



## Monitoreo de la Calidad del Aire en la Provincia de La Vega

Por

**Abimbola Abiola**

Ph.D.; P.Ag; C.A.C

**OLDS COLLEGE**

Y

**UAFAM**



## **Resumen Ejecutivo:**

Las muestras de aire fueron colectadas de diferentes lugares seleccionados por el Consejo Provincial para la Administración De Los Fondos Mineros de La Vega. Las muestras fueron analizadas para detectar las partículas (PM10, PM5, PM3, PM0.5 and PM 0.3); así como el análisis de elementos traza.

Los niveles de partículas fueron detectados en diferentes lugares como las de tamaño de PM0.3 a PM3, las cuales fueron encontradas en los diez lugares del muestreo; las partículas PM5 fueron detectadas solo en Armida y Pontón, las PM10 fueron encontradas en cantidades significativas y en dos lugares, Güaigüí y Valle Verde, lugares que se encuentran a mayor elevación sobre el nivel del mar. Así pues, 25 elementos diferentes fueron detectados en al menos un lugar de los diez determinados para la investigación. Estos elementos son: Al, As, Be, Bi, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Mg, Mn, Na, Pb, P, K, Si, Sr, S, Sb, Sn, Th, Ti, Ur, Zn and Zr.

Basado en la frecuencia de aparición de los elementos potencialmente tóxicos encontrados en las muestras, los lugares de preocupación en base a los porcentajes son, La Frontera (80%), El Ensueño (44%), Valle Verde (28%) y El Pino (28%).

Es recomendado realizar más a fondo una réplica de la investigación, de manera que la investigación sea más interdisciplinaria, conducida a buscar posibles relaciones entre los niveles de los elementos concernientes en el aire, agua y suelo; además de datos epidemiológicos de las áreas donde se desarrollo la investigación.

## **Introducción**

La decisión del Consejo Provincial para la Administración de los Fondos Mineros de La Vega para conducir la investigación sobre el monitoreo del aire, fue basado en las preocupaciones de la población con respecto a la calidad del mismo; así como determinar la presencia y niveles de contaminación que este posee.

Los tamaños de las partículas y las características cualitativas son importantes en los efectos que infieren en las personas. La Masa de Partículas Inhalables o (IPM) por sus siglas en ingles, son las comprendidas en  $\leq 100 \mu\text{m}$ , y se posan en cualquier parte del tracto del sistema respiratorio. La Masa de Partículas Torácicas o (TPM), miden  $10 \mu\text{m}$  y afectan los conductos respiratorios y las regiones del intercambio gaseoso. La Masa de Partículas Respirables o (RPM) que se encuentran en el rango de  $3 - 5 \mu\text{m}$ , (micrones) se acumulan en la región del intercambio gaseoso de los pulmones. Finalmente, las partículas que son menos de  $1 \mu\text{m}$ , se encuentran generalmente en todos los lugares del ambiente.

Esta distribución de partículas es afectada por diferentes factores como los son: la distancia que hay desde donde se encuentra la fuente que las emite, la velocidad del viento, la humedad, las perturbaciones que existen en el lugar inmediato, y los rayos ultra violeta (UV) cuando existen organismos microbiológicos.

Las características de las partículas contaminantes son muy importantes a la hora de considerar los impactos en la salud humana. La Tabla 1 muestra un resumen o reporte de algunos de los efectos críticos que pueden provocar los elementos potencialmente contaminantes. Estos efectos van a depender de las concentraciones y de la clase de estos elementos. La agencia para la higiene en la industria americana, (ACGIH, 2004) por sus siglas en inglés, ha recopilado el Valor de los Límites Detectables o (TLV) para las diferentes sustancias químicas y agentes físicos en las industrias; estos valores están basados en 8 horas de exposición al día para las diferentes sustancias, lo cual varía dependiendo la naturaleza de las mismas.

