

DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y VARIACIÓN TEMPORAL DE METALES PESADOS EN AEROSOLES ATMOSFÉRICOS EN ZONAS CON ACTIVIDAD MINERA EN MÉXICO

**Dra. Rocío García
Grupo Aerosoles Atmosféricos**

3 de Agosto 2016

QUÍMICOS

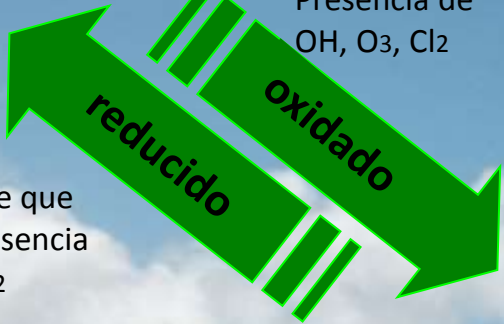
Meses hasta un año, distancias de cientos a miles de kilómetros.



- Incremento de masas de aire
- Temperatura
- Velocidad del viento
- Precipitación
- Incremento de aerosoles atmosféricos

Días, semanas, distancias pocos kilómetros de la fuente

Presencia de OH, O₃, Cl₂



Se cree que en presencia de SO₂

Adsorción por material particulado

Químicos

Depositado Seco

Depositado húmedo



Emitido: fuente
Re-emitido: superficie

ADSORBIDO

PRECIPITADO

DISUELTO

- ❖ OXIDADOS
- ❖ REDUCIDOS
- ❖ METILADO



- ❖ Meteorología: es la clásica física newtoniana aplicada a la atmósfera
- ❖ Aplicando las leyes a un fluido tipo el aire, estos procesos son descritos por la mecánica de fluidos.
- ❖ La atmósfera es un sistema complejo, que genera movimientos caóticos que se conoce como Tiempo

• **CAMBIO FÍSICO:** es aquél que tiene lugar sin transformación de materia. Cuando se conserva la sustancia original.

• **CAMBIO QUÍMICO:** es aquél que tiene lugar con transformación de materia. Cuando no se conserva la sustancia original.

Según la teoría cinético-molecular una reacción química consiste en las roturas de las moléculas de las sustancias iniciales, reordenándose los átomos de forma diferente .

En la reacción química se produce siempre una transformación **energética**.

JUSTIFICACIÓN

Determinar de forma cuantitativa y cualitativa el impacto de emisiones de metales proveniente de la explotación minera con el proposito de conocer su incorporación a la atmósfera.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la distribución y migración del metales en zonas rurales, semiurbanas y rurales.

En la Sierra Gorda el cinabrio tuvo una producción variable durante la época prehispánica desde el siglo III a.C. y decayó hacia el siglo X d. C.

Alcanzó un auge importante ente 1954 y 1976, siendo en 1970 la *bonanza del mercurio*, colocando a Querétaro como el primer productor nacional, siendo San Joaquín, Peña Millier y Pinal de Amoles los principales productores (140 ton/mes).



La existencia desde hace más de dos mil años de múltiples boca minas y terreros a cielo abierto, propiciaron que las condiciones del sitio tuvieran un impacto en la salud pública.

El mineral es pulverizado al pisarlo desde el dedo se recoge a mano o con escobillas y se deposita en cucharas.



**63 Minas de Mercurio
activas en San Joaquín, Qro.**



Horno actual

Los hornos actuales consisten en una serie de tubos de 8 a 12" de diámetro colocados dentro de una cámara de calentamiento, donde se aplica calor proveniente de la quema de combustibles (leña, aceite quemado, gas, principalmente).

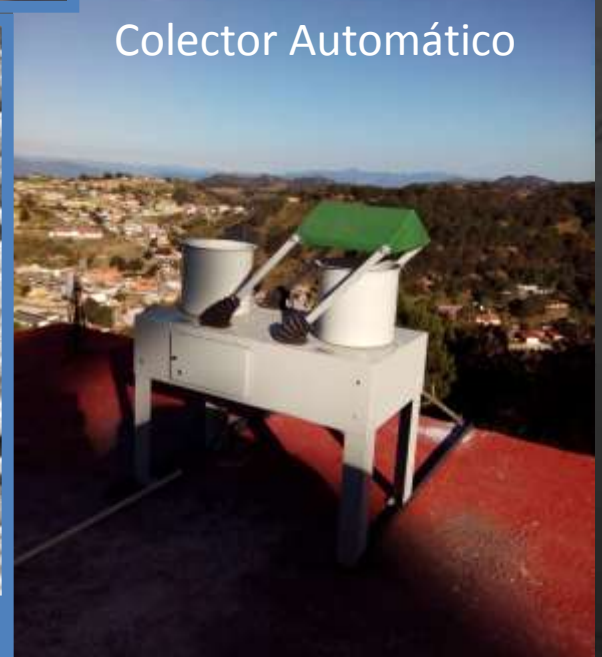
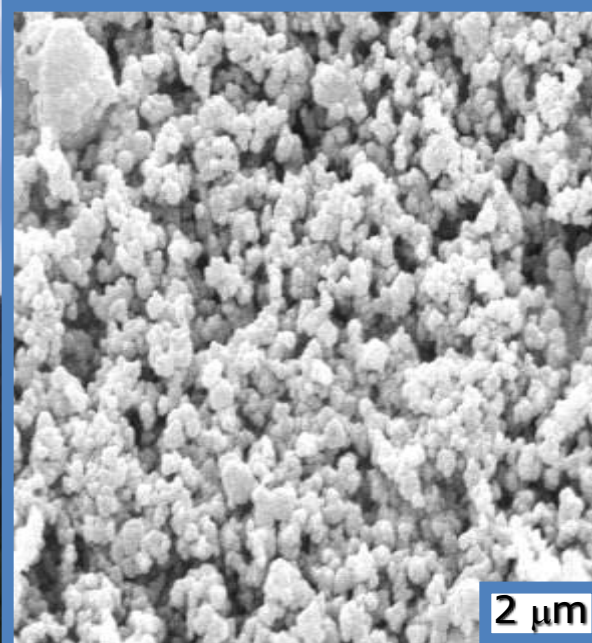


Los percutores más pequeños eran utilizados por niños a jóvenes mineros que trabajaban en las galerías más reducidas.

En ocasiones se mineró utilizando con un percutor de cintura y mango grueso, alado las coronas de cuero o cuerdas gruesas.

Para llevar el mineral a la superficie, que se transportaba en cestas, en vasos de cerámica o en cuatros, se usaban escaleras con maderas.

En ocasiones, cuando el mineral era muy rico, se mineralizaba y seleccionaba manualmente dentro de la mina o en el patio de la bocamina, en morteros fijos o portátiles.



Producción de Mercurio



**La producción es de 0.6 a 1.4 kg por carga de 100 kg
la carga promedio en la región 130 kg**



Modelos de dispersión

CALPUFF View es una interfaz gráfica interactiva de manejo intuitivo y muy amigable con el usuario, que con experiencia o sin ella es llevado de la mano paso a paso en la aplicación del modelo. Los resultados son visualizados como gráficas de contornos coloreados de iso-concentración, las cuales se pueden superponer a un mapa abstracto (3D) o sobre imágenes de Google Earth. Además, usa el concepto de volutas para dar seguimiento a la migración y deposición del contaminante lo que le permite obtener resultados confiables a distancias de hasta 100 Km.

