

DEPARTAMENTO DE BROMATOLOGIA, TOXICOLOGIA Y ANALISIS QUIMICO

APLICADO.- FACULTAD DE FARMACIA, UNIVERSIDAD DE BARCELONA.

Director: Prof. Dra. M^a C. de la Torre Boronat

ESTUDIO ANALITICO-QUIMICO

DE DOCE MANANTIALES

DE LA ZONA DE RUBIELOS DE MORA

Tesina presentada por Ana
Isabel Castellote Bargalló, pa
ra optar al grado de Licencia-
do en Farmacia.

Director: Dra. Dña. M^a C. de
la Torre Boronat.

Barcelona, febrero de 1977.

BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0701478299

Deseo expresar mi más sincero agradeci
miento a la Dra. Dña, M^a C. de la Torre Borg
nat, por haber aceptado la dirección de este
trabajo en su Departamento y por la ayuda
prestada en el transcurso del mismo.

Asímismo quiero dar mis más expresivas
gracias al equipo que me ha ayudado, tanto
en los desplazamientos para la toma de mues-
tra como en la tarea fotográfica.

Vaya también mi agradecimiento a todos
los demás compañeros del Departamento, por
su colaboración y ayuda.

INDICE

	Página:
OBJETO	1
1.- PARTE BIBLIOGRAFICA	
1.1.- Legislación vigente española en relación a aguas minero-medicinales.	4
1.2.- Propiedades de un agua en relación a sus características y composición.	11
1.2.1.- Caracteres organolépticos.	11
1.2.2.- Caracteres fisico-químicos.	13
1.2.3.- Caracteres químicos.	13
1.2.4.- Indices químicos de contaminación biológica.	21
1.3.- Elaboración de la composición y clasifi- cación de un agua minero-medicinal	24
1.3.1.- Comprobación de los resultados.	24

OBJETO

El objeto de este trabajo ha sido aportar una serie de datos, para enriquecer el conocimiento de los manantiales españoles. Para éllo, se han analizado diversas fuentes de la zona circundante a la población de Rubielos de Mora, provincia de Teruel.

Las determinaciones realizadas han consistido en el análisis químico, encaminado a obtener la composición con vistas a la clasificación de las aguas. Sin embargo, se han efectuado algunas pruebas microbiológicas, en orden a detectar una posible contaminación exagerada, que en todo momento calificaríamos de circunstancial.

Se ha pretendido comprobar si la tradición oral del lugar, en cuanto a las propiedades diuréticas de dichas aguas, poseía algún fundamento científico, con vistas a su posible aprovechamiento como aguas minero-medicinales.

La bibliografía consultada, debido a la naturaleza de las muestras a analizar, no ha ofrecido excesiva dificultad, por cuanto el tema ha sido estudiado en numerosos tratados de hidrología, que incluyen métodos estandarizados para las diferentes determinaciones.

Por último, hemos creído conveniente puntualizar, aunque de forma resumida, acerca de la situación legislativa en nuestro país, en relación a las aguas minero-medicinales.

PARTE BIBLIOGRAFICA

1.1.- LEGISLACION VIGENTE ESPAÑOLA EN RELACION A

AGUAS MINERO-MEDICINALES

Aguas minero-medicinales.- Las aguas minero-medicinales son las obtenidas de manantiales que brotan espontáneamente en la superficie de la tierra o descubiertas en virtud de investigaciones subterráneas practicadas al efecto, habiéndose obtenido para ellas la declaración de utilidad pública, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto-ley de 25 de abril de 1928 (1).

El capítulo XXVII del Código Alimentario se ocupa de este tipo de aguas denominándolas también como "aguas minerales" y señala que son las de origen natural y pureza microbiológica que, a su vez, tienen propiedades características en razón a las cuales ha sido declarada su explotación de utilidad pública.

Sin embargo, la tendencia creciente al consumo de productos envasados, exigía incrementar la atención a los que, como el agua de bebida, son susceptibles de fácil contaminación. Por ello, era indispensable regular desde todos los puntos de vista, los aspectos técnico y sanitario de las aguas de bebida envasadas. Asimismo, se consideró conveniente ampliar y actualizar los capi-

tulos XXVII y XXIX del Código Alimentario Español.

En el Decreto 3069/1972, de 26 de octubre, anexo I, (2), se regulan las aguas de bebida envasadas, extendiéndose sus preceptos "a las aguas potables preparadas y complementa las disposiciones vigentes reguladoras de las aguas minero-medicinales".

Aguas potables de manantial.- Estas aguas se han definido como aquellas que cumpliendo las características señaladas en el artículo tres del Decreto de 26 de octubre de 1972, proceden de veneno de caudal constante y protegido contra la contaminación, que emerjan de forma espontánea o hayan sido obtenidas por perforación y que al brotar tengan composición y temperatura estables.

La diferencia fundamental entre estas aguas y las minero-medicinales es que las primeras no precisan obtener la declaración de utilidad pública.

Tienen competencia sobre estas aguas los Ministerios de Industria, Obras Públicas, Gobernación y Comercio y en el ámbito sindical el Sindicato Nacional de Hostelería y Actividades Turísticas.

Aguas potables preparadas.- Vienen definidas en el Decreto 3069/1972 como aquellas, "distintas de las minero-medicinales y potables de manantial, que han sido sometidas a los tratamientos necesarios para garantizar que reúnan las características establecidas en el artículo tres" del Decreto.

Tienen competencia sobre estas aguas los Ministerios de Industria, Comercio, Gobernación y en el ámbito sindical el Sindicato Nacional de Alimentación.

"Artículo tres.- Características naturales del agua potable de manantial.

- Organolépticas:

Carecer de olor y sabor desagradables, así como de coloración, turbidez y de sedimentación perceptibles.

- Físicas:

Su radiactividad por litro, no sobrepasará las siguientes tasas:

Alfa: Tres picocurios.

Beta: Treinta picocurios.

- Químicas:

No exceder de los límites máximos que se señalan:

	mg por litro
Calcio (en Ca)	100.-
Magnesio (en Mg)	50.-
Hierro más manganeso (en Fe y Mn)	0.2
Cobre (en Cu)	1.5
Zinc (en Zn)	1.5
Plomo (en Pb)	0.1
Selenio (en Se)	0.05
Arsénico (en As)	0.2
Flúor (en F)	1.-
Nitratos (en NO ₃)	30.-
Cloruros (Cl)	250.-
Sulfatos (en SO ₄)	200.-
Fenoles (en C ₆ H ₅ OH)	0.001
Cianuro (en CN)	0.01
Cromo (en Cr)	0.05
Materia orgánica (en O ₂)	3.-
Mercurio total (Hg)	0.001
Cadmio (en Cd)	0.01
Residuo seco máximo a 110 ^o C por litro de agua evaporada	750.-

No contener nitritos, amoníaco, aminas, fosfatos, sulfuros, hidrocarburos, cloro libre, detergentes ni otros productos o sustancias contaminantes".

La referencia anterior a contenido máximo es solamente aplicable a las aguas potables ya que en las minero-medicinales no se establecen jamás límites para ningún componente, siendo los Organismos Oficiales de Sanidad Nacional, los que determinan si un agua de una composición precisa, debe o no ser declarada de utilidad pública, en virtud de sus propiedades terapéuticas.

Posteriormente, aparece la Ley de Minas, Ley 22/1973, de 21 de julio, de minas (3), que en su ámbito de aplicación incluye las aguas minerales y las termales con arreglo a las definiciones que establece en el capítulo primero del título IV del que extractamos:

"Uno. A efectos de la presente Ley, las aguas minerales se clasifican en:

a) Minero-medicinales, las alumbradas natural o artificialmente que por sus características y cualidades sean declaradas de utilidad pública.

b) Minero-industriales, las que permitan el aprovechamiento racional de las sustancias que contengan.

Dos. Son aguas termales aquellas cuya temperatura de surgencia sea superior en 4^o C a la media anual del lugar donde alumbren".

El artículo 24 de la sección primera del capítulo II, regula la declaración de la condición mineral de unas aguas determinadas que "se efectuará mediante resolución del Ministerio de Industria, a propuesta de la Dirección General de Minas, previo informe del Instituto Geológico y Minero de España y del Consejo Superior de dicho departamento", debiendo emitir informe, que será vinculante, la Dirección General de Sanidad.

En lo que se refiere a las normativas bacteriológicas, aparece el Decreto 607/1975, de 13 de marzo (4), por el que se regulan las especificaciones microbiológicas a las que han de ajustarse las aguas minero-medicinales envasadas, reguladas por el Decreto-ley de 25 de abril de 1928. En su artículo primero, recoge los requisitos indispensables:

"Artículo primero.- Las aguas minero-medicinales envasadas deberán cumplir las siguientes especificaciones microbiológicas:

1. Parásitos y microorganismos patógenos Ausencia total.
2. Recuento total de mohos Ausencia en 100 ml.
3. Recuento de coliformes Ausencia en 100 ml.
4. "Escherichia coli" Ausencia en 100 ml.
5. Recuento de estreptococos (Estreptococo
D de Lancefield) Ausencia en 100 ml.

6. Recuento de clostridium sulfito re-

ductores Ausencia en 100 ml".

1.2.- PROPIEDADES DE UN AGUA EN RELACION A SUS CARAC

TERISTICAS Y COMPOSICION

1.2.1.- Caracteres organolépticos

1ª) COLOR.- Las aguas incoloras no existen en la naturaleza, aunque en general, en pequeño espesor su color sea nulo. El agua, observada a través de un tubo de cinco metros de largo, posee color azul de cielo. El color de ciertas aguas naturales es azul, azul-verdoso, verde, amarillo, pardo y hasta rojizo. Así, por ejemplo, muchas aguas subterráneas, especialmente de terrenos turbosos, tienen un tinte amarillento; al airearlas para precipitar el hierro, se destruye también el sulfhídrico y se utilizan después en la bebida, sin que su uso sea perjudicial para la salud.

2ª) OLOR.- El olor de un agua proviene normalmente de productos químicos, materias orgánicas en descomposición, algas y protozoarios. Ciertas aguas poseen un olor sulfuroso, que puede desaparecer al contactar con el aire. Sin

embargo, según la reglamentación, un agua no debe presentar olor desagradable.

3º) SABOR.- Decir que un agua potable debe ser insípida, carece de precisión. La mineralización del agua implica un gusto más o menos acentuado. Las aguas potables de buena calidad deben poseer un sabor débil y agradable. En la práctica, es importante que no pueda ser considerada desagradable por el consumidor.

El sabor puede ser debido a la presencia excesiva de diversos elementos: Una cantidad fuerte de cloruros conferirá gusto salado; exceso de magnesio ofrecerá sabor amargo, así como aluminio dará sabor terroso. Si se halla cargada de hierro, el gusto será metálico.

4º) TURBIDEZ.- Debe considerarse que toda agua potable sea límpida, es decir, sin materias en suspensión, aún cuando cierta turbidez no implica peligrosidad alguna para el consumidor. (5, 6, 7, 8).

1.2.2.- Caracteres físico-químicos

1ª) TEMPERATURA.- La temperatura de un agua potable debe ser inferior a la temperatura en verano y superior en invierno. Por otro lado, ha de hallarse sujeta a pocas variaciones. Se consideran aguas termales, aquellas en las que su temperatura al surgir excede de los 20^o C.

2ª) pH.- No es frecuente que la acidez o la alcalinidad sean una contraindicación para la potabilidad. Las aguas potables corrientes, poseen habitualmente un pH que oscila de 7.2 a 7.6. Las aguas muy calcáreas poseen pH elevado; aguas que provengan de terrenos pobres en cal o sílice, poseen pH cercano a 7.0 y en ocasiones algo inferior. (6, 7, 8, 9)

1.2.3.- Caracteres químicos

1ª) RESIDUO FIJO A 110^o C.- No pueden darse en este aspecto normas fijas ni precisar números, pues dependerá de las condiciones de las capas que atraviesan. Asimismo, el hábito influye enormemente, siendo fre-

cuentes con el cambio de régimen los trastornos gástricos.

En España, según el residuo fijo obtenido a 110° C, se clasifican las aguas en oligometálicas, de mineralización muy débil, débil, media, fuerte y marina e hipermarina. (7, 8, 9, 10)

2º) DUREZA TOTAL.- Anteriormente se consideró que las aguas duras no eran convenientes para uso bromatológico por favorecer la arterioesclerosis, en la actualidad se ha quitado importancia a esta hipótesis; parece existir una correlación entre la riqueza en calcio y magnesio de las aguas que se consumen y el buen desarrollo físico de quienes las ingieren.

Se ha apreciado que en varios países (Canadá, Suecia, y otros), que poseen agua poco calcárea, la mortalidad por enfermedades cardio-vasculares es superior a la que se registra en comarcas que consumen aguas duras (Dr. Masironi, OMS).

Los inconvenientes de emplear aguas duras hacen referencia de manera especial a las aplicaciones industriales y a aspectos económicos.

Con arreglo a la dureza, las aguas se clasifican :

- a) Muy blandas 0 - 7° Hidrotimétricos.
- b) Blandas 7 - 14° " "

c) Tipo medio	14 - 21 ^o	Hidrotimétricos.
d) Algo duras	21 - 32 ^o	"
e) Duras	32 - 53 ^o	"
f) Muy duras	más de 53 ^o	"

El grado de dureza de un agua se halla íntimamente relacionado con la naturaleza calcárea del terreno. (7, 8, 9, 12, 13)

3º) ALCALINIDAD.- La alcalinidad es una medida de la capacidad de un agua para neutralizar ácidos. Aniones de ácidos débiles como bicarbonatos, carbonatos, hidróxidos, silicatos, boratos y fosfatos, pueden contribuir a la alcalinidad; ésta es función del pH, composición mineral, temperatura y fuerza iónica. (5, 7)

4º) BICARBONATOS.- Para una cantidad determinada de bicarbonato cálcico y magnésico, existe una cantidad justa de anhídrido carbónico, que evita la descomposición de los bicarbonatos y precipitación en carbonatos. Esta cantidad se denomina anhídrido carbónico equilibrante.

Si un agua posee mayor cantidad de anhídrido carbónico, el exceso constituirá anhídrido carbónico agresivo, que disolverá

los metales tóxicos de las superficies en contacto. Por el contrario, un defecto, dará lugar a la precipitación de carbonatos y a las llamadas aguas incrustantes. (5, 8)

5ª) SULFATOS.- Los sulfatos proceden de las sales que se encuentran en el suelo o de la oxidación de los sulfuros naturales.

En relación a sus propiedades, el sulfato magnésico posee una acción purgante intensa que se acompaña de vaciamiento de la vesícula biliar. Asimismo, el sulfato sódico o sal de Glauber, es el constituyente de aguas minerales purgantes tales como Carabaña, Loeches, etc.

Debido a los trastornos gastrointestinales que producen, no se considera que su concentración exceda de 250 mg por litro. (7, 8, 14)

6ª) CLORUROS.- El mayor inconveniente de los cloruros es el sabor desagradable que pueden comunicar al agua. Son muy solubles y no participan en procesos biológicos, aunque cantidades que sobrepasen los 250 mg por litro son perjudiciales, ya que no sacian la sed.

En el caso de aguas alcalinas de elevado contenido en calcio, puede existir una acción diurética osmótica acidificante. (7, 8, 14).

7º) FLUORUROS.- El descubrimiento de una relación entre el contenido en fluoruros de las aguas de bebida y las anomalías dentarias, ha dado base a gran número de publicaciones sobre la influencia de este ión y la fisiopatología de este tejido y también el óseo. En general se admite que, dosis muy pequeñas, reducen la aparición de caries y periodontopatías, así como parcial protección contra la osteoporosis senil, en tanto que la ingestión excesiva determina el trastorno de la mineralización denominado "esmalte moteado" y alteraciones óseas, aunque también pueda dificultar la calcificación arterosclerótica.

Los contenidos elevados en flúor están a menudo en correlación con el hecho de que se trate de aguas surgidas de terrenos eruptivos. Por el contrario, las aguas que atraviesan terrenos cal cáreos se empobrecen en flúor y se enriquecen en calcio.

En España, para aguas potables, se marca un límite máximo de flúor en 1 mg por litro, estableciéndose para aguas mineromedicinales fluoradas un mínimo de 2 mg por litro. (6, 27, 28, 29, 56)

8ª) BORATOS.- Poseen una acción conservadora no demasiado acentuada, por cuya razón se han de utilizar dosis bastante elevadas para que resulten efectivos. En consecuencia, éstas cifras son inadmisibles para el hombre. Si bien el mecanismo intrínseco de su toxicidad no se conoce aún perfectamente, si se sabe de sus consecuencias: Dosis pequeñas, pero mantenidas, conducen a una disminución del peso corporal, relacionado con una elevada pérdida del agua por el organismo; se señalan también lesiones renales, irritación intestinal y convulsiones. Parece ser que se almacena en las reservas lipídicas del organismo, en especial hígado y sistema nervioso central. Los lactantes son muy sensibles al boro.

Poseen una acción antiséptica que se debe al anión o a la molécula de ácido bórico. No tiene acción irritante sobre los tejidos, pudiéndose aplicar en órganos tan sensibles como el ojo.

Usualmente, en las aguas, se halla solamente en trazas.
(7, 21).

9ª) SILICATOS.- La sílice en el agua, puede encontrarse como anhídrido silícico, o bien, en forma aniónica proveniente de la sal sódica.

El silicato sódico puede tener empleo en la diatesis úrica y en la gota. (8, 23)

10ª) FOSFATOS.- En las aguas puras no debe hallarse este elemento. Cantidades apreciables harían sospechar el contagio con material fecal u orina. No se admite su presencia. (26)

11ª) CALCIO Y MAGNESIO.- Ambos cationes son los elementos constituyentes de la dureza de un agua, por tanto les es aplicable todo lo referido anteriormente en el capítulo 1.2.3., apartado segundo.

El calcio es el constituyente mineral más abundante e importante del organismo, por ésto, una ingesta adecuada es esencial para el normal funcionamiento y desarrollo humano. Por regla general, es el elemento más abundante en las aguas.

