



## **Evaluación de riesgos a la salud por emisiones de una industria minera en la Sierra Norte de Puebla, México: Análisis basado en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de México RETC 2018**

### ***Health risk assessment of emissions from a mining industry in the Sierra Norte of Puebla, Mexico: Analysis based on the 2018 RETC, acronym in Spanish for Registry of Emissions and Transfer of Pollutants of Mexico, RETP***

**Agustín García-Reynoso\*<sup>1</sup>, Lisset Vázquez-Bautista<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias de la Atmosfera o Atmósfera y Cambio Climático. Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Ciudad de México.

\*Correo-e (*e-mail*): agustin@atmosfera.unam.mx

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia / *Author to whom correspondence should be addressed*

Recibido / *Received*: Septiembre / *September* 13, 2024

Aceptado / *Accepted*: Septiembre / *September* 30, 2024 (Número 1, enero-junio / *Number 1, January-June*)

#### **Resumen**

En esta investigación se presenta la identificación del riesgo asociado con las emisiones de elementos y compuestos tóxicos atmosféricos reportadas en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) para el año 2018, provenientes de una industria minera en Teziutlán, Puebla, México. Estas emisiones se consideran como parte de la operación normal de los procesos de la empresa. Los compuestos químicos liberados al aire, aunque estén en bajas concentraciones, pueden inducir efectos adversos tanto a los ecosistemas como a la salud humana a largo plazo. Hasta el momento, no se han evaluado los impactos agudos ni crónicos en la salud generados por las emisiones durante la actividad normal de las industrias en el área de Teziutlán. En este estudio, se calcula el riesgo utilizando la metodología de evaluación de riesgos de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) y la información de la Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud de California. Los valores de riesgo identificados sugieren que estas emisiones podrían tener efectos negativos en la salud de la población aledaña. Los resultados obtenidos en este estudio pueden ser útiles para la toma de decisiones tanto de la población como de las autoridades locales.

**Palabras clave:** Exposición crónica, toxicidad, mercurio, cromo, níquel, cáncer

#### **Abstract**

*This study presents the risk assessment associated with atmospheric toxic emissions reported in the Registry of Emissions and Transfer of Pollutant of Mexico (RETC) for the year 2018, originating from a mining industry in Teziutlán, Puebla, Mexico. These emissions are considered part of the normal operational processes of the company. Chemical compounds released into the air, even at low concentrations, can induce adverse effects on both ecosystems and human health over the long term. To date, the acute and chronic health impacts generated by emissions during the normal activity of industries in the Teziutlán area have not been evaluated. In this study, risk is calculated using the risk assessment methodology of the United States Environmental Protection Agency (EPA) and information from the California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHA). The identified risk values suggest that these emissions could have negative effects on the health of the surrounding population. The results obtained from this study can be useful for decision-making by both the local population and authorities.*

**Keywords:** *Chronic exposure, toxicity, mercury, chromium, nickel, cancer*

---

## Introducción

Actualmente en México la legislación se aboca a las emisiones de contaminantes criterio como el dióxido de azufre, partículas, plomo, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono, pero no existe una legislación sobre los compuestos y elementos tóxicos atmosféricos que también poseen efectos sobre la salud que pueden ser crónicos o agudos. Son emitidos durante la operación normal de procesos industriales y, por ello, es importante conocer y cuantificar su impacto a través de la evaluación del riesgo ambiental. Para esta investigación se empleó el análisis de riesgo de acuerdo con la metodología descrita por Gratt (1996) y con la información de la Oficina de Evaluación de Riesgos a la Salud de California en los Estados Unidos (OEHHA, 2015).

El municipio de Teziutlán se localiza en la parte noroeste del estado de Puebla, México. Contaba con una población de 97,590 habitantes (SEDESOL, 2015) que probablemente sea mayor en la actualidad. Su economía depende principalmente de la industria maquiladora, textil, agrícola, ganadera y minera. En esta última rama industrial se cuenta con una planta activa de mineral no metálico con un sistema de operación para obtener caliza y una unidad minero-metalúrgica de fundición activa para ferroaleaciones que cuenta con hornos eléctricos para la producción de silicio-manganeso con ubicación geográfica 19.808N, -97.370W. Actualmente no se conocen los efectos, tanto agudos como crónicos, generados por las emisiones durante la actividad normal de las industrias en el área y de esta en particular. Lo anterior ha producido un incremento en la preocupación relacionada con el riesgo a la afectación de la salud humana y del ambiente.

