la tierra.

De acuerdo con ello, las aguas que provienen de terrenos primitivos son: **sulfatadas y fuertemente termales**; las de terrenos de transición son **bicarbonatadas y menos termales**; las de terrenos de sedimento inferiores son **sulfo-cálcicas**; las de terrenos medios **bicarbonatadas, sulfatadas o ferruginosas**; las de terrenos traquíticos, basálticos y porfíricos son **poco termales** y con **bicarbonatos** como principios fijos.

La clasificación de las aguas es muy diversa porque para ello pueden tomarse varios puntos de vista, uno de ellos, basado en la naturaleza de los terrenos por los que atraviesa quedó ya dicho en el párrafo anterior.

Otro punto de vista es la temperatura, tomando como base la del cuerpo humano son: hipertérmicas, isotérmicas e hipotérmicas.

Otro punto, basado en los aniones que contienen son: alcalinas o terreas (con CO_2); cloruradas (Cl); amargas (SO_4). A su vez esta clasificación origina otra teniendo en cuenta los cationes y son: aguas alcalinas (que contienen bicarbonato de sodio). Térreas, (bicarbonato

de calcio o magnesio). Cloruradas térreas, (cloruros de calcio, magnesio y sodio). Salinas, (sulfato de sodio). Sulfatadas, (sulfato de calcio), y Amargas (sulfato de magnesio).

Por sus efectos terapéuticos se pueden clasificar en: Alcalinizantes (bicarbonatadas). Estimulantes (cloruradas sódicas). Diuréticas (sulfatadas cálcicas). Reconstituyentes (ferruginosas arsenicales). Anticatarrales (sulfuradas sódicas).

CAPITULO I

SITUACION DE APASCO.—Datos geográficos y naturaleza del terreno que rodea el manantial.

Apasco.—Estado de México, Lugar de los barreños o lebrillos. Pueblo cabecera de la municipalidad de su nombre, distrito de Zumpango, Estado de México.

Situado a 22 kilómetros al norte de la cabecera del distrito.

La municipalidad comprende el pueblo de su nombre y los barrios de Cogollitos y Sta. María y las haciendas de Rincón y Teña.

Las lomas de su topografía que cierran por el norte la cuenca del valle de México en la comprensión de la feligresía están constituidos por los cerros de Xalfa que forman el basalto; ya fuera de sus límites las lomas están constituidas por acarreos diluvianos compuestos de materiales volcánicos (detritus de pomes) que forman el tepetate tan conocido por su empleo en construcciones, dichas capas ocupan la superficie estructural del terreno debajo hay magras y arcillas con despojos de fósiles de paquidermos. Según los caracteres paleontológicos de esta formación, corresponde en la escala de Leyll a la época del Posto-Noceno. Todo este sistema descansa en capas de caliza jurásica perfectamente marcada en la parte norte desde tres leguas de Zumpango, tanto es así que en la parte noroeste del manantial y a una distancia de 50 metros encontramos un cerro a cuya falda puede decirse está el manantial y ahí se encuentran instalados los hornos de la Compañía Calera de Apasco y de la cual me fueron facilitados por el señor Espinosa, Gerente de la Compañía los datos del análisis del terreno:

	Tezontle	Barro	Piedra caliza
Silice en Si O ₂	41.2%	49.2	3.5
Aluminio en Al ₂ O ₃	16.2%	13.4	1.5
Oxido de fierro en Fe ₂ O ₃ ..	11.0%	5.6	1.5
Calcio en CaO	16.8%	7.3	5.3
Magnesio en MgO	5.4%	1.9	
Humedad	14.	16	
Sulfatos en SO ₃	0.03	0.16	42.0% CO ₂

Datos de la fuente termal situada en Apasco:

Clima.—Templado frío.

Nombre.—El Bañito.

Aspecto. Dos agujeros separados uno de otro 4 metros sin comunicación; con un brote principal. . .

El agua es de aspecto claro y el brote principal se presenta con burbujeo continuo.

Temperatura. 37°.

Depósito o sedimento.—Nulo.

Olor.—Inodora.

Sabor.—Ligeramente salino.

Reacción.—Al papel tornasol fuertemente alcalina, neutra a la fenoltaleína, alcalina al naranjado de metilo.

CAPITULO II

Análisis Químico

Comprende los trabajos en el manantial y en el laboratorio.

Los trabajos en el manantial comprenden: Apreciación de los caracteres físicos y organolépticos. Toma de la muestra. Recolección de gases. Y pruebas de Radioactividad.

Los trabajos del laboratorio comprenden el análisis cualitativo y cuantitativo.

Trabajos en el manantial

Los caracteres físicos y organolépticos, quedaron dichos ya al hablar de la fuente termal.

Toma de la muestra.—Operación que se hizo con todo género de precauciones a manera de no ceder a el agua materia extraña; usando dos frascos de vidrio de diez litros de capacidad con tapón esmerilado, perfectamente limpios, lavados con agua destilada y dos o tres veces con el agua del propio manantial. Se tomó la muestra directamente dada su posibilidad. Hay determinaciones que exigen la toma de la muestra en forma especial y al hablar de ellas explicaré la forma en que se hizo.

Trabajos del Laboratorio.

Análisis Cualitativo.—Este análisis, va precedido de un estudio físico de las condiciones en que después de haber sido recolectada la muestra (como ya se dijo) llega al laboratorio, no encontrando ninguna variación a los datos anotados anteriormente. . .

Determinación del peso específico a (20° C.), utilicé el método del picnómetro.

Peso del picnómetro vacío = 8.5571. gr.

Peso del picnómetro con agua destilada. 18.6543 gr.

Peso del picnómetro con el agua por analizar. 18.6564.

Peso del volumen del agua destilada. $18.6543 - 8.5571 = 10.0972$.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Peso específico a } 20^{\circ} \\ \text{Peso del volumen del agua analizada. } 18.6564 - 8.5571 = 10.0993. \end{array} \right\} \begin{array}{l} \frac{10.0997 \cdot 1.025}{10.0972} = \frac{10.0997}{10.0972} = 1.021 \end{array}$$

Determinación de Ph.—Método colorimétrico, basado en el uso de sustancias llamadas indicadores que cambian la coloración en una zona determinada de Ph debido a la disociación parcial de iones de un radical ácido de color diferente a las moléculas de donde provinieron. Este cambio es más o menos brusco pero bien definido tratándose de electrólitos fuertes; y muy gradual tratándose de electrólitos débiles de equilibrio reversible.

