

REPÚBLICA ARGENTINA
MINISTERIO DE AGRICULTURA DE LA NACIÓN

Dirección General de Minas, Geología e Hidrología

MAIPÚ 1241 — BUENOS AIRES



Publicación N° 77

551.49: 553.72,75 (82.52,61)
(Clasificación bibliográfica decimal)

NOTA SOBRE AGUAS CLORURADAS CALCICAS DE SAN JUAN Y NEUQUEN

POR EL

DOCTOR HERCULES CORTI



Precio: \$ 0,80

BUENOS AIRES

1345 — Talleres Gráficos del Ministerio de Agricultura de la Nación

1930

NOTA SOBRE AGUAS CLORURADAS CALCICAS DE SAN JUAN Y NEUQUEN

El químico que ha tenido la oportunidad de analizar o ensayar muestras de agua que proceden de perforaciones de Plaza Huincul y recogidas de napas que se encuentran alrededor de 600 metros de profundidad, se sorprende continuamente mientras ejecuta el análisis o el ensayo. Le llama la atención, en primer lugar, el color rojizo, su aspecto turbio y el abundante sedimento, también rojizo, que denuncia la indudable presencia de una abundante proporción de compuestos de hierro; filtrándola pasa perfectamente límpida, pero se nota que la parte filtrada, de color muy ligeramente amarillento, se enturbia después de cierto tiempo y continúa precipitando $(OH)_3Fe$, disminuyendo el porcentaje de hierro disuelto al estado de $(CO_3H)_2Fe$.

Es curioso también el olor penetrante que se percibe en las muestras de estas aguas, olor que a algunos químicos les recuerda el olor del yodoformo y a otros el del ácido fénico, pero que no es ni exactamente igual al yodoformo ni al ácido fénico. En algunas muestras este olor está disimulado por la presencia de pequeñas cantidades de petróleo.

Iniciado el análisis, se nota la abundante cantidad de cloruros que obliga a diluir convenientemente el agua, para evaluar con mayor exactitud el contenido de cloro.

No se puede obtener perfectamente el residuo seco: mientras éste se pesa, absorbe con avidez el agua del ambiente y aumenta tan rápidamente de peso que imposibilita la pesada del exacto residuo seco. La naturaleza de este residuo nos obliga a tomar precauciones especiales para obtener el dato seguro del residuo seco a 110° , o nos obliga a determinar el residuo sulfúrico, si deseamos conocer la suma de las bases que tienen estas curiosas aguas. La abundante cantidad de calcio que se nos revela al iniciar el análisis y que nos obliga, como en el caso de los cloruros, a diluir convenientemente el agua para realizar con exactitud la evaluación del calcio; la escasa cantidad de CO_2 , SiO_2 y SO_2 y las características del residuo seco nos permiten comprobar que nos hallamos en presencia de un agua con abundante cantidad de cloruro de calcio. Es especialmente sorprendente que algunas muestras no contienen absolutamente sulfatos, aun procediendo sobre porciones concentradas de estas muestras.

Al revisar los datos analíticos ordinarios de estas aguas, no existen dudas de que las sales que continen están constituidas por abundantes cantidades de cloruros de sodio, calcio y magnesio.

Un empleado técnico de la Dirección General de Yacimientos Petrolíferos, me manifestó que el agua salada de Plaza Huincul contenía

bario; hecha la investigación en una muestra, pude verificar la presencia del bario, que luego evaluó el doctor HÉCTOR H. ALVAREZ, hallando 0,25 % de bario.

Al ensayar un método de evaluación, basado en la precipitación de la sal de bario mediante adición de solución saturada de SO_4Ca , hallé un dato más alto del que me dió el doctor H. H. ALVAREZ en la misma muestra y al verificar la pureza del SO_4Ba obtenido pude comprobar al espectroscopio que lo que pesé como sulfato de bario era una mezcla de este compuesto con sulfato de estroncio.

