

Fig. 8: Líneas piezométricas (Noviembre '86)

La siguiente tabla muestra una sobrevista de la contaminación de las aguas subterráneas. En todos los pruebas se han medido las concentraciones de cloroformo, bromodichlorometano, dibromoclorometano, bromoformo, 1,1,1-tricloroetano, tricloroetano, tetracloroetano, diclorometano y tetraclorocarbono. Además el aspecto óptico, el olor, la temperatura, la conductibilidad eléctrica, la profundidad de los pozos y los niveles estáticos del agua subterránea.

Tab. 4: Concentraciones de tri- y tetracloroetano en los aguas subterráneas del área de investigación

	Mínimo (µg/l)	Máximo (µg/l)	Promedio (µg/l)	STD (µg/l)
H.c.c. 1	0.9	55.0	17.862	17.085
Tri 1	0.1	9.9	1.580	2.198
Tetra 1	0.5	53.0	16.262	16.692
H.c.c. 2	1.1	303.0	42.387	63.120
Tri 2	0.2	20.0	4.157	4.368
Tetra 2	0.7	300.0	38.117	63.375
H.c.c. 3	0.7	483.0	77.387	132.604
Tri 3	0.1	6.9	2.585	1.699
Tetra 3	0.2	480.0	74.600	132.310

(H.c.c. 1 es la suma total de los hidrocarburos clorados en la muestra del primer día, etc.)

Sólo las concentraciones de tri- y tetracloroetano fueron demostrables en los intervalos de medición de los aparatos y en algunos lugares se pudo medir también 1,1,1-tricloroetano y cloroformo. En general se encontraron las concentraciones de tetracloroetano mayores a las de tricloroetano y éstas aumentaron con el transcurso del tiempo.

La causa se puede ver en la mínima recarga del agua subterránea, puesto que el nivel del agua subterránea estaba también bajo al mismo tiempo. Las concentraciones de h.c.c. fuera del área de investigación se encuentran cerca de 8 a 10 µg/l. Esta concentración muestra la presencia de una contaminación base difusa en la región, la cual llega de afuera hacia adentro del área de investigación.

La distribución de los h.c.c. como suma total en el área se muestran en la siguiente figura. Para el primer día de prueba la contaminación principal se encuentra en los pozos del NW, otra contaminación importante existe en una perforación en el centro del área. Los altos valores en los pozos, donde la contaminación principal es mayor, están relacionados probablemente con la extracción de agua en los mismos.

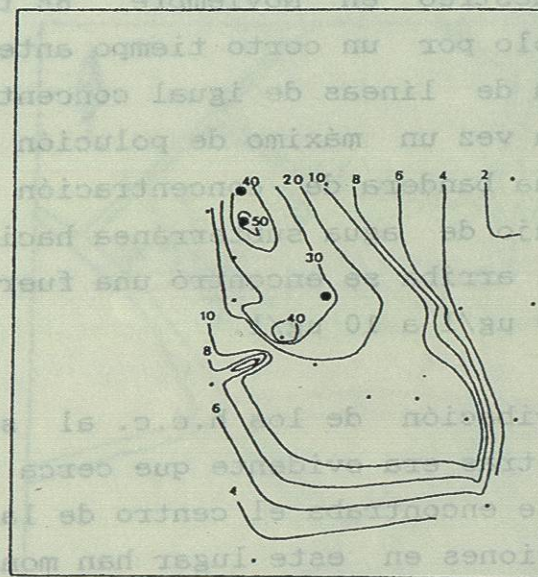


Fig. 9: Concentraciones de los h.c.c. en el área de investigación (agua)

Al segundo día de toma de muestras, la extracción en los pozos se disminuyó y un pozo más fue muestreado. En general las concentraciones resultaron mucho más altas. Además una cosa importante fue que en el nuevo pozo muestreado, se encontró la más alta concentración de h.c.c. con un valor total de 300 $\mu\text{g/l}$.

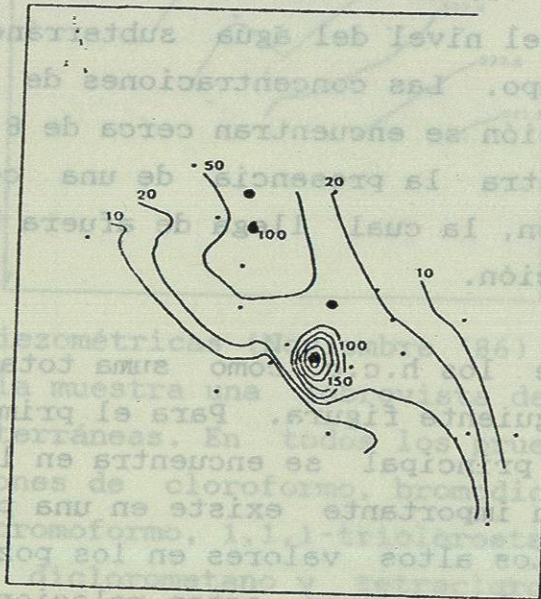


Fig.10: Concentraciones de los h.c.c. en el área de investigación (agua)

Al tercer día de muestreo en Noviembre '86 todos los pozos fueron conectados sólo por un corto tiempo antes del tomado de las pruebas. El mapa de líneas de igual concentración de este tiempo, muestra otra vez un máximo de polución del pozo en el SE del terreno y una bandera de concentración clara siguiendo la dirección del flujo de agua subterránea hacia el NW. En la dirección corriente arriba se encontró una fuerte pendiente de concentración de 480 $\mu\text{g/l}$ a 10 $\mu\text{g/l}$.

