

Ensayos

Contribución al conocimiento de la calidad del agua en la zona de influencia del vertedero de residuos urbanos. Caso Oaxaca de Juárez

Resumen

Las personas cobran cada vez más importancia dentro de las organizaciones al ser consideradas en su totalidad es decir, como individuos inteligentes y creativos que pueden aportar algo más que fuerza de trabajo a las empresas y consituirse como el motor generador de la competitividad necesaria para destacar en un mercado altamente exigente.

Dicho lo anterior, el presente trabajo pretende mostrar el grado en el que la teoría o base conceptual de la gestión del capital humano se cumple en la realidad operante del sector hotelero de cuatro estrellas y para ello, se aborda de forma sucinta la evolución del proceso en cuestión para después ofrecer datos y contrastar el apego de realidad a la teoría para después llegar a una reflexión.

Abstract

People have taken on an increasingly important role within organizations, as they are being considered in their totality; that is to say, as intelligent and creative individuals who are able to offer something more than their labor to businesses. Thus, they constitute the necessary competitive engine to stand out in a highly demanding market.

That said, this paper attempts to show the extent to which the theory or conceptual basis of human-capital management plays a part in the operating reality of the four-star hotel industry. It thus succinctly addresses the evolution of the process in question in order to then provide data and compare theory with reality, followed by a reflection.

Résumé

Les personnes acquièrent de plus en plus d'importance au sein des organisations lorsqu'elles sont considérées dans leur intégralité, c'est-à-dire comme des individus intelligents et créatifs susceptibles d'apporter plus que leur force de travail. Selon cette perspective, elles représentent donc le moteur permettant d'engendrer la compétitivité nécessaire pour se démarquer au sein d'un marché fortement exigeant.

Ainsi, cette étude vise à montrer dans quelle mesure la théorie ou base conceptuelle de la gestion du capital humain s'applique dans la réalité opérante du secteur hôtelier quatre étoiles. C'est pourquoi nous aborderons succinctement l'évolution du processus en question avant de présenter des données et de mettre en relief l'attachement de la réalité à la théorie pour déboucher enfin sur une plus large réflexion.

* Susana M. Navarro Mendoza
Manuel Aragón Sulik,
Salvador Belmonte Jiménez

Palabras clave:

Vertedero, lixiviados, calidad de agua, metales

Introducción

A nadie escapa que es prácticamente imposible conseguir que una determinada actividad no genere residuos. Sin necesidad de recurrir a tantos ejemplos, la generación de residuos es consustancial a la vida misma, lo que implica obligatoriamente un manejo a favor del ambiente, la salud humana y de los ecosistemas. Sin embargo por tradición dicho manejo se reduce a su recolección, transporte, disposición y/o entierro, no tomando en cuenta las afectaciones potenciales al suelo y subsuelo; incluyendo el agua subterránea. En esta situación, desde 1981 se ha llevado a cabo el manejo y disposición de residuos en el municipio de Oaxaca de Juárez y zona conurbana, esto no llamaría la atención si no hubiesen asentamientos humanos en torno a las 17.08 hectáreas, y donde se hace la disposición,

* Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional - Oaxaca.

misma que año con año incrementa (en un periodo de seis años la recepción pasó de 450 ton/día a 800 ton/día, cifra que se ve aumentada en época de vacaciones ya que se trata de una ciudad turística), así también el número de colonias, pues de no existir cuando inicio la operación del vertedero, en la actualidad existen ocho colonias (3000 familias en promedio), y lo que se mantiene constante es la falta de servicios públicos básicos, por tanto las interrogantes respecto a la calidad del recurso hídrico disponible siguen latentes.

El término calidad de agua es relativo y sólo tiene importancia si está relacionado con su uso. Esto quiere decir que una fuente de agua aparentemente cristalina que permita el riego agrícola puede no ser apta para la vida acuática, para la industria, uso y consumo humano.

