

# Evaluación del riesgo por fluoruros en agua subterránea somera a partir de la ingesta local en Azul, Buenos Aires, Argentina

Othax Natalia<sup>1,2</sup> y Fabio Peluso<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo J. Usunoff" (UNCPBA – CIC – Municipalidad de Azul) - República de Italia 780, (B7300) Azul, Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Becaria CONICET

<sup>3</sup> Investigador CIC

Mail de contacto: [nothax@faa.unicen.edu.ar](mailto:nothax@faa.unicen.edu.ar)

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue estimar el riesgo sanitario por el consumo de agua subterránea somera con altos contenidos de fluoruro en la ciudad de Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina. Se aplicó el modelo probabilístico según metodología USEPA aplicando Monte Carlo, bajo un escenario residencial para niños y adultos. Se consideró la variabilidad espacial de las concentraciones y los patrones de ingesta de agua representativos por barrios, en un Sistema de Información Geográfico Urbano. La concentración promedio presentó un valor de  $1,36 \text{ mg l}^{-1}$ , superando la normativa ( $1,2 \text{ mg l}^{-1}$ ), con un valor máximo de  $1,97 \text{ mg l}^{-1}$ . A pesar de ello, el riesgo fue no significativo, tanto para adultos y como para niños (media aritmética=  $0,34$  y  $0,23$ , percentilo 95=  $0,55$  y  $0,39$ , respectivamente). Este trabajo permitió evaluar el riesgo en distintas zonas de la ciudad a partir de valores realistas locales de ingesta de agua.

Palabras clave: agua subterránea; riesgo; fluoruro

## ABSTRACT

The aim was to estimate the health risk by shallow groundwater consumption with high content of fluoride in the city of Azul, Buenos Aires Province, Argentina. Probabilistic USEPA health risk model was applied using Monte Carlo methodology for residential scenarios for children and adults peoples exposed. For the model calculation were considered the spatial variability of concentrations and of the water intake patterns by neighbourhoods, using an Urban Geographic Information System. The average concentration of fluoride was  $1,36 \text{ mg l}^{-1}$ , exceeding the standard of  $1,2 \text{ mg l}^{-1}$ , with a maximum value of  $1.97 \text{ mg l}^{-1}$ . However, the risk was not significant, either for adults or children (arithmetic mean =  $0,34$  and  $0,23$ ; 95<sup>th</sup> percentile=  $0,55$  and  $0,39$ , respectively). This work allowed us to evaluate the risk in different areas of the city using local realistic values of water intake.

Keywords: groundwater; risk; fluoride

## Introducción

La ciudad de Azul, ciudad cabecera del partido homónimo, se encuentra ubicada en la zona centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Tiene una superficie de  $90,5 \text{ km}^2$  (área urbana más periurbana, ver Figura 1) y una población es de 58.097 habitantes (INDEC, 2012).

La composición del agua subterránea somera en la ciudad presenta niveles de fluoruro que muy frecuentemente superan el nivel máximo permitido (NMP) para agua de consumo según el Código Alimentario Argentino (CAA), que es de  $1,2 \text{ mg l}^{-1}$  (ANMAT, 2012). Esto es potencialmente un problema sanitario dado que es común la posesión de pozos

activos en domicilios, incluso teniendo también conexión a la red de agua potable. El fluoruro es reconocido agente causal de patologías asociadas a la ingesta crónica de agua con elevadas concentraciones de esta sustancia. Es capaz de producir dos tipos de efectos a la salud dependiendo de la concentración en el agua: fluorosis dentaria, caracterizadas por manchas opacas en los dientes, y la esquelética, con sobreosificaciones y calcificaciones de las membranas interóseas (WHO, 2002). La magnitud y tipo de lesión dependen de la dosis, tipo y tiempo de exposición, estado fisiológico y nutricional del individuo (Grimaldo et al., 1995; Takahashi 1998; Mascarenhas y Burt, 1999).

El objetivo del trabajo fue estimar el riesgo

sanitario para la población de la ciudad de Azul por el consumo crónico de agua subterránea somera domiciliaria con altos contenidos de fluoruro. El riesgo se estimó espacialmente, para lo cual no sólo se tuvo en consideración la variabilidad espacial de las concentraciones de fluoruro sino también de los patrones de ingesta de agua de bebida representativos por barrios. Este aspecto es novedoso para Argentina, ya que no son comunes los relevamientos de la heterogeneidad espacial de patrones de conducta relacionados con la ingesta de agua.

