



# “Aplicación de Relaciones Isotópicas”

Programa de Servicio Social.

Alumno: Jardón Gómez Rodrigo.

Carrera: Ingeniería Geofísica.

Coordinador del Servicio Social: M. en C. Mauricio Nava Flores, Facultad de Ingeniería, UNAM.

Responsable del Programa del Servicio Social: Dra. María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar, Facultad de Química / Instituto de Geofísica, UNAM.

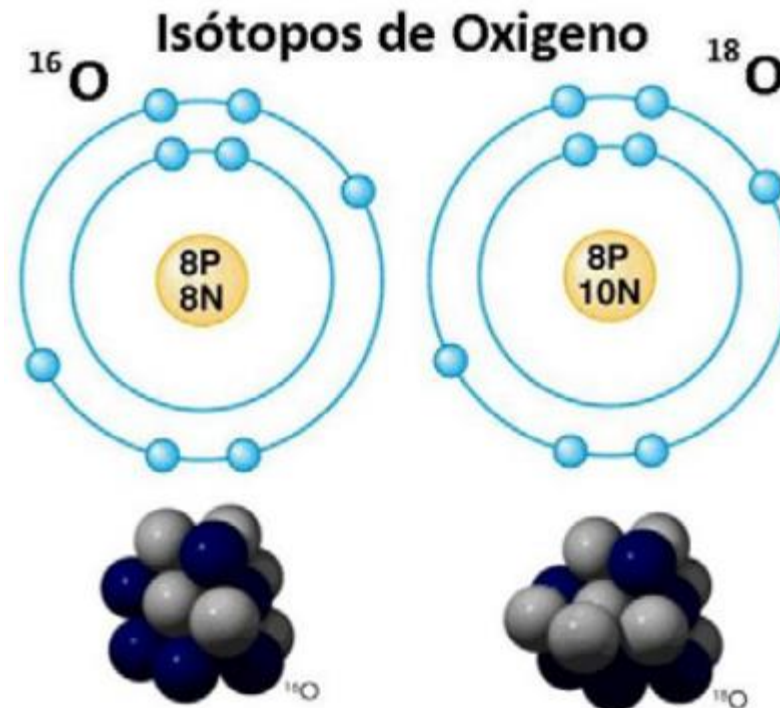
4 de Julio 2014.

# Objetivo

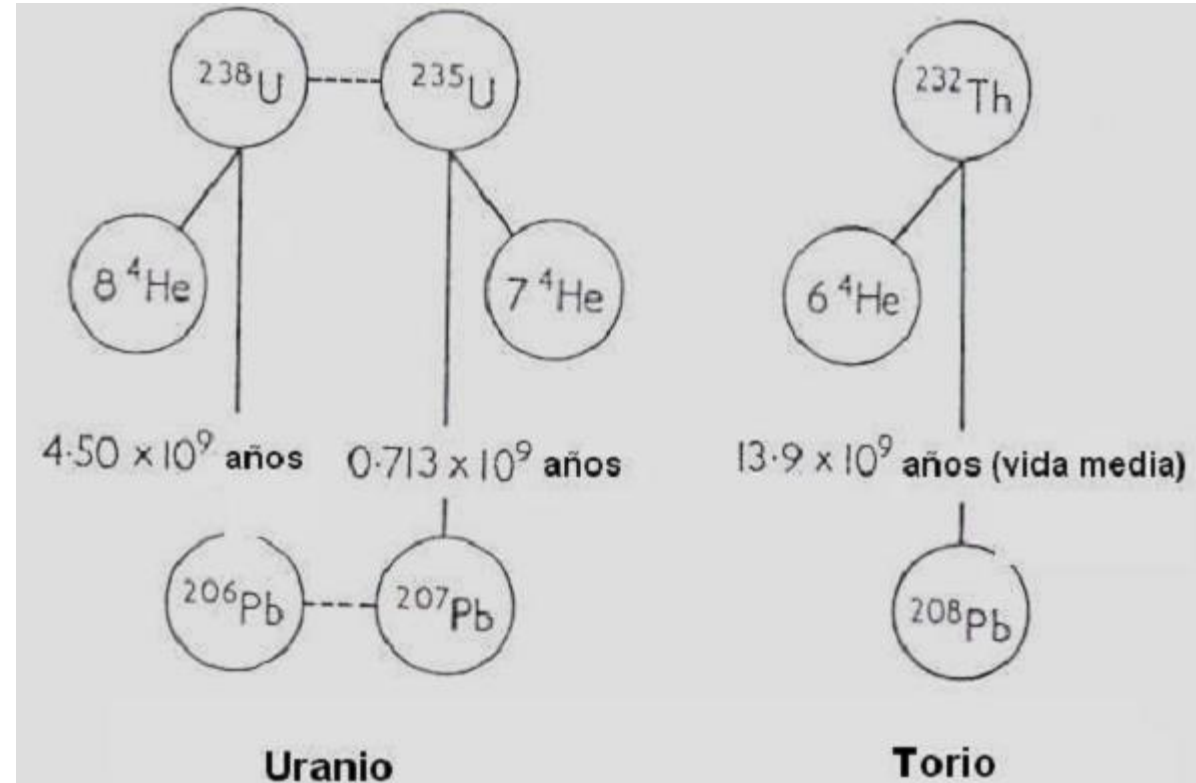
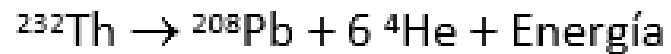
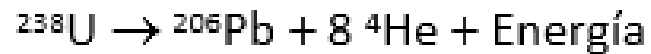
- Destacar la aplicación de las relaciones isotópicas como trazadores de fuentes de contaminación antropogénica por actividades que se realizan en la industria de minería, a través de la bibliografía específica en el tema.