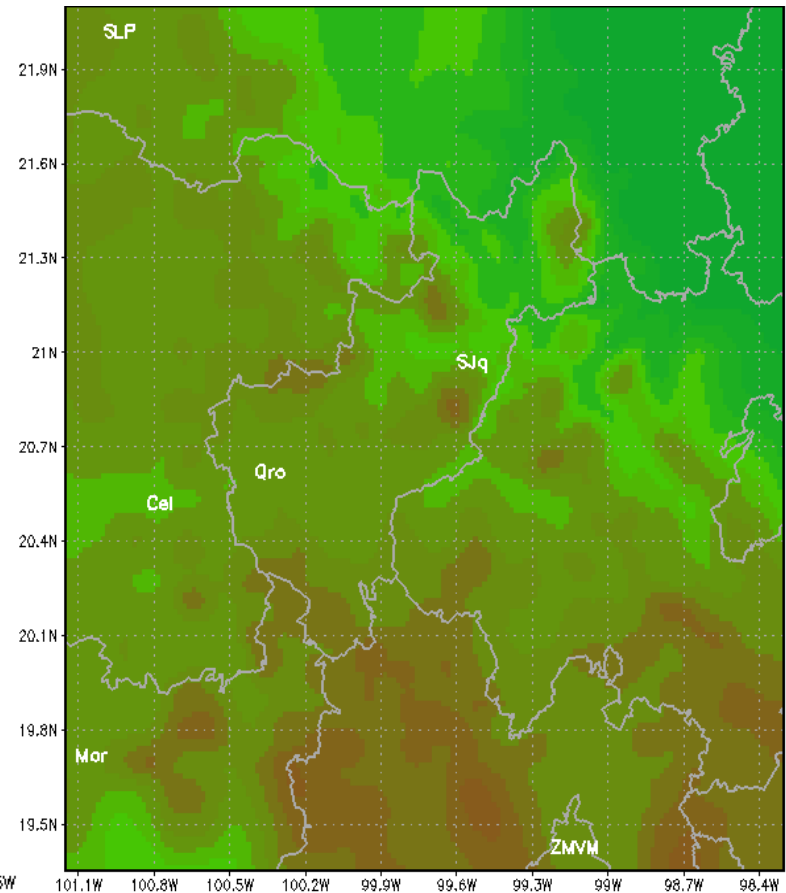
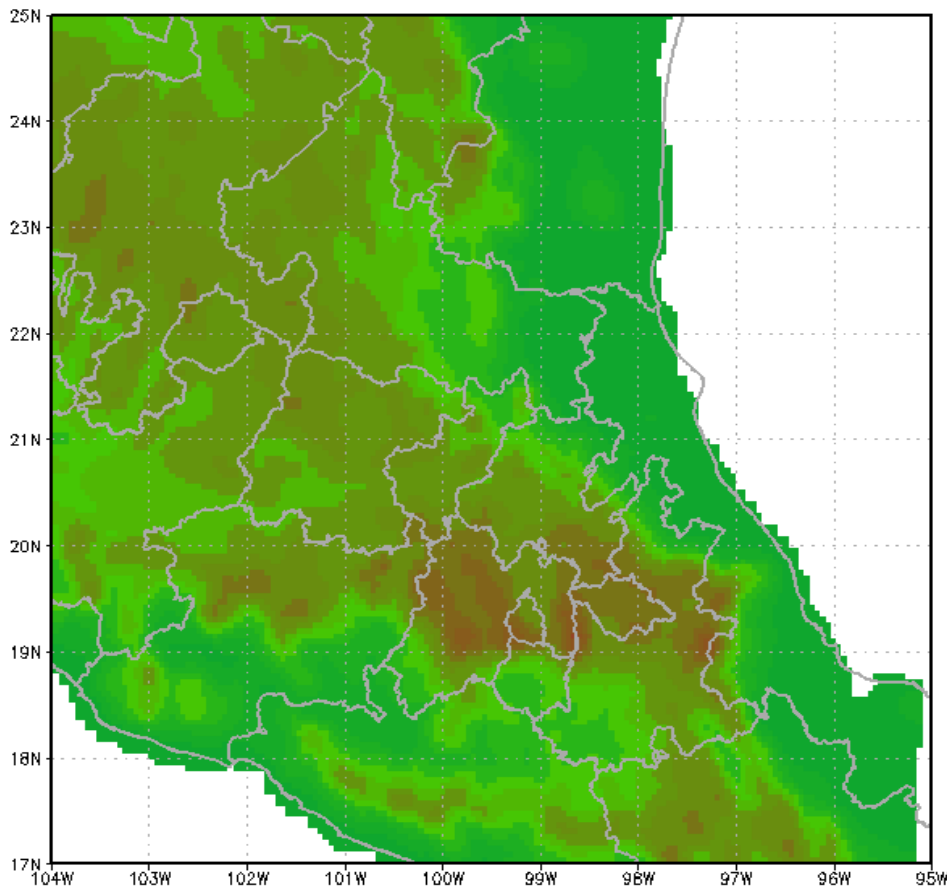
AERMOD View. Es un modelo de dispersión atmosférica refinado recomendado por la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (USEPA). Consiste de un modelo Gaussiano de pluma en estado estacionario que simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su deposición; realiza sus cálculos tomando en cuenta las características del terreno y la presencia de edificios cercanos a la fuente de emisión, los cuales pueden afectar la dispersión de la pluma; usa datos del clima de la capa superior atmosférica. (Technology Transfer Network. 2011).

ALOHA. Modelo de dispersión sencillo, diseñado inicialmente para responder ante emergencias mediante la estimación de zonas de riesgo asociadas a la emisión de compuestos peligrosos. Calcula la dispersión de una nube de gas basándose en las características físicas y niveles de referencia del compuesto, en las condiciones atmosféricas y en las circunstancias en las que se produce la emisión.