### Metodología

Un análisis de riesgo sanitario (ARS) constituye un procedimiento para la toma de decisiones que estima el nivel potencial de peligro para un receptor humano a partir del contacto con una sustancia química presente en el ambiente (NRC, 1983), caracterizando los efectos adversos potenciales y su probabilidad de ocurrencia, lo que permite identificar, evaluar, seleccionar e implementar acciones para reducirlos (CRARM, 1997). El cálculo del riesgo se realizó aplicando el modelo básico ARS según metodología USEPA probabilística aplicando Monte Carlo, para efectos crónicos bajo un escenario residencial para niños de hasta 15 años de edad como representativos de la población expuesta más susceptible y para adultos.

El estudio se llevó a cabo bajo un escenario residencial, el cual hace referencia al contacto con el agua vía la ingesta demandada por las actividades vitales del individuo, y se realizó a partir de la concentración de fluoruro presente en agua proveniente de pozos someros. El riesgo según el modelo USEPA, es una función de la toxicidad de la sustancia peligrosa y la magnitud de la exposición a la misma, siendo ésta última una medida de la "calidad y cantidad" del contacto entre la sustancia y el organismo expuesto (USEPA, 1992a).

La exposición se estima aplicando la ecuación 1.

$$ADDI = \frac{[C * Ir * EF * ED]}{[Bw * AT]} \quad (1)$$

donde ADD es la Dosis Diaria Promedio de ingestión de las sustancias,

C es la Concentración de la sustancia peligrosa en agua (en mg L<sup>-1</sup>),

Ir es la Tasa de ingesta diaria de la sustancia (en L día<sup>-1</sup>),

EF es la Frecuencia de la exposición (en días año<sup>-1</sup>),

ED es la Duración de la exposición (en años),

Bw es el Peso corporal de la persona expuesta (en kg) y AT es un factores de corrección por tiempo promedio (30 años \* 365 días año<sup>-1</sup>).

Esta ecuación corresponde a una exposición crónica (USEPA, 1992a) y participa en el ARS para las sustancias de efectos tóxicos no carcinogénicos (como es el caso del fluoruro), confrontando ADD con la dosis umbral por debajo de la cual no existen efectos toxicológicos sobre el individuo expuesto para el período de exposición considerado.

USEPA usa como dosis umbral a la Dosis de Referencia (RfD), que es una estimación probabilística de la exposición diaria a la que la población humana, incluyendo los subgrupos sensibles, se puede someter al agente peligroso sin que le genere riesgos de efectos adversos durante toda su vida (Barnes y Dourson, 1988).

El riesgo no carcinogénico se estima aplicando el cociente de riesgo (USEPA, 1989), que cuantifica la proporción de ADD respecto del RfD. Si el valor de este cociente iguala o excede la unidad existe un nivel de riesgo significativo. La RfD para F es 6E<sup>-02</sup> (USEPA, 2008).

El cálculo del riesgo probabilístico se realizó mediante Cristal Ball 7.1 (Decisioneering, 2007), para cada uno de los polígonos o manzanas integrantes de seis barrios de la ciudad, denominados Güemes, Club de Remo, Monte Vigiano, Del Carmen, San Francisco y Villa Giamátolo (ver Figura 2). De las distribuciones de valores de probabilidad del riesgo sanitario se extrajo el percentilo 95 (P95) como estadístico representativo del riesgo resultante del polígono. En base a estos estadísticos se obtuvieron los valores representativos generales del riesgo sanitario por barrio, calculando la media aritmética o el P95 del conjunto de polígonos del barrio, que fueron usados luego como base para la comparación.

