

CAPITULO 4 HIDROQUÍMICA

4.1. Introducción.

A nivel mundial, regional, local, etc., los acuíferos que contienen agua subterránea aprovechable experimentan una sostenida amenaza de contaminación a causa de los núcleos urbanos, los polos e instalaciones industriales, las actividades agrícolas y la explotación minera

Si bien la provincia de Misiones, como se indicó, presenta una densa red hidrográfica, con cursos de agua superficial de distinta magnitud, las aguas subterráneas, sean estas libres o confinadas, representan un recurso válido y en algunos casos, necesario, para lograr el abastecimiento domiciliario individual, el comunal, como así también la provisión de industrias en importantes zonas de la provincia.

Al tratarse de un recurso vital, todos aquellos estudios tendientes a cuantificar, caracterizar, o establecer pautas para su uso o preservación, deben de alguna manera poder aportar elementos que ayuden a concretar estos objetivos.

El análisis y caracterización de las aguas subterráneas en la zona estudiada, toma en cuenta las muestras colectadas en pozos cavados, perforados o vertientes de las localidades de Candelaria, Santa Ana, Bompland, Apóstoles, Azara, Concepción de la Sierra y algunas zonas de cuencas entre estas localidades (ver planillas de censo de fuentes Anexo II).

Se han obtenido cincuenta y un muestras de agua de un total aproximado de ochenta sitios relevados (ver mapas de Ubicación de Fuentes Censadas Anexo I).

Sobre estas muestras se han realizado una serie de análisis físico-químicos tendientes a poder caracterizar a las aguas en su fase hidroquímica (ver protocolos de análisis químicos Anexo II).

Para cada una de las muestras se han calculado índices, relaciones entre parámetros y elaborado gráficos que permitan visualizar la condición presente en cada una de las muestras de agua analizadas (planilla RQ1 de anexo al capítulo y gráficos de Stiff, Piper y Radiales del Anexo II).

Con el fin de verificar si es posible su uso como agua de riego, sin que produzca daños al suelo, todas las aguas estudiadas fueron clasificadas según las normas Riverside que relacionan el SAR con la conductividad eléctrica (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) (ver planillas RQ1 y tabla N° 1).

Finalmente, se han comparado los valores obtenidos en los análisis, con los establecidos en el Código Alimentario Argentino, a fin de determinar la calidad que presentan las aguas en su uso para ingesta directa.

4.2. Clasificación y Composición de las Aguas Subterráneas.

El conocimiento de la composición química y su distribución espacial es importante, tanto desde el punto de vista de la aptitud para el uso humano (consumo, riego, etc.), como por la información que pueden aportar acerca de la dirección y extensión de los sistemas de flujo subterráneo.

Como se dijo, de las 51 muestras de agua subterráneas analizadas, 4 corresponden a pozos perforados, 45 a pozos cavados de escasa profundidad, dos de ellos en estado de vertiente.

El detalle de los análisis realizados a cada muestra de agua se pueden observar en las planillas HQ-1 y HQ-2 que se encuentran en el Anexo al presente Informe.

En las mismas se han volcado los principales parámetros determinados para la caracterización de las aguas subterráneas, incluidos algunos oligoelementos que pueden ser limitantes para su uso.

Los cationes y aniones principales se pueden observar en las planillas IO-1, IO-2 y IO-3; las cuales permiten visualizar los resultados hallados en ppm –partes por millón-, en meq/l –miliequivalentes por litro-, y en porcentaje -%- respectivamente.

Las relaciones iónicas, el cálculo del Índice de Cambio de Base –icb-, la Relación de Adsorción de Sodio –SAR- por su sigla en inglés y el error porcentual, se presentan en la planilla RQ 1.

Para las representaciones gráficas de los valores iónicos hallados en las muestras se han desarrollado las metodologías establecidas por PIPER para diagramas triangulares y STIFF para poligonales paralelas.

4.2.1. Caracterización Iónica de PIPER.

La metodología gráfica de PIPER se vale de dos triángulos equiláteros para la representación de los iones. En cada uno de los vértices de los mismos se representan componentes iónicos puros (es decir al 100 %).

Entre los cationes, el calcio [Ca^{++}], el magnesio [Mg^{++}] y la sumatoria de sodio y potasio [$(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$] son los más usualmente representados, mientras que en los

aniones, los más comunes son el cloro $[Cl^-]$, el sulfato $[SO_4^{2-}]$ y la sumatoria de los carbonatos y bicarbonatos $[(CO_3^{2-}+HCO_3^-)]$.

En este tipo de gráfico se vuelcan los iones en forma de porcentaje con respecto a los valores obtenidos en meq/lit.

De acuerdo a este tipo de representación, el triángulo correspondiente a los cationes puede caracterizar a las aguas en *tipo Sódica*, *tipo Cálcica* y *tipo Magnésica*, de acuerdo a que vértice del triángulo se esté referenciando el punto. También existe una zona central denominada *tipo Intermedios o No Dominante*. Figura N° 1

En el triángulo correspondiente a los aniones las características dominantes se denominan del *tipo Clorurada*, *tipo Bicarbonatada* y *tipo Sulfatada*, con una zona central del *tipo Intermedios o No Dominante* al igual que en los cationes.

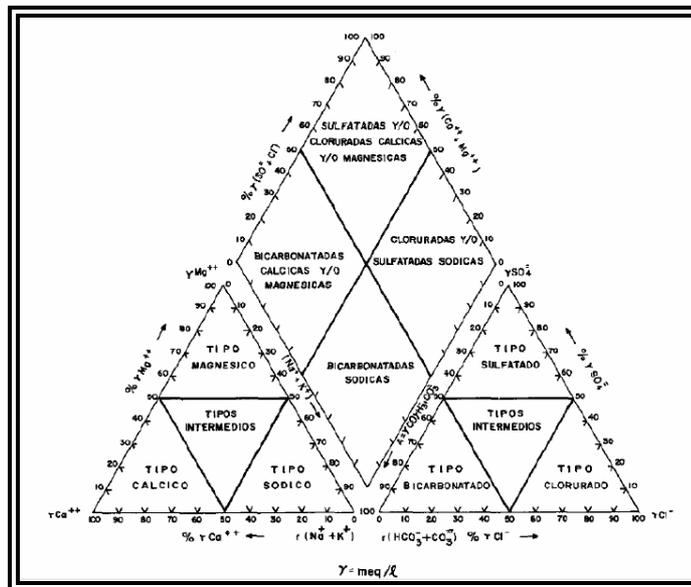


Figura N° 1. Representación General de Piper

En los gráficos de Piper, la composición resultante entre aniones y cationes genera la denominación final que caracteriza al agua analizada.

De ese modo se pueden obtener aguas del tipo *Bicarbonatadas Sódicas*, *Bicarbonatadas Cálcicas y/o Magnésicas*, *Sulfatadas y/o Cloruradas Cálcicas y/o Magnésicas* y *Cloruradas y/o Sulfatadas Sódicas*.

En la Figura N° 2 se presenta el gráfico de Piper, donde se pueden ver representados la totalidad de los cincuenta y un puntos en los cuales se obtuvieron muestras para la caracterización de las aguas.

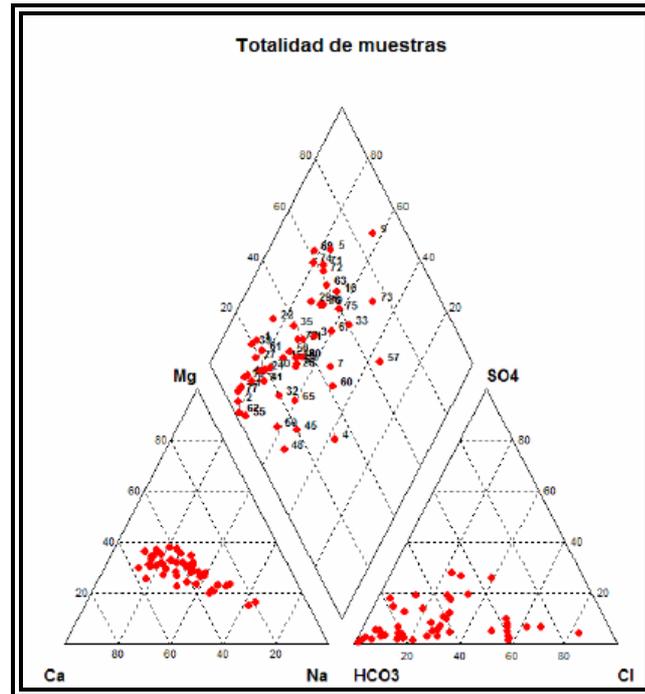


Figura N° 2. Gráfico de Piper con los Valores de Ensayo

De la observación de esta figura se puede inferir que en forma predominante se presentan aguas del tipo *Bicarbonatadas Cálcicas y/o Magnésicas*, 35 muestras sobre 50 consideradas para el análisis, constituyendo el 70% del total.

Otro grupo que presenta una cantidad importante de muestras es el de las denominadas *Sulfatadas y/o Cloruradas Cálcicas y/o Magnésicas* que constituyen el 24 % del total, a través de 12 muestras que cumplen con esta composición.

4.2.2. Caracterización Iónica de STIFF

La metodología establecida por Stiff para la representación iónica consiste en generar diagramas que son definidos a partir de un par de ejes perpendiculares entre sí, que en abscisas y a cada lado del eje vertical, ubica las escalas de cationes y aniones respectivamente.

