

Cecilia Izcapa Treviño, Rubén Darío Rivera Balboa y Araceli Arista Narciso

# El riesgo de transportar sustancias químicas

En México, el transporte de sustancias químicas y materiales peligrosos se realiza principalmente por carretera, donde se registraron 2 274 accidentes en el periodo de 2010 a 2016, principalmente en Veracruz, Estado de México y Sonora; el tipo de accidente más frecuente fue la volcadura, seguido del choque, mientras que los vehículos involucrados en el mayor número de accidentes fueron los unitarios y después los doblemente articulados.

## Introducción

El transporte de sustancias químicas es inherente a cualquier sociedad con cierto desarrollo tecnológico, pues los procesos industriales dependen de un flujo ininterrumpido de estos materiales, que en algunas ocasiones son peligrosos. En México, el transporte de sustancias químicas se realiza principalmente por carretera y ferrocarril; al transporte por carretera se le conoce como autotransporte y al realizado por ferrocarril se le llama transporte ferroviario. De acuerdo con datos de 2020, la infraestructura carretera tiene 397 212 km, por los cuales transitan 124 164 unidades (total de unidades motrices y unidades de arrastre) que transportan alrededor de 64 millones de toneladas de materiales peligrosos.

Todo tipo de actividad está sujeta a que sucedan eventos no deseados; sin embargo, aunque los accidentes en el autotransporte de sustancias químicas peligrosas son eventos que ocurren con poca frecuencia en comparación con el número de unidades que transitan, cuando sucede una liberación de estas sustancias se pueden generar impactos o afectaciones de consideración, con efectos para el ambiente, las propiedades y la economía, así como para las personas que están cerca del sitio del accidente o en los vehículos involucrados.

Por ello, el análisis de los accidentes en el autotransporte de sustancias peligrosas es importante, ya que proporciona a las autoridades, productores, empresas transportistas y otros involucrados, la información necesaria para elaborar, establecer e implementar estrategias y acciones para que esta actividad se realice de manera segura. A continuación, se presentan los resultados del análisis de los accidentes en el autotransporte de sustancias peligrosas para el periodo de 2010 a 2016 en México.



### Número de accidentes

La Policía Federal (División de Seguridad Regional), el Sistema de Emergencias en Transportación de la Industria Química (SETIQ), el Centro Nacional de Comunicación y Operación de Protección Civil (Cenacom) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) recopilan información sobre los accidentes con sustancias químicas peligrosas que ocurren en las carreteras de México. A partir de esta información y con la obtenida de las noticias publicadas en medios electrónicos, elaboramos una base de datos que incluyó 2 274 accidentes ocurridos entre 2010 y 2016.

El registro de los accidentes permitió identificar las entidades federativas con el mayor número de accidentes, entre las que destacan Veracruz, Estado de México, Sonora, Guanajuato y Nuevo León, como se observa en la Figura 1.

### Tipos de accidentes

Para su análisis, los accidentes con sustancias peligrosas en el autotransporte se clasificaron en siete ti-

pos: choque, salida del camino, volcadura, desprendimiento de semirremolque, incendio, atropellamiento y otros; en esta última categoría se incluyeron: fuga debido a falla en el tanque o accesorios, derrame debido a falla en el tanque o accesorios, caída de peatón, caída de carga, abandono del vehículo y reacción de la carga. Se observó que el tipo de accidente más frecuente es la volcadura, seguido del choque y la salida del camino (véase la Figura 2).

Cuando ocurre algún tipo de accidente, puede presentarse un evento químico; es decir, puede suceder una fuga, derrame, incendio o explosión. Del número total de accidentes en el periodo estudiado, 1 346 (59.2%) presentaron algún tipo de evento, 179 (7.9%) accidentes no presentaron algún evento y para 749 (32.9%) no se contó con información. El evento de mayor frecuencia fue el derrame (45.4%), seguido de los incendios (6%) y las fugas (5.3%).