### Parámetros del modelo

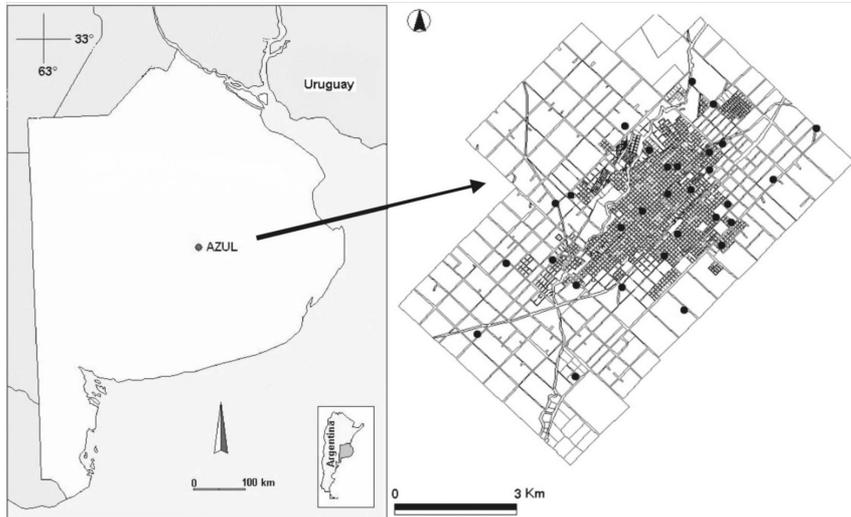
#### *Concentración de fluoruros en agua (C)*

Las muestras de agua subterránea fueron tomadas de 30 pozos someros domiciliarios activos (profundidad media de 16 metros) distribuidos en la planta urbana tal como se aprecia en la Figura 1. Se realizaron 16 episodios de muestreo, distribuidos estacionalmente entre los años 2003 y 2007. Las determinaciones analíticas de las muestras se llevaron a cabo mediante técnicas estándares con electrodo selectivo de iones (SM 4500-F C).

La selección del valor de concentración representativo del conjunto de datos de cada pozo se realizó mediante la estimación del

Límite Superior de Confianza 95 % (UCL). El mismo se define como el valor que, calculado repetidamente del conjunto de datos de concentración de un sitio, iguala o excede el valor de la media aritmética el 95 % de la veces (USEPA, 1992b), y consiste en un

procedimiento determinístico utilizado por USEPA para estimar valores conservadores de series de datos de concentraciones en los análisis de riesgo sanitario por sustancias peligrosas. El UCL se computó utilizando el software Pro-UCL v. 3 (USEPA, 2004).



**Figura 1.** Ubicación de la ciudad de Azul y emplazamiento de los pozos domiciliarios muestreados

El valor del UCL correspondiente a las concentraciones de fluoruro por pozo fue interpolado a toda el área urbana y periurbana aplicando krigging ordinario omnidireccional con 60 metros de equidistancia entre puntos interpolados. Posteriormente, la grilla de datos fue poligonizada por promedios utilizando ArcView 3.2 (ESRI, 1992 – 1999), para obtener cada valor de concentración representativo para la unidad espacial (UCL promedio por manzana). Estos UCL promedio son los que finalmente fueron utilizados para calcular la dosis de exposición (parámetro C de la ecuación 1) de cada uno de los polígonos de los 6 barrios. Cuando fue necesario obtener valores representativos generales de la concentración de fluoruro para todo un barrio, se estimaron la media aritmética y el P95 sobre los UCL promedio de sus polígonos o manzanas.

