

**ESTIMACION DE LAS POSIBLES CARGAS CONTAMINANTES AL SUBSUELO Y
ESTUDIO QUIMICO - BACTERIOLOGICO DEL ACUIFERO LIBRE
EN LA ZONA URBANA DEL DEPARTAMENTO VALLE VIEJO
PROVINCIA DE CATAMARCA.**

Recibido 31/08/98

Marta Saracho - Mercedes Flores - Marta Ubaldini - Edith Serenelli - Elba Zalazar - Patricia Moyano.-

Unidad Ejecutora: Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad Nacional de Catamarca.- Obras Sanitarias Catamarca. - Avda Belgrano 300 (4700) Catamarca-FAX 0833-429255.

Palabras Claves: Agua, Carga Contaminante, Valle Viejo, Catamarca

Key Word: Water, Contaminant Load, Valle Viejo, Catamarca

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es caracterizar y estimar las posibles cargas contaminantes al subsuelo en el sector N-E del Valle de Catamarca, en la zona urbana del Dpto. Valle Viejo. Esta área, por sus características hidrogeológicas y la existencia de cargas potencialmente contaminantes, presenta elementos suficientes para aplicar la metodología propuesta por Stephen Foster y Ricardo Hirata. Además, con el propósito de determinar la influencia de las cargas contaminantes sobre la calidad físico - química y bacteriológica del agua subterránea, se realizaron análisis en muestras extraídas de perforaciones existentes en la zona, durante un período de dos años y medio. Al aplicar esta metodología que propone una escala de 0 a 1 para caracterizar las cargas contaminantes, se obtuvieron índices para cargas puntuales y dispersas. Los valores mayores obtenidos para las fuentes puntuales se deben a la clase de contaminante y a que la carga es vertida al suelo sin tratamiento. Para las fuentes dispersas, los índices no resultan actualmente preocupantes, pero la carencia de un plan racional de urbanización puede considerarse como un factor de riesgo potencial.

En correspondencia con estos resultados, la calidad del agua subterránea bajo estudio resultó según normas, apta para consumo humano.

SUMMARY

The objective of the present work is to characterise and estimate the contaminant load to underground water, in the N-E area of Catamarca Valley, in the urban zone of Valle Viejo District. This area, by its hidrogeologic characteristics and by the existence of potential contaminant loads, shows enough elements so as to apply S.Foster and R.Hirata's methodolog. In addition, there were made some analysis on samples from local perforations; aiming to determine the influence of contaminant loads on the chemicophysical and bacteriological quality of underground watey. They were developed along two years and a half. Applying this methodology that proposes a 0-1 order to characterize the contaminant loads, different indexes were obtained for punctual and dispersed loads. The major values for punctual sources are due to the contaminant types since loads are poured to soil without any treatment. Indexes are not worrying for dispersed charges, but as it does not exist a rational plan of urbanisation, it can be considered as a potential risk element.

Side by side with these results, the quality of underground water in the chosen area come to be well fitted to human consumption in agree with established norms.

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas en la superficie terrestre producen ciertas cargas contaminantes, pero sólo algunas generan el máximo riesgo de contaminación del agua subterránea en un área dada. La escasez del recurso hídrico en la Provincia de Catamarca, especialmente en la capital provincial, donde un alto porcentaje de la población utiliza el agua subterránea para consumo humano, hace imprescindible la preservación de la calidad de esta fuente.

El emplazamiento del área de investigación presenta las siguientes particularidades: se trata de un estrecho valle tectónico donde desemboca el Río del Valle en la provincia de Catamarca, que presenta como característica hidrogeológica una cuenca reservorio - de transición hacia el Valle Central - de limitada magnitud con relación a los volúmenes que aporta anualmente el subálveo del río. Esto genera una superficie freática cercana a la topográfica, hecho que sumado a la presencia de diversas cargas contaminantes, provoca una situación de peligro de polución del agua subterránea en el área, la que es fuente de recarga de la zona de explotación que abastece de agua potable a la capital provincial.

Las sierras que flanquean dicho valle, pertenecen al sistema de las Pampeanas. La prolongación al subsuelo de estas elevaciones actúan como un límite impermeable de escasa y variada profundidad. El espesor sedimentario se presenta como un reservorio relativamente reducido y de transición hacia el valle central de mayor amplitud y profundidad. El lugar pertenece a la región de clima árido de sierras y bolsones. Los suelos de esta región se desarrollan en general en sedimentos de textura media, destacándose la presencia de loess. Predominan los Aridisoles que poseen baja capacidad de retención de humedad, bajo tenor de materia orgánica e importante fracción arenosa.

Este estudio forma parte de un proyecto cuyo objetivo es determinar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en un área de aporte, el sector N-E del Departamento Valle Viejo, mediante la evaluación del índice de vulnerabilidad del acuífero y la caracterización de la

carga contaminante al subsuelo.