Sí se tiene concientizado que el agua es un solvente universal, y como tal es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, formar con ellas iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso, es una razón más que suficiente para aproximarse a su conocimiento en zonas donde existe una fuente contaminante como los vertederos de basura.

Diferentes investigaciones han planteado asociaciones entre sales y metales como el Cadmio (Cd), qué en la solución del suelo puede estar en forma de $CdCl^+$, $CdOH^+$, $CdHCO_3^+$, $CdCl_3^-$, $CdCl_4^{2-}$, $Cd(OH)_3^-$ y $Cd(OH)_4^{2-}$. El níquel lo asocian también a arcillas minerales. Los componentes iónicos frecuentes en solución están como $NiOH^+$, $HNiO_2^-$, $Ni(OH)_3^-$ (Kabata-Pendias, A. and H. Pendias., 1992). En condiciones alcalinas el Pb precipita en forma de $Pb(OH)_2$, $PbCO_3$ o $PbSO_4$. En el caso del zinc como hidróxido $Zn(OH)^+$ se adsorbe en óxidos de hierro y manganeso y minerales que contengan Al y Si (Lindsay Whand S., 1979).

En estas condiciones los precipitados permanecen en el suelo por largos periodos y su lixiviación es lenta (Alloway and Jackson, 1991), citados por Vasileios, A. and Alloway, B.J. (1998).

La competencia con otros iones en el subsuelo o sinergismo entre metales pesados con otros iones también presentan un efecto significativo en su movilidad. Dentro de estos el Ca, P y S. Alloway, B.J., (1995) ha reportado que cuando la concentración de Ca^{2+} en la solución incrementa de 10^{-3} a 10^{-2} M,

la concentración de Cd disminuye un 67%. Entonces la presencia de $CaCO_3$ sorbe Cd, y reduce la disponibilidad. Papadopoulos, P. and Rowel, D.L., (1988), fundamentaron que en un sistema donde la calcita es predominante, se incrementa las concentraciones de cadmio en forma precipitada como $CdCO_3$. Similar es para Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} y Pb^{2+} en un pH arriba de 7.3 (Evans, L.J., 1989). Ante los posibles escenarios el objetivo que guió esta investigación es el siguiente:

Objetivo

Conocer la composición química del agua subterránea en áreas adyacentes de una zona destinada a la disposición de residuos sólidos urbanos, y su impacto en su calidad

Metodología

La zona a la cual se refiere este trabajo forma parte de una red de drenaje conformada por un sistema de cauces por el que fluyen los escurrimientos superficiales y subsuperficiales; básicamente son de tipo intermitente y efímero (figura 1). En este sistema, el basurero juega un papel importante, pues la continuidad en la generación de lixiviados da origen al drenaje superficial de éstos de manera permanente. El tipo de ramificación que presentan los escurrimientos es en forma de contorneado, por las fuertes pendientes que existen en la zona (14.5%). La infiltración en los primeros 60 cm es de 0.000014 a 0.000085 m/s (Aragón S. M., 2004).

En las cercanías de los contactos de caliza con lutita –arenisca (fotografía 1) se observa gran cantidad de fracturas rellenas de calcita. Un modelo conceptual de la geología de ilustra en la figura 2. (Bautista B. A. 2004).

Con base al análisis hidrogeológico se ubicaron las fuentes a muestrear, considerando su acceso a los