# Introducción

- La materia esta compuesta por átomos, estos poseen un número de protones y electrones determinados.
- Un mismo elemento llega a tener diferente número de neutrones (Fry, Brian, 2008).
- Un isótopo está definido por un mismo número de protones y uno distinto de neutrones.
- Por las variaciones en la abundancia de isótopos, se clasifican por:
  - a) Resultado de procesos químicos (evaporación, condensación, cristalización, sublimación, etc.) Hidrógeno H, Carbono C, Oxígeno O, Litio Li, Boro B, Nitrógeno N, Azufre S.
  - b) Resultado del decaimiento radioactivo de elementos inestables  
Uranio U, Torio Th, Potasio K, Rubidio Rb, Lantano La, Lutecio Lu, Renio Re, Samario Sm.



- Los isótopos radioactivos padres, tienden a cambiar por el decaimiento radioactivo, generando otros elementos llamados isótopos radioactivos hijos (Protero y Schwab, F., 2004).
- El decaimiento de U y Th a Pb, se da a partir de 3 series complejas de transformaciones nucleares, en las que el cambio en masa está balanceado por la producción de He en forma de partículas alfa, con cantidad de energía liberada como electrones o radiación gamma (Rodríguez Salazar, 2007).



- El Pb es un elemento traza en toda clase de rocas, su composición isotópica en diferentes clases de este material contiene un registro del ambiente químico en el cual residió.
- Cada ambiente tiene diferentes relaciones de U-Pb y Th-Pb que afectan la evolución isotópica de Pb.
- Las relaciones isotópicas representan la composición isotópica distintiva, la cual se observa como la firma o huella isotópica de un material.
- Existen estudios en el que se utilizan las relaciones isotópicas como trazadores de fuentes de contaminación, en ellos se manejan las aportaciones de los elementos.
- El plomo es de los más utilizados en los estudios, debido a que se encuentra en forma natural en rocas y además es generado de forma antropogénica (actividades humanas).
- Las técnicas empleadas en la determinación de las mediciones isotópicas son:
  - ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Quadrupole Mass Spectrometry)
  - TIMS (Therman Ionization Mass Spectrometry)
- Con el uso de las RI como trazadores fuentes de contaminación, se incrementan la localización e identificación de las principales fuente contaminantes, además se infiere como es la movilización, dispersión y depositación de los elementos tóxicos (Pb, Cd, Cu, Ni, Zn) (Rodríguez Salazar 2007).

# Desarrollo de la investigación bibliográfica.

- A continuación, se presenta la investigación bibliográfica, en la cual se utilizan distintos artículos en los que se manejan las relaciones isotópicas como trazadores de fuentes de contaminación por actividad minera.