Sin embargo no varían tan bruscamente los indicadores como de una unidad a otra, sino que generalmente en una zona determinada de Ph; que comprende en casi todos los casos dos unidades.

Prácticamente ésta determinación se hace por comparación adicionando a los problemas el indicador apropiado a la zona en que quede comprendido su Ph; con soluciones llamadas reguladoras que tienen un Ph definido, a las que se ha agregado una cantidad igual del mismo indicador. Se hace uso de estas soluciones basándose en que los electrólitos débiles se oponen a cambios bruscos de Ph cuando se varían las concentraciones y reacción de sus componentes.

La composición de estas soluciones es muy variada para esta determinación se usaron las siguientes:

KH ₂ PO ₄ M 15		Na ₂ HPO ₄ M 15 hP		
c. c.	9.75	c. c.	0.25	5.288
	9.5		0.5	5.89
	9.0		1.0	5.906
	8.0		2.0	6.239
	7.0		3.0	6.468
	5.0		5.4	6.643
	4.0		6.0	6.973
	3.0		7.0	7.168
	2.0		0.0	7.381
	2.0		8.0	7.381
	1.		9.0	7.731
	0.5		9.5	8.043

La toma de la muestra se hizo en tubo de vidrio pyrex de 10 c.c.

se tomaron ocho c. c. del agua problema agregando a un tubo cuatro gotas de rojo de fenol y al otro cuatro gotas de azul de bromotimol, se taparon con tapón de corcho parafinado y estos tubos se llevaron a comparar con la escala colorimétrica preparada de antemano. El Ph obtenido fué

Ph=6.8.

Análisis Cualitativo

Se practicó sobre el producto de la concentración de cinco litros de agua, siguiendo la marcha sistemática.

Se obtuvieron los resultados siguientes:

	Cationes.
1o. y 2o. grupos	No hubo,
3er. grupo	Fe y Al
4o. grupo	No hubo.
5o. grupo.	Ca
6o. grupo	Na, K, Mg, y Li.
	Aniones
	Clorhídrico.
	Carbónico.
	Nítrico
	Sulfúrico
	Silíceo.

Análisis Cuantitativo

Extracto a 100-110°

La determinación se practicó; evaporando a baño maría en cápsula de porcelana un litro del agua hasta sequedad y el residuo se desecó hasta peso constante a 110°.

Extracto =1.0631.

El cuanteo de algunas substancias en este análisis lo hice por métodos colorimétricos dada su exactitud para cuantear especies químicas en pequeñas proporciones.

Se fundan los métodos colorimétricos en la producción de coloración que originan determinados reactivos, adicionados a la solución de la substancia problema y comparando dicha coloración con la producida en las soluciones de concentración conocida de la substancia misma o de sus compuestos; en igualdad de volumen o espesor, para

lo cual hay aparatos especiales llamados colorímetros. El más sencillo consta de una gradilla con ventanas, provista en la parte posterior de un cristal opaco que permite homogenizar la luz, y en la cual se colocan tubos de Nessler o simples tubos de vidrio incoloro de igual diámetro y de fondo plano.

Las escalas para la práctica de estas determinaciones se hacen 1o. fijando la cantidad mínima sensible en un litro de agua. 2o. Determinando lo que de ella contiene un volumen igual a el en que se pretende hacer la determinación.

Determinación de Hierro (Método colorimétrico).

Se usó sal de Mohr de la cual se disolvieron gr. 0.1836 en un poco de agua destilada agregando unas gotas de HNO_3 y evaporando a sequedad completando a 1,000 c. c. y se obtiene una solución que cada c. c. contiene 0.0001836.

En los tubos del colorímetro, se coloca en el 1o. un c. c. de la solución, en el 2o. 2 c. c. y así hasta el 5o. tubo después se agrega a cada uno un c. c. de sulfocianuro de amonio apareciendo una coloración roja; se completa el volumen a 25 c. c. con agua destilada. Del agua problema se colocan en un 6o. tubo 25 c. c. se agregan unas gotas de HNO_3 se calienta y agrega 1 c. c. de sulfocianuro de amonio se obtuvo la coloración roja que se comparó con la escala coincidiendo con el tubo que contenía 1 c. c. Hice otra escala colocando en el primer tubo 1 c. c. en el 2o. 0.9, 3o. 0.8 etc. de la solución con objeto de aproximar lo más posible. Coincidió con el tubo que contenía 0.7 por lo que los 25 c. c. del agua problema contienen 0.000012852.

Hierro = 0.00051% o

Aluminio

Se determinó en forma de óxido, para lo cual se precipita en el producto de la concentración de cinco litros del agua problema; separando previamente el hierro lo que se hace; agregando unas gotas de HNO_3 para oxidar las sales ferrosas a férricas se agrega cloruro de amonio sólido y precipita en caliente con amoniaco, se filtra y el precipitado se lava con agua amoniacal; y trata con potasa y agua de bromo hasta que toma el color de ésta se hierve unos minutos, se deja enfriar y se filtra quedando así el residuo del $\text{Fe}(\text{OH})_3$ pasando en el filtrado el aluminio se hierve la solución, con cloruro de amonio sólido y se obtiene precipitado blanco gelatinoso de $\text{Al}(\text{OH})_3$ se filtra, lava con agua adicionada de cloruro de amonio, se

deseca, y calcina fuertemente, se deja enfriar, pesa, se vuelve a colinar y pesar hasta peso constante.

Al=0.00007 por litro.

Calcio.