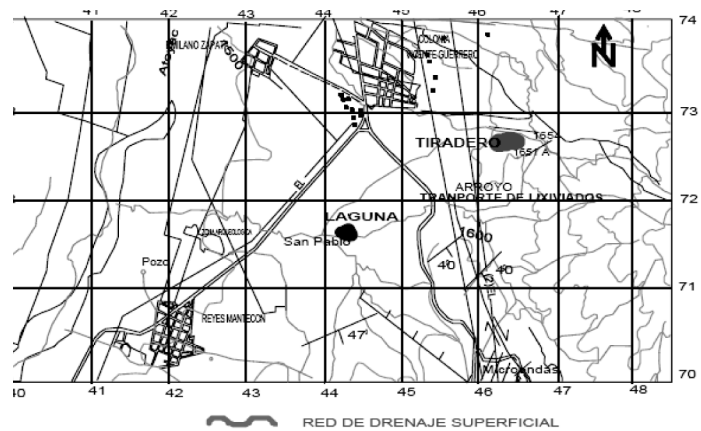


FIGURA 1. ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES



FOTOGRAFÍA 1. ALTERNANCIA DE LUTITA – ARENISCA

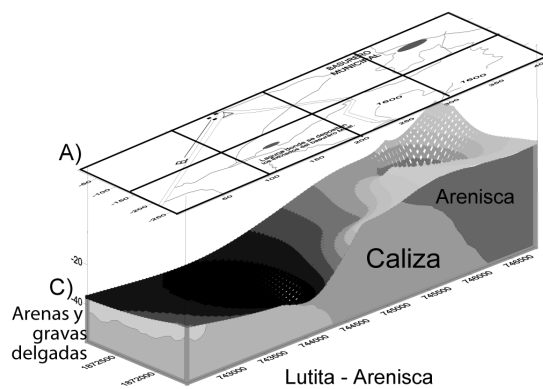
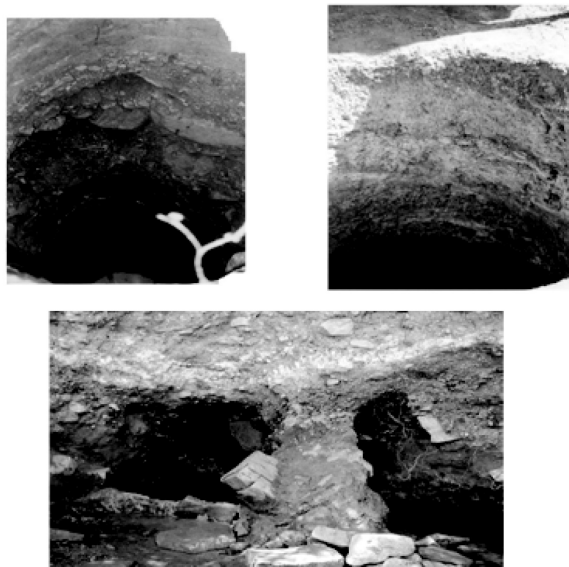


FIGURA 2 MODELO GEOLÓGICO CONCEPTUAL. A). LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO. C) BASAMENTO GEOHIDROLÓGICO



FOTOGRAFÍA 2. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DE LAS FUENTES MUESTREADAS Y DE LAS CUALES SE ABASTECEN LOS HABITANTES.

mismos. Se midieron en pozos noria y un manantial (fotografía 2, figura 3) conductividad eléctrica, temperatura y pH, utilizando una sonda multielectrodo.

El muestreo se hizo de manera manual, en condiciones normales de uso del pozo. Con la finalidad de disminuir alteraciones en parámetros inestables. En el punto localizado hacia el norte del tiradero (E) la muestra se tomo al primer brote. Las profundidades de las fuentes muestreadas se describen en la tabla 1.

La fuente identificada con número siete, es un manantial, propiamente por tanto no se tiene dato de profundidad.

Para la selección de parámetros (tabla 2) se consideró principalmente el uso principal del agua, la posibilidad que sus concentraciones impliquen un problema, como resultado de sus procesos naturales o por el contacto con infiltraciones de lixiviados. Por tanto se tomó como referencia la Norma Oficial Mexicana (NOM-127-SSA1-1994).

Resultados y Discusión

Los resultados de laboratorio de metales y metaloides se presentan en las tablas 3 y 4. Con la finalidad de observar el estado químico sólo se tomaron aquellos que se ponen fuera de dichos límites, resultando las gráficas 6,7,8,9, 10.

De acuerdo a lo anterior, de manera general los pozos muestreados no cumplen los límites establecidos por la norma de referencia, ya que con un parámetro que esté fuera del límite permisible requerirá un tratamiento.