Dentro de este enfoque, se pretende caracterizar y estimar la carga contaminante al subsuelo en la zona urbana del sector estudiado. Como complemento de este estudio y a efectos de determinar la influencia de las cargas contaminantes sobre el acuífero, se realizaron análisis en muestras de agua subterránea de algunos componentes relacionados con las posibles fuentes contaminantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la elaboración del presente trabajo se utilizó la metodología propuesta por el Dr. S. Foster e Ing. R. Hirata (1987) que utiliza una escala de 0 a 1, para caracterizar las cargas contaminantes y establece cuatro características semi-independientes de las cargas contaminantes puntuales o dispersas para cada actividad potencialmente contaminante:

- a)-Clase de contaminante involucrado (C)
- b)-Intensidad de la contaminación (I)
- c)-Modo de disposición en el subsuelo (M)
- d)-Tiempo de aplicación de la carga contaminante (T)

Con el fin de identificar y caracterizar las actividades potencialmente generadoras de cargas contaminantes al subsuelo, se realizaron cinco campañas para detectar las fuentes de contaminación puntuales y dispersas.

Sibien la metodología utilizada no prevee muestreos y análisis en el área bajo estudio, con el fin de conocer la calidad Físico-Química y Bacteriológica del agua subterránea, y determinar posibles variaciones de alguno de los parámetros por influencia de las cargas contaminantes, se analizaron muestras de once perforaciones existentes en la zona de estudio. En diez (10) campañas realizadas con intervalos de tres meses durante un período de dos años y medio, se extrajeron muestras en las que se determinó la concentración de detergentes y de los siguientes iones: carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, amoníaco, fluor, arsénico, calcio, magnesio, hierro, sodio, potasio, plomo, cinc, cobre y manganeso.

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas en la superficie terrestre producen ciertas cargas contaminantes, pero sólo algunas generan el máximo riesgo de contaminación del agua subterránea en un área dada. La escasez del recurso hídrico en la Provincia de Catamarca, especialmente en la capital provincial, donde un alto porcentaje de la población utiliza el agua subterránea para consumo humano, hace imprescindible la preservación de la calidad de esta fuente.

El emplazamiento del área de investigación presenta las siguientes particularidades: se trata de un estrecho valle tectónico donde desemboca el Río del Valle en la provincia de Catamarca, que presenta como característica hidrogeológica una cuenca reservorio - de transición hacia el Valle Central - de limitada magnitud con relación a los volúmenes que aporta anualmente el subálveo del río. Esto genera una superficie freática cercana a la topográfica, hecho que sumado a la presencia de diversas cargas contaminantes, provoca una situación de peligro de polución del agua subterránea en el área, la que es fuente de recarga de la zona de explotación que abastece de agua potable a la capital provincial.

Las sierras que flanquean dicho valle, pertenecen al sistema de las Pampeanas. La prolongación al subsuelo de estas elevaciones actúan como un límite impermeable de escasa y variada profundidad. El espesor sedimentario se presenta como un reservorio relativamente reducido y de transición hacia el valle central de mayor amplitud y profundidad. El lugar pertenece a la región de clima árido de sierras y bolsones. Los suelos de esta región se desarrollan en general en sedimentos de textura media, destacándose la presencia de loess. Predominan los Aridisoles que poseen baja capacidad de retención de humedad, bajo tenor de materia orgánica e importante fracción arenosa.

Este estudio forma parte de un proyecto cuyo objetivo es determinar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas en un área de aporte, el sector N-E del Departamento Valle Viejo, mediante la evaluación del índice de vulnerabilidad del acuífero y la caracterización de la

carga contaminante al subsuelo.

Dentro de este enfoque, se pretende caracterizar y estimar la carga contaminante al subsuelo en la zona urbana del sector estudiado. Como complemento de este estudio y a efectos de determinar la influencia de las cargas contaminantes sobre el acuífero, se realizaron análisis en muestras de agua subterránea de algunos componentes relacionados con las posibles fuentes contaminantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la elaboración del presente trabajo se utilizó la metodología propuesta por el Dr. S. Foster e Ing. R. Hirata (1987) que utiliza una escala de 0 a 1, para caracterizar las cargas contaminantes y establece cuatro características semi-independientes de las cargas contaminantes puntuales o dispersas para cada actividad potencialmente contaminante:

- a)-Clase de contaminante involucrado (C)
- b)-Intensidad de la contaminación (I)
- c)-Modo de disposición en el subsuelo (M)
- d)-Tiempo de aplicación de la carga contaminante (T)

Con el fin de identificar y caracterizar las actividades potencialmente generadoras de cargas contaminantes al subsuelo, se realizaron cinco campañas para detectar las fuentes de contaminación puntuales y dispersas.

Si bien la metodología utilizada no prevee muestreos y análisis en el área bajo estudio, con el fin de conocer la calidad Físico-Química y Bacteriológica del agua subterránea, y determinar posibles variaciones de alguno de los parámetros por influencia de las cargas contaminantes, se analizaron muestras de once perforaciones existentes en la zona de estudio. En diez (10) campañas realizadas con intervalos de tres meses durante un período de dos años y medio, se extrajeron muestras en las que se determinó la concentración de detergentes y de los siguientes iones: carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, amoníaco, fluor, arsénico, calcio, magnesio, hierro, sodio, potasio, plomo, cinc, cobre y manganeso.

Para evaluar la calidad bacteriológica del agua y determinar posible influencia del saneamiento in-situ sin alcantarillado, se realizaron determinaciones de: Bacterias Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli y Streptococos Fecales.