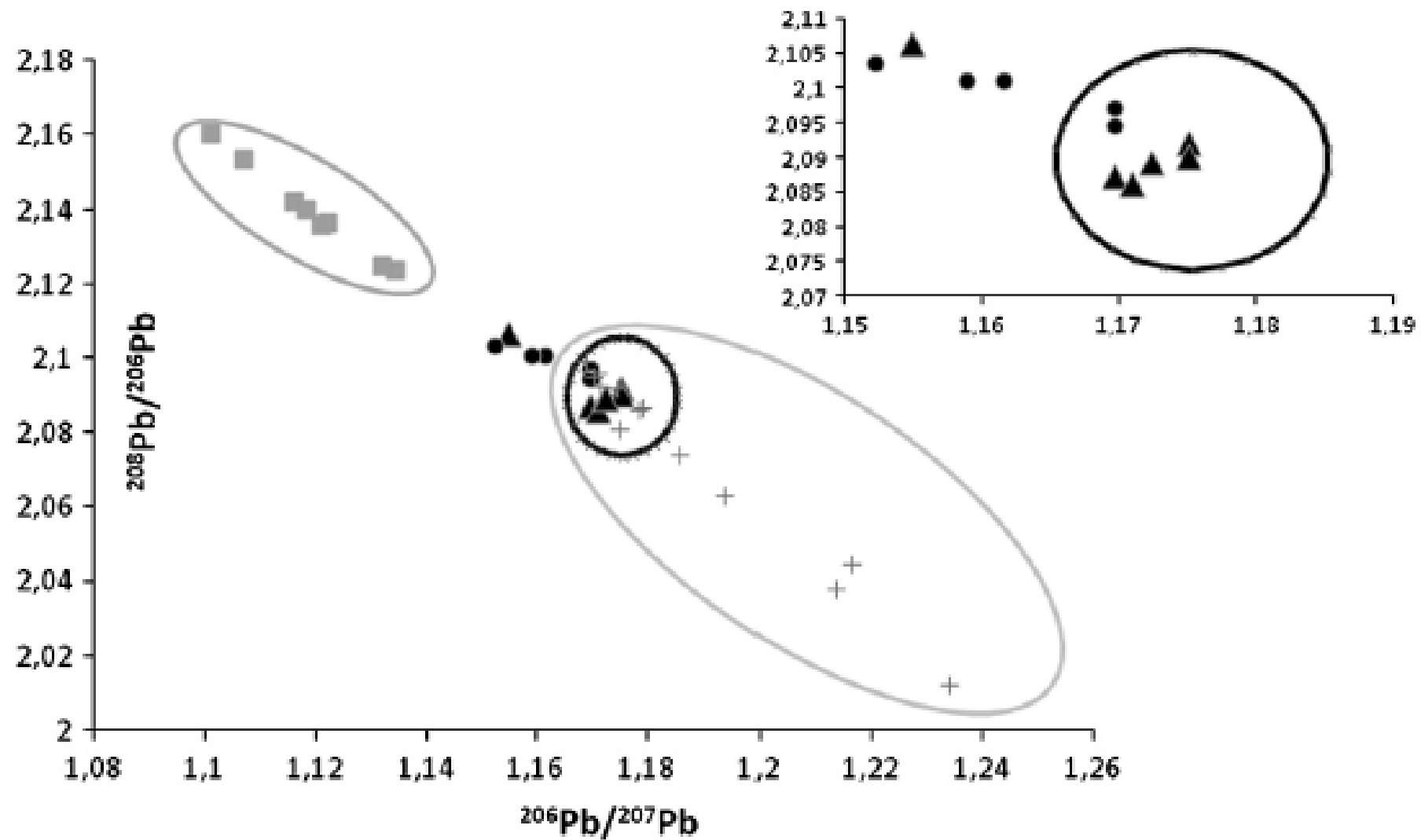
Saunier, Jean-Baptiste; Guillaume, Losfeld; Freydier, Rémi; Grison, Claude; Trace elements biomonitoring in a historical mining district (les Malines, France), *Chemosphere 93* (2013) 2016-2023.<sup>5</sup>

- El objetivo del presente estudio es la investigación de elementos traza a través de un biomonitoreo en productos apícolas y líquenes (hongos y musgos), realizando muestreos y análisis con la finalidad de detectar concentraciones de Zn-Pb provenientes de un distrito minero histórico.