El filtrado anterior se calienta a ebullición y precipita con solución hirviente de oxalato de amonio, el precipitado se deja reposar por doce horas y se filtra, el residuo de oxalato de calcio se lava con agua, se deseca, calcina para pasarlo a óxido, se disuelve en HCl, hierve la solución, se añade amoníaco y se precipita con oxalato de amonio; se filtra reuniendo este filtrado al anterior y el residuo se lava con agua caliente y se lleva con todo y filtro a un vaso de precipitado que contiene agua adicionada de 20 c. c. de ácido sulfúrico y en caliente a unos 60° se valora con solución N/10 de permanganato de potasio.

Calcio = 0.18542 o/oo.

Magnesio

Los filtrados anteriores se evaporan hasta reducir a pequeño volumen aciduando con HCl y se trata con amoniaco, cloruro de amonio y fosfato de sodio en exceso, se añaden gotas de fenoftaleína y se agrega amoniaco en caliente, gota a gota y agitando, hasta coloración roja persistente; se deja enfriar y el precipitado se lava con amoniaco al 2%, se deseca y calcina fuertemente para transformarlo en pirofosfato, se pesa y calcula el magnesio.

Mg=0.01768 o/oo.

Determinación de Sodio, Potasio y Litio.

En el producto de concentración de cinco litros de agua, después de haber eliminado los elementos anteriores y el Magnesio separado en forma de hidróxido haciendo su precipitación mediante hidróxido de bario en solución saturada se procede a determinar el Sodio, Potasio y Litio en el filtrado; se concentra, se alcaliniza con amoniaco y precipita con carbonato de amonio para eliminar el exceso de bario, se filtra, el filtrado se evapora a sequedad al baño maría y se calcina para expulsar las sales de amonio, el residuo se disuelve en agua caliente, se filtra y vuelve a evaporar a sequedad y a 110°, hasta peso constante que representa el peso del sodio, potasio y litio. Se disuelve el residuo en agua se coloca en un Erlenmeyer agregándole unas gotas de HCl di-

luido; 200 c. c. de alcohol absoluto y 60 c. c. de éter; se deja reposar el tiempo necesario hasta que el líquido que sobrenada quede claro. Se filtra por Gooch. El filtrado se evapora a sequedad al baño maría y el residuo se trata con 10 c. c. de alcohol absoluto, 50 c. c. de éter y una gota de HCl; el precipitado se filtra por el mismo Gooch anterior, se seca y pesa anotando este peso (el filtrado contiene el Li). El residuo del Gooch que contiene los cloruros de Potasio y Sodio lo tratamos con agua caliente, pasando el líquido a cápsula de porcelana y se le agrega ácido cloroplátinico; se evapora a sequedad, se trata con alcohol de 80° y se filtra; queda el cloro platinato de potasio que se disuelve en agua caliente, se evapora a sequedad y deseca a 100° se pesa y se calcula el peso del cloruro de potasio con el factor 0.3067 y de este el potasio usando el factor 0.1609.

El cloruro de sodio se obtiene restando el peso del cloruro de potasio al peso de ambos, calculando el sodio con el factor 0.3934.

El litio se determina concentrando el líquido etéreo alcohólico que lo contiene; y el residuo se trata con agua y exceso de ácido sulfúrico diluido al doble en cápsula de porcelana, se evapora a sequedad al baño maría, se calcina ligeramente y se pesa; el peso del litio se calcula con el factor 0.1263.

Potasio=0.02032 por litro.

Sodio=0.11040 por litro.

Litio=0.00075 por litro.

Amoníaco Salino.—(Método colorimétrico).

Se prepara la solución de manera que cada cc. contenga 0.000001 de amoníaco y de ella colocamos en los tubos 1 cc. en el 1o., 2 cc. en el 2o., etc., y se agrega a cada uno dos gotas de reactivo de Nessler y completando después el volumen a 25 cc. con agua destilada.

Se destilan 250 cc. del agua problema con 40 cc. de solución de sosa concentrada, para desalojar el amoníaco y hasta que el destilado no da reacción de amoníaco se completa el destilado a 100 cc. con agua destilada y en 25 cc. agregan dos gotas del reactivo de Nessler e hice la comparación dando como resultado:

Amoníaco salino=0.00092 por litro.

Determinación de bicarbonatos. Método Volumétrico.

10 cc. del agua se pasaron a un Eremeyer, se agrega agua destilada y dos gotas de naranjado de metilo y titula con solución N/10 de HCl hasta obtener el tinte rosa. El número de cc. gastados se multiplica por el factor 0.0061 y lleva el resultado a un litro.

Bicarbonatos=0.26040.

Cloruros. (Método volumétrico).

Se toman 100 cc. del agua y se les agregan unas gotas de ácido nítrico y titula con solución N/10 de Nitrato de plata usando como indicador cromato de potasio.

Cloruros=0.24001 por litro.

Determinación de Sulfatos. (Método gravimétrico).

Basado en la formación de un sulfato insoluble la precipitación se hizo con cloruro de bario en caliente y la solución problema acidulada con ácido clorhídrico hirviendo hasta completa precipitación, obteniendo el precipitado aglomerado, se filtra por alundun y el precipitado se lava con agua que contenga cloruro de bario, después con agua destilada, se seca a la estufa y calcina, volviendo a calcinar hasta peso constante.

Sulfatos=0.06533 por litro.

Determinación de nitratos. (Método colorimétrico).

Se hace uso de solución de nitrato de potasio (Qp.) de manera que cada cc. corresponda a 0.001 de anhídrido nítrico usando como reactivo indicador el Grambal Lajous.

En cinco cápsulas de porcelana, se colocan sucesivamente uno, dos, tres, etc. cc. de la solución del nitrato, se evaporan a sequedad y aun calientes se les adiciona un cc. del reactivo, se neutralizan con amoníaco y llevan a los tubos del colorímetro, completando el volumen a 25 cc. con agua destilada.

En el último tubo se coloca el residuo de la evaporación de 10 cc. del agua problema, sometiéndolo a igual tratamiento; y completa el volumen a 25 cc. con agua destilada; se hace la comparación con la escala coincidiendo la coloración entre los tubos que contenían uno y dos cc. Para mayor exactitud hice otra escala de manera de obtener mayor aproximación, coincidió con el tubo que contenía 1.7 es decir contenía 0.0012257 en 10 cc.

Nitratos=0.12250 por litro.