Sobre ordenadas paralelas al eje horizontal se van graficando pares de aniones y cationes, de manera que una vez asignados los valores correspondientes a los iones queda definida una figura poligonal. Las aristas de mayor prominencia de esta poligonal indican el tipo de agua que se está analizando.

Los gráficos de Stiff son especialmente claros para apreciar rápidamente los valores que toman las relaciones iónicas con respecto a la unidad de medida, como así también las relaciones entre cationes y aniones.

Por ello, y ante la necesidad de mostrar los resultados de la Hidroquímica de las muestras en un plano, es que se ha adoptado gráficos de Stiff para la representación de los mismos.

La forma de cada polígono orienta sobre que tipo de agua se tiene, mientras que su tamaño da una idea relativa del contenido iónico total del agua.

La Figura N° 3 se presenta como ejemplo de esta representación gráfica.

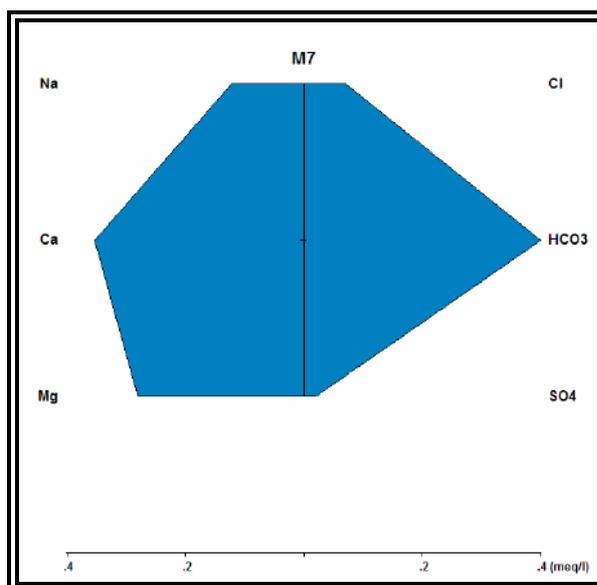


Figura N° 3 Pozo 27

4.2.3. Caracterización por Gráficos Radiales.

Otra manera de visualizar las condiciones hidroquímicas presentes en las muestras obtenidas en los pozos cavados, perforados y superficiales, es a través de una representación *Radial* de resultados

En este tipo de representación los iones se representan de a pares opuestos, entre aniones y cationes.

De esta manera y a través de tres ejes equidistantes dentro de un círculo, se pueden observar tres pares de aniones-cationes que se representan enfrentados.

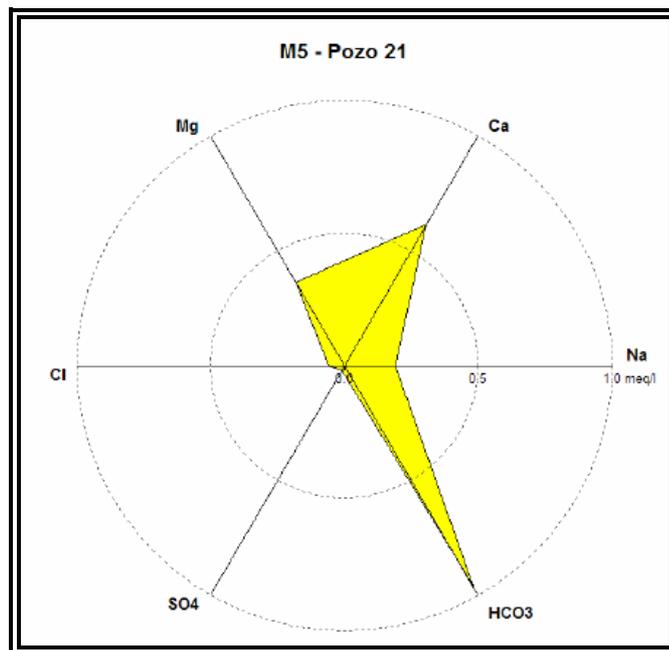
El Mg^{+} se encuentra en el mismo eje del CO_3^{+} ; el Ca^{++} se alinea con el SO_4^{-} y el Na^{+} con el Cl^{-} .

Los valores de los iones se indican sobre círculos concéntricos de distinto valor, crecientes desde el centro de los mismos.

La condición hidroquímica que presentan las aguas, y especialmente al momento de realizar la representación grafica de resultados, es bastante llamativa y muy intuitiva, incluso para la persona que no tiene conocimiento del tema.

Al igual que los gráficos de Stiff, los de representación Radial serán empleados en los planos que acompañan al presente informe.

Se presenta a continuación, un gráfico Radial de uno de los pozos monitoreados, a modo de ejemplo.



4.3. Interacción Aguas-Suelos.

Según la composición catiónica, todas las aguas se subdividen en tres tipos: magnésica, cálcica y mixta en estrecha relación con los tipos de rocas o sedimentos por las cuales circule. Los tipos de agua cálcico-sódica y sódico-cálcica están relacionados con las rocas plutónicas meteorizadas y el tipo magnésico con los sedimentos de arena basáltica, mientras que las aguas mixtas, magnésico-cálcica y cálcico-magnésica, se ubican en el contacto entre las rocas y sedimentos.

La composición aniónica mayoritaria de los pozos analizados es típica de aguas jóvenes ya que su principal componente es el bicarbonato, seguido del sulfato y en una pequeña proporción de cloruros, lo cual va acorde con la evolución hidroquímica, de un agua joven de reciente infiltración, conforme a la conocida secuencia de Chevotareb.

Secuencia de CHEVOTAREB

Recorrido y tiempo de permanencia en el acuífero



Anión predominante	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Catión predominante	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mg ²⁺



Aumento de la salinidad

Si bien la composición **Catiónica** de las aguas puede dar una idea similar de la evolución de las mismas, tal cual es empleada la composición **Aniónica**, suele ser más errática y menos clara que esta última.

4.4. Análisis de los Resultados.

Si bien la litología del terreno puede ser lo suficientemente homogénea como para suponer que cualquier intervención (perforaciones o pozos cavados), captará el mismo recurso de agua subterránea, es necesario señalar que las distintas profundidades asociadas a las perforaciones o pozos cavados, pueden llevar a captar aguas que provengan de distintos tipos de flujos, como los denominados flujos locales o aquellos que provienen de lugares más distantes, y que son denominados flujos regionales, los cuales pueden presentar distintas características intrínsecas por el tiempo de contacto de las aguas y por la diversidad de ambientes con los que pueda haber tomado contacto.

4.5. Distribución Geográfica por Cuencas.

Las muestras para los análisis físico-químicos y caracterización hidroquímica, fueron obtenidas durante el censo y medición de fuentes.

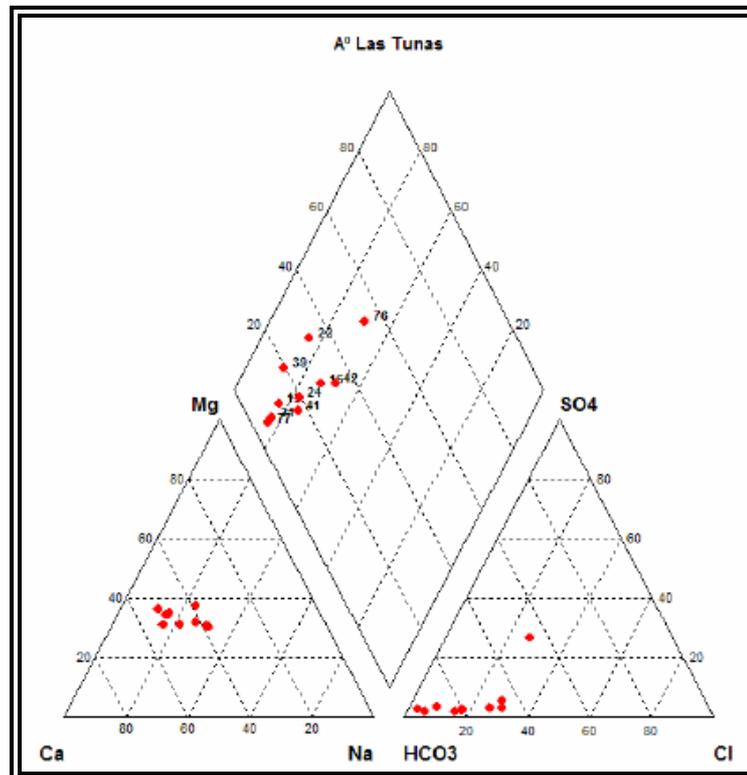
La distribución espacial de estas campañas en la zona sur de la provincia de Misiones, abarcó una serie de localidades que si bien pertenecen a una misma región, se encuentran lo suficientemente separadas entre sí como para realizar un

análisis particular en vista a la presentación de los resultados. La dispersión de los datos obtenidos fue analizada en el Capítulo 3.

Se ha elegido una discriminación o agrupamiento de los datos en relación a la cuenca a la cual pertenecen los pozos o perforaciones, los cuales, en definitiva, aportan a los cursos de agua definidos por aquella.

De todas maneras se destaca que esta modalidad de análisis se ha realizado para las cuencas que cuentan con un número de muestras significativo, habiéndose dejado de lado aquellas que presentaban dos o menos muestras en el área de la cuenca.