En el caso del magnesio es preciso citar que una deficiencia en él, ocasiona modificaciones del comportamiento, caracterizadas por una irritabilidad excesiva.

12ª) LITIO.- Sus sales tienen valor en el tratamiento

de las fases maníacas de las psicosis maníaco-depresivas, pudiendo administrarse conjuntamente con una terapia electroconvulsivante.

Asimismo se ha utilizado como diurético y disolvente del ácido úrico, por lo cual se emplea en el tratamiento de la gota, reumatismo, litiasis biliar, litiasis renal, disolviendo los cálculos.

En España se considera un agua litínica cuando la cantidad de litio presente, excede de 1 mg por litro. (14, 24, 25)

13ª) SODIO.- Es un elemento constante del agua, aunque sus concentraciones pueden ser extremadamente variables. No existe peligro alguno en la absorción de cantidades importantes de este catión, excepto en algunas enfermedades. La cantidad de sodio únicamente será relevante, en el caso de la existencia de concentraciones elevadas de cloruros y sulfatos, debido al sabor y a la acción laxante respectivamente, que puedan originar. (7, 8, 21)

14ª) POTASIO.- Es un elemento bastante constante en las aguas. Sus concentraciones suelen ser inferiores a las de sodio. Su presencia no entraña inconveniente alguno para la salud. (8)

15º) HIERRO, MANGANESO y ZINC.- Estos elementos poseen poca importancia por cuanto su concentración en las aguas, cuando existen, son muy pequeñas, excepto en el caso del hierro que alcanza proporciones notables en ciertas aguas minero-medicinales.

En las aguas potables el hierro y el manganeso, en pequeñas cantidades, bastan para comunicarles un sabor desagradable. Asimismo, tienen el inconveniente de favorecer el desarrollo de ciertas bacterias, que llegan a constituir en ocasiones, una dificultad para la conducción.

El zinc que puede hallarse en un agua, proviene normalmente de canalizaciones particulares de latón o hierro galvanizado. Un exceso de zinc es rápidamente detectado por el sabor desagradable que comunica al agua. (5, 8)

1.2.4.- Indices químicos de contaminación biológica

1º) AMONIACO.- El amoníaco, al igual que nitratos y nitritos, proviene normalmente de una descomposición de material orgánico nitrogenado y probablemente de origen animal. Constituye pues, un indicio desfavorable respecto

a la bondad de un agua potable, no tolerándose su presencia.

2ª) NITRITOS y NITRATOS.- Los nitritos y nitratos existen en muchos sistemas de abastecimiento de agua y además pueden llegar a ellos directa o indirectamente mediante la evacuación, por ejemplo, de aguas residuales tratadas o sin tratar o por los desagües de establos y corrales.

En determinadas circunstancias se ha visto que los nitratos pueden ser peligrosos para los lactantes y tal vez también para niños de más edad, pues al reducirse a nitritos puede provocarse una metahemoglobinemia.

Recientemente se ha pensado en la posibilidad de que se forme nitrosamina "in vivo". Las nitrosaminas pueden producirse por reacción entre los nitritos ingeridos, algunos de los cuales pueden a su vez formarse por la acción de las bacterias intestinales sobre los nitratos ingeridos en el agua y las aminas secundarias o terciarias existentes en los alimentos. A causa de su posible acción carcinogénica, las nitrosaminas son peligrosas para el hombre.

Desde el punto de vista toxicológico, todas las consideraciones aplicables a los nitratos, sirven para los nitritos existentes en las aguas.

Con vistas a la seguridad se tolera un máximo de 30 mg de nitratos por litro, no admitiéndose presencia alguna de nitritos. (7, 8, 19, 20)

3º) MATERIA ORGANICA.- La naturaleza de las materias orgánicas que un agua puede contener es sumamente variable según las circunstancias y en la mayoría de los casos desconocida. Si un agua presenta cierto exceso, no debe alarmar, pero debe preocupar el esclarecer su origen o causa.

En España se admite como cifra límite 3 mg de oxígeno absorbido por el permanganato potásico, por litro. Según su contenido se puede calificar un agua de: (6, 8)

Muy pura	.....	menos de 1 mg.
Potable	.....	entre 1 - 2 mg.
Sospechosa	.....	entre 2 - 4 mg.
No potable	.....	superior a 4 mg.

1.3.- ELABORACION DE LA COMPOSICION Y CLASIFICACION
DE UN AGUA MINERO-MEDICINAL

1.3.1.- Comprobación de los resultados

El control de los resultados del análisis de un agua puede efectuarse por medio del balance iónico (8). Es evidente que toda agua natural posee una acidez o una alcalinidad muy débil, de lo que resulta un valor de pH cercano a 7, no apartándose mas que excepcionalmente de los valores extremos 5 y 9. La suma de aniones debe ser prácticamente igual a la suma de cationes, unos y otros expresados en miliequivalentes por litro. La diferencia susceptible, expresada como porcentaje de la desviación observada es:

$$d_i = \frac{\sum (+) - \sum (-)}{\sum (+) + \sum (-)} \times 100$$

Generalmente el valor de la desviación no supera el 2 %. (30)

Grunhut también expresa el resultado final de los análisis en miliequivalentes por litro, lo cual permite realizar una rá-

pida comprobación, mediante la comparación de la suma de miliequivalentes catiónicos con la suma de miliequivalentes aniónicos. Las determinaciones efectuadas se consideran exactas cuando se obtienen números iguales o sensiblemente iguales (error en las centésimas).
(26)

Por otro lado, puede realizarse otra comprobación con el residuo fijo a 110° C. El residuo teórico se calcula sumando los aniones y cationes totales, expresados en mg por litro. Es raro que exista coincidencia entre el residuo teórico y el hallado, pues es preciso considerar sobre todo, la existencia de la materia orgánica. Podrá considerarse como admisible un error que no exceda del 2 %. (26)

En nuestro trabajo hemos efectuado las dos comprobaciones anteriormente citadas.

1.3.2.- Composición hipotética

La composición hipotética de un agua es un problema bastante difícil de resolver, puesto que en ella no existen sales di-

sueñas, sino sólo los iones a los que da origen, por el solo y simple hecho de disolverse. Sin embargo, ante la necesidad de indicar cuáles y en qué proporción se encuentran las posibles sales, es indispensable unir, a los resultados completamente científicos en iones, otros "absolutamente hipotéticos", elaborados con "cierta aproximación" a base de los principios físico-químicos de las disoluciones. (37)

Existen diversos métodos para la elaboración de la composición hipotética de un agua (26, 8). En nuestro trabajo hemos utilizado el descrito por Raurich Sas, basado en las afinidades recíprocas entre los diversos iones, con vistas a la formación de sales solubles.

En lo que se refiere a los iones magnesio y calcio, dan lugar con cierta facilidad a carbonatos insolubles que, como tales, se disuelven en exceso de anhídrido carbónico debido a su transformación en bicarbonatos; por lo tanto, estos cationes, podemos suponer con cierta aproximación, se encuentran disueltos como bicarbonato magnésico y bicarbonato cálcico.

Por otro lado, los iones litio, potasio y sodio, son cationes enérgicos que pueden formar sales solubles con los cuatro aniones cloruro, sulfato, nitrato y bicarbonato. Sin embargo, de

las doce combinaciones salinas posibles con dichos iones, son el sulfato potásico y el bicarbonato y cloruro de litio, bajo cuyas formas preferentemente asumiremos que se encuentran disueltos el potasio y el litio.

En relación al sodio, éste debe hallarse disuelto, puesto que su unión con los cuatro aniones referidos, da origen a sales muy disociables como son: Cloruro sódico, sulfato sódico, nitrato sódico y bicarbonato sódico.

Por último, el ácido bórico es tan sumamente débil, que prácticamente puede considerarse como no disociado. (37)

Sin embargo, en nuestro trabajo hemos determinado una serie de iones, que no han sido considerados a la hora de confeccionar la composición hipotética de un agua en la bibliografía consultada. Por élllo, hemos supuesto que el anión fluoruro se hallará preferentemente unido hipotéticamente al catión sodio en forma de fluoruro sódico. Del mismo modo, parte de la sílice la expresaremos como silicato sódico y el resto en forma de anhídrido silícico.

1.3.3.- Clasificación de un agua minero-medicinal

La composición hipotética que, como hemos indicado, se establece mediante criterios de cierta variabilidad, no nos definirá realmente las características de las aguas. Debido a esto, se precisa una clasificación de ellas, atendiendo a los aniones y cationes separadamente, lo cual supondrá por tanto, prescindir de la composición hipotética.

Al no existir normas concretas para la clasificación de las aguas, nos hemos basado en la parte que sobre éllo fija el Código Alimentario Español, lo cual se ha completado con lo indicado por otros autores (5, 31, 37), siendo a nuestro juicio, la descrita por Raurich Sas, la que reúne los criterios más idóneos.

A continuación nos referiremos brevemente a la clasificación que establece el C.A.E. (10), en relación a la mineralización, termalidad y composición de las aguas.

"Mineralización.- Según el residuo seco por litro de agua sometido a la temperatura de 110 grados centígrados, se distinguen:

- a) Oligometálicas: Las que presenten hasta 100 mg de residuo.
- b) De mineralización muy débil: Las que presenten más de 100 mg hasta 250 mg de residuo.
- c) De mineralización débil: Las que presenten más de 250 hasta 500 mg de residuo.
- d) De mineralización media: Las que presenten más de 500 hasta 1500 mg de residuo.
- e) De mineralización fuerte: Las que presenten más de 1500 mg de residuo, sin alcanzar la concentración del agua marina.
- f) De mineralización marina e hipermarina: Las de concentración semejante o superior al agua del mar.

Termalidad.- Según la temperatura que presenten las aguas al surgir, se clasifican en:

- a) Frías: Cuando no exceda de 20^o C.
- b) Hipotermales: Para más de 20, hasta 30^o C.
- c) Mesotermales: Para más de 30 hasta 50^o C.
- d) Hipertermales: Cuando excede de 50^o C.

Composición.- Atendiendo a los componentes del agua, se distinguen:

- a) Acidulada: Más de 250 mg de CO₂ libre por litro de agua.

- b) Alcalina: Predominio de iones sodio y bicarbonato sobre el to tal de iones disueltos.
- c) Amarga: Predominio de los iones sulfato, sodio y magnesio y con sabor perceptible.
- d) Arsenical: Más de dos décimas de mg de arsénico inorgánico por litro de agua.
- e) Estróncica: Más de 10 mg de estroncio por litro de agua.
- f) Ferruginosa: Más de 5 mg de hierro por litro de agua.
- g) Litfínica: Más de 1 mg de litio por litro de agua.
- h) Boratada: Más de 4 mg de ácido metabórico por litro de agua.
- i) Bromurada: Más de 4 mg de bromo por litro de agua.
- j) Fluorada: Más de 2 mg de flúor por litro de agua.
- k) Yodurada: Más de 1 mg de yodo por litro de agua.
- l) Sulfurosa: Presencia de iones sulfuro, sulfhidrato, tiosulfato o de hidrógeno sulfurado libre.
- ll) Radiactiva: Con radiactividad superior a cinco unidades Ma- che por litro de agua".

PARTE EXPERIMENTAL

2.1.- MANANTIALES ESTUDIADOS Y SUS CARACTERISTICAS

Se ha estudiado un total de 12 manantiales que se hallan situados en la provincia de Teruel. Todos ellos, directa o indirectamente a través de diversos afluentes, vierten sus aguas al río Mijares.

Las fuentes analizadas y los términos municipales a los cuales pertenecen se detallan a continuación:

- 1º) Fuente del Batán: Término de Fuentes de Rubielos.
- 2º) Fuente de los Caños: Término de Rubielos de Mora.
- 3º) Fuente del Diablo: Término de Fuentes de Rubielos.
- 4º) Fuente de la Fonseca: Término de Rubielos de Mora.
- 5º) Fuente de la Fuen-blanca: Término de Rubielos de Mora.
- 6º) Fuente del Hocino: Término de Mora de Rubielos.
- 7º) Fuente del Mas Blanco: Término de Rubielos de Mora.
- 8º) Fuente del Moral: Término de Fuentes de Rubielos.
- 9º) Fuente del Poo: Término de Rubielos de Mora.
- 10º) Fuente del Redón: Término de Rubielos de Mora.
- 11º) Fuente del Rul: Término de Rubielos de Mora.
- 12º) Fuente del Tajo: Término de Nogueruelas.

A continuación se exponen las características de cada manantial, así como su localización geográfica, cuyos datos han sido tomados del mapa de la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral (32). Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Tarragona.

1ª) FUENTE DEL BATAN.- Manantial situado a 1100 m de al titud sobre el nivel del mar.

Dista unos 15 km de la población de Rubielos de Mora, y pertenece al término municipal de Fuentes de Rubielos. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 10' 20''$ de latitud Norte y $3^{\circ} 06' 40''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).

La fuente nace a nivel del suelo y sus aguas discurren sobre un lecho de piedra, lo cual junto con lo escarpado del terreno, hace difícil su acceso y localización.

Los terrenos circundantes son conglomerados, arcillas yesíferas y calizas. Pertenecen a la era Cuaternaria, Villafranquiense. (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 10 litros por minuto. La temperatura del agua era de 14° C y la ambien-

tal de 13^o C.

En esta fuente nos hemos visto obligados a suprimir la parte gráfica, debido a la penumbra causada por la vegetación en el punto de emergencia del manantial y carecer de flash en aquel momento.

2º) FUENTE DE LOS CAÑOS.- Manantial situado a 975 m de altitud sobre el nivel del mar.

Dista unos 2.5 km de la población de Rubielos de Mora, a cuyo término municipal pertenece. Su localización geográfica corresponde a 40^o 10' 55'' de latitud Norte y 3^o 02' 55'' de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).

El manantial fluye por una cañería labrada en piedra, situada en la parte inferior de un muro. El cauce es abierto y el agua se recoge en una arqueta de mampostería, cuyo sobrenadante refluye libremente.

Los terrenos circundantes son calizas, margas y margo-calizas. Pertenecen a la era Secundaria, Cretácico inferior, aptense. (33, 34).



El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 10 litros por minuto. La temperatura del agua era de 16° C y la ambiental de 12° C.

3º) FUENTE DEL DIABLO.- Manantial situado a 850 m de altitud sobre el nivel del mar.

Dista unos 2 km de la población de Rubielos de Mora y pertenece al término municipal de Fuentes de Rubielos. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 10' 55''$ de latitud Norte y $3^{\circ} 02' 45''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).



El manantial, encauzado en 1935 fluye por cañería de hierro, situada en la parte inferior de un muro de piedra. Por encima de ella y a través de un orificio circular practicado en el cemento, puede verse el nivel que alcanza el depósito interior. Desde su salida, el agua discurre libremente, sin conducción o canalización alguna.

Los terrenos circundantes son calizas, margas y margocalizas. Pertenecen a la era Secundaria, Cretácico inferior, aptense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 11.65 litros por minuto. La temperatura del agua era de 15° C y la ambiental de 13° C.

4º) FUENTE DE LA FONSECA.- Manantial situado a 750 m de altitud sobre el nivel del mar. Dista unos 13 km de la población de Rubielos de Mora, a cuyo término municipal pertenece. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 08' 05''$ de latitud Norte y $2^{\circ} 58' 20''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).

El manantial brota en una angosta hendidura situada en

una pared rocosa y vierte sus aguas al río Mijares, que discurre a pocos metros por debajo de la fuente.

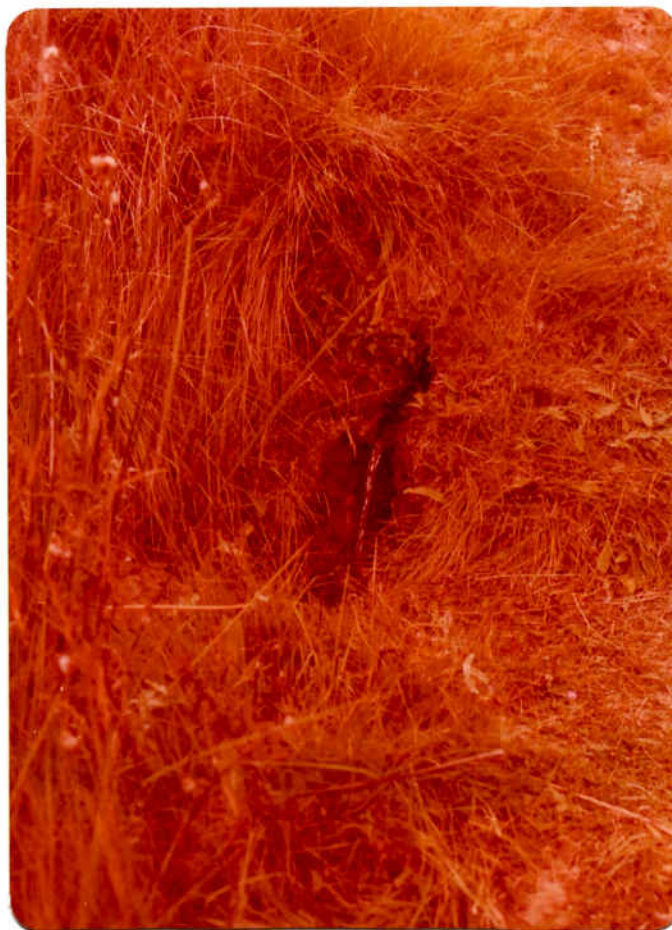


Los terrenos circundantes son calizas, margas y arcillas. Pertenecen a la era Terciaria, Neogeno, Mioceno (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de

6.66 litros por minuto. La temperatura del agua era de 14° C y la ambiental de 7° C.

5º) FUENTE DE LA FUEN-BLANCA.- Manantial situado a 900 m de altitud sobre el nivel del mar. Dista unos 7 km de la población de Rubielos de Mora, a cuyo término municipal pertenece. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 10' 40''$ de latitud Norte y $2^{\circ} 58' 55''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).



Fu  descubierta hace unos cuatro años durante la repoblación forestal de la zona. Nace en la parte baja de un pinar y su agua fluye libremente de una roca; más abajo una balsa natural la recoge en parte, perdiéndose el resto.