Tabla 1: Efectos Críticos de los diferentes contaminantes basado en TLV (ACGIH, 2004)

| Elementos | Pulmones | Riñones | Cáncer | Hígado | CNS | CVS | Irritación | Asma | Repr. | Sangre | Otros |
|-----------|----------|---------|--------|--------|-----|-----|------------|------|-------|--------|-------|
| Aluminio  | X        |         |        |        |     |     | X          |      |       |        |       |
| Antimonio | X        |         |        |        | X   |     | X          |      |       |        |       |
| Arsénico  | X        |         | X      |        |     |     |            |      |       |        | X     |
| Bario     |          |         |        |        |     |     |            |      |       |        | X     |
| Berilio   |          |         | X      |        |     |     |            |      |       |        | X     |
| Bismuto   | X        |         |        |        |     |     | X          |      |       |        |       |
| Cadmio    |          | X       |        |        |     |     |            |      |       |        |       |
| Calcio    |          |         |        |        |     |     | X          |      |       |        |       |
| Cromo     | X        | X       | X      | X      |     |     | X          |      |       |        | X     |
| Cobalto   | X        |         |        |        |     | X   |            | X    |       |        |       |
| Cobre     |          |         |        |        |     |     | X          |      |       |        | X     |
| Plomo     |          | X       |        |        | X   |     |            |      | X     | X      |       |
| Litio     |          |         |        |        |     |     | X          |      |       |        |       |
| Magnesio  |          |         |        |        |     |     | X          |      |       |        | X     |
| Manganeso | X        |         |        |        | X   |     |            |      | X     |        | X     |
| Molibdeno | X        |         |        |        | X   |     | X          |      |       |        |       |
| Nickel    | X        |         | X      |        | X   |     | X          |      |       |        | X     |
| Fósforo   |          | X       |        | X      |     | X   | X          |      |       |        | X     |
| Potasio   |          |         |        |        |     |     | X          |      |       |        | X     |
| Selenio   |          |         |        |        |     |     | X          |      |       |        | X     |
| Silicio   | X        |         |        |        |     |     | X          |      |       |        | X     |
| Plata     |          |         |        |        |     |     |            |      |       |        | X     |
| Sodio     |          |         |        |        | X   | X   | X          |      |       |        |       |
| Estroncio | X        |         | X      |        |     |     |            |      |       |        |       |
| Sulfuro   |          |         |        |        |     |     | X          |      |       |        |       |
| Talio     |          |         |        |        | X   | X   | X          |      |       |        |       |
| Estaño    |          |         |        |        | X   |     |            |      |       |        | X     |
| Titanio   | X        |         |        |        |     |     |            |      |       |        |       |
| Uranio    |          | X       | X      |        |     |     |            |      |       | X      |       |
| Vanadio   | X        |         |        |        |     |     | X          |      |       |        |       |
| Zinc      |          |         |        |        |     |     |            |      |       |        | X     |
| Zirconio  | X        |         |        |        |     |     |            |      |       |        |       |

ACGIH, 2004

## **Objetivos:**

Los objetivos de esta investigación son:

- Recolectar muestras de aire en lugares determinados por el Consejo Provincial para la Administración de los Fondos Mineros de La Vega
- Analizar las muestras de aire para encontrar partículas nocivas y niveles de elementos traza
- Determinar si los niveles de las partículas nocivas y los elementos traza cumplen los requerimientos estándares internacionales
- Recomendaciones para ser tomadas