4.5.1. Cuenca del A° Las Tunas.



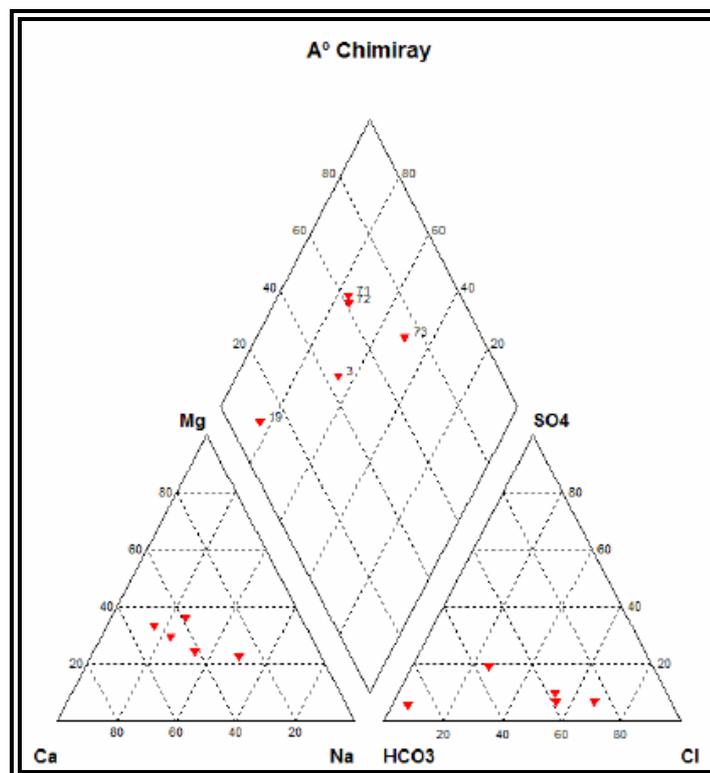
El arroyo Las Tunas colecta las aguas de toda la zona sur de la localidad de Apóstoles, discurriendo en sentido NW-SE. Pasa por cercanías de la localidad de Azara y vuelca sus aguas en el río Uruguay, muy cercano al límite de las provincias de Misiones y Corrientes.

La gran mayoría de las muestras colectadas en el área de esta cuenca presentan una condición hidroquímica homogénea, observándose en la casi totalidad de los

pozos, la presencia de aguas bicarbonatadas cálcicas. Esta condición es propia de aguas jóvenes, es decir, donde el proceso de infiltración es más o menos reciente, y las aguas han interactuado poco con los suelos por los cuales circulan.

CUENCA A° LAS TUNAS			
Pozos	Tipo Agua	Tipo pozo	Nivel agua
13	Ca-Mg-HCO ₃	cavado	3
16	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -Cl	cavado	9.7
21	Ca-Mg-HCO ₃	cavado	5.4
22	Ca-Mg-HCO ₃ -Cl	cavado	8.1
24	Ca-Mg-Na-HCO ₃	cavado	12.9
39	Ca-Mg-HCO ₃	cavado	11.5
41	Ca-Mg-Na-HCO ₃	cavado	7.5
42	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl	cavado	16.4
76	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -NO ₃	cavado	4.4
77	Ca-HCO ₃	cavado	5.1

4.5.2. Cuenca del A° Chimiray.



El arroyo Chimiray tiene sus nacientes en la zona de Colonia San José, discurriendo en sentido noroeste/sureste, pasando a demarcar el límite interprovincial entre

Misiones y Corrientes en una longitud aproximada de unos 30 Km., antes de desembocar el río Uruguay.

La zona de la cuenca donde se han colectado las muestras corresponden a la margen izquierda del arroyo Chimiray, es decir en la provincia de Misiones y en cercanía a la ciudad de Apóstoles.

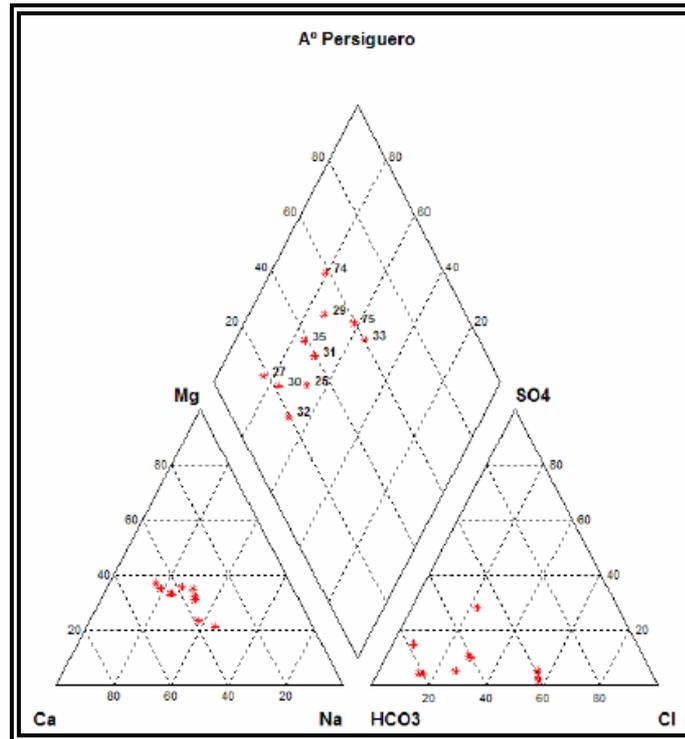
Las muestras son de características menos homogéneas que las anteriormente analizadas, encontrándose aguas bicarbonatadas cálcicas en dos de muestras analizadas, pozos 3 y 19, aguas cloruradas cálcicas en los pozos 71 y 72 y cloruradas sódicas en el pozo 73.

No hay una característica predominante en las aguas de esta cuenca. Los aniones encontrados van desde los bicarbonatos hasta los cloruros, donde los primeros son característicos de aguas jóvenes como los segundos de aguas ya evolucionadas.

Se debería constatar si la divisoria de aguas subterráneas es coincidente con la de aguas superficiales, y quizás a través de una intensificación de los muestreos en la zona, se podría clasificar mejor las aguas en su condición hidroquímica.

CUENCA A° CHIMIRAY			
Pozos	Tipo Agua	Tipo pozo	Nivel agua
3	Ca-Na-Mg-NO ₃	cavado	s/d
19	Ca-Mg-HCO ₃	vertiente	0.3
71	Ca-Mg-Cl-NO ₃ -HCO ₃	cavado	7.3
72	Ca-Mg-Na-NO ₃	cavado	14
73	Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃	cavado	6

4.5.3. Cuenca del A° Persiguero.



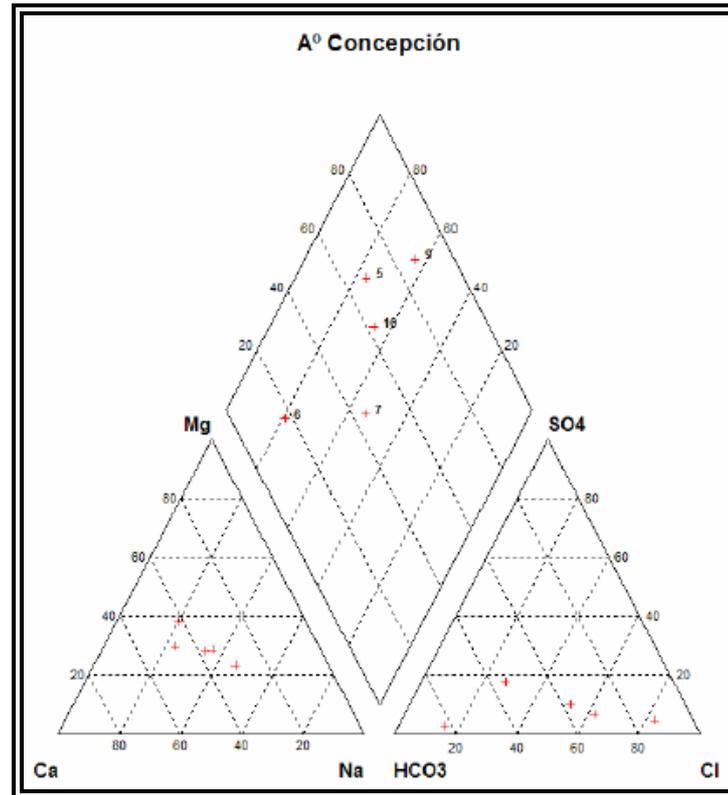
El arroyo Persiguero corre al este de la ciudad de Concepción de la Sierra y sobre su cuenca se han tomado un número importante de muestras, las cuales ayudarán a una mejor clasificación de la zona.

Los resultados obtenidos a través de los análisis de muestras, indican una mayoría de aguas bicarbonatadas cálcicas, siete de diez, y también cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

Esta clasificación no es diferente a las ya analizadas, evidenciando una condición mayoritaria de aguas jóvenes.