Tabla 6.  
Pb isotope ratios.

Sample	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	Sample	Species
S1	2.0892	1.1723	L1	<i>Cladonia rangiformis</i>
S2	2.0902	1.1751	L2	<i>Cladonia rangiformis</i>
S3	2.0921	1.1751	L3	<i>Parmelia acetabulum</i>
S4	2.1065	1.1548	L4	<i>Parmelia acetabulum</i>
S5	2.0862	1.1710	M1	<i>Scleropodium purum + Dicranum scoparium</i>
S6	2.0872	1.1696		
L1	2.0947	1.1696		
L2	2.0971	1.1696		
L3	2.1011	1.1615		
L4	2.1010	1.1588		
M1	2.1035	1.1522		



▲ Soils from St-Laurent-le-Minier    ● Lichens and Mosses    — Local Pb ores  
 + Local granite (Saint-Guiral-Liron)    ■ Urban emissions (Montpellier)

Fig. 6. Lead isotopic data for soil, lichen and moss (this study) and urban emission (Monna et al., 1997).

## Conclusión.

- De los resultados se llega a la conclusión que después de más de 20 años del cierre de la mina, la influencia de ésta se encuentra en el medio ambiente y esto se ve reflejado en las muestras de suelos, líquenes y musgos.
- En caso de las abejas, se presentaron altos valores de Talio (Tl) y Cadmio (Cd), infiriendo que estos pueden poner en peligro la salud de las abejas debido a la toxicidad de los mismos.

Soto-Jiménez, Martin F., Flegal, Arthur R., Childhood lead poisoning from the smelter in Torreón, México. *Environmental Research* 111 (2011) 590-596.<sup>6</sup>

- El presente estudio tiene por objetivo caracterizar el origen de los niveles de contaminación por plomo en Torreón, empleando el análisis de las concentraciones de plomo mediante las mediciones de la composición isotópica de Pb proveniente de fuentes naturales e industriales a través de un muestreo ambiental y un muestreo de sangre humana con el fin de valorar la contaminación por Pb en niños que residen en las comunidades mineras y de fundición.

**Tabla 7**  
Lead isotopic composition and Pb concentration ( $\pm$ SD) in urban environmental samples from Torreón, México.

