



Resultados de los análisis de sedimentos

1. Análisis de sedimentos (suelo)

Las concentraciones de As de 22 muestras variaron entre < 10 ppm y 280 ppm, con 4 valores sobre 50 ppm

2. Análisis de sedimentos de las piscinas

Las concentraciones de As de 38 muestras variaron entre < 1 ppm y 32.600 ppm, con 6 valores sobre 1.000 ppm. Análisis de comprobación de las 2 muestras de mayor concentración hechos por BGR en Alemania dieron valores de hasta 47.000 ppm

3. Comparación con normas

En Chile no existen normas de calidad de suelos. Las normas alemanas exigen medidas de saneamiento para valores de As superiores a:

| | |
|--------------------------------|---------|
| Plazas de juegos infantiles: | 25 ppm |
| Áreas residenciales: | 50 ppm |
| Parques y áreas de recreación: | 125 ppm |
| Sitios industriales: | 140 ppm |



GOBIERNO DE CHILE
SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGIA Y MINERIA

Resultados de los muestreos de agua



Instituto Federal de
Geociencias y Recursos
Naturales

| Muestra | Ubicación | pH terreno / laboratorio * | Sols Dis 103°C mg/l | As mg/l | B mg/l | Cl mg/l | F mg/l | Li/Li citricos mg/l | Fe mg/l | Mg mg/l | Mn mg/l | Cr mg/l | Cu mg/l | Pb mg/l | Co mg/l | Se mg/l | Mo mg/l | Ni mg/l |
|---|----------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------|-------------|------------|-------------|---------------------|---------------|------------|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Valor por sobre NCh 409 y 1333 | | > 9.6 < 6.5 | 1000 | 0,100 | - | 250 | 1,5 | - | 5,00 | - | 0,200 | 0,100 | 1,000 | 5,000 | - | 0,020 | - | - |
| Norma chilena de agua potable NCh 409 | | 6 - 8,5 | 1000 | 0,050 | - | 250 | 1,5 | - | 0,30 | 125 | 0,100 | 0,050 | 1,000 | 0,050 | - | 0,010 | - | - |
| Norma chilena de agua para riego NCh 1333 | | 5,5 - 9 | 500 | 0,100 | 0,75 | 200 | 1,0 | 2,5/0,075 | 5,00 | - | 0,200 | 0,100 | 0,200 | 5,000 | 0,050 | 0,020 | 0,010 | 0,20 |
| R1 | Subterránea-Noria | 7,44 | 556 | 0,011 | 0,14 | 15 | 0,3 | 0,050 | 0,36 | 35 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R2 | Subterránea-Noria | 6,96 | 364 | 0,007 | 0,25 | 8 | 0,1 | 0,040 | 0,33 | 32 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R3 | Subterránea-Pique | 7,52 | 367 | <0,005 | 0,29 | 13 | 0,1 | <0,02 | 0,42 | 18 | 4,094 | <0,005 | 0,012 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R4 | Subterránea-Noria | 7,25 | 546 | 0,025 | 0,45 | 25 | 0,2 | 0,050 | 0,40 | 18 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R5 | Subterránea-Noria | 7,32 | 472 | 0,014 | 0,19 | 13 | 0,2 | 0,030 | 0,31 | 25 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R6 | Subterránea-Noria | 7,64 | 1068 | 0,098 | 0,99 | 130 | 0,4 | 0,090 | 0,35 | 46 | <0,010 | <0,005 | 0,021 | <0,010 | <0,005 | 0,003 | 0,002 | <0,01 |
| R7 | Subterránea-Noria | 7,62 | 623 | 0,010 | 0,07 | 22 | 1,2 | 0,020 | 0,52 | 39 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R8 | Subterránea-Noria | 7,31 | 661 | 0,014 | 0,07 | 24 | 0,4 | 0,030 | 0,53 | 41 | 0,076 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,001 | 0,002 | <0,01 |
| R9 | Subterránea-Noria | 7,55 | 449 | 0,013 | <0,05 | 5 | <0,1 | 0,020 | 0,39 | 30 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R10 | Subterránea-Noria | 7,98 | 575 | 0,043 | <0,05 | 27 | 0,5 | 0,040 | 0,41 | 32 | 0,027 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R11 | Superficial-Charco | 8,36 | 507 | 7,700 | <0,05 | 18 | 0,1 | <0,02 | 0,32 | 10 | 0,048 | <0,005 | 0,012 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | 0,002 | <0,01 |
| R12 | Superficial-Charco | 8,38 | 224 | 0,301 | 0,26 | 8 | 0,3 | <0,02 | 0,28 | 7 | 0,069 | <0,005 | 0,019 | <0,010 | <0,005 | <0,001 | 0,002 | <0,01 |
| R13 | Superficial-Charco | 8,22 | 1406 | 6,300 | 1,62 | 280 | 0,3 | <0,02 | 0,57 | 19 | 0,028 | <0,005 | 0,013 | <0,010 | <0,005 | 0,004 | 0,007 | <0,01 |
| R14 | Superficial-Tranque 5 | 1,26 | 50485 | 1250,000 | 0,74 | 550 | 42,0 | 0,860 | 990,00 | 500 | 110,000 | 0,900 | 14,000 | 0,240 | 1,700 | 0,020 | 0,13 | 8,10 |
| R15 | Subterránea-Noria | 7,80 | 1755 | 0,239 | 1,30 | 590 | 0,5 | 0,040 | 1,25 | 28 | 0,238 | <0,005 | 0,089 | <0,010 | <0,005 | 0,008 | 0,001 | <0,01 |
| R16 | Subterránea-Noria | 7,54 | 1136 | 0,156 | 0,67 | 150 | 1,0 | 0,090 | 0,41 | 48 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,003 | 0,001 | <0,01 |
| R17 | Subterránea-Noria | 7,54 | 1161 | 0,094 | 0,80 | 157 | 0,8 | 0,090 | 0,42 | 48 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,004 | 0,002 | <0,01 |
| R18 | Subterránea-Noria | 8,14 | 528 | 0,113 | 0,24 | 28 | 0,8 | 0,040 | 0,23 | 23 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,003 | 0,004 | <0,01 |
| R19 | Subterránea-Noria | 7,58 | 590 | 0,073 | 0,20 | 38 | 0,8 | 0,040 | 0,44 | 20 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,001 | 0,002 | <0,01 |
| R20 | Subterránea-Noria | 7,80 | 574 | 0,092 | 0,47 | 15 | 0,4 | 0,240 | 0,50 | 20 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,001 | <0,001 | <0,01 |
| R21 | Subterránea-Noria | 7,46 | 465 | 0,061 | 0,07 | 29 | 0,6 | 0,030 | 0,42 | 17 | <0,010 | <0,005 | <0,010 | <0,010 | <0,005 | 0,001 | 0,001 | <0,01 |
| R22 | Superficial-Charco | 7,07 * | 184 | 0,437 | <0,10 | 3 | 0,3 | <0,02 | 0,19 | 4 | <0,010 | <0,010 | 0,031 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,008 | <0,01 |
| R23 | Superficial-Charco | 6,36 * | 495 | 0,077 | 0,40 | 41 | 0,8 | 0,050 | 0,22 | 6 | <0,010 | <0,010 | 0,017 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,014 | <0,01 |
| R24 | Lluvia de Santiago (Ñuñoa) | 4,82 * | 28 | <0,010 | <0,10 | 2 | 0,1 | <0,02 | 0,04 | 0 | 0,013 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,007 | <0,01 |