CUENCA A° PERSIGUERO			
Pozos	Tipo Agua	Tipo pozo	Nivel agua
25	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl	cavado	17.6
27	Ca-Mg-Na-HCO ₃	cavado	15.4
29	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -SO ₄	cavado	3.8
30	Ca-Mg-Na-HCO ₃	cavado	2.1
31	Mg-Ca-Na-HCO ₃ -Cl	cavado	10.6
32	Ca-Na-Mg-HCO ₃	perforado	9.9
33	Na-Ca-Cl-HCO ₃	cavado	12.4
35	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -NO ₃	cavado	17
74	Ca-Mg-Cl-HCO ₃	cavado	13
75	Ca-Na-Cl-HCO ₃	cavado	5.7

4.5.3. Cuenca del A° Concepción.

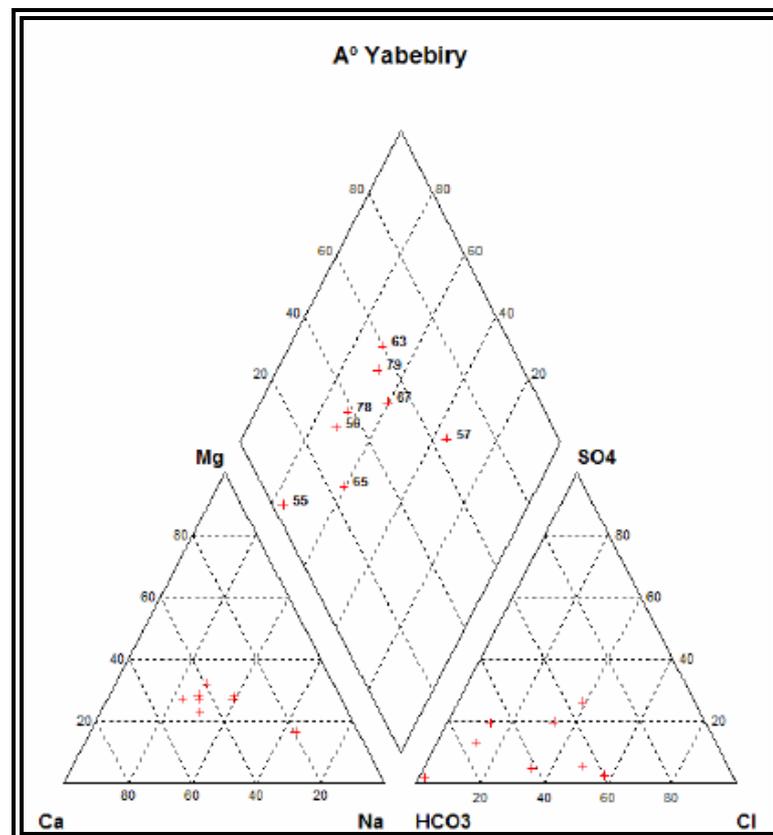


La cuenca del arroyo Concepción se encuentra ubicada al oeste de la ciudad de Concepción de la Sierra, desembocando sus aguas en el río Uruguay luego de discurrir unos 35 a 40 kilómetros desde el lugar donde se encuentran sus nacientes. En el gráfico anterior se puede observar que las características observadas en los cationes indican aguas de las denominadas intermedias. En tanto los aniones son del tipo cloruradas o bicarbonatadas.

Debido a la falta de una definición clara en los cationes, los tipos de aguas, según la metodología de clasificación de Piper, resultan entre bicarbonatadas cálcicas y cloruradas cálcicas.

CUENCA A° CONCEPCIÓN			
Pozos	Tipo Agua	Tipo pozo	Nivel agua
4	Na-Ca-Mg-HCO ₃	cavado	9.8
5	Ca-Mg-Cl-HCO ₃ -NO ₃	cavado	12.8
6	Ca-Mg-HCO ₃	perforado	80
7	Na-Ca-Mg-HCO ₃ -Cl	cavado	2.1
9	Na-Ca-Mg-Cl-NO ₃	cavado	13.7
10	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -NO ₃	cavado	7.5
69	Ca-Mg-Na-HCO ₃	cavado	8.7

4.5.5. Cuenca del A° Yabebiry



La cuenca del arroyo Yabebiry es una de las más vastas dentro del mapa hídrico de la provincia de Misiones, y sus nacientes, dadas por arroyos que luego confluyen para la conformación del mismo, se encuentran en zonas cercanas a las localidades de Oberá, Leandro N, Alem hacia el sureste y Campo Grande hacia el noreste.

En este caso, las muestras colectadas se encuentran en cercanías de la localidad de Bonpland, es decir en la parte sureste de la cuenca de aporte.

Las características hidroquímicas de las muestras analizadas indican una predominancia de aguas bicarbonatadas y cloruradas en lo que respecta a aniones y del tipo intermedio cuando se analizan los cationes.

De este modo se obtienen clasificaciones que están entre bicarbonatadas cálcicas y cloruradas cálcicas y/o magnésicas.

CUENCA A° YABEBIRY			
Pozos	Tipo Agua	Tipo pozo	Nivel agua
55	Ca-Mg-Na-HCO ₃	cavado	5.9
56	Ca-Mg-Na-HCO ₃	cavado	1.2
57	Na-Ca-Cl-HCO ₃	cavado	3.6
63	Ca-Na-Mg-Cl-HCO ₃	cavado	2.3
65	Na-Ca-Mg-HCO ₃	cavado	8.1
67	Na-Ca-Mg-HCO ₃ -NO ₃	cavado	5.6
78	Ca-Mg-Na-HCO ₃ -NO ₃	cavado	11.8
79	Ca-Na-Mg-Cl-HCO ₃	cavado	3.2

4.5.6. Otras Cuencas.

Si bien se han tomado otras muestras, las cuales pueden ser perfectamente ubicadas en sus respectivas cuencas, la densidad de puntos muestreados en ellas es sensiblemente menor a la de las analizadas en los acápite anteriores.

Por ello, y para el conocimiento de las características de esos puntos, se deberá recurrir a las planillas, protocolos y demás datos que pueden ser consultados en otras partes de este informe.

En el siguiente cuadro se indican las muestras, que perteneciendo a cuencas definidas, no han sido particularmente volcadas en gráficos de Piper para su caracterización hidroquímica.

MUESTRAS			
Pozos	Cuencas	Tipo pozo	Nivel agua
45	arroyo Santa María	cavado	17.70
48	arroyo Santa María	cavado	8.00
50	arroyo s/nombre	cavado	1.10
52	arroyo s/nombre	cavado	2.60
60	arroyo San Juan	cavado	5.20
61	arroyo San Juan	cavado	1.60
62	arroyo Santa Ana	cavado	0.40
80	arroyo Santa Ana	vertiente	1.00

4.6. Usos del Agua.

4.6.1. Consumo Humano.

En vista a que en varios de los sitios donde se extrajeron muestras para el análisis de laboratorio se ha constatado el uso de las aguas para el consumo de las personas que habitan el lugar (ver censo de fuentes), se considera conveniente realizar una comparación de los valores obtenidos en los análisis, con los exigidos por el Código Alimentario Argentino en su **Art. 1 (ex - Art. 982) (Res MS y AS N° 494 del 7.07.94)** destinado a las Bebida Hídricas, Agua y Agua Gasificada.

A continuación se transcribe los valores máximos, mínimos y otras características especificadas en dicho Código para el Agua Potable.

**CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO
AGUA POTABLE**

PARÁMETROS	UNIDADES	COD.ALIM.ARG.
pH	UpH	6,5 - 8,5
Turbidez	U.N.T.	3
Color	Escala Pt - Co	max. 5
Olor		Sin olores extraños
Coliformes Totales	NMP/100 ml	≤ 3
Escherichia coli	Pres/Aus	Ausencia
Pseudomona aeruginosa	Pres/Aus	Ausencia
Aluminio	mg Al / l	max.0,2
Amoníaco NH ₄ ⁺	mg / l	0,2
Arsénico	mg As / l	max. 0,05
Cadmio	mg Cd / l	max. 0,005
Cianuros	mg / l	max. 0,10
Cinc	mg/l	max. 5
Cloruros	mg / l	max. 350
Cloro Activo Residual	mg / l	min.0,2
Cobre	mg / l	max. 1
Cromo total	mg / l	max. 0,05
Dureza Total	mg/l	max. 400
Fluoruros	mg F / l	min.0,7-max.1,2
Hierro total	mg / l	max. 0,3
Manganeso	mg / l	max. 0,10
Mercurio	mg / l	max. 0,001
Nitrógeno Nitratos	mg / l	max.45
Nitrogenos Nitritos	mg / l	max. 0,10
Plata	mg / l	max. 0,05
Plomo	mg / l	max. 0,05
Sólidos Disueltos Totales	mg / l	max. 1500
Sulfatos	mg / l	max. 400

Características químicas
Características físicas
Características Microbiológicas
Sustancias Inorgánicas

De acuerdo a estos valores exigibles y en vista a los resultados obtenidos se pueden realizar las siguientes consideraciones:

a. Nitratos. Dentro de las determinaciones de calidad de agua y especialmente cuando se está evaluando la condición que presentan esas aguas para la ingesta humana, un análisis que suele ser muy útil a la hora de evaluar la incidencia humana sobre aquellas, es la concentración de los nitratos (**NO₃**).

Es conocido que los seres humanos provocan a través de sus excretas una contaminación de las aguas superficiales o subterráneas (capa freática).

El nitrato se deriva de desechos humanos o animales que llegan a los suelos por tratamiento inadecuado de aguas negras (tanques sépticos mal ubicados, fugas en líneas de alcantarillado sanitario, etc.).

El nitrato también suele derivar del uso de fertilizantes nitrogenados, que en caso de no ser efectivamente utilizado por las plantas, es arrastrado por la precipitación hasta el acuífero, donde a medida que pasa el tiempo, cada vez se acumula más compuestos de nitrógeno en las aguas subterráneas.

De acuerdo a los análisis realizados sobre las muestras extraídas, todos los valores para este parámetro se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos para el consumo humano.

El límite máximo para el NO_3 , especificado en el Código Alimentario Argentino, es de 45 mg/lit.

c. Hierro. Es un elemento que puede llegar a presentarse en las aguas subterráneas en forma natural, incrementando su contenido en la medida que se produzca interacción del agua con rocas ferrosas.

El hierro que es disuelto en las aguas subterráneas se reduce a su forma hierro II. Esta forma es soluble y normalmente no causa ningún problema por sí misma. El hierro II, en presencia de oxígeno, se oxida a formas de hierro III que son hidróxidos insolubles en agua. Estos son compuestos rojos corrosivos que tiñen y provocan el bloqueo de pantallas, bombas, tuberías y sistemas de recirculación, etc.