Determinación de Silice.

Se disuelven 0.5 del residuo en ácido clorhídrico y evapora al baño de maría, se agregan al residuo 10 cc. de ácido clorhídrico concentrado; deja reposar y agrega agua para solubilizar las sales solubles, calentando nuevamente al baño de maría, se filtra, el filtrado se vuelve a evaporar a sequedad y se agrega al residuo un cc. de HCl concentrado y agua, se calienta y filtra por el filtro anterior, el residuo se pasa a un crisol, se deseca a 110° y se pesa, este peso nos da el residuo insoluble total; se humedece con unas gotas de ácido sulfúrico y 5 cc. de ácido fluorhídrico, se evapora al baño maría, repitiendo el tratamiento dos veces, hasta volatilizar completamente el Si O₂, se

desecha y se pesa hasta peso constante, la diferencia entre la primera y la segunda pesada nos da la sílice.

Sílice en $\text{SiO}_2 = 0.03899$ por litro.

Materia orgánica.

Esta determinación está basada en la oxidación de la materia orgánica por el oxígeno del permanganato de \bar{K} y es así por lo que se expresa en miligramos de oxígeno.

Exige el uso de soluciones N/80 de permanganato de potasio, ácido oxálico de igual normalidad y ácido sulfúrico en solución al quinto.

Se procede a lavar perfectamente los úties necesarios con solución concentrada de permanganato, ácido sulfúrico, finalmente con agua destilada y hervida.

Se toman 100 cc. del agua problema se les añaden 10 cc. de la solución de ácido sulfúrico y 10 cc. de la solución N/80 del permanganato; medidos con bureta; se llevan a ebullición por 10 minutos dejando enfriar hasta 50 grados y se agregan 10 cc. del ácido oxálico N/80; y se titula el exceso del oxálico con permanganato. El número de cc. de él gastados nos da en miligramos por litro la cantidad de materia orgánica expresada en O2 (en medio ácido).

Materia orgánica = 0.0002 por litro.

Determinación del oxígeno disuelto.

Se funda el método en la reacción de oxidación del hidróxido manganeso recientemente obtenido (con un cc. de solución al 4% de MnCl_2 , un cc. de solución de NaOH al 32.5%) por el oxígeno disuelto en el agua y se tiene así un óxido superior, que se disuelve en HCl en presencia de KI (en solución al 10% que actúa como reductor). Se forma cloruro manganeso, cloruro de potasio y queda libre el I que se valora con solución de hiposulfito de sodio. Del I puesto en libertad se calcula el oxígeno. Un cc. de hiposulfito de sodio N/10 0.1 N equivale a 0.0008 grs. de oxígeno.

Dado el método, la forma en que se recogió la muestra fué la siguiente: En un frasco de 300 cc. de tapón esmerilado; se introdujeron en el momento de la toma: (al pié del manantial) la solución de cloruro manganeso, la solución de hidróxido de sodio y la solución del yoduro; se llenó con el agua por analizar.

Oxígeno = 0.0380

Determinación del anhídrido carbónico libre, semicombinado y total.

Se funda el método en la acción del $\text{Ba}(\text{OH})_2$ y BaCl_2 sobre el CO_2 y los Bicarbonatos.

Dado el método para esta determinación, la muestra se tomó en

un frasco de vidrio de 250 cc. de tapón esmerilado (cierre hermético). Conteniendo 45 cc. de solución filtrada de hidróxido de bario al 0.4%, 5 cc. de solución de BaCl₂ al 10% y 100 cc. de agua por analizar. Necesitamos además solución de HCl ajustada de manera que un cc. equivaga a 0.001 de CO₂ y solución de NaOH en iguales condiciones. La determinación se hace en la forma siguiente: se toma un frasco igual al que tenía la muestra en donde se pusieron 100 cc. de agua destilada recién hervida, 45 cc. de la solución de hidróxido de bario, 5 cc. de la solución de cloruro de bario; se tapa y se agita; del líquido se pasan 50 cc. a un matraz, titulándose con ácido clorhídrico en presencia de fenoftaleína y se anota el número de cc. gastados. Lo mismo hacemos con el líquido problema y la diferencia entee esta titulación y la anterior nos da el número de cc. de ácido que neutralizan la cantidad de hidróxido de bario empleado en la precipitación del anhídrido carbónico libre, semicombinado y Mg que hay en los 50 cc. del líquido y como en cada frasco hay 150 cc., multiplicamos la diferencia por tres y se tiene así el número de cc. de ácido clorhídrico que neutraliza el exceso de hidróxido de bario y a esto se resta el número de cc. de ácido clorhídrico que corresponden al manganesio y así tenemos la cantidad de hidróxido de bario que precipitó el anhídrido carbónico libre y semicombinado.

El precipitado del Ba(OH)₂ del frasco contiene el anhídrido carbónico libre, semicombinado, combinado y magnesio en 100 cc. del agua analizada. Determinamos la alcalinidad en los 100 cc. del líquido que resta y del precipitado, agregando un volumen de ácido clorhídrico a modo de neutralizar, disolver el precipitado y dejar un exceso que se retitula con solución de NaOH, la diferencia entre el número de cc. gastados y el número de cc. de ácido puestos, nos da la alcalinidad total, a este número restamos el número de cc. necesarios para los 150 cc. y lo gastado para el magnesio, dándonos el anhídrido carbónico total. La diferencia entre éste y el libre, nos da el semicombinado.

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ total} &= 0.2478 \text{ por litro} \\ \text{CO}_2 \text{ libre} &= 0.0600 \\ \text{CO}_2 \text{ semicombinado} &= 0.1878 \end{aligned}$$

CAPITULO III

Análisis Hidrotimétrico

Tiene por objeto dar a conocer a llamada dureza de las aguas debida a la presencia de las sales alcalino-térreas. Se funda en el hecho, ñe que: agregando a el agua una solución hidroalcohólica de jabón, éste forma oleatos insolubles con las sales de calcio y magnesio, apareciendo después de su precipitación una espuma de un cc. de espesor, persistente más o menos por cinco minutos.