Una característica que me preocupó fué la causa del olor *sui generis* que se percibe en esta agua. En cierta ocasión mostré una muestra a un grupo de profesores de química y dos profesores eminentes de química orgánica no titubearon en manifestarme que el olor era el del yodoformo, y otro profesor que tiene una reputación bien ganada en estudios de aguas, me indicó, sin poder precisar la publicación, que había leído que existían aguas en donde se ha hallado yodoformo.

Una prueba convincente de la existencia del yodoformo, hubiera sido la presencia de yodo; pero en éstas aguas, la existencia del yodo no probaría nada, pues la casi totalidad de las aguas saladas o de las sales naturales lo contienen conjuntamente con el bromo. La cantidad de yodoformo que existiera en el agua sería tan pequeña que no creo que sus reactivos permitan ponerlo en evidencia y sería menester seguir procedimientos especiales para extraerlo previamente de grandes cantidades de agua. El señor ENRIQUE HERRERO DUCLOUX (H.), sobresaliente estudiante de química orgánica, lo ha investigado en una muestra de 750 cm^3 . mediante las reacciones de DUPOUY, LUSTGARTEN, VITALI y HOFFMAN, y ha obtenido resultado negativo.

Dejo, pues, a los químicos que se ocupan de esta parte especial de la química, la iniciativa de poner en evidencia la existencia del yodoformo o de la substancia que produce en esta agua el olor tan particular y curioso (1). Debe tenerse presente que en su producción debe intervenir el petróleo en cuyo contacto se encuentra la napa acuífera y prueba de ello es que algunas muestras contienen pequeñas cantidades de petróleo.

Agitando medio litro de agua con sulfuro de carbono, se separó éste, se evaporó y se disolvió el residuo obtenido en éter sulfúrico; se evaporó la solución etérea, dando un residuo de 0,0032 gramos, que tenía un olor particular que recordaba al que existía en el agua primitiva, pero con alguna variación. Este residuo no contiene ni bromo, ni yodo y el agua residual de la agitación con sulfuro de carbono lo contenía. Algo análogo ocurre reemplazando el sulfuro de carbono con el cloroformo. Calcinando los residuos etéreos, se nota un olor desagradable y penetrante. El agua hervida durante una hora no pierde su olor, si bien disminuye su intensidad y la reacción del yodo se pone en evidencia nítidamente a pesar de la ebullición prolongada; el agua tratada con un ácido, por ejemplo, clorhídrico, pone en libertad una pequeña cantidad de yodo, pero hirviéndola en este medio no pierde sino una pequeña cantidad de este elemento que contiene, indudablemente, combinado.

Las aguas que contienen cloruro de calcio, son muy raras; la gran

(1) VITALI ha hallado combinaciones orgánicas de yodo en aguas minerales (Chemiker Zeitung, 1900 - 24; Repertorium, pág. 261).

mayoría de las aguas superficiales y profundas contienen el ion calcio, pero excepcionalmente combinado con el ion cloro; habitualmente se encuentra combinado con el ion sulfato. El sulfato de calcio y el bicarbonato de calcio son los componentes de calcio que existen en diversas proporciones en casi todas las aguas ordinarias. En su recorrido superficial o subterráneo éstas disuelven cantidades variables de yeso, según la naturaleza de los terrenos por donde circulan, disolución que es favorecida por la presencia de ciertas sales disueltas. El bicarbonato de calcio es formado por la acción disolvente del agua que contiene en disolución anhídrido carbónico, sobre las rocas o terrenos que contienen calcáreos, margas, dolomitas, feldespatos, etc.

Las aguas de Conneatville y Mount Pleasant, tienen el más alto contenido de ion calcio que se ha encontrado hasta ahora en vertientes. Según WASHBURNE la presencia de aguas cloruradas terrosas es característica de algunos campos petrolíferos de Pensilvania, Ohio y Kansas. En aguas saladas de Norte América se ha hallado un contenido de ion calcio de 10 a 20 ‰ (1).