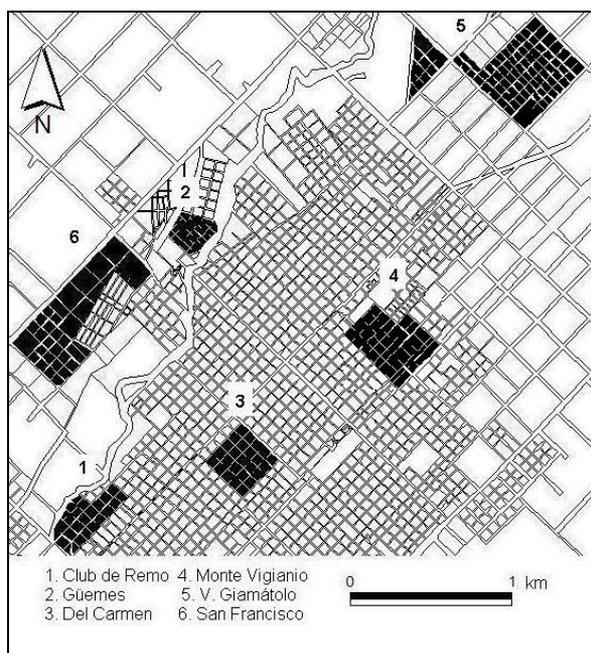
#### *Tasa de ingesta de agua (IR)*

El parámetro de tasa de ingesta de agua (Ir de la ecuación 1) se obtuvo a partir de información local de los seis barrios obtenida mediante encuestas llevadas a cabo por muestreo aleatorio estratificado durante los meses de diciembre de 2010, enero y febrero de 2011. En la encuesta se preguntó sobre la

cantidad de agua proveniente de pozos someros domiciliarios que consumen los miembros del grupo familiar, ya sea en forma directa o indirecta (infusiones, jugos deshidratados, etc.).

Los barrios fueron elegidos y asociados según condiciones socioeconómicas similares y esto se realizó a partir de la aplicación de un índice de vulnerabilidad denominado Sistema Integrado de Criterios Socioeconómicos (SIC) (Peluso et al., 2003). El índice SIC está integrado por variables vinculadas al área de Educación, Salud e Ingreso provenientes del censo de Población, Viviendas y Hogares del INDEC (2005) y de un SIG (2004-2005) del Municipio de la ciudad de Azul. Por ello los barrios fueron agrupados de la siguiente manera: Club de Remo - Güemes; Monte Vigiano - Del Carmen; San Francisco - Villa Giamátolo, en orden decreciente de condición socioeconómica.

Las distribuciones de frecuencias sobre la cantidad de agua diaria ingerida obtenidos a partir de las encuestas fueron testeadas con Cristal Ball para determinar a que tipo de distribución probabilística correspondían, y cuales eran sus descriptores estadísticos.



**Figura 2.** Ubicación de los barrios encuestados en la ciudad de Azul

*Frecuencia (EF), duración de la exposición (ED) y peso (BW)*

En la Tabla 1 se presentan las distribuciones de valores asumidas para frecuencia y duración de la exposición y para el peso de la población de niños (considerando como representativo a uno de 10 años) y adultos con sus descriptores estadísticos.

**Tabla 1.** Estadísticos de frecuencia (en días), duración de exposición (en años) y peso de la población (en kg).

Par	Cur	Mín	Máx	Mo	Prom	Desv
Niños						
EF	Tri	300	360	330	-	-
ED	Tri	1	30	15	-	-
Bw	Nor	23,50	44,50	-	33,50	5,50
Adultos						
EF	Tri	300	360	330	-	-
ED	Tri	1	30	15	-	-
Bw	Nor	50	85	-	65	8,60

Referencias: Par.: Parámetro; Cur.: Tipo de modelo de distribución de P; Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; Mo.: Moda. Prom.: Promedio. Desv.: Desvío Estándar. EF: Frecuencia de la Exposición; ED: Duración de la Exposición; Bw: Peso Corporal; Tri.:Triangular; Nor.:Normal.

## Resultados y Discusión

En la Tabla 2 se presentan los estadísticos de los valores de concentración de fluoruro en agua subterránea somera para la totalidad de polígonos o manzanas del conjunto de barrios, y en la Tabla 3 para cada uno de los barrios, expresados en  $\text{mg L}^{-1}$ . Los resultados muestran que la concentración promedio de fluoruros para toda el área de estudio es mayor al NMP del CAA.