El Código Alimentario Argentino establece para el Hierro Total, un valor máximo permitido de 0,30mg/lit, el cual es coincidente con las exigencias de la Organización Mundial de la Salud -OMS- para este elemento.

Los valores de Hierro Total hallados en las muestras presentan en términos porcentuales, valores similares de cumplimiento e incumplimiento respecto a lo establecido en el Código Alimentario Argentino en su Capítulo XII – BEBIDAS HIDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA, y más específicamente en su Artículo 982 - (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007), respecto al valor máximo permitido de 0,30mg/lit.

Hay veintiséis (26) muestras que cumplen y veinticinco (25) que superan el valor fijado como límite máximo. Dentro de estas últimas, se pueden citar a los pozos 60, 77 y 35 como aquellos que presentan los valores más altos de todos aquellos que superan el valor límite máximo. Los porcentajes de excedencias son del 2165, del 1875 y del 883% respectivamente.

d. pH. Las mediciones de pH indican una preponderancia en la acidez de las aguas, ya que cuarenta y cinco (45) muestras arrojan valores por debajo del valor 7 UpH, considerado como neutro.

Considerando los límites establecidos en el Código para el pH -6,5 a 8,5-, y observando los resultados obtenidos, se puede inferir que solo 10 de las muestras caen dentro de este rango.

e. Fluoruros. Con respecto a los fluoruros, el rango exigible para una temperatura de las aguas considerada entre 17,7 - 21,4 °C, oscila entre un mín. de 0,7 y un máximo de 1,2.

De las cincuenta y un muestras evaluadas, 11 de ellas cumplen con las exigencias del Código Alimentario Argentino para el rango de temperaturas considerado. Las muestras restantes presentan valores por defecto.

f. Otros Análisis. En el caso de Arsénico, Cloruros, Dureza Total, Sólidos Disueltos Totales, Sulfatos y Aluminio, los valores obtenidos en los análisis arrojan valores que están todos por debajo de los máximos establecidos por el Código, cuando se considera el agua para un uso de ingesta humana.

Hay otros análisis que están especificados en el Código Alimentario Argentino a fin de catalogar el agua en relación a la ingesta humana y que no han sido valorados en esta ocasión (Ver cuadro N° 3), pero sin duda una recomendación necesaria indicaría que los análisis microbiológicos deben ser contemplados en futuras caracterizaciones y seguimientos, en especial cuando a través del Censo de Fuentes sea constatado el uso de las aguas para el consumo humano.

4.6.2. Riego.

La evaluación de calidad de las aguas, que después de ser captadas, pretendan ser empleadas con fines de riego, se realiza a través de las normas establecidas por Riverside, el cual emplea la Conductividad Eléctrica y el índice S.A.R para proceder a catalogar a las aguas de acuerdo a la peligrosidad de ser alcalinizada o ser salinizada.

La Conductividad valora, hasta cierto punto, y a través de un incremento de la misma, el aumento de la concentración iónica presente en las aguas objeto de evaluación.

En tanto el índice S.A.R indica la proporción relativa del Sodio con los iones Calcio y Magnesio.

$$S.A.R = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

En la Tabla N° 1 se han volcado los datos de Conductividad-Concentración total de sales solubles- y el índice S.A.R.

	Conduct.	SAR		Conduct.	SAR
	$\mu\text{S/cm}$			$\mu\text{S/cm}$	
Pozo 001	25	0.11	Pozo 041	111	0.43
Pozo 002	192	0.37	Pozo 042	28	0.34
Pozo 003	32	0.36	Pozo 045	35	0.71
Pozo 004	15	0.95	Pozo 048	54	0.76
Pozo 005	21	0.20	Pozo 050	48	0.59
Pozo 006	73	0.26	Pozo 052	75	0.56
Pozo 006	63	0.29	Pozo 055	122	0.49
Pozo 007	42	0.71	Pozo 056	51.2	0.40
Pozo 009	55	0.49	Pozo 057	78	1.48
Pozo 010	53	0.45	Pozo 060	100	1.28
Pozo 013	33	0.21	Pozo 061	103	0.32
			Pozo 062	270	0.61
Pozo 016	50.5	0.37	Pozo 063	120	0.54
Pozo 019	42	0.21	Pozo 065	38	0.54
Pozo 021	84.3	0.27	Pozo 067	76	0.76
Pozo 022	75.4	0.24	Pozo 069	54	0.12
Pozo 024	120	0.41	Pozo 071	21	0.18
Pozo 025	40	0.42	Pozo 072	102	0.41
Pozo 027	41.3	0.22	Pozo 073	17	0.53
Pozo 029	57	0.35	Pozo 074	70	0.27
Pozo 030	90	0.39	Pozo 075	25	0.43
Pozo 031	23	0.30	Pozo 076	69.4	0.44
Pozo 032	45	0.42	Pozo 077	276	0.27
Pozo 033	20	0.48	Pozo 078	45	0.36
Pozo 035	18	0.22	Pozo 079	64	0.47
Pozo 039	79	0.17	Pozo 080	28	0.42

Tabla N° 1. Valores de Conductividad – SAR

La baja concentración relativa de sodio, con respecto al calcio y al magnesio, presentes en las muestra evaluadas, muestran un importante conjunto de valores para el índice (SAR) por debajo de uno (1), mientras que solo en nueve de las cincuenta y un muestras analizadas, el valor de conductividad estuvo por arriba de los 100 microsiemens/cm., límite inferior del diagrama de clasificación de aguas para irrigación.

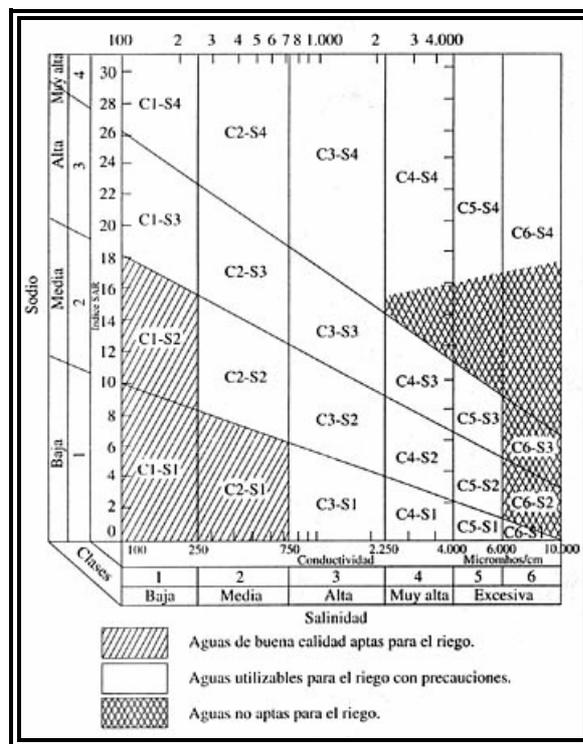
Todas las demás muestras están por debajo de este límite y por lo tanto se consideran obviamente sin inconvenientes para el uso analizado.

De todas maneras y pese a que los valores de conductividad de algunos pozos superan los valores promedio de todas las muestras analizadas, los valores hallados para el SAR son realmente bajos y en solo dos oportunidades, para los pozos 57 y 60, el valor de SAR es mayor a 1, lo cual pone a las aguas evaluadas en la zona más favorable para ser empleadas como agua para riego.

Los valores correspondientes a la Conductividad pueden ser consultados en la Planilla HQ-1, mientras que los valores calculados del S.A.R se han volcado en la Planilla RQ 1 del Anexo.

De acuerdo a los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las clasificaciones establecidas en el gráfico *Normas de Riverside*, la casi totalidad de las muestras de aguas analizadas pueden ser clasificadas como C1-S1, salvo las muestras N° 62 y N° 77, que por sus valores de conductividad (270 y 276 respectivamente) deben ser clasificadas como C2-S1.

Esto está indicando que las aguas analizadas son de muy buena calidad y pueden utilizarse como aguas de riego, sin peligro de alcalinización y de salinización del suelo, es decir, sin restricción alguna.



Las características de los subíndices que conforman cada una de las divisiones del cuadro de clasificación de *Riverside* son expuestos a continuación:

Tipos	Calidad y normas de uso
C ₁	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.
C ₂	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C ₃	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C ₄	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C ₅	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C ₆	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.

S ₁	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S ₂	Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario
S ₃	Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S ₄	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

4.7. Origen y Movimiento de las Aguas Subterráneas.

El índice de cambio de base -(icb)- permite valorizar el desequilibrio que se presenta entre cloruros y alcalinos.

$$icb = \frac{rCl - r(Na + K)}{rCl}$$

De acuerdo a los valores obtenidos para los índices *icb* correspondientes a cada una de las muestras, los cuales se pueden observar en la Tabla RQ1 del Anexo, 39 pozos estarían indicando un intercambio de bases de endurecimiento del agua, dado que dichos valores se encuentran entre (- 0,10) a (- 25,14), éste último valor se registra en el Pozo 62.

Mientras tanto los valores positivos del índice icb se pueden observar en doce (12) muestras, donde la variación oscila entre 0.16 y 0.79, indicando un cambio de bases de ablandamiento.

Con el objeto de visualizar más claramente la evolución de las aguas subterráneas, se analizaron distintas relaciones hidroquímicas entre los aniones y cationes presentes en las aguas. Tabla RQ 1

La relación hidroquímica entre el Magnesio y el Calcio - rMg/rCa -, oscila entre 0,45 y 1,00, observándose como valor promedio de la zona analizada un valor de la relación cercana a 0,75.