Notas

En Azul concentración que supera la norma de agua potable (NCh 409).

En Verde concentración que supera la norma de agua para riego (NCh 1333).

En Rojo concentración que supera ambas normas.

Muestras con peor calidad química.

La totalidad de las muestras analizadas no superan las normas en: Ba, Be y Ag. Estos valores no se indican en la tabla.

Elementos y compuestos no analizados: Compuestos fenólicos, Detergente, Amoníaco (NH₃ + NH₄), Cianuro (CN), Hg, NO₂.

NCh 409 : 0,05 ppm

NCh 1333 : 0,1 ppm

REFIMET

Bases para la remediación...



Conclusiones del estudio GOLDER

1. Los contaminantes principales son compuestos trivalentes de Arsénico: As_2O_3 y As_2S_3 en concentraciones muy elevadas
2. El nivel de riesgo para el guardia en visitas diarias a los depósitos **excede el máximo aceptable** (riesgo de cáncer)
3. El nivel de riesgo para futuros residentes dedicados a actividades agrícolas **es prohibitivo y también excede el máximo aceptable**
4. El nivel de riesgo para pequeños mamíferos y para liebres **excede los valores máximos aceptables**
5. La migración de contaminantes a la napa de agua subterránea y la propagación de la pluma de contaminación aparece como un mecanismo relevante para la contaminación del agua de norias, pero esto requiere de investigación adicional



GOBIERNO DE CHILE
SERVICIO NACIONAL DE
GEOLOGIA Y MINERIA

BGR

Instituto Federal de
Geociencias y Recursos
Naturales

RECOMENDACIONES

- 1. Continuar con los muestreos y análisis de agua de pozos para verificar una posible ampliación de la pluma de contaminación en el agua subterránea**
- 2. Investigar el depósito contiguo (no informado por REFIMET) para determinar su potencial de riesgo**
- 3. Informar al propietario de los depósitos de los resultados obtenidos hasta la fecha e intentar que implemente medidas de mitigación inmediatas. Esto, sin perjuicio de una futura implementación de medidas definitivas de saneamiento**



Medidas de mitigación inmediatas

- **Cubrir la “piscina” 5, para prevenir la posible migración de contaminantes y el contacto de personas no autorizadas con los contaminantes. Usar material de empréstito limpio y membrana de geotextil**
- **Entregar ropa e implementos de protección personal al guardia (mínimo: máscara antipolvo, overoles desechables, guantes y anteojos de seguridad)**
- **Mejorar el cierre perimetral y colocar letreros de advertencia, prohibiendo el acceso de personas extrañas**
- **Colocar letreros cerca del depósito, prohibiendo la caza**
- **Prohibir el uso de agua subterránea del área del depósito para consumo humano y para cualquier otro fin**
- **Captar el agua de precipitaciones, que se acumula alrededor de los depósitos y tratarla en una pequeña planta de tratamiento o depositarla en una laguna de evaporación con fondo impermeable**