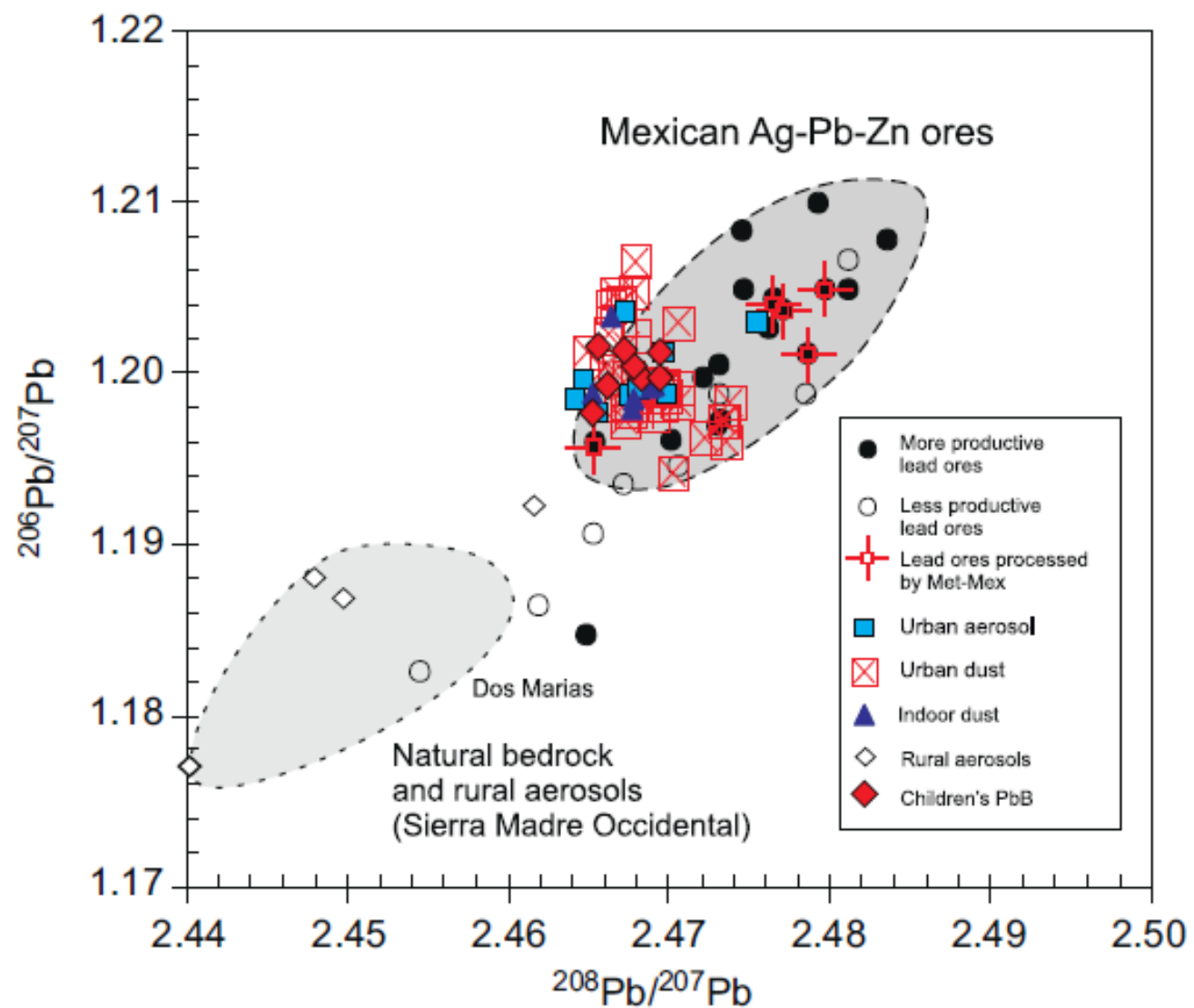
Site	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	Pb ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
<i>Street dust</i>				
1 (0.59 km, NW)	18.4755	1.2046	2.4666	$3111 \pm 229$
2 (0.38 km, W)	18.7223	1.2001	2.4626	$12,056 \pm 188$
3 (0.64 km, E)	18.7063	1.1972	2.4733	$1125 \pm 22.8$
4 (1.46 km, NW)	18.9376	1.2139	2.4700	$253.1 \pm 301$
5 (1.0 km, NW)	18.6765	1.2065	2.4678	$1710 \pm 166$
7 (1.21 km, W)	18.6812	1.2012	2.4907	$934 \pm 71.5$
10 (1.41 km, SW)	18.8531	1.2066	2.4734	$3565 \pm 116$
11 (0.64 km, SE)	18.6344	1.1926	2.4633	$2435 \pm 884$
12 (1.79 km, E)	18.8359	1.2055	2.463	$754 \pm 165$
20 (2.56 km, SE)	18.9376	1.2139	2.47	$529 \pm 98.3$
26 (4.1 km, NW)	18.7085	1.2067	2.4549	$462.5 \pm 48.8$
30 (4.62 km, N)	18.7085	1.2067	2.4549	$335.1 \pm 89.1$
33 (7.2 km, SE)	18.8359	1.2055	2.463	$174.3 \pm 35.2$
37 (9.0 km, E)	18.6146	1.2025	2.4674	$334.5 \pm 2.9$
38 (5.13 km, W)	18.8016	1.2033	2.4659	$85.1 \pm 31.0$
<i>Outdoor dust</i>				
1 (0.59 km, NW)	18.7219	1.1982	2.4696	$8685 \pm 602$
2 (0.38 km, W)	18.7359	1.1991	2.4696	$14,365 \pm 95.1$
3 (0.64 km, E)	18.7391	1.1993	2.4694	$5131 \pm 272$
4 (1.46 km, NW)	18.7266	1.1985	2.4698	$827.7 \pm 124$
5 (1.0 km, NW)	17.8897	1.2004	2.4723	$2846 \pm 95.4$
9 (1.26, SW)	18.7656	1.201	2.4714	$2846 \pm 95.5$
10 (1.41 km, SW)	17.8304	1.1982	2.4773	$4170 \pm 638$
11 (0.64 km, SE)	18.7203	1.1981	2.4686	$6641 \pm 461$
19 (2.31 km, S)	18.7230	1.1964	2.4717	$1518 \pm 1773$
26 (4.10 km, NW)	18.1312	1.2021	2.4704	$763.1 \pm 27.7$
37 (9.0 km, E)	18.8294	1.2032	2.4672	$1042 \pm 49.9$
<i>Indoor dust</i>				
1 (0.59 km, NW)	18.7141	1.1977	2.4684	$7539 \pm 827$
2 (0.38 km, W)	18.7281	1.1986	2.4697	$8183 \pm 3157$
5 (1.0 km, NW)	18.7297	1.1987	2.4695	$1902 \pm 618$
7 (1.21 km, W)	18.7063	1.1972	2.4683	$2252 \pm 912$
9 (1.26, SW)	18.7250	1.1984	2.4694	$831 \pm 150$
36 (7.92 km, E)	18.7203	1.1981	2.4659	$258 \pm 140$
37 (9.0 km, E)	18.8185	1.2025	2.4670	$457 \pm 119$