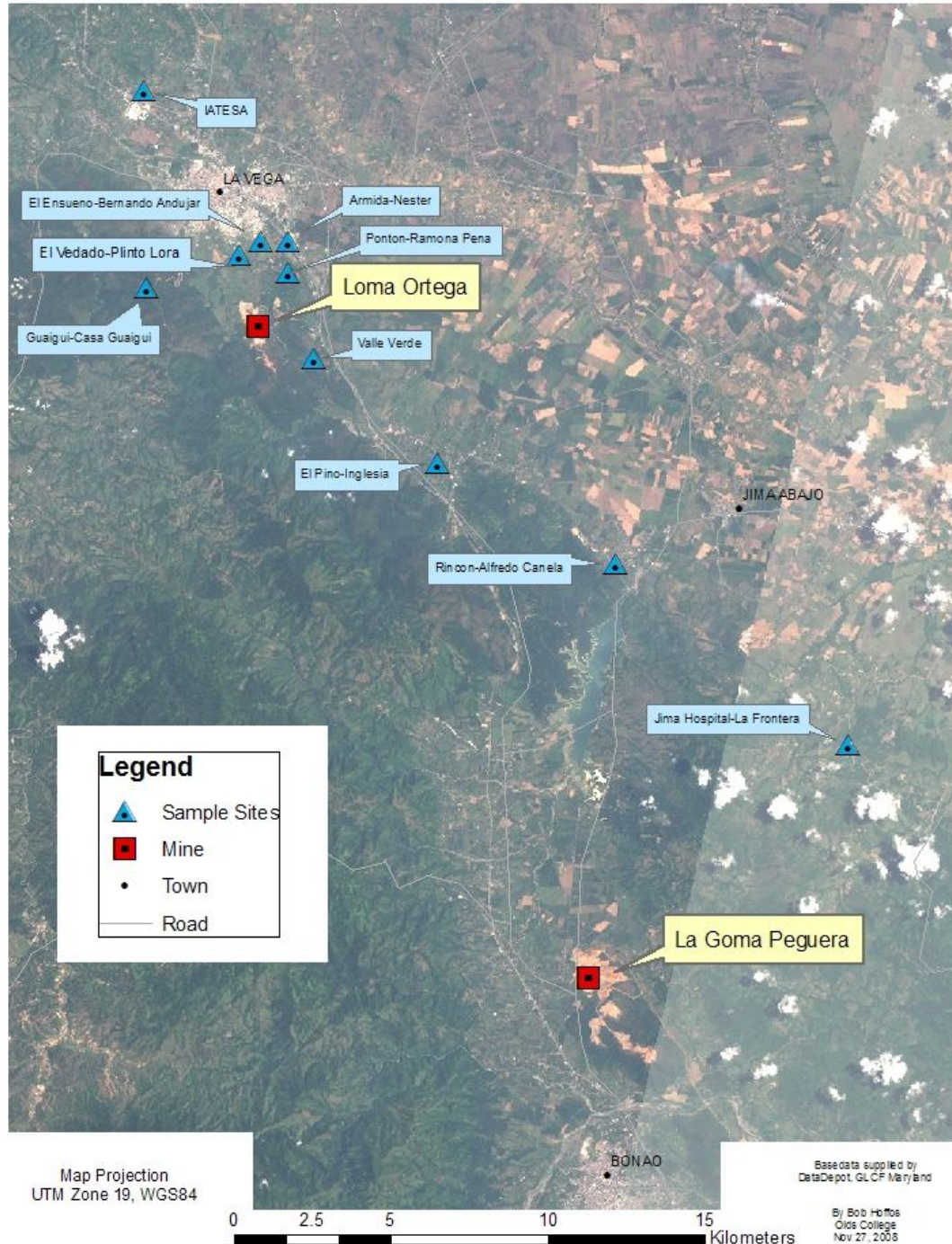
## **Metodología**

Los 10 lugares seleccionados por el Consejo Provincial para la Administración de los Fondos Mineros de La Vega se encuentran en la Tabla 2, y están mostrados en el mapa 1

Tabla 2: Los lugares que fueron analizados

|    | <b>Lugar</b>       | <b>Encargado</b>        |
|----|--------------------|-------------------------|
| 1  | El Vedado          | <i>Plinio Lora</i>      |
| 2  | El Ensueño         | <i>Bernando Andújar</i> |
| 3  | Pontón             | <i>Ramona Peña</i>      |
| 4  | Residencial Armída | <i>Néstor Ortega</i>    |
| 5  | Guaigui            | <i>Casa Güaigüí</i>     |
| 6  | IATESA             | <i>Juan Rosado</i>      |
| 7  | Valle Verde        | <i>Carlitos Gómez</i>   |
| 8  | Jima La Frontera   | <i>Manuel Lespín</i>    |
| 9  | Rincón             | <i>Domingo Canela</i>   |
| 10 | El Pino            | <i>Hector Beato</i>     |