Por lo anterior los objetivos de este estudio fueron dos: Emplear el análisis de riesgos para la identificación de las emisiones evaluando si son aceptables o no, así como conocer los posibles efectos agudos o crónicos por las emisiones industriales de esa empresa minera y, en particular, en este caso el riesgo del potencial de ocurrencia de consecuencias adversas, indeseables para la vida humana, salud, propiedad o para el ambiente.

Para cuantificarlo, como se verá en la metodología seguida, se emplearon procedimientos desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (*EPA* en inglés) donde, a través del uso de las emisiones y consideraciones aplicables a la planta de estudio, se podría determinar el nivel de riesgo o un puntaje donde sea posible indicar si tendría efectos o no sobre la salud. Con ello, sería posible realizar a futuro trabajos de reducción de emisiones y estudios más detallados para conocer las áreas de afectación.

Dentro del plan municipal de desarrollo no se toman en cuenta, dentro de la manifestación de impacto ambiental (MIA), los riesgos para la salud de las emisiones industriales por su actividad normal. Si bien para ciertas actividades en la MIA se solicita un análisis de riesgo, esta evaluación de riesgo es solamente para el caso de explosión, fuga o derrame de substancias peligrosas.

El Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) es un reporte anual donde se difunde la información sobre las emisiones y transferencias de las sustancias enlistadas en la NOM-165-SEMARNAT-2013, elaborado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT, 2014) con el objeto de informar a las comunidades sobre las emisiones al aire, al agua o al suelo por las actividades industriales. Este registro es de acceso público y puede obtenerse del sitio electrónico de la SEMARNAT.

Así, en esta investigación se realizó la identificación de la industria minera seleccionada en particular, las emisiones de elementos y compuestos tóxicos mediante la revisión de este Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), la presentación del método de análisis de riesgo y la

identificación cuantitativa de riesgos que puedan servir de base para la gestión ambiental en el municipio de Teziutlán, Puebla, México.

## Materiales y métodos

En esta parte se describe la selección del sitio, el origen de la información sobre el riesgo de las sustancias tóxicas a estudiar, así como el método para identificar el riesgo, así como los supuestos empleados para la evaluación considerando la exposición por inhalación. En esta etapa no se evaluará la exposición multi-ruta (ingestión de agua y consumo en alimentos, entre otros). El período de estudio correspondió a las emisiones del año 2018, para los compuestos reportados en el RETC y de éstos solamente se consideraron para el cálculo de riesgo a aquéllos de los que se contaban con el factor unitario de riesgo por inhalación y para una exposición crónica a las emisiones.

La selección del sitio se basó en la identificación de un lugar donde hubiera una población cercana a una industria que fuera la principal emisora de la zona, con registro en el RECT. Así, se consideró como caso de estudio a la comunidad de Teziutlán en el estado de Puebla, México. La industria minera en estudio posee emisiones a la atmósfera y presenta información dentro del RETC. En este sitio la población vive a una distancia menor a 100 m de la barda perimetral de la empresa seleccionada.

La información empleada se obtuvo de ese sitio del RETC (SEMARNAT, 2014) para el año 2018. Es la información más reciente disponible a la fecha de la realización de este estudio. La información de las emisiones se presenta en la Tabla 1. Todas las emisiones provienen de la empresa en estudio (Compañía Minera Autlán, S.A. de C.V.) del sector metalúrgico en donde se incluye la siderúrgica.

**Tabla 1.** Emisiones a la atmósfera reportadas para el municipio de Teziutlán, 2018 (SEMARNAT, 2020)

Substancia	Aire (kg/año)
Arsénico	5.94
Cromo (polvos respirables, humos o vapores)	36.85
Mercurio	1.31
Níquel (polvos respirables, humos o vapores)	34.75
Plomo (polvos respirables, humos o vapores)	16.42

El método empleado para la identificación del riesgo consideró los siguientes pasos (EPA, 1991a,b):

- 1) Identificación del peligro
- 2) Identificación de puntajes cancerígenos y no cancerígenos para exposición crónica
- 3) Riesgo por inhalación
- 4) Evaluación del peligro

La identificación del peligro se refirió a las sustancias que poseen un efecto adverso para la salud y estas correspondieron a las emisiones reportadas en el RECT y presentadas en la Tabla 1. Para la evaluación de la exposición por inhalación se emplearon las siguientes ecuaciones de puntaje para efectos cancerígenos (Gratt, 1996):

$$S_{CÁNCER} = \sum(Q_C * URF_C)RP * 1.7 \times 10^3 \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