Los terrenos circundantes son conglomerados, arcillas yesiferas y calizas. Pertenecen a la era Cuaternaria, Villafranquiense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 10 litros por minuto. La temperatura del agua era de 14^o C y la ambiental de 11^o C.

6^o) FUENTE DEL HOCINO.- Manantial situado a 1025 m de altitud sobre el nivel del mar.

Dista unos 8.5 km de la población de Rubielos de Mora y pertenece al término municipal de Mora de Rubielos. Su localización geográfica corresponde a 40^o 13' 45'' de latitud Norte y 2^o 58' 30'' de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).

Nace exactamente debajo del puente que lleva su nombre. En el año 1974 fué recogida y canalizada por I.C.O.N.A., algo más abajo de su nacimiento. El agua fluye constantemente de dos caños

de hierro, formándose a partir de allí un riachuelo en el cauce preexistente de un antiguo río seco.



Los terrenos circundantes son arcillas, areniscas, arenas y calizas arenosas. Pertenecen a la era Secundaria, Cretácico inferior, neocomiense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 129.5 litros por minuto; es la fuente que posee el caudal más abundante de todas las estudiadas. La temperatura del agua era de 14^o C y la ambiental de 15^o C.

7º) FUENTE DEL MAS BLANCO.- Manantial situado a 900 m de altitud sobre el nivel del mar. Dista unos 1.5 km de la población de Rubielos de Mora, a cuyo término municipal pertenece. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 11' 20''$ de latitud Norte y $3^{\circ} 03' 00''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).



La fuente nace borboteando en la arena. El cauce es abierto y sus aguas descienden hacia tierras más bajas sin aprovechamiento alguno de ellas.

Los terrenos circundantes son calizas y margas arenosas. Pertenecen a la era Terciaria, Neogeno, Mioceno, Burdigaliense-Vindoboniense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 5 litros por minuto. La temperatura del agua era de 13° C y la ambiental de 10° C.

8º) FUENTE DEL MORAL.- Manantial situado a 960 m de altitud sobre el nivel del mar.

Dista unos 4.5 km de la población de Rubielos de Mora y pertenece al término municipal de Fuentes de Rubielos. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 10' 45''$ de latitud Norte y $3^{\circ} 03' 50''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).

El manantial fluye por medio de una cañería de hierro, que se halla adosada a un muro de piedra. El cauce es abierto y el agua se recoge en una arqueta de mampostería; su exceso se halla canalizado hacia tierras más bajas, gracias a una conducción al aire libre.

Los terrenos circundantes son calizas, margas y margocalizas. Pertenecen a la era Secundaria, Cretácico inferior, aptense.



El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 8.5 li tros por minuto. La temperatura del agua era de 16° C y la ambiental de 13° C.

9ª) FUENTE DEL P00.- Manantial situado a 900 m de altitud sobre el nivel del mar. Dis ta 1 km de la población de Rubielos de Mora, a cuyo término municipal pertenece. Su localización geográfica corresponde a 40° $11'$ $00''$ de latitud Norte y 3° $01'$ $50''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).

Sus aguas se recogen en una arqueta de mampostería en cuya parte superior hay una cañería de hierro que actúa de nivel, y por donde fluye continuamente el agua; en la parte inferior existe un grifo de bronce que permite vaciar a voluntad el depósito interior.



Los terrenos circundantes son muy calizos, con abundancia de fósiles marinos. Pertenecen a la era Terciaria, Neogeno, Mioceno, Burdigaliense-vindoboniense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 0.5

litros por minuto. La temperatura del agua era de 12° C y la ambiental de 13° C.

10ª) FUENTE DEL REDON.- Manantial situado a 1100 m de altitud sobre el nivel del mar.

Dista unos 2.5 km de la población de Rubielos de Mora, a cuyo término municipal pertenece. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 11' 45''$ de latitud Norte y $3^{\circ} 02' 45''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).



La fuente brota en la parte inferior de una ladera pedregosa; el cauce es abierto y sus aguas desembocan a un riachuelo próximo.

Los terrenos circundantes son calizas, margas y margocalizas. Pertenecen a la era Secundaria, Cretácico inferior, aptense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 3.7 litros por minuto. La temperatura del agua era de 13^o C y la ambiental de 11^o C.

11^o) FUENTE DEL RUL.- Manantial situado a 880 m de altitud sobre el nivel del mar.

Dista unos 3.5 km de la población de Rubielos de Mora, a cuyo término municipal pertenece. Su localización geográfica corresponde a 40^o 11' 45'' de latitud Norte y 3^o 00' 15'' de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).

La fuente brota a través de una cañería de piedra adosada a un muro. El cauce es abierto y el agua se recoge en dos pilas; de allí alcanza una balsa, para desaguar posteriormente en el río cercano.



Los terrenos circundantes son calizas y margas arenosas. Pertenecen a la era Terciaria, Neogeno, Mioceno, Burdigaliense-vindoboniense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 6 litros por minuto. La temperatura del agua era de 14° C y la ambiental de 16° C.

12ª) FUENTE DEL TAJO.- Manantial situado a 1550 m de altitud sobre el nivel del mar.

Dista unos 21 km de la población de Rubielos de Mora y pertenece al término municipal de Noguerauelas. Su localización geográfica corresponde a $40^{\circ} 17' 25''$ de latitud Norte y $3^{\circ} 05' 00''$ de longitud Este según el meridiano de Madrid (32).



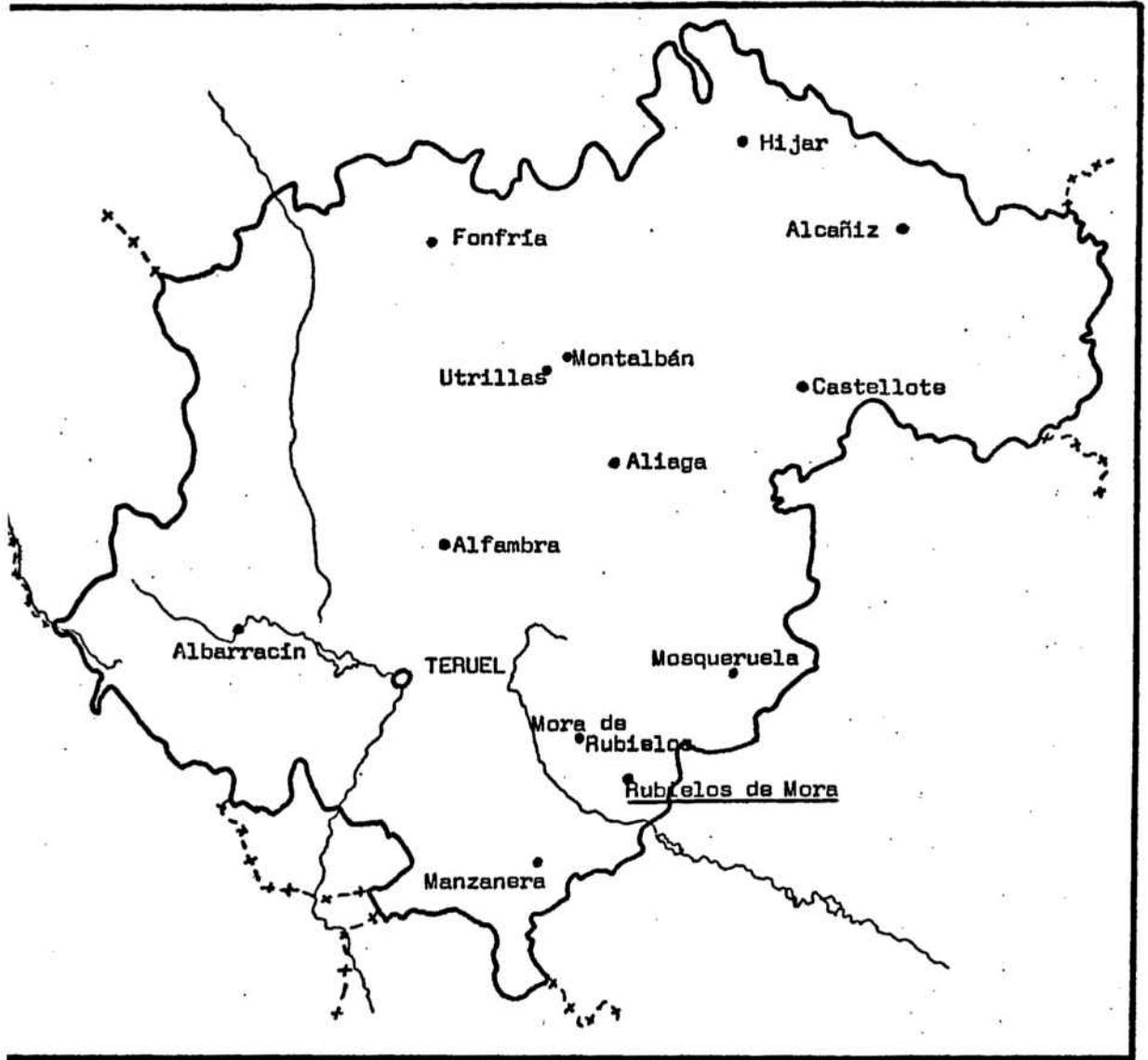
Mediante una cañería de hierro, la fuente vierte sus aguas en un estanque de piedra, el cual refluye su exceso, canalizándolo, merced a un desagüe metálico.

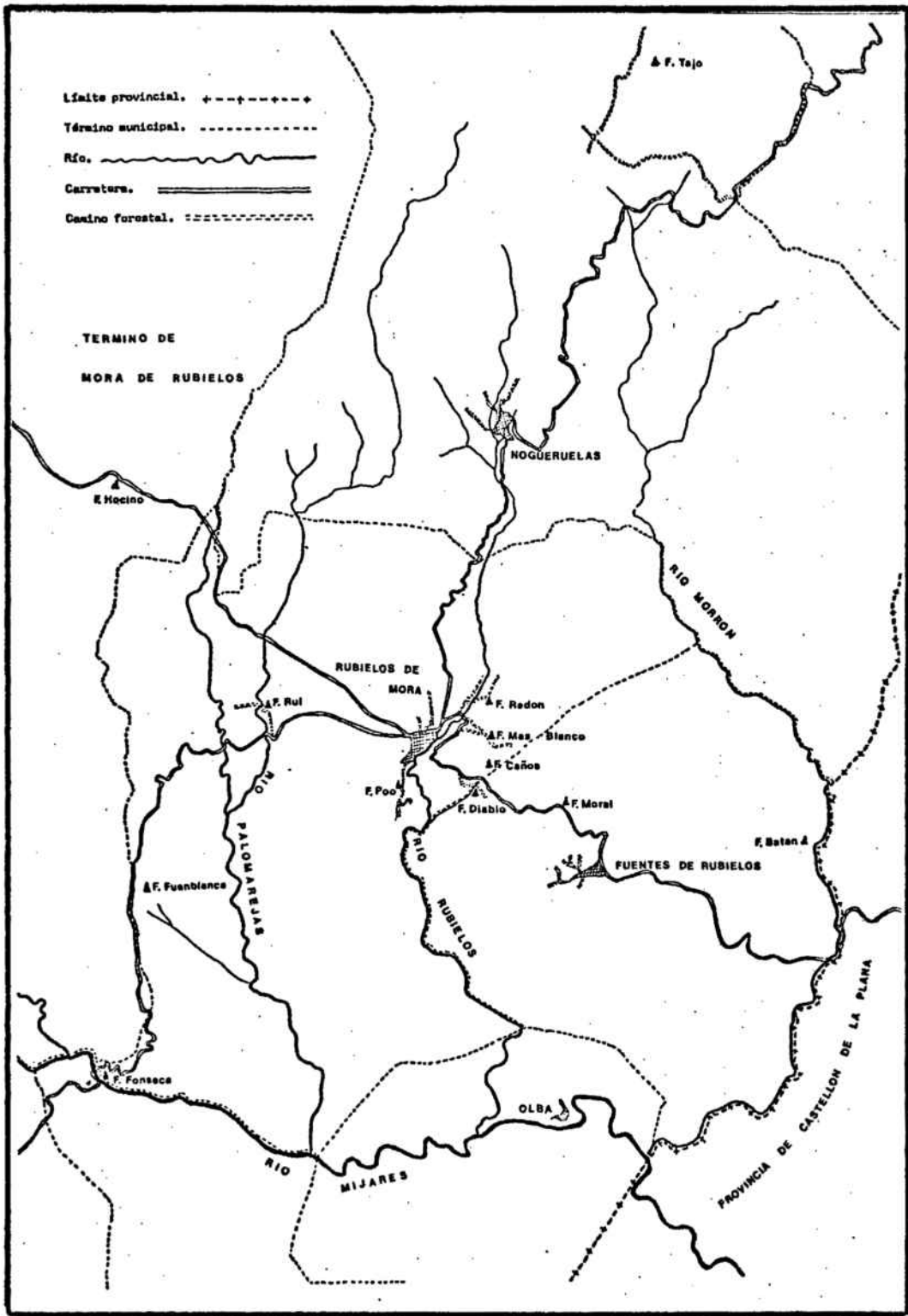
Los terrenos circundantes son calizas, margas y margocalizas. Pertenecen a la era Secundaria, Cretácico inferior, aptense (33, 34).

El caudal medido el 1 de noviembre de 1975, fué de 3 litros por minuto, época de sequía por lo cual la fotografía no responde al escaso caudal determinado. La temperatura del agua era de 7.5° C y la ambiental de 5° C.

A continuación, localizamos en un mapa de la Provincia de Teruel, la población de Rubielos de Mora, precisando en el siguiente mapa, la situación aproximada de los diversos manantiales estudiados.

PROVINCIA DE TERUEL





2.2.- TOMA DE MUESTRAS

A) Para el análisis químico.- La toma de muestras se efectuó personalmente en cada uno de los manantiales estudiados. En ellos, se recogió un total de tres litros de agua en frascos de polietileno, previamente enjuagados tres veces con el agua del manantial; todo lo anterior con vistas a evitar una posible contaminación química, tal como se advierte en la bibliografía consultada. Asimismo y como precaución adicional, los frascos se llenaron completamente y se dotaron de un cierre hermético, consignándose en la etiqueta día y hora de la toma.

En lo que se refiere al transporte, las muestras se acondicionaron convenientemente y se conservaron frescas hasta su llegada al laboratorio. (19, 35, 36)

B) Para el análisis bacteriológico.- Los frascos de vidrio utilizados de 100 ml de capacidad, se hallaban provistos de tapón esmerilado. Para su esterilización previa, el cuello y la embocadura se cubrieron

con papel de manila, al cual se ató un trozo de bramante con el tapón; todo el conjunto se llevó a la estufa a 180° C durante dos horas.

Una vez en el manantial y con las habituales precauciones, se llenaron los frascos, aunque no en su totalidad, a fin de poder agitar bien el contenido antes de sembrar los cultivos.

Los recipientes se mantuvieron a 4° C en el refrigerador y en la oscuridad, durante su transporte hasta el laboratorio.

(4, 20)

2.3.- TECNICAS ANALITICAS Y DETERMINACIONES REALIZADAS

2.3.1.- Determinaciones a pie de manantial.-

2.3.1.1.- DETERMINACIONES FISICAS

1ª) TEMPERATURA.- Se determinó sumergiendo el termómetro en el manantial durante cinco minutos, tiempo suficiente para que la temperatura se mantenga estacionaria. La lectura se realizó antes de retirar el termómetro del agua.

Simultáneamente y como referencia, se anotó la temperatura ambiental. (19, 35, 37)

2ª) CARACTERES ORGANOLEPTICOS.- Se realizó una somera observación del olor, color, sabor y aspecto del agua. (35, 37).

2.3.1.2.- DETERMINACIONES QUIMICAS

1ª) ACIDEZ ACTUAL.- Reactivos:(a) Indicador fenolftaleína: 1 g en 60 ml de alcohol de 96^o, diluido con agua destilada hasta 100 ml. (b) Indicador anaranjado de metilo: 0.1 g en 100 ml de agua destilada.

Técnica: Se ensayó la reacción del agua con las soluciones indicadoras. Para ello, se tomaron dos volúmenes de 10 ml del agua problema. A uno de ellos se le adicionaron dos gotas de la solución de fenolftaleína y al otro, dos gotas de la solución de anaranjado de metilo.

Según las coloraciones obtenidas, se deduce entre qué intervalos se halla comprendido el pH; se expresará como reacción ácida, neutra o alcalina a cada indicador. (35, 37)

2ª) SULFURO DE HIDROGENO.- La determinación cualitativa se realizó mediante yodometría directa, cuyo fundamento consiste en la reducción del yodo (35).

Reactivos: Solución de yodo 0.01 N: 25 ml de disolución 0.1 N de yodo, diluida hasta 250 ml.

Técnica: Se toma un volumen de 40 ml del agua problema, al que se adiciona una gota del reactivo anterior; si aparece coloración amarillo pálido, se da el resultado como negativo. Simultáneamente se realiza un blanco con agua destilada.

Los resultados se indican como negativo o positivo en relación a la prueba cualitativa.

3º) NITRITOS.- La determinación cualitativa se realizó mediante el método de Griess-Ilosvay, que se basa en la formación de un colorante azoico rojizo, que aparece al cabo de unos minutos, cuando reaccionan los nitritos con el ácido sulfanílico y posteriormente con la alfa-naftilamina. (19, 20, 56, 60)

Reactivos: El reactivo principal está formado por la mezcla de dos soluciones: (a) Solución clorhídrica de ácido sulfanílico; 0.6 g de ácido sulfanílico (Merck), disueltos en 100 ml de ácido clorhídrico 0.2 N. (b) Solución ácida de alfa-naftilamina; 0.6 g de alfa-naftilamina (Merck), disueltos en una mezcla de 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y 99 ml de agua destilada.

Técnica: A 50 ml del agua problema, colocada en tubo Nessler, se le añaden 2 ml del reactivo. Se agita y se observa si

aparece coloración.

Los resultados se expresan en mg de NO_2^- por litro.