¿Cómo se forma el cloruro de calcio que existe en *este tipo de aguas*? No hay nada seguro sobre la interpretación geológica de su formación. La química nos da datos valiosos para interpretar su génesis a expensas de las sustancias comunes y abundantes en la corteza terrestre; me refiero al cloruro de sodio y al carbonato de calcio. El cloruro de calcio reacciona con la solución de carbonatos alcalinos para formar carbonato de calcio: esta reacción es bien conocida; la reacción entre el carbonato de sodio y el yeso en el suelo es análoga a la anterior. En cambio, es muy poco conocido el dato de que estas reacciones son reversibles parcial o totalmente en presencia de agua de los suelos que contienen anhídrido carbónico disuelto; pocos son los que conocen que éste es uno de los orígenes de los yacimientos de carbonato sódico y de los bicarbonatos alcalinos que se encuentran en nuestras aguas subterráneas. Se ha comprobado que desde 0.75 ‰ del sulfato de sodio presente en una solución se transforma totalmente en carbonato sódico (formándose la cantidad correspondiente de SO_4Ca en presencia de carbonato de calcio y en corriente de CO_2 ; es decir, en presencia de $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$, pero la transformación se detiene en un límite inferior a 4 ‰ (2).

Exactamente ocurre con el sulfato de potasio y la transformación es proporcional al peso molecular. Agrego a continuación la curva que sigue esta transformación tan común y sin embargo tan poco conocida y que explica perfectamente la génesis de la alcalinidad verdadera de nuestras aguas.

La reacción entre el ClNa y el CO_3Ca no es muy común; además, el cloruro de calcio, siendo un producto de esta reacción, tan soluble, la limita, lo que no ocurre cuando el producto resultante se separa, como por ejemplo, en el caso del SO_4Ca . Es evidente que en la naturaleza estas reacciones entre el cloruro o sulfato de sodio y el bicarbonato de calcio se producen más fácilmente que en las experiencias de laboratorio. BERTHOLET había observado en Egipto la formación de carbonato de sodio y la relacionó con los grandes bancos de calcáreo que debieron descomponerse parcialmente en presencia del cloruro de sodio. Además,

(1) DIETRICH - KAMINER. Handbuch der balneologie. I. Pág. 222, 1916. Leipzig.

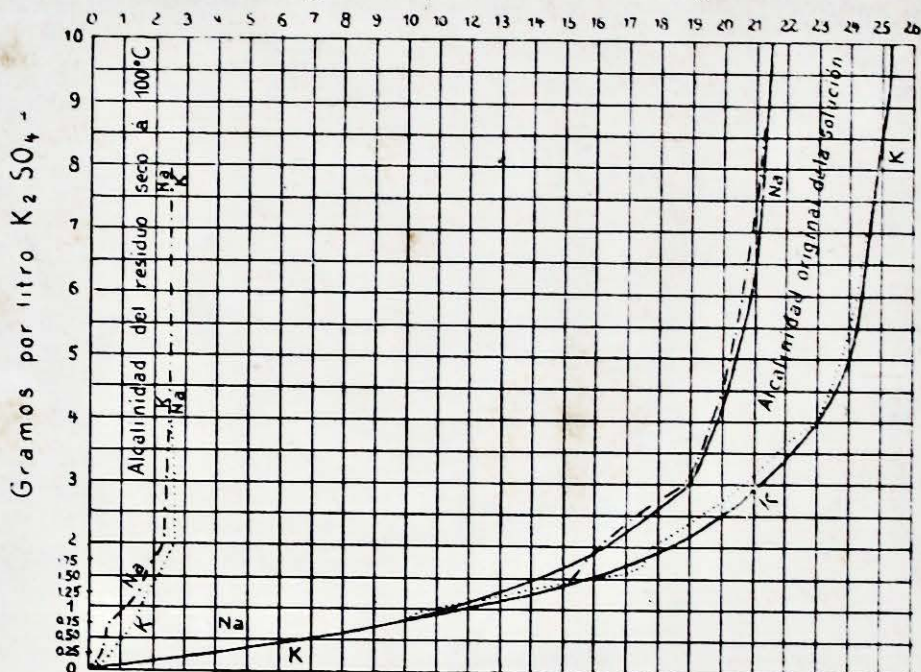
(2) GILGARD. Soils, pág. 450. Nueva York, 1907.