Al entrar en contacto con la superficie terrestre, el agua contiene una determinada cantidad de sales disueltas y, además posee ácido carbónico, que disuelve las sales y minerales que forman las rocas, con lo que incrementa su contenido salino. Este será mayor conforme a que el agua circule por el subsuelo o permanezca un mayor tiempo en contacto con las rocas.

La cuantía y el tipo de elementos disueltos dependerá de la composición y solubilidad de las rocas con las que interactúan las aguas, de ahí que la relación rCl/CO_3H o la inversa - rCO_3H/Cl -que es la empleada en este caso- permiten visualizar mejor la condición de aguas jóvenes, es decir, las de mayor concentración de bicarbonatos.

Los valores más altos obtenidos para esta relación corresponden a los pozos 062, 002, 055, y 77 cuyos valores de la relación son los siguientes: 119; 48,22; 48.22 y 31,86 respectivamente.

Mientras que existen 13 pozos en los cuales la relación entre bicarbonatos y cloruros es menor a 1.

De un total de 51muestras, 38 acusan valores superiores a la unidad, lo cual da indicios ciertos sobre la juventud de las aguas analizadas y la posibilidad cierta de encontrarse en cercanías a una zona de recargas de acuíferos.

4.8. Planos y Planillas.

A fin de completar la presentación de los resultados obtenidos a través de los análisis físico-químicos, se han confeccionado cinco planos, donde, a partir de representaciones gráficas, se busca facilitar la visualización de las condiciones presentes en cada punto.

En ellos se han volcado específicamente las siguientes relaciones entre parámetros:

- Residuo Seco / Sulfato
- Bicarbonato / Cloruros y Magnesio / Calcio
- Cloruros / Índice de Cambio de Base
- Hidroquímica (STIFF)
- Conductividad

Se han confeccionado planillas individuales para cada punto evaluado, donde a modo de ficha particular se puede observar datos de localización (denominación, tipo de captación y ubicación), como así también los resultados de las valoraciones de Piper, Stiff y Diagramas Circulares, a partir de los gráficos que los caracterizan y las denominaciones que les son propias.

Finalmente para cada hoja/ficha se ha anexado un gráfico de torta, donde se pueden observar los porcentuales iónicos de cada muestra.

ANEXO

PLANILLA HQ-1

Determinaciones Físico-Químicas												
pH	Conductividad µS/cm	Residuo Seco mg/L	Alcal total mgCO ₃ Ca/L	Alcal fenolft. mgCO ₃ Ca/L	Dureza total mgCO ₃ Ca/L	Hierro total mg/L	Aluminio mg/L	N-Nitratos mgN/L	Arsénico mg/L	Fluoruros mg/L		
Pozo 001	6.2	25	12.5	0	14	0.52	<0.01	<0.1	<0.001	0.11		
Pozo 002	7.1	192	68	0	68.5	0.08	<0.01	0.2	<0.001	0.26		
Pozo 003	6.2	32	3	0	12	0.49	<0.01	1.7	<0.001	0.16		
Pozo 004	5.4	15	5.0	0	8.1	0.58	<0.01	0.8	<0.001	0.33		
Pozo 005	5.8	21	8.4	0	11	0.32	<0.01	2.1	<0.001	0.56		
Pozo 006	6.9	73	17.5	0	30	0.24	<0.01	0.5	<0.001	0.34		
Pozo 006	6.3	63	34	0	30	3.46	<0.01	0.7	<0.001	0.32		
Pozo 007	5.8	42	14	0	27.0	0.85	<0.01	1.1	<0.001	0.44		
Pozo 009	4.9	55	3.0	0	17.4	0.03	<0.01	7.6	<0.001	0.7		
Pozo 010	6.2	76	4.0	0	20.0	0.04	<0.01	7.8	<0.001	0.48		
Pozo 013	5.7	33	28	0	28	0.27	<0.01	0.5	<0.001	0.19		
Pozo 016	5.9	50.5	25	0	26	0.07	<0.01	0.4	<0.001	0.35		
Pozo 019	6	42	33	0	31	0.42	<0.01	0.1	<0.001	<0.10		
Pozo 021	6.2	84.3	300	0	48	0.19	<0.01	2.1	<0.001	0.26		
Pozo 022	6	75.4	100	0	43.4	0.14	<0.01	5.6	<0.001	0.11		
Pozo 024	6.4	120	164	0	53.6	0.49	<0.01	1.3	<0.001	0.33		
Pozo 025	5.6	40	88	0	18	0.05	<0.01	1.1	<0.001	0.54		
Pozo 027	6.4	41.3	54	0	31.0	0.24	<0.01	0.2	<0.001	<0.10		
Pozo 029	6.5	57	86	0	24	2.11	<0.01	0.8	<0.001	0.43		
Pozo 030	6.4	90	150	0	41	2.85	<0.01	0.5	<0.001	0.71		
Pozo 031	6.4	23	46	0	11	0.12	<0.01	0.9	<0.001	0.11		
Pozo 032	4.7	45	58	0	19	0.06	<0.01	0.2	<0.001	0.73		
Pozo 033	5.3	20	36	0	8.50	0.25	<0.01	0.1	<0.001	0.59		
Pozo 035	8.2	18	84	0	12	2.85	<0.01	1.5	<0.001	0.15		
Pozo 039	6.3	79	100	0	40	0.05	<0.01	3.8	<0.001	<0.10		
Pozo 041	6.4	111	124	0	48.7	0.1	<0.01	2	<0.001	0.48		
Pozo 042	5.8	28	13	0	13.8	0.04	<0.01	0.3	<0.001	0.48		

PLANILLA HQ-2

Determinaciones Físico-Químicas												
pH	Conductividad µS/cm	Residuo Seco mg/L	Alcal total mgCO3Ca/L	Alcal fenolf. mgCO3Ca/L	Dureza total mgCO3Ca/L	Hierro total mg/L	Aluminio mg/L	N-Nitratos mgN/L	Arsénico mg/L	Fluoruros mg/L		
Pozo 045	6	35	38	17	0	17	1.23	<0.01	0.2	<0.001	0.34	
Pozo 048	6.3	54	68	30	0	22	0.11	<0.01	0.6	<0.001	<0.10	
Pozo 050	5.8	48	20	25	0	23	0.33	<0.01	0.4	<0.001	0.54	
Pozo 052	5.7	75	20	19	0	33	0.32	<0.01	0.6	<0.001	0.35	
Pozo 055	6.5	122	86	68	0	62.0	0.79	<0.01	0.7	<0.001	0.26	
Pozo 056	6.4	51.2	72	28	0	27	0.18	<0.01	0.2	<0.001	0.53	
Pozo 057	5.8	78	28	10.0	0	17	1.26	<0.01	0.7	<0.001	0.66	
Pozo 060	6.9	100	112	42	0	37	1.41	<0.01	0.5	<0.001	0.16	
Pozo 061	7.1	103	118	59	0	60	0.42	<0.01	0.8	<0.001	0.1	
Pozo 062	7.4	270	326	168	0	137	0.73	<0.01	<0.1	<0.001	0.44	
Pozo 063	6.1	120	138	18	0	45	0.69	<0.01	6.9	<0.001	0.63	
Pozo 065	6.7	38	94	17	0	17	6.5	<0.01	1.7	<0.001	0.21	
Pozo 067	5.8	76	100	20.0	0	33	0.96	<0.01	3.5	<0.001	0.38	
Pozo 069	5.4	54	76	5	0	8.5	0.12	<0.01	0.1	<0.001	0.18	
Pozo 071	5.1	21	46	4	0	8.5	0.02	<0.01	2.9	<0.001	<0.10	
Pozo 072	5	102	176	6.00	0	30	0.18	<0.01	16.1	<0.001	0.42	
Pozo 073	5.2	17	24	4	0	7.1	0.12	<0.01	1.2	<0.001	0.1	
Pozo 074	6.4	70	76	30	0	34	0.09	<0.01	2.1	<0.001	0.73	
Pozo 075	5.5	25	40	13	0	12	0.02	<0.01	0.1	<0.001	0.46	
Pozo 076	6	69.4	108	12	0	25.6	1.89	<0.01	6.3	<0.001	0.72	
Pozo 077	7.1	276	320	135	0	48.7	5.63	<0.01	2.4	<0.001	0.64	
Pozo 078	5.9	45	60	14	0	24	0.21	<0.01	5.8	<0.001	0.45	
Pozo 079	5.4	64	88	9.0	0	26.4	0.25	<0.01	<0.1	<0.001	0.47	
Pozo 080	6.1	28	34	17	0	18	0.58	<0.01	0.3	<0.001	0.46	