## 2008 Air Monitoring Study - Region Map



Mapa 1: Mapa de referencia de los 10 lugares para la investigación de las muestras (Loma Ortega y Loma Peguera)

## **Partículas**

El Piezométrico para aire (Kanomax) fue usado para conteo y medida directa de las partículas de tamaño PM10 en el aire; el Kanomax Geo  $\alpha$  Contador de Partículas Laser fue usado para conteo directo de PM5, PM3, PM0.5 and PM0.3. El equipo también determinó la temperatura, humedad, velocidad del viento y las muestras triplicadas.

## **Muestra y Análisis Elemental**

Bomba Airchek2000 es un filtro programado para obtener volúmenes de aire para contar partículas del tamaño de 0.3 micrón MCE; el cartucho donde las muestras de aire fueron colectadas fue sellado y mandado al Bodycote Testing Group, laboratorio localizado en Calgary, Alberta, Canadá usado como fuente terciaria para el análisis. El procedimiento fue realizado a través de la acción de Extracción con Acido caliente como pre-tratamiento con el Plasma de Espectroscopia Acoplado Inductivo (ICP) , usado para determinar concentraciones de diferentes elementos; estos elementos fueron: Al, Ag, As, Ba, Be, Bi, *Ca*, Cr, Co, Cu, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, P, *K*, *Na*, Sr, *S*, , Sb, Se, Si, Sn, Ti, Th Va, .Ur, Va, *Zn*, and Zr.

## **Resultados:**

La información para identificar los lugares donde fueron realizadas las muestras está contenida en la Tabla 3. La información comprende fecha, hora, lugar, latitud, altitud, longitud, coordenadas de GPS, las muestras del cartucho, el número de serie, temperatura, velocidad del viento, y humedad al momento de la toma de las muestras.

La Tabla 4 contiene los datos cuantitativos de las partículas procedentes de todos los lugares, y la Tabla 5 contiene los resultados de los análisis de las 10 muestras elementales.

Tabla 3: Identificación y lugares donde fueron tomadas las muestras

| Parameters                   | Site | El Vedado   | El Ensueño  | Pontón      | Armida       | Güaigüí      | IATESA       | Valle Verde  | Jima La Frontera | Rincón       | El Pino      |
|------------------------------|------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|
| <b>Hora</b>                  |      | 10:30 AM    | 3:00 PM     | 4:00 PM     | 9:00 AM      | 10:00 AM     | 11:00 AM     | 12:30 PM     | 4:10 PM          | 5:00 PM      | 5:30 PM      |
| <b>Fecha</b>                 |      | 4-Aug       | 4-Aug       | 4-Aug       | 5-Aug        | 5-Aug        | 5-Aug        | 5-Aug        | 5-Aug            | 5-Aug        | 5-Aug        |
| <b>GPS Longitud</b>          |      | 19-0-339866 | 19-0-340519 | 19-0-341387 | 19-0-0341386 | 19-0-0336894 | 19-0-0336820 | 19-0-0342238 | 19-0-0362239     | 19-0-0351850 | 19-0-0346186 |
| <b>GPS Latitud</b>           |      | 2124232     | 2124691     | 2123678     | 2124680      | 2123192      | 2129499      | 2120961      | 2102960          | 2114441      | 2117619      |
| <b>Altitud</b>               |      | 119         | 112         | 112         | 78           | 386          | 141          | 238          | 94               | 110          | 115          |
| <b># Serie</b>               |      | 4-38853     | 4-38778     | 4-38739     | 4-38963      | 4-38752      | 4-38678      | 4-38746      | 4-38955          | 4-38692      | 4-38705      |
| <b>Temperatura (°C)</b>      |      | 31.5        | 36.7        | 32.0        | 31.1         | 28.6         | 32.0         | 35.3         | 34.3             | 35.0         | 31.0         |
| <b>Velocidad del V (m/s)</b> |      | 0.27        | 0.39        | 0.55        | 0.17         | 0.26         | 1.09         | 0.23         | 1.32             | 0.27         | 0.53         |
| <b>Humedad (%)</b>           |      | 65.0        | 48.1        | 58.1        | 46.8         | 64.1         | 51.2         | 49.3         | 53.3             | 198.6        | 61.5         |