### Víctimas y vehículos involucrados

Un aspecto importante en los accidentes es la existencia de víctimas. Así, en 170 accidentes ocurrieron

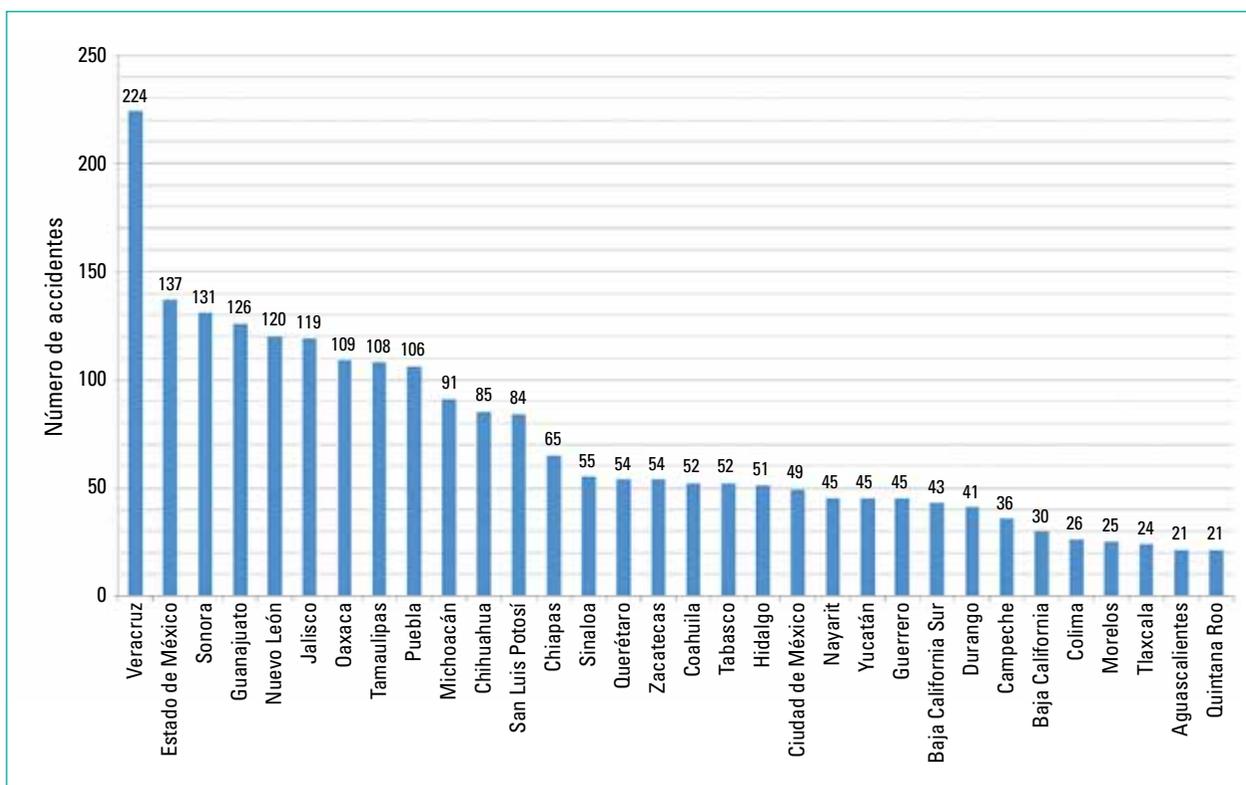
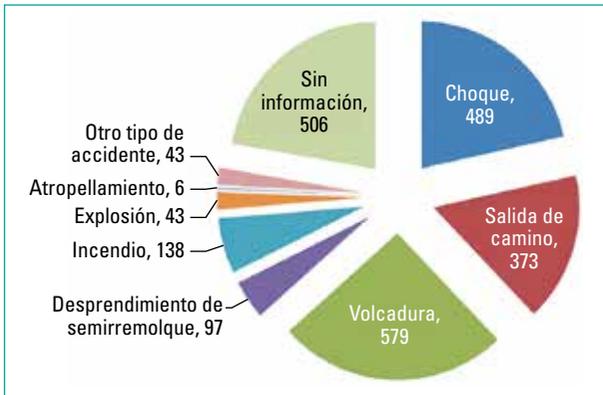


Figura 1. Número de accidentes en el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos, por estado, para el periodo de 2010 a 2016.



**Figura 2.** Número de accidentes en el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos, por tipo de accidente, para el periodo de 2010 a 2016.

mueres y en 437 eventos resultaron personas lesionadas; de los anteriores, 79 accidentes presentaron simultáneamente muertes y lesionados (véase la Figura 3). El número total de muertes fue de 316 y el de lesionados fue de 1 070 en el periodo analizado.