conviene recordar la ley de Guldberg y Waage para la interpretación de las reacciones ya citadas.

En nuestro caso podemos fácilmente interpretar la formación del cloruro de calcio por la acción de aguas saladas y saturadas de CO_2 , sobre calcáreos dolomíticos, ferruginosos y rocas o minerales que contienen Witterita y Estroncianita (CO_3Ba y CO_3Sr); con estos últimos compuestos se produciría la misma reacción que en el caso del CO_3Ca , aunque en distinto grado. Lo mismo ocurre en el caso de la dolomita.

A una mezcla de 4 gramos de SO_4Na_2 y 4 gramos de CO_3Ca se le agregó un litro de agua y se le hizo pasar una corriente de CO_2 durante

Transformación progresiva de sulfatos alcalinos en carbonatos decigramos por litro de KHCO_3



largo tiempo, procurando la sobresaturación de la solución. Ese líquido filtrado tenía una alcalinidad total de SO_4H_2 de 1,2103 % y la alcalinidad verdadera 0,0882 %; se solubilizó 0,7826 % de CaO . Repetí la experiencia con 3,5 gramos de cloruro de sodio, 1 gramo de limaduras de hierro y 4 gramos de carbonato de calcio en un litro de agua y en corriente de CO_2 . Obtuve una alcalinidad verdadera de 0,0441 % en SO_4H_2 que corresponden a 0,0477 gramos de CO_3Na_2 . Este prueba la realización de la reacción: $2\text{ClNa} + \text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2 = \text{Cl}_2\text{Ca} + 2\text{NaHCO}_3$.

La cantidad de hierro que se solubilizó fué 0,50 % en Fe_2O_3 . La realización de la reacción: $2\text{ClNa} + \text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2 = \text{Cl}_2\text{Ca} + \text{Na}_2\text{HCO}_3$.

La cantidad de hierro que se solubilizó fué 0,50 % en Fe_2O_3 . La alcalinidad total fué 1,2103 % en SO_4H_2 y el calcio disuelto en CaO 0,2076 %. Por fin, repetí la experiencia tercera con 3,6 gramos de NaCl , 4 gramos de SO_4Na_2 , 8 gramos de CO_3Ca y 1 gramo de limaduras de hierro, agregando un litro de agua y con exceso de CO_2 en las condiciones ya citadas. Se solubilizó 0,5498 de CaO , 0,3450 % de hierro en Fe_2O_3 ; la alcalinidad verdadera fué 0,0882 y la total 1,0780 % en H_2SO_4 . Una particularidad curiosa de estas aguas es su abundante contenido de hierro, pero el hierro disuelto se separa constantemente al estado de hidrato férrico, observándose después de cierto tiempo un abundante sedi-

mento rojizo, depositado en el fondo del recipiente y parte en suspensión en el agua; es explicable la variación de los porcentajes de hierro que se encuentran en las distintas muestras. En la muestra del pozo N° 5, analizada el 25/XI/26, el señor CAMPS encontró en el agua filtrada 0.1200 gramos por mil de Fe_2O_3 y 0,0840 gramos por mil de Al_2O_3 . La materia en suspensión calcinada tenía 0,1040 gramos de Fe_2O_3 y 0,0133 de Al_2O_3 , referida a un litro de agua filtrada. El señor WÄISMAN en la muestra analizada el 31/XII/26, procedente del pozo N° 6, halló: 0,1428 por mil de Fe_2O_3 , 0,1062 de Al_2O_3 y 0,00499 ‰ de Mn (procediendo sobre la parte que filtró).