Los resultados se expresan en grados. Para la determinación se usa una bureta llamada hidrotimétrica que no es sino un tubo de 0.5 mlm. de diámetro cerrado por uno de sus extremos y terminado por el otro en dos ramas cortas; el tubo lleva una graduación de arriba hacia abajo, el intervalo de los dos primeros trazos indica la cantidad de licor jabonoso necesario para obtener una espuma persistente en 40 cc. de agua destilada; el segundo trazo corresponde al 0 de la graduación y de ahí parten todas las demás divisiones, hasta la 23 corresponden estas divisiones a dos o cuatro cc. La segunda graduación lleva un trazo especial 22° que corresponden a la cantidad necesaria de jabón para obtener una espuma persistente en 40 cc. de solución al 0.55% de BaCl₂ en agua destilada: esta solución se coloca en los frascos de vidrio que acompañan generalmente a la bureta que tienen una capacidad de 90 cc. llevando una marca en cada 10 cc.

La solución hidroalcohólica jabonosa se llama licor hidrotimétrico; se prepara con 30 grs. de aceite de olivo agregándole 25 cc. de alcohol (en el que se han disuelto 4 grs. de sosa) agitando se le agregan al aceite hasta saponificación, al baño maría, y cuando ya está claro el líquido se agrega un poco de agua caliente y se completa el volumen a un litro con alcohol de 60° y se ajusta con la solución de cloruro de bario debiendo llegarse a la marca 22° de la bureta hidrotimétrica, si el licor es exacto.

Se procede a determinar los grados hidrotimétricos: total, permanente y transitorio. El 1o. se determiná en 10 cc. del agua problema completando a 40 cc. con agua destilada, agregando con la bu-

reta el licor. El dato obtenido fué 22° que se multiplicó p or 4 para dar el resultado, fué:

Grado hidrotimétrico total=38°.

Grado hidrotimétrico permanente.—Se determinó en 40 cc. del filtrado que resulta de haber eliminado por ebullición a reflujo los bicarbonatos de 100 cc. del agua, el dato obtenido fué; 27° pero a él tenemos que restarle 3° del Ca CO₃ que pasa al filtrar quedando:

Grado hidrotimétrico permanente=24°.

El grado hidrotimétrico transitorio se obtiene de la diferencia de los dos anteriores fué:

Grado hidrotimétrico transitorio=64°.

CAPITULO IV

Radioactividad

La radioactividad es una propiedad que poseen determinadas substancias de emitir rayos alfa, beta y gama; algunas de ellas emiten también un gas radioactivo llamado emanación que se difunde rápidamente a través de los gases y se separa de ellos por condensación a baja temperatura.

Las substancias radioactivas manifiestan esta propiedad en varias formas: 1o. Impresionan placas fotográficas como la luz; 2o. Descargan sistemas cargados electrostáticamente; 3o. Producen cintilaciones y efectos luminosos en ciertos cuerpos; 4o. Producen cambios químicos en muchas substancias; 5o. Producen cambios de color en vidrio, en minerales y en aguas gemas.

En la segunda manifestación está basada la medida de la radioactividad en los manantiales.

El fontatoscopio de Englen Sieveking fué el aparato que se usó para esta determinación y consta esencialmente de un electroscopio con pedestal de ambar, sus hojitas, cuando el aparato está descargado coinciden con el cero de la escala que lleva el aparato, delante de la cual hay un dispositivo que permite hacer la lectura sobre ella sin error de paralaje; lleva además un cilindro para la carga y un recipiente de hoja lata de forma cilíndrica en donde se coloca el agua del manantial.

Antes de empezar la determinación se asegura el aislamiento del aparato (todo perfectamente seco) además que no haya radioactividad de trabajos anteriores lo que se comprueba por las llamadas pérdidas normales; lo que se practica colocando el electroscopio con el cilindro suspendido sobre el recipiente vacío; se carga el electroscopio con una varilla de ebonita y se hace la lectura llamándola inicial; después de 20 minutos se hace otra lectura llamada final y la diferencia de ambas nos da la pérdida de tensión en 20 minutos; todos estos valores se dan en Voltz, según la calibración del aparato.

Pérdida normal del aparato en el lugar:

	Divisiones de la escala para una hoja del elec- troscopio	Divisiones de la escala para dos hojas del elec- troscopio	Volts correspon- dientes a esas divisiones según la calibración del aparato
Lectura inicial. . . .	12.50	25.0	179.0
Lectura final des- pués de 20 mi- nutos.	11.76	23.5	171.6
Pérdida de tensión en 20 minutos			7.4 volts por hora =22.2

Después se llena el recipiente con el agua por determinar su radioactividad se agita enérgicamente el recipiente, en seguida se cuelga el cilindro de carga en el electroscopio y rápidamente se coloca éste sobre el recipiente; se hace la carga y las lecturas.

Lectura inicial. . . .	13.25	26.5	186.2
Lectura final des- pués de 15 mi- nutos.	9.50	19.0	148.1
Pérdida total de tensión en 15 minutos			38.1 volts por hora =152.4

Pérdida de tensión debida a 1000 cc. del agua } Pérdida total de
tensión, menos Pérdida normal del aparato es igual a 152.4 menos
22.2 volts, por hora = 130.2 volts por litro.

Cálculo de la cantidad de substancia Radioactiva:

Para este cálculo se principia por transformar los Volts por hora por litro antes encontrados, en Unidades Electroestáticas Absolutas, esto se logra con la fórmula: Volts por hora por litro x $\frac{C}{3600}$ Unida-

des Electroestáticas absolutas.