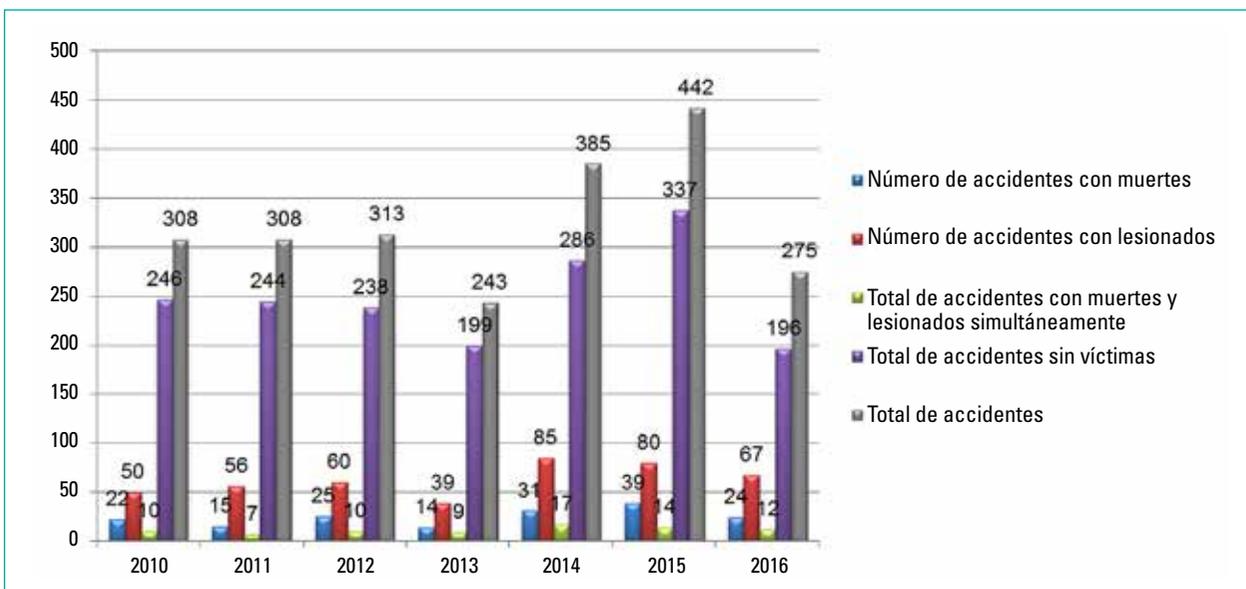
Por otra parte, cabe considerar que en el autotransporte de sustancias peligrosas se emplean distintos tipos de vehículos, desde un vehículo unitario hasta los vehículos articulados, formados por una unidad motriz (tractocamión) a la cual se une o engancha una unidad de arrastre (semirremolque), o incluso dos (doble semirremolque), donde se lleva la carga. El tipo de vehículo involucrado en el mayor número de accidentes fue el unitario (35.8% de los casos), seguido por el vehículo doble articulado o con doble

semirremolque (27.4%) y después el tractocamión articulado o con un semirremolque (18.3%); para 18.5% de los accidentes no se tuvo información sobre el tipo del vehículo involucrado.