$S_{CÁNCER}$  es el puntaje para cáncer de la substancia c

$Q_C$  es la emisión de la substancia c en kg/año (lb/año)

$URF_C$  es el factor de riesgo unitario de la substancia c por sus siglas en inglés (ver Glosario al final)

$RP$  es el factor de ajuste de proximidad (adimensional) por sus siglas en inglés (ver Glosario al final)

A partir de los resultados de la ecuación 1 (Gratt, 1996) se consideró que un puntaje mayor a 100 representa a una empresa o proceso como candidato para análisis detallado, en el intervalo 10 a 100 a un candidato potencial y puntajes menores a 10 indica la probabilidad de no requerir un análisis posterior. El factor de ajuste de proximidad se consideró  $RP = 1$  ya que toma en cuenta que la población vive a una distancia menor a los 100 m de la barda de la empresa (Gratt, 1996).

Para el caso del puntaje no cancerígeno ( $S_{NO\ CÁNCER}$ ) éste se obtuvo mediante la siguiente ecuación (Gratt, 1996):

$$S_{NO\ CÁNCER} = \sum \left( \frac{Q_c}{REL_c} \right) RP * 150 \text{ ó } 1500 \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

$S_{no\ cáncer}$  es el puntaje de efectos no cancerígenos para la sustancia  $c$   
 $Q_c$  es la emisión del compuesto químico  $c$  kg/h agudo y kg/año crónico (lb/hr agudo y lb/año crónico)  
 $REL_c$  nivel de exposición de referencia por sus siglas en inglés,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 $RP$  es el factor de ajuste de proximidad (adimensional) también por sus siglas en inglés. Se emplea el valor de 150 para exposición crónica y 1500 para aguda (Gratt, 1996)

En general, las puntuaciones mayores a 10 en la industria o proceso estudiado representaron a los candidatos a realizar una evaluación del riesgo más detallada y los puntajes menores a 1 indicarían que no se requeriría un análisis posterior (Gratt, 1996).

La estimación del peligro ( $Rc$ ) para la salud de los compuestos que inducen cáncer puede calcularse mediante el uso de la metodología proveída por la EPA descrita por Gratt (1996), en donde el riesgo se calculó a partir de la ecuación 3.

$$Rc = Q_c * \left( \frac{x}{Q} \right) * URF_c * MP_c \quad \text{Ecuación 3}$$

donde:

$Rc$  - probabilidad de cáncer en el tiempo de vida por sus siglas en inglés (ver Glosario al final)  
 $Q_c$  - emisión, kg/d (lb/d), por sus siglas en inglés (ver Glosario al final)  
 $(x/Q)$  - factor de dilución que convierte la emisión ( $Q_c$  [kg/d o lb/día]) en concentración ( $x$  [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ])  
 $URF_c$  - riesgo unitario por inhalación usado para convertir concentración ( $x$  [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]) a riesgo en el tiempo de vida,  $LCP$ , por sus siglas en inglés (ver Glosario al final)  
 $MP_c$  - factor multi-ruta usado para considerar las otras rutas al órgano blanco en adición a la inhalación directa. Cuando es para inhalación su valor es de 1 y en el caso de considerar otras rutas es mayor a 1 (Gratt, 1996) por sus siglas en inglés (ver Glosario al final)

El factor de dilución se obtuvo de Gratt (1996) para una chimenea con altura de 15 metros y como la distancia a la barda es de 100 m, su valor sería de  $0.52 (\text{mg}/\text{m}^3)/(\text{lb}/\text{d})$ . Este factor consideró una operación continua y el valor del factor multi-ruta empleado se consideró como 1 ya que solamente era para inhalación.

El riesgo unitario por inhalación ( $URF$  por sus siglas en inglés, ver Glosario al final) es el estimado del límite superior de la probabilidad de generar cáncer en el tiempo de vida, el cual puede resultar de una exposición a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Se consideró que un riesgo aceptable era de 1 caso por millón (equivalente a una probabilidad de  $1\text{E}-06$ ), el cual correspondería a la probabilidad de que un individuo muera por causas naturales (Gratt, 1996).

El nivel de referencia de concentraciones a exposición crónica *REL* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) – de sus siglas en inglés *Reference Exposure Level* – indicaría la concentración sobre la cual se pueden obtener efectos adversos a la salud y estos valores se encuentran en la Tabla Consolidada de Valores de Salud aprobados por la OEHHA/ARB (ARB, 2019). Se muestran en el Tabla 2.