**Tabla 2.** Estadísticos de concentración de fluoruro (en  $\text{mg L}^{-1}$ ) para el conjunto de los seis barrios.

Estadísticos	Concentración
Min.	0,83
Max.	1,97
Prom.	1,36
Desv.	0,35

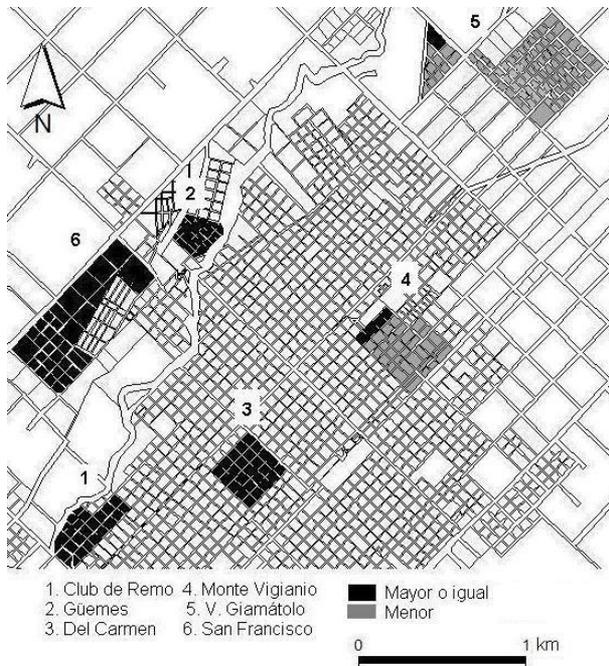
Sin embargo, hay barrios en los cuales el promedio de concentración de fluoruro no superan el NMP: Monte Vigiano y Villa Giamátolo.

**Tabla 3.** Estadísticos de concentración de fluoruro (en mg L<sup>-1</sup>) para cada uno de los barrios.

Barrios	Prom	Desv	Máx	P95
Club de Remo	1,89	0,04	1,97	1,95
Güemes	1,62	0,03	1,66	1,66
Del Carmen	1,46	0,09	1,67	1,61
Monte Vigiano	1,12	0,05	1,25	1,24
V. Giamátolo	1,03	0,08	1,38	1,13
San Francisco	1,79	0,06	1,91	1,88

En la Figura 2 se muestran los barrios estudiados indicando su relación respecto del NMP por manzana. De los seis barrios, cuatro (los cuatro con los valores promedio por encima del NMP de Tabla 3) presentan esta condición en todos sus polígonos. En los dos barrios restantes (Villa Giamátolo y Monte Vigiano) sólo algunas manzanas se encuentran en esta condición. La superficie total afectada con concentraciones mayores a 1,2 mg L<sup>-1</sup> representa el 58% del área total abarcada por los seis barrios, y comprende 123 polígonos.

En la Tabla 4 se presentan de forma comparativa los estadísticos de las distribuciones de valores de la tasa de ingesta de agua de la población y del riesgo, para cada uno de los barrios. Los valores de ingesta de agua corresponden a valores bajos en el caso de los niños (valor medio=0,28 y P95 =0,63) y son más altos en el caso de los adultos (valor medio= 0,96 y P95 =1,36). En todos los casos, la distribución fue de tipo mínimo extremo. Algo



**Figura 3.** Comparación de las concentraciones de fluoruros con el NMP por polígono en los distintos barrios

interesante para resaltar es que según el nivel socioeconómico decrece se incrementan las tasas de ingesta de los menores y disminuyen las de los mayores. De todas maneras, estos

son resultados preliminares que deberán ser profundizados.

Los resultados de riesgo indican que los valores son no significativos (es decir, riesgo

menor a 1), tanto para la población infantil como para la adulta, incluso si se consideran los valores máximos de las distribuciones resultantes. A pesar que los niños son población sensible, y que se asume que el riesgo debería ser mayor en ellos que en los adultos, en este caso no es así, dada la diferencia en las tasas de ingesta, que en los adultos es más de 3 veces la de los niños (2,11 contra 0,63 L día<sup>-1</sup>). Cuando los valores de las tasas de ingesta se acercan (como ocurre para los barrios Villa Giamátolo y San Francisco, cuya diferencia es solo 1,7 veces la de adultos respecto de la de los niños), el valor del riesgo también se acerca, incluso lo supera, aunque levemente. En trabajos realizados previamente se ha observado que la tasa de ingesta de agua es el factor de mayor influencia en los resultados de los análisis de riesgo (Othax et al., 2013).