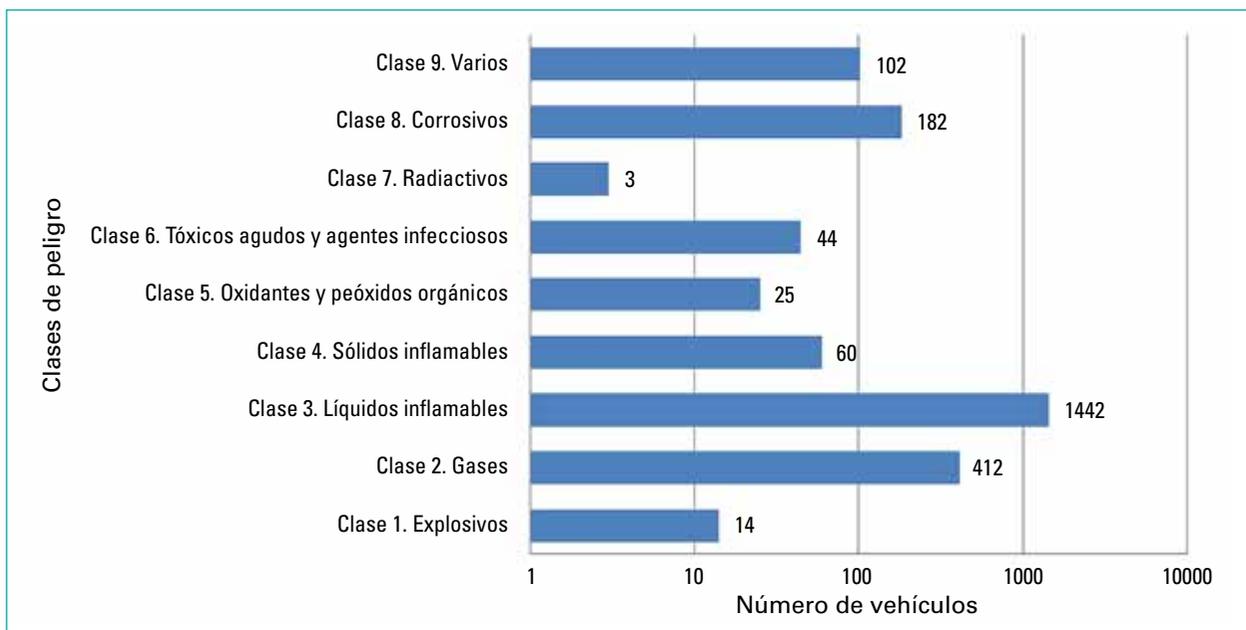
### Causas de los accidentes

La identificación de las causas de los accidentes es un aspecto muy importante para establecer medidas preventivas, así como de vigilancia y control, todas encaminadas a disminuir el número de accidentes y sus consecuencias. En general, las causas de los accidentes pueden atribuirse al conductor, al vehículo, al camino o a los agentes naturales; son ejemplos de causas de accidentes, la imprudencia al manejar, el exceso de velocidad, la invasión de carril, las llantas en mal estado, fallas en los frenos, así como niebla y lluvia.

Las causas de accidentes atribuibles al conductor representaron 38.12% (868 accidentes) en el periodo analizado; de ellas, destacan el exceso de velocidad y la imprudencia. Por otra parte, las causas atribuibles al vehículo correspondieron a 8.58% (195 accidentes), debido principalmente a fallas en las articulaciones con los semirremolques y fallas en los frenos. Sin embargo, debe considerarse que en 51.28% de los casos (1 165 accidentes) no se contó con información para establecer la causa posible del accidente.



**Figura 3.** Número de accidentes en el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos, con víctimas y sin víctimas, para el periodo de 2010 a 2016.



**Figura 4.** Número de vehículos involucrados en accidentes en el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos, de acuerdo con la clase de riesgo, en el periodo de 2010 a 2016.

**Clases de sustancias**

Por consenso mundial, para el transporte de sustancias y materiales peligrosos, también llamadas mercancías peligrosas, se ha establecido una clasificación que consta de nueve clases de peligro. Adicionalmente, algunas de estas clases contemplan divisiones según el peligro que representan. Un ejemplo es la clase 2, correspondiente a gases, que posee tres divisiones: división 2.1 para gases inflamables, división 2.2 para gases no inflamables y no tóxicos, y división 2.3 para gases tóxicos; así, una sustancia ampliamente transportada, como es el gas LP, se clasifica en la división 2.1, correspondiente a los gases inflamables, debido a que a la temperatura de 20 °C y a la presión atmosférica existente a nivel del mar, esta sustancia se encuentra en estado gaseoso y es inflamable.

Considerando las nueve clases de peligro clasificamos las sustancias, materiales y residuos peligrosos involucrados en los accidentes para su análisis. Como se indicó anteriormente, en el periodo de 2010 a 2016 ocurrieron 2274 accidentes, de los cuales en 10 eventos se involucraron dos vehículos con materiales peligrosos, por lo que el total de vehículos en los accidentes fue de 2284. En la Figura 4 se presenta el número de vehículos accidentados de acuerdo con

la clase de peligro de la sustancia o material transportado. El mayor número de vehículos involucrados en accidentes, que también corresponde al mayor número de accidentes, transportaba sustancias de la clase 3, líquidos inflamables, seguido de la clase 2, gases, y de la clase 8, corrosivos.

Las sustancias químicas peligrosas involucradas en el mayor número de accidentes del autotransporte durante el periodo de estudio se presentan en la Tabla 1. El número total de accidentes registrados con las 13 sustancias químicas peligrosas seleccionadas fue de 1669, que corresponde a 73.4% del total de accidentes. Lo anterior sugiere que el enfoque en la vigilancia y atención de las causas que ocasionan los accidentes con estas sustancias peligrosas podría ayudar a disminuir los accidentes que ocurren en las carreteras del país.