**Tabla 2.** Factores de riesgo unitario por inhalación (*URF* en inglés) y niveles de referencia por exposición crónica a inhalación (*REL* en inglés) (ARB, 2019)

Sustancia	<i>URF</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	<i>REL</i> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Arsénico	3.30E-03	1.50E-02
Cromo (polvos respirables, humos o vapores)	1.50E-01	2.00E-01
Níquel (polvos respirables, humos o vapores)	2.60E-04	1.40E-02
Plomo (polvos respirables, humos o vapores)	1.20E-05	--
Mercurio	--	3.00E-02

## Resultados y discusión

A partir de los datos de la Tabla 1, la ecuación 1 y de los valores de riesgo de la Tabla 2 se obtuvieron los puntajes de la empresa para las diferentes sustancias tóxicas emitidas que se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Puntaje para cáncer de las emisiones de sustancias tóxicas

Sustancia	<i>S</i> <sub>CÁNCER</sub>
Arsénico	73
Cromo (polvos respirables, humos o vapores)	20,716
Níquel (polvos respirables, humos o vapores)	34
Plomo (polvos respirables, humos o vapores)	0.7

En el caso de efectos no cancerígenos para las diferentes sustancias los resultados se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Puntaje para no cáncer para emisiones de sustancias tóxicas

Substancia	<i>S</i> <sub>NO CÁNCER</sub>
Arsénico	130,954
Cromo (polvos respirables, humos o vapores)	60,930
Mercurio	14,440
Níquel (polvos respirables, humos o vapores)	820,827

El peligro debido a las sustancias emitidas como la probabilidad de cáncer en el tiempo de vida, así como el número de casos de cáncer por millón de habitantes se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Probabilidad de cáncer en el tiempo de vida y número de casos por millón

Substancia	Exceso de probabilidad de cáncer	Casos por millón
Arsénico	8.99E-05	90
Cromo (polvos respirables, humos o vapores)	2.53E-02	25,347
Níquel (polvos respirables, humos o vapores)	4.14E-05	41
Plomo (polvos respirables, humos o vapores)	9.04E-07	1

---

## Discusión final

De la información obtenida a partir del RETC donde las empresas reportan sus emisiones se obtuvo que los compuestos que se emiten en la región de Teziutlán, Puebla, México, por la empresa minera seleccionada son principalmente metales pesados y otros elementos potencialmente tóxicos (EPT). Así se tiene que se emiten arsénico, níquel, cromo, plomo y mercurio. Se aplicó el método propuesto por la EPA descrito por Gratt (1996) para obtener los puntajes de la empresa a efectos cancerígenos y no cancerígenos para exposición crónica, así como el exceso de riesgo de cáncer por la exposición vía inhalación de las emisiones. De esto se calculó que el puntaje total, considerando la suma de los individuales para cáncer, era mayor que 100 por lo que debería hacerse un estudio más detallado de riesgo.

Por otra parte, para el puntaje de efectos no-cáncer se obtuvo que poseyeron valores superiores a 10, lo que también indica que se requeriría de un estudio detallado de riesgo. Con referencia al exceso de riesgo por la emisión mediante el factor de riesgo unitario por inhalación, el número de casos por millón supera el umbral de 1 caso por lo cual también indicaría la necesidad de realizar un estudio más detallado.

El procedimiento de puntaje, como lo señala Gratt (1996), es una estimación conservadora, indicando que los puntajes y peligros calculados se encuentran en el límite superior, ya que se considera que la población se ha encontrado expuesta durante 70 años a las concentraciones ambientales publicadas y que las emisiones se están generando todo el tiempo a la misma concentración a la cual la población se encontraría expuesta.

A partir de estos resultados sería justificable la realización de un estudio más detallado que implique el empleo de modelos de dispersión, mediciones en el área, así como considerar que las emisiones de los metales pesados y el arsénico se dan como partículas incluyendo, además de la dispersión, la sedimentación de esas partículas. Otro aspecto también a incluir son las otras rutas de exposición como la ingestión de alimentos, la re-suspensión de polvos y el consumo de agua, ya que estos vectores podrían verse impactados por las emisiones e infiltraciones de la actividad minera en el sitio.