FUENTE MUESTREADA	PROFUNDIDAD TOTAL (m)
1	13.52
2	14.2
3	6.88
4	5.39
5	5.23
6	7.17
7	
A	3.04
B	15
C	12
D	7.93
E	11.86
F	9.29
G	10.64
H	4.4
I	10.73
J	25

TABLA 1. PROFUNDIDAD TOTAL DE FUENTES MUESTREADAS.

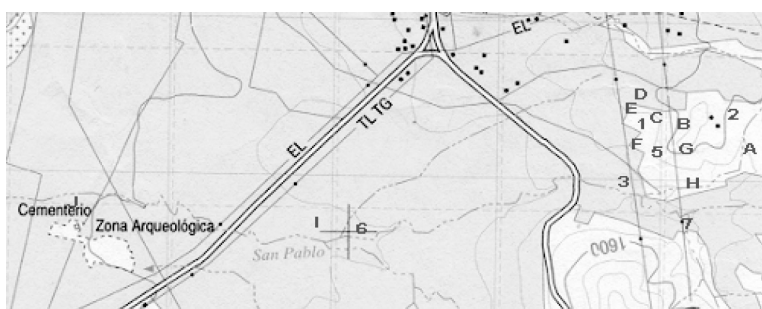


FIGURA 3. PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA.

El Bario fue el elemento que se presentó fuera del límite permisible en el 25% de los pozos, específicamente en tres de los más cercanos al tiradero y dos en el límite normativo (0.7 mg/l). En cuanto al contenido de Hierro y manganeso el 19 % están fuera de norma; incluyendo el manantial.

No fueron detectados (al menos en estos pozos y muestreos): Al, Cd, As, Cr, Cu, Pb. Esto llama la atención por su relativa cercanía tanto al tiradero, como al arroyo de lixiviados (pozos 2, 3, 6, A, B, H), lo cual hace suponer que el medio geológico promueve diversos procesos modificadores, particularmente los relacionados con la sorción, intercambio iónico, precipitación y redox, dado que su análisis mineralógico expuso la presencia

de hilillos de calcita, Óxidos de hierro, minerales arcillosos. En lutita fragmentada se revelaron cuarzo, illita, calcita, montmorillonita cálcica, hematita, plagioclasa, feldespato potásico y caolinita

Particularmente las reacciones de hidrólisis inducen la formación de minerales del grupo de la arcilla, que a su vez crean medios adsorbentes

para que los metales (que lleven los lixiviados infiltrados) queden retenidos como consecuencia de su capacidad de intercambio, de tal manera que no se hayan encontrado en solución, influyendo así mismo al pH.

Lo anterior se deduce debido a que los pozos 2, 3, 6, A, e I, se ubican en material residual y a una distancia entre 3 y 15 metros aproximadamente de la fuente contaminante (corriente y laguna de lixiviados).

Aunque el tamaño de las figuras 4 y 5 no permite dimensionar las distancias, cabe resaltar que el manantial se localiza fuera del área de influencia de la zona de disposición de residuos y del escurrimiento de lixiviados, por lo cual podría decirse que los datos encontrados son valores de fondo, aunque para definirlo procedería un análisis geoquímico del medio litológico, en la zona donde surge éste.

En cuanto a Dureza total, cloruros y sólidos disueltos, sus altos contenidos se observan primordialmente en las proximidades al arroyo conductor de lixiviados. Sin embargo, el pozo 2 que se localiza al Este del tiradero; aproximadamente a cuarenta metros del patio de tiro y con una profundidad de 13.5 m. se encuentra dentro de los límite permisibles, esto hace suponer que se recarga de una zona diferente o que se trata de un acuitardo, que lo "aislan" de una posible infiltración.