2.3.2.- Determinaciones en el laboratorio.-

2.3.2.1.- DETERMINACIONES FISICAS

Determinación del pH: El método utilizado ha sido el potenciométrico. Su fundamento estriba en la medida del potencial eléctrico, que se establece en la membrana de vidrio de un electrodo. Dicho potencial es función de la actividad de los iones hidrógeno a ambos lados de la membrana. Como referencia se emplea un electrodo de calomelanos. (11, 38)

El aparato utilizado ha sido un pHmetro: Radiometer Copenhagen, tipo PHM - 28.

2.3.2.2.- DETERMINACIONES QUIMICAS

1º) ENSAYOS CUALITATIVOS PREVIOS.-

- Cloruros y carbonatos: El fundamento de esta determinación se basa en la precipitación conjunta de ambos aniones con nitrato de plata, y en la posterior redisolución de los carbonatos al añadir ácido nítrico.

- Sulfatos y carbonatos: Este ensayo se basa en la precipitación conjunta de ambos iones al tratar el agua con cloruro bórico y posterior ebullición. Los carbonatos se redissuelven en ácido clorhídrico.

- Calcio: Se funda en la precipitación del calcio con cloruro amónico, amoníaco y exceso de oxalato amónico, formándose oxalato cálcico blanco cristalino.

- Magnesio: Se basa en la adición de fosfato sódico a las aguas del filtrado que se obtienen del ensayo anterior. El magnesio nos precipita como fosfato magnésico blanco.

Los resultados se expresan como negativo o positivo en relación a cada una de las pruebas cualitativas realizadas. (35)

2º) RESIDUO FIJO A 110° C.- Se denomina residuo fijo de un agua, a las sustancias

disueltas, después de la evaporación del líquido y posterior desecación a 110° C hasta la obtención de peso constante. (35, 38)

Técnica: 100 ml de agua problema medidos en matraz aforado, se evaporan al baño maría en pequeñas porciones, sobre cápsulas de porcelana previamente taradas. Finalmente se llevan a la estufa a la temperatura indicada.

Los resultados se expresan en mg por litro.

3ª) DUREZA TOTAL.- El conjunto de sales cálcicas y magnésicas que existen disueltas en un agua, constituyen la dureza total. Esta se ha determinado mediante valoración complexométrica, cuyo fundamento se basa en que la sal del ácido etilendiaminotetraacético, conocida como complexona III, forma complejos internos incoloros con los iones calcio y magnesio entre otros. A su vez estos iones forman complejos coloreados con algunos indicadores tales como el negro eriocromo T y la murexida. Estas reacciones dependen del pH.

Cuando se añade la complexona III a la muestra de agua, a pH adecuado, y con el indicador formando complejo con el metal, se produce un desplazamiento formándose el complejo del ión con la complexona III, cambiando el color de la disolución en el punto de equivalencia. (38, 40, 42)

Reactivos: (a) Solución 0.1 M de complexona III;
37.225 g de la sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético en
100 ml.

(b) Tableta tampón indicadora Merck. Contienen negro de eriocromo T como indicador específico de metales. Están constituidas conforme al principio de un indicador mixto, lo que proporciona un viraje muy pronunciado de rojo a verde, pasando por un tono gris intermedio. Además, en las tabletas se incluye una parte del tampón, de manera que, al valorar, basta añadir amoníaco.

(c) Amoníaco concentrado.

Técnica: En 100 ml de agua problema se disuelve una tableta tampón indicadora Merck. Se añade 1 ml de amoníaco concentrado y se valora inmediatamente con complexona III 0.1 M hasta viraje del indicador.

Los resultados se expresan en cg de carbonato cálcico por litro, que son equivalentes a los grados hidrotimétricos franceses.

4º) ALCALINIDAD.- En general, la alcalinidad de las aguas se debe a la presencia en las mismas de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Se determina por valoración con una solución normalizada de un ácido mineral fuer-

te. (38, 19, 35)

Reactivos: (a) Indicador anaranjado de metilo; 0.1 g en 100 ml de agua destilada. (b) Solución de ácido clorhídrico 0.1 N.

Técnica: A 100 ml del agua problema se le añaden una o dos gotas del indicador. Se valora con ácido clorhídrico 0.1 N hasta viraje del anaranjado de metilo.

Los resultados se expresan en mg de carbonato cálcico por litro.

5º) ANIONES.-

a) BICARBONATOS.- Según las recomendaciones OMS (19), se calculan a partir de la alcalinidad total, cuando el indicador utilizado ha sido el anaranjado de metilo, debido a su punto de equivalencia.

Los resultados se expresan en mg de bicarbonato por litro.

b) SULFATOS.- Se determinaron mediante método gravimétrico fundado en la precipitación del anión sulfato al estado de sulfato bórico, por la adición de cloruro bórico en medio ácido. (11, 35, 38, 46, 60)

Reactivos: (a) Solución de cloruro bórico 2 N.

(b) Solución de ácido clorhídrico 2 N. (c) Solución de nitrato de plata 0.1 N.

Técnica: 200 ml de la muestra se introducen en un vaso de precipitados y se concentra y acidula con 5 ml de ClH 2 N. Al líquido hirviente se añade lentamente y agitando, solución previamente calentada de cloruro bórico, hasta que cese la precipitación, manteniendo la ebullición suave durante 30 - 60 minutos. Se filtra el líquido por papel de cenizas conocidas, lavándose el precipitado varias veces con agua destilada hirviente, hasta que las aguas de lavado no acusen reacción de cloruros con la solución de nitrato de plata. Se calcina el precipitado hasta la obtención de cenizas blancas, se enfría y pesa.

Los resultados se expresan en mg de sulfato por litro.

c) CLORUROS.- El método volumétrico de Mohr, se funda en la determinación de los cloruros por formación de un precipitado rojo, de cromato de plata, cuando al agua se adicionan iones cromato (indicador), e iones argénticos (reactivo precipitante). (38, 35, 41, 55).

Reactivos: (a) Solución de nitrato de plata 0.1 N. (b) Solución de cloruro sódico 0.1 N para valorar el nitrato de plata

0.1 N. (c) Solución indicadora de cromato potásico al 10 %.

Técnica: A 100 ml del agua problema previamente neutralizada, se le añaden unas gotas del indicador, valorándose a continuación con nitrato de plata 0.1 N, hasta que el precipitado adquiere un tinte rojizo.

Los resultados se expresan en mg de cloruros por litro.

d) FLUORUROS.-

- Determinación cualitativa por la reacción de Boer.

Fundamento: El ión fluoruro posee la propiedad de decolorar el reactivo Boer, laca roja que al ponerse en contacto con él, éste se apodera del circonio, dando origen a un ión complejo, tomando el líquido color amarillo. La reacción debe realizarse en medio ácido. (35)

Reactivos: (a) Reactivo Boer; mezcla a partes iguales de nitrato de circonio al 0.87 % y sulfo-alizarinato sódico al 0.17 %.

(b) Acido clorhídrico concentrado.

Técnica: Se colocan 50 ml del agua problema en tubo Nessler a los que se adicionan 0.5 ml de ClH concentrado y 2 gotas del reactivo Boer. Se deja el conjunto en reposo durante 12 horas y se comprueba si existe decoloración. Es conveniente realizar un blanco, así como un patrón que contenga 1 ppm de flúor.

- Determinación cuantitativa por el método del electrodo específico.

Fundamento: Este método consiste en medir la diferencia de potencial que se establece entre dos electrodos, uno específico y otro de referencia, debido a la relación de actividades de los iones fluoruro del interior y del exterior del electrodo específico, puesto que los demás componentes del sistema son constantes. (38, 43, 44, 45)

Material: (a) Electrodo específico para ión fluoruro, ORION 94 - 09 - A. (b) Electrodo de referencia de calomelanos, ORION 90 - 01. (c) pHmeter con escala expandida, Beckman Spandomatic.

Reactivos: (a) Soluciones patrón de fluoruro sódico, a las concentraciones de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , y 10^{-5} M. (b) Solución amortiguadora de complexona (EDTA)-ácido acético, de pH = 5.8; 58 g de cloruro sódico, 1.0 g de sal sódica del ácido etilendiaminotetraacético, 57 ml de ácido acético y agua destilada c.s.p. 1000 ml.

Técnica: En primer lugar es preciso construir la curva de calibrado (Fig. 1). Para éllo se toman 25 ml de cada una de las soluciones patrón, adicionadas de igual cantidad de solución

amortiguadora. Durante toda la valoración deberá mantenerse una agi
tación constante. Se introducen los electrodos en las soluciones,
leyéndose transcurridos cinco minutos, tiempo suficiente para que
las diferencias de potencial medidas sean constantes.

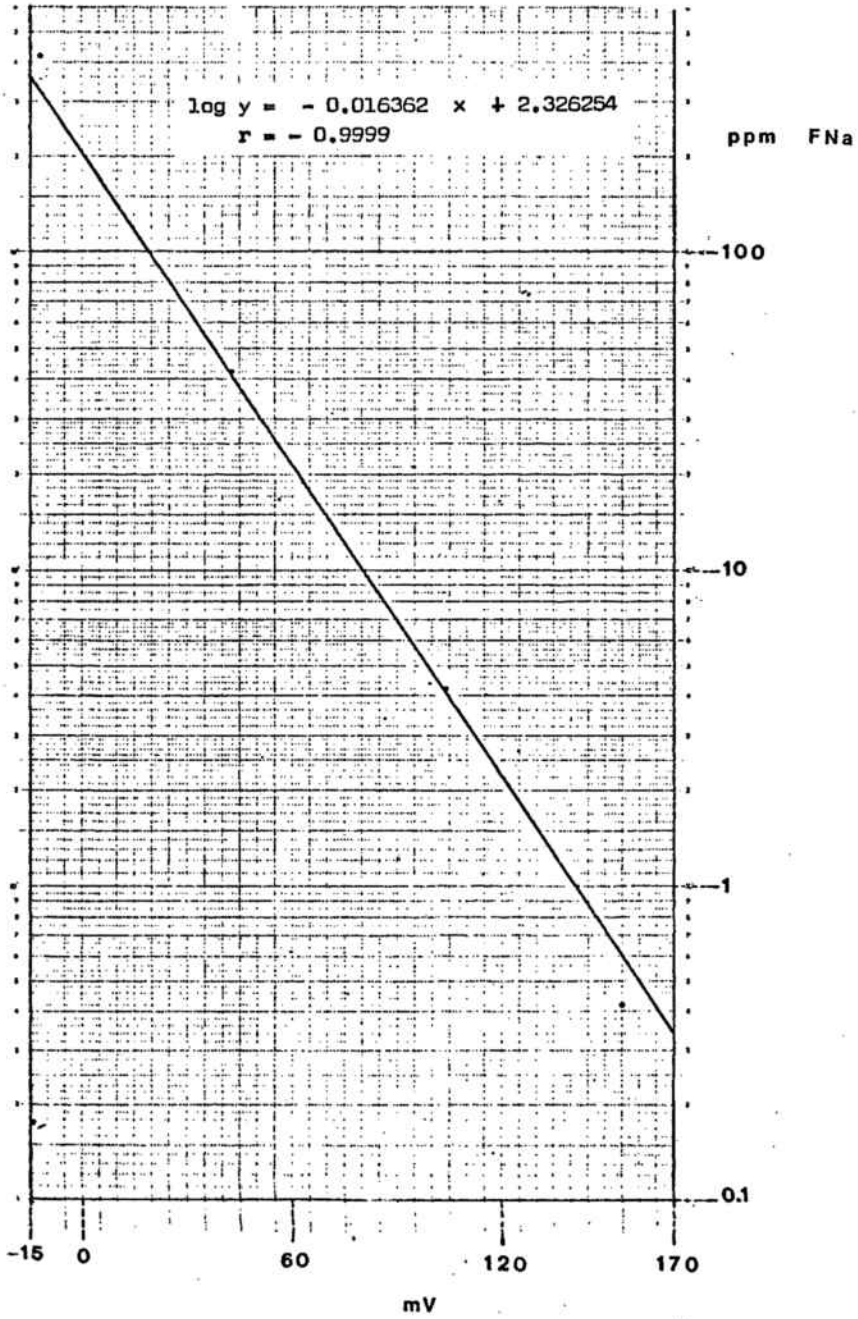
El método operatorio para la muestra problema se realiza
rá en la misma forma que el descrito para los patrones; el valor de
la concentración se obtiene de la gráfica de calibrado.

Los resultados se expresan en mg de fluoruro por litro.

En la página siguiente se muestra la curva de calibrado
obtenida;

<u>ppm de FNa</u>		<u>miliVoltios</u>
0.42	.....	155
4.2	.....	104
42.0	.....	43
420.0	.....	-12

FIGURA 1



e) BORATOS.-

- Determinación cualitativa; reacción de la cúrcuma.

El ácido bórico libre colorea en rojo el papel de cúrcuma, aunque no a la temperatura ordinaria, se precisa una desecación de la tira embebida. (35, 38)

Reactivos: (a) Solución de hidróxido sódico 0.1 N.

(b) Solución de ácido clorhídrico 2 N. (c) Papel de cúrcuma.

Técnica: A 10 ml del agua problema se le añaden 2 gotas de NaOH 0.1 N y se evapora casi a sequedad en baño maría. Se adiciona seguidamente 1 gota de ClH 2 N y en el conjunto se embebe la tira de papel de cúrcuma, secándola después suavemente. Se observa si aparece coloración roja; en el caso de que solo existieran indicios, la tira se colorea en los bordes.

- Determinación cuantitativa; método colorimétrico.

Fundamento: Se basa en la reacción de la quinalizarina-sulfúrica, la cual en presencia de bórico, produce un cambio característico del color violeta inicial del reactivo, a color azul debido al complejo boro-quinalizarina, cuyo máximo de absorción se sitúa a los 620 nm. (17, 22, 47)

Material: Espectrofotómetro Beckman, modelo DBGT.

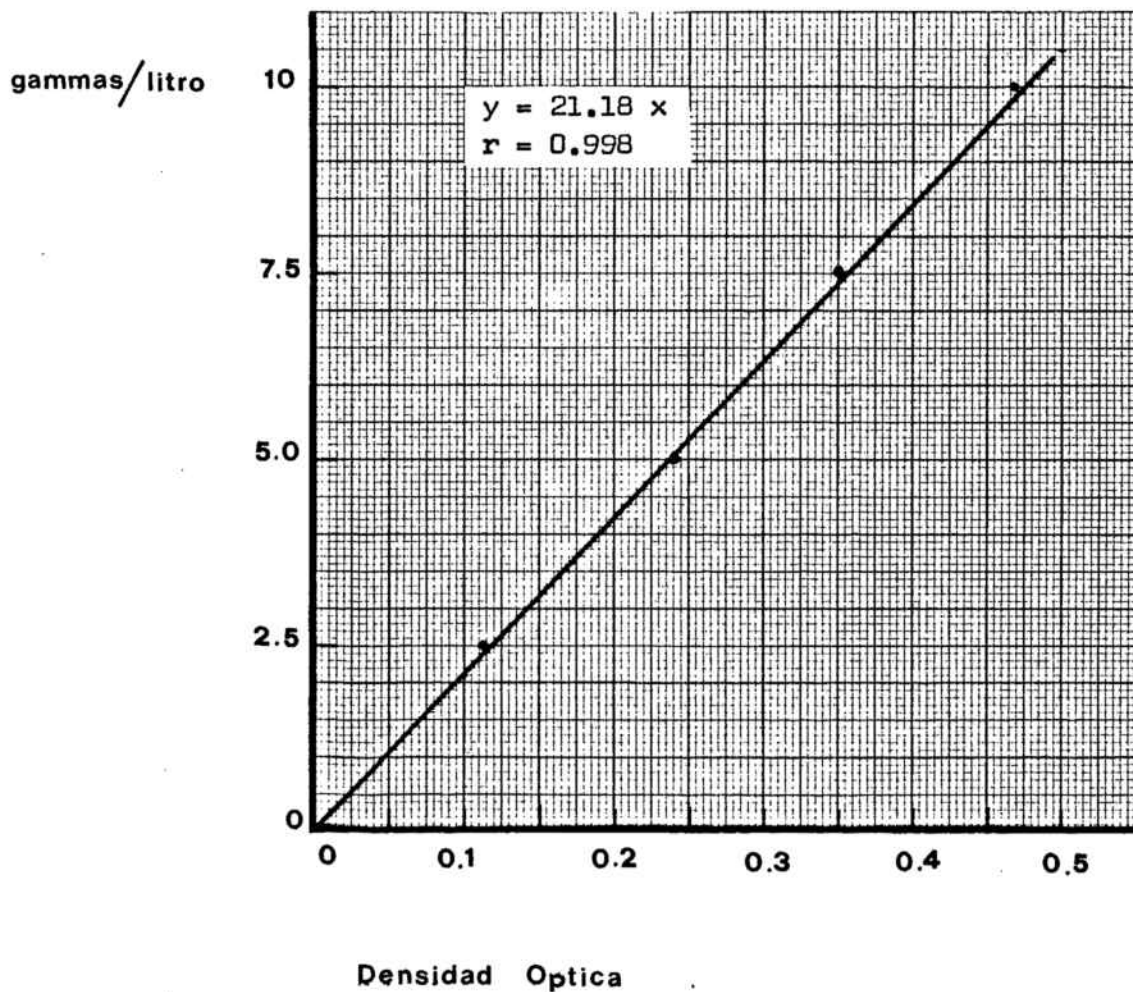
Reactivos: (a) Acido sulfúrico 0.36 N. (b) Solución de quinalizarina-sulfúrica; 45 mg de quinalizarina en 1000 ml de ácido sulfúrico concentrado. (c) Solución madre de bórax; 0.4410 g de bórax (equivalentes a 50 mg de boro), en 100 ml de agua destilada. Esta solución contiene 500 gammas por ml de boro. (d) Solución patrón de trabajo; se toma 1 ml de la solución madre y se lleva a 100 ml con agua destilada. Esta solución contiene 5 gammas por ml de boro.

Técnica: I) Construcción de la curva patrón (Figura 2). En tubos Nessler se colocan hasta un total de 2 ml, cantidades que contengan 0.0, 2.5, 5.0, 7.5, y 10.0 gammas de boro, completando el volumen con sulfúrico 0.36 N. A todos ellos se les adiciona 15 ml del reactivo quinalizarina-sulfúrica. Se tapa, agita y mantiene en nevera durante 30 minutos, pasados los cuales se determina la extinción a 620 nm.