**Tabla 8**  
Lead isotopic composition and Pb concentration ( $\pm$ SD) in aerosols collected in the urban area from Torreón, México. Collection site located at 1 km NW from the smelter.

Period	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	Pb ( $\text{ng m}^{-3}$ )
November 2004–January 2005	18.8078	1.2037	2.4673	$164 \pm 55.3$
November 2005	18.7313	1.1988	2.4643	$139 \pm 120$
December 2005–January 2006	18.7359	1.1991	2.4678	$233 \pm 206$
October 2006	18.7484	1.1999	2.4647	$113 \pm 97.2$
February 2006	18.7219	1.1982	2.4657	$22.5 \pm 76.5$
March 2006	18.7344	1.1990	2.4675	$56.1 \pm 132$

**Tabla 9**  
Lead isotopic composition and Pb concentration ( $\pm$ SD) in blood children living around the Met-Mex complex in Torreón, México.

Site	n	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$	Pb ( $\mu\text{g dl}^{-1}$ )
1 (< 0.6 km, W-NW)	6	$18.6694 \pm 0.0291$	$1.2005 \pm 0.0005$	$2.4700 \pm 0.0004$	$10.9 \pm 5.1$
3 (< 0.6 km, E)	4	$18.7031 \pm 0.0079$	$1.1970 \pm 0.0004$	$2.4658 \pm 0.0004$	$11.0 \pm 6.4$
5, 8 (0.6–1.0 km, W-NW)	11	$18.7641 \pm 0.0079$	$1.2009 \pm 0.0005$	$2.4662 \pm 0.0004$	$12.6 \pm 7.0$
7 (0.6–1.2 km, W)	6	$18.7344 \pm 0.0293$	$1.1990 \pm 0.0005$	$2.4689 \pm 0.0005$	$13.6 \pm 7.2$
11 (< 0.6 km, SE)	3	$18.7281 \pm 0.0140$	$1.1986 \pm 0.0006$	$2.4668 \pm 0.0004$	$12.8 \pm 2.9$



**Fig. 9.** Lead isotopic compositions ( $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  versus  $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ ) of (a) environmental Pb from urban area in Torreón (dust and aerosols), (b) Pb blood in children living around the smelter, along with those of (c) natural lead sources in México (i.e., upper crust from Sierra Madre Occidental, NW México), and (d) Mexican lead ores processed by Met-Mex smelter.

## Conclusiones

- El autor concluye que el estudio proporciona una evaluación independiente de los niveles de contaminación en plomo en la ciudad de Torreón debido a las emisiones de la fundición de Ag, Cd, Pb, Zn.
- Los resultados muestran los esfuerzos realizados en el control de la contaminación ambiental por Pb de la fundidora, además, los datos muestran que los niños que viven en la comunidad han disminuido en 2 veces los niveles de las concentraciones de Pb en la sangre pero se encuentran de 3 a 14 veces mayores al promedio.

Discusión de artículos.