## Conclusiones

Se realizó una determinación de análisis de riesgo para la afectación a la salud de las emisiones a la atmósfera de una empresa minera ubicada en el municipio de Teziutlán, Puebla, México, para el año 2018, donde las sustancias tóxicas emitidas podrían estar induciendo efectos sobre la salud tanto cancerígenos como no cancerígenos. Esta información se obtuvo a partir del RETC (DOF, 2013). Entre las sustancias que se emiten están los elementos potencialmente tóxicos, EPT, arsénico, cromo, plomo, níquel y mercurio.

Con esta información se aplicó la metodología propuesta por la EPA y se empleó la información de dosis-respuesta de la Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud de California para las sustancias tóxicas emitidas para cuantificar el puntaje de la empresa.

Los puntajes obtenidos sobrepasan el valor de 100 para el caso de cancerígenos y de 10 para el caso de los no cancerígenos. De igual manera el exceso de cáncer en el tiempo de vida sobrepasa 1 caso por millón, justificando que se debe realizar un estudio más detallado para cuantificar el riesgo, así como iniciar trabajos para el control de emisiones de las sustancias tóxicas enviadas por la empresa minera a la atmósfera, ya que los valores obtenidos indican que se puede tener afectación a la salud de los pobladores y trabajadores expuestos a esas emisiones.

Esta evaluación teórica es el primer trabajo de este tipo donde se determina el riesgo por la operación normal de una planta industrial seleccionada de esta zona, por lo que puede servir de base a otros estudios similares para otras regiones y con ello poder demostrar el beneficio o la obligatoriedad de implementar medidas de control y reducción de emisiones en procesos industriales que, aunque cumplan con la normatividad actual de humos y polvos, no implica que las emisiones de sustancias tóxicas de sus procesos no lleguen a inducir efectos sobre la salud que actualmente no están considerados en la normativa vigente.

## Glosario

Término o siglas	Significado
ARB	Siglas en inglés para Junta de Recursos del Aire de California ( <i>Air Resources Board</i> )
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos por sus siglas en inglés ( <i>Environmental Protection Agency</i> )
LCP	Siglas en inglés para Probabilidad de Cáncer en el Tiempo de Vida ( <i>Life Cancer Probability</i> ) (Gratt, 1996)
MPC	Siglas en inglés para la probabilidad multi-ruta usado para considerar las otras rutas al órgano blanco en adición a la inhalación directa ( <i>Multiroute Probability</i> ). Cuando es para inhalación su valor es de 1 y en el caso de considerar otras rutas es mayor a 1 (Gratt, 1996)
OEHHA	Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud Ambiental de California por sus siglas en inglés ( <i>California Office of Environmental Health Hazard Assessment</i> ) ( <a href="https://oehha.ca.gov/">https://oehha.ca.gov/</a> )
Qc	Emisión de la sustancia <i>c</i> en kg/año (lb/año) ( <i>quantity/year</i> ) (Gratt, 1996)
Rc	Estimación del peligro ( <i>risk</i> en inglés) para la salud de los compuestos <i>c</i> que inducen cáncer en el tiempo de vida
RELc	Nivel de referencia de concentraciones a exposición crónica de la sustancia <i>c</i> REL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , $\text{mg}/\text{m}^3$ ) – de sus siglas en inglés <i>Reference Exposure Level to substance c</i>
RETC	Siglas para el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes de México
RP	Factor de ajuste de proximidad (adimensional) ( <i>Region Proximity</i> ). Se emplea el valor de 150 para crónico y 1500 para agudo (Gratt, 1996)
SCÁNCER	Puntaje para cáncer de la sustancia <i>c</i>
SNO CÁNCER	Puntaje de efectos no cancerígenos para la sustancia <i>c</i>
URFC	Factor de riesgo unitario por inhalación de la sustancia <i>c</i> (por sus siglas en inglés <i>unit risk factor of substance c</i> ) para convertir concentración ( $\chi$ [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]) a riesgo en el tiempo de vida (LCP)
X/Q	Factor de dilución que convierte la emisión Qc [kg/día, lb/día] en concentración $\chi$ [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] (Gratt, 1996)

## Reconocimientos

El autor y la autora reconocen a los evaluadores por su valiosa contribución a mejorar el manuscrito y cualquier error es responsabilidad del autor y la autora.