II) Determinación de las muestras: 50 ml del agua problema se evaporan a sequedad en cápsula de porcelana al baño maría. El residuo se disuelve en sulfúrico 0.36 N, se filtra y se completa hasta un volumen de 10 ml con el mismo reactivo. De la solución sulfúrica anterior obtenida, se toman 2 ml a los que se les añade 15 ml de quinalizarina-sulfúrica. Se tapa, agita y mantiene en ne-

FIGURA 2

<u>gammas de Boro/l</u>		<u>Densidad Optica</u>
2.5	.....	0.1113
5.0	.....	0.2457
7.5	.....	0.3567
10.0	.....	0.4667



vera durante 30 minutos, pasados los cuales se determina la extinción a 620 nm. El valor de la concentración se obtiene de la gráfica de calibrado.

Los resultados se expresan en mg de borato por litro.

f) SILICATOS.- La determinación colorimétrica de los silicatos se basa en la reacción del anhídrido silícico con el molibdato amónico a pH = 12, produciéndose coloración amarilla, debida al ácido silico-molibdico, el cual puede a su vez, ser reducido a anhídrido silico-molibdico de coloración azul. (38, 41, 57).

Reactivos: (a) Solución de molibdato amónico al 10 %; para ello 10 g de molibdato amónico puro se disuelven en 80 ml de agua ajustando a pH = 7 - 8, con cantidad suficiente de amoníaco. Se completa con agua a 100 ml. (b) Solución de ácido clorhídrico 1:1. (c) Solución de ácido sulfúrico 1 N. (d) Bicarbonato sódico puro. (e) Solución de ácido oxálico al 10 %. (f) Solución de ácido amino-naftol-sulfónico; 0.5 g de ácido amino-naftol-sulfónico, 1 g de sulfito sódico anhidro, y 30 g de bisulfito sódico. (g) Solución madre de sílice que contenga 100 mg por litro. Para ello se pesan 0.05 g de sílice pura desecada a 160^o C. Se mezcla en una cápsula de platino con 2 g de bicarbonato sódico puro. Se calienta hasta su

fusión completa. Se enfría y disuelve el residuo con agua destilada, ajustando el volumen a 500 ml. (h) Solución de trabajo de sílice que contenga 5 mg/l; se obtiene diluyendo la solución anterior 1/20. (i) Agua destilada exenta de sílice para todas las soluciones y diluciones a realizar.

Técnica: 100 ml del agua problema se calientan durante 60 minutos, adicionados de 1 g de bicarbonato sódico. Seguidamente se añaden 2 ml de la solución de ácido sulfúrico 1 N. Se deja enfriar y se completa el volumen a 100 ml de agua destilada. A continuación se adicionan 4 ml de solución de molibdato amónico y 2 ml de ácido clorhídrico 1:1. Se agita y espera 5 minutos, al cabo de los cuales se añaden 10 ml de ácido oxálico al 10 %; se agita y transcurridos 2 minutos se adicionan 4 ml de la solución de ácido amino-naftol-sulfónico. El volumen se completa a 125 ml con agua destilada, y se esperan 15 minutos para obtener una coloración estable y poder efectuar las lecturas a 610 nm.

Paralelamente se realiza un blanco y previamente se habrá construido la curva de calibrado, utilizando concentraciones crecientes y conocidas de sílice.

Los resultados se expresan como mg de SiO_2 por litro.

g) ORTOFOSFATOS.- Se efectuó una determinación semicuantitativa, basada en la reacción de color de los isopoliácidos, formados a partir de molibdato amónico en solución ácida, con ortofosfato, resultando heteropoliácidos. La solución amarilla del complejo fosfomolibdica que se obtiene, en primer lugar se transforma, por reducción, en solución azul de fosfomolibdeno. (46)

En cuanto a la técnica y reactivos se utilizó Aquamerck. (48). Los resultados se expresan en mg de PO_4^{E} por litro.

6º) CATIONES.-

a) CALCIO.- Fundamento: Ver apartado 2.3.2.2., 3º, Dureza Total, pagina 61.

Reactivos: (a) Solución 0.1 M de complexona III; 37.225 g de la sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético en 100 ml. (b) Solución de hidróxido sódico al 10 %. (c) Indicador de murexida sólido, compuesto por una mezcla homogénea de 0.1 g de murexida y 10 g de cloruro sódico desecado. La murexida (sal amónica del ácido purpúrico) por debajo de pH = 9 posee color rojo, mientras que a pH superiores toma color azul-violeta. (38, 35, 40, 20)

Técnica: A 100 ml del agua problema se le añaden 10 ml de NaOH al 10 %, para obtener un pH aproximado de 12-13; seguidamente se adiciona una punta de espátula de indicador murexida y se valora con complexona 0.1 M, hasta viraje de rojo-burdeos a azul-violáceo.

Los resultados se expresan en mg de Ca^{++} por litro.

b) MAGNESIO.- El magnesio se determina por diferencia entre los ml de complexona 0.1 M gastados para la dureza total, y los ml consumidos en la valoración complexométrica del calcio. (35, 38)

Los resultados se expresan en mg de Mg^{++} por litro.

c) LITIO.- Se realizó la determinación mediante espectrofotometría de llama.

Fundamento: Cuando los átomos de un elemento son excitados por una llama, emiten radiaciones de una longitud de onda determinada, cuya intensidad puede ser medida por fotometría. (8, 41, 39, 50, 51).

Las determinaciones se han realizado en un AAS Unicam, modelo SP-90-A, llama aire-acetileno, rendija de 0.20 mm y gain 9.

El filtro es el correspondiente al litio, cuya raya roja intensa característica aparece a los 671 nm.

Soluciones patrón: (a) Solución madre: Se pesan exactamente 0.0305 g de cloruro de litio puro (Merck), previamente desecado y se disuelven en 50 ml de agua destilada-desionizada. Esta solución contiene 100 ppm de litio. (b) Soluciones de trabajo: Se preparan a partir de la solución madre de modo que contengan 0.2, 0.5, 1.0, y 2 ppm.

El pH de las soluciones patrones y problema, debe hallarse comprendido entre 2 y 3.5. Para ello, se acidulan con ácido acético o ácido clorhídrico 0.01 N.

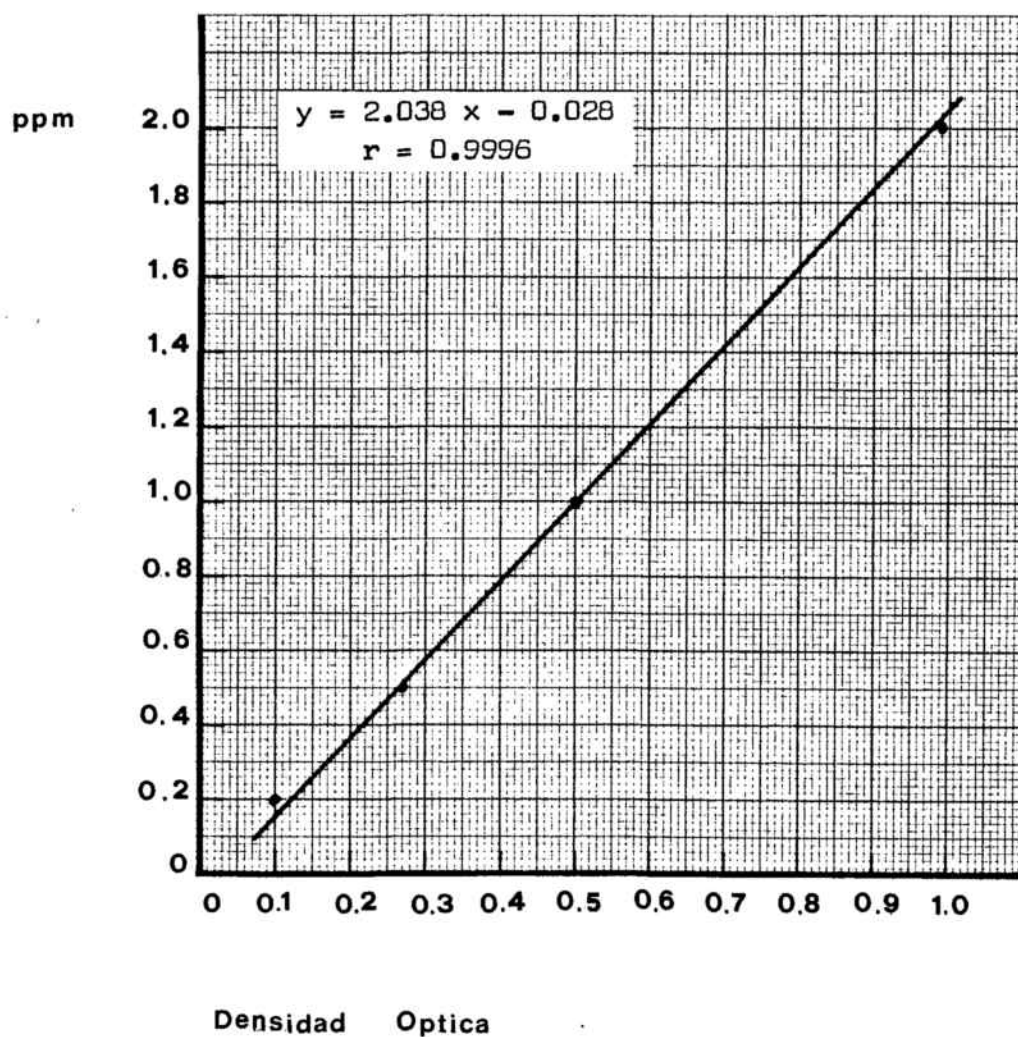
Técnica: Después de unos 30 minutos de calentamiento y estabilización del espectrofotómetro, se ajusta el cero pulverizando agua destilada-desionizada y seguidamente se pulveriza la solución patrón de mayor concentración, ajustándolo al máximo de absorbancia.

Las curvas de calibrado (Figura 3) se construyen midiendo las absorbancias para cada solución patrón preparada, después de agitarlas vigorosamente.

Seguidamente se aspira la muestra, la cual no requiere preparación alguna, únicamente en caso de no poder efectuar la lectura.

FIGURA 3

<u>ppm de Litio</u>		<u>Densidad Optica</u>
0.2	.....	0.10
0.5	.....	0.27
1.0	.....	0.51
2.0	.....	0.99



tura por ser más concentrada que el patrón mayor, se diluirá convenientemente con agua destilada-desionizada.

Los resultados se expresan en mg de Li^+ por litro.

d) SODIO.- Se realizó la determinación mediante espectrofotometría de llama. Su fundamento es el mismo que el indicado para el litio.

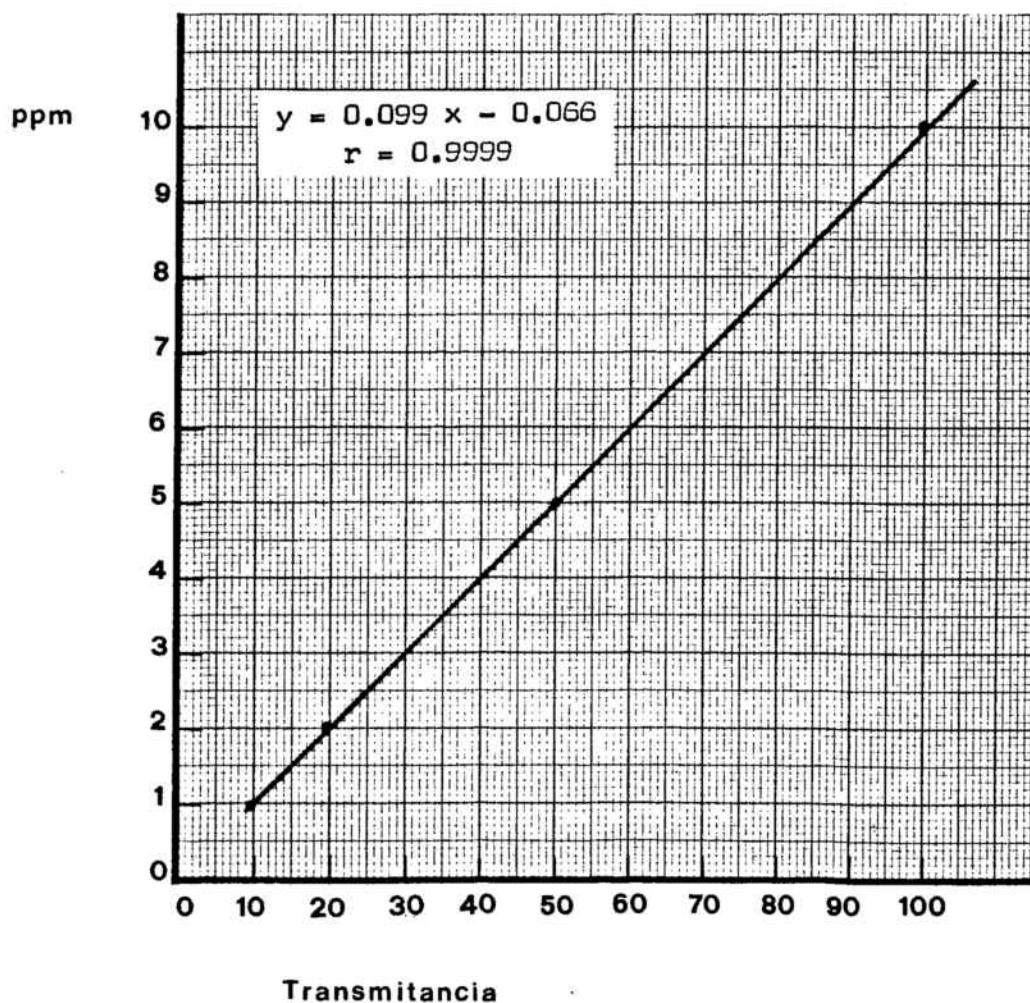
Las determinaciones se han realizado en un fotómetro de llama ZEISS, modelo PF 5.

Las condiciones de trabajo han sido: (a) Filtro de sodio a la longitud de onda correspondientes, comprendida entre 585 y 589 nm. (b) Flujo de aire 1 kg/cm^2 . (c) Flujo de combustible (acetileno) 140 mm V.S.

Soluciones patrón: (a) Solución madre: Se pesan exactamente 0.6353 g de cloruro sódico puro (Merck), previamente desecado y se disuelven en unos 20 ml de agua destilada-desionizada, completando el volumen hasta 50 ml en matraz aforado. Esta solución contiene 5000 ppm de sodio. (b) Solución intermedia: Se toman 5 ml de la solución madre y se llevan a 500 ml. Esta solución contiene 50 ppm. (c) Soluciones de trabajo: Se preparan a partir de la solución intermedia, de modo que contengan 1.0, 2.0, 5.0 y 10.0 ppm.

F I G U R A 4

<u>ppm de Sodio</u>	<u>% de Transmitancia</u>
1.0	9.5
2.0	19.2
5.0	50.2
10.0	100.0



Técnica: La técnica y procedimiento seguido para la obtención de la curva de calibrado (Figura 4) y concentración de las muestras, es idéntica a la referida para el litio; únicamente cabe considerar que para el sodio y el potasio se trabajó con transmitancias.

Los resultados se expresan en mg de Na^+ por litro.

e) POTASIO.- Se realizó su determinación mediante espectrofotometría de llama. Su fundamento es el mismo que el indicado para el litio.

Las determinaciones se han realizado en el mismo aparato que el sodio, en igualdad de condiciones de trabajo, exceptuando el filtro, que es el correspondiente al potasio, a la longitud de onda 765 - 768 nm.

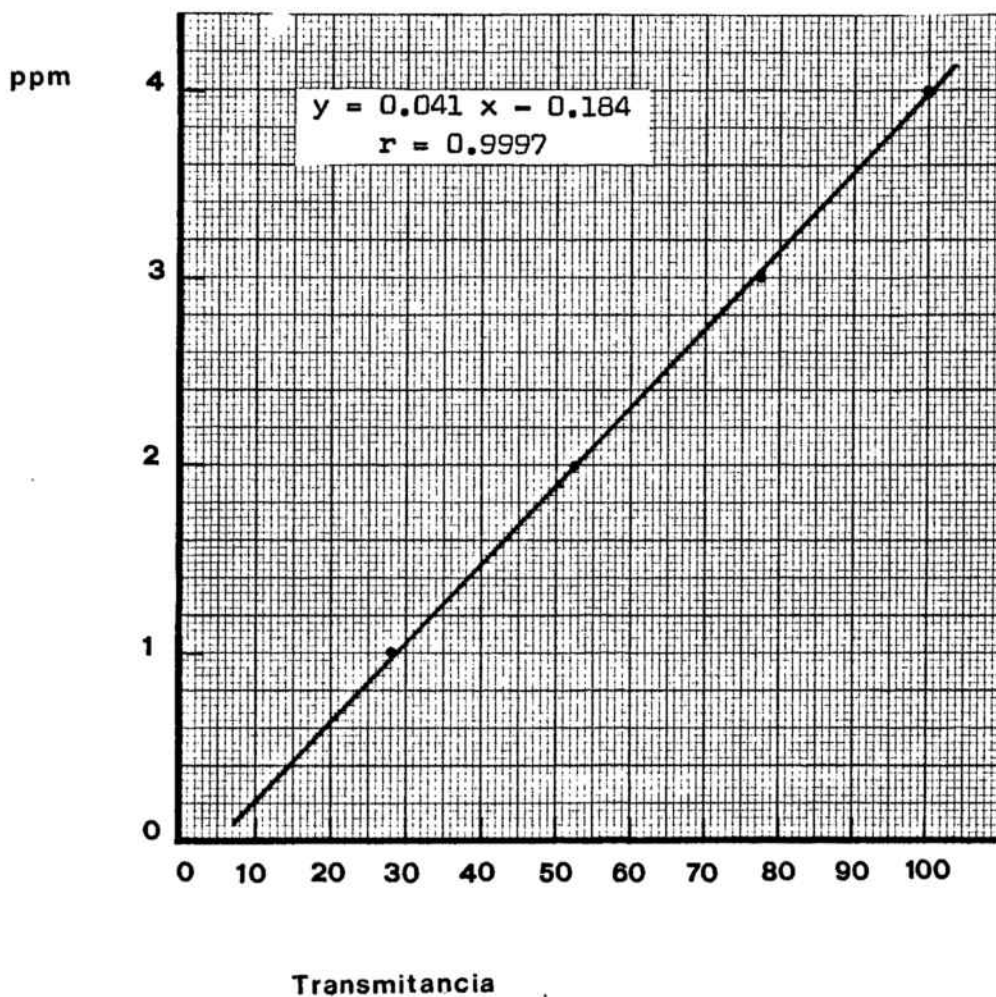
Soluciones patrón: (a) Solución madre: Se pesan exactamente 0.4755 g de cloruro potásico puro (Merck), previamente desecado, y se disuelven en agua destilada-desionizada hasta un volumen total de 50 ml. Esta solución contiene 5000 ppm de potasio.