Los análisis se realizaron según las técnicas descriptas en:

·Standard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA 18° edición 1992.

·Methods for chemical analysis of water and waste. EPA 3° Edición 1985.-

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A) Cargas contaminantes.

Se detectaron las siguientes **fuentes de contaminación puntuales**: una fábrica textil, una fábrica de alimentos lácteos, un lavadero de vehículos, una estación de servicio, cinco talleres mecánicos y un matadero y como **fuentes difusas** las áreas residenciales urbanas.

FUENTES PUNTUALES

Dada la incertidumbre acerca de la concentración de los contaminantes, el índice correspondiente a la **intensidad de la contaminación** no pudo ser estimado para esta clase de fuentes.

En los casos particulares de lavadero de vehículos, estación de servicio, talleres mecánicos y matadero, se estimó el peligro potencial basándose solamente en la clase y duración de la carga contaminante, debido a la falta de datos acerca de la carga hidráulica y la concentración de contaminantes.

1- Fábrica textil:

Los contaminantes de esta carga son fundamentalmente compuestos aromáticos, que presentan lenta degradación y débil retardación por las características del suelo (arenosos). Por esta razón, a la **clase de contaminante** involucrado, se le asigna un índice $I_C = 0,6$.

Para determinar el **modo de disposición** del contaminante se tuvo en cuenta que el efluente

es vertido directamente al suelo, con una carga hidráulica de 1000 mm/día correspondiéndole un índice de $I_M = 0,4$.

Con respecto a la duración de la carga, dado que el período de aplicación es de una década, y considerando la probabilidad de carga del 60 % (valor estimado teniendo en cuenta el rango de disposición de efluentes industriales)¹ se le asignó al **tiempo de aplicación** un índice de $I_T = 0,8$.

Teniendo en cuenta las características de esta carga contaminante, del producto de los estimados se obtiene el valor índice $I = 0,2$.

2- Fábrica de alimentos:

Se trata de una fábrica de productos lácteos que funciona desde hace cuarenta años en forma continua, usando un caudal de 10000 l/dy volcando los efluentes directamente al suelo.

Considerando que los contaminantes involucrados son materia orgánica y bacterias, ambos de fácil degradación y de débil retardación, por las características del suelo, a la **clase de contaminante** le corresponde el índice $I_C = 0,3$. Para el **modo de disposición**, se obtuvo un estimado de $I_M = 0,3$, el que surgió de la interacción entre la carga hidráulica asociada (2 mm/día) y su vertido al suelo.

Con respecto a la duración de dicha carga, teniendo en cuenta que la fábrica trabaja desde hace 40 años y para una probabilidad de carga del 60 % (asignada por idénticas causas que las señaladas para la fábrica textil), el índice obtenido fue $I_T = 0,9$.

El producto de los estimados da un valor $I = 0,1$.

3- Lavadero de vehículos

En este caso se consideró como constituyentes de la carga metales pesados e hidrocarburos. Por la lenta degradación y la débil retardación de los contaminantes involucrados se les asignó un índice de $I_C = 0,6$.

¹ FOSTER, S. HIRATA, R. 1991. Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas. CEPIS, OMS/OPS. pp 22-23

Teniendo en cuenta que el tiempo de aplicación de la carga al suelo es de 2 años y para una probabilidad de carga del 60 %, se le asignó a la duración de la carga contaminante un estimado de $I_T = 0,7$. El estimado total es de $I = 0,4$.

4- Estación de servicio:

Se consideró que los contaminantes involucrados son metales pesados e hidrocarburos y se les asignó un índice $I_C = 0,6$. Siendo de 23 años el tiempo de aplicación de la carga, y considerando una probabilidad de carga de 60% , le corresponde a la duración de la carga contaminante un índice $I_T = 0,8$. El índice total es $I = 0,5$.

5-6-7-8-9-Talleres mecánicos:

Por estar presentes los mismos contaminantes que en los dos casos anteriores, su estimado es $I_C = 0,6$. Siendo el tiempo de aplicación de la carga de 25 años y para igual probabilidad de carga, le corresponde un índice $I_T = 0,8$. El índice total es $I = 0,5$.

10-Matadero:

Según datos del Censo 1991, se faenan en el mismo 4763 cabezas/año y sus efluentes son descargados en forma intermitente al suelo próximo al Río del Valle. Esta carga está constituida por materia orgánica y bacterias. Por la débil retardación originada por las características del suelo, se le asignó a esta clase de contaminante un índice $I_C = 0,3$.

Por ser el tiempo de aplicación de la carga 10 años y para igual probabilidad de carga que en los casos anteriores, se le asigna un índice $I_T = 0,8$ a la duración de la carga contaminante. Índice total $I = 0,2$.

FUENTES DISPERSAS

Para evaluar la carga contaminante de estas fuentes se tuvo en cuenta la densidad poblacional² el tiempo de asentamiento de la población en las distintas zonas, la clase de contaminantes y el modo de disposición de la carga.

² Censo Nacional de Población y Vivienda 1991. Dirección de Estadísticas y Censos.