PLANILLA IO-1

	ANIONES			CATIONES			
	Bicarbonato	Sulfato	Cloruro	Sodio	Potasio	Calcio	Magnesio
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Pozo 001	15.3	2.8	0.5	1	0.4	3.8	1.2
Pozo 002	83	1	1	7.1	1.6	19.4	5.3
Pozo 003	3.66	1	1	2.9	0.4	3.1	1.1
Pozo 004	6.1	1	1	6.3	0.4	2	0.8
Pozo 005	6.1	1	7	1.5	0.4	2.6	1
Pozo 06	21.6	1	1	3.4	2	7.8	2.9
Pozo 006	41.5	1	4.5	3.6	1.7	6.3	3.5
Pozo 007	17.1	4.3	5	6.8	0.4	3.9	1.8
Pozo 009	3.6	1	14	4.8	1.2	4.1	2
Pozo 010	4.9	1	4	4.6	1.6	4.5	2
Pozo 013	34	1	2	2.5	0.3	6.6	2.8
Pozo 016	30.5	1	6.5	4.4	0.4	6	2.8
Pozo 019	40	1.9	1.4	2.7	0.3	7.6	3
Pozo 021	58.5	1	2	4.4	0.5	12.3	4.4
Pozo 022	27	1	7	3.6	0.3	10.4	4.3
Pozo 024	51.2	1.1	6.5	6.9	0.4	13	5.2
Pozo 025	19.5	1.1	4.5	4.2	0.4	4	2.1
Pozo 027	24.4	1	2.5	2.8	0.7	7.08	3.4
Pozo 029	18.3	8.2	5	3.9	0.4	5	2.8
Pozo 030	53.7	8	3	5.8	0.7	9.4	4.3
Pozo 031	8.53	1.1	2.5	2.3	0.4	2.3	1.4
Pozo 032	25.6	1	3	4.2	0.4	4	2.2
Pozo 033	9.8	1	8	3.2	0.4	2.1	0.8
Pozo 035	7.31	1	2	1.8	0.4	2.8	1.3
Pozo 039	40.3	1	5	2.5	0.4	9.4	4
Pozo 041	56.1	1	6	6.9	1.7	9.9	5.8
Pozo 042	15.9	1	4	2.9	0.4	3.1	1.5
Pozo 045	20.7	1.4	2	6.7	0.4	4.2	1.6
Pozo 048	36.6	1	2	8.2	0.6	5.6	1.9
Pozo 050	30.5	1	2	6.5	0.4	5.3	2.4
Pozo 052	23.2	2.3	5	7.4	0.4	7.4	3.5
Pozo 055	83	1	1	8.8	0.4	16	5.3
Pozo 056	34.2	7.6	4	4.8	0.4	6.6	2.6
Pozo 057	12.2	7.2	8	14	0.7	3.7	1.9
Pozo 060	51.2	8.7	15.5	18.2	0.8	8	4.4
Pozo 061	72	1	11.5	5.6	0.4	15	5.3
Pozo 062	205	1.3	1	16.6	0.6	33.4	13.5
Pozo 063	22	1	18.5	8.4	1.2	11.3	4.1
Pozo 065	20.7	2.8	2	5.1	0.6	3.7	1.9
Pozo 067	24.4	7.9	10	10.1	0.5	7.5	3.6
Pozo 069	6.1	1	5	0.8	0.4	1.9	0.9
Pozo 071	4.9	1	4	1.2	0.4	2.1	0.8
Pozo 072	7.31	1	6	5.8	0.4	7.9	4.5
Pozo 073	4.9	1	7.5	3.3	0.4	1.6	0.8
Pozo 074	36.6	1	30	3.7	0.5	7.8	3.6
Pozo 075	15.9	1	13	3.4	0.4	3	1.1
Pozo 076	14.6	6.6	5	5.2	0.4	5.8	2.8
Pozo 077	164.5	3.4	3	4.4	4.6	11.5	5
Pozo 078	17.1	1	5.5	4	0.4	5.3	2.6
Pozo 079	11	1	7	5.54	0.4	7.1	2.1
Pozo 080	20.7	1.8	5.5	4.1	0.4	4	1.9

PLANILLA IO-2

	ANIONES			CATIONES			
	Bicarbonato	Sulfato	Cloruro	Sodio	Potasio	Calcio	Magnesio
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L
Pozo 001	0.2508	0.0583	0.0141	0.0435	0.0102	0.1896	0.0987
Pozo 002	1.3604	0.0208	0.0282	0.3089	0.0409	0.9681	0.4360
Pozo 003	0.0600	0.0208	0.0282	0.1262	0.0102	0.1547	0.0905
Pozo 004	0.1000	0.0208	0.0282	0.2741	0.0102	0.0998	0.0658
Pozo 005	0.1000	0.0208	0.1975	0.0653	0.0102	0.1297	0.0823
Pozo 006	0.3540	0.0208	0.0282	0.1479	0.0511	0.3892	0.2386
Pozo 006	0.6802	0.0208	0.1269	0.1566	0.0435	0.3144	0.2879
Pozo 007	0.2803	0.0896	0.1411	0.2958	0.0102	0.1946	0.1481
Pozo 009	0.0590	0.0208	0.3949	0.2088	0.0307	0.2046	0.1645
Pozo 010	0.0803	0.0208	0.1128	0.2001	0.0409	0.2246	0.1645
Pozo 013	0.5573	0.0208	0.0564	0.1088	0.0077	0.3293	0.2303
Pozo 016	0.4999	0.0208	0.1834	0.1914	0.0102	0.2994	0.2303
Pozo 019	0.6556	0.0396	0.0395	0.1175	0.0077	0.3792	0.2468
Pozo 021	0.9588	0.0208	0.0564	0.1914	0.0128	0.6138	0.3619
Pozo 022	0.4425	0.0208	0.1975	0.1566	0.0077	0.5190	0.3537
Pozo 024	0.8392	0.0229	0.1834	0.3002	0.0102	0.6487	0.4278
Pozo 025	0.3196	0.0229	0.1269	0.1827	0.0102	0.1996	0.1727
Pozo 027	0.3999	0.0208	0.0705	0.1218	0.0179	0.3533	0.2797
Pozo 029	0.2999	0.1708	0.1411	0.1697	0.0102	0.2495	0.2303
Pozo 030	0.8801	0.1666	0.0846	0.2523	0.0179	0.4691	0.3537
Pozo 031	0.1398	0.0229	0.0705	0.1001	0.0102	0.1148	0.1152
Pozo 032	0.4196	0.0208	0.0846	0.1827	0.0102	0.1996	0.1810
Pozo 033	0.1606	0.0208	0.2257	0.1392	0.0102	0.1048	0.0658
Pozo 035	0.1198	0.0208	0.0564	0.0783	0.0102	0.1397	0.1069
Pozo 039	0.6605	0.0208	0.1411	0.1088	0.0102	0.4691	0.3290
Pozo 041	0.9195	0.0208	0.1693	0.3002	0.0435	0.4940	0.4771
Pozo 042	0.2606	0.0208	0.1128	0.1262	0.0102	0.1547	0.1234
Pozo 045	0.3393	0.0292	0.0564	0.2915	0.0102	0.2096	0.1316
Pozo 048	0.5999	0.0208	0.0564	0.3567	0.0153	0.2794	0.1563
Pozo 050	0.4999	0.0208	0.0564	0.2828	0.0102	0.2645	0.1974
Pozo 052	0.3802	0.0479	0.1411	0.3219	0.0102	0.3693	0.2879
Pozo 055	1.3604	0.0208	0.0282	0.3828	0.0102	0.7984	0.4360
Pozo 056	0.5605	0.1583	0.1128	0.2088	0.0102	0.3293	0.2139
Pozo 057	0.2000	0.1500	0.2257	0.6090	0.0179	0.1846	0.1563
Pozo 060	0.8392	0.1812	0.4373	0.7917	0.0205	0.3992	0.3619
Pozo 061	1.1801	0.0208	0.3244	0.2436	0.0102	0.7485	0.4360
Pozo 062	3.3600	0.0271	0.0282	0.7221	0.0153	1.6667	1.1105
Pozo 063	0.3606	0.0208	0.5219	0.3654	0.0307	0.5639	0.3373
Pozo 065	0.3393	0.0583	0.0564	0.2219	0.0153	0.1846	0.1563
Pozo 067	0.3999	0.1646	0.2821	0.4394	0.0128	0.3743	0.2961
Pozo 069	0.1000	0.0208	0.1411	0.0348	0.0102	0.0948	0.0740
Pozo 071	0.0803	0.0208	0.1128	0.0522	0.0102	0.1048	0.0658
Pozo 072	0.1198	0.0208	0.1693	0.2523	0.0102	0.3942	0.3702
Pozo 073	0.0803	0.0208	0.2116	0.1436	0.0102	0.0798	0.0658
Pozo 074	0.5999	0.0208	0.8463	0.1610	0.0128	0.3892	0.2961
Pozo 075	0.2606	0.0208	0.3667	0.1479	0.0102	0.1497	0.0905
Pozo 076	0.2393	0.1375	0.1411	0.2262	0.0102	0.2894	0.2303
Pozo 077	2.6962	0.0708	0.0846	0.1914	0.1176	0.5739	0.4113
Pozo 078	0.2803	0.0208	0.1552	0.1740	0.0102	0.2645	0.2139
Pozo 079	0.1803	0.0208	0.1975	0.2410	0.0102	0.3543	0.1727
Pozo 080	0.3393	0.0375	0.1552	0.1784	0.0102	0.1996	0.1563