(b) Solución intermedia: Se toman 2 ml de la solución madre y se llevan a 500 ml. Esta solución contiene 20 ppm de potasio.

(c) Soluciones de trabajo: Se preparan a partir de la solución in-

FIGURA 5

<u>ppm de Potasio</u>		<u>% de Transmitancia</u>
1.0	.....	28.2
2.0	.....	52.5
3.0	.....	77.5
4.0	.....	100.0



termedia, de modo que contengan 1.0, 3.0, 4.0 y 5.0 ppm.

(d) Solución de 250 ppm de sodio: Se pesan exactamente 0.6355 g de cloruro sódico puro, previamente desecado y se disuelven en agua destilada-desionizada hasta un volumen total de 1000 ml.

Técnica: En primer lugar tanto a las soluciones patrón como a las muestras problema, se les añadió una solución que contenía 250 ppm de sodio, para evitar las interferencias de este último.

El procedimiento seguido para la obtención de la curva de calibrado (Figura 5) y concentración de las muestras, es idéntica a la referida para el litio; únicamente cabe considerar que para el sodio y el potasio se trabajó con transmitancias.

Los resultados se expresan en mg de K^+ por litro.

f) HIERRO.- Determinación cualitativa por colorimetría. Su fundamento se basa en la coloración roja que toma el hierro con la 2, 2'-bipiridina.

En cuanto a la técnica y reactivos, se utilizó Aquamerck (54).

g) MANGANESO Y ZINC.- Ambos cationes se determinaron cualitativamente, mediante los Merckoquant Test.

7º) INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA.-

a) AMONIACO.- Se determinó por el método de Nesslerización directa.

Fundamento: Esencialmente la nesslerización es la reacción entre el reactivo de Nessler y el amoníaco, originándose un complejo amarillo, mas o menos intenso según la cantidad de amoníaco presente. El color se debe a la formación de un complejo coloreado de yodoamido de oxidimercurilo, por reacción entre el yodo-mercuriato potásico en medio alcalino, con las sales de amonio existentes en el agua. (19, 1, 6, 5, 38, 46)

Reactivos: (a) Reactivo Nessler: Disolución alcalina de yodo-mercuriato potásico; 10 g de yoduro mercúrico se llevan a 50 ml, a los que se añaden previo calentamiento, 5 g de yoduro potásico disueltos en 10 ml de agua y finalmente, 20 g de hidróxido sódico disueltos en 40 ml. Se deja reposar varios días y se decanta el líquido.

Técnica: A 50 ml del agua problema colocados en tubo

Nessler, se le adiciona 1 ml de reactivo Nessler. Si existe amoníaco, se produce una coloración amarilla. Paralelamente se realiza un blanco y un patrón, es decir, agua adicionada de una gota de amoníaco diluido.

Los resultados se expresan en mg de NH_4^+ por litro.

b) NITRITOS.- Ver capítulo 2.3.1.2., apartado tercero, página 58.

c) NITRATOS.- Se determinaron por el método del ácido fenoldisulfónico. Su fundamento es colorimétrico, basado en nitrar el fenol, transformándolo en derivados nitrados del ácido fenoldisulfónico. Se compara el color, con el obtenido a partir de un patrón de nitrato potásico. (20, 35, 38)

Reactivos: (a) Acido fenoldisulfónico; 15 g de fenol se disuelven en 185 g de ácido sulfúrico puro concentrado (Merck). Es preciso conservarlo en frascos de color topacio provistos de tapón esmerilado. (b) Solución patrón de nitrato potásico: 0.1635 g de nitrato potásico desecado en 1000 ml de agua destilada. (c) Solución de amoníaco al 10 %.

Técnica: 10 ml del agua problema se evaporan a sequedad

en cápsula de porcelana. Una vez frío el residuo, se añaden 10 gotas del reactivo fenoldisulfónico, agitando de modo que bañe todo el contenido de la cápsula. Se esperan de 5 a 10 minutos y se diluye algo en agua destilada.

La determinación cuantitativa se realiza comparando la coloración amarilla, con las producidas en una serie de tubos Nessler en los cuales se han puesto cantidades crecientes de la solución patrón de nitrato potásico.

Los resultados se expresan en mg de NO_3^- por litro.

d) MATERIA ORGANICA.- La base del método radica en la oxidación de la materia orgánica por el permanganato potásico, bajo condiciones establecidas. (9, 19, 35, 60)

La reducción del permanganato puede efectuarse en medio ácido, la que se realiza normalmente, o en medio alcalino, que se utiliza cuando el agua contiene grandes cantidades de cloruros.

Técnica: Para la determinación en medio ácido se precisan los siguientes reactivos: (a) Disolución de permanganato potásico 0.01 N, preparada al momento, a partir de solución de permanganato potásico 0.1 N, que es más estable. (b) Disolución de ácido oxálico 0.01 N, preparada de igual forma que la anterior. (c) Aciu

do sulfúrico diluido 1:3.

La operación comienza con la valoración del permanganato: En un erlenmeyer de unos 300 ml de capacidad, con campanita de vidrio, se ponen 100 ml de agua destilada, se añaden 5 ml de ácido sulfúrico y 4 ó 5 del permanganato que se va a valorar. Se hierve el líquido unos 10 minutos, suficientes para destruir toda la materia orgánica que el agua y el recipiente pudieran contener.

Desde una bureta se añade al líquido caliente, gota a gota, la solución de oxálico hasta que desaparezca el tinte rosado. Entonces, del mismo oxálico se ponen 10 ml bien medidos y seguidamente se vierte la solución de permanganato desde otra bureta hasta persistencia del tinte rosa. Del volumen de permanganato gastado se calcula su factor.

Operación con el agua problema: Se vierte el líquido del erlenmeyer y sin lavarlo, sino solo bien escurrido, cuidando de que no caiga la campanita, se ponen en él 100 ml del agua que se analiza; se añaden 5 ml del ácido sulfúrico y tanto permanganato como se haya consumido en su valoración. Se hace hervir el líquido y se cuentan 10 minutos justos desde que la ebullición comienza. Seguidamente se añaden 10 ml de oxálico, con lo que el líquido debe quedar incoloro, y se valora ahora el exceso de oxálico con el per

manganato añadido de nuevo hasta tinte rosado.

El resultado se expresa en mg de oxígeno por litro.

2.3.2.3.- DETERMINACIONES BACTERIOLOGICAS

En principio, el material de vidrio debe esterilizarse en el horno Pasteur a 180° C durante dos horas; todo él debe hallarse bien envuelto en papel de manila, controlandose su esterilización.

Los medios de cultivo que hayan de emplearse, se esterilizarán en el autoclave, para lo cual bastará con 20 minutos a 120° C. (21, 23, 14, 4, 20, 41, 52, 53, 55)

1º) RECUENTO TOTAL DE GERMENES.- Se denomina número total de gérmenes, al número de colonias visibles, que se desarrolla en un tiempo determinado a partir de las bacterias existentes en 1 ml de agua a examinar, en cultivos de placas, con medios de cultivo enriquecidos con sustancias nutritivas, a una temperatura de incubación determinada.

Reactivos: (a) Solución de cloruro sódico al 0.9 %.

(b) Medio de cultivo formado por triptona, glucosa y agar (Oxoid).

Técnica: Se utilizan placas de Petri estériles. Dos de ellas reciben cada una 1 ml del agua a analizar. Otras dos 1 ml de agua diluida 1/100. Luego se añade el medio de cultivo fundido, aún líquido, y enfriado a 45° C como mínimo y se mezcla con el agua. Después de incubar 24 horas, se cuentan las colonias desarrolladas con ayuda de una lupa:

Los resultados se expresan en número de colonias por ml.

2ª) DETERMINACION DE COLIFORMES (NMP).- Se entiende por coliformes aquellos gérmenes en los que se tiene en cuenta la propiedad bioquímica de fermentar la lactosa, con desprendimiento de gas y producción de ácido.

Reactivos: (a) Solución de cloruro sódico al 0.9 %.

(b) Medio de cultivo McConkey (Oxoid), preparado a doble concentración.

Prueba de presunción: Se realizan tres series de tubos, a los que se añaden respectivamente 10, 1 y 0.1 ml del agua problema. Se incuba a 37° C durante 48 horas.

El resultado se expresa como número de coliformes por 100 ml.

RESULTADOS

FUENTE DEL BATAN

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora Sabor: insípida Color: incolora Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 14°C pH = 7.79</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 392.0 mg/l Dureza total: 24 cg CO₃Ca/l Alcalinidad total: 175.1 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS	INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA	
<p>Alcalinidad frente: a) Fenolftaleína: ácida b) Anaranjado de metilo: alcalina Sulfuro de hidrógeno: negativo Cloruros y carbonatos: positivo Sulfatos y carbonatos: positivo Calcio: positivo Magnesio: positivo</p>	<p>Amoniaco: negativo Nitritos: negativo Nitratos: 3.0 mg NO₃⁻/l Materia orgánica: 0.7339 mg O₂/l</p>	

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg/l
CO_3H^-	213.6708	Ca^{++}	80.08
$\text{SO}_4^{=}$	67.321	Mg^{++}	9.722
Cl^-	7.0972	Li^+	1.133
NO_3^-	3.0	Na^+	4.135
F^-	0.1585	K^{+-}	1.125
BO_3^{\equiv}	0.1492		
$\text{SiO}_3^{=}$	1.7095		
PO_4^{\equiv}	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	80.08	3.9959
Magnesio	9.722	0.7997
Litio	1.133	0.1632
Sodio	4.135	0.1799
Potasio	1.125	0.0287
	<u>96.195</u>	<u>5.1674</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	213.6708	3.5022
Sulfatos	67.321	1.4019
Cloruros	7.0972	0.2002
Nitratos	3.0	0.0483
Fluoruros	0.1585	0.0083
Silicatos	1.7095	0.0449
Boratos	0.1492	0.0076
	<u>293.1062</u>	<u>5.2134</u>

mg de cationes	96.195	meq cationes	5.1674
mg de aniones	293.1062	meq aniones	5.2134
Residuo teórico	389.30	ERROR	0.44 %
Residuo hallado	392.0		
ERROR	0.68 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	283.85
Sulfato cálcico	33.60
Sulfato magnésico	48.12
Sulfato potásico	2.50
Sulfato sódico	5.66
Cloruro de litio	6.91
Cloruro sódico	2.16
Fluoruro sódico	0.34
Nitrato sódico	4.10
Silicato sódico	0.39
Sílice	1.15
Acido bórico	0.15

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 16 colonias por ml.

Colimetría: Negativo.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se ne-
cesite el uso de un agua:

- Fría.
- Algo dura.
- De mineralización débil.
- Bicarbonatada, cálcica.
- Litínica.

FUENTE DE LOS CAÑOS

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora Sabor: insípida Color: incolora Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 16°C pH = 7.68</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 360.0 mg/l Dureza total: 21 eq CO₃Ca/l Alcalinidad total: 180.0 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA
<p>Alcalinidad frente: a) Fenolftaleína: ácida b) Anaranjado de metilo: alcalina Sulfuro de hidrógeno: negativo Cloruros y carbonatos: positivo Sulfatos y carbonatos: positivo Calcio: positivo Magnesio: positivo</p>		<p>Amoníaco: negativo Nitritos: negativo Nitratos: 3.0 mg NO₃⁻/l Materia orgánica: 0.6605 mg O₂/l</p>

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg/l
CO_3H^-	219.606	Ca^{++}	80.08
$\text{SO}_4^=$	33.5659	Mg^{++}	2.4305
Cl^-	8.8563	Li^+	1.256
NO_3^-	3.0	Na^+	5.306
F^-	0.2311	K^+	1.395
$\text{BO}_3^=$	0.2180		
$\text{SiO}_3^=$	1.7095		
$\text{PO}_4^=$	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	80.08	3.9959
Magnesio	2.4305	0.1999
Litio	1.256	0.1810
Sodio	5.306	0.2308
Potasio	1.395	0.0356
	<u>90.4675</u>	<u>4.6432</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	219.606	3.5994
Sulfatos	33.5659	0.6990
Cloruros	8.8563	0.2498
Nitratos	3.0	0.0483
Fluoruros	0.2311	0.0121
Silicatos	1.7095	0.0449
Boratos	0.2180	0.0111
	<u>267.1868</u>	<u>4.6646</u>

mg de cationes	90.4675	meq cationes	4.6432
mg de aniones	267.1868	meq aniones	4.6646
Residuo teórico	357.65	ERROR	0.22 %
Residuo hallado	360.0		
ERROR	0.65 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	291.73
Sulfato cálcico	26.98
Sulfato magnésico	12.02
Sulfato potásico	3.10
Sulfato sódico	4.75
Cloruro de litio	7.67
Cloruro sódico	4.02
Fluoruro sódico	0.50
Nitrato sódico	4.10
Silicato sódico	2.11
Sílice	0.30
Acido bórico	0.22

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Recuento total de gérmenes: 5 colonias por ml.
 Colimetría: 2 coliformes en 100 ml.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-medical de aplicación en todos aquellos procesos en los que se necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Algo dura.
- De mineralización débil.
- Bicarbonatada, cálcica.
- Litínica.

FUENTE DEL DIABLO

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora</p> <p>Sabor: insípida</p> <p>Color: incolora</p> <p>Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 15°C</p> <p>pH = 7.68</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 701.0 mg/l</p> <p>Dureza total: 37 cg CO₃Ca/l</p> <p>Alcalinidad total: 335.6 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS	INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLÓGICA	
<p>Alcalinidad e) Fenolftaleína: ácida</p> <p>frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina</p> <p>Sulfuro de hidrógeno: negativo</p> <p>Cloruros y carbonatos: positivo</p> <p>Sulfatos y carbonatos: positivo</p> <p>Calcio: positivo</p> <p>Magnesio: positivo</p>	<p>Amoniaco: negativo</p> <p>Nitritos: negativo</p> <p>Nitratos: 3.0 mg NO₃⁻/l</p> <p>Materia orgánica: 0.6708 mg O₂/l</p>	

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg/l
CO_3H^-	409.5357	Ca^{++}	104.104
$\text{SO}_4^{=}$	73.288	Mg^{++}	26.735
Cl^-	33.6663	Li^+	1.378
NO_3^-	3.0	Na^+	34.551
F^-	0.3632	K^+	7.820
BO_3^{\equiv}	0.3672		
SiO_3^{\equiv}	2.2793		
PO_4^{\equiv}	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	104.104	5.1947
Magnesio	26.735	2.1993
Litio	1.378	0.1985
Sodio	34.551	1.5035
Potasio	7.820	0.1999
	174.588	9.2959
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	409.5357	6.7125
Sulfatos	73.288	1.5261
Cloruros	33.6663	0.9496
Nitratos	3.0	0.0483
Fluoruros	0.3632	0.0191
Silicatos	2.2793	0.0599
Boratos	0.3672	0.0187
	522.4997	9.3342

mg de cationes	174.588	meq cationes	9.2959
mg de aniones	522.4997	meq aniones	9.3342
Residuo teórico	697.08	ERROR	0.20 %
Residuo hallado	701.0		
ERROR	0.55 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	421.03
Bicarbonato magnésico	111.05
Sulfato magnésico	41.01
Sulfato potásico	17.41
Sulfato sódico	45.78
Cloruro de litio	0.19
Cloruro sódico	43.89
Fluoruro sódico	0.80
Nitrato sódico	4.10
Silicato sódico	2.45
Sílice	0.58
Acido bórico	0.38

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 42 colonias por ml.
 Colimetría: 5 coliformes en 100 ml.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dura.
- De mineralización media.
- Bicarbonato, cálcico-magnésica, sulfatada-sódica.
- Litínica.

FUENTE DE LA FONSECA

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora</p> <p>Sabor: insípida</p> <p>Color: incolora</p> <p>Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 14°C</p> <p>pH = 7.74</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 594.0 mg/l</p> <p>Dureza total: 35 eg CO₃Ca/l</p> <p>Alcalinidad total: 150.8 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS	INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA	
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleína: ácida</p> <p>frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina</p> <p>Sulfuro de hidrógeno: negativo</p> <p>Cloruros y carbonatos: positivo</p> <p>Sulfatos y carbonatos: positivo</p> <p>Calcio: positivo</p> <p>Magnesio: positivo</p>	<p>Amoniaco: negativo</p> <p>Nitritos: negativo</p> <p>Nitratos: 5.0 mg de NO₃⁻/l</p> <p>Materia orgánica: 0.7766 mg O₂/l</p>	

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg/l
CO_3H^-	183.9943	Ca^{++}	136.136
$\text{SO}_4^{=}$	202.087	Mg^{++}	2.4305
Cl^-	30.0873	Li^+	1.40
NO_3^-	5.0	Na^+	16.936
F^-	0.2225	K^+	8.755
BO_3^{\equiv}	0.3672		
$\text{SiO}_3^{=}$	1.8994		
PO_4^{\equiv}	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	136.136	6.7931
Magnesio	2.4305	0.1999
Litio	1.40	0.2017
Sodio	16.936	0.7369
Potasio	8.755	0.2239
	<u>165.6575</u>	<u>8.1555</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	183.9943	3.0158
Sulfatos	202.087	4.2083
Cloruros	30.0873	0.8487
Nitratos	5.0	0.0806
Fluoruros	0.2225	0.0117
Silicatos	1.8994	0.0499
Boratos	0.3672	0.0187
	<u>423.6577</u>	<u>8.2337</u>

mg de cationes	165.5675	meq cationes	8.1555
mg de aniones	423.6577	meq aniones	8.2337
Residuo teórico	589.31	ERROR	0.47 %
Residuo hallado	594.0		
ERROR	0.78 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	211.88
Bicarbonato magnésico	14.62
Bicarbonato de litio	13.70
Sulfato potásico	19.50
Sulfato cálcico	271.21
Cloruro cálcico	10.79
Cloruro sódico	38.23
Nitrato sódico	6.85
Fluoruro sódico	0.08
Sílice	1.49
Acido bórico	0.38

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 8 colonias por ml.
 Colimetría: 4 coliformes por 100 ml.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dura.
- De mineralización media.
- Sulfatada-bicarbonatada, cálcica-clorurada, sódica.
- Litínica.