## Bibliografía

ARB. 2019. Air Resources Board. Consolidated Table of OEHHA/ARB Approved Risk Assessment Health Values. The purpose of this reference table is to provide a quick list of all health values that have been approved by the Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) and the Air Resources Board (ARB) for use in facility health risk assessments conducted for the AB 2588 Air Toxics "Hot Spots" Program. The OEHHA has developed and adopted new risk assessment

guidelines that update and replace the California Air Pollution Control Officers Association's (CAPCOA) Air Toxics "Hot Spots" Program Revised 1992 Risk Assessment Guidelines, October 1993. The OEHHA has adopted three technical support documents for these guidelines, which can be found on their website ([http://www.oehha.ca.gov/air/hot\\_spots/index.html](http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/index.html)). This table lists the OEHHA adopted inhalation and oral cancer slope factors, noncancer acute Reference Exposure Levels (RELs), and inhalation and oral noncancer chronic RELs. OEHHA is still in the process of adopting new health values. Therefore, new health values will periodically be added to, or deleted from, this table. Users of this table are advised to monitor the OEHHA website ([www.oehha.ca.gov](http://www.oehha.ca.gov)) for any updates to the health values. (Tabla consolidada de valores de salud de evaluación de riesgos aprobados por la OEHHA/ARB. El propósito de esta tabla de referencia es proporcionar una lista rápida de todos los valores para la salud que han sido aprobados por la Oficina de Evaluación de Riesgos para la Salud Ambiental (OEHHA) y la Junta de Recursos del Aire, ARB, para su uso en instalaciones de riesgo para la salud. Evaluaciones realizadas para el programa AB 2588 Air Toxics "Hot Spots". La OEHHA ha desarrollado y adoptado nuevas pautas de evaluación de riesgos que actualizan y reemplazan las directrices de la Asociación de Oficiales de Control de la Contaminación del Aire de California (CAPCOA). Programa de "puntos calientes" de sustancias tóxicas, Directrices de evaluación de riesgos revisadas en 1992, octubre de 1993. La OEHHA ha adoptado tres documentos de apoyo técnico para estas directrices, que se pueden encontrar en su sitio web: [http://www.oehha.ca.gov/air/hot\\_spots/index.html](http://www.oehha.ca.gov/air/hot_spots/index.html). Esta tabla enumera los factores dependientes de inhalación y de cáncer oral adoptados por la OEHHA, los niveles de exposición de referencia agudos (REL) no cancerosos y los REL crónicos de inhalación y orales no cancerosos. OEHHA está todavía en el proceso de adopción de nuevos valores de salud. Por lo tanto, periódicamente se agregarán o eliminarán nuevos valores de salud de esta tabla. Se recomienda a los usuarios de esta tabla que controlen el sitio web de la OEHHA ([www.oehha.ca.gov](http://www.oehha.ca.gov)) para detectar cualquier actualización de los valores de salud.

<https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/classic/toxics/healthval/contable.pdf>

- DOF. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013, Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes. Ciudad de México. México. 24 de enero de 2014. Diario Oficial de la Federación, Poder Ejecutivo Federal.
- EPA. 1991a. Evaluación de exposiciones de contaminantes tóxicos del aire: Guía del ciudadano. EPA 450/3-90. [https://www3.epa.gov/ttn/atw/3\\_90\\_023sp.html](https://www3.epa.gov/ttn/atw/3_90_023sp.html)
- EPA. 1991b. Evaluación de riesgo para contaminantes tóxicos del aire: Guía del ciudadano. EPA 450/3-90-024. [https://www3.epa.gov/ttn/atw/3\\_90\\_024sp.html](https://www3.epa.gov/ttn/atw/3_90_024sp.html)
- Gratt, L.B. 1996. Air toxic risk assessment and management: Public health risk from normal operations. John Wiley & Sons. New York, Estados Unidos.
- OEHHA. 2015. The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments. <https://oehha.ca.gov/air/crn/notice-adoption-air-toxics-hot-spots-program-guidance-manual-preparation-health-risk-0#download>
- SEDESOL. 2015. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2015. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39396/Puebla\\_174.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/39396/Puebla_174.pdf)
- SEMARNAT. 2020. Reportes del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), con información sobre la ubicación de los establecimientos que liberan al ambiente sustancias contaminantes RETC. [http://sinat.semarnat.gob.mx/retc/tema/index.html\\_02/02/2022](http://sinat.semarnat.gob.mx/retc/tema/index.html_02/02/2022)
- SEMARNAT. 2014. Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de enero de 2014. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5330750&fecha=24/01/2014#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5330750&fecha=24/01/2014#gsc.tab=0)