PLANILLA IO-3

	ANIONES			CATIONES			
	Bicarbonato	Sulfato	Cloruro	Sodio	Potasio	Calcio	Magnesio
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
	%	%	%	%	%	%	%
Pozo 001	77.59%	18.05%	4.36%	12.72%	2.99%	55.43%	28.86%
Pozo 002	96.52%	1.48%	2.00%	17.61%	2.33%	55.20%	24.86%
Pozo 003	55.02%	19.11%	25.87%	33.06%	2.68%	40.54%	23.72%
Pozo 004	67.09%	13.98%	18.93%	60.92%	2.27%	22.18%	14.63%
Pozo 005	31.41%	6.54%	62.04%	22.70%	3.56%	45.13%	28.61%
Pozo 006	87.83%	5.17%	7.00%	17.89%	6.19%	47.07%	28.85%
Pozo 006	82.15%	2.52%	15.33%	19.52%	5.42%	39.18%	35.88%
Pozo 007	54.86%	17.53%	27.61%	45.60%	1.58%	30.00%	22.83%
Pozo 009	12.43%	4.39%	83.18%	34.31%	5.04%	33.62%	27.03%
Pozo 010	37.53%	9.73%	52.73%	31.76%	6.49%	35.64%	26.11%
Pozo 013	87.83%	3.28%	8.89%	16.09%	1.13%	48.71%	34.07%
Pozo 016	71.00%	2.96%	26.04%	26.17%	1.40%	40.94%	31.49%
Pozo 019	89.24%	5.39%	5.38%	15.64%	1.02%	50.49%	32.85%
Pozo 021	92.54%	2.01%	5.45%	16.22%	1.08%	52.02%	30.68%
Pozo 022	66.97%	3.15%	29.88%	15.10%	0.74%	50.05%	34.11%
Pozo 024	80.27%	2.19%	17.54%	21.64%	0.74%	46.78%	30.84%
Pozo 025	68.08%	4.88%	27.04%	32.32%	1.81%	35.31%	30.56%
Pozo 027	81.40%	4.24%	14.36%	15.76%	2.32%	45.72%	36.20%
Pozo 029	49.03%	27.92%	23.06%	25.72%	1.55%	37.82%	34.91%
Pozo 030	77.79%	14.73%	7.48%	23.08%	1.64%	42.92%	32.36%
Pozo 031	59.94%	9.82%	30.24%	29.41%	3.01%	33.73%	33.85%
Pozo 032	79.91%	3.97%	16.12%	31.86%	1.78%	34.80%	31.56%
Pozo 033	39.45%	5.12%	55.43%	43.50%	3.20%	32.74%	20.56%
Pozo 035	60.80%	10.57%	28.63%	23.36%	3.05%	41.68%	31.90%
Pozo 039	80.32%	2.53%	17.15%	11.86%	1.12%	51.15%	35.88%
Pozo 041	82.87%	1.88%	15.25%	22.83%	3.31%	37.57%	36.29%
Pozo 042	66.10%	5.28%	28.62%	30.44%	2.47%	37.32%	29.77%
Pozo 045	79.86%	6.86%	13.28%	45.34%	1.59%	32.60%	20.47%
Pozo 048	88.59%	3.08%	8.33%	44.16%	1.90%	34.59%	19.35%
Pozo 050	86.62%	3.61%	9.78%	37.46%	1.35%	35.04%	26.15%
Pozo 052	66.80%	8.42%	24.78%	32.54%	1.03%	37.33%	29.10%
Pozo 055	96.52%	1.48%	2.00%	23.52%	0.63%	49.06%	26.79%
Pozo 056	67.40%	19.03%	13.57%	27.39%	1.34%	43.21%	28.06%
Pozo 057	34.74%	26.05%	39.21%	62.92%	1.85%	19.08%	16.15%
Pozo 060	57.57%	12.43%	30.00%	50.32%	1.30%	25.37%	23.01%
Pozo 061	77.37%	1.37%	21.27%	16.94%	0.71%	52.04%	30.31%
Pozo 062	98.38%	0.79%	0.83%	20.55%	0.44%	47.42%	31.60%
Pozo 063	39.92%	2.31%	57.78%	28.17%	2.37%	43.47%	26.00%
Pozo 065	74.73%	12.85%	12.43%	38.37%	2.65%	31.94%	27.04%
Pozo 067	47.24%	19.44%	33.32%	39.14%	1.14%	33.34%	26.38%
Pozo 069	38.18%	7.95%	53.86%	16.27%	4.78%	44.33%	34.62%
Pozo 071	37.53%	9.73%	52.73%	22.40%	4.39%	44.97%	28.24%
Pozo 072	38.66%	6.72%	54.62%	24.57%	1.00%	38.39%	36.05%
Pozo 073	25.68%	6.66%	67.66%	47.94%	3.42%	26.66%	21.98%
Pozo 074	40.89%	1.42%	57.69%	18.73%	1.49%	45.31%	34.47%
Pozo 075	40.21%	3.21%	56.58%	37.13%	2.57%	37.58%	22.72%
Pozo 076	46.21%	26.55%	27.24%	29.91%	1.35%	38.27%	30.46%
Pozo 077	94.55%	2.48%	2.97%	14.79%	9.09%	44.34%	31.78%
Pozo 078	61.43%	4.57%	34.01%	26.26%	1.54%	39.92%	32.28%
Pozo 079	45.23%	5.23%	49.54%	30.97%	1.31%	45.52%	22.20%
Pozo 080	63.78%	7.05%	29.17%	32.76%	1.88%	36.66%	28.71%

PLANILLA RQ 1

RELACIONES IÓNICAS							
	rMg/rCa	rCO3H/rCl	rNa/rK	rSO4/rCl	i.c.b.	SAR	Error
Pozo 001	0.52	17.78	4.25	4.13	-2.81	0.11	-2.84
Pozo 002	0.45	48.22	7.55	0.74	-11.40	0.37	-10.89
Pozo 003	0.58	2.13	12.33	0.74	-3.83	0.36	-55.55
Pozo 004	0.66	3.54	26.79	0.74	-9.08	0.95	-50.24
Pozo 005	0.63	0.51	6.38	0.11	0.62	0.20	5.08
Pozo 006	0.61	12.55	2.89	0.74	-6.06	0.26	-34.45
Pozo 006	0.92	5.36	3.60	0.16	-0.58	0.29	1.57
Pozo 007	0.76	1.99	28.92	0.64	-1.17	0.71	-11.89
Pozo 009	0.80	0.15	6.80	0.05	0.39	0.49	-12.35
Pozo 010	0.73	0.71	4.89	0.18	-1.14	0.45	-49.30
Pozo 013	0.70	9.88	14.18	0.37	-1.06	0.21	-3.17
Pozo 016	0.77	2.73	18.71	0.11	-0.10	0.37	-1.90
Pozo 019	0.65	16.60	15.31	1.00	-2.17	0.21	-1.11
Pozo 021	0.59	16.99	14.97	0.37	-2.62	0.27	-6.49
Pozo 022	0.68	2.24	20.41	0.11	0.17	0.24	-22.15
Pozo 024	0.66	4.58	29.35	0.12	-0.69	0.41	-14.04
Pozo 025	0.87	2.52	17.86	0.18	-0.52	0.42	-9.26
Pozo 027	0.79	5.67	6.80	0.30	-0.98	0.22	-22.26
Pozo 029	0.92	2.13	16.59	1.21	-0.28	0.35	-3.77
Pozo 030	0.75	10.40	14.10	1.97	-2.19	0.39	1.73
Pozo 031	1.00	1.98	9.78	0.32	-0.56	0.30	-18.65
Pozo 032	0.91	4.96	17.86	0.25	-1.28	0.42	-4.41
Pozo 033	0.63	0.71	13.61	0.09	0.34	0.48	11.98
Pozo 035	0.77	2.12	7.66	0.37	-0.57	0.22	-25.95
Pozo 039	0.70	4.68	10.63	0.15	0.16	0.17	-5.44
Pozo 041	0.97	5.43	6.90	0.12	-1.03	0.43	-8.46
Pozo 042	0.80	2.31	12.33	0.18	-0.21	0.34	-2.50
Pozo 045	0.63	6.01	28.50	0.52	-4.35	0.71	-20.42
Pozo 048	0.56	10.63	23.25	0.37	-5.59	0.76	-8.80
Pozo 050	0.75	8.86	27.64	0.37	-4.19	0.59	-13.34
Pozo 052	0.78	2.70	31.47	0.34	-1.35	0.56	-26.95
Pozo 055	0.55	48.22	37.43	0.74	-12.93	0.49	-7.18
Pozo 056	0.65	4.97	20.41	1.40	-0.94	0.40	4.36
Pozo 057	0.85	0.89	34.02	0.66	-1.78	1.48	-25.41
Pozo 060	0.91	1.92	38.70	0.41	-0.86	1.28	-3.82
Pozo 061	0.58	3.64	23.82	0.06	0.22	0.32	2.94
Pozo 062	0.67	119.10	47.07	0.96	-25.14	0.61	-1.43
Pozo 063	0.60	0.69	11.91	0.04	0.24	0.54	-17.90
Pozo 065	0.85	6.01	14.46	1.03	-3.20	0.54	-12.02
Pozo 067	0.79	1.42	34.36	0.58	-0.60	0.76	-14.01
Pozo 069	0.78	0.71	3.40	0.15	0.68	0.12	10.09
Pozo 071	0.63	0.71	5.10	0.18	0.45	0.18	-4.26
Pozo 072	0.94	0.71	24.67	0.12	-0.55	0.41	-53.64
Pozo 073	0.82	0.38	14.04	0.10	0.27	0.53	2.17
Pozo 074	0.76	0.71	12.59	0.02	0.79	0.27	26.13
Pozo 075	0.60	0.71	14.46	0.06	0.57	0.43	23.88
Pozo 076	0.80	1.70	22.12	0.97	-0.68	0.44	-18.71
Pozo 077	0.72	31.86	1.63	0.84	-2.65	0.27	37.57
Pozo 078	0.81	1.81	17.01	0.13	-0.19	0.36	-18.44
Pozo 079	0.49	0.91	23.56	0.11	-0.27	0.47	-32.26
Pozo 080	0.78	2.19	17.44	0.24	-0.22	0.42	-1.17