FUENTE DE LA FUEN-BLANCA

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora</p> <p>Sabor: insípida</p> <p>Color: incolora</p> <p>Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 14^oC</p> <p>pH = 7.75</p>	<p>Residuo fijo a 110^oC: 329.0 mg/l</p> <p>Dureza total: 18 cg CO₃Ca/l</p> <p>Alcalinidad total: 162.9 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleina: ácida frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina</p> <p>Sulfuro de hidrógeno: negativo</p> <p>Cloruros y carbonatos: positivo</p> <p>Sulfatos y carbonatos: positivo</p> <p>Calcio: positivo</p> <p>Magnesio: positivo</p>		<p>Amoniaco: negativo</p> <p>Nitritos: negativo</p> <p>Nitratos: 4.0 mg NO₃⁻/l</p> <p>Materia orgánica: 0.5217 mg O₂/l</p>

ANIONES mg/1		CATIONES mg /1	
CO_3H^-	198.8325	Ca^{++}	62.062
$\text{SO}_4^=$	8.065	Mg^{++}	6.0762
Cl^-	28.3282	Li^\dagger	0.767
NO_3^-	4.0	Na^\dagger	14.555
F^-	negativo	K^\dagger	1.154
$\text{BO}_3^=$	0.8034		
$\text{SiO}_3^=$	2.2793		
$\text{PO}_4^=$	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/1	meq/1
Calcio	62.062	3.0968
Magnesio	6.0762	0.4998
Litio	0.767	0.1105
Sodio	14.555	0.6333
Potasio	1.154	0.0295
	<u>84.6142</u>	<u>4.3699</u>
ANIONES	mg/1	meq/1
Bicarbonatos	198.8325	3.2590
Sulfatos	8.065	0.1679
Cloruros	28.3282	0.7991
Nitratos	4.0	0.0645
Fluoruros	-	-
Silicatos	2.2793	0.0599
Boratos	0.8034	0.0409
	<u>242.3084</u>	<u>4.3913</u>

mg de cationes	84.6142	meq cationes	4.3699
mg de aniones	<u>242.3084</u>	meq aniones	4.3913
Residuo teórico	326.92	ERROR	0.42 %
Residuo hallado	329.0		
ERROR	0.63 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	237.24
Bicarbonato magnésico	24.28
Sulfato magnésico	10.10
Cloruro de litio	4.68
Cloruro cálcico	9.41
Cloruro sódico	30.32
Nitrato potásico	2.98
Nitrato sódico	2.97
Silicato sódico	3.65
Borato sódico	0.83
Acido bórico	0.44

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 4 colonias por ml.

Colimetría: 2 coliformes en 100 ml.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dureza tipo medio.
- De mineralización débil.
- Bicarbonatada-cálcica, clorurado-sódica, lítica.

FUENTE DEL HOCINO

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora</p> <p>Sabor: insípida</p> <p>Color: incolora</p> <p>Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 14^oC</p> <p>pH = 7.7</p>	<p>Residuo fijo a 110^oC: 344.0 mg/l</p> <p>Dureza total: 20.5 cg CO₃Ca/l</p> <p>Alcalinidad total: 155.6 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS	INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLÓGICA	
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleína: ácida</p> <p>frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina</p> <p>Sulfuro de hidrógeno: negativo</p> <p>Cloruros y carbonatos: positivo</p> <p>Sulfatos y carbonatos: positivo</p> <p>Calcio: positivo</p> <p>Magnesio: positivo</p>	<p>Amoníaco: negativo</p> <p>Nitritos: negativo</p> <p>Nitratos: 2.0 mg NO₃⁻/l</p> <p>Materia orgánica: 0.7826 mg O₂/l</p>	

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg /l
CO_3H^-	189.9296	Ca^{++}	64.064
$\text{SO}_4^{=}$	51.478	Mg^{++}	10.9372
Cl^-	10.6155	Li^+	0.787
NO_3^-	2.0	Na^+	6.963
F^-	0.2225	K^+	1.886
BO_3^{\equiv}	0.1836		
$\text{SiO}_3^{=}$	1.8994		
PO_4^{\equiv}	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	64.064	3.1968
Magnesio	10.9372	0.8997
Litio	0.787	0.1134
Sodio	6.963	0.3030
Potasio	1.886	0.0482
	<u>84.6372</u>	<u>4.5611</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	189.9296	3.1130
Sulfatos	51.478	1.0720
Cloruros	10.6155	0.2994
Nitratos	2.0	0.0322
Fluoruros	0.2225	0.0117
Silicatos	1.8994	0.0499
Boratos	0.1836	0.0093
	<u>256.3286</u>	<u>4.5875</u>

mg de cationes	84.6372	meq cationes	4.5611
mg de aniones	<u>256.3286</u>	meq aniones	4.5875
Residuo teórico	340.96	ERROR	0.28 %
Residuo hallado	344.0		
ERROR	0.88 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	252.33
Sulfato magnésico	54.15
Sulfato potásico	4.19
Sulfato cálcico	5.70
Sulfato sódico	2.86
Cloruro de litio	4.80
Cloruro sódico	10.87
Nitrato sódico	2.73
Fluoruro sódico	0.49
Silicato sódico	2.00
Sílice	0.51
Acido bórico	0.19

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Recuento total de gérmenes: 2 colonias por ml
 Colimetría: Negativo

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dureza de tipo medio.
- De mineralización débil.
- Bicarbonatada cálcico-lítica.

FUENTE DEL MAS BLANCO

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora</p> <p>Sabor: insípida</p> <p>Color: incolora</p> <p>Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 13°C</p> <p>pH = 7.5</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 341.0 mg/l</p> <p>Dureza total: 20 cg CO₃Ca/l</p> <p>Alcalinidad total: 148.3 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleína: ácida frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina</p> <p>Sulfuro de hidrógeno: negativo</p> <p>Cloruros y carbonatos: positivo</p> <p>Sulfatos y carbonatos: positivo</p> <p>Calcio: positivo</p> <p>Magnesio: positivo</p>		<p>Amoniaco: negativo</p> <p>Nitritos: negativo</p> <p>Nitratos: 3.0 mg NO₃⁻/l</p> <p>Materia orgánica: 0.5185 mg O₂/l</p>

ANIONES mg/1		CATIONES mg/1	
CO_3H^-	181.0266	Ca^{++}	54.054
$\text{SO}_4^{=}$	58.679	Mg^{++}	15.7982
Cl^-	10.6155	Li^+	1.419
NO_3^-	3.0	Na^+	7.826
F^-	0.3771	K^+	3.516
$\text{BO}_3^{=}$	0.8608		
$\text{SiO}_3^{=}$	1.7095		
$\text{PO}_4^{=}$	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/1	meq/1
Calcio	54.054	2.6972
Magnesio	15.7982	1.2996
Litio	1.419	0.2044
Sodio	7.826	0.3405
Potasio	3.516	0.0899
	<u>82.6132</u>	<u>4.6316</u>
ANIONES	mg/1	meq/1
Bicarbonatos	181.0266	2.9671
Sulfatos	58.679	1.2219
Cloruros	10.6155	0.2994
Nitratos	3.0	0.0483
Fluoruros	0.3771	0.0198
Silicatos	1.7095	0.0499
Boratos	0.8608	0.0439
	<u>256.2685</u>	<u>4.6503</u>

mg de cationes	82.6132	meq cationes	4.6316
mg de aniones	256.2685	meq aniones	4.6503
Residuo teórico	338.88	ERROR	0.20 %
Residuo hallado	341.0		
ERROR	0.62 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	218.60
Bicarbonato magnésico	19.74
Sulfato magnésico	61.96
Sulfato potásico	7.83
Sulfato sódico	7.26
Cloruro de litio	0.20
Cloruro sódico	5.55
Fluoruro sódico	0.83
Nitrato sódico	4.10
Silicato sódico	3.04
Borato sódico	1.07
Acido bórico	0.38

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Recuento total de gérmenes: 3 colonias por ml.

Colimetría: 5 coliformes en 100 ml.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dureza de tipo medio.
- De mineralización débil.
- Bicarbonato-cálcico-magnésica.
- Litínica.

FUENTE DEL MORAL

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora Sabor: inspida Color: incolora Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 16°C pH = 7.65</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 381.0 mg /l Dureza total: 22 cg CO₃Ca/l Alcalinidad total: 150.8 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleina: ácida frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina Sulfuro de hidrógeno: negativo Cloruros y carbonatos: positivo Sulfatos y carbonatos: positivo Calcio: positivo Magnesio: positivo</p>	<p>Amoníaco: negativo Nitritos: negativo Nitratos: 3.0 mg de NO₃⁻/l Materia orgánica: 0.4844 mg O₂/l</p>	

ANIONES mg/l		CATIONES mg/l	
CO_3H^-	183.9943	Ca^{++}	56.056
SO_4^-	85.4274	Mg^{++}	19.444
Cl^-	8.8563	Li^+	1.133
NO_3^-	3.0	Na^+	13.860
F^-	0.4223	K^+	2.248
BO_3^-	0.8034		
SiO_3^-	2.6592		
PO_4^-	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	56.056	2.7971
Magnesio	19.444	1.5995
Litio	1.133	0.1632
Sodio	13.860	0.6031
Potasio	2.248	0.0574
	<u>92.741</u>	<u>5.2203</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	183.9943	3.0158
Sulfatos	85.4274	1.7789
Cloruros	8.8563	0.2498
Nitratos	3.0	0.0483
Fluoruros	0.4223	0.0222
Silicatos	2.6592	0.0699
Boratos	0.8034	0.0409
	<u>285.1629</u>	<u>5.2258</u>

mg de cationes	92.741	meq cationes	5.2203
mg de aniones	<u>285.1629</u>	meq aniones	5.2258
Residuo teórico	377.90	ERROR	0.052 %
Residuo hallado	381.0		
ERROR	0.81 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	226.70
Bicarbonato de litio	11.08
Bicarbonato magnésico	4.06
Sulfato magnésico	92.91
Sulfato potásico	5.00
Sulfato sódico	12.60
Cloruro sódico	14.59
Fluoruro sódico	0.93
Nitrato sódico	4.10
Silicato sódico	4.26
Borato sódico	1.50
Acido bórico	0.11

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 10 colonias por ml.
 Colimetría: Negativo.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Algo dura.
- De mineralización débil.
- Bicarbonato-cálcico-magnésica.
- Litfónica.

FUENTE DEL P00

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora Sabor: insípida Color: incolora Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 12^oC pH = 7.7</p>	<p>Residuo fijo a 110^oC: 580 mg/l Dureza total: 37 cg CO₃Ca/l Alcalinidad total: 119.1 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLOGICA
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleina: ácida frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina Sulfuro de hidrógeno: negativo Cloruros y carbonatos: positivo Sulfatos y carbonatos: positivo Calcio: positivo Magnesio: positivo</p>		<p>Amoniaco: negativo Nitritos: negativo Nitratos: 3.0 mg NO₃⁻ / l Materia orgánica: 0.8712 mg O₂/l</p>

ANIONES	mg/1	CATIONES	mg/1
CO_3H^-	145.4148	Ca^{++}	124.124
$\text{SO}_4^{=}$	254.340	Mg^{++}	14.583
Cl^-	15.9535	Li^+	0.950
NO_3^-	3.0	Na^+	15.696
F^-	0.4223	K^+	1.998
BO_3^{\equiv}	0.1492		
$\text{SiO}_3^{=}$	1.7095		
PO_4^{\equiv}	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/1	meq/1
Calcio	124.124	6.1937
Magnesio	14.583	1.1996
Litio	0.950	0.1369
Sodio	15.696	0.6830
Potasio	1.998	0.0510
	<u>157.351</u>	<u>8.2642</u>

ANIONES	mg/1	meq/1
Bicarbonatos	145.4148	2.3834
Sulfatos	254.340	5.2966
Cloruros	15.9535	0.450
Nitratos	3.0	0.0483
Fluoruros	0.4223	0.0222
Silicatos	1.7095	0.0449
Boratos	0.1492	0.0076
	<u>420.9893</u>	<u>8.253</u>

mg de cationes	157.351	meq cationes	8.2642
mg de aniones	420.9893	meq aniones	8.253
Residuo teórico	578.34	ERROR	0.06 %
Residuo hallado	580.0		
ERROR	0.28 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato de litio	9.30
Bicarbonato cálcico	182.09
Sulfato cálcico	268.69
Sulfato potásico	4.44
Sulfato magnésico	72.20
Sulfato sódico	7.01
Nitrato sódico	4.10
Cloruro sódico	26.29
Fluoruro sódico	0.93
Silicato sódico	2.74
Borato sódico	0.32

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Recuento total de gérmenes: 4 colonias por ml.
 Colimetría: Negativo.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dura.
- De mineralización media.
- Sulfatada, bicarbonatada, cálcico-magnésica, lítica.

FUENTE DEL REDON

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora</p> <p>Sabor: insípida</p> <p>Color: incolora</p> <p>Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 13°C</p> <p>pH = 7.7</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 363.0 mg/l</p> <p>Dureza total: 22 cg CO₃Ca/l</p> <p>Alcalinidad total: 162.9 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLÓGICA
<p>Alcalinidad frente: a) Fenolftaleína: ácida b) Anaranjado de metilo: alcalina</p> <p>Sulfuro de hidrógeno: negativo</p> <p>Cloruros y carbonatos: positivo</p> <p>Sulfatos y carbonatos: positivo</p> <p>Calcio: positivo</p> <p>Magnesio: positivo</p>		<p>Amoníaco: negativo</p> <p>Nitritos: negativo</p> <p>Nitratos: negativo</p> <p>Materia orgánica: 0.7036 mg O₂/l</p>

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg/l
CO_3H^-	198.8325	Ca^{++}	56.056
$\text{SO}_4^{=}$	64.6466	Mg^{++}	19.444
Cl^-	9.7662	Li^+	1.195
NO_3^-	negativo	Na^+	6.963
F^-	0.3244	K^+	1.665
BO_3^{\equiv}	0.0505		
$\text{SiO}_3^{=}$	1.7095		
PO_4^{\equiv}	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	56.056	2.7971
Magnesio	19.444	1.5995
Litio	1.195	0.1722
Sodio	6.963	0.3030
Potasio	1.665	0.0425
	<u>85.323</u>	<u>4.9143</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	198.8325	3.2590
Sulfatos	64.6466	1.3462
Cloruros	9.7662	0.2754
Nitratos	-	-
Fluoruros	0.3244	0.0170
Silicatos	1.7095	0.0449
Boratos	0.0505	0.0025
	<u>275.3297</u>	<u>4.9450</u>

mg de cationes	85.323	meq cationes	4.9143
mg de aniones	275.3297	meq aniones	4.9450
Residuo teórico	360.65	ERROR	0.31 %
Residuo hallado	363.0		
ERROR	0.64 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	226.70
Bicarbonato magnésico	21.64
Bicarbonato de litio	11.28
Sulfato magnésico	78.45
Sulfato potásico	3.70
Cloruro de litio	0.25
Cloruro sódico	15.73
Fluoruro sódico	0.71
Silicato sódico	1.01
Sflice	0.84
Acido bórico	0.05

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 13 colonias por ml.

Colimetría: Negativo:

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Algo dura.
- De mineralización débil.
- Bicarbonatada cálcico-magnésica.
- Litínica.

FUENTE DEL RUL

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora</p> <p>Sabor: insípida</p> <p>Color: incolora</p> <p>Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 14°C</p> <p>pH = 7.71</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 319.0 mg/l</p> <p>Dureza total: 19 cg CO₃Ca/l</p> <p>Alcalinidad total: 138.6 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLÓGICA
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleína: ácida frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina</p> <p>Sulfuro de hidrógeno: negativo</p> <p>Cloruros y carbonatos: positivo</p> <p>Sulfatos y carbonatos: positivo</p> <p>Calcio: positivo</p> <p>Magnesio: positivo</p>		<p>Amoniaco: negativo</p> <p>Nitritos: negativo</p> <p>Nitratos: 5.0 mg NO₃⁻/l</p> <p>Materia orgánica: 0.6213 mg O₂/l</p>

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg/l
CO_3H^-	169.156	Ca^{++}	64.064
$\text{SO}_4^{=}$	52.507	Mg^{++}	7.2915
Cl^-	7.0972	Li^+	0.685
NO_3^-	5.0	Na^+	5.445
F^+	0.2311	K^+	2.60
BO_3^{\equiv}	0.0918		
$\text{SiO}_3^{=}$	2.0893		
PO_4^{\equiv}	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	64.064	3.1967
Magnesio	7.2915	0.5998
Litio	0.685	0.0987
Sodio	5.445	0.2369
Potasio	2.60	0.0664
	<u>80.0855</u>	<u>4.1985</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	169.156	2.7725
Sulfatos	52.507	1.0934
Cloruros	7.0972	0.2002
Nitratos	5.0	0.0806
Fluoruros	0.2311	0.0121
Silicatos	2.0893	0.0549
Boratos	0.0918	0.0046
	<u>236.1724</u>	<u>4.2183</u>

mg de cationes	80.0855	meq cationes	4.1985
mg de aniones	<u>236.1724</u>	meq aniones	4.2183
Residuo teórico	316.25	ERROR	0.23 %
Residuo hallado	319.0		
ERROR	0.85 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	224.71
Sulfato cálcico	28.87
Sulfato magnésico	36.09
Sulfato potásico	5.78
Sulfato sódico	0.21
Cloruro de litio	4.18
Cloruro sódico	5.93
Nitrato sódico	6.85
Fluoruro sódico	0.50
Silicato sódico	2.42
Sflice	0.45
Acido bórico	0.09

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 20 colonias por ml.
 Colimetrica: Negativo.