Tabla 4: Resultados del análisis de las partículas en los 10 lugares donde fueron tomadas las muestras

| Parámetros                    | Site | El Vedado | El Ensueño | Pontón   | Armida   | Güaigüí  | IATESA   | Valle Verde | Jima La Frontera | Rincón   | El Pino  |
|-------------------------------|------|-----------|------------|----------|----------|----------|----------|-------------|------------------|----------|----------|
| <b>PM10(mg/m3)</b>            |      | 0         | 0          | 0        | 0        | 0.016    | 0        | 0.007       | 0                | 0        | 0.023    |
| <b>PM5(#/m<sup>3</sup>)</b>   |      | 0.00E+00  | 0.00E+00   | 9.06E+03 | 3.53E+02 | 0.00E+00 | 0.00E+00 | 0.00E+00    | 0.00E+00         | 0.00E+00 | 0.00E+00 |
| <b>PM3(#/m<sup>3</sup>)</b>   |      | 1.02E+05  | 2.33E+05   | 1.90E+05 | 2.81E+05 | 1.46E+05 | 1.41E+05 | 1.94E+05    | 1.59E+05         | 2.05E+05 | 6.43E+05 |
| <b>PM0.5(#/m<sup>3</sup>)</b> |      | 7.06E+06  | 8.50E+06   | 8.73E+06 | 8.58E+06 | 8.04E+06 | 8.59E+06 | 8.62E+06    | 1.01E+07         | 1.04E+07 | 1.12E+07 |
| <b>PM0.3(#/m<sup>3</sup>)</b> |      | 5.74E+07  | 3.25E+07   | 3.79E+07 | 5.36E+07 | 3.31E+07 | 3.43E+07 | 3.47E+07    | 3.62E+07         | 4.36E+07 | 4.56E+07 |



Tabla 5: Concentraciones de los elementos (mg/m<sup>3</sup>) en las muestras del aire en las 10 localidades.

| Elementos | El Vedado | El Ensueño | Pontón | Armida | Güaigüí | IATESA | Valle Verde | Jima La Frontera | Rincón | El Pino |
|-----------|-----------|------------|--------|--------|---------|--------|-------------|------------------|--------|---------|
| Aluminio  | 0         | 0.1        | 0.1    | 0      | 0       | 0      | 0.1         | 0                | 0      | 0.1     |
| Antimonio | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.01             | 0      | 0       |
| Arsénico  | 0.02      | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Bario     | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Berilio   | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.001            | 0      | 0       |
| Bismuto   | 0         | 0.01       | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.01             | 0      | 0.01    |
| Cadmio    | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.001            | 0      | 0       |
| Calcio    | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0.1    | 0           | 0.1              | 0      | 0       |
| Cromo     | 0         | 0.001      | 0      | 0      | 0       | 0      | 0.01        | 0                | 0.005  | 0.006   |
| Cobalto   | 0         | 0          | 0      | 0.001  | 0       | 0      | 0.001       | 0.001            | 0      | 0       |
| Cobre     | 0         | 0.002      | 0.002  | 0.002  | 0.006   | 0.001  | 0           | 0.004            | 0      | 0.003   |
| Hierro    | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Plomo     | 0         | 0.02       | 0      | 0.01   | 0       | 0.01   | 0           | 0                | 0.02   | 0       |
| Litio     | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Magnesio  | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0.1     |
| Manganeso | 0         | 0.003      | 0.003  | 0.005  | 0       | 0.001  | 0.005       | 0.001            | 0.002  | 0.002   |
| Molibdeno | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Nickel    | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Fósforo   | 0.01      | 0.01       | 0      | 0      | 0       | 0.05   | 0.01        | 0.01             | 0      | 0.02    |
| Potasio   | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.1              | 0      | 0       |
| Selenio   | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Silicio   | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.1              | 0      | 0       |
| Plata     | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Sodio     | 0         | 0.1        | 0      | 0.1    | 0.1     | 0.1    | 0           | 0.1              | 0.2    | 0       |
| Estroncio | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.001            | 0      | 0       |
| Sulfuro   | 0.1       | 0          | 0      | 0      | 0.1     | 0.1    | 0.2         | 0.3              | 0.2    | 0.1     |
| Talio     | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.01             | 0      | 0       |
| Estaño    | 0         | 0          | 0      | 0.02   | 0       | 0      | 0           | 0.02             | 0      | 0       |
| Titanio   | 0.002     | 0.004      | 0      | 0.002  | 0.002   | 0.001  | 0.002       | 0.001            | 0.002  | 0.002   |
| Uranio    | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.1              | 0      | 0       |
| Vanadio   | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Zinc      | 0         | 0.01       | 0      | 0      | 0       | 0.02   | 0           | 0                | 0      | 0       |
| Zirconio  | 0         | 0          | 0      | 0      | 0       | 0      | 0           | 0.001            | 0      | 0       |