Lo que es indudable es la abundancia de hierro que se encuentra en todos los casos y más elevada que la de cualquier agua ordinaria y aun para el caso de las muy saladas. No sería extraño que este elemento tenga un rol preponderante en la génesis del cloruro de calcio en este tipo de aguas y haría suponer tal opinión no sólo las experiencias que ya cité, sino el hecho de encontrarlo constantemente abundante en las diversas muestras de Plaza Huincul sin excepción; también se le encuentra abundantemente suspendido al estado de $\text{Fe}(\text{HO})_3$ en las muestras de aguas cloruradas cálcicas de la Quebrada de Ullum.

La presencia de cantidades apreciables de ion bario y estroncio en las aguas implica la ausencia de sulfatos; ejemplos curiosos de estos tipos de aguas, los tenemos en las vertientes del Ruhr, cerca de Essen y en las aguas de las minas de carbón de piedra: ellas contienen 1,207 gramos de ion Ba, 112.100 de ion Cl, 34,99 gramos de ion Na y 0,119 gramos de ion Sr por litro de agua, en un residuo de 171,00 gramos por mil (1).

En esta clase de vertientes se notan las estalactitas de SO_4Ba y SO_4Sr producidas por los iones bario y estroncio en contacto de los lugares que contienen sulfatos solubles. La presencia de gran cantidad de cloruro de sodio en las aguas favorece la solubilidad de los sulfatos alcalinos terrosos. La cantidad de SO_4Ba en las aguas minerales puede llegar a miligramos por litro; lo mismo ocurre con el SO_4Sr , que puede llegar a 0,595 ‰. Es por estas circunstancias que se explica las pequeñas cantidades de sulfatos que se encuentran en algunas muestras analizadas.

Las aguas que contienen el ion bario y estroncio, en su lento recorrido subterráneo precipitan los sulfatos solubles que encuentran en las rocas por donde circulan o bien se mezclan con otras aguas y es así explicable que estas aguas o no contengan el ion sulfato o sólo contengan pequeñas cantidades.

Las cantidades de bario y de estroncio son, pues, variables según las muestras, hecho perfectamente explicable, pues sus sales solubles precipitan con aguas que contengan sulfatos o carbonatos en disolución; así, el doctor DELLEPIANE halló 0,4835 ‰ de BaO y 0,1512 de SrO, siendo, pues, distintos a los datos por mí hallados en la muestra cuyos resultados indico más adelante.

Es justificable que también existan diferencias entre los demás compuestos en las distintas muestras analizadas en varias oportunidades; por ejemplo en el cloro, CaO, SiO_2 , MgO y reacción: esto se debe a diluciones con otras aguas subterráneas o por pasaje de ellas por terrenos cuya estructura tiene distinta composición salina.

(1) DIETRICH - KAMINER. Loc. cit. pág. 230.

En cuanto a la presencia de yoduros y bromuros debe relacionarse con algas de los sedimentos marinos constatados en Plaza Huincul. Es bien sabido que las algas contienen yodo ya sea libre o combinado (1).

Observando los cuadros de resultados no puede haber la menor duda de que dada la escasa cantidad de CO_2 , SO_3 y SiO_2 , el agua de Plaza Huincul está formada casi exclusivamente por cloruros de sodio, calcio, magnesio, bario, estroncio, potasio y litio.

En cuanto a las aguas de la tercera y cuarta napas de la perforación de la Quebrada de Ullum, que no contienen bario ni estroncio, no cabe tampoco la menor duda de que sus compuestos predominantes son: el cloruro de sodio y el cloruro de calcio, cualquiera sea la forma como se obtengan las combinaciones probables.