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dureza de tipo medio.
- De mineralización débil.
- Bicarbonato-cálcica-lítica.

FUENTE DEL TAJO

CARACTERES ORGANOLEPTICOS	CARACTERES FISICO-QUIMICOS	ANALISIS QUIMICO
<p>Olor: inodora Sabor: insípida Color: incolora Aspecto: transparente</p>	<p>Temperatura del agua: 7.5°C pH = 7.78</p>	<p>Residuo fijo a 110°C: 262.0 mg/l Dureza total: 15.5 cg CO₃Ca/l Alcalinidad total: 153.2 mg CO₃Ca/l</p>
ENSAYOS PRELIMINARES QUIMICOS		INDICES QUIMICOS DE CONTAMINACION BIOLÓGICA
<p>Alcalinidad a) Fenolftaleína: ácida frente: b) Anaranjado de metilo: alcalina Sulfuro de hidrógeno: negativo Cloruros y carbonatos: positivo Sulfatos y carbonatos: positivo Calcio: positivo Magnesio: positivo</p>		<p>Amoniaco: negativo Nitritos: negativo Nitratos: negativo Materia orgánica: 0.9319 mg O₂/l</p>

ANIONES	mg/l	CATIONES	mg/l
CO_3H^-	186.9619	Ca^{++}	58.058
$\text{SO}_4^=$	6.1313	Mg^{++}	2.4305
Cl^-	3.5182	Li^+	0.787
NO_3^-	negativo	Na^+	1.604
F^-	negativo	K^+	0.472
$\text{BO}_3^=$	0.1147		
$\text{SiO}_3^=$	0.6648		
$\text{PO}_4^=$	negativo		

COMPROBACION DE LOS RESULTADOS

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	58.058	2.8970
Magnesio	2.4305	0.1999
Litio	0.787	0.1134
Sodio	1.604	0.0697
Potasio	0.472	0.0120
	<u>63.3515</u>	<u>3.2920</u>
ANIONES	mg/l	meq/l
Bicarbonatos	186.9619	3.0644
Sulfatos	6.1313	0.1276
Cloruros	3.5182	0.0992
Nitratos	-	-
Fluoruros	-	-
Silicatos	0.6648	0.0174
Boratos	0.1147	0.0058
	<u>197.3909</u>	<u>3.3144</u>

mg de cationes	63.3515	meq cationes	3.292
mg de aniones	197.3909	meq aniones	3.3144
Residuo teórico	260.74	ERROR	0.33 %
Residuo hallado	262.0		
ERROR	0.48 %		

COMPOSICION HIPOTETICA (mg/l)

Bicarbonato cálcico	222.97
Bicarbonato magnésico	14.62
Bicarbonato de litio	7.70
Sulfato potásico	1.04
Sulfato cálcico	7.86
Cloruro cálcico	1.68
Cloruro sódico	4.02
Silicato sódico	0.04
Sílice	0.49
Acido bórico	0.12

RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLOGICO

Recuento total de gérmenes: 1 colonia por ml.

Colimetría: Negativo

CLASIFICACION.-

Por todas sus características puede considerarse minero-
medicinal de aplicación en todos aquellos procesos en los que se
necesite el uso de un agua:

- Fría.
- Dureza de tipo medio.
- De mineralización débil.
- Bicarbonato-cálcica-lítica.

CUADRO COMPARATIVO DE SU RESULTADO ANALITICO

	BATAN	CAÑOS	DIABLO	FONSECA	FUEN-BLANCA	HOCINO	M. BLANCO	MORAL	POO	REDON	RUL	TAJO
Ca ⁺⁺	80.08	80.08	104.10	136.13	62.06	64.06	54.05	56.05	124.12	56.05	64.06	58.05
Mg ⁺⁺	9.72	2.43	26.73	2.43	6.07	10.96	15.79	19.44	14.58	19.44	7.29	2.43
Li ⁺	1.13	1.25	1.37	1.40	0.76	0.78	1.41	1.13	0.95	1.19	0.68	0.78
Na ⁺	4.13	5.30	34.55	16.93	14.55	6.93	7.82	13.86	15.69	6.96	5.44	1.60
K ⁺	1.12	1.39	7.82	8.75	1.15	1.88	3.51	2.24	1.99	1.66	2.60	0.47
CO ₃ H ⁻	213.67	219.60	409.53	183.99	198.83	189.92	181.02	183.99	145.41	198.83	169.15	186.96
SO ₄ ⁻	67.32	33.56	73.28	202.08	8.06	51.47	58.67	85.42	254.34	64.64	52.50	6.13
Cl ⁻	7.09	8.85	33.66	30.08	28.32	10.61	10.61	8.85	15.95	9.76	7.09	3.51
F ⁻	0.15	0.23	0.35	0.22	-	0.22	0.37	0.42	0.42	0.32	0.23	-
NO ₃ ⁻	3.0	3.0	3.0	5.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	-	5.0	-
SiO ₃ ⁻	1.70	1.70	2.27	1.89	2.27	1.89	1.70	2.65	1.70	1.70	2.08	0.66
SO ₃ ⁼	0.14	0.21	0.35	0.36	0.80	0.18	0.86	0.80	0.14	0.05	0.09	0.11
Residuo fijo	392.0	360.0	701.0	594.0	329.0	344.0	341.0	361.0	580.0	363.0	319.0	262.0
Dureza total	24.0	21.0	37.0	35.0	18.0	20.5	20.0	22.0	37.0	22.0	19.0	15.5
Amoniaco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitritos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Orgánica	0.73	0.66	0.67	0.77	0.52	0.78	0.51	0.48	0.87	0.70	0.62	0.93
pH	7.79	7.68	7.68	7.74	7.75	7.7	7.5	7.65	7.7	7.7	7.71	7.78

COMENTARIOS Y

CONCLUSIONES

1ª).- Hemos analizado por primera vez en España, doce manantiales de la cuenca del río Mijares, habiéndose verificado para éllo 432 determinaciones.

2ª).- De los análisis practicados se concluye que son aguas frías, ligeramente alcalinas, de mineralización débil, excepto tres (Diablo, Fonseca y Poo) que son de mineralización media.

3ª).- Hemos hallado cinco aguas de dureza tipo medio (Fuen-blanca, Hocino, Mas Blanco, Rul y Tajo), cuatro algo duras (Batán, Caños, Moral y Redón) y por último tres duras (Diablo, Fonseca y Poo).

4ª).- La relación aniónica en general, nos muestra un predominio de bicarbonatos, siguiendo sulfatos y por último cloruros.

5ª).- Las aguas pertenecientes a las fuentes de la Fonseca y el Poo, poseen una gradación aniónica de sulfatos, bicarbonatos y cloruros, destacando su elevado contenido en sulfatos. La segunda de ellas sobrepasa los límites establecidos para las aguas

potables de manantial, lo cual no excluye su posible empleo como agua minero-medicinal ligeramente purgante.

6ª).- Cabe destacar el predominio de los cloruros sobre los sulfatos en el manantial de la Fuen-blanca.

7ª).- Debido al paso de las aguas por terrenos calcáreos, su contenido en flúor es muy bajo, siendo incluso negativo en dos de las fuentes estudiadas: Fuen-blanca y Tajo.

8ª).- En general, la relación catiónica que predomina, comenzando por el más abundante es: Calcio, magnesio, sodio, litio y potasio.

9ª).- Los valores de calcio hallados, hacen recomendable sus usos tanto desde el punto de vista bromatológico como industrial, excepto en los manantiales de la Fonseca, Diablo y Poo, que son algo calcáreos.

10ª).- En las fuentes de los Caños y Fuen-blanca, el segundo elemento en la relación catiónica lo ocupa el sodio.

11ª).- Es preciso citar que en la fuente del Tajo, la concentración de litio, elemento poco frecuente en las aguas, ocupa el tercer lugar, por encima del sodio y el potasio.

12ª).- La fuente de la Fonseca en relación a su mineralización, destaca por su escaso contenido en magnesio.

13ª).- En lo que se refiere al contenido de materia orgánica y demás índices químicos de contaminación biológica, son todas las aguas de gran pureza, aptas para la bebida.

14ª).- Respecto al punto de vista minero-medicinal, en siete de los doce manantiales, las aguas son litínicas, lo cual les da aplicación terapéutica como diuréticas, disolventes de cálculos renales y biliares y sedantes cerebrales. No obstante las otras cinco, se aproximan al límite establecido, poseyendo por lo tanto también, propiedades líticas.

15ª).- Se ha comprobado que la tradición oral de la región en cuanto a las propiedades diuréticas de las aguas estudiadas, posee fundamento científico debido a su contenido en litio.

16ª).- En resumen hemos encontrado: Un agua bicarbonata
do-cálcica-clorurado-sódica-lítica (Fuen-blanca).

- Un agua sulfato-bicarbonatado-cálcica (Poo).

- Tres aguas bicarbonatadas-cálcico-líticas (Hocino, Rul
y Tajo).

- Siete aguas litínicas (Batán, Caños, Diablo, Fonseca,
Mas Blanco, Moral y Redón).

BIBLIOGRAFIA

- (1) Gaceta de 26 de abril de 1928.
- (2) B.O.E de 8 de noviembre de 1972.
- (3) B.O.E. de 24 de julio de 1973.
- (4) B.O.E. de 29 de marzo de 1975.
- (5) CASARES LOPEZ R.; "Tratado de Bromatología". 4ª Ed., 1968, Editorial Casares, Madrid.
- (6) PLA DALMAU J. Mª.; "La Contaminación Ambiental y el Farmacéutico". Analectas Farmacéutico-Gerundenses, 1973, Vol IV. Editadas por el Colegio Oficial de Farmacéuticos de Gerona.
- (7) "Water Quality Criteria"; National Academy of Sciences and National Academy of Engineering. Editado por Environmental Protection Agency (EPA R3.73 - 033) Marzo, 1973.
- (8) RODIER J.; "l'Analyse Chimique et Physico-chimique de l'eau ". 3ª Ed., 1966, Editorial Dunod.
- (9) SUCKLING E.V.; "The Examination of Waters and Water Supplies" 5ª Ed., 1944; J. and A. Churchill Ltd.
- (10) Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español. "BB.00. del Estado" números 248 a 253 del 17 al 23 de octubre de 1967.
- (11) Official Methods of Analysis of the A.O.A.C., 12ª Ed., 1975.
- (12) del VALLE LERSUNDI J.; "Características del agua subterránea

tratamiento y prevención contra la contaminación". Conferencia Nacional sobre hidrología general y aplicada. Noviembre 1974. Zaragoza.

- (13) RUIZ DOLZ E.; "Aplicaciones de la hidrología, prospección y alumbramiento". Conferencia Nacional sobre hidrología general y aplicada. Noviembre 1974. Zaragoza, pp 13.
- (14) GARCIA VALDECASAS F.; "Farmacología experimental y terapéutica general". 6ª Ed., 1972.
- (15) "Deutsche Einheitsverfahren zur wasser-untersuchung". 3ª Ed., Editorial Chemie de Weinheim.
- (16) EZQUIETA Mª F., ARCOS J. M; "Contenido de flúor en aguas de abastecimiento de Navarra". Anales de Bromatología, Tomo XXVII No 4, 1975, pp 333-346.
- (17) MORENO MARTIN F., de la TORRE MªC., MENDEZ I.; "Determinación de boro y flúor en aguas y suelos del Bajo Panadés". Circ. Farm. Año XXXI, No 239, abril, mayo, junio, 1973; pp 149-160.
- (18) de la TORRE BORONAT Mª C.; "Determinación de pequeñas cantidades de boro y flúor en aguas minerales y vinos". Resumen Tesis Doctoral, 1964.
- (19) "Normas internacionales para el agua potable". 1964, O.M.S., Ginebra.

- (20) Normas Inter. agua potable. 3ª Ed. 1972, O.M.S. Ginebra.
- (21) "Monografías Analítico Farmacológicas". Tomos I y II, 1973.
Editado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, Madrid.
- (22) Official Methods of Analysis of the A.O.A.C., 10ª Ed., 1965,
- (23) REGNE de OTAL F.; "Diccionario de Medicamentos", Medicamenta, Tomo 3, 6ª Ed., 1962, Editorial Labor, S.A.
- (24) BERTRAND D.; "Quelques aspects de l'importance des oligo-éléments en hydrologie". Bulletin de l'Association Pharmaceutique Française pour l'Hydrologie, No 16, abril 1975, pp 7-11.
- (25) ROGERS H. and SPECTOR R.; "An Introduction to Mechanisms in Pharmacology and Therapeutics". 1ª Ed., 1976, William Heinemann Medical Books Ltd. London.
- (26) CASARES GIL J.; "Tratado de Análisis Químico". Tomo 3º, 6ª Ed. 1954, Madrid.
- (27) ERICSON Y.; "Introducción" de la publicación "Fluoruros y Salud", 1972; O.M.S., Ginebra.
- (28) ARMIJO M., MARTIN J. y ARMIJO F.; "Contenido en ión fluoruro de algunas aguas minero-medicinales utilizadas frecuentemente como "aguas de mesa". Anales de Bromatología. Tomo XXVIII, No 2, 1976, pp 179-192.
- (29) BELL M.E. y LUDWIG T.G.; "Ingestión de flúor con el agua", en

- "Fluoruros y Salud", 1972, O.M.S., Ginebra.
- (30) MORETTE A.; "Précis d'hydrologie", 1964, Masson Ed., París.
- (31) BUOGO G.; "Chimica Analitica Degli Alimenti". Tomo I, 1ª Ed., 1955.
- (32) Mapa de la Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral. Escala 1:500000, 1ª Ed, 1951.
- (33) Mapa geológico No 47. Provincia de Teruel, 1970.
- (34) Mapa litológico de España, sección 2ª.
- (35) CASARES LOPEZ R.; "Tratado de Análisis Químico". Tomos I, II y III, 8ª Ed., 1967, Editorial Casares, Madrid.
- (36) Norma UNE No 41122.
- (37) RAURICH SAS F.E.; "Hidrología: Análisis químico de aguas medicinales". Medicamenta Tomo I, 6ª Ed., 1962, Editorial Labor,
- (38) Análisis de aguas naturales. Publicación No 111. Instituto de Hidrología, Centro de Estudios Hidrográficos. Servicio de edición de la Dirección General de Obras Hidráulicas.
- (39) SANZ P.; "Sobre el sodio y potasio: contenido en los vinos españoles y su determinación por fotometría de llama". Anales de Bromatología, Tomo XIV, No 41, pp 235-254, 1962.
- (40) "Métodos complexométricos de valoración con Titriplex". 3ª Ed. E. Merck, Darmstadt Alemania, 22/V: 4/2312/5/1274/U.

- (41) "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater".
12ª Ed, 1967 . American Public Health Association, Washington.
- (42) "Determinación complexométrica de la dureza del agua". E.
Merck, Darmstadt Alemania. 22/V: 23/465/3/275 R.
- (43) IBARS ALONSO Mª.; "Analítica del flúor como polucionante atmosférico; su determinación en vegetales". Tesina presentada en 1976 por la Cátedra de Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado de la Facultad de Farmacia, de la Universidad de Barcelona.
- (44) MORENO F. y Col.; "Un electrodo específico para la determinación de pequeñas cantidades de ión flúor". Cir. Farm. No 233 1971, pp 215.
- (45) COLLOMBEL C., BUREAU J. y COTTE J.; "Dosage des fluorures dans les eaux et les urines au moyen d'une electrode specifique". Annal. Pharm. Franç. No 29, 1971, pp 541.
- (46) "Análisis de Aguas". 1ª Ed. E. Merck, Darmstadt Alemania.
22/V: 13/2314/3/1274 LU.
- (47) MORENO MARTIN F., de la TORRE BORONAT Mª C., y Col; "El contenido de boro y flúor en las uvas y vinos de la provincia de Tarragona". Circ. Farm. No 230, 1971, pp 1-16.
- (48) "Aquamerck para la determinación de fosfatos y silicatos en

- agua". E. Merck, Darmstadt Alemania, 22/V: 10/486/5/375 RV.
- (49) BARTOLOME PADROS R.; "Análisis por espectroscopía de absorción y emisión atómica de sodio, potasio, calcio y magnesio en vinos". Tesina presentada en 1973, por la Cátedra de Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona.
- (50) LAIDLAW V. G.; "Introduction to quantum concepts in spectroscopy". 1970.
- (51) BROWNING D.R.; "Espectroscopía", 1ª Ed, 1971, pp 143-171.
- (52) "Examen bacteriológico de aguas". 1973. E. Merck, Darmstadt Alemania. 22 V: H/66/5/157 D.
- (53) RUIZ MERINO J.; "Análisis microbiológico de agua de bebida". Alimentaria, noviembre-diciembre 1973, pp 35-47.
- (54) "Aquamerck: Determinación de Hierro".
- (55) HELLIN I.; "Estudio de las aguas de la Cuenca del Rio Cenia y sus fuentes (Tarragona)". Ann. Brom. Tomo XII, No 1, 1960, pp 53-112.
- (56) BRUN P.; "Les eaux minérales embouteillées leurs valeurs thérapeutiques et alimentaires". Bulletin de l'Association Pharmaceutique, No 5, julio 1971, pp 7-27.
- (57) RODIER J.; "L'Analyse de l'eau". Tomo I y II. 5ª Ed., 1975, Dunod, París.

- (58) "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 3^e Ed., 1947. American Public Health Association, Washington.
- (59) Organische Reagencien für die Spurenanalyse. Merck 1975.
- (60) Deutsche Einheitsverfahren zur wasser-untersuchung. 3^e Ed., Editorial Chemie de Weinheim.