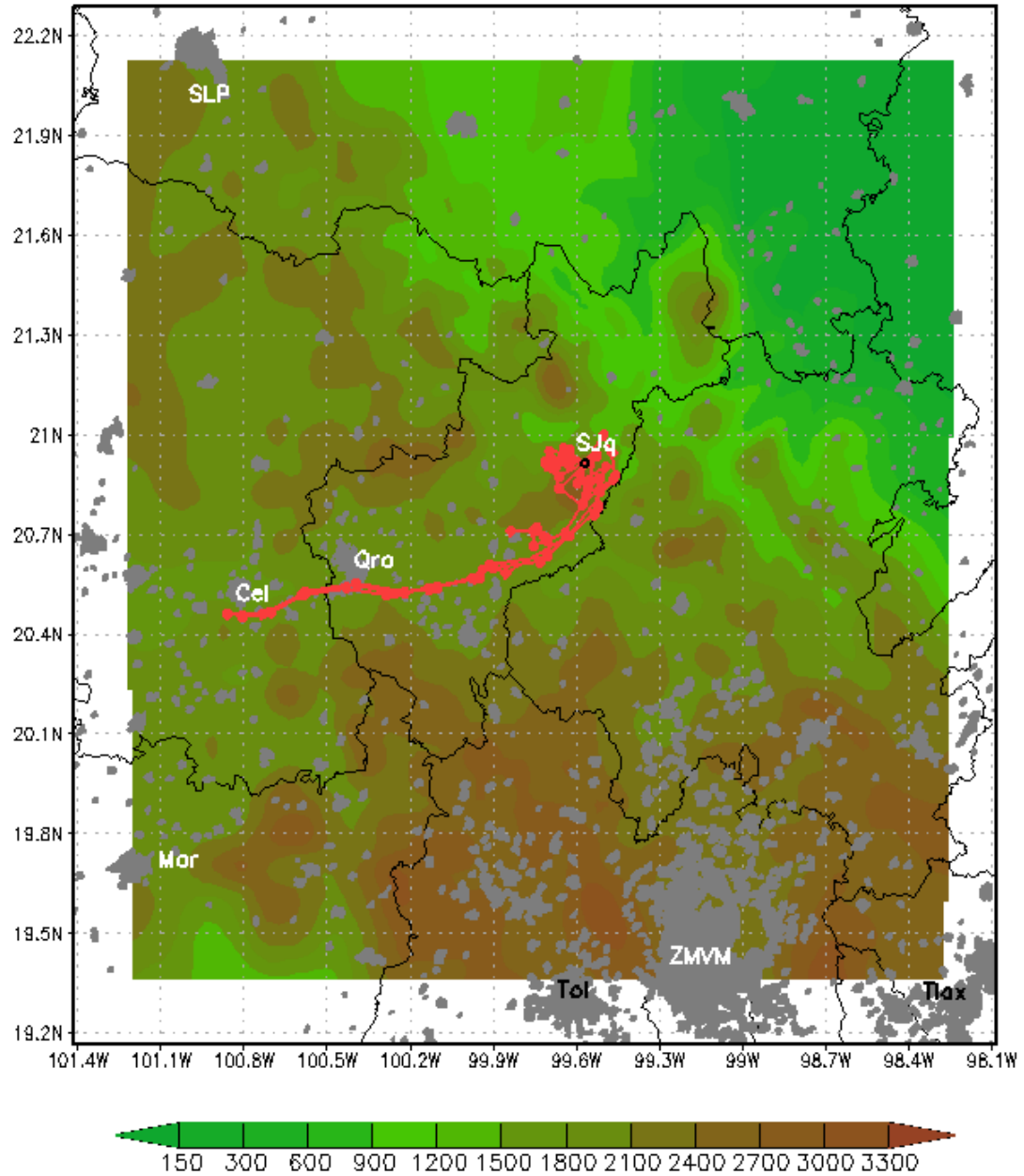
Emisiones

	El Rosario	La Poza	Ototal	San Juan	Atenea	San Juan Nemopuseño	Fuente genérica
Carga del horno (kg)	100	200	100	240	100	200	130
Cargas a la semana	9	6	4	6	4	6	4.66
Concentración de Hg en jales (mg/kg)	233.0	233.0	233.0	233.0	233.0	233.0	233
Producción de Hg/horno, MIN (kg)	1.2	2.5	0.6	1.5	0.4	16.0	1.8
Producción de Hg/horno, MAX (kg)	1.4	-	0.8	1.8	0.8	-	2.1
Factor de emisión (%)	65%	58%	63%	56%	144%	1%	60%
Eficiencia (%)	60.0%	62.5%	60.0%	62.5%	40.0%	98.8%	60%
Emisión Hg (g/s)	0.206	0.1009	0.0174	0.0586	0.0267	0.0107	0.059
Emisión azufre (g/s)	0.0657	0.0322	0.0056	0.0187	0.0085	0.0034	0.019