A causa de la distribución de los h.c.c. al segundo y tercer día de toma de muestras era evidente que cerca de los pozos en el SE del terreno se encontraba el centro de las contaminaciones. Las investigaciones en este lugar han mostrado que allí se localizaba un almacenamiento de hidrocarburos clorados para eliminar grasas de metales.

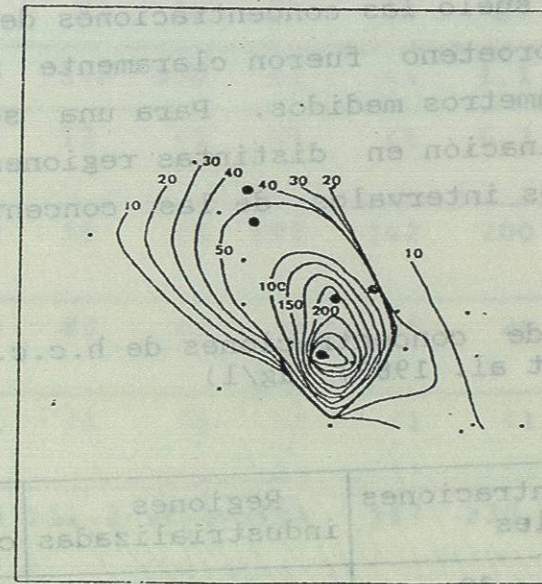


Fig.11: Concentraciones de los h.c.c. en el área de investigación (agua)

Finalmente se determinó el contenido de h.c.c. en el aire del suelo. De la figura 12 se muestra la situación de los puntos de muestreo de gas del suelo. Por razones técnicas no todas las partes del terreno eran igualmente bien accesibles. Sin embargo se pueden obtener indicaciones útiles para la distribución de los h.c.c. en el lugar de investigación.

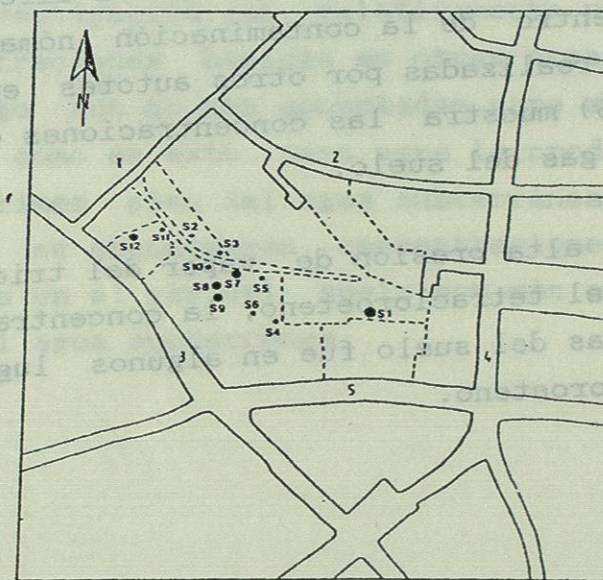


Fig.12: Puntos de la toma de muestras de gas en el área de investigación

Parecido como en el agua subterránea, se encuentran también que en el gas del suelo las concentraciones de los componentes de tri- y tetracloroetano fueron claramente más altas que el resto de los parámetros medidos. Para una sobrevista de la cantidad de contaminación en distintas regiones, la tabla siguiente muestra los intervalos de las concentraciones en el aire del suelo.

Tab. 5: Intervalos de concentraciones de h.c.c. in diferentes regiones (HARRESS et al. 1983) ($\mu\text{g}/\text{l}$)

	Concentraciones normales	Regiones industrializadas	Regiones contaminadas
Tricloroetano	1 - 20	20 - 200	1 Mio.
Tetracloroetano	5 - 30	30 - 300	1 Mio.
1,1,1-Tri-cloroetano	n.n.-10	10 - 100	1 Mio.

La clasificación muestra que los valores del gas del suelo se encuentran en el intervalo para áreas industriales. Por otro lado contaminaciones mucho más altas en el aire del suelo se localizan en el centro de la contaminación nómada. Mediciones similares fueron realizadas por otros autores en el área. La siguiente tabla (6) muestra las concentraciones de los h.c.c. en las pruebas de gas del suelo.

En base a la más alta presión de vapor del tricloroetano, al contrario de la del tetracloroetano, la concentración del tricloroetano en el gas del suelo fue en algunos lugares más alta que la del tetracloroetano.