En dicha fórmula los factores que intervienen son: C capacidad eléctrica del aparato empleado, que en este caso (para el fontatoscopio de Engler y Sieveking) tiene un valor de 13.6 cm.; 300 factor de

conversión de volts a las unidades electrostáticas absolutas; 3600 factor de reducción de hora a segundo; así, dando valores tenemos:

$$130.2 \times 13.6 = 0.434 \times 0.00377 = 0.001636 \text{ Unidades Electro-}$$

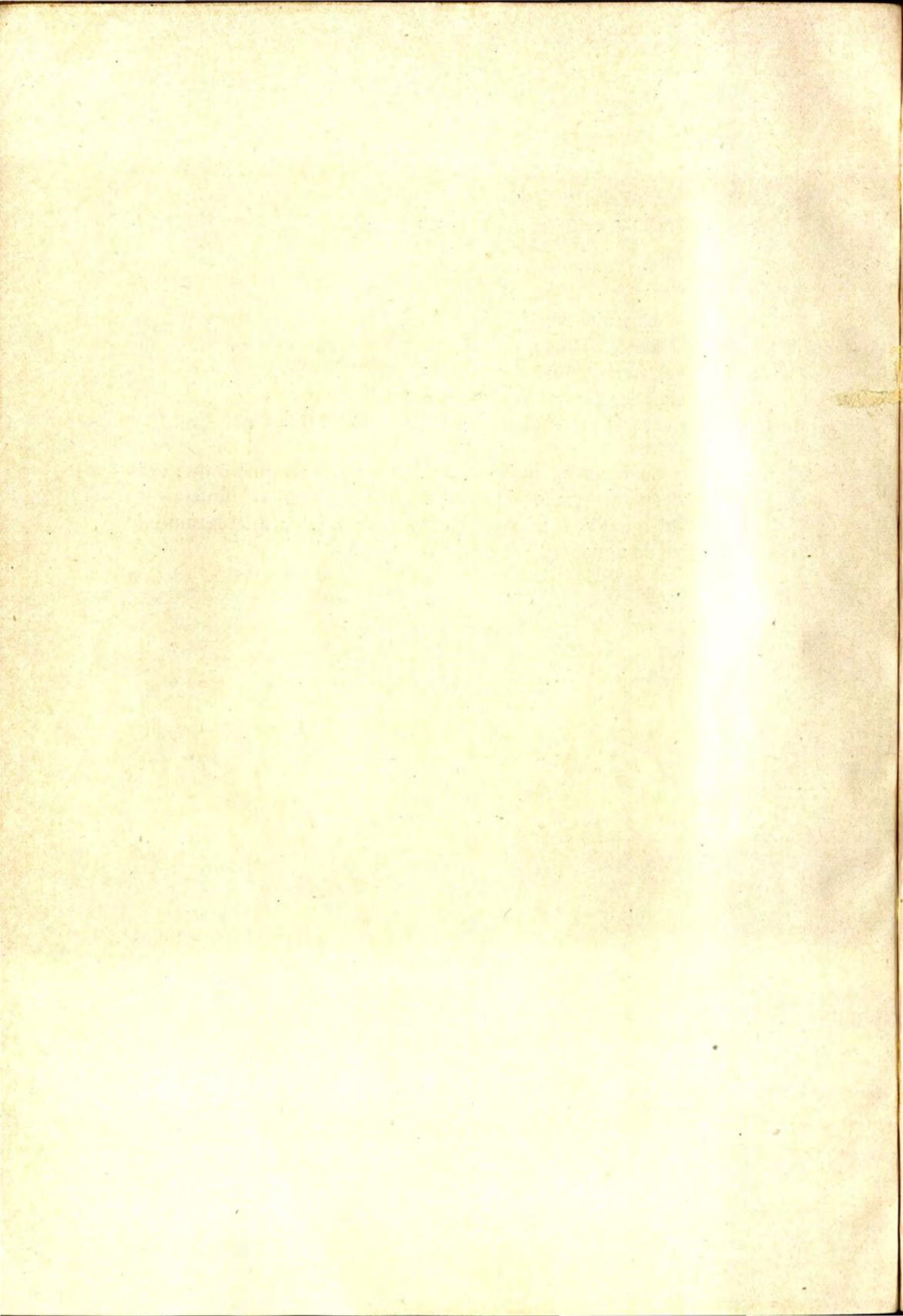
$$\frac{\quad}{300} \quad \frac{\quad}{3600}$$

táticas Absolutas.

Por definición una Unidad Electrostática Absoluta, por mil da las unidades Mache, así es que para este caso, el valor del agua por litro en Maches es de $0.001636 \times 1000 = 1.636$ Maches.

Una unidad Mache, corresponde a 364.0×10^{-12} Curies de modo que para este caso tendremos: $1.636 \times 334.0 = 599.5 \times 10^{-12}$ Curies por litro.

Como un Curie es la cantidad de Emanación de Radio que está en equilibrio con un gramo de Radio se puede poner igualmente 595.5×10^{-12} gm Ra, o sean 595.5 millonésimos de microgramo de Radio por litro de agua.