Varios trabajos publicados en la literatura han calculado el riesgo a la salud a partir de concentraciones de fluoruro presente en el agua de bebida de la población mediante la metodología de la USEPA y a diferentes grupos de edades (Erdal y Buchanan, 2005; Fuquan et al., 2009; Ni et al., 2010; Vega Gleason, 2001;

entre otros). Sin embargo, es poco frecuente la aplicación de esta herramienta a partir de valores de ingesta locales, diferenciados espacialmente. En la ciudad de Azul se han aplicado análisis de riesgo según metodología USEPA por fluoruros presentes en agua subterránea a partir de valores de ingesta de la bibliografía (Othax et al., 2008; Peluso et al., 2010). En estos trabajos se realizaron evaluaciones puntuales y espaciales de toda la planta urbana-periurbana, es decir, cubren el área de estudio del presente trabajo. Dado que los valores de ingesta de la bibliografía son mayores a los aportados por las encuestas, finalmente, los valores de riesgo resultantes en aquellos fueron mayores. En estos trabajos se alcanzaron valores de riesgo significativos en los polígonos con valores de concentración de fluoruros mayores al NMP (Othax et al., 2008; Peluso et al., 2010). Es decir, la aplicación de valores de la bibliografía condujo a una sobrestimación del riesgo avalado, además, por el hecho de que no se reconocen en el distrito la ocurrencia de patologías asociadas a la exposición de esta sustancia.

**Tabla 3.** Estadísticos de ingesta de agua y valores de riesgo

	Barrios	T. ingesta				Riesgo			
		Prom	Desv	Máx	P95	Prom	Desv	Máx	P95
Niños	Club de Remo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Güemes					0,17	0,01	0,19	0,19
	Del Carmen	0,19	0,13	0,74	0,43	0,13	0,00	0,15	0,14
	Monte Vigiano					0,21	0,01	0,28	0,23
	V. Giamátolo	0,34	0,23	1,13	0,75	0,37	0,01	0,39	0,39
	San Francisco					0,23	0,08	0,40	0,39
Todos	0,28	0,19	0,94	0,63	0,23	0,08	0,40	0,39	
Adultos	Club de Remo	0,94	0,61	3,23	2,05	0,55	0,02	0,58	0,57
	Güemes					0,47	0,01	0,49	0,48
	Del Carmen	1,06	0,7	3,59	2,33	0,48	0,03	0,57	0,53
	Monte Vigiano					0,37	0,02	0,42	0,41
	V. Giamátolo	0,61	0,41	2,00	1,36	0,20	0,02	0,27	0,22
	San Francisco					0,32	0,03	0,37	0,36
Todos	0,96	0,63	3,48	2,11	0,34	0,13	0,58	0,55	

## Conclusiones

En el 58% del área de estudio del presente trabajo, integrada por seis barrios de la ciudad de Azul - Club de Remo, Güemes, Monte Vigiano, Del Carmen, San Francisco y Villa Giamátolo -, las concentraciones de fluoruros en aguas subterráneas someras son iguales o mayores al valor límite establecido en la normativa para evaluar la calidad del agua para consumo humano. A pesar de ello, los valores de riesgo fueron no significativos, incluso para

los niños, la población expuesta más sensible considerada.

El desarrollo del presente trabajo se realizó estimando las dosis de exposición a partir de valores locales de tasas de ingesta de agua relevados mediante encuestas, lo que permitió discriminar espacialmente esta variable en lugar de utilizar valores de bibliografía homogéneos a toda el área de estudio. Esto no solo permitió un mayor realismo en la cuantificación local del riesgo, sino también reconocer que la utilización de valores de la bibliografía en trabajos

anteriores produjo una sobreestimación del riesgo.

## Agradecimientos

Este trabajo se financió con fondos provenientes de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PID452). Se agradece la colaboración del Mg. Lic. Marcelo Leali por los aportes brindados.