El área de estudio no cuenta con red cloacal, utilizando fosas sépticas para descargar los efluentes. Cabe aclarar que en el presente trabajo se tuvieron en cuenta los siguientes conceptos al realizar el relevamiento y evaluación de la carga contaminante en la zona urbana:

Residencia moderna: Es la vivienda construida con material cocido, de menos de 30 años, con instalación sanitaria que descarga a fosa séptica.

Residencia tradicional: Se entiende como tal a la vivienda construida con material no cocido, de más de 30 años , disponiendo para la eliminación de sus efluentes de igual sistema que las residencias modernas.

Las fosas sépticas tienen como profundidad y diámetro promedio: 5 m y 2 m respectivamente. Su construcción difiere según se trate de una residencia tradicional o una moderna. En las primeras, están calzados con piedras o bloques de cemento, y en las segundas están construidos con anillos de cemento superpuestos.

Se estimó que el uso de agua por habitante en la zona es de 250 l/d, siendo el 85% del agua utilizada descargada al pozo séptico³. En base a esta información, la carga hidráulica estimada para estos pozos es de 338,2 mm/d, y considerando la profundidad debajo de la superficie a la que es descargada, se le asigna al **modo de disposición** de esta carga contaminante un valor $I_M = 0,8$.

Se estimó en 95% la probabilidad de que estos efluentes sean descargados al subsuelo y de acuerdo a la antigüedad de los asentamientos, se encontraron distintos índices para la **duración de la carga contaminante**. Los valores encontrados oscilan entre $I_T = 0,91$ para asentamientos menores de 30 años, y $I_T = 0,94$ para una antigüedad mayor de 30 años. Pero como los índices se evalúan de acuerdo al método con una sola cifra significativa, se asignó a toda la zona un valor índice de $I_T = 0,9$.

Los componentes de esta carga contaminante son :

³ Obras Sanitarias Catamarca.

- N de NO_3^- y sales
- Bacterias
- Detergentes y compuestos orgánicos sintéticos

N de NO_3^- - y sales

Por tratarse de contaminantes móviles y persistentes, a esta **clase de contaminante** se le asignó un valor $I_C = 1$.

Para determinar el índice correspondiente a la **intensidad de contaminación**, se consideraron las condiciones más desfavorables, es decir, la mayor densidad poblacional del área estudiada (27,58 habitantes/ha), la cantidad de desagüe generado (212,5l/d/c) y nula la infiltración por precipitación. Se obtuvo para la concentración de N de NO_3^- en la recarga del agua subterránea el valor de 27,5 mg/l. Esto corresponde a una concentración relativa de contaminante en relación a los valores guías de la OMS (límite tolerable de $\text{NO}_3^- = 45\text{mg/l}$) de 1,70. Se calculó para la intensidad de contaminación un estimado $I_1 = 0,2$.

En cuanto al **modo de disposición y duración de la carga contaminante**, valen las consideraciones generales antedichas.

Bacterias

Se le asigna a esta **clase de contaminante** un valor de $I_C = 0,3$. Para estimar la **intensidad de la contaminación**, se consideró que la población bacteriana en los pozos sépticos es de $10^6\text{CF}/100\text{ ml}$. Por ser carga dispersa, y para una proporción de recarga del 26%, el valor obtenido para éste índice es $I_1 = 0,7$.

Detergentes y compuestos orgánicos sintéticos

A esta **clase de contaminante** se le asigna un valor $I_C = 0,4$, teniendo en cuenta que la mayoría de estos compuestos tiene lenta degradación y fuerte retardación.

Considerando una concentración relativa de estos contaminantes en relación a los valores fijados por el Código Alimentario Argentino de 1 (la OMS no especifica valor límite para este parámetro), se obtuvo para la **intensidad de la contaminación** un estimado $I_1 = 0,2$

Para evaluar el **modo de disposición**, se consideró que estos contaminantes son descargados junto con los efluentes a los pozos sépticos, por lo que el valor es $I_M = 0,8$.

Cabe aclarar que para una misma probabilidad de carga, los índices obtenidos al evaluar la duración de la carga contaminante tanto para fuentes puntuales como dispersas, por problemas de apreciación de método, no marcan diferencias para variaciones en el tiempo de aplicación de la carga de una o dos décadas.

La ubicación y caracterización de las fuentes contaminantes se observan en el mapa N° 1. Allí se muestran los índices totales obtenidos al realizar el producto de los índices parciales para cada tipo de fuente contaminante.

Según los resultados obtenidos y para el área de estudio, se puede afirmar que el **índice de peligro potencial** para el agua subterránea, originado tanto por fuentes puntuales como dispersas es **bajo**, dentro de la escala fijada por el método.