CAPITULO V

Acción Terapéutica de los Elementos Contenidos en el Agua y de la Radioactividad

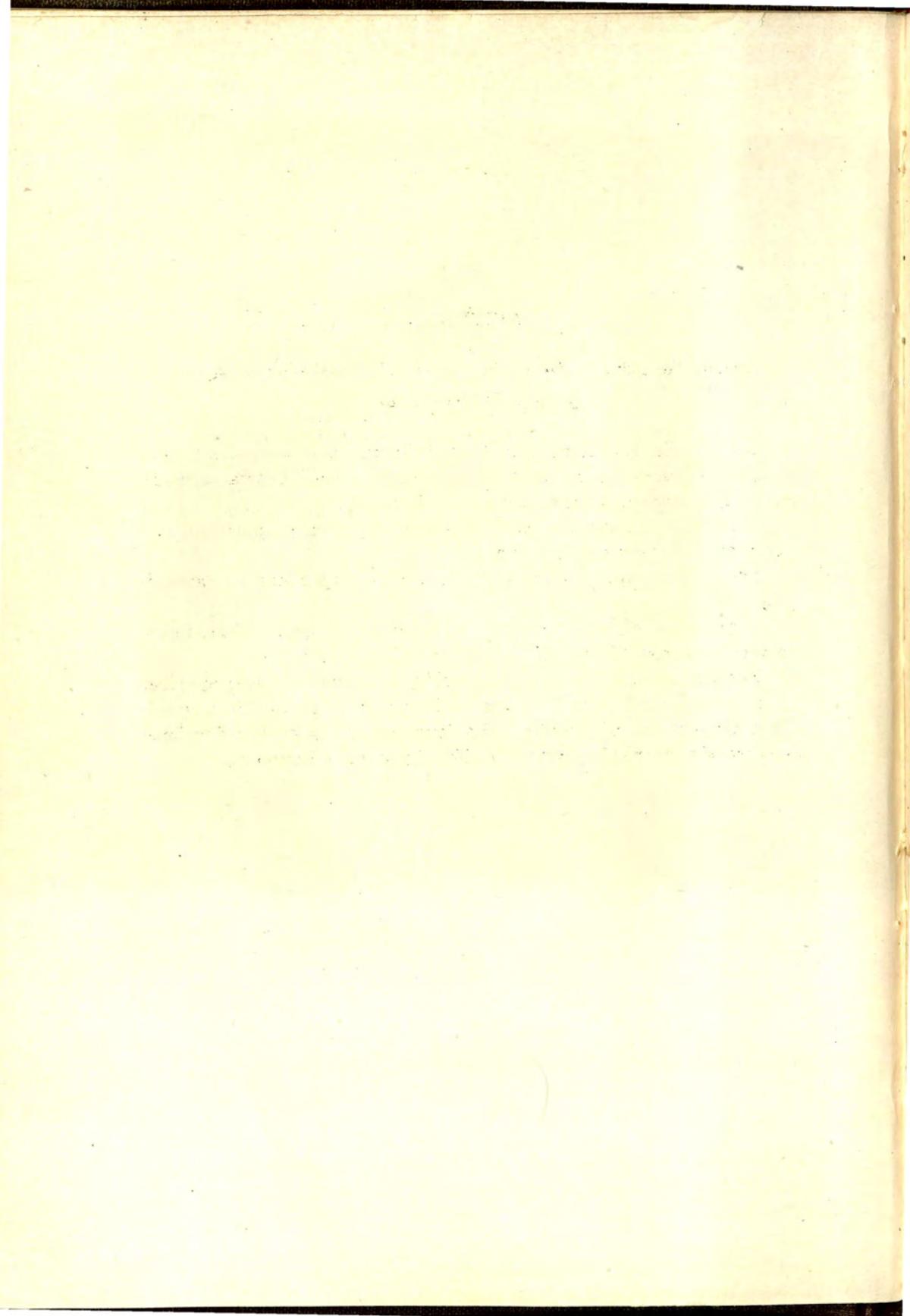
Calcio.—Su acción no está bien definida en el organismo, pero las aguas cálcicas son muy útiles en casos de insuficiencia cardíaca, nerviosa, sanguínea y en retardos de osificación.

Cloruros.—Las aguas que los contienen poseen propiedades estimulantes de la secreción gástrica.

Sodio.—Las aguas que lo contienen son aplicadas en casos de gota.

Litio.—Son eficaces en el aumento de la secreción biliar, urinaria y en catarros biliares, disuelven los cálculos urinarios.

Las aguas que contienen emanaciones radioactivas se prescriben en casos de anemia, afecciones reumáticas crónicas, debido a que la célula viviente cuando recibe radiaciones se excita en sus funciones de secreción, nutrición y reproducción. Su vitalidad aumenta.