PARAMETRO	METODO
Alcalinidad Total (como CaCO ₃)	MMA-011 A.F
Cloruros	HACH
Dureza total (como CaCO ₃)	MMA-019
Nitratos (como N)	HACH
Nitritos (como N)	HACH
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de	HACH
Sólidos disueltos totales	HACH
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	HACH
Metales y Metaloides mg/l	Lec. Directa I.C.P.
Demanda Química de Oxígeno mg de O ₂ /l	HACH.

TABLA 2. PARÁMETROS DETERMINADOS Y SUS MÉTODOS DE ANÁLISIS.

PARAMETRO	LIMITE PERMISIBLE (mg/l)	POZO -1		POZO-2		POZO-3		POZO - 4		POZO - 5		POZO - 6		MANANTIAL	
Aluminio	0.2														
Arsénico	0.05														
Bario	0.7	1	0.3	1.14	0	0.6	1.14	0.6	0.3	0.7	0.56	0.4	0.5	0.2	0.1
Cadmio	0.005														
Cobre	2														
Cromo total	0.05														
Hierro	0.3	0.8		0.4		0.2		0.2		0.2					0.6
Manganeso	0.15					0.14	0.1	0.06		0.06			0.9	0.5	
Plomo	0.025														
Sodio	200	69.1	134	139	88	37	78.8	148	80	160	78	36	18	39.5	24
Zinc	5			0.044					0.009		0.019		0.003		0.005

Valores expresados en ppm = mg/l

TABLA 3. CONTENIDO (PROMEDIO DE TRES MUESTREOS) DE METALES Y METALOIDES

Ahora bien, los pozos 1 y B, que se encuentran al norte del tiradero y mas distantes (zona con ligera pendiente) respecto al pozo 2, están fuera de normatividad. Ante esto es posible que exista un valor de fondo (actualmente desconocido), en su defecto, sus contenidos se deban a que en esta zona operaron los primeros patios de tiro.

Hay que recordar que la operación del tiradero fuera de requerimientos normativos rebasa los veinticinco años.

A los nitratos, sus concentraciones obedecen principalmente a la falta de mantenimiento y protección de sus pozos, máxime que están en las proximidades del vertedero, de tal forma que cuando hay viento no sólo levantan bolsas de plásticos y demás, sino que el polvo y tierra son los primeros que entran al pozo. Sí a ello se le suma la crianza de animales domésticos. De cualquier manera si la afectación no es por infiltraciones, es por vía aérea.

El medio acuífero tiene contenidos importantes de arcillas minerales (principalmente derivadas de la lutita y calcita), con ello se le asigna una capacidad amortiguadora a

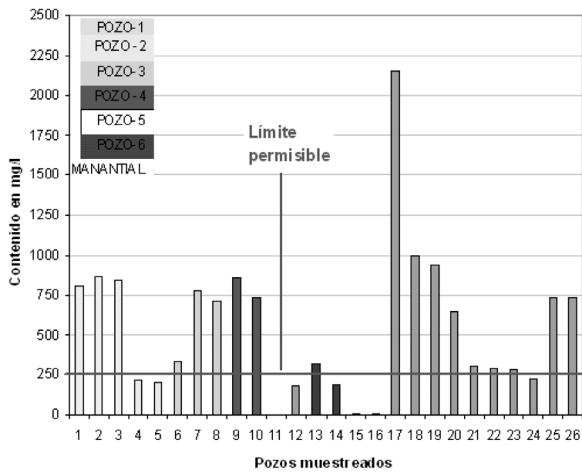
Conclusiones

El medio acuífero tiene contenidos importantes de arcillas minerales (principalmente derivadas de la lutita y calcita), con ello se le asigna una capacidad amortiguadora a