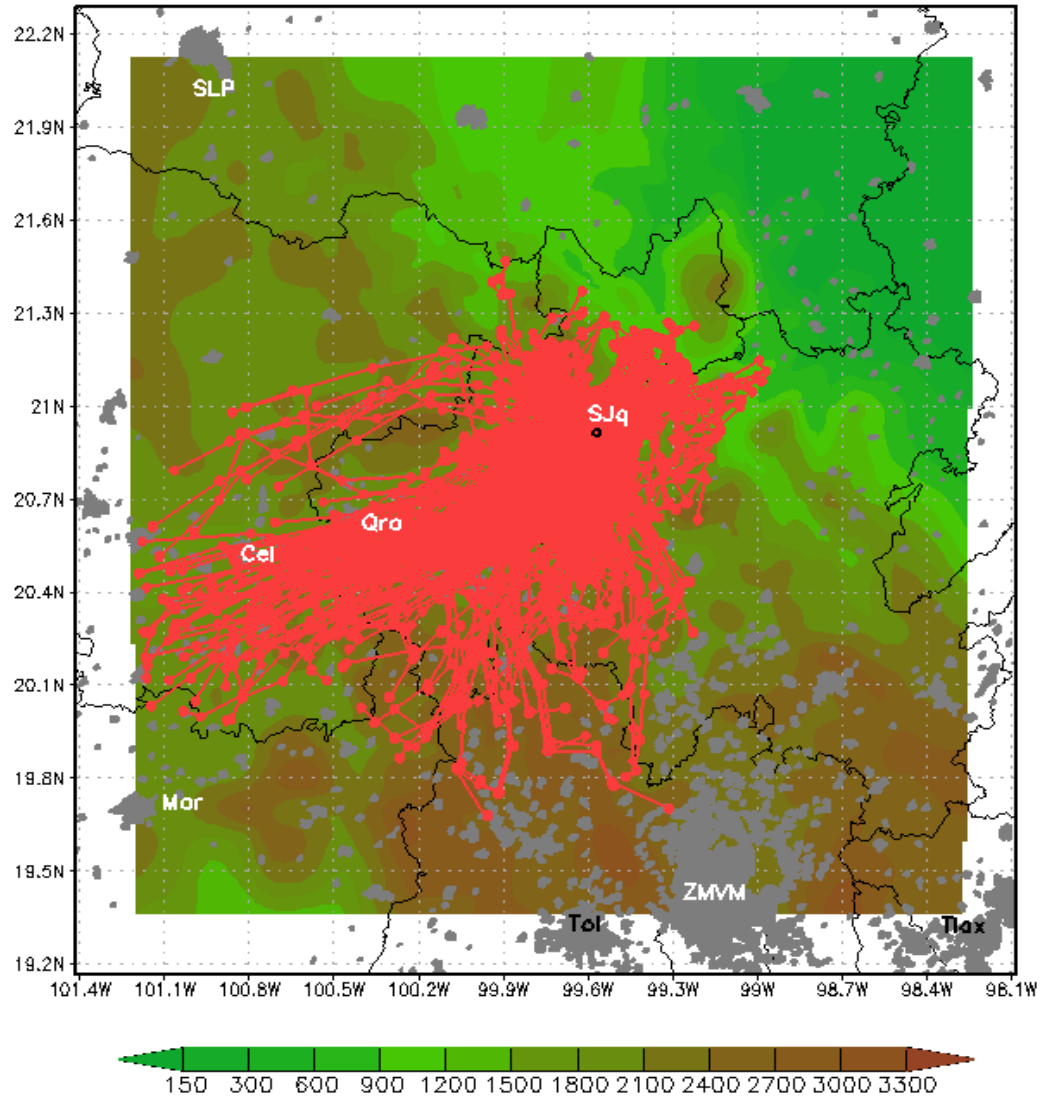
Modelación de trayectorias



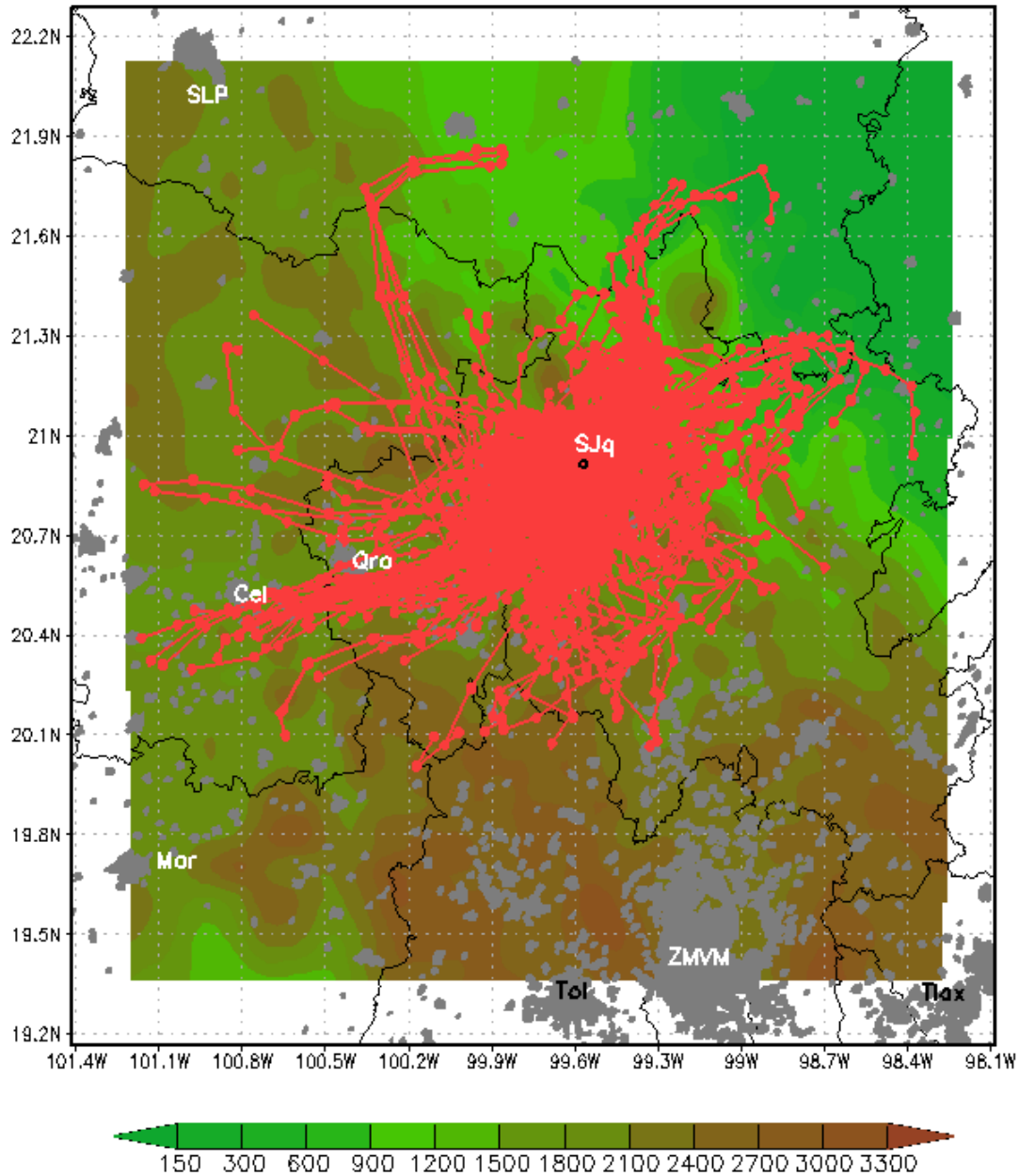
2014



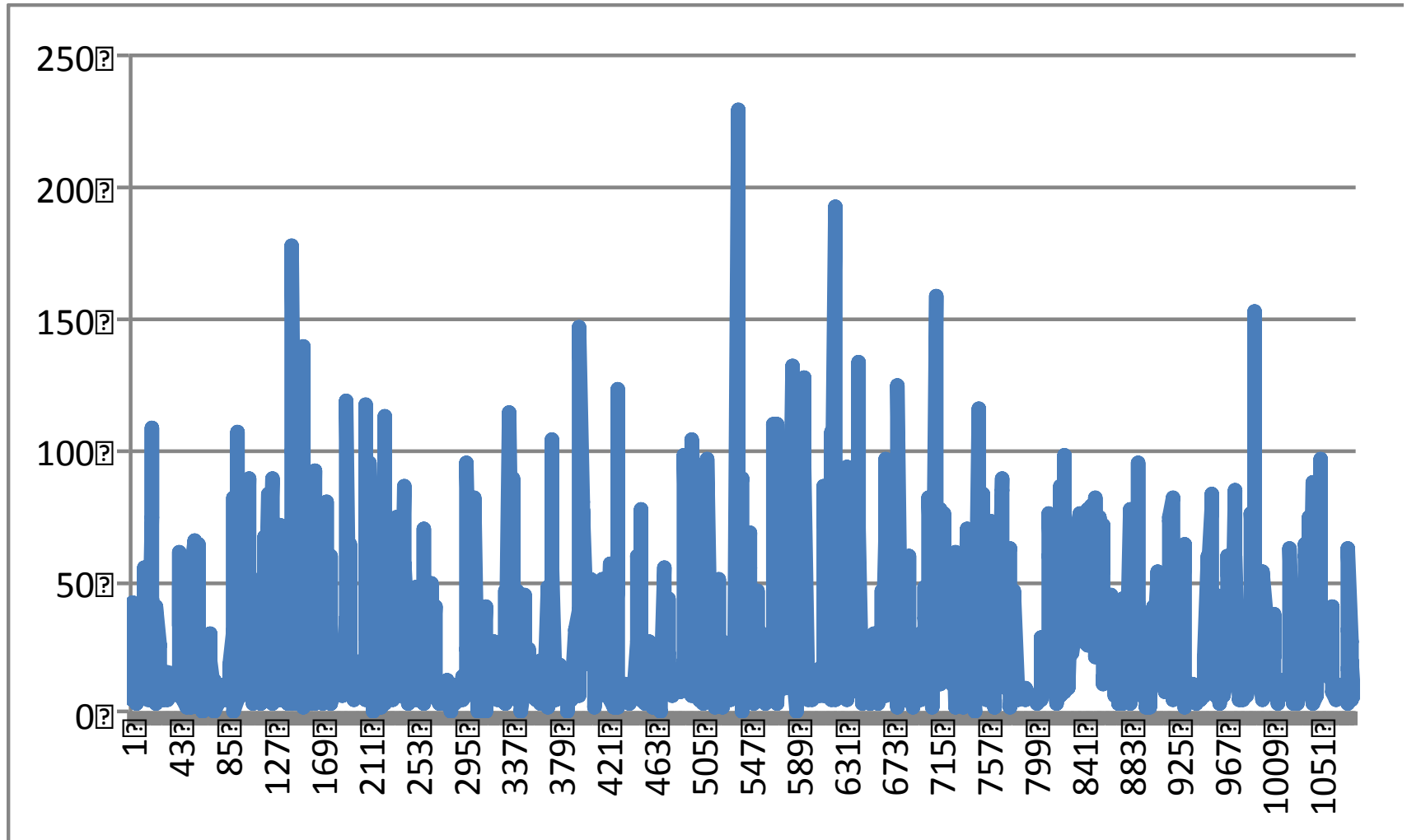