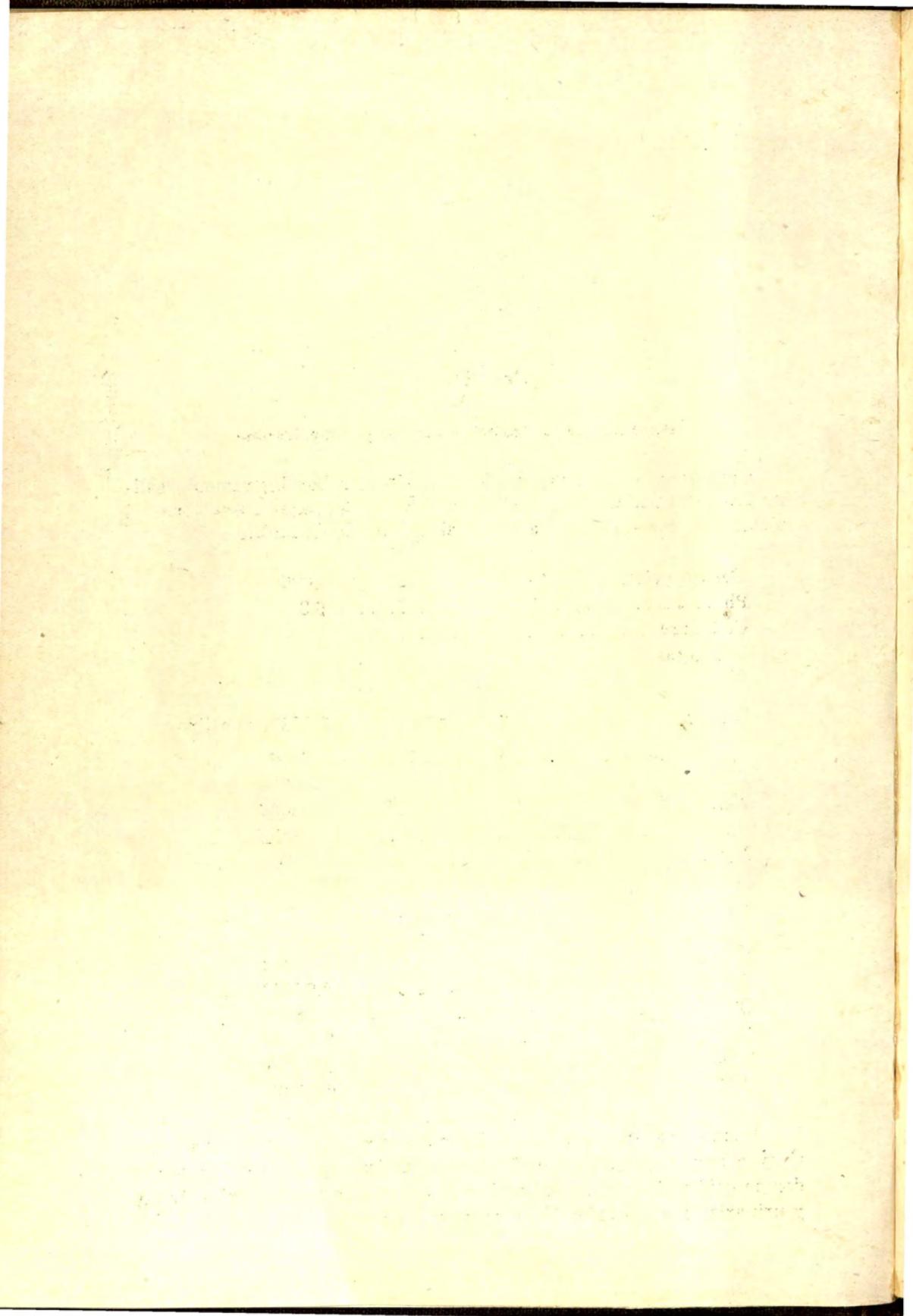
CAPITULO VI

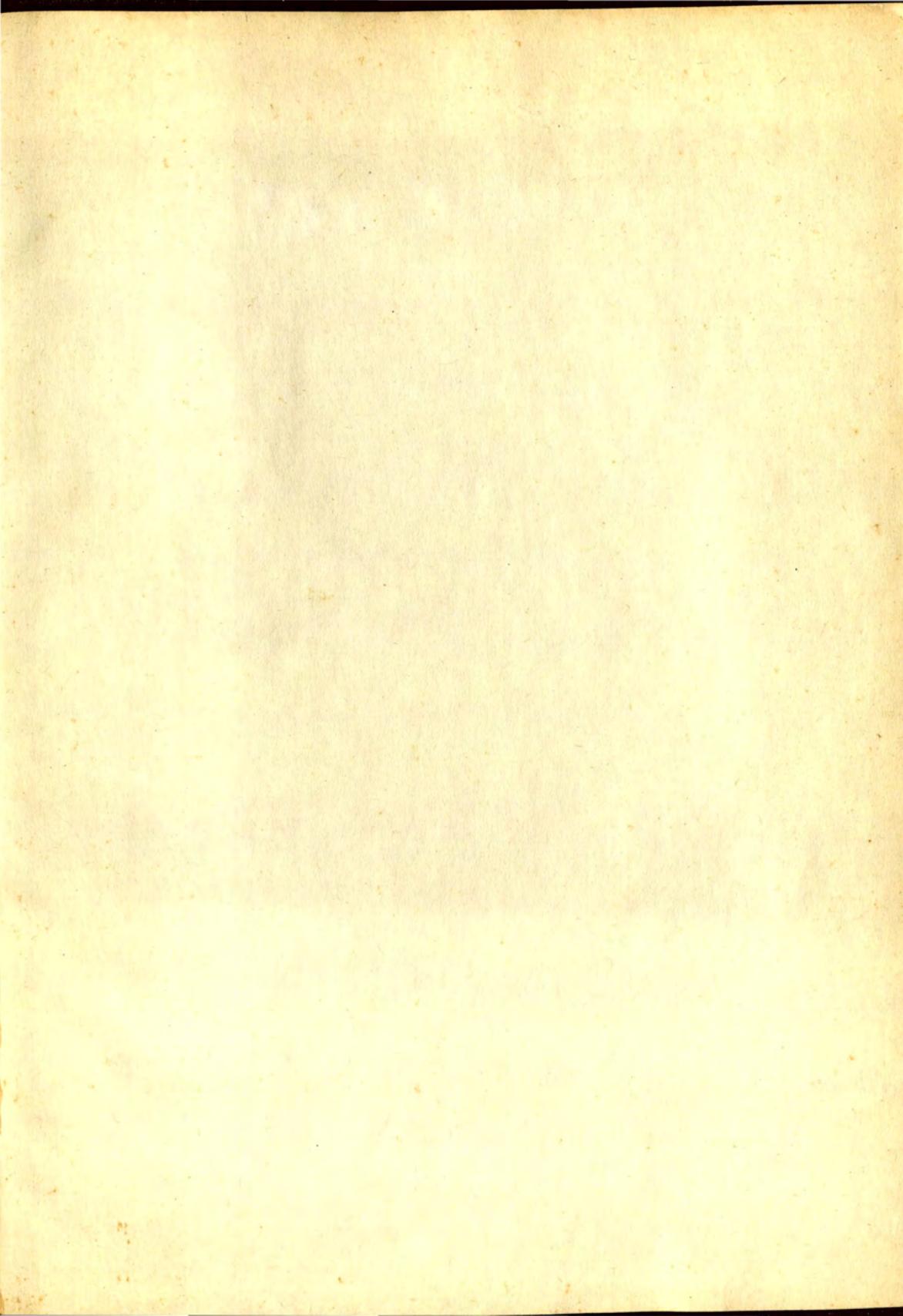
Resumen del Análisis Químico y Conclusiones

Caracteres generales: Incolora, inodora, sabor ligeramente salino, temperatura al brotar 37°. Reacción alcalina al papel tornasol, neutra a la fenoltaleína y alcalina al naranjado de metilo.

Peso específico a 20° C.	1.025	
Ph	6.8	
CO ₂ libre	0.0600	
CO ₂ total	0.2418	
O ₂	0.0380	
Residuo a 100° y 110° C. Gr.	1.06310	por litro
Materia orgánica en O ₂ medio ácido . . .	0.0002	,,
Fe	0.00051	,,
AL	0.00007	,,
Ca	0.18542	,,
Mg	0.01768	,,
Na	0.11010	,,
K	0.02032	,,
Li	0.00075	,,
NH ₄	0.00092	,,
HCO ₃	0.26040	,,
Cl	0.24001	,,
NO ₃	0.12250	,,
SiO ₂	0.03899	,,
SO ₄	0.06533	,,

Dada su naturaleza puede deducirse que por su temperatura constituyen baños agradables, estimulantes, aplicables en casos de retardos de ^osfificación; como estimulantes en la secreción gástrica, biliar y urinaria; anemia, afecciones reumáticas y gota.





FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes del vencimiento de préstamo señalado por el último sello.

X/3/70