B)- Calidad del Agua Subterránea

Tabla N° 1 Análisis Químicos

N° Banco de Datos	Ubicación de la Perforación	N.E. (m)	Concentración (mg/l) $X = X_i \pm 0,01$										
			Cu	Zn	Fe	Pb	Mn	As	F	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Deterg.
311	Pileta de San Isidro	21	(1)	0,03	0,03	(1)	(1)	(1)	1,20	0,02	12,40	0,01	(1)
312	Cerámica Valle Viejo	35	(1)	0,04	0,10	(1)	0,02	(1)	1,06	0,71	8,18	0,02	(1)
309	Fábrica Lewin	Freática	0,07	0,05	0,10	(1)	(1)	(1)	1,26	0,04	5,04	0,03	(1)
342	Fábrica Lewin	Freática	0,08	0,1	0,10	(1)	(1)	(1)	1,29	0,04	4,21	0,02	(1)
343	Silca	Freática	(1)	(1)	0,20	(1)	(1)	(1)	1,30	0,10	4,05	0,04	(1)
344	Familia Isí	Freática	(1)	0,04	0,20	(1)	(1)	(1)	1,20	0,81	4,00	0,10	(1)
347	Fábrica de Hielo	16	0,03	0,06	0,10	(1)	0,05	(1)	1,25	0,03	8,50	0,05	(1)
350	Escuela La Granja	Freática	(1)	0,15	0,20	(1)	(1)	(1)	0,89	0,22	0,22	0,01	(1)
380	Atienza	26	(1)	0,1	0,10	(1)	(1)	(1)	1,25	0,16	16,20	0,07	(1)
385	Polideportivo Valle Viejo	71	0,07	0,05	0,10	(1)	(1)	(1)	1,79	0,28	20,81	0,01	(1)
398	Familia Revellato	Freática	0,07	0,01	0,10	(1)	0,03	0,01	1,63	0,02	4,69	0,01	(1)

X_i : Valor medio (mg/l)

(1): Concentración inferior al límite de detección de la técnica usada

Los resultados de los análisis químicos realizados se muestran en los Diagramas de Schoeller y en la Tabla N°1.

Cabe aclarar que los valores consignados corresponden a los promedios de los datos obtenidos en las diez campañas de muestreo. Según los mismos se puede caracterizar el agua del acuífero como bicarbonatada, sulfatada, sódica y cálcica.

En cuanto a los metales pesados, determinados por espectrofotometría de absorción atómica con una desviación estándar de 0,01 mg/l, la concentración de plomo resultó inferior al límite de detección de la técnica usada en todas las perforaciones estudiadas. Los valores obtenidos para cobre, manganeso y cinc carecen de importancia sanitaria. Idéntica consideración es válida para los valores de arsénico, fluor, nitrato y nitrito. Los valores de pH, determinados con una apreciación de 0,1 a una temperatura promedio de las muestras analizadas de 18°C, varían entre 6,7 y 7,2, valores característicos del agua subterránea. Además los valores de conductividad en las perforaciones analizadas, comprendidos en el

rango (1800-440) $\mu\text{s}/\text{cm}$ y obtenidos con una apreciación de 10 μs corresponden a un agua dulce⁴.

Para controlar la calidad bacteriológica del acuífero de la zona se empleó el método de la Membrana Filtrante, realizándose en promedio cinco muestreos en cada perforación. Los resultados de los análisis, se observan en la Tabla N°2. De acuerdo a los mismos no se detectó presencia de organismos indicadores de contaminación de origen fecal. Si bien en algunas muestras se observó el desarrollo de bacterias Coliformes Totales, la ausencia de Coliformes Termotolerantes, Escherichia Coli y Streptococos Fecales nos permite inferir que el hallazgo de esas Enterobacterias, no corresponden a contaminación de origen humano o animal.

⁴ CUSTODIO E, LLAMAS R. 1976. Hidrología Subterránea. Tomo I. 1° Edición. Editorial Omega.

Tabla N° 2: Análisis Bacteriológicos

N° Banco de Datos	Ubicación de la Perforación	N° Total de Muestras	CT UFC/100ml	C. Termot. UFC/100ml	E. Coli UFC/100ml	E. F. UFC/100ml	% Muestras no contamin.
311	Pileta de San Isidro	5	1	0	0	0	80
312	Cerámica Valle Viejo	5	1	0	0	0	80
309	Fábrica Lewin	6	0	0	0	0	100
342	Fábrica Lewin	6	0	0	0	0	100
343	Silca	6	1	0	0	0	83
344	Familia Isí	6	2	0	0	0	67
347	Fábrica de Hielo	5	0	0	0	0	100
350	Escuela La Granja	6	0	0	0	0	100
380	Atienza	5	1	0	0	0	80
385	Polideportivo Valle Viejo	6	0	0	0	0	100
398	Familia Revellato	6	0	0	0	0	100

CONCLUSIONES

Con respecto a la caracterización de la carga contaminante para fuentes puntuales, los estimados mayores se deben a la clase de contaminante (metales pesados e hidrocarburos, que poseen lenta degradación y débil retardación) y a la duración de la carga contaminante. Si bien no pudo ser evaluado el índice correspondiente al modo de disposición de estos contaminantes, por la imposibilidad de estimar la carga hidráulica asociada a los mismos, es importante señalar que la carga es vertida al suelo sin tratamiento alguno.

Los valores obtenidos en la caracterización de la carga contaminante de las fuentes dispersas no resultan preocupantes actualmente, pero como la zona muestra una dinámica poblacional descontrolada por la carencia de un plan racional de urbanización, esto puede transformarse en un verdadero factor de peligro potencial.