**Día y hora de los accidentes**

Por último, se determinó el número de accidentes en el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos por día de la semana y hora del día. Con ello, se observó que el número de accidentes incrementa de forma progresiva en los primeros días de la semana, alcanza su máximo el jueves, y luego disminuye el

**Tabla 1.** Sustancias peligrosas involucradas en el mayor número de accidentes, periodo de 2010 a 2016.

Clase o división	Sustancia peligrosa	Número de accidentes
3	Gasolina	392
3	Diésel	361
2.1	Gas LP	324
3	Destilados de petróleo	163
3	Combustóleo	153
3	Turbosina	95
8	Ácido sulfúrico	59
2.3	Amoníaco anhidro	31
3	Pinturas	27
8	Ácido clorhídrico	24
4.1	Azufre líquido	17
5.1	Nitrato de amonio, sólido	12
6.1	Cianuro de sodio	11
<b>Total</b>		<b>1 669</b>

viernes y el fin de semana. Asimismo, el mayor número de accidentes ocurre entre las 5:00 y 15:00 horas, con un punto máximo de las 9:00 a las 10:00 horas.

### Guía y marco legal

Un aspecto importante por mencionar es el uso de la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, conocida como GRE o guía naranja, la cual es un poderoso recurso durante la atención de las emergencias que se presentan en el transporte de sustancias y materiales peligrosos. Esta guía se actualiza cada cuatro años y está dividida en cinco secciones señaladas en diferentes colores; en cada una se explican los procedimientos de atención básicos para los primeros respondientes ante una situación de incendio, explosión, derrame o fuga; asimismo, se describen los primeros auxilios, riesgos a la salud, distancias de acción protectora y aislamiento inicial, distancias a las que se debe evacuar a la población y recomendaciones del equipo de protección personal. Además, contiene información sobre señalización, explosivos, sustancias que reaccionan con agua, generación de gases tóxicos y distancias de sobrepresión en caso de explosiones con gas LP.

El marco legal que regula el transporte terrestre de sustancias es extenso y en él intervienen diferentes dependencias de la administración pública federal. El objetivo principal de contar con un marco legal es que la actividad se realice con un nivel adecuado de seguridad. La regulación, control y vigilancia del



autotransporte es responsabilidad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que ha publicado el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, así como 22 normas oficiales mexicanas, instrumentos en los cuales están contenidas las principales disposiciones relativas al diseño y la construcción de autotanques y contenedores cisterna, envases, embalajes y recipientes intermedios para granel, además de los lineamientos para la inspección de vehículos, señalización mediante carteles de las unidades destinadas al transporte, identificación de envases y embalajes con etiquetas y documentos e información de emergencia.

### Conclusiones

■ En México, la demanda y el uso de sustancias y materiales peligrosos se han generalizado y están en constante crecimiento. Su transporte por carretera es una actividad que requiere de estrictas medidas de seguridad, por lo que el marco legal aplicable tiene como propósito regular esta actividad para que se realice de manera eficiente y segura, con el objetivo de proteger a las personas que conducen las unidades de transporte, a la población que se encuentra cerca de las carreteras, al medioambiente y a los bienes materiales ante alguna posible afectación que resulte de un accidente.

En el análisis de los accidentes ocurridos de 2010 a 2016 se observa que la causa principal se atribuye al conductor, sobre todo por el exceso de velocidad y la imprudencia al manejar; después están las cau-

sas relacionadas con el vehículo. En este sentido, es necesario que las empresas transportistas pongan mayor atención en la capacitación y vigilancia del comportamiento de sus conductores, así como de los procedimientos de trabajo para tener un desempeño adecuado, además de la revisión de las condiciones físico-mecánicas de las unidades de transporte para lograr una disminución en el número de accidentes. Por otro lado, las instituciones y el personal de respuesta ante emergencias (Protección Civil, Cuerpo de Bomberos, etc.) deben estar preparados, capacitados y contar con los recursos y equipo de protección personal adecuados para atender los eventos que puedan ocurrir. Asimismo, la población en general debe conocer la manera en que se identifican a los vehículos que transportan sustancias y materiales peligrosos, y cuáles son las acciones de autoprotección pertinentes.