Marzo, 2015



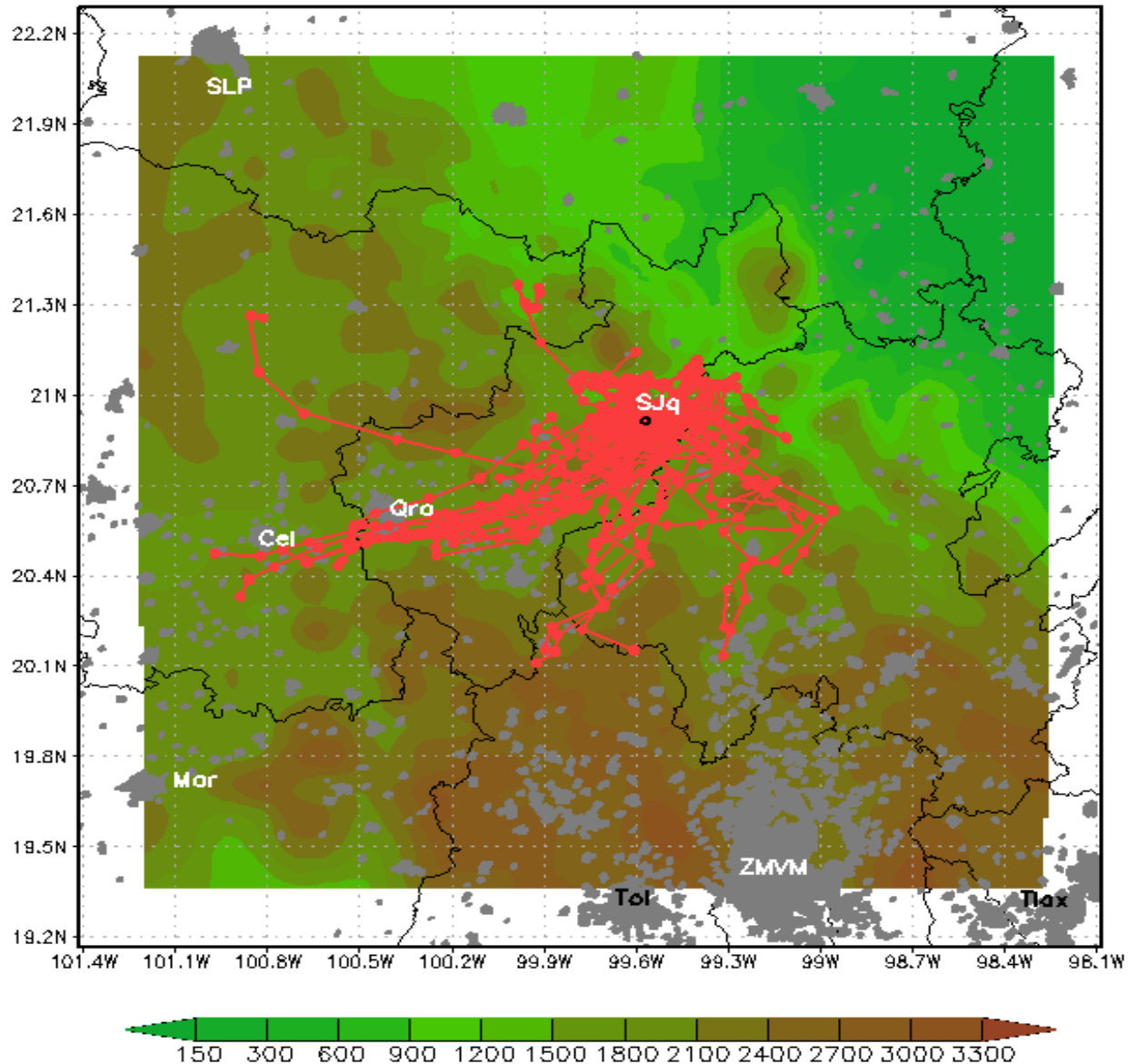
Abril, 2015



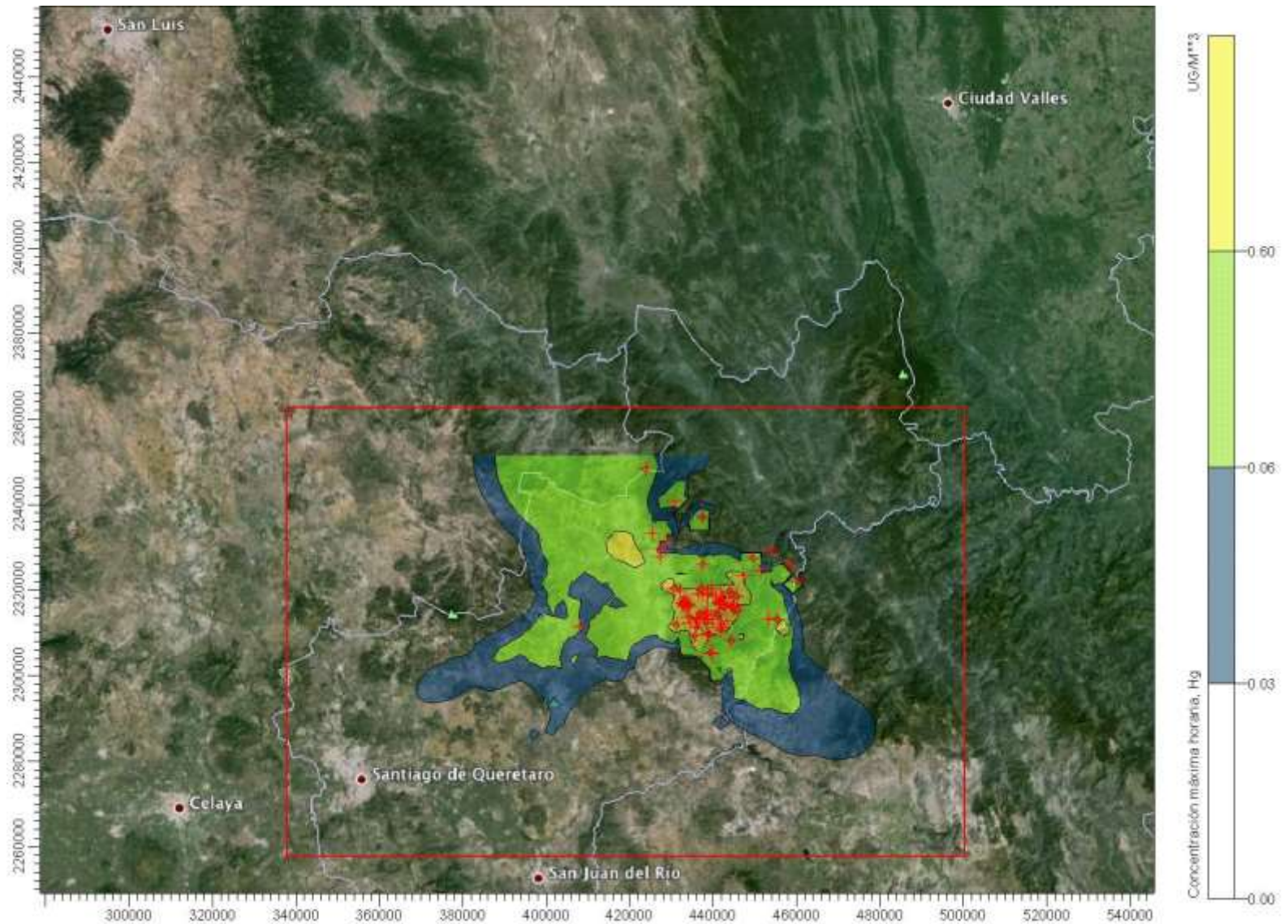
Mediciones en San Joaquín, Qro.