Considerando que el recurso hídrico es escaso y que el área en estudio es fuente de recarga de la zona de explotación que abastece

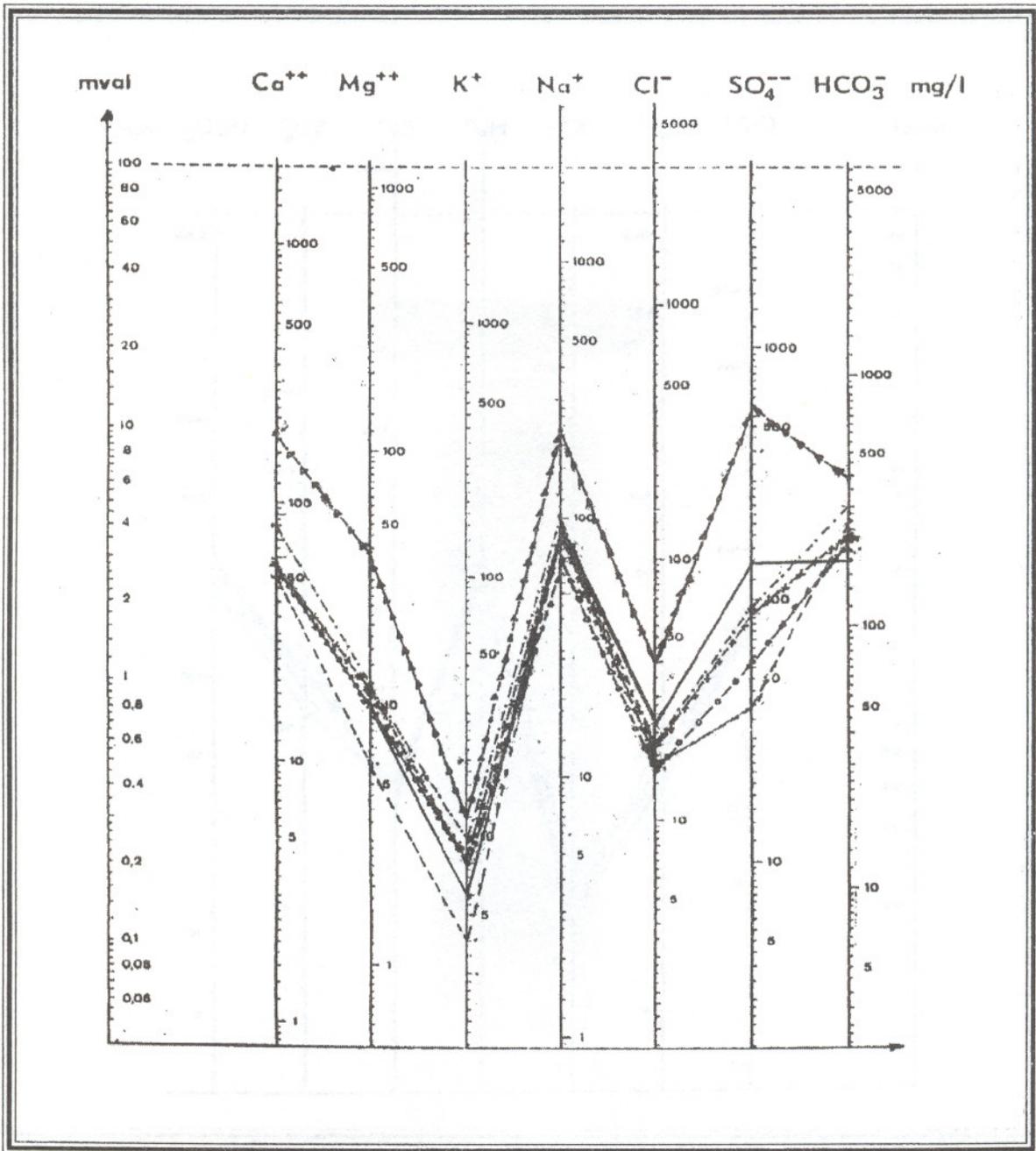
de agua potable a la capital provincial, es prioritaria la implementación de medidas tendientes a la protección del mismo, realizando el adecuado tratamiento de las cargas contaminantes antes de que estas sean vertidas al suelo y subsuelo.

Existe una correspondencia entre los resultados obtenidos al caracterizar la carga contaminante mediante la implementación de la metodología adoptada y la calidad físico-química y bacteriológica del acuífero bajo estudio. Teniendo en cuenta estos resultados y los Valores Guías para la Calidad del Agua Potable de la OMS/95 y las Normas USA.EPA/92 se la puede considerar Apta para consumo humano. La excepción es la calidad del agua correspondiente a la perforación N°385 ubicada en el Polideportivo Valle Viejo, donde la concentración de sulfato excede los límites tolerables tal como se observa en el diagrama de Schoeller. Esta contaminación no es justificable por la presencia de cargas contaminantes al subsuelo originadas por la actividad humana, sino por las características naturales de la zona.