## Referencias

- ANMAT. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica Código Alimentario Argentino, 2012. Capítulo XII: "Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificada", actualizada por Res. Ministerio de Salud y Acción Social del 07/07/94, p. 60.
- Barnes, D. G., Dourson, M., Preuss, P., Bellin, J., Derosa, C., Engler, R. y Zaragosa, L. 1988. Reference dose (RfD): Description and use in health risk assessments. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 8(4):471-486.
- CRARM, 1997. *Risk Assessment and Risk Management in Regulatory Decision-Making*. Ed. Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management, U.S.A. Final Report, Volume 2.
- Decisioneering, 2007. Crystal Ball 7.1 software.
- Erdal, S., y Buchanan, S. N. 2005. A quantitative look at fluorosis, fluoride exposure, and intake in children using a health risk assessment approach. *Environmental health perspectives*, 113(1):111-117.
- ESRI, 1992 – 1999. ArcView GIS 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Fuquan, N. I., Guodong, L. I. U., Huazhun, R. E. N., Shangchuan, Y. A. N. G., Jian, Y. E., Xiuyuan, L. U. y Min, Y. A. N. G. 2009. Health risk assessment on rural drinking water safety-a case study in Rain City District of Ya'an City of Sichuan Province. *Journal of Water Resource and Protection*, 1(2):128-135.
- Grimaldo, M., Borja-Aburto, V., Ramirez, A., Ponce M., Rosas, M. y Diaz-Barriga, F. 1995. Endemic fluorosis in San Luis Potosi, Mexico: Identification of risk factors associated with human exposure to fluoride. *Environmental Research*, 68 (1):25–30.
- INDEC, 2005. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. Censo de Población, Viviendas y Hogares 2001 por Radios Censales para la ciudad de Azul, Buenos Aires. Información en soporte digital.
- INDEC, 2012. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010, p. 22. [http://www.indec.gov.ar/censo2010/Comunidad\\_educativa.pdf](http://www.indec.gov.ar/censo2010/Comunidad_educativa.pdf)
- Mascarenhas, A. K., y Burt, B. A. 1998. Fluorosis risk from early exposure to fluoride toothpaste. *Community. Dentistry & Oral Epidemiology*, 26(4):241-248.
- Municipalidad de Azul, 2004-2005. Sistema de Información Geográfica de la ciudad de Azul. Convenio de cooperación con la Universidad Nacional de La Plata-Municipalidad de Azul.
- Ni, F. Q., Liu, G. D., Tan, Y. S., y Deng, Y. 2010. Spatial variation of health risk of groundwater for drinking water supply in Mingshan County, Ya'an City, China. *Water Science and Engineering*, 3(4):454-466.
- NRC, 1983. *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. Ed. National Research Council. National Academic Press, Washington DC. U.S.A.
- Othax, N., Peluso, F. y Usunoff, E. 2008. Los análisis de riesgo sanitario como herramientas para la gestión de los recursos hídricos en Argentina. *Revista de Gestión del Agua en América Latina*, 4(2): 39-50.
- Othax, N., Peluso, F. y González Castelain, J. 2013. Riesgo a la salud integrado por fluoruros, nitratos y arsénico en agua subterránea: caso del partido de Tres Arroyos, Argentina. En prensa en la *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.
- Peluso, F., Usunoff, E. y Entraigas, I. 2003. Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio, *GeoFocus* 3: 186-198.
- Peluso F., Othax N., Usunoff E. 2010. Riesgo a la salud probabilístico y espacializado por fluoruro en Azul, Argentina. *Cuadernos del CURIHAM*, 15:43-50.
- Takahashi, K. 1998. Fluoride-linked Down syndrome births and their estimated occurrence due to water fluoridation. *Fluoride* 31(2):61-73.
- USEPA, 1989. *Risk assessment guidance for superfund*. Volume 1: human health evaluation manual. U.S. Environmental Protection Agency. EPA/540/1-89/002. Washington D.C., USA.
- USEPA, 1992a. *Guidelines for exposure assessment*. U.S. Environmental Protection Agency. Fed. Reg. 57:22888 – 22938. Washington D.C., USA, p.126.
- USEPA, 1992b. Supplemental Guidance to RAGS: Calculating the Concentration Term. Intermittent Bulletin. Volume 1. Number 1.

Publication 9285.7-081. U.S. Environmental Protection Agency, p. 8.

USEPA, 2004. ProUCL Version 3.0 User Guide. EPA/600/R-04/079. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development.

USEPA, 2008. IRIS (Integrated Risk Information System) Database. U.S. Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/iris>.

Vega Gleason, S. 2001 Riesgo sanitario ambiental por la presencia de arsénico y fluoruros en los acuíferos de Méjico. <http://www.cepis.opsoms.org/bvsaidis/mexico13/104.pdf>.

WHO, 2002. Fluorides. *Environmental Health Criteria* 227, World Health Organization, Ginebra. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc227.html>