Dentro de la clasificación argentina del profesor HERRERO DUCLOUX, sería cómodo colocar las aguas de la Quebrada de Ullum, dentro del grupo de las clorosulfatadas. En cuanto a las de Plaza Huincul, por ahora se podría incluirlas dentro del grupo de las cloruradas. Estas aguas tienen en apreciables cantidades ciertos compuestos que no existen en la casi totalidad de las aguas argentinas: los cloruros de los metales alcalinoterosos; si en el futuro aumentara el número de estas aguas tan singulares, se podría incluirlas dentro de una subdivisión de las aguas cloruradas. Hasta ahora no ha interesado la aplicación terapéutica de las aguas cloruradas sódico-cálcicas.

Agrego a continuación los resultados de los análisis que he realizado en aguas de la Quebrada de Ullum y en la de Plaza Huincul y además dos cuadros de los análisis de distintas muestras de las dos procedencias indicadas, que han sido realizadas por los químicos de este laboratorio.

Las aguas de Plaza Huincul que motivan esta nota son del mismo tipo que las afamadas aguas minerales que se encuentran en Salsomaggiore (Italia); si el caudal de estas aguas aumentara, sería posible su explotación como agua medicinal.

(1) Comptes Rendues. N° 20 - 15 - XI - 26. Pág. 904 y siguientes.

Análisis de muestras de aguas procedentes de las perforaciones de la Quebrada de Ullum (San Juan)

REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS, GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

DETERMINACIONES	Perforación N° 8	Perforación N° 3	Perforación N° 6	Perforación N° 8	Perforación N° 9
Napa	primera	segunda	primera	tercera	tercera
Profundidad	0,50 a 7,50 m.	14,58 a 15,40 m.	13 a 25 m.	13 a 14 m.	14 a 15 m.
Aspecto directo	límpido	turbio	lig. turbio	—	turbio
después de decantación	límpido	lig. turbio	límpido	—	límpido
después de filtración	límpido	límpido	límpido	límpido	límpido
Color	incolora	incolora	incolora	incolora	incolora
Olor	inodora	inodora	inodora	inodora	inodora
Reacción al tornasol, en frío	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina
» en caliente	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina
» a la fenolftaleína, en frío	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina
» en caliente	alcalina	alcalina	alcalina	alcalina	neutra
Materia en suspensión total	no contiene	—	—	—	neutra
Residuo seco a 110° C.	0,3240	6,0300	muy escasa	ninguna	escasa
Alcalinidad en H ₂ SO ₄	0,0882	0,0588	1,8880	a 120°: 12,9960	sulfúr.: 13,1040
» después de ebullición	0,0490	0,0392	0,0784	0,0294	0,0343
Cloruros en Cl	0,0231	2,4265	0,0196	0,0245	0,0245
Sulfatos en SO ₃	0,1090	0,1804	0,2872	7,6027	6,6769
Sílice en SiO ₂	0,0124	0,0098	0,6755	0,2566	0,4608
Hierro + Aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,0032	0,0028	0,0600	0,0180	0,0320
Calcio en CaO	0,0926	1,3078	0,0070	0,0023	0,0000
Magnesio en MgO	0,0054	0,0068	0,1285	2,5245	2,2957
Anhidrido carbónico total en CO ₂	0,0792	0,0528	vestigios	0,0138	0,0246
Azoe nitrroso en N ₂ O	no contiene	contiene	0,0704	0,0264	0,0308
» nítrico en N ₂ O ₅	no contiene	no contiene	no contiene	no contiene	no contiene
» amoniacal en NH ₃	no contiene	no contiene	no contiene	no contiene	no contiene
Compuestos predominantes	Ca SO ₄	NaCl y CaCl ₂	Na ₂ SO ₄ , CaSO ₄ y NaCl	NaCl y CaCl ₂	NaCl y CaCl ₂
Fecha del análisis	29/XI/21	28/XI/21	14/I/22	suspensión 28/IX/22	suspensión 27/IX/22
Químicos que intervinieron	Cámps.	Cámps.	Catalano - Cámps	H.H.Alva-Cámps	Catalano - Cámps