Tab. 6: Resultados de los análisis de gases del suelo ($\mu\text{g}/\text{l}$)

Parámetro	S1	S2	S5	S7	S8	S9	S10	S11	S12
cloroformo	<1	1.2	2.0	<1	<1	1.1	<1	<1	<1
1,1,1-tri-cloroetano	10	12	<1	<1	<1	6.3	3.0	3.0	3.0
tricloro-eteno	268	15	<1	183	142	200	65	5	135
tetra-cloroetano	985	83	<1	<1	5	24	<1	<1	<1
tetracloro-carbono	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
suma total	1263	111.2	2.0	183	147	230.3	68.0	8.0	138

Resumiendo se puede decir que ciertamente en el centro del área de investigaciones había una contaminación local predominantemente con tetracloroetano y tricloroetano. Además por la extracción del agua subterránea como también por el transporte, la difusión y dispersión desarrolló una bandera de contaminación que se expandió del centro hacia la dirección NW. Corriente arriba del centro de contaminación se encontró que las concentraciones de h.c.c. son claramente más bajas. Por otro parte es importante mencionar que las concentraciones en el área de investigación son relativamente un poco más altas que las concentraciones básicas en otras áreas industrializadas, sin embargo aún no son apropiadas para abastecimiento de agua potable o como en este caso para la producción de alimentos. Bajo el primer piso del agua subterránea, en el horizonte terciario, no se encontraron concentraciones elevadas. Las concentraciones en el gas del suelo son más o menos del mismo orden que en el agua subterránea.

* Solo resumen
 ** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.M.L.
 Laboratorio de Química, Linares, S.L.
 *** Facultad de Medicina, U.A.M.L.
 Depto. de Microbiología, Montevideo, S.L.
 **** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.M.L.
 Depto. Agroforestal, Linares, S.L.

5. Bibliografía:

ATRI, F.R. (1985): Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt- Schriftenr. Verein Wasser-, Boden- und Lufthygiene 60; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERFORSCHUNG (1987): Organische Schadstoffe-Leichtflüchtige Chlorkohlenwasserstoffe; Bericht 1987; München.

EXLER, H.J. (1967): Hydrogeologische Profile der U-Bahn-Trasse zwischen Haupt- und Ostbahnhof der Landeshauptstadt München, Dt. gewässerkundl. Mitt., Sonderheft, Koblenz.

HARRESS, H.M. & HOLZWARTH, W. (1983): Sanierungsmöglichkeiten bei Boden- und Grundwasserunreinigungen mit leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen, Z.dt.geol.Ges., 134, Teil 3, Hannover.

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UMWELT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG (1982): Leitfaden für die Beurteilung und Behandlung von Grundwasserunreinigungen durch leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen, Heft 13, Stuttgart, Stand August 1983.

UDLUFT, P. & HOFMANN, M. (1987): Gutachten zur Feststellung von Verunreinigungen de Untergrundes und des Grundwassers durch Halogenkohlenwasserstoffe, peritaje no publicada, München, Alemania.

CALIDAD DEL AGUA DE LA CIUDAD DE LINARES, NUEVO LEON A TRAVES DE ANALISIS FISICOQUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS*

L.A. Hauad M. **
E. G. Rodríguez P. ***
R. Foroughbakhch P. ****

RESUMEN

La contaminación por agentes entropatógenos del agua de beber, sigue siendo uno de los problemas de salud pública más importantes a resolver en los países tercermundistas, de tal manera que cualquier estudio que se lleve acabo a cerca de la polución acuífera en nuestro país, reviste de una gran importancia.

Históricamente se ha concedido mayor prioridad al abastecimiento de agua que a su saneamiento, esto aunado a la eliminación de aguas residuales u excretas constituye un riesgo enorme para la salud, repercutiendo también de manera muy significativa en la calidad de vida y en el deterioro del medio ambiente.

En un gran número de infecciones gastrointestinales el agua contaminada con materia fecal actúa como una fuente de contaminación provocando en el hombre cuadros diarricos y disentricos, que van desde leves hasta aquellos que pueden provocar la muerte (*Vibrio cholera*), de ahí la importancia de detectar las aguas insalubres, utilizando estándares microbiológicos de calidad de agua.

Este estudio ofrece al Ingeniero Sanitario los límites de calidad de agua, principalmente para coliformes totales, fecales y mesofílicos como organismos indicadores de contaminación. El monitoreo se llevó a cabo durante un año. Se tomaron muestras en forma mensual para el análisis fisicoquímico y bimensual para el análisis bacteriológico. Los resultados obtenidos revelan una diferencia altamente significativa ($P < 0.05$) en el índice de contaminación entre las aguas de pozos muestreados en la región de Linares, N.L.

* Solo resumen

** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
Laboratorio de Química, Linares, N.L.

*** Facultad de Medicina, U.A.N.L.

Depto. de Microbiología, Monterrey, N.L.

**** Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L.
Depto. Agroforestal, Linares, N.L.