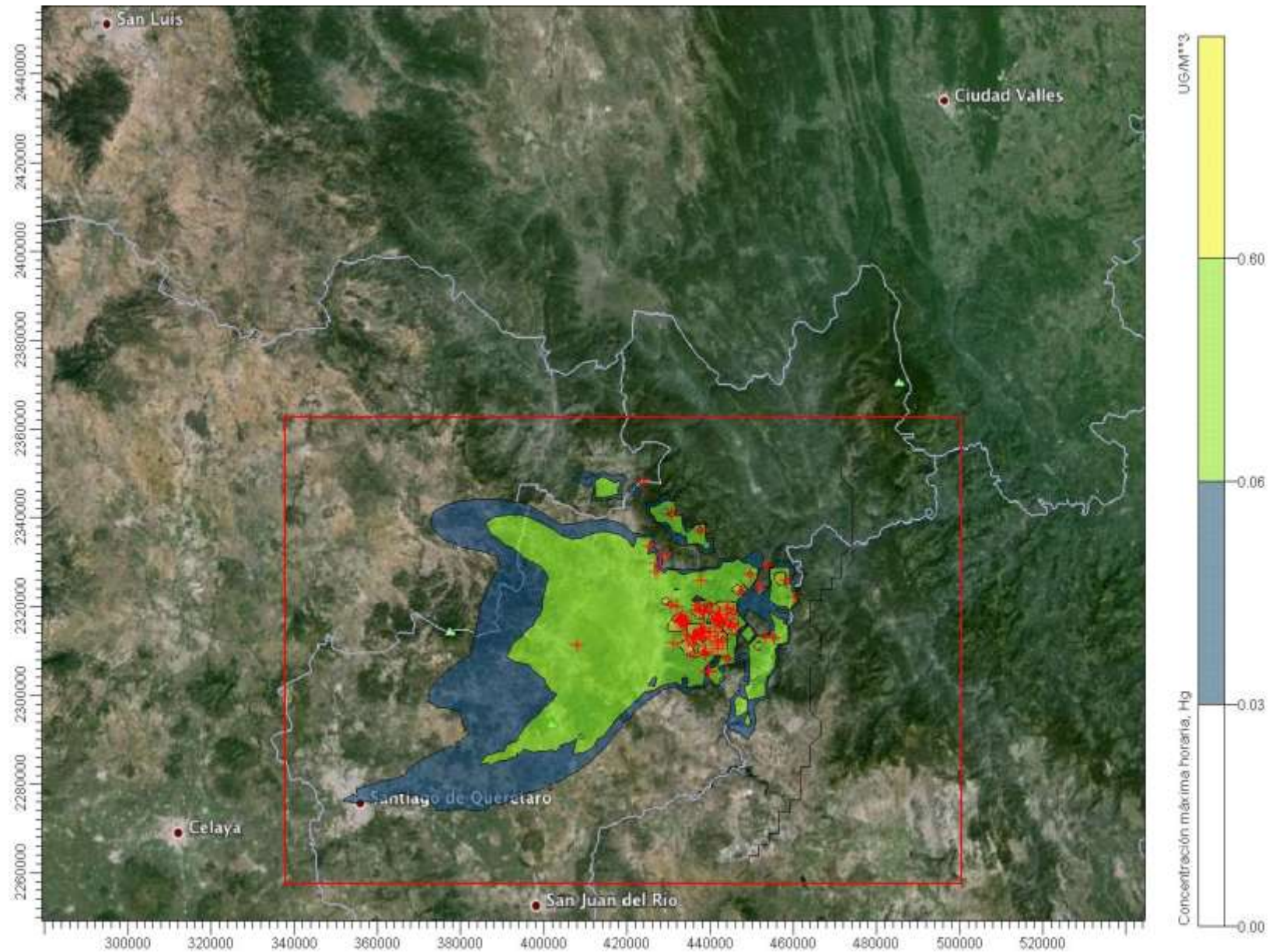
Abril 2015 días de concentraciones $>100 \text{ ng/m}^3$