Tabla 6: Matriz de los lugares con los niveles detectados en el análisis

| Elementos | El Vedado | El Ensueño | Pontón | Armida | Guaiguí | IATESA | Valle Verde | Jima la Frontera | Rincón | El Pino |
|-----------|-----------|------------|--------|--------|---------|--------|-------------|------------------|--------|---------|
| Aluminio  |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Antimonio |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Arsénico  |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Berilio   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Bismuto   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Cadmio    |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Calcio    |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Cromo     |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Cobalto   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Cobre     |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Plomo     |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Manganeso |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Fósforo   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Potasio   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Silicio   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Sodio     |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Estroncio |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Sulfuro   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Talio     |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Estaño    |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Titanio   |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Uranio    |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Zinc      |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |
| Zirconio  |           |            |        |        |         |        |             |                  |        |         |

### **Discusiones:**

Es necesario enfatizar que el tiempo promedio de exposición (TLV) está basado en 8 horas de trabajo al día, y no está basado en el tiempo acumulativo a la exposición de los elementos contaminantes. Los niveles recomendados para el hogar son más bajos que el tiempo promedio de exposición (TLV), en las industrias. Los Efectos sinérgicos de los elementos tóxicos pueden ocurrir a través de posibles síntomas y efectos críticos; aun cuando los niveles son detectados por debajo del tiempo promedio de exposición. También debe ser notificado que pueden existir múltiples fuentes de contaminantes y las fuentes de estas partículas pueden haber provenido de lugares donde ya estaban depositadas con anterioridad, por lo que la muestra no será tan representativa en comparación con las condiciones para el tiempo promedio para exposiciones diarias.

### **Recomendaciones:**

- **Conducir una réplica de la investigación que envuelva diferentes áreas del conocimiento conducido de una manera investigativa que a la medida encuentre las fuentes de los contaminantes encontrados por este estudio.**
- **Muestras de agua y de suelo deberán ser recolectados conjuntamente con el aire**
- **La recolección de muestras debe ser debidamente tomada y reguardada**
- **Un reconocido laboratorio, como tercera fuente, debe ser usado para el análisis de las muestras**
- **Se deben correlacionar los resultados obtenidos con datos del departamento de epidemiología**

### **Agradecimientos:**

A Fondos Mineros LaVega y el staff, Pamela Angeles, Digman Francisco Valenzuela, Félix Díaz Tejada, Néstor Ortega, Bernado Andújar y otros.

También reconocer todos los miembros de la comisión de medio ambiente de Fondos Mineros UAFAM Staff – Dimas Liranzo y a los miembros de la comunidad que tomaron las muestras.