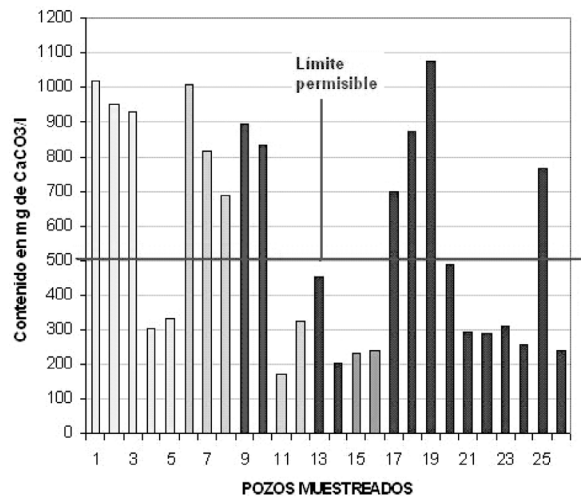
PARAMETRO	LIMITE PERMISIBLE (mg/l)	POZOS									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Aluminio	0.2	0.07									
Arsénico	0.05										
Bario	0.7	2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.7	0.4	0.6	0.6	0.1
Cadmio	0.005										
Cobre	2										
Cromo total	0.05										
Fierro	0.3										
Manganeso	0.15	7.2	0.9			0.1				0.1	
Plomo	0.025										
Sodio	200	37.5	99	47	77	42	23	18	77	88	24
Zinc	5			0.011	0.016	0.008	0.103	0.018	0.055	0.007	

Valores expresados en ppm = mg/l

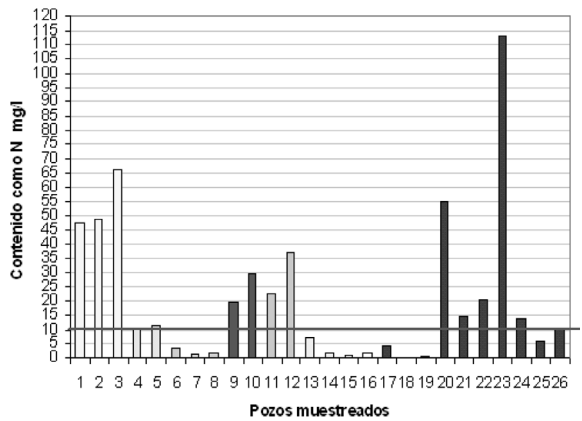
TABLA 4. CONTENIDO DE METALES Y METALOIDES EN POZOS CON UN MUESTREO



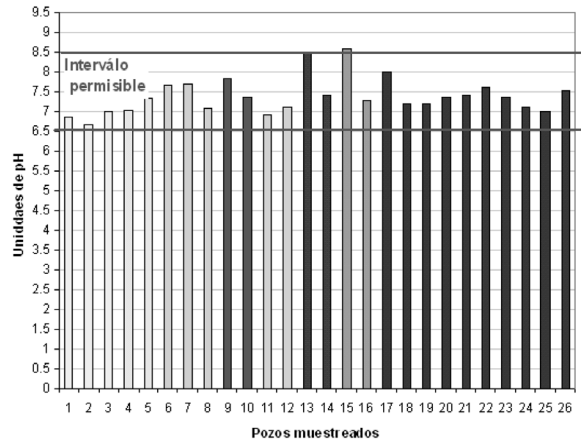
GRÁFICAS. 6 CONTENIDO DE CLORUROS RESPECTO SU LÍMITE NORMATIVO



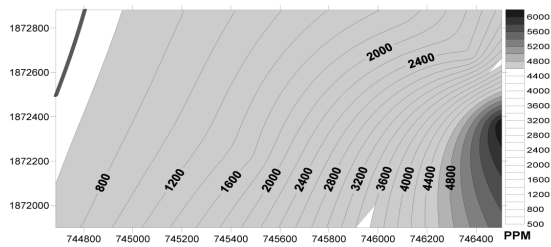
GRÁFICA 7 CONTENIDO DE DUREZA TOTAL, RESPECTO SU LÍMITE NORMATIVO.