BIBLIOGRAFIA E INFORMACION RELEVADA

- * A.P.H.A.- A.W.W.A.-W.P.C.F. 1992. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 18° edición.
- * CANTER, L. 1997. Nitrates in Groundwater. Lewin Publishers. U. S. pp 1-145.
- * CUSTODIOE, LLAMAS R. 1976. Hidrología Subterránea. Tomo I. 1° Edición. Editorial Omega. pp 203 - 1011.
- * DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSOS. Censo Nacional de Población y Vivienda 1991.
- * E.P.A. 1985..Methods for chemical analysis of water and waste. 3° Edición.
- * FOSTER, S., DRASAR, B. 1988. Análisis de Contaminación de las Aguas Subterráneas por Sistema de Saneamiento Básico. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), OPS/OMS. pp 2-72.
- * FOSTER, S., HIRATA, R. 1991. Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), OPS/OMS. pp 18-55.
- * FOSTER, S., VENTURA M., HIRATA, R. 1987. Contaminación de las Aguas Subterráneas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), OPS/OMS. pp 1-42
- * MUNICIPALIDAD DE VALLE VIEJO. Obras Públicas
- * OBRAS SANITARIAS CATAMARCA. Divisional Valle Viejo.

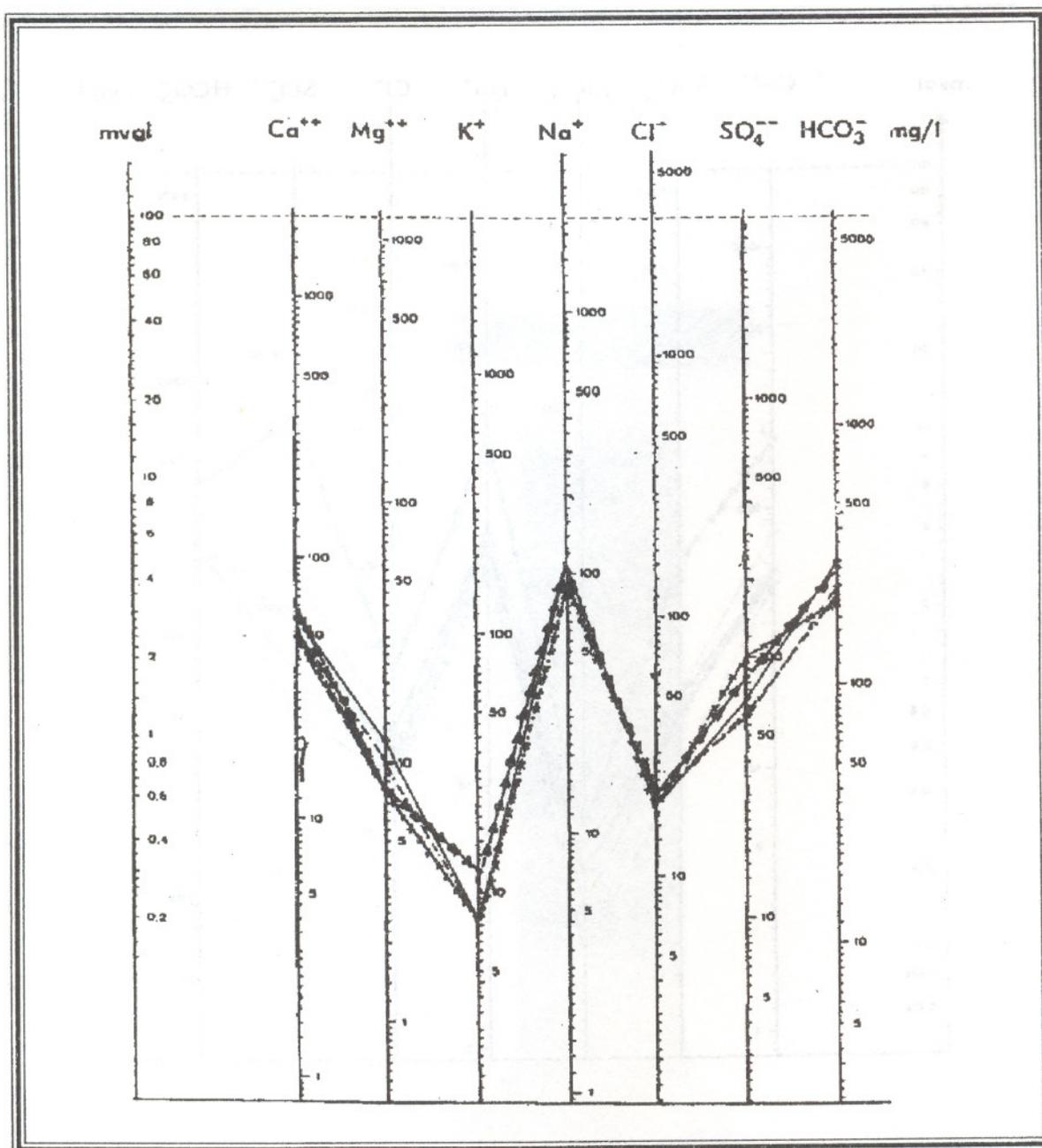
DIAGRAMA DE SCHOELLER



Referencias

—————	Banco de Datos N° 350	Escuela La Granja
- - - - -	Banco de Datos N° 311	Pileta San Isidro
-○-○-○-○-	Banco de Datos N° 312	C�eramica Valle Viejo
-●-●-●-●-	Banco de Datos N° 380	Atienza
-X-X-X-X-	Banco de Datos N° 347	Fábrica de Hielo
->->->->-	Banco de Datos N° 385	Polideportivo Valle Viejo