**Análisis de aguas cloruradas sódico-cálcicas procedentes de la
Quebrada de Ullum (San Juan) realizados por el autor**

DETERMINACIONES	Perforación N° 10	Perforación N° 11
Napa	tercera	cuarta
Profundidad	16 - 16,50 m.	17,90 - 19,50 m.
Aspecto directo	turbio	límpido
» después de decantación	límpido	límpido
» después de filtración	límpido	límpido
Color	incolora	incolora
Olor	inodora	inodora
Reacción al tornasol, en frío	alcalina	alcalina
» » en caliente	alcalina	alcalina
» a la fenolftaleína, en frío	ácida	lig. alcalina
» » en caliente	ácida	alcalina
Materia en suspensión total	abundante	no contiene
Residuo seco a 110°C.	25,3540	22,9500
Alcalinidad en H ₂ SO ₄	0,0294	0,0441
» después de ebullición	0,0245	0,0343
Cloruros en Cl	12,2428	10,7345
Sulfatos en SO ₃	0,3738	0,3183
Sílice en SiO ₂	0,0340	0,0180
Hierro + Aluminio en Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,0500	0,0310
Calcio en CaO	5,0993	3,9776
Magnesio en MgO	0,0166	0,0119
Anhidrido carbónico total en CO ₂	0,0264	0,0396
Azoe nitroso en N ₂ O	no contiene	vestigios
» nítrico en N ₂ O ₃	no contiene	no contiene
» amoniacal en NH ₃	no contiene	no contiene
Proporción aproximada de los compuestos pre- dominantes	NaCl y CaCl ₂ (14,8 %) (10,0 %)	NaCl y CaCl ₂ (13,5 %) (7,8 %)
Fecha del análisis	22/XII/22	22/XII/22

**Análisis del agua clorurada sódico-cálcica de Plaza Huincul,
realizado por el autor. — Datos generales**

Procedencia	Pozo N° 23
Napa	Séptima
Profundidad	805 m.-857,30 m.
Altitud donde se halla el pozo	598,1 m.
Fecha de extracción de la muestra	29-IX-25
Temperatura del fondo del pozo	35° C.
Color	ligeramente amarilla
Olor	a yodoformo
Sabor	salado
Aspecto	turbio
» después de decantada	límpido
» después de filtrada	límpido

DATOS QUÍMICOS

Reacción al tornasol, en frío	ligeramente ácida
» al tornasol, en caliente	ligeramente ácida
» a la fenolftaleína, en frío	ácida

Reacción a la fenolftaleína, en caliente	ácida	
Materia en suspensión (calcinada)	0,1021	% (1)
Alcalinidad total en H_2SO_4	0,0588	»
» verdadera en H_2SO_4	0,0392	»
Residuo seco a 100-110° C.	83,0794	»
» sulfúrico	106,4082	»

ACIDOS Y BASES

Acido silícico en SiO_2	0,0130	%
» sulfúrico en SO_3	no contiene	(2)
» carbónico total en CO_2	0,1043	%
» combinado en CO_2	0,0451	»
» semi-combinado en CO_2	0,0451	»
» libre en CO_2	0,0141	»
» bórico en B_2O_3	no contiene	
» fluorhídrico en F.	no contiene	
» clorhídrico en Cl	54,0700	%
» bromhídrico en Br	0,0300	»
» yodhídrico en I	0,0019	»
» nítrico en N_2O_5	no contiene	
» nitroso en N_2O_3	no contiene	
» sulfhídrico en H_2S	no contiene	
» arsenioso en As_2O_3	no contiene	
Oxido de aluminio en Al_2O_3	0,0296	%
» de hierro en Fe_2O_3	0,0500	»
» de níquel en NiO	no contiene	
» de calcio en CaO	13,9798	%
» de magnesio en MgO	1,5220	»
» de potasio en K_2O	0,0394	»
» de sodio en Na_2O	29,2686	»
» de litio en Li_2O	0,0083	»
» de bario en BaO	0,3153	»
» de estroncio en SrO	0,0993	»
Amoniaco en NH_3	no contiene	