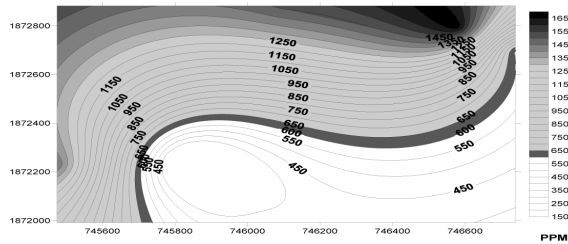
GRÁFICA 8. CONTENIDO DE NITRATOS RESPECTO SU LÍMITE NORMATIVO.



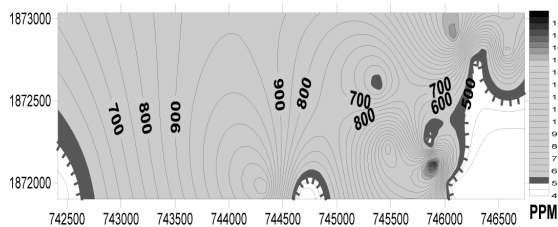
GRÁFICA 9. UNIDADES DE PH RESPECTO SU LÍMITE NORMATIVA



Muestreo 1




Muestreo 2



GRÁFICA 10. COMPORTAMIENTO ESPACIAL DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES EN LA ZONA MUESTREADA. LA ISOLÍNEA ROJA REPRESENTA EL LÍMITE NORMATIVO, Y LOS SECTORES EN AMARILLO LAS ZONAS DE MENOR CONCENTRACIÓN.

la zona no saturada y probablemente a la saturada, “protegiendo” temporalmente al agua subterránea.

Es probable que por el tipo de pozos (noría), su exposición provoque precipitación de metales, no siendo detectados en la fase soluble. Por otra parte, los oxihidróxidos precipitados generan un medio de adsorción con el cual puede reducir la concentración de componentes metálicos. Por lo que es necesario identificar los procesos geoquímicos y sobre todo evaluar la capacidad de la zona ante un evento de riesgo.

Es necesario conocer y documentar el funcionamiento del flujo subterráneo, ya que éste puede influir en la calidad del agua subterránea. En este caso, en la distribución de contaminantes; principalmente por tratarse de una zona geológicamente compleja, más aun sí como parte de las acciones se realiza el monitoreo, durante el tiempo de operación, hasta el cierre del mismo. De otra manera, además de costosa, la interpretación de los datos no sería ni precisa ni efectiva. 

Referencias

- Alloway, B.J.
1995 Soil processes and the behaviour of metals. En: Heavy metals in soils. Blackie. Londres.
- Aragón S. M.
2004 Resultados de la primera etapa del proyecto Evaluación de la contaminación subterránea generada por el tiradero de basura, Oaxaca.
- Bautista B. A.
2004 Resultados de la primera etapa del proyecto Evaluación de la contaminación subterránea generada por el tiradero de basura. Oaxaca.
- Dietrich A., Novak J.T., Gallagher D. and Hughes J.M.
2001 Factores que afectan la movilidad de metales en la matriz de suelo. Blaksborg Virginia.
- Evans, L.J.
1989 Chemistry of metal retention by soils. Environmental Science and Technology.
- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias.
1992 Trace Elements in Soils and Plants, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton. 365 p.
- Li, Z. y Shuman, L.M.
1996 Heavy metal movement in metal contaminated soil profiles. Soil Sci. 161: 656-666.
- Lindsay Whand S.
1979 Use of Eh+ pH to predict and interpret metal solubility relationships in soil. Sci of Total Environmental.
- Papadopoulos, P. and Rowel, D.L.
1988 The reactions of cadmium with calcium carbonate surfaces. Journal of Soil Science.
- Smolders, E., et. al.
1988 Effect of soil solution chlorine on cadmium availability to Swiss chard. Journal of Environmental Quality.
- Vasileios, A. and Alloway, B.J.
1988 Cd and Zn availability in sewage sludge-treated soils. In: Proceedings of the 7th Hellenic Soil Science Society Conference.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, “Salud Ambiental, Agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”. Secretaría de Salud México.