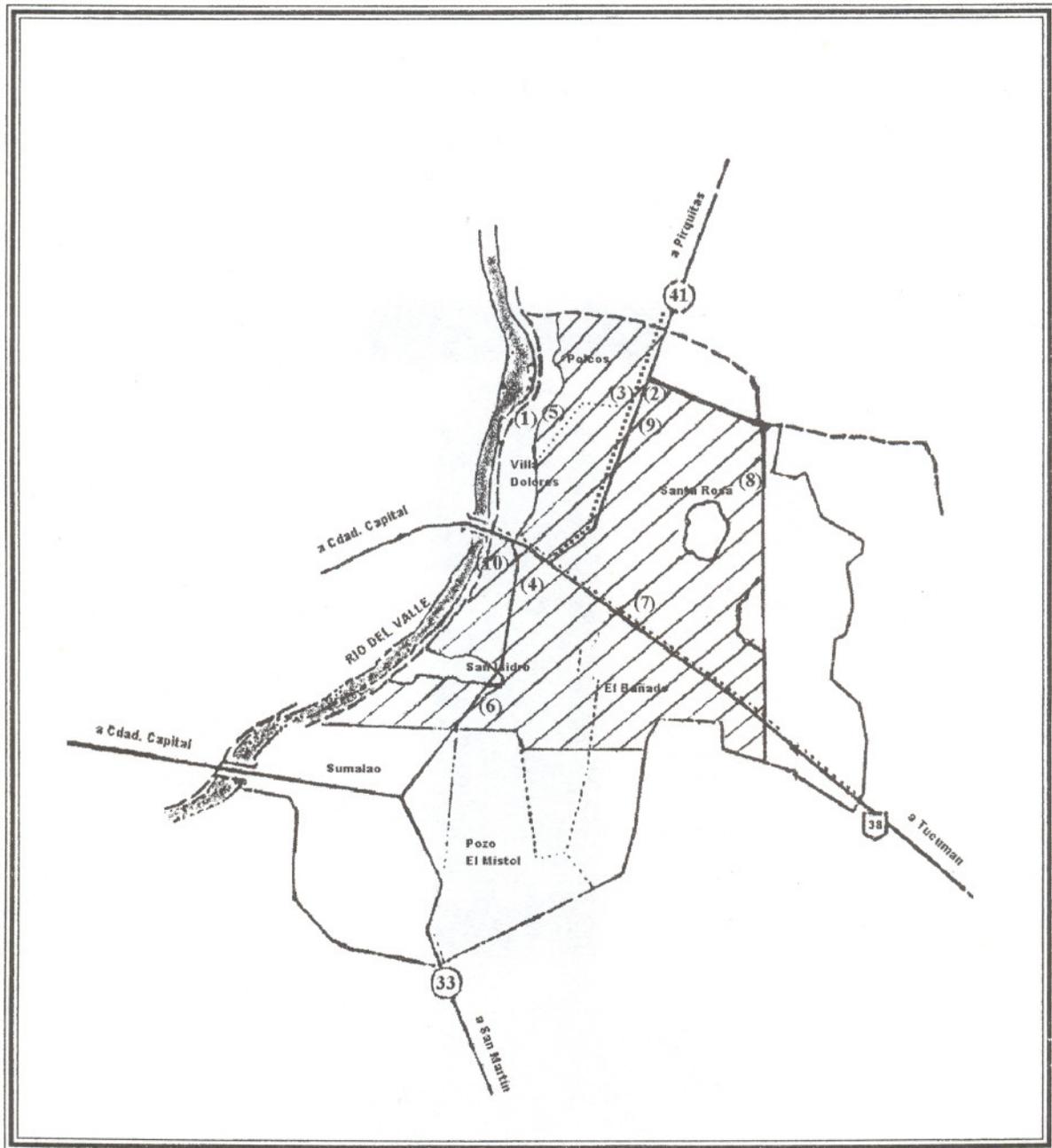
DIAGRAMA DE SCHOELLER



Referencias

—————	Banco de Datos N° 398	Familia Revellato
-----	Banco de Datos N° 309	Fábrica Lewin
-o-o-o-o-	Banco de Datos N° 342	Fábrica Lewin
-X-X-X-X-	Banco de Datos N° 343	Fábrica Silca
->->->->-	Banco de Datos N° 344	Familia Isí

CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE FUENTES PUNTUALES Y DISPERSAS. MAPA N° 1



Esc: 1: 100.000

Referencias

Fuentes Puntuales		Fuentes Dispersas			
1 - Fábrica Textil I=0,2	6 - Taller Mecánico I=0,5	Zonas	NO ₃ y Sales	Bacterias	Deterg. y Comp. Org.
2 - Fábrica de Alimentos I=0,1	7 - Taller Mecánico I=0,5		I=0,1	I=0,2	I=0,1
3 - Lavadero de Vehículos I=0,4	8 - Taller Mecánico I=0,5				
4 - Estación de Servicios I=0,5	9 - Taller Mecánico I=0,5		Sin asentamiento Poblacional		
5 - Taller Mecánico I=0,5	10 - Matadero I=0,2				