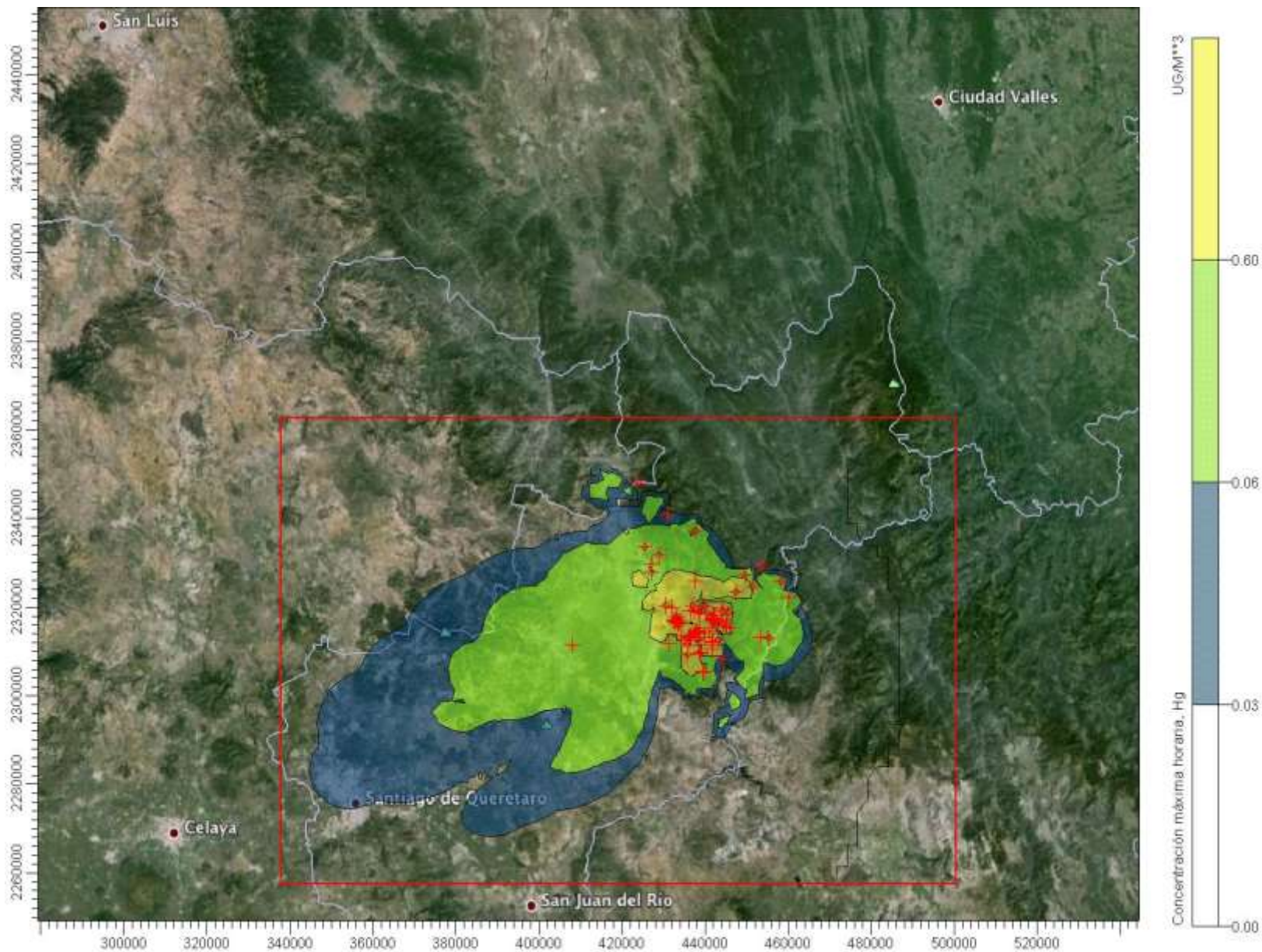
Dispersión con CALPUFF



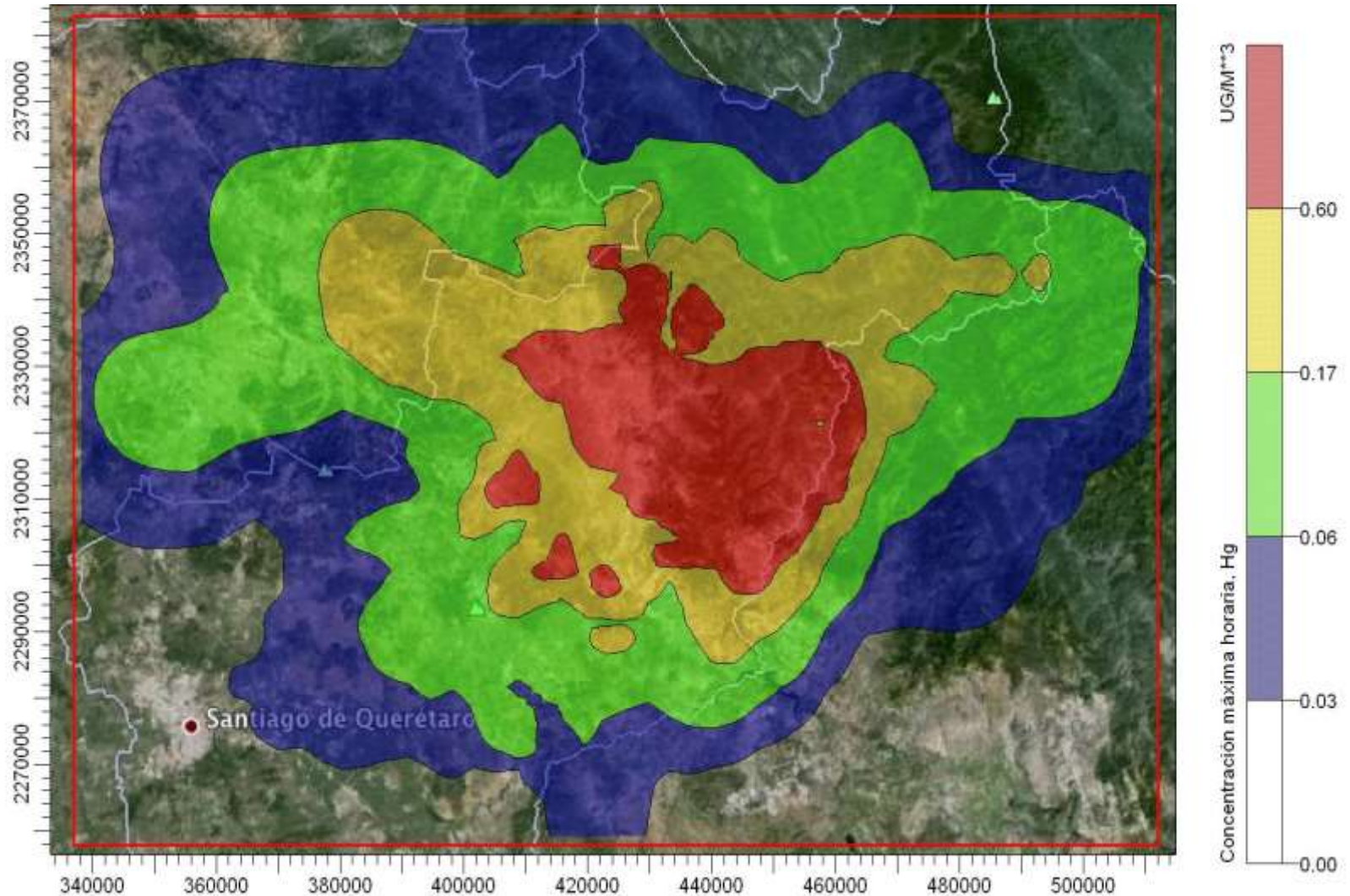
Abril



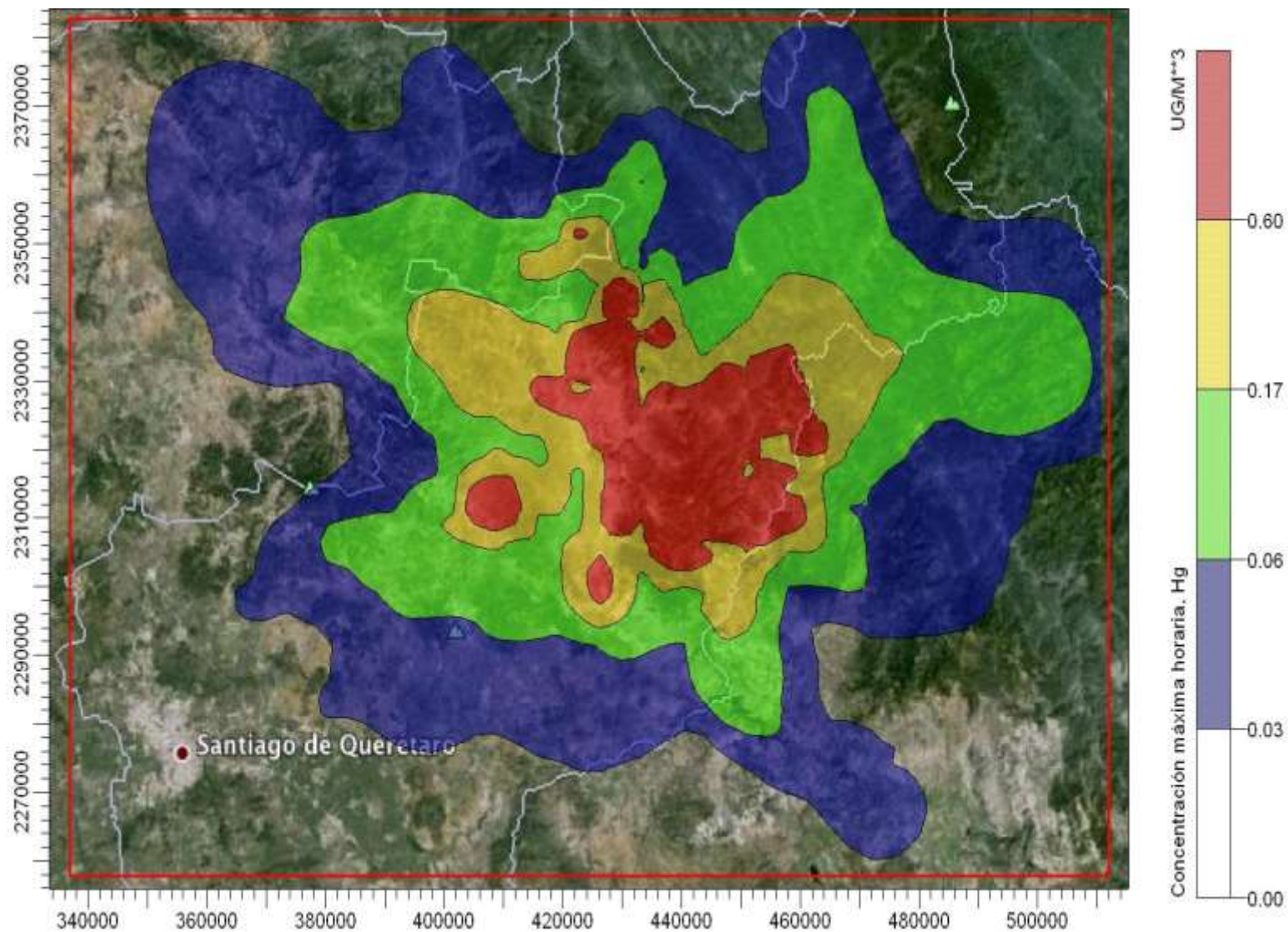
Noviembre



Impacto de las emisiones de mercurio a la Ciudad de Querétaro (12 al 21 de marzo 2015)



Impacto de las emisiones de mercurio a la Ciudad de Querétaro (16 al 29 de abril 2015)



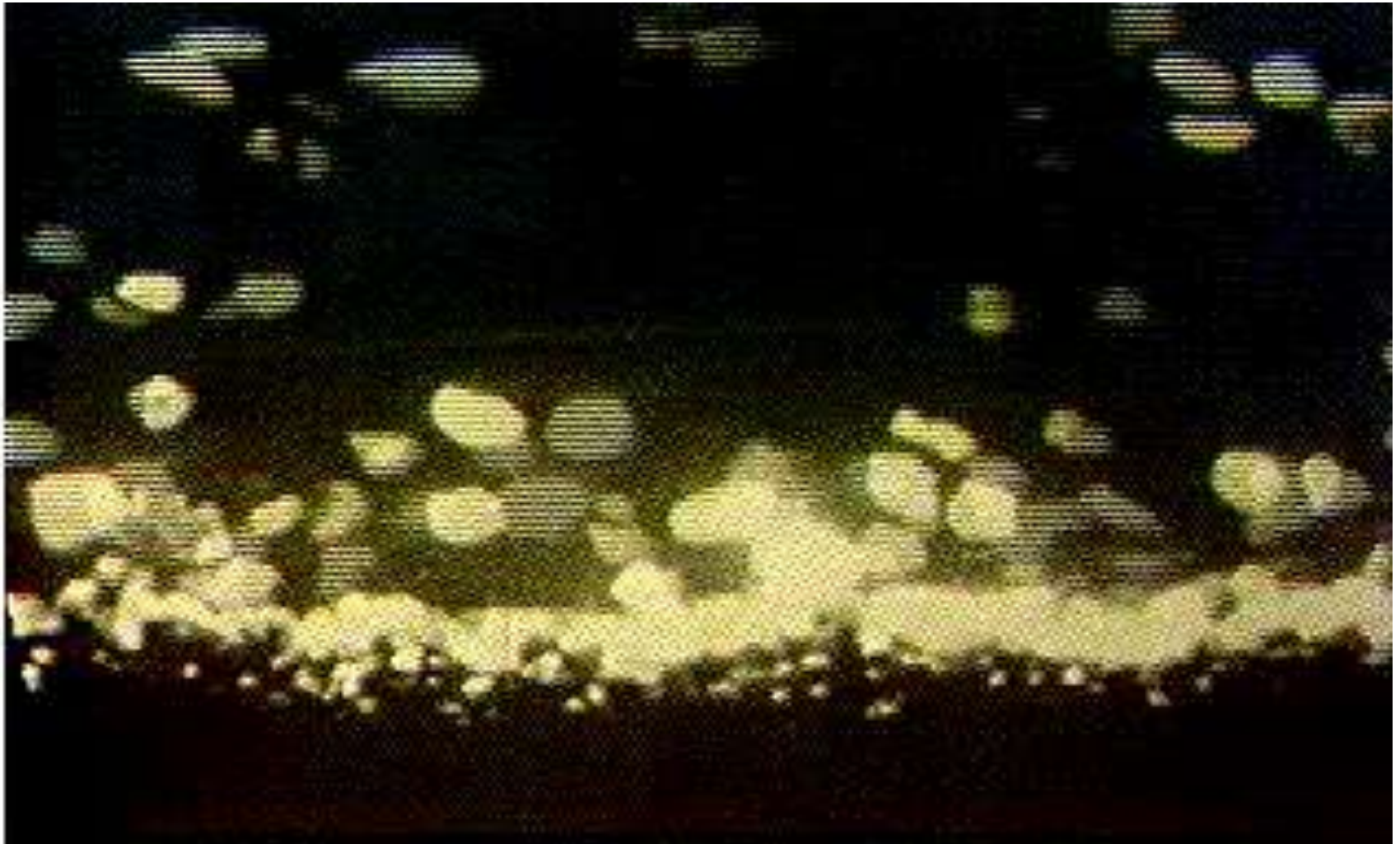
Valores de exposición ambiental (OEHHA/ARB, 2014)

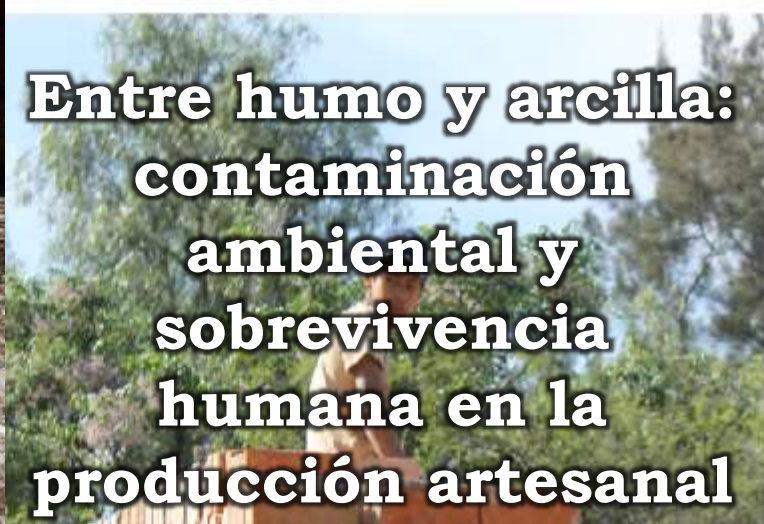
Tipo de exposición	Valor límite	Unidad
Inhalación aguda	0.6	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Inhalación durante 8 horas	0.06	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Inhalación crónica	0.03	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Crónico oral	0.16	$\mu\text{g}/\text{kg-d}$

Incorporación de Partículas por erosión eólica.

- Se debe principalmente a 3 fenómenos:
 - Iniciación del movimiento.
 - Saltación.
 - Suspensión.
 - Rodamiento.
 - Transporte.
 - Incorporación y remoción mediante precipitación pluvial.

REMOCIÓN DE PARTÍCULAS POR EROSIÓN EÓLICA





**Entre humo y arcilla:
contaminación
ambiental y
sobrevivencia
humana en la
producción artesanal
de ladrillos**



**Rocío García Martínez
Joaquín Antonio Quiroz
Carranza
Citlalli Cantú Gutiérrez**

Muchas gracias

gmrocio@atmosfera.unam.mx