- En la mayoría de los artículos se utilizan las relaciones isotópicas del Plomo  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  vs  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ .
- Realizan muestreos en suelos rocas y aerosoles.
- Parten de una hipótesis inicial de cuáles son las distintas fuentes (naturales y antropogénicas) que aportan Pb al ambiente.
- En el caso de los artículos de Saunier, et al. 2013 y Soto-Jiménez, et al. 2011, no solo realizan muestreos en suelos y rocas, sino que además utilizan muestras de organismos provenientes de organismos (miel, abejas, líquenes, hongos, musgos y sangre humana).
- Saunier, et al. 2013, al realizar el biomonitoreo, encuentra que las abejas y la miel no resultaron ser de utilidad para el desarrollo del estudio de biomonitoreo ya que al analizar las muestras se observó que no se aportaba información que contribuyera al análisis de la contaminación, pero en cambio, en líquenes, musgos y hongos, encontró que estos si proporcionaban información en la distribución de las concentraciones de Pb y Zn provenientes de la mina Les Malines.

- Del artículo de Soto-Jiménez, et al. 2011, al utilizar muestras de sangre, determina varias hipótesis, donde plantea que:
  - Los niños nacidos en los periodos anteriores a 1997 los niveles de Pb en la sangre serían más altos debido al uso de la gasolina plomada en México.
  - Los niños entre 1998 y 1999 los niveles de Pb en la sangre se presentan con valores menores debido a la instalación de controles de emisión de las fundiciones.
  - Los niños que se encontraran menores a 6 años el nivel de Pb es el más bajo debido a que ya no se utiliza la gasolina plomada y el nacimiento de ellos es posterior a la aplicación de los controles de emisión.
- En todos los artículos se plantea que no hay soluciones a corto plazo, todas son a largo plazo y que en el caso de las emisiones de las fundiciones deben ser reguladas, como lo comprueba Soto-Jiménez, et al. 2011 en el análisis de las concentraciones de Pb las pruebas de sangre de niños de diferentes edades.

Conclusiones.

- Se observa que la aplicación de relaciones isotópicas no solo proporcionan información referente a las actividades mineras, ya que además, determina que otras fuentes son las que contribuyen en la dispersión y depositación de elementos tóxicos.
- Al determinar que fuentes son las que contribuyen en la contaminación, es posible realizar una evaluación del ambiente y como éste va perdiendo su valor, además de tomar acciones con las que se logre retribuir de alguna manera lo que no puede ser renovado dentro de un ambiente establecido, como los ríos y lagos, además de las consecuencias a distintos individuos, como plantas, animales e incluso seres humanos.
- México posee una variedad de yacimientos minerales, varios han sido explotados, mientras que otros se encuentran en extracción y exploración de mineral, por lo cual, deben realizarse estudios con los cuales se hagan valoraciones y una prevención de daños que pueden ser generados por desarrollo de las actividades mineras, esto mediante las aplicaciones de las leyes ambientales y mineras correspondientes, además de realizar la aplicación de justicia ambiental, tomándose medidas de clausura a las concesiones mineras, restauración del entorno y el cambio de uso de suelo.

# Bibliografía.

- 1) Castillo García, Pedro David, 2014, Aplicación de relaciones isotópicas en Toxicología Ambiental. Tesis de Licenciatura UNAM, Facultad de Química.
- 2) Fry, Brian, 2008, Stable Isotope Ecology, Springer Science, 3<sup>rd</sup> edition. New York, USA. p. 4-6.
- 3) Protero, D.R., Schwab, F., 2004, Evolution of the Earth. Mc.Graw Hill, USA, Seventh edition.
- 4) Rodríguez Salazar, María Teresa de Jesús, Dra., 2010, Distribución espacial de metales pesados en suelos superficiales de la Ciudad de México. Uso de relaciones isotópicas de Pb como trazadores fuentes de contaminación en zonas urbanas. Tesis de Doctorado UNAM, Posgrado de Ciencias de la Tierra.
- 5) Saunier, Jean-Baptiste; Guillaume, Losfeld; Freydier, Rémi; Grison, Claude; Trace elements biomonitoring in a historical mining district (les Malines, France), *Chemosphere* **93** (2013) 2016-2023.
- 6) Soto-Jiménez, Martin F., Flegal, Arthur R., Childhood lead poisoning from the smelter in Torreón, México. *Environmental Research* **111** (2011) 590-596.