#### **Cecilia Izcapa Treviño**

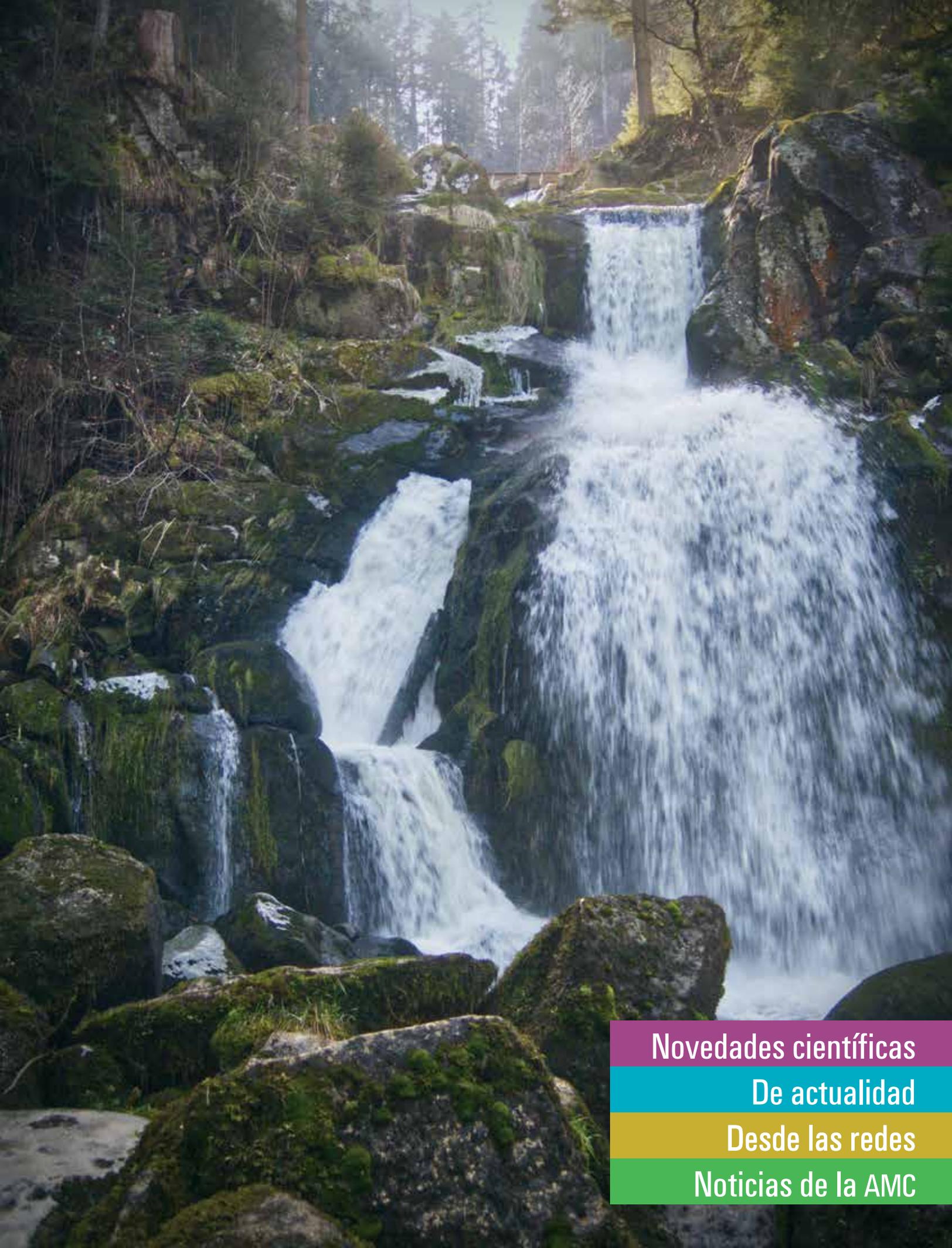
Centro Nacional de Prevención de Desastres.  
cit@cenapred.unam.mx

#### **Rubén Darío Rivera Balboa**

Centro Nacional de Prevención de Desastres.  
riba@cenapred.unam.mx

#### **Araceli Arista Narciso**

Petróleos Mexicanos.  
aracelian@gmail.com



**Novedades científicas**

**De actualidad**

**Desde las redes**

**Noticias de la AMC**