COMPUESTOS CONSTITUYENTES

Cloruro de sodio en ClNa	55,1458	%
» de calcio en Cl_2Ca	27,6730	»
» de magnesio en Cl_2Mg	3,5951	»
Bicarbonato ferroso en $Fe(CO_3H)_2$	0,1174	»
» de sodio en $NaHCO_3$	0,0600	»
Cloruro de potasio en ClK	0,0620	»
» de bario en Cl_2Ba	0,4282	%
» de estroncio en Cl_2Sr	0,1520	»
» de litio en Cl Li	0,0235	»
Alúmina en Al_2O_3	0,0296	»
Sílice en SiO_2	0,0130	»
Yoduro de sodio en INa	0,0022	»
Bromuro de sodio en BrNa	0,0386	»

(1) El sedimento del agua está constituido por óxido férrico, silicatos y vestigios de calcio y de manganeso. Observado al microscopio se notan abundantes masas amorfas de $Fe(OH)_3$ y regular cantidad de láminas de mica.

(2) Investigado en 500 centímetros cúbicos de agua filtrada.

Análisis de muestras de aguas cloruradas sódico-cálcicas

REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN

DETERMINACIONES	Pozo N° 1 (1)	Pozo N° 4	Pozo N° 1
Napa	—	4*	—
Profundidad	636,40 metros	620,70 metros	636,40 metros
Caudal diario en litros	66	75	66
Aspecto directo	Turbio	Turbio	—
» después de decantada	Lig. turbio	Límpido	—
» después de filtrada	Límpido	Límpido	—
Olor	a petróleo	a fenoles	—
Color	Incolora	Incolora	—
Materia en suspensión	Eseasa	Reg. cantidad	—
Reacción al tornasol, en frío	Déb. alcalina	Déb. alcalina	—
» » » en caliente	Déb. alcalina	Déb. alcalina	—
» a la fenolftaleína en frío ..	Acida	Acida	—
» » » en caliente....	Déb. alcalina	Acida	—
Residuo seco a 110° C	163,6700 %e	146,4200 %e	—
Alcalinidad total en H ₂ SO ₄	0,0294 »	0,0588 »	—
Alcalinidad verdadera en H ₂ SO ₄	—	0,0441 »	—
Cloruros en Cl	78,1900 %e	72,3421 »	—
Sulfatos en SO ₄	Vestigios	Vestigios	0,0213 %e
Sílice en SiO ₂	—	0,0648 »	0,0100 »
Hierro y aluminio en Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ ..	0,2780 %e	0,0060 »	0,3360 »
Calcio en CaO	24,1800 »	22,0288 »	24,2977 »
Magnesio en MgO	—	Vestigios	1,6137 »
Anhídrido carbónico total en CO ₂ ...	0,0264 %e	0,0528 »	—
Azoe nítrico en N ₂ O ₃	—	—	—
Azoe nitroso en N ₂ O ₃	—	—	—
Azoe amoniacal en NH ₃	—	—	—
Químicos que intervinieron	Camps	Camps	N. Alvarez
Fecha del análisis	14 - I - 22	21 - II - 22	21 - II - 22

(1) En una muestra que analicé posteriormente, el 8 - III - 22, procedente de este pozo, hallé 65,17 %/oo de

(2) Muestra tomada el 28 - VII - 26, después de haberse cuchareado petróleo hasta agotar el pozo.

(3) Tomada la